

PROSIDING SEMINAR NASIONAL BIOLOGI

Sabtu, 22 Januari 2011

Editor:

Dr. Salomo Hutahean, M.Si.

Prof. Dr. Syafruddin Ilyas, M.BioMed.

Dr. Suci Rahayu, M.Si.

Kaniwa Berliani, S.Si, M.Si.

**Departemen Biologi
FMIPA Universitas Sumatera Utara**

*“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan
National Achievement with Global Reach”*

USU Press

Art Design, Publishing & Printing

Gedung F, Pusat Sistem Informasi (PSI) Kampus USU

Jl. Universitas No. 9

Medan 20155, Indonesia

Telp. 061-8213737; Fax 061-8213737

usupress.usu.ac.id

© USU Press 2011

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang; dilarang memperbanyak menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahasa atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN 979 458 522 x

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Prosiding Seminar Nasional Biologi; Meningkatkan peran biologi dalam mewujudkan national achievement with global reach / Editor: Salomo Hutanean...[et.al.] -- Medan: USU Press, 2011.

xvii, 892 p. ; illus.: 24 cm

Bibliografi

ISBN: 979-458-522-x

Dicetak di Medan, Indonesia

KATA PENGANTAR

Era mendatang telah banyak disebut-sebut sebagai era Biologi, karena kemajuan riset di bidang Biologi dalam beberapa dasawarsa terakhir telah memberi landasan yang kuat bagi pengembangan berbagai teknologi untuk mengatasi masalah-masalah pangan, kesehatan dan lingkungan yang saat ini masih merupakan masalah besar yang dihadapi umat manusia. Sebagai negara dengan biodiversitas kedua terbesar di dunia, Indonesia berpeluang memainkan peran penting dalam era tersebut.

Agar Indonesia tidak hanya menjadi penonton dalam era baru itu, dibutuhkan kesiapan nasional yang dibangun melalui kesiapan institusi pendidikan tinggi, yang pada akhirnya menyangkut kesiapan individu peneliti di dalam institusi. Departemen Biologi FMIPA USU sebagai institusi pendidikan tinggi yang mengemban amanah menyelenggarakan pendidikan, penelitian, dan pengabdian pada masyarakat di bidang Biologi berusaha memberi sumbangan nyata dalam kesiapan nasional tersebut melalui pendidikan yang berkualitas bagi generasi penerus. Dalam rangka memperingati Lustrum IX FMIPA USU, Departemen Biologi telah menyelenggarakan Seminar Nasional Biologi sebagai sarana memberikan sumbangan pemikiran, membuka kesempatan untuk bertukar informasi ilmiah, dan membangun jaringan kerjasama keilmuan antar peneliti. Seminar diselenggarakan pada tanggal 22 Januari 2011 di Medan, dengan tema “Meningkatkan peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*.” Dalam seminar tersebut, para peneliti telah mendiskusikan hasil temuannya dengan rekan sebidang dan dengan itu memperoleh manfaat secara bersama-sama.

Lebih dari 80 judul makalah yang telah dipresentasikan dalam seminar dikumpulkan dalam prosiding ini. Para pemakalah hadir dari berbagai Perguruan Tinggi, Lembaga Penelitian, dan Lembaga lain yang berkaitan dengan Biologi dari berbagai wilayah di Indonesia, terutama Pulau Sumatera, telah memberi sumbangan informasi tentang beragam bidang Biologi dalam seminar. Untuk tujuan kemudahan dan penghematan sumberdaya alam, prosiding diterbitkan dalam bentuk *paperless* berupa file dalam CD.

Semoga prosiding ini dapat menyumbangkan manfaat berupa tambahan informasi ilmiah dalam bidang Biologi, sebagai bagian dari kerja besar meningkatkan Riset Biologi di Indonesia.

Tim Editor

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Salam untuk para peserta seminar yang berbahagia.

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puji syukur kita kepada Tuhan, karena atas perkenannya kita dapat hadir di tempat ini, dijauhkan dari halangan-halangan yang bermakna, dan bersama-sama mengikuti Seminar Nasional Biologi yang diselenggarakan oleh Departemen Biologi FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.

Seminar ini diselenggarakan sebagai bagian dari kegiatan Departemen Biologi dalam memperingati Lustrum IX FMIPA USU. Tema seminar “Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*” adalah tema dari lustrum tersebut yang disesuaikan dengan motto Rektor USU masa bakti 2010-2015. Melalui seminar ini, diharapkan terjadi pertukaran informasi antar peneliti dalam berbagai bidang Biologi, demikian juga diharapkan terbangun jaringan kerjasama antar peneliti dari berbagai instansi di dalam bidang Biologi maupun di bidang ilmu-ilmu terapannya. Untuk mencapai tujuan tersebut, panitia telah mengundang para peneliti, pendidik, mahasiswa, dan pemerhati bidang Biologi dari berbagai instansi di wilayah tanah air, khususnya dari Pulau Sumatera. Undangan tersebut telah ditanggapi oleh hadirnya 84 orang peserta pemakalah yang akan mempresentasikan 89 judul makalah, ditambah dengan peserta nonpemakalah dan para undangan kami lainnya. Sebagai Pemakalah Utama, kami hadirkan Dr. Sony Heru Sumarsono, MSc., pakar Biologi Perkembangan dari SITH ITB Bandung, dan Prof. Dr. Retno Widhiastuti, MSi., Ketua program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana USU. Panitia mengharapkan, seminar ini akan semarak dengan pertukaran gagasan dan pengalaman antar peserta dan pada akhirnya memberikan kontribusi bagi perkembangan Biologi di Indonesia.

Dengan rasa gembira, panitia menyampaikan terima kasih kepada Pemakalah Utama, Peserta Pemakalah, Peserta Nonpemakalah, juga segenap undangan kami atas peran sertanya dalam seminar ini. Panitia telah berdaya upaya mempersiapkan seminar ini sebaik-baiknya, namun apabila terdapat kekurangan-kekurangan dalam pelayanan kami, baik dalam penyediaan fasilitas, penyampaian informasi, maupun dalam memberikan tanggapan, kami mohon dimaafkan.

Akhir kata, kami sampaikan selamat berseminar, kiranya kita semua dapat memperoleh manfaat bersama dari seminar ini.

Ketua Panitia,

Dr. Salomo Hutahaean

SAMBUTAN KETUA DEPARTEMEN BIOLOGI FMIPA USU

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan kepada kita semua untuk dapat berkumpul di tempat yang berbahagia ini. Kami dari Departemen Biologi FMIPA USU mengucapkan “Selamat datang di kota Medan tercinta, Selamat datang di kampus USU, dan Selamat datang di Departemen Biologi FMIPA USU.”

Kami sangat bersenang hati atas kehadiran seluruh peserta. Kami sungguh tidak menyangka, undangan kami mendapat tanggapan yang sangat positif dalam wujud kehadiran peserta yang demikian banyak jumlahnya di tempat ini. Untuk kehadiran Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Selain mewadahi kegiatan seminar, acara hari ini tampaknya akan menjadi sebuah kesempatan bersilaturahmi antar sesama peneliti, sekaligus menjadi kesempatan temu-kangen antara guru dan murid, demikian juga antar sesama alumni. Harapan kami, melalui pertemuan hari ini dapat terbangun jaringan kerjasama antar peneliti dalam berbagai bidang Biologi.

Akhir kata, semoga pertemuan kali ini dapat berlanjut dengan pertemuan-pertemuan ilmiah berikutnya, sehingga ke depan, kita bisa memberi kontribusi yang lebih besar lagi bagi perkembangan Riset Biologi.

Ketua Departemen Biologi,

Dr. Nursahara Pasaribu, M.Sc.

SAMBUTAN DEKAN FMIPA USU

**Bismillahirrahmanirrahim,
Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua.

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT., atas ridha dan Inayah-Nya kita dapat berkumpul dalam rangka Seminar Nasional Biologi.

Kemajuan riset Biologi dalam beberapa dasawarsa terakhir berlangsung sangat pesat dan telah terspesialisasi ke dalam topik-topik yang semakin spesifik. Akibatnya, menjadi sulit saat ini untuk tetap mengikuti kebaruan ilmu Biologi. Bagi peneliti dan dosen, penguasaan akan bidang spesifik yang ditekuni adalah sangat penting, namun demikian, tetap sadar akan perkembangan yang berlangsung di luar topik yang ditekuni, tidaklah kalah pentingnya. Di sinilah pentingnya seminar, karena dengan turut serta dalam seminar seorang peneliti atau dosen dapat menyebarkan hasil penelitiannya sendiri, sekaligus dapat memperoleh gambaran secara tetap tentang perkembangan ilmu yang lebih luas.

Kami menyampaikan penghargaan pada seluruh anggota panitia yang telah menyelenggarakan Seminar Nasional Biologi dengan tema Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan National Achievement with Global Reach.

Kami mengharapkan kepada seluruh peserta seminar untuk terus berkarya, meningkatkan kemampuan dalam meneliti, melakukan publikasi ilmiah nasional dan internasional. Indonesia kaya akan bahan baku riset Biologi, karena kita adalah negara dengan biodiversitas kedua terbesar di dunia. Banyak spesies di negeri ini yang membutuhkan penelitian, yang hanya kita yang dapat melakukannya, karena secara geografis hanya kita yang memiliki akses menelitinya. Kekayaan biodiversitas yang luar biasa itu harus dapat kita manfaatkan, secara berkelanjutan.

Pada akhir kata sambutan ini, izinkan saya sekali lagi mengucapkan terima kasih kepada seluruh peserta seminar yang telah sudi meluangkan waktunya untuk mengikuti dari awal hingga berakhirnya acara ini.

Semoga dengan mengikuti Seminar nasional biologi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua khususnya dalam hal pengembangan Riset Biologi.

**Billahi taufiq wal hidayah,
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Dekan FMIPA USU

Dr. Sutarman, M.Sc.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua Panitia	iv
Sambutan Ketua Departemen Biologi FMIPA USU	vi
Sambutan Dekan FMIPA USU	vii
Daftar Isi	ix

Makalah Utama

KELAINAN PERKEMBANGAN PADA “CRANIOFACIAL” <i>Sony Heru Sumarsono</i>	1
MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM MELALUI KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI <i>Prof. Dr. Retno Widhiastuti, M.S.</i>	10

Keanekaragaman Hayati

ETNOBOTANI FAMILI ARECACEAE DI KABUPATEN ACEH BARAT DAYA <i>Cut Nurmaliah dan Idatia Restiani</i>	26
TRITERPENOID DIVERSITY IN MANGROVE TREE SPECIES <i>Mohammad Basyuni</i>	45
KOMUNITAS BURUNG AIR DI PERCUT SEI TUAN, SUMATERA UTARA <i>Erni Jumilawaty, Ani Mardiasuti, Lilik Budi Prasetyo, dan Yeni Aryati Mulyani</i>	50
KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG DI KILOMETER NOL PULAU WEH PROVINSI ACEH <i>Dr. Khairil, M.Si. dan Elvianti</i>	62
BIODIVERSITAS CENDAWAN MAKROSKOPIK DI TAMAN WISATA ALAM SIBOLANGIT DAN SICIKEH-CIKEH, SUMATERA UTARA <i>Nurtjahja K. dan R.Widhiastuti</i>	69
PENDUGAAN KERAGAMAN GENETIK KELAPA SAWIT TIPE DURA BERDASARKAN MARKA MIKROSATELIT <i>Lollie Agustina P. Putri, Sudarsono, Dwi Asmono, dan Norbert Billotte</i>	81

REVISI <i>FREYCINETIA</i> (<i>PANDANACEAE</i>) SUMATERA <i>Nursahara Pasaribu</i>	86
KEANEKARAGAMAN SERANGGA YANG BERPERAN PADA TAHAPAN DEKOMPOSISI KOTORAN GAJAH (<i>ELEPHAS MAXIMUS</i>) <i>Nursal dan Wilda Khairuna</i>	100
KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG PANTAI MIGRAN PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN DI EKOSISTEM MANGROVE SERAPUH, LANGKAT, SUMATERA UTARA <i>Pindi Patana, Onrizal, dan Nina Tika Sari</i>	108
ANALISIS KEKERABATAN FILOGENETIK TANAMAN KEMBANG TELANG (<i>CLITORIA TERNATEA</i> L.) BERDASARKAN MARKER MOLEKULER GEN RBCL DNA KLOROPLAS (STUDI BIOINFORMATIK) <i>Suparman dan Abdul Rasyid Tolangara</i>	120
KEANEKARAGAMAN JENIS GULMA PADI SAWAH DI DESA RAMBAH BARU KECAMATAN RAMBAH SAMO KABUPATEN ROKAN HULU <i>Syafrinal Soelin, Zuhri Syam, dan Muhammad Daud</i>	130

Mikrobiologi

EFEK SUMBER KARBON DAN NITROGEN TERHADAP PRODUKSI PROTEASE ALKALI DAN KERATINASE DARI <i>Brevibacillus agri</i> A-03 TERMOFILIK <i>Anthoni Agustien</i>	138
AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK HERBA MENIRAN (<i>Phyllanthus niruri</i> L.) TERHADAP BAKTERI DAN KHAMIR PATOGEN <i>Vivi Desfita, Dwi Suryanto, dan Erman Munir</i>	150
JENIS-JENIS FUNGI DAN BAKTERI YANG BERASOSIASI PADA PROSES DEKOMPOSISI SERASAH DAUN <i>Avicennia marina</i> (Forsk) vierh SETELAH APLIKASI FUNGI <i>Aspergillus</i> sp., <i>Curvullaria</i> sp., <i>Penicillium</i> sp. PADA BEBERAPA TINGKAT SALINITAS DI DESA SICANANG BELAWAN* <i>Dwi Suryanto, Afrida Yanti, Ika Wahyuni, dan Yunasfi</i>	160
POTENSI BAKTERI KITINOLITIK LOKAL ASAL SUMATERA UTARA DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BEBERAPA JAMUR PATOGEN TANAMAN <i>Dwi Suryanto, Netti Irawati, dan Erman Munir</i>	171
BEBERAPA METODE UJI BIOLOGIS UNTUK MENILAI DAMPAK BAHAN KIMIA PERTANIAN DI DALAM TANAH <i>Ferisman Tindaon, Benckiser, G., dan J.C.G. Ottow</i>	180

OPTIMASI PRODUKSI BIOSURFAKTAN OLEH <i>Pseudomonas aeruginosa</i> DENGAN VARIASI SUMBER KARBON DAN NITROGEN MEDIUM <i>Nunuk Priyani, Erman Munir, dan Nikmah Ridha B.</i>	193
PENGENDALIAN HAYATI PENYAKIT LAYU FUSARIUM PADA TANAMAN TOMAT (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) MELALUI PELAPISAN BENIH DENGAN LARUTAN BAKTERI KITINOLITIK-ALGINAT <i>Riswanto, Dwi Suryanto, dan Erman Munir</i>	207
PERAN BAKTERI ENDOFIT PENGHASIL IAA (<i>Indole Acetic Acid</i>) TERSELEKSI TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PADI (<i>Oryza sativa</i> L.) <i>Yurnaliza, Mustika Wildasari Siregar, dan Nunuk Priyani</i>	219
PEMANFAATAN SENYAWA HUMIK DALAM PRODUKSI SPORA FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA <i>Delvian</i>	229

Biofarmaka dan Biomedis

PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANALISIS SENYAWA KIMIA EKSTRAK ETANOL SERTA FRAKSI DARI KAYU SECANG (<i>Caesalpinia Sappan</i> L.) <i>Aswita Hafni Lubis, Marline Nainggolan, Kasmirul Ramlan Sinaga, Suryanto, dan Erly Sitompul</i>	236
AKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN ANALISIS KANDUNGAN KIMIA DAUN UNGU (<i>Graptophyllum pictum</i> L. Griff.) <i>Erly Sitompul dan Marline Nainggolan</i>	245
PENGUJIAN EKSTRAK ETANOL DAUN DANDANG GENDIS (<i>Clinacanthus nutans</i> (Burm.f.) Lindau) TERHADAP EFEK HIPOGLIKEMIK <i>Kasmirul Ramlan Sinaga</i>	251
KANDUNGAN KIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAN FRAKSI DAUN SAGA (<i>Adenanthera bicolor</i> Moon.) <i>Marline Nainggolan</i>	262
DETEKSI <i>MYCOBACTERIUM LEPRAE</i> DARI SUMBER AIR PENDUDUK DENGAN TEKNIK <i>POLYMERASE CHAIN REACTION</i> <i>Mudatsir</i>	271

ISOLATION AND CYTOTOXIC TEST OF PLANT SECONDARY METABOLITES FROM SERNAI (<i>Wedelia biflora</i> L.) Zairin Thomy dan Binawati Ginting	282
ATEROGENISITAS DARI MINYAK DAN LEMAK DI DALAM MAKANAN <i>Prof. Dr. Jansen Silalahi, M.App.Sc., dan Dra. Siti Nurbaya</i>	290
UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL DAUN SISIK NAGA (<i>Drymoglossum piloselloides</i> [L.] Pres) <i>Poppy Anjelisa Z. Hsb. dan Aminah Dalimunthe</i>	303
PEMANFAATAN DAUN SAMBUNG NYAWA (<i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr) SEBAGAI ANTIOKSIDAN UNTUK MENCEGAH PENYAKIT <i>Rosidah dan Suwarti Aris</i>	310
EVALUASI NILAI GIZI MINYAK GORENG YANG BEREDAR DI PASARAN KOTA MEDAN BERDASARKAN KOMPOSISI ASAM LEMAK*) <i>Yosy Silalahi, Chairul Azhar, dan Immanuel S. Meliala</i>	320
AKTIVITAS PENANGKAP RADIKAL EKSTRAK ETANOL DAN EKSTRAK AIR HERBA RANTI (<i>Solanum nigri</i> L.) <i>Herawaty Ginting, Aswita Hafni Lubis, Martua Pandapotan Nasution, Erli Sitompul, dan Suryadi Achmad</i>	332
SKRINING FITOKIMIA DAN UJI EFEK ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL UMBI BAWANG SABRANG (<i>Eleutherine palmifolia</i> Merr.) <i>Vriezka Mierza, Dwi Suryanto, dan M. Pandapotan Nasution</i>	340
ETNOBOTANI TUMBUHAN HERBA SEBAGAI TUMBUHAN OBAT – OBATAN PADA MASYARAKAT KARO DI DESA TELAGAH KABUPATEN LANGKAT <i>T. Alief Aththorick, Dede Setiadi, Y. Purwanto, dan Edi Guhardja</i>	354
ISOLASI ALKALOID QUINOLIZIDIN TIPE <i>ORMOSIA</i> DARI TUMBUHAN <i>ORMOSIA</i> <i>M. Pandapotan Nasution</i>	365
ALKALOID GOLONGAN QUINOLIZIDIN SEBAGAI PENANDA TAKSONOMIK TUMBUHAN TRIBUS PRIMITIF SUKU PAPILIONACEAE <i>M. Pandapotan Nasution</i>	368

Biologi Lingkungan

STUDI KESESUAIAN HABITAT DAN PEMETAAN KAWASAN PERLINDUNGAN GAJAH (<i>ELEPHANT SUNCTUARY</i>) DI HUTAN TERGANGGU SEBAGAI LANGKAH MENGURANGI KONFLIK GAJAH DENGAN MANUSIA <i>Abdullah, Djufri, dan Asiah M.D.</i>	372

KOMPOSISI KOMUNITAS MAKROFAUNA TANAH PADA BIOTOP HUTAN DAN LAHAN PERTANIAN YANG DIBERI PUPUK ORGANIK DAN ANORGANIK SEBAGAI BIOINDIKATOR KESUBURAN TANAH <i>Arlen Hanel John</i>	389
EKOLOGI SERANGGA WERENG (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA) PADA SINGGANG-SINGGANG TANAMAN PADI DI KABUPATEN DELI SERDANG – SUMATERA UTARA <i>Binari Manurung dan Lestari Sihombing</i>	405
ANALYSIS OF VEGETATION IN BEACH OF WEST ACEH AFTER TSUNAMI <i>Djufri</i>	415
KAWASAN KONSERVASI ACEH DAN PEMANFAATANNYA DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI KONSERVASI <i>Evi Apriana, Achmad Munandar, Nuryani Y. Rustaman, dan Hertien Koosbandiah Surtikanti</i>	428
DISTRIBUSI DAN STRATIFIKASI ALTITUDINAL JENIS ANGGREK EPIFIT DI HUTAN GUNUNG SINABUNG KABUPATEN KARO SUMATERA UTARA <i>Kaniwa Berliani</i>	440
POLA PENYEBARAN <i>GELOINA EROSA</i> DALAM KOMUNITAS NIPAH (<i>Nypa fruticans</i>) EKOSISTEM MANGROVE PESISIR BARAT KABUPATEN ACEH BESAR <i>M. Ali S.</i>	451
STUDI REKRUTMEN JUVENIL KARANG TERHADAP POLA GEOMORFOLOGI DAN SUBSTRAT DI PERAIRAN SABANG, PROVINSI ACEH <i>Muhammad Nasir</i>	459
KOMUNITAS FITOPLANKTON SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI BELAWAN <i>Mayang Sari Yeanny</i>	470
PERILAKU MAKAN LUTUNG KELABU (<i>TRACHYPITHECUS CRISTATUS</i> , RAFFLES 1812) DI HUTAN MANGROVE KECAMATAN GEBANG KABUPATEN LANGKAT <i>Pindi Patana, Onrizal, dan Marlin Andika</i>	481
ANALISIS SPASIAL WILAYAH BERPOTENSI UNTUK BUDIDAYA LEBAH MADU DALAM PERSPEKTIF SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) <i>Siti Latifah</i>	494

AGE-SPECIFIC LIFE TABLE OF LIME BUTTERFLY <i>PAPILIO DEMOLEUS</i> L. (LEPIDOPTERA: PAPILIONIDAE) IN THE TROPICAL FRUITS FARM <i>Suwarno</i>	503
TIPE-TIPE VEGETASI KAWASAN PENGENDAPAN TAILING PT. FREEPORT INDONESIA KABUPATEN MIMIKA, PAPUA <i>Syaiful Eddy, Indra Yustian, dan Zulkifli Dahlan</i>	513
LAJU DEKOMPOSISI SERASAH DAUN <i>Rhizophora mucronata</i> PADA BERBAGAI TINGKAT SALINITAS <i>Yunasfi</i>	527
EKSPLORASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA (CMA) INDIGENOUS YANG BERASOSIASI DENGAN <i>Begonia resecta</i> DI HUTAN PENDIDIKAN DAN PENELITIAN BIOLOGI (HPPB) <i>Zozy Aneloi Noli, Netty W.S., dan Esti Maitika Sari</i>	538
EKSISTENSI 10 JENIS SEMAI PADA VEGETASI GAMBUT TERGANGGU DI BENTANGAN SUNGAI SERKAP KABUPATEN PELALAWAN PROPINSI RIAU <i>P.W. Titisari dan Elfis</i>	544
PREFERENSI EKOLOGIS JENIS DOMINAN SEMAI PADA VEGETASI GAMBUT TERGANGGU DI BENTANGAN SUNGAI SERKAP KABUPATEN PELALAWAN PROPINSI RIAU <i>Elfis dan P.W. Titisari</i>	561
STRUKTUR DAN FUNGSI KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DI PERAIRAN SUNGAI MUSI KOTA PALEMBANG: TELAAH INDIKATOR PENCEMARAN AIR <i>Hilda Zulkifli, Zazili Hanafiah dan Dian Asih Puspitawati</i>	586

Struktur dan Fungsi Hewan

ANALISIS KUALITAS SPERMATOZOA PADA BERBAGAI TIPE PEROKOK <i>Asiah M.D. dan Lianda Fitriani</i>	596
UJI AKTIVITAS EKSTRAK ETANOL BUAH ANDALIMAN (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i> D.C) SECARA <i>IN VITRO</i> TERHADAP FERTILITAS MENCIT BETINA (<i>Mus musculus</i>) <i>Emita Sabri, Awaluddin Saragih, dan Mizawarti</i>	605
UJI AKTIVITAS VITAMIN A TERHADAP EFEK TERATOGEN WARFARIN PADA FETUS MENCIT PUTIH <i>Netti Marusin, Almahdy A., dan Herlina Fitri</i>	617

UJI AGENT ANTI KOLESTEROL CHITOSAN DARI KULIT KEPITING DENGAN CARA BIODEGRADASI ENZIMATIK <i>Martina Restuati</i>	630
EFEK LAKTAGOGUM DAUN JINTEN (<i>Coleus amboinicus</i> L.) PADA TIKUS LAKTASI <i>Melva Silitonga</i>	640
EFEK SINAR ULTRA VIOLET (UV) TERHADAP PERSENTASE PENETASAN TELUR, PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS ULAT SUTERA (<i>Bombyx mori</i> L.) <i>Masitta Tanjung, Kiki Nurtjahja, dan Maria Rumondang</i>	650
DISTRIBUSI SEL-SEL TURUNAN KRISTA NEURALIS DI JARINGAN PALATUM FETUS MENCIT SELAMA PALATOGENESIS <i>Salomo Hutahaean</i>	663

Biologi Struktur dan Fungsi Non Hewan

DIVERSITY ODONATA POPULATION IN UPLAND RICE FIELD USING PRODUCTIVITY FERTILIZERS <i>Soya glicine max</i> WASTE RELATED TO GROWTH OF PADDY PLANTATION MANI RAMBUNG, SUMATERA <i>Ameilia Zuliyanti Siregar, Che Salmah Md. Rawi, dan Zulkifli Nasution</i>	669
MARK RELEASE RECAPTURE (MRR) OF <i>Agriocnemis femina</i> (ODONATA: Coenagrionidae) IN UPLAND RICE FIELD AT NORTH OF SUMATERA <i>Ameilia Zuliyanti Siregar, Che Salmah Md. Rawi dan Zulkifli Nasution</i>	680
LAJU RESPIRASI DAN MUTU BUAH RAMBUTAN PADA BERBAGAI TINGKAT KEMATANGAN BUAH <i>Elisa Julianti</i>	689
INDUKSI TUNAS <i>IN VITRO</i> TANAMAN MANGGIS (<i>Garcinia mangostana</i> L.) HASIL PERLAKUAN KINETIN DAN POLA PEMOTONGAN EKSPLAN YANG BERBEDA <i>Fauziyah Harahap</i>	697
KOMPATIBILITAS ANTARA FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DAN BEBERAPA GENOTIPE KEDELAI PADA DUA TINGKAT KEKERINGAN <i>Hapsoh</i>	711

TANGGAPAN FISILOGIS SOMAKLONAL ANDALAS (<i>Morus macroura</i> Miq. var. <i>macroura</i>) PADA PENINGKATAN KANDUNGAN POLIETILENA GLIKOL DALAM MEDIUM SELEKSI CEKAMAN KEKERINGAN <i>IN VITRO</i> <i>M. Idris dan Mansyurdin</i>	717
KOMUNITAS FUNGI PADA LAPISAN SERASAH <i>Acacia mangium</i> <i>Samingan</i>	729
UJI MULSA <i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray TERHADAP PERTUMBUHAN GULMA DAN PRODUKSI TANAMAN TOMAT (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill) <i>Solfiyeni, Fauziah Safitri, dan Zuhri Syam</i>	742
STUDY OF ISOFLAVONE, ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND <i>Bradyrhizobium japonicum</i> ON ORGANIC SOYBEAN GROWTH <i>Yaya Hasanah</i>	750
VIGOR PADI (<i>Oryza sativa</i>) DENGAN PEMBERIAN BEBERAPA KONSENTRASI EKSTRAK KULIT JENGKOL (<i>Pithecelobium jiringa</i> (jack) Prain ex King) <i>Zuhri Syam, Yulia Delsi, dan Solfiyeni</i>	766
TIPE-TIPE TRIKOMA DAN JUMLAH TRIKOMA DAUN KULTIVAR DURIAN (<i>Durio zibethinus</i> MURR.) <i>Ashar Hasairin,</i>	774
PENYAKIT BERCAK DAUN PADA PEMBIBITAN DAN TANAMAN MUDA EUKALIPTUS DI SUMATERA UTARA <i>Edy Batara Mulya Siregar dan Nelly Anna,</i> 787	
ACTIVITY PATTERNS PEROXIDASE CALLUS <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV. INCUCED COLCHICINE <i>Elimasni, Kiki Nurtjahja, dan Widia Sari Akriyani</i>	797
TEKNIK <i>IN VITRO</i> UNTUK PERBANYAKAN TIGA JENIS JERUK LOKAL SUMATERA UTARA <i>Isnaini Nurwahyuni</i>	811
EFEK TERAK BAJA PADA ANDISOL ASAL TONGKOH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (<i>Zea mays</i> L.) <i>M.M.B. Damanik, Bintang, dan Andrifan Dwi Prabowo</i>	820
KAJIAN FASE PEMBUNGAAN DAN PENYERBUKAN <i>Nepenthes</i> spp. <i>Suci Rahayu dan Retno Widhiastuti</i>	829

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI CAMPURAN BERBAGAI JENIS BIJI-
BIJIAN DAN STABILISASINYA DENGAN TEKNIK MIKROENKAPSULASI
Herla Rusmarilin 837

PENGARUH EKSTRAK DAUN MAHONI (*Swietenia mahagoni Jacq*)
TERHADAP LALAT BUAH (*Bactrocera spp.*) DALAM UPAYA
MENDAPATKAN INSEKTISIDA NABATI
Muhammad Zaidun Sofyan 853

UJI INFEKTIVITAS *Fusarium* sp PADA TIGA KELAS UMUR DAN LETAK
TITIK INFEKSI PADA TANAMAN GAHARU (*Aquilaria malaccensis*
Lamk.)
Nelly Anna, Edi Batara M.S., dan Evalina Herawati..... 862

SEED GERMINATION RESISTANCE OF ACASIA (*Acacia nilotica*)
Suji Hartini, ... 868

TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF
EXTRACTS CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz FRUIT
Supriatno dan Shaida Fariza Sulaiman 881

KELAINAN PERKEMBANGAN PADA "CRANIOFACIAL"

Sony Heru Sumarsono

KK Fisiologi, Biologi Perkembangand an Biomedika, Sekolah Ilmu dan
Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10, Gedung Labtek
XI, Bandung 40132

Abstrak

Craniofacial adalah bagian penting dari hewan vertebrata, termasuk manusia di dalamnya. Dari seluruh fase hidup manusia, kelainan "craniofacial" banyak terjadi, mulai dari kegagalan dalam proses pembentukan bumbung neural yang berimplikasi pada kegagalan pembentukan kepala secara normal, bahkan otak dan tengkorak tidak terbentuk sehingga menyebabkan kematian pra atau pascalahir seperti unensefali dan eksensefali. Pada kasus yang lebih ringan, kelainan bisa juga terdeteksi sejak di dalam kandungan dan berkembang progresif pascalahir, seperti kasus hidrosefalus. Hidrosefalus tidak hanya terjadi pada anak-anak, tetapi juga dapat terjadi pada fase remaja dan dewasa. Kelainan craniofacial juga bisa disebabkan oleh kelainan genetik, misalnya: Down syndrome. Terekspos oleh racun yang terkandung di dalam singkong selama masa kebuntingan ternyata juga berdampak pada kualitas fetus dan kemampuan anak mencit dalam mengingat dan memecahkan masalah. Pada masa remaja dan dewasa kelainan craniofacial bisa disebabkan oleh kelainan hormonal dan kerusakan sel-sel saraf pada otak yang berakibat pada kelainan pada koordinasi otot gerak dan postur tubuh secara keseluruhan. Pada manula, proses penuaan pada craniofacial sering menyebabkan rasa tidak percaya diri.

PENDAHULUAN

Kepala (cephalus) adalah bagian penting bagi hewan dan manusia. Pada kepala ditempatkan semua organ sensoris yang memberi input informasi bagi pengambilan keputusan hewan akan bersikap terhadap impuls yang berasal dari lingkungan. Karena semua organ sensoris penerima rangsang penting dari lingkungan berada di kepala, maka kepala menjadi organ terpenting bagi hewan dan manusia. Dengan demikian bukanlah tanpa tujuan bahwa hampir semua hewan yang memiliki kepala, posisi kepala ini berada di depan sebagai pusat penerima impuls sekaligus pusat koordinasi, dan saluran pemasukkan makanan. Sedangkan lubang memasukkan oksigen sebagai sumber bahan oksidasi karbohidrat untuk melepaskan energi, tidak selalu berada di kepala,

meskipun sebagian besar hewan menempatkan organ tersebut dikepala. Serangga adalah contoh hewan yang lubang pemasukan udara tidak berada di kepala, melainkan di antara segmen tubuh bagian abdomen. Meskipun demikian hewan dengan simetris bilateral bisa dipastikan kepala berada di depan/atas (anterior) sedangkan bagi hewan dengan posisi tubuh simetris radial (bintanglaut misalnya) posisi ini sulit ditentukan. Dengan demikian kepala adalah bagian penting dari organisme yang layak didiskusikan.

PENAMPILAN CRANIOFACIAL PADA MANUSIA

Bagi manusia craniofacial bukan hanya penting sebagai tempat organ yang menjadi pusat memori dan pusat koordinasi gerakan tubuh dalam merespon rangsang dari lingkungan, tetapi craniofacial juga merupakan ciri utama bagi tiap individu. Manusia mampu membedakan bentuk craniofacial dari banyak manusia dari ras yang sama maupun dari ras yang berbeda. Dalam banyak hal, peranan craniofacial menjadi pertimbangan penting untuk memutuskan yang terbaik (tampan/cantik) atau terburuk (tidak tampan/tidak cantik). Sebaliknya, meskipun manusia bisa menemukan ciri-ciri bentuk craniofacial yang dianggap baik dan kurang baik diantara hewan, secara umum hal ini sulit dilakukan. Kita akan dengan mudah meneukan wajah “cantik” atau “tampan” diantara sekumpulan orang yang sedang berkerumun, tetapi akan sangat sulit menemukan wajah mencit atau kerbau yang bisa kita kategorikan “kerbau cantik” atau “tampan”, meskipun pedagang hewan akan dengan mudah menemukan kerbau mana yang memiliki nilai jual yang tertinggi (yang merefleksikan kecantikan, ketampanan atau kondisi sehat). Dalam hal membedakan jenis kelamin pada hewan, beberapa spesies burung dan mamalia akan dapat dibedakan dari tampilan craniofacial, tetapi pada kelompok reptil, amfibi, pisces, dan invertebrata pada umumnya cukup sulit membedakan jenis kelamin dari penampilan craniofacial. Mereka baru bisa dibedakan dengan baik apabila melihat bentuk tubuh secara keseluruhan atau bahkan keberadaan ciri kelamin primer seperti kantung telur dan kantung sperma. Banyak spesies invertebrata bahkan berbentuk hermaphrodit, sehingga perbedaan penampilan craniofacial jantan dan betina bukan issue penting untuk didiskusikan.

Berbeda dengan vertebrata yang memiliki unsur kranium sebagai pemberi bentuk dasar craniofacial, invertebrata tidak memilikinya, sehingga bentuk craniofacial pada invertebrata dapat berubah sesuai dengan kondisi dalam merespon informasi dari lingkungan dimana mereka berada. Pada Kelas pisces, Amfibi dan Reptil, bentuk craniofacial relatif tetap sesuai dengan bentuk tulang kranium di bawahnya dan sedikit sekali terdapat otot yang dapat menggerakkan kulit diatas kranium tersebut, sehingga kita sulit mendapatkan ekspresi facial hewan-

hean ini kecuali dari sorot mata yang dipancarkan dari facial hewan kelompok tersebut. Perbedaan bentuk tulang kepala pada Pisces, amfibi dan reptil bahkan dapat digunakan untuk membedakan spesies yang satu dari spesies yang lain.

Pada kelompok burung dan mamalia, beberapa asesori pada kulit kepala dapat digunakan untuk membedakan antara individu jantan dan betina. Pada kelompok burung, keberadaan dan ukuran jengger (ayam, kalkun, merak) dan songkok (kasuari) dapat digunakan untuk membedakan individu jantan dari individu betina. Kadang-kadang keberadaan bulu dengan bentuk khusus seperti jambul (kutnilang) juga bisa digunakan untuk membedakan individu jantan dari individu betina. Pada hewan mamalia secara umum, asesori pada kepala tampak berkembang lebih baik pada hewan jantan dibandingkan dengan hewan betina. Ukuran tanduk (sapi, banteng, kambing, dll), dan ranggah (rusa) ataupun tulang frontal yang menonjol (jerapah) tumbuh lebih baik pada hewan jantan dibandingkan dengan hewan betina. Pada babirusa dan gajah, gigi yang tumbuh sebagai taring dan gading juga tampak lebih besar dan lebih kokoh pada hewan jantan dibandingkan dengan hewan betina.

Pada manusia, asesoris alami pada craniofacial adalah rambut. Tampilan bentuk laki-laki dan perempuan selain dibedakan oleh "style" potongan rambut, secara alami berbeda antara laki-laki dan perempuan pada tampilan kulit yang disebabkan oleh tampilan otot dan lemak dibawah kulit. Bentuk otot pada facial laki-laki tampak lebih menonjol dibandingkan pada wajah seorang perempuan. Demikian pula tampilan kehalusan kulit pada seorang perempuan tampak lebih baik dibandingkan pada wajah seorang laki-laki. Hal ini terjadi karena lapisan lemak dibawah kulit perempuan memang lebih tebal dibandingkan pada kulit seorang laki-laki. Bentuk cranium seorang laki-laki secara anatomi biasanya juga tampak lebihkasar dibandingkan cranium seorang perempuan, sehingga seorang ahli forensik akan dapat membedakan dengan mudah apakah tulang tengkorak yang ditemukan berasal dari kepala seorang perempuan atau seorang laki-laki. Bentuk tengkorak tampaknya juga bervariasi antar manusia, meskipun pasti memiliki kecenderungan yang sama untuk satu ras tertentu, suatu bangsa tertentu ataupun suku tertentu. Keberagaman variasi bentuk kepala dan warna kulit pada craniofacial, manusia bisa membedakan berbagai macam ras, bangsa, dan bahkan suku-suku diantara mereka. Dengan pengukuran yang spesifik kita akan bisa membedakan apakah suatu wajah merefleksikan wajah orang asia, orang afrika, atau orang eropa, meskipun dijamin global ini kita juga diberi banyak sampel orang keturunan campuran asia-eropa, eropa afrika dan afrika-asia, bahkan yang sudah

bercampur dari semua unsur ras tersebut sehingga menjadi bentuk universal.

Secara alami, proporsi antara kepala dengan badan berubah sesuai umur dari individu manusia. Pada fetus dan janin panjang kepala kurang lebih setengah panjang badan. Tetapi pada bayi perbandingan ini mengecil pada ukuran kepala dan membesar pada ukuran panjang badan (+kaki). Namun demikian untuk kepentingan estetika, dalam membuat barang seni yang bernuansa/menggambarkan karakter manusia, proporsi antara kepala dan badan tidak mengikuti proporsi alami yang sebenarnya. Dalam pembuatan wayang kulit misalnya ukuran kepala dibuat setengah panjang badan (+kaki) untuk menonjolkan karakter yang ada pada tokoh yang dibuat. Demikian pula panjang tangkai kaki tidak mengikuti proporsi alami yang ada. Dalam pembuatan patung, para seniman juga menggunakan proporsi yang tidak sama dengan proporsi alami, tergantung dimana patung akan ditempatkan. Patung yang ditempatkan pada ketinggian akan dibuat dengan ukuran kaki lebih panjang dan kepala sedikit lebih besar dari proporsi normal sehingga tidak terlihat cebol dan kepala tidak kekecilan.

Dalam kehidupan manusia, kesehatan tubuh manusia juga sering terefleksikan dalam penampilan craniofacial. Orang yang sehat akan menunjukkan wajah yang berseri, bersemangat, ceria, dll; sebaliknya, orang yang sakit akan tampak lesu, pucat, tidak bersemangat dan lain-lain tampilan yang sesuai dengan tingkat keparahan penyakit yang dideritanya. Secara biologis, penyakit dapat disebabkan oleh adanya infeksi virus dan mikroba di dalam tubuh kita, keracunan bahan kimia, atau akibat kelainan genetik yang berimplikasi pada ketidak seimbangan faal tubuh. Bentuk-bentuk penyebab penyakit ini apabila terjadi pada saat kehamilan dapat menyebabkan terjadinya kelainan pada janin di dalam kandungan. Berbagai kelainan perkembangan yang berkaitan dengan craniofacial antara lain, anencephaly, exencephaly, microcephaly, dan spina bifida. Kelainan tersebut disebabkan oleh gangguan yang terjadi selama masa pembentukan bumbung neural (neurulasi). Proses penutupan bumbung neural berperan penting dalam pembentukan otak dan sumsum tulang belakang. Kerusakan pada bakal otak sehingga otak tidak terbentuk akan menyebabkan terjadinya anencephaly. Apabila bumbung neural di bagian otak tidak berhasil menutup maka bakal otak akan tumbuh kearah luar yang dikenal sebagai exencephaly. Kami menemukan bahwa asam metoksi asetat pada dosis 7,5 mmol yang diberikan kepada induk mencit secara gavage pada umur kebuntingan 8 hari akan menyebabkan terjadinya eksencephaly mencapai 92,5% dari total populasi anak yang dikandung pada umur kebuntingan 16 hari (Sumarsono *et al*, 2002). Spina bifida disebabkan oleh kegagalan penutupan ektoderm yang menyebabkan otak atau sumsum tulang

belakang tumbuh keluar dari rongga tengkorak ataupun ruas tulang belakang. Dibagian dimana terjadi tonjolan otak/sumsum tulang belakang, biasanya tulang juga tidak menutup. Microcephaly adalah bentuk kepala yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran normal. Dampak dari ukuran kepala yang lebih kecil ini adalah ukuran otak yang juga lebih kecil sehingga kemampuan memori dan ekspresi dari individu ini juga dibawah individu normal. Kelainan juga bisa terjadi apabila terjadi gagal kembar, baik kembar wajah maupun kembar kepala. Kembar jenis ini terjadi akibat pembentukan bumbung neural dan facial yang lebih dari satu individu, tetapi tidak diteruskan untuk bagian lain dari individu tersebut. Akibatnya tampak wajah atau bahkan kepala dua, tetapi dengan badan hanya satu. Kasus kembar kepala tidak hanya terjadi pada manusia, tetapi juga pada hewan lain seperti reptil, ikan dan babi.

Kelainan craniofacial juga dapat terjadi akibat kelainan genetik, misalnya: Down syndrome, yang disebabkan oleh terjadinya trisomy kromosom 21 akibat terjadi nondisjunction pada pembelahan meiosis pembentukan gamet jantan maupun gamet betina. Akibat nondisjunction gamet akan kelebihan satu kromosom. Apabila terjadi fertilisasi dengan gamet normal maka embrio yang dihasilkan akan kelebihan satu kromosom atau trisomy. Trisomy pada manusia yang dijumpai lahir hidup adalah trisomy 13, trisomy 18, trisomy 21 dan XXX (perempuan normal), XXY laki-laki, Klinefelter syndrome) dan XYY (laki-laki normal, tubuh tinggi dan sering dengan kelainan persoonlitas). Trisomy 13 dan trisomy 18 biasanya akan mati tidak lama setelah dilahirkan. Trisomy 21 lahir hidup dan dikenal sebagai Down syndrome. Disamping kelainan fisik seperti tubuh pendek, kelainan craniofacial, rambut lurus, juga terjadi kelainan pada semua organ dalam termasuk otak sehingga individu dengan DS mengalami retardasi mental. Kelainan Down Syndrome kami pelajari dengan membuat hewan transgenik terhadap gen *Ets2* yang terdapat di dalam kromosom 21 dan dengan mengawinkan mencit Robertsonian translocation Rb (6:16) : Rb (16:17) homozigot dengan mencit normal sehingga dihasilkan sebagian embrio trisomy dan embrio monosomi disamping embrio normal dengan Robertsonian translocation Rb(6:16) atau Rb(16:17) heterozigot. Mencit transgenik *Ets2* menunjukkan gejala pertumbuhan craniofacial serupa dengan individu Down syndrome akibat hipoplasia tulang, terutama tengkorak. Hipoplasia juga terjadi pada ruas tulang belakang dan ruas tulang leher sehingga mencit menjadi lebih pendek dari saudaranya yang normal (Sumarsono *et al*, 1996). Disamping itu juga terjadi kifosis pada tulang belakang. Mencit trisomy 16 juga menunjukkan adanya hipoplasia penulangan pada semua ruas tulang dibandingkan dengan kontrol (Sumarsono *et al*, 2005).

Hydrocephalus (hidrosefalus) adalah kelainan craniofacial yang dapat ditemukan pada bayi yang baru dilahirkan sampai dengan usia tua. Perkembangan otak bayi yang menderita hidrosefalus secara struktural adalah berkembang normal, tetapi karena suatu sebab, maka terjadi akumulasi cerebrospinal fluid (CSF) di ventrikel otak menyebabkan volume otak akan membesar. Pada balita, penambahan volume otak ini akan menyebabkan volume tengkorak juga membesar dan otak akan tertekan ketepi tengkorak sehingga menjadi lebih tipis dan sel-sel saraf tidak dapat tumbuh dan membelah secara normal. Akibat kondisi ini, balita yang menderita hidrosefalus akan memiliki ukuran kepala yang lebih besar dibandingkan dengan bayi normal, tetapi dengan berat badan (berat total tubuh + kepala) lebih rendah dari bayi normal apabila dipetakan pada Kartu menuju Sehat (KMS) yang digunakan untuk memantau pertumbuhan balita di Indonesia. Karena memiliki berat tubuh lebih rendah gejala hidrosefalus sulit sekali dideteksi. Akibatnya, pasien balita penderita hidrosefalus sering ditemukan sudah dalam kondisi kronis yang sulit/tidak mungkin disembuhkan. Penyebab terjadinya hidrosefalus hingga kini belum diketahui secara pasti. Studi kami pada kasus hidrosefalus menunjukkan bahwa kasus ini cukup banyak terjadi, meskipun cukup sulit untuk mengungkap penyebabnya dan mengatasi masalahnya. Operasi adalah satu-satunya jalan yang diambil oleh tim medis untuk menyelamatkan pasien hidrosefalus, yaitu dengan memasang selang untuk mengeluarkan cairan cerebrospinal kedalam cairan tubuh agar dikeluarkan melalui filtrasi ginjal (Fatimah, 2007).

Kelainan craniofacial akibat terdedah oleh bahan alam yang bersifat toksik kami pelajari dengan cara mendedahkan ekstrak air singkong terhadap mencit bunting selama 15 hari kebuntingan dan 21 hari kebuntingan. Singkong mengandung glikosida cyanogen kuat berupa linamarin. Di dalam lambung linamarin akan dihidrolisa menjadi HCN yang bersifat racun. Untuk itu HCN harus dinetralkan dengan menggunakan asam amino yang memiliki gugus sulfida dan dihasilkan thiosianat. Thiosianat tidak beracun. Tetapi dapat menghambat absorpsi yodium. akibat defisiensi yodium perkembangan embrio dalam kandungan terhambat. Meskipun tidak kita temukan adanya kelainan craniofacial pada fetus, tetapi rata-rata berat tubuh dan panjang tubuh fetus mencit lebih rendah 12% dan 29%. Fetus juga mengalami hipolasia penulangan dan beberapa abnormalitas tulang (Marsendah, 2008). Apabila kebuntingan mencit kita teruskan hingga anak mencit dilahirkan dan dipelihara hingga umur 30 hari dan dilakukan uji kemampuan mengingat dan memecahkan masalah dengan menggunakan water E-maze, maka kami menemukan bahwa anak-anak mencit dari kelompok perlakuan menunjukkan kemampuan mengingat dan memecahkan

masalah yang lebih buruk dibandingkan dengan anak mencit normal kontrol (Setioso, 2009)

Penampilan craniofacial juga tampak berbeda pada fase anak-anak, remaja, dewasa dan tua yang lebih disebabkan oleh penampilan kesegaran kulit pada craniofacial dan turunan-turunan kulit yang sangat dipengaruhi oleh keberadaan hormon reproduksi. Pada orang yang sudah tua konsistensi kulit sangat sulit untuk dipertahankan sehingga kulit akan berubah sifat dari tebal dan padat menjadi lebih tipis dan kurang lentur sehingga muncul keriput. Ini semua akan mempengaruhi penampilan craniofacial, meskipun struktur utama craniofacial masih belum berubah. Kelainan hormonal akan menyebabkan tampilan facial pada kasus hipertiroid, akromegali, gigantisme dan dwarf.

Disamping perubahan pada kulit, bertambahnya umur juga melibatkan degenerasi dari sel-sel saraf pada otak yang menimbulkan penyakit tua/pikun. Berbagai macam penyakit saraf akan sangat mempengaruhi penampilan craniofacial seseorang. Seorang yang sudah tua dengan kemampuan otak yang tidak banyak berkurang sejak memasuki usia tua akan tampak lebih segar dan aktif (ethes) dibandingkan dengan seseorang yang baru memasuki usia tua disertai dengan beberapa gejala degenerasi sistem saraf seperti gejala Parkinsonism atau penyakit Alzheimer. Kedua penyakit ini berkaitan dengan degenerasi sel saraf. Pada kasus Parkinsonism, degenerasi sel saraf terjadi oleh adanya akumulasi protein terlarut α sinuclein di dalam sel saraf yang menyebabkan terjadinya Lewy body. Lewy body dijumpai pada beberapa bagian otak dan menyebabkan terjadi kontraksi kontinyu otot secara terus menerus yang berupa getaran pada anggota gerak yang dikenal dengan tremor. Penelitian di bidang ini sedang dikembangkan (Yulianti, 2010). Sedangkan pada kasus Alzheimer disease, terjadi akumulasi protein amiloid alfa yang semula berupa protein terlarut menjadi tidak terlarut dan menumpuk disekitar sel saraf yang menyebabkan terjadinya plaque amiloid yang menyebabkan kematian sel. Akibat banyaknya kematian sel akan terjadi penurunan memori atau terjadi penurunan memori sehingga individu akan kehilangan banyak memori (Sumarsono, 1994).

PENUAAN/AGEING

Menjadi tua bukanlah pilihan, tetapi keharusan. Ketika umur kita bertambah, maka perubahan pada wajah sangat terlihat, terutama keriput pada kulit, uban pada rambut, konsolidasi melanosit yang meningkat pada tahi lalat sehingga menjadi lebih banyak atau membesar. Disisi lain, kelainan genetik dapat juga menyebabkan kelainan berupa penuaan yang sangat cepat dan progresif yaitu pada Hutchinson-Gilford progeria Syndrome atau Leprechauns disease. Meskipun kasus ini sangat jarang

terjadi, disekitar kita mungkin kita jumpai anak kecil dibawah umur 10 tahun memiliki wajah yang cukup tua. Ditempat yang lain lagi kiat juga mengenali beberapa orang tua yang tampil tetap muda. Oleh karena itu, tidak akan salah bila mempertanyakan apakah proses penuaan itu suatu kelainan perkembangan? bagi banyak orang menjadi tampak tua adalah suatu maslah. Oleh karena itu, investasi dilakukan manusia secara besar-besaran untuk menanggulangi proses penuaan. Proses yang dilakukan mencakup beberapa upaya yaitu:

1. Menghambat proses penuaan sehingga tetap tampil muda baik kulit maupun kondisi fisik tetap bugar
2. Menutupi indikator-indikator proses penuaan agar tidak tampak seperti "make up" tebal dan/atau penyuntikan Botulinum toxin (Botox)

Hingga saat ini usaha mencegah terjadinya penuaan belum tampak hasilnya, meskipun demikian pada beberapa individu yang kita kenali, usaha menghambat proses penuaan ini memberikan hasil yang signifikan sehingga kita masih bisa menemukan Widiawati dan Titik Puspa dengan wajah yang tampak masih cantik meskipun tetap berkesan tua.

Selamat berseminar.

PUSTAKA

1. Fatima I (2007). Distribusi pasien *hydrocephalus* pada tahun 2002-2006 dan pengaruh tumbuh kembang sebelum operasi terhadap tumbuh kembang setelah operasi pada pasien *hydrocephalus* di RS dr. Sardjito, D.I Yogyakarta. Skripsi Sarjana Biologi SITH ITB
2. Marsendah, D. (2008). Efek pemberian ekstrak singkong (*Manihot esculenta* Crantz) terhadap penampilan reproduksi induk dan perkembangan fetus mencit (*Mus musculus*) Swiss Webster. Skripsi Sarjana Biologi SITH ITB
3. Moore, KL. (1977), Before we are born, basic embryology and birth defects. W. B Saunders Company. Philadelphia-London-Toronto-Mexico City- Rio deJaneiro-Sydney- Tokyo
4. Martini, FH, Ober WC, Garrison CW, Welch K, Hutchings RT. 2001. Fundamental Anatomy & Physiology. Prentice Hall, Inc. New Jersey.

5. Setioso (2008). Pengaruh Pemberian Ekstrak Air Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Selama Masa Kebuntingan Terhadap Metabolisme Tubuh dan Proses Belajar dan Mengingat Anak Mencit Pasca Sapih (*Mus musculus* L.) Swiss Webster. Skripsi Sarjana Biologi SITH ITB
6. Starr, C & Taggart, R. (1992). *Biology The Unity and diversity of life*. Wadworth publishing Company. California.
7. Sony Heru Sumarsono (1993). Kematian sel saraf penyebab pikun. *Panasea* 62:84-85,101 (12-25 Agustus 1993).
8. Sony Heru Sumarsono (1994). Alzheimer membuat lupa. *Panasea* 81:48-50 (5-18 Mei 1994).
9. Sumarsono SH, Wilson TJ, Tymms M, Venter DJ, Corrick CM, Kola R, Lahoud M, Papas TS, Seth A, Kola I (1996). Down syndrome-like skeletal abnormalities in *Ets2* transgenic mice. *Nature (London)* 379:534-537.
10. Sumarsono, S.H; Sunarno; Kusumaningtyas, H; Kartasari, F. (2002). The effect of methoxyacetic acid (MAA) on the development of brain of Swiss Webster mouse fetuses. *International Seminar on Environmental Chemistry and Toxicology. Melia Purosani Hotel, Jogjakarta May 20-21, 2002, Indonesia*
11. Sumarsono SH (2005). Identifikasi fetus trisomy 16 pada mencit sebagai hewan model untuk kasus Down syndrome. Kongres dan Pertemuan Ilmiah Nasional Perhimpunan Ahli Anatomi Indonesia. FK – UGM Jogjakarta 29-30 Juli 2005.
12. Sumarsono, SH, Widjaja, LK, Kusumaningtyas, H., Barlian, A., Tan, M.I. (2005). The Development of exencephaly in mouse embryo caused by the methoxyacetic acid treatment, an histological analysis. *Second International Seminar on Environmental Chemistry and Toxicology*. Novotel Hotel Yogyakarta 26-27 April 2005.
13. Yulianti AB, Sumarsono, SH, Yusuf AT, Ridwan A, (2010). Patogenesis Parkinson like syndrome: tyrosine α synuclein adduct menginduksi terbentuknya Lewy body pada substansia nigra. Usulan penelitian disertasi Prodi S3 Biologi SITH ITB.

MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM MELALUI KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI

Prof. Dr. Retno Widhiastuti, M.S.

Guru Besar Departemen Biologi Fakultas MIPA - Universitas Sumatera Utara
Jl. Bioteknologi No. 1 Kampus USU Padang Bulan Medan 20155
Telp. 061- 8223564 E-mail : biologi@fmipa.usu.ac.id

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai peranan strategis dalam struktur iklim geografi dunia karena sebagai negara tropis ekuator yang mempunyai hutan tropis terbesar kedua di dunia dan negara kepulauan yang memiliki laut terluas di dunia mempunyai fungsi sebagai penyerap gas rumah kaca yang besar. Pemanasan global terjadi sebagai akibat meningkatnya jumlah emisi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Pemanasan global tersebut yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim global

Perubahan iklim merupakan sesuatu yang sulit untuk dihindari dan memberikan dampak terhadap berbagai segi kehidupan. Dampak ekstrem dari perubahan iklim terutama adalah terjadinya kenaikan temperatur serta pergeseran musim. Kenaikan temperatur menyebabkan es dan gletser di Kutub Utara dan Selatan mencair. Peristiwa ini menyebabkan terjadinya pemuaian massa air laut dan kenaikan permukaan air laut. Hal tersebut akan menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati.

Di awal tahun 1990an masyarakat dunia telah mengonsep *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCC), yang diberlakukan pada 1994. Di dalam kerangka ini mereka mengajukan dua strategi utama: mitigasi dan adaptasi. Mitigasi meliputi pencarian cara-cara untuk memperlambat emisi gas rumah kaca atau menahannya, atau menyerapnya ke hutan atau 'penyerap' karbon lainnya. Sementara itu adaptasi, mencakup cara-cara menghadapi perubahan iklim dengan melakukan penyesuaian yang tepat bertindak untuk mengurangi berbagai pengaruh negatifnya, atau memanfaatkan efek-efek positifnya.

GAS RUMAH KACA (GRK)

Gas rumah kaca adalah salah satu kelompok gas dalam atmosfer yang dapat menjaga suhu permukaan bumi agar tetap hangat. Sistem kerjanya adalah dengan mengembalikan pantulan sinar matahari dari permukaan agar tetap berada dalam sistem atmosfer bumi. Kondisi atmosfer bumi yang hangat memungkinkan manusia dan makhluk hidup

lainnya tumbuh dan berkembang biak. Dengan demikian, pada dasarnya gas rumah kaca dan efeknya diperlukan untuk menjaga kehidupan di bumi. Tanpa adanya efek rumah kaca yang alami, suhu di permukaan bumi akan berada pada angka -18°C , bukan seperti suhu saat ini.

Masalahnya yang terjadi saat ini adalah konsentrasi gas rumah kaca semakin bertambah melebihi tingkat normal sehingga sebagian radiasi yang berasal dari matahari maupun permukaan bumi terjebak oleh gas-gas rumah kaca yang mengakibatkan radiasi tidak dapat ke luar angkasa dan kembali ke permukaan bumi sehingga memanaskan suhu bumi.

Karbon dioksida merupakan salah kontributor utama terhadap pemanasan global saat ini. Gas rumah kaca lainnya yang menjadi kontributor pemanasan global adalah metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas agrikultur dan peternakan (terutama dari sistem pencernaan hewan-hewan ternak), Nitrogen Oksida (NO) dari pupuk, dan gas-gas yang digunakan untuk kulkas dan pendingin ruangan (CFC). Rusaknya hutan-hutan yang seharusnya berfungsi sebagai penyimpan CO_2 , juga makin memperparah keadaan ini karena pohon-pohon yang mati akan melepaskan CO_2 yang tersimpan di dalam jaringannya ke atmosfer.

Setiap gas rumah kaca memiliki efek pemanasan global yang berbeda-beda. Beberapa gas menghasilkan efek pemanasan lebih parah dari CO_2 . Sebagai contoh sebuah molekul metan menghasilkan efek pemanasan 23 kali dari molekul CO_2 . Molekul NO bahkan menghasilkan efek pemanasan sampai 300 kali dari molekul CO_2 . Gas-gas lain seperti chlorofluorocarbons (CFC) ada yang menghasilkan efek pemanasan hingga ribuan kali dari CO_2 . Tetapi untungnya pemakaian CFC telah dilarang di banyak negara karena CFC telah lama dituding sebagai penyebab rusaknya lapisan ozon (LAPAN, 2009).

PERUBAHAN IKLIM DI BUMI

Salah satu komponen iklim adalah temperatur. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menemukan bahwa, selama 100 tahun terakhir (1906-2005) temperatur permukaan bumi rata-rata telah naik sekitar 0.74°C , dengan pemanasan yang lebih besar pada daratan dibandingkan lautan. Tingkat pemanasan rata-rata selama 50 tahun terakhir hampir dua kali lipat dari yang terjadi pada 100 tahun terakhir. Akhir tahun 1990an dan awal abad 21 merupakan tahun-tahun terpanas sejak adanya arsip data modern. Peningkatan pemanasan sebesar 0.2°C diproyeksikan akan terjadi untuk setiap dekade pada dua dekade kedepan. Proyeksi tersebut dilakukan dengan beberapa skenario yang tidak memasukkan pengurangan emisi GRK. Besar pemanasan yang akan terjadi setelahnya akan tergantung kepada jumlah GRK yang diemisikan ke atmosfer (LAPAN, 2009).

Kementrian Lingkungan Hidup (2007) menyatakan bahwa hasil kajian IPCC (2007) menunjukkan bahwa 11 dari 12 tahun terpanas sejak tahun 1850 terjadi dalam waktu kurun 12 tahun terakhir. Kenaikan temperatur total dari tahun 1850-1899 sampai dengan tahun 2001-2005 adalah $0,76^{\circ}\text{C}$. Muka air laut rata-rata global telah meningkat dengan laju rata-rata 1,8 mm per-tahun dalam rentang waktu antara tahun 1961 sampai 2003. Kenaikan total muka air laut yang berhasil dicatat pada abad ke-20 diperkirakan 0,17 m. Laporan IPCC juga menyatakan bahwa kegiatan manusia ikut berperan dalam pemanasan global sejak pertengahan abad ke-20. Pemanasan global akan terus meningkat dengan percepatan yang lebih tinggi pada abad ke-21 apabila tidak ada upaya penanggulangannya.

Pemanasan global mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrim. IPCC menyatakan bahwa pemanasan global dapat menyebabkan perubahan yang signifikan dalam sistem fisik dan biologis seperti peningkatan intensitas badai tropis, perubahan pola presipitasi, salinitas air laut, perubahan pola angin, masa reproduksi hewan dan tanaman, distribusi spesies dan ukuran populasi, frekuensi serangan hama dan wabah penyakit, serta mempengaruhi berbagai ekosistem yang terdapat di daerah dengan garis lintang yang tinggi (termasuk ekosistem di daerah Artika dan Antartika), lokasi yang tinggi, serta ekosistem-ekosistem pantai (Kementrian Lingkungan Hidup, 2007).

Perubahan iklim banyak disebabkan oleh aktivitas manusia. UNDP Indonesia (2007) menyatakan kehancuran hutan Indonesia berlangsung makin cepat, yaitu dari 600.000 hektar per tahun pada tahun 1980an menjadi sekitar 1.6 juta hektar per tahun di penghujung tahun 1990an. Akibatnya, tutupan hutan menurun secara tajam dari 129 juta hektar pada tahun 1990 menjadi 82 juta di tahun 2000, dan diproyeksikan menjadi 68 juta hektar di tahun 2008, sehingga kini setiap tahun Indonesia semakin mengalami penurunan daya serap karbon dioksida. Dengan meningkatnya emisi dan berkurangnya penyerapan, tingkat gas rumah kaca di atmosfer kini menjadi lebih tinggi ketimbang yang pernah terjadi di dalam catatan sejarah.

Badan dunia yang bertugas memonitor isu ini *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) telah memperkirakan bahwa antara tahun 1750 dan 2005 konsentrasi karbon dioksida di atmosfer meningkat dari sekitar 280 ppm (*parts per million*) menjadi 379 ppm per tahun dan sejak itu terus meningkat dengan kecepatan 1,9 ppm per tahun. Akibatnya, pada tahun 2100 nanti suhu global dapat naik antara 1,8 hingga 2,9 derajat.

Beberapa dampak dari perubahan iklim diungkapkan oleh UNDP Indonesia (2007) antara lain :

- *Kejadian cuaca yang lebih ekstrem*, akan menyebabkan badai pesisir lebih sering terjadi dan lebih dahsyat, serta kemarau panjang dan curah hujan tinggi yang dapat memicu longsor.
- *Kenaikan muka air laut*, sebagai akibat dari muainya air laut dan melelehnya gletser dan lapisan es di kutub, pemanasan global dapat menyebabkan naiknya muka air laut antara 9 hingga 100 cm. Kenaikan ini akan mempercepat erosi di wilayah pesisir, memicu intrusi air laut ke air tanah, merusak lahan rawa di pesisir, dan menenggelamkan pulau-pulau kecil.
- *Kenaikan suhu air laut* menyebabkan air laut yang lebih hangat dapat mencegah perkembangbiakan plankton dan mengurangi ketersediaan makanan ikan. Beberapa spesies ikan kemungkinan akan bermigrasi ke wilayah lain yang menawarkan kondisi suhu dan makanan yang lebih baik. Suhu lebih tinggi juga dapat merusak atau 'memutihkan' terumbu karang.
- *Kenaikan suhu udara*, akan mengubah pola-pola vegetasi, dan juga penyebaran serangga seperti nyamuk yang akan mampu bertahan di wilayah-wilayah yang sebelumnya terlalu dingin untuk perkembangbiakan mereka.

Dampak Perubahan Iklim terhadap Keanekaragaman Hayati

Perubahan iklim merupakan ancaman sangat serius terhadap seluruh keanekaragaman hayati di bumi. Laporan IPCC menyatakan bahwa lebih dari 50% keanekaragaman hayati di Asia berada dalam keadaan terancam, khususnya karena adanya perubahan iklim (Cruz *et al.*, 2007). Berbagai studi pemantauan dampak perubahan iklim terhadap kelangsungan hidup berbagai spesies (termasuk burung, mamalia laut) telah mengungkapkan pola serta prakiraan kepunahan yang semakin jelas serta mengkhawatirkan. Dampak nyata perubahan iklim terhadap spesies akan berlangsung secara langsung (migrasi, reproduksi, serta meningkatnya wabah hama dan penyakit), maupun tidak langsung (perubahan distribusi dan besaran populasi). Perubahan iklim merupakan ancaman utama baru pada abad ini dan seandainya emisi gas rumah kaca tidak dikendalikan hingga tahun 2050 atau lebih, maka akan terjadi bencana terhadap keanekaragaman hayati dengan dampak berjangka panjang.

Analisis perubahan iklim terhadap pola sebaran dan kelimpahan satwa burung sedunia, telah disintesis Wormrot dan Malloom pada tahun 2006. Perubahan iklim akan berpengaruh terhadap satwa burung, baik dalam aspek perilaku, kemampuan untuk berkembangbiak, maupun kemampuan untuk bertahan hidup. Sementara itu dampak perubahan iklim terhadap pola distribusi paus dan lumba-lumba telah dianalisis

Elliot dan Simmonds tahun 2007. Beberapa jenis mamalia laut diperkirakan akan berpindah menuju habitat optimal yang tersisa.

Perubahan iklim juga diperkirakan akan memberikan dampak terhadap orangutan secara tidak langsung, misalnya terhadap ketersediaan sumber dan kelimpahan pakan karena terpengaruhnya sistim perbungaan dan perbuahan pohon yang menjadi sumber pakannya. Perubahan iklim juga berpotensi memberikan dampak terhadap habitat orangutan akibat munculnya kebakaran hutan yang dipicu oleh adanya perubahan suhu. Kekeringan yang luas yang terjadi di Kalimantan pada tahun 1997/1998 akibat El Nino telah menyebabkan terjadinya kebakaran hutan terbesar yang pernah ada dan telah membakar jutaan hektar hutan, termasuk habitat orangutan. Diperkirakan 1000 dari 40.000 orangutan (2,5%) menjadi korban pada kebakaran hutan besar tahun 1997. Sebagai suatu model diasumsikan bahwa bencana yang disebabkan oleh peristiwa El Nino yang hebat akan membunuh rata-rata 3,5 % orangutan dan oleh El Nino yang biasa, bencana ini akan menyebabkan terbunuhnya 1 % populasi orangutan (Singleton *et al.*, 2004).

Dampak pemanasan global terhadap keanekaragaman hayati dapat dilihat berdasarkan indikator-indikator fenologi dan fisiologi organisme, rentang dan daerah distribusi jenis, komposisi dan interaksi dalam komunitas, serta struktur dan dinamika ekosistem (Camin, 2006). Respon perubahan iklim sebagai dampak pemanasan global, menunjukkan kecenderungan perubahan/pergeseran fenologi. Fenologi adalah aktivitas musiman hewan dan tumbuhan. Pergeseran fenologi sebagai dampak pemanasan global diantaranya terhadap musim kawin, pertunasan dan pembungaan tumbuhan. Semua pergeseran fenologi ini berkorelasi baik dengan temperatur dan curah hujan. Pergeseran dalam pembungaan tumbuhan, selanjutnya dapat mempengaruhi ketersediaan buah, termasuk buah pakan yang banyak dimanfaatkan oleh orangutan, tupai, burung, dan sebagainya hewan pemakan buah (*frugivera*). Jenis pohon yang berbunga memerlukan waktu kering yang cukup, tetapi adanya hujan deras yang cukup lama berakibat banyak jenis pohon yang gagal menghasilkan buah.

Perubahan Batas-batas Zona Vegetasi

Perubahan iklim dapat menyebabkan perpindahan zona vegetasi. UNEP (1992) menyebutkan di Eropa, kenaikan suhu sebesar 5⁰C dari temperatur rata-rata tahunan dan kenaikan presipitasi 10 % dapat menyebabkan zona-zona vegetasi utama bergeser sejauh 1000 km ke Utara. Disebutkan juga kenaikan presipitasi yang berkaitan dengan kenaikan temperature sebesar 2⁰C memungkinkan perbatasan Selatan dari stepa (padang rumput) di Seberia berpindah 200 km ke arah khatulistiwa. Di daerah-daerah tandus dan setengah tandus di wilayah Laut Tengah,

pemanasan sebesar $1,5^{\circ}\text{C}$ – $4,5^{\circ}\text{C}$ akan membatasi ketersediaan kelembaban dan menghambat pertumbuhan vegetasi. Hal tersebut dapat menyebabkan padang pasir meluas sampai ke zona setengah tandus di Afrika Utara dan Timur Dekat.

Dampak Negatif pada Pertanian

Pemanasan global akan mempengaruhi salah satu kebutuhan pertanian yang paling menentukan yaitu kelembaban tanah. Kelembaban tanah tidak semata-mata tergantung pada curah hujan, melainkan pada evapotranspirasi air dari tumbuhan dan tanah. UNEP (1992) menyatakan bahwa kenaikan temperatur yang lebih tinggi dari $2 - 3^{\circ}\text{C}$ akan menaikkan laju evapotranspirasi, kemudian terjadi penurunan kenaikan banyaknya air yang diperlukan tumbuhan untuk dapat tumbuh dan tanah akan lebih cepat kehilangan kelembaban. Dengan demikian hasil pertanian akan menurun.

Untuk petani yang hanya bertahan hidup dari hasil ladangnya dan petani di daerah marjinal, temperatur yang ekstrim dapat menjadi kegagalan hasil panen tanaman dan mereka akan mengalami kekurangan pangan. Kenaikan temperatur juga dapat menyebabkan perubahan distribusi hama. UNEP (1992) menyatakan di India bagian Utara peningkatan temperatur rata-rata sebesar 4°C , produksi gandum tidak dapat diharapkan lagi.

Ekosistem Pesisir dan Perikanan

Kenaikan permukaan air laut akan merusak dan menghancurkan ekosistem pesisir, seperti estuaria, hutan mangrove, ikan, udang dan berbagi organisme di ekosistem pesisir. Hutan mangrove berkembang di wilayah sepanjang pantai dan di daerah pasang surut berlumpur di daerah tropis dan subtropis. Perubahan iklim akan menyebabkan hutan mangrove akan terdesak mundur ke pedalaman. Estuaria akan terkena dampak kenaikan tinggi permukaan air laut yang serius. Air pasang akan mengalir jauh ke arah hulu, sehingga memperluas muara (estuaria) dan mengikis tepi sungai.

Daerah muara dapat mudah terancam banjir bila aliran air pasang yang lebih kuat menaikkan tinggi permukaan air sungai. Air sungai akan menjadi lebih asin jika air laut berhasil menembus jauh ke muara, sehingga menyebabkan tumbuh-tumbuhan air tawar dan hewan (ke pedalaman). Perubahan temperatur lautan akan menyebabkan lokasi dan intensitas *upwelling*, ketersediaan zat makanan bagi kehidupan ikan akan berubah. Perubahan tersebut akan merubah populasi dan distribusi banyak jenis ikan yang bernilai komersial. Beberapa jenis ikan dapat bertahan dalam kondisi yang lebih panas dan yang lainnya akan menurun

jumlahnya atau pindah ke daerah lain yang tidak dapat dicapai oleh armada penangkap ikan yang ada sekarang.

Hutan dan Komunitas Hutan

Hutan-hutan alamiah akan lebih terkenan dampak perubahan iklim dibandingkan dengan hutan yang dikelola secara intensif, karena hutan yang dikelola secara intensif diberi perlakuan irigasi, pemupukan dan perlindungan dari hama. Kerusakan hutan alami akan menurunkan keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya. UNEP (1992) menyebutkan dalam jangka panjang, temperatur yang lebih tinggi dan pelelehan *permafrost* (tanah atau batuan yang tetap berada pada temperatur 0°C atau di bawahnya sepanjang tahun, wujudnya mulai dari partikel kecil di pori-pori tanah sampai wilayah es yang luas dengan ketebalan mencapai beberapa meter) dapat membuka daerah-daerah baru untuk hutan di garis lintang bagian Utara.

KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI

Istilah keanekaragaman hayati (kehati) memiliki arti yang berbedabagi setiap orang. Primack *et al* (1998), mengutip definisi WWF tahun 1989, bahwa kehati adalah kekayaan hidup di bumi, jutaan tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, genetika yang dikandungnya dan ekosistem yang dibangunnya menjadi lingkungan hidup. Jadi keanekaragaman hayati harus dilihat dari tiga tingkatan, yaitu tingkatan spesies, genetika dan ekosistem.

Tingkatan spesies kehati mencakup seluruh organisme di bumi, dari bakteri dan protista melalui dunia tumbuhan, hewan dan jamur. Pada skala yang lebih kecil mencakup variasi genetik di dalam spesies, diantara populasi yang terpisah secara geografik dan antara individu di dalam populasi. Kehati juga meliputi variasi di dalam komunitas biologi dimana spesies hidup, dan ekosistem dimana komunitas berada, dan interaksi antara tingkatan tersebut (Primack *et al*, 1998).

Kehati sangat berperan bagi stabilitas biologi dan ekosistem, karena semakin beranekaragam, pemangsa dan pesaing secara alam dapat menjalankan perannya masing-masing, sebagai kontrol alam (Owen, 1980). Karena *system-trophy*, rantai dan jaringan makanan berjalan sesuai dengan hukum-hukum alam, seperti hubungan pemangsa dan yang dimangsa, ataupun dalam hubungan persaingan baik *inter-species competition* maupun *intra-species competition*, sehingga dinamika pertumbuhan populasi berjalan secara normal. Jika alam tidak mampu menjalankan fungsi ini secara normal, maka diperlukan bantuan manusia untuk mengembalikan jalannya fungsi-fungsi alam supaya produktivitas ekosistem menjadi normal kembali (Alikodra, 1997; Alikodra, 2002^a; Odum, 1971).

Konservasi kehati menjadi suatu strategi yang diperkenalkan sejak tahun 1983 dan diikuti oleh negara-negara di dunia, termasuk Indonesia. Dikenal tiga perbedaan utama dalam pengelolaan sumberdaya alam (SDA), yaitu *preservationist*, *conservationist*, dan *exploiter* (Camp dan Daugherty. 1991). Dari sudut pandang *preservationist*, alam harus sebanyak mungkin dilindungi dan dilestarikan. Bagi *preservationist* mengelola alam merupakan konsep asing karena alam sebaiknya dibiarkan untuk mengatur dirinya. *Preservationist*, misalnya menghendaki untuk tidak dilakukan konstruksi pipa atau jaringan jalan dalam rangka pengembangan ekonomi, alasannya dapat memotong jalur migrasi spesies langka dan dilindungi. Sebaliknya bagi para *exploiter*, SDA sebagai sumber energi.

Konservasi menghendaki pemanfaatan SDA yang arif dalam rangka mengembangkan keuntungan dari sudut ekonomi. Para *conservationist* mengembangkan advokasi pengelolaan SDA dengan prinsip-prinsip kelestarian sesuai dengan peraturan ataupun norma yang berlaku. Konservasi berada diantara preservasi dan eksploitasi. Konservasi mencakup "*wise use*" sehingga jika *conservationist* melakukan advokasi untuk melindungi dan melestarikan spesies, ekosistem ataupun lahan tanpa campur tangan manusia, yang bersangkutan sedang melakukan advokasi preservasi, bukan konservasi. Jika *conservationist* melakukan advokasi tidak ada pembatas dalam memanfaatkan SDA *non-renewable*, yang bersangkutan sedang melakukan advokasi eksploitasi, bukan konservasi.

Fisafat konservasi kehati adalah upaya untuk melindungi, melestarikan dan memanfaatkannya secara bijaksana, agar tatanan kehati tetap berfungsi sebagai stabilitas biologi dan ekosistem, serta tetap mendukung kebutuhan generasi kini dan mendatang. Filsafat konservasi ini telah dituangkan dalam kebijakan pengelolaan keanekaragaman hayati Indonesia (sesuai dengan strategi konservasi dunia), seperti yang tertuang di dalam UU Republik Indonesia No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya, yang dilakukan melalui kegiatan: 1) Perlindungan sistem penyangga kehidupan, 2) Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya, dan 3) Pemanfaatan secara lestari sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya.

Dalam kaitannya dengan kepentingan global, secara khusus perkembangan konservasi kehati Indonesia tertuang di dalam undang-undang republik Indonesia No. 5 tahun 1994 tentang Pengesahan *United Nations Convention on Biological Diversity*. Untuk mengelola kehati secara optimal, diperlukan strategi mencapai tujuan, mencakup tiga aspek yaitu: mengamankan (*save it*), mempelajari (*study it*), dan memanfaatkan (*Use it*) (Alikodra, 2002^b).

Widhiastuti (2008) mengungkapkan bahwa mengamankan kehati bertujuan untuk melindungi dan melestarikan kehati, yang sangat terkait dengan konservasi hidupan liar baik flora maupun fauna dan konservasi kawasan-kawasan alam, yang dikenal sebagai konservasi *in-situ*, atau konservasi kehati di habitat alamnya dan konservasi *ex-situ*, konservasi kehati di luar habitat alamnya, seperti kegiatan konservasi di kebun botani, kebun binatang, bank benih, taman anggrek, taman bunga, taman buah, dan sebagainya. Mempelajari, bertujuan untuk mengungkapkan kehati yang kita miliki, baik mengenai spesies, jumlah, dan penyebarannya, termasuk mengembangkan kegiatan penelitian pemanfaatan dan rehabilitasi bagi penanggulangan kerusakan kehati. Memanfaatkan, kehati yang kita miliki merupakan aset kekayaan alam, yang dapat dimanfaatkan melalui azas pelestarian hasil. Pasal 26 UU No. 5 tahun 1990 menyebutkan, bahwa pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya dilakukan melalui kegiatan *pertama*, pemanfaatan kondisi lingkungan kawasan pelestarian alam; dan *kedua*, pemanfaatan jenis tumbuhan dan satwaliar. Pelaksanaan pemanfaatan kondisi lingkungan kawasan pelestarian alam dilakukan dengan tetap menjaga kelestarian fungsi kawasan, dan tidak menimbulkan kerusakan. Bagi kegiatan pemanfaatan jenis flora dan fauna, dilakukan dengan memperhatikan kelangsungan potensi, daya dukung, dan keanekaragaman jenis bersangkutan.

Hasil kongres *World Comission on Protected Areas* (WCPA) di Durban, Yordania tahun 2003 memandatkan bahwa pengelolaan kawasan konservasi harus mampu memberikan manfaat ekonomi bagi para pihak yang berkepentingan, termasuk masyarakat yang tinggal di dalam dan sekitar kawasan konservasi (Soekmadi, 2003). Pembangunan konservasi harus didasarkan pada tiga pilar penting yang sering disebut “Strategi Konservasi”, yaitu : 1) Perlindungan terhadap proses-proses ekologi yang esensial dan sistem penyangga kehidupan, 2) Pengawetan keanekaragaman hayati (genetik, spesies, dan ekosistem), 3) Pemanfaatan secara lestari terhadap sumberdaya alam hayati beserta ekosistemnya.

KONVENSI PERUBAHAN IKLIM DAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Indonesia telah meratifikasi konvensi perubahan iklim maupun keanekaragamana hayati, diantaranya:

- Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994 tentang Pengesahan *United Nations Fiurnetwork Convention on Climate Change* (Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Barigsa tentang Perubahan Iklim)
- Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004 tentang Pengesahan *Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention*

On Climate Change (Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim)

- Undang-undang republik Indonesia No. 5 tahun 1994 tentang Pengesahan *United Nations Convention on Biological Diversity*. (Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Tentang Keanekaragaman Hayati)
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2004 Tentang Pengesahan *Cartagena Protocol Biosafety to the Convention on Biological Diversity* (Protokol Cartagena tentang Keamanan Hayati atas Konvensi Tentang Keanekaragaman Hayati)

MITIGASI DAN ADAPTASI

Penanganan isu perubahan iklim (*climate change*) baik berupa kegiatan mitigasi maupun adaptasi belum dilaksanakan secara optimal di Indonesia. Padahal Indonesia sebagai negara kepulauan yang melimpah sumberdaya alam dan memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi di daerah tropis, mempunyai posisi yang rentan dan strategis untuk berperan dalam menangani isu tersebut. Program mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim mutlak dilakukan, yang selain untuk menghindari dampak perubahan iklim juga untuk mengurangi degradasi kualitas lingkungan hidup.

Upaya mitigasi yang telah dilakukan di Indonesia yang berkaitan dengan konservasi keanekaragaman hayati, diantaranya :

- Program menuju Indonesia Hijau (MIH)
- Gerakan rehabilitasi lahan nasional (Gerhan)
- Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS)
- Penghijauan daerah pesisir pantai
- Master plan pengendalian kebakaran hutan
- Monitoring pencemaran udara untuk sektor transportasi dan industri

Beberapa upaya adaptasi perubahan iklim untuk menunjang konservasi keanekaragaman hayati, antara lain adaptasi dalam kehutanan, pertanian, perikanan, kelautan, pesisir dan perikanan.

Sumberdaya Hutan dan Keanekaragaman hayati

Upaya mitigasi bertujuan untuk menurunkan laju emisi GRK global sehingga masih berada dalam tingkatan yang dapat ditoleransi. Komposisi emisi global saat ini paling besar adalah emisi gas karbondioksida. Walaupun Indonesia belum berkewajiban menurunkan emisi GRK, tetapi karena sangat rentan terhadap perubahan iklim, maka dirasa perlu untuk melakukan mitigasi pada sector energy dan LULUCF.

Sekitar 60% emisi gas rumah kaca (GRK) berasal dari sektor LULUCF (*land use, land use change and forestry*). Melalui konservasi keanekaragaman hayati diharapkan dapat mengurangi perubahan iklim secara global.

Kementrain Lingkungan Hidup (2007) menyatakan bahwa selama kurun waktu 2005-2009 upaya mitigasi sektor kehutanan difokuskan pada 5 kebijakan prioritas sebagai berikut:

1. **Penanggulangan *illegal logging***, yang akan berkontribusi dalam penurunan konsentrasi CO₂ di udara.
2. **Rehabilitasi hutan dan lahan, serta konservasi** akan meningkatkan kapasitas penyerapan carbon (*sink enhancement*) dan mempertahankan stok karbon (*carbon conservation*). Konservasi hutan juga berkontribusi pada ketahanan dan adaptabilitas terhadap kejadian terkait iklim ekstrim.
3. **Restrukturisasi sektor kehutanan** terutama industri dan percepatan pembangunan hutan tanaman (HTI dan HTR) berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas hutan dalam penyerapan carbon
4. **Pemberdayaan masyarakat di sekitar hutan**, berkontribusi dalam peningkatan kepedulian terhadap isu perubahan iklim dan kemampuan beradaptasi terhadap kejadian terkait iklim.
5. **Pemantapan kawasan hutan**, dengan kejelasan tentang status dan batas kawasan hutan serta kelembagaannya, maka aktivitas ilegal bias diturunkan yang pada akhirnya berkontribusi dalam pengurangan emisi dan konservasi karbon

Dalam Lampiran Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2010 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2010 – 2014 dijelaskan bahwa kebijakan konservasi dan rehabilitasi sumberdaya hutan, dalam lima tahun kedepan, diarahkan untuk: (i) Memantapkan status hukum dan peningkatan kapasitas pengelolaan kawasan hutan; (ii) Memantapkan kelembagaan dalam pengelolaan sumberdaya hutan; (iii) Memelihara dan meningkatkan daya dukung dan fungsi lingkungan; (iv) Memantapkan fungsi konservasi alam dengan peningkatan kualitas pengelolaan Taman Nasional dan Kawasan Konservasi lainnya, pemanfaatan keanekaragaman hayati dan tumbuhan dan satwa liar (TSL); (v) Meningkatkan pengembangan pemanfaatan jasa lingkungan hutan dan wisata alam; (vi) Meningkatkan perlindungan hutan melalui kegiatan pencegahan dan pengendalian kebakaran hutan dan lahan serta meningkatkan perlindungan dan pengamanan hutan dari berbagai ancaman (*illegal logging*, perambahan, perdagangan TSL ilegal); (vii) Meningkatkan kapasitas pengelolaan kawasan konservasi melalui peningkatan kelembagaan pengelola kawasan konservasi,

kemandirian dan produktivitas, (viii) Meningkatkan akses dan keterkaitan masyarakat dalam kegiatan konservasi yang dilaksanakan melalui *collaborative management* dan pemberdayaan masyarakat di sekitar hutan; (ix) Meningkatkan daya dukung dan fungsi daerah aliran sungai dalam rangka menjamin ketersediaan air.

Rencana aksi pengelolaan keanekaragaman hayati untuk tahun 2003-2020 dijabarkan ke dalam lima tema utama yaitu: (1) pembangunan kapasitas manusia dan masyarakat dalam pengelolaan keanekaragaman hayati; (2) pengembangan sumberdaya, teknologi dan kearifan lokal; (3) peningkatan konservasi dan rehabilitasi keanekaragaman hayati; (4) peningkatan kapasitas kelembagaan dan pranata kebijakan; (5) peningkatan kapasitas penyelesaian konflik (Kementrian Lingkungan Hidup, 2007).

Rencana aksi sektor Kehutanan dan Keanekaragaman Hayati termasuk : 1) hutan berfungsi mengatur iklim mikro dan memberikan layanan lingkungan (alam) seperti air kepada masyarakat dan pengguna jasa alam di hilir, tempat hidup berbagai anekaragam hayati, dan memberikan kekayaan hasil hutan berupa kayu dan produk non-kayu seperti damar, rotan, madu, dan bahan obat-obatan yang menjadi mata pencarian penduduk di sekitar hutan. Perubahan iklim dapat memberikan dampak serius terhadap layanan alam maupun kerusakan hutan (seperti kebakaran) jika hutan tidak dikelola dengan baik, 2) usaha perlindungan terhadap ekosistem hutan dengan peran penting dalam memberikan hasil kekayaan hutan dan jasa lingkungan perlu terus dilakukan.

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Perubahan iklim bisa berdampak serius terhadap keanekaragaman hayati tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan inventarisasi keanekaragaman hayati di Indonesia. Perlu dibuat bank genetik berbagai spesies tumbuhan yang ada di tanah air. Dengan demikian kekayaan hayati tersebut dapat dijaga untuk memberikan manfaat bagi bangsa.

Adaptasi dalam Pertanian

Di antara yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim adalah para petani Indonesia. Sejauh ini, para petani di Jawa berhasil menanam padi dua kali dalam setahun, tetapi dengan perubahan iklim, panen kali kedua tampaknya akan menjadi lebih rentan. Oleh karena itu, para petani yang sudah banyak berpengalaman mengatasi dampak buruk kejadian iklim yang ekstrem akan harus lebih banyak beradaptasi lagi di masa mendatang. Mereka, misalnya akan perlu mempertimbangkan berbagai varietas tanaman pangan.

Beberapa jenis tanaman pangan memiliki kapasitas adaptasi secara alamiah, seperti jenis padi hasil persilangan yang berbunga pada

waktu dini hari sehingga dimungkin terhindar dari suhu lebih tinggi di siang hari. Para petani juga mungkin dapat menggunakan varietas yang lebih mampu bertahan terhadap kondisi yang ekstrem – kemarau panjang, genangan air, intrusi air laut atau berbagai varietas padi yang lekas matang yang cocok untuk musim hujan yang lebih pendek.

Para petani juga perlu mengupayakan cara-cara untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan bahan-bahan organik bagi tanah supaya lebih mampu menahan air, yaitu dengan menggunakan lebih banyak pupuk alamiah. Selain itu, sektor pertanian diarahkan untuk melakukan diversifikasi pangan untuk mencari bibit-bibit yang tahan kekeringan dan tahan terhadap intensitas hujan yang tinggi.

Kelautan, Pesisir, dan Perikanan:

Pada sektor perikanan, tujuan yang ingin dicapai dalam agenda adaptasi terhadap perubahan iklim adalah mendukung tercapainya visi dalam pengelolaan perikanan di Indonesia, yakni “Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan yang Lestari dan Bertanggung Jawab bagi Kesatuan dan Kesejahteraan Anak Bangsa.” Visi tersebut akan dicapai dengan: 1) Peningkatan kesejahteraan masyarakat nelayan, pembudidaya ikan dan masyarakat pesisir lainnya; 2) Peningkatan peran sektor kelautan dan perikanan sebagai sumber pertumbuhan ekonomi; 3) Pemeliharaan dan peningkatan daya dukung serta kualitas lingkungan perairan tawar, pesisir, pulau-pulau kecil dan lautan; 4) Peningkatan kecerdasan dan kesehatan bangsa melalui peningkatan konsumsi ikan; 5) Peningkatan peran laut sebagai pemersatu bangsa dan peningkatan budaya bahari bangsa Indonesia (Kementrian Negara Lingkungan hidup, 2007).

Sekitar 140 juta atau 60% dari total populasi Indonesia tinggal pada radius

50 Km dari garis pantai yang tersebar di 42 kota dan 182 kabupaten. Sekitar 48 juta atau 23% dari populasi tersebut hidup di bawah garis kemiskinan. Kenaikan permukaan air laut satu meter saja dapat menenggelamkan 405.000 ha wilayah pesisir dan menenggelamkan 2.000 pulau yang terletak dekat permukaan laut beserta kawasan terumbu karang (Kementrian Negara Lingkungan Hidup, 2007).

Perubahan iklim juga akan meningkatkan temperatur air laut, mengubah pola arus laut, angin, serta pola turun hujan. Air laut yang lebih hangat dapat mencegah perkembangbiakan plankton dan mengurangi ketersediaan makanan ikan. Beberapa spesies ikan kemungkinan akan bermigrasi ke wilayah lain yang memiliki kondisi suhu dan makanan yang lebih baik. Hal ini tentunya akan berdampak kepada pencapaian tujuan pembangunan pada sektor perikanan.

Agenda adaptasi terhadap perubahan iklim diharapkan mampu untuk memastikan daerah pesisir menjadi daerah yang aman untuk tempat

tinggal serta bekerja. Beberapa rencana aksi untuk membangun ketahanan pada sektor tersebut yang dinyatakan dalam Rencana Aksi Nasional Dalam menghadapi Perubahan Iklim yang diterbitkan oleh kementerian Negara Lingkungan Hidup (2007) antara lain:

- Melakukan inventarisasi terhadap seluruh bangunan-bangunan yang berada di kawasan pesisir guna mengantisipasi dampak kenaikan air laut dan gelombang pasang yang bisa menimpa bangunan tersebut, serta melakukan perencanaan upaya penataan pantai pesisir yang mempunyai resiko besar terhadap dampak kenaikan muka air laut. Jika perlu, dilakukan rekonstruksi terhadap bangunan-bangunan yang berada di pantai dengan memperhatikan kenaikan muka air laut dan terjadinya gelombang pasang. Perlu diperhatikan bahwa kenaikan muka air laut rata-rata di Indonesia adalah 0,8 mm/tahun dan area sejauh 100 -130 m kali gelombang tertinggi merupakan kawasan lindung.
- Melakukan penanaman mangrove atau tanaman pantai lainnya di daerah pesisir. Hal ini dilakukan dengan melibatkan penduduk pesisir pantai atau nelayan.
- Melaksanakan *Integrated Coastal Management* (ICM) terkait dengan pemulihan kualitas lingkungan DAS yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Dalam perencanaan dan pelaksanaan ICM ini, perlu dilibatkan pemerintah daerah yang terkait dengan wilayah pesisir dan DAS.
- Perlu bimbingan dan pemahaman kepada nelayan dan masyarakat pesisir pada umumnya tentang sistem peringatan dini atas perubahan iklim yang terjadi dan pemanfaatan informasi cuaca untuk kegiatan melaut.
- Perlu dikembangkan sarana penangkapan (yakni kapal) yang tahan terhadap perubahan cuaca dan besarnya ombak, serta alat tangkap yang ramah lingkungan.
- Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh perubahan iklim terhadap budidaya ikan. Diperkirakan bahwa perubahan iklim bisa mengurangi jenis ikan 20-30%. Di sisi lain, perlu juga dikembangkan spesies-spesies ikan yang tahan dan adaptif terhadap perubahan iklim.
- Perlu dibangun pemukiman nelayan yang desainnya telah mengantisipasi kenaikan muka air laut (termasuk sistem sanitasi dan air bersih). Perlu dibangun sistem peringatan dini dan tempat evakuasi bilamana terjadi kenaikan air laut dan gelombang pasang yang tinggi.
- Diperlukan penelitian nasional untuk mengkaji potensi dan peningkatan penyerapan emisi CO₂ dari sektor kelautan menggunakan plankton, terumbu karang, rumput laut.

- Penyusunan rencana strategi mitigasi bencana (terkait dengan *extreme events* seperti badai tropis dan gelombang tinggi/ *wave climate*)
- Pemetaan dan penguatan data dan informasi kerentanan dan resiko wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil terhadap perubahan iklim

PENUTUP

Perubahan iklim akan mempengaruhi ekosistem yang ada sehingga berdampak langsung terhadap kelestarian keanekaragaman hayati. Agenda mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim melalui konservasi keanekaragaman hayati diharapkan mampu mengurangi tekanan terhadap ekosistem dan keanekaragaman hayatinya.

Beradaptasi terhadap perubahan iklim merupakan prioritas mendesak bagi Indonesia. Hal tersebut bukan merupakan tugas pemerintah pusat belaka, tetapi harus menjadi upaya nasional yang melibatkan pemerintah daerah, masyarakat umum, dan semua organisasi nonpemerintah, pihak swasta, serta seluruh masyarakat Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H.S. 2002^a. Pengelolaan Satwaliar Jilid I. Yayasan Penerbit, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Alikodra, H.S. 2002^b. Pengelolaan Kehati Untuk Memicu Pembangunan Daerah. Makalah disampaikan pada DIKLAT Audit Lingkungan, Badan Diklat Dept. Dalam Negeri, Jakarta, 2-7 September 2002.
- Camp, W.G. dan T.B. Daugherty. 1991. Managing Our Natural Resources. Delmar Publishers Inc.
- Camin, R. 2006. Pemanasan Global : Ancaman Terhadap Biodiversitas. PSL Pasca Sarjana UI, Jakarta.
- Cruz, R.V., H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalmaa, Y. Honda, M. Jafari, C. Li and N. Huu Ninh, 2007: Asia. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup. 2007. Rencana Aksi Nasional Dalam Perubahan Iklim. Kementrian Negara lingkungan Hidup. Jakarta.

- LAPAN. 2009. Edukasi Perubahan Iklim. Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan /Pusfatsatklm. LAPAN. Jakarta
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. W.B Saunders Co., London.
- Owen, O.S. 1980. Natural Resources Conservation. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- Primack, R.B., J. Supriatna, M. Indrawan, P. Kramadibrata. 1998. Biologi Konservasi. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Singleton, I., Wich, S.A., Husson, S., Stephens, S., Utami Atmoko, S.S., Leighton, M., Rosen, N., Traylor-Hozer, K., Lacy, R., and O. Byers. 2004. Final report orangutan population and habitat viability assessment 15-18 January 2004, Jakarta, Indonesia.
- Soekmadi, R. 2003. Pergeseran Paradigma Pengelolaan Kawasan Konservasi : Sebuah Wacana Baru Dalam pengelolaan Kawasan Konservasi. Media Konservasi. Jurnal Ilmiah Bidang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Lingkungan. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1992. The Impact of Climate Change. UNEP. Nairobi, Kenya.
- UNDP (United Nations Development Programme) Indonesia. 2007. Sisi Lain Perubahan Iklim. Mengapa Indonesia Harus Beradaptasi Untuk Melindungi Rakyat Miskinnya. UNDP Indonesia. Jakarta.
- Widhiastuti, R. 2008. Keanekaragaman dan konservasi Vegetasi Hutan Gunung Sinabung Untuk Pembangunan Berkelanjutan. Pidato Pengukuhan Guru Besar Fakultas Matematika Universitas Sumatera Utara. Medan.

ETNOBOTANI FAMILI ARECACEAE DI KABUPATEN ACEH BARAT DAYA

Cut Nurmaliah dan Idatia Restiani

Prodi Biologi FKIP Unsyiah Darussalam Banda Aceh

email: cutnurmaliah@yahoo.co.id

Abstrak

Etnobotani merupakan kegiatan pemanfaatan tumbuhan-tumbuhan oleh masyarakat atau etnis (suku) tertentu sebagai salah satu penunjang kehidupan masyarakat dalam suatu daerah. Tumbuhan famili Arecaceae sudah sejak lama dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat Aceh terutama di Kabupaten Aceh Barat Daya, baik untuk kerajinan tangan, obat-obatan maupun untuk kebutuhan sehari-hari. Untuk itu dilakukan penelitian yang berjudul "Etnobotani Tumbuhan Famili Arecaceae di Kabupaten Aceh Barat Daya" dengan tujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan jenis-jenis famili Arecaceae yang dimanfaatkan oleh berbagai etnis masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya. Populasinya adalah semua jenis tumbuhan famili Arecaceae yang dimanfaatkan oleh masyarakat yang ada di kabupaten Aceh Barat Daya, dan seluruh masyarakat yang terdiri dari etnis yang berbeda diantaranya etnis Aceh, Cina, Jawa, Minang (Aneuk Jamee) dan Gayo. Penelitian survei ini menggunakan instrumen lembar observasi, dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya memanfaatkan tanaman famili Arecaceae ini sebagai obat-obatan, makanan, upacara adat, home industri, bahan bangunan, dan kerajinan tangan.

Kata kunci: Etnobotani, Arecaceae, Kabupaten Aceh Barat Daya

PENDAHULUAN

Indonesia kaya dengan berbagai jenis flora, dari 40 ribu jenis flora yang tumbuh di dunia, 30 ribu diantaranya tumbuh di Indonesia, sekitar 26% telah dibudidayakan dan sisanya sekitar 74% masih tumbuh liar di hutan-hutan, dari yang telah dibudidayakan lebih dari 940 jenis digunakan sebagai obat tradisional (Syukur dan Hernani, 2003: 1).

Salah satu flora yang tumbuh subur dan dimanfaatkan oleh masyarakat di kabupaten Aceh Barat Daya adalah famili Arecaceae. Famili Arecaceae merupakan suatu kelompok tumbuhan yang biasa disebut palma atau palem yang tumbuh di daerah pesisir, namun

demikian ada juga beberapa dari famili Arecaceae ini yang tumbuh di hutan bebas.

Jenis tumbuhan ini penggunaannya sangat luas, baik untuk kerajinan tangan, obat-obatan maupun untuk kebutuhan sehari-hari. Pemanfaatan jenis tumbuhan oleh masyarakat atau etnis sebagai salah satu penunjang kehidupan masyarakat dalam suatu daerah dikenal dengan istilah etnobotani (Anonimous:2010 b). Masyarakat Aceh Barat Daya yang terdiri dari etnis Aceh, Minang (Aneuk Jamee), Cina, Gayo dan Jawa, telah memanfaatkan jenis Arecaceae sebagai penunjang kehidupan ekonomi mereka.

Untuk itu perlu dilakukan kajian tentang jenis dari famili Arecaceae yang dimanfaatkan oleh masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian survei yang dilakukan pada bulan Juli 2010, dengan cara mendata produk yang dihasilkan masyarakat Kabupaten Aceh Barat Daya dari jenis tumbuhan famili Arecaceae dilengkapi dengan deskripsi cara pembuatan dari masing-masing produk tersebut. Lokasi penelitian di masing-masing kecamatan terpilih, yaitu di Kecamatan Blangpidie, Susoh, Kuala Batee dan Babahrot dengan pertimbangan dapat memberikan data secara optimal karena masyarakatnya terdiri dari etnis yang berbeda, yaitu etnis Aceh, Cina, Jawa, Minang (Aneuk Jamee) dan Gayo (Anonimous: 2010)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Famili Arecaceae yang Dimanfaatkan Masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 8 jenis familia Arecaceae yang dibudidayakan oleh masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya. Hampir semua jenis tumbuhan tersebut sampai saat ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk sumber makanan, bahan bangunan, perabotan rumah tangga, dalam upacara adat, dan obat-obatan. Jenis-jenis Arecaceae yang dimanfaatkan masyarakat ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1:
Jenis Tumbuhan Arecaceae yang Dimanfaatkan Masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya

No.	Kecamatan	Jenis Tumbuhan							
		Kelapa	Pinang	Palem	Kelapa Sawit	Salak	Rotan	Aren	Rumbia
1.	Blangpidie	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
2.	Susoh	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
3.	Kuala Batee	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.	Babahrot	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabel 1 menunjukkan jenis tumbuhan familia Arecaceae yang terdapat di setiap kecamatan adalah sawit (*Elaeis gulneensis*), kelapa (*Cocos nicifera*), salak (*Zalacca edulis*), pinang (*Areca catechu*), rotan (*Calamus rotan*), sagu (*Metroxylon sagu*), aren (*Arenga pinnata*) dan palem (*Chrysalidocarpus lutescens*).

B. Deskripsi Pemanfaatan Jenis Arecaceae Oleh Masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya

1. Kelapa (*Cocos nucifera*)

Pohon kelapa merupakan pohon yang memiliki banyak manfaat karena semua organ dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, mulai dari daun hingga akar. (Tabel 2). Oleh karena itu hampir disetiap rumah di Aceh Barat Daya ditanami pohon kelapa.

Tabel 2:
Pemanfaatan Kelapa

Bagian tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Upacara adat	Idustri	B.Bangunan	Kerajinan Tangan
Akar						
Batang					✓	✓
Daun			✓			✓
Bunga						
Buah	✓	✓				

Tabel 2 menunjukkan bagian tumbuhan yang dapat dimanfaatkan adalah batang sebagai bahan bangunan, industri dan kerajinan tangan, daun digunakan pada upacara adat dan kerajinan tangan dan buah sebagai obat dan makanan.

a. Batang

Batang kelapa tua dimanfaatkan masyarakat setempat sebagai bahan bangunan, mebel, jembatan darurat, kerangka perahu, dan kayu bakar. Batang yang benar-benar tua dan kering sangat tahan terhadap sengatan rayap. Kayu dari pohon kelapa yang dijadikan mebel dapat diserut sampai permukaannya licin dan tekstur menarik.

b. Daun

Daun yang masih muda sampai yang sudah tua juga di manfaatkan masyarakat setempat, baik yang dibuat dengan cara dianyam maupun dengan cara lain. Masyarakat setempat sangat pandai membuat berbagai macam kerajinan tangan yang terbuat dari daun kelapa ini. Mulai dari membuat janur , rengkan, sangkak ayam, kelerai, dan sapu lidi. Semua kerajinan tangan tersebut dibuat dengan cara menganyam.

- Janur

Daun kelapa yang masih muda dibuat janur dan dipakai pada upacara adat, janur ini macam-macam bentuknya, ada yang disebut dengan *tika duek*, *boh keluluk*, *lingkoek kreh*, dan *cicem*. Gambar 1 menunjukkan masyarakat yang baru selesai upacara adat (*peumano dara baro*) dengan janur sebagai salah satu bahannya.



Gambar 1: Janur

- Rengkan

Rengkan adalah sebuah wadah yang biasanya terbuat dari daun kelapa yang dianyam, permukaan atasnya terbuka. Tulang anak daun (lidi) kelapa yang sudah tua diambil dan dimanfaatkan untuk rengkan (Gambar 2). Untuk satu buah *rengkan* dibutuhkan 7 lembar daun kelapa, bagian tersebut diletakkan menyilang membentuk lingkaran dan diikat dengan tali agar tidak lepas. Tujuh bagian tadi dipisahkan menjadi 5 bagian, lalu dianyam atau dililitkan membentuk lingkaran dan dirapikan.

Bagian belakangnya dianyam lagi membentuk lingkaran sebagai tempat dudukannya. Sisanya dikucirkan dan dililitkan pada sisi dudukan *rengkan*.

Masyarakat Kabupaten Aceh Barat Daya menggunakan *rengkan* sebagai tempat untuk mengalasi wajan masakan. Selain itu *rengkan* dapat juga digunakan sebagai tempat untuk meletakkan bumbu-bumbu masakan dan buah-buahan.



Gambar 2: *Rengkan*

- Sangkak ayam

Sangkak ayam adalah tempat ayam bertelur yang terbuat dari daun kelapa. Cara pembatannya adalah, pertama helaian anak daun kelapa yang sudah tua yang diambil dari sisa daun pembuat *rengkan* dapat dimanfaatkan sebagai sangkak ayam (Gambar 3). Beberapa helaian anak daun yang telah diambil lalu dianyam secara selang seling sehingga membentuk persegi empat. Pada setiap ujungnya diikat dengan tali rafia agar tidak lepas. Masyarakat setempat memanfaatkan sangkak ayam sebagai tempat untuk ayam bertelur dan mengerami telurnya.



Gambar 3: *Sangkak ayam*

- Kelerai

Kelerai atau *bleeud* (Gambar 4) digunakan untuk menjemur sesuatu atau bisa digunakan untuk menjadikan dinding penutup sumur atau tempat lain. Kelerai ini dibuat dengan cara dianyam, diambil satu pelepah daun kelapa, kemudian daun disatukan pada satu arah dengan cara ditarik sehingga sedikit terkelupas, kemudian dianyam menyilang, setelah semua siap bagian pinggir di pilin atau digulung supaya tidak terbuka.



Gambar 4: Kelerai (*Bleeud*)

- Sapu Lidi

Tulang anak daun kelapa dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk membuat sapu. (Gambar 5). Tulang anak daun kelapa yang diambil dari daun kelapa yang sudah tua kemudian dibersihkan dan diraut, kemudian dikeringkan, lalu dikumpulkan setelah itu diikat, dan dipotong ujungnya supaya rata, jikalau ingin memiliki tangkai atau gagang supaya mudah menyapu maka cukup dengan menambahkan kayu 1 meter pada bagian pangkal dan diikat dengan rapi.



Gambar 5: Sapu Lidi

Daun kelapa yang sudah tua dapat dijadikan suluh (*sua*), batang tua yang kering tua, pelepah yang tua juga dapat digunakan untuk bahan bakar ketika memasak.

c. Buah

Buah kelapa yang masih muda dan berwarna hijau muda dapat di makan secara mentah maupun diolah dengan makanan lain. Daging kelapa yang masih muda dibuat minuman yang dikenal oleh masyarakat Aceh Barat Daya dengan es kelapa muda, daging kelapa diambil dengan digerus dengan sendok, kemudian dimasukkan kedalam gelas dan diberi sirup untuk memperindah warna dan rasa, diberikan sedikit jeruk nipis, kemudian disajikan dalam gelas.

- Air Kelapa

Masyarakat di ABDIYA menggunakan air kelapa sebagai obat panas, obat cacar, obat batu karang, dan obat darah tinggi.

- ✓ Sebagai Obat panas

Bahan: 1 gelas air kelapa muda dan 1 sendok madu, cara membuatnya adalah kedua bahan tersebut dicampur dan diaduk sampai rata kemudian minum 2 kali sehari, pagi dan sore. Untuk balita 2 kali sehari sebanyak 1/2 cangkir teh.

- ✓ Sebagai obat cacar

Penyakit cacar dapat disembuhkan dengan memberikan obat dari bahan air kelapa tua yang dicampurkan tepung kanji kemudian dibalurkan keseluruh tubuh.

- ✓ Sebagai obat batu karang

Air kelapa tua dicampurkan dengan tawas dan kemudian diminum, digunakan masyarakat sebagai obat penyakit batu karang.

- ✓ Obat darah tinggi

Untuk menstabilkan darah diminum air kelapa tua. Kelapa yang telah sudah tua diambil dan dibelah dua, kemudian diminum dengan menggunakan batok tersebut.

- ✓ Nira Kelapa

Nira adalah cairan yang diperoleh dari tumbuhan yang mengandung gula pada konsentrasi 7,5 sampai 20, 0%.(Winarti, 2007: 5). Nira kelapa diperoleh dengan memotong bunga betina yang belum matang dari ujung bekas potongan akan menetes cairan nira yang mengandung gula.

- Tempurung Kelapa

- ✓ *Sanduk* / sendok nasi

Tempurung kelapa yang telah tua di belah dua, satu bagian diambil dan dilicinkan bagian atas dan bawahnya, kemudian dibuat lubang

atas dan bawah untuk tempat gagang (Gambar 6), lalu diberikan gagang yang terbuat dari kayu dengan panjang setengah meter. Gagangnya di potong dengan ukuran mudah dipegang tangan.



Gambar 6: Sanduk/Sendok nasi

✓ Gelas / Cangkir

Gelas juga dapat dibuat dari tempurung kelapa yang telah dilicinkan dengan menggunakan amplas, kemudian diberi tangkai dan dicat supaya terlihat lebih indah. (Gambar 7)



Gambar 7: Cangkir

• Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang dapat diolah menjadi berbagai macam kerajinan tangan, seperti kesek kaki, tali, sikat kamar mandi dan sebagainya.

✓ Kesek Kaki



Gambar 8: Kesek Kaki

Gambar 8 adalah gambar kesek kaki yang terbuat dari sabut kelapa. Masyarakat membuat kesek kaki kemudian menjualnya kepasar. Selain harganya yang tidak terlalu mahal kesek kaki ini juga dapat dipakai dalam waktu yang lama.

✓ Tali

Gambar 9 adalah gambar tali yang terbuat dari sabut kelapa, tali ini sangat kuat dan biasanya digunakan oleh masyarakat untuk tali ikat tambang.



Gambar 9: Tali

✓ Sikat Kamar Mandi

Sabut kelapa juga dapat dibuat menjadi sikat kamar mandi (Gambar 10), dan biasanya dijual dipasar. Masyarakat menggunakan sikat kamar mandi ini dapat membersihkan kamar mandi sehingga kamar mandi tetap bersih dan tidak berlumut.



Gambar 10: Sikat Kamar Mandi

2. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang banyak dkebunkan oleh masyarakat, bahkan perusahaan-perusahaan besar, baik pemerintah maupun swasta. Tanaman kelapa sawit juga merupakan penghasil minyak nabati yang paling banyak, sehingga tanaman ini mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi, oleh karena itu banyak masyarakat membudidayakannya

Tabel 3:
Pemanfaatan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)

Bagian tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Upacara adat	idustri	B.Bangunan	Kerajinan tangan
Akar						
Batang						
Daun						
Bunga						
Buah		✓		✓		

Tabel 3 menunjukkan bagian tanaman kelapa sawit yang dimanfaatkan masyarakat Aceh Barat Daya adalah buah dijadikan sebagai makanan dan industri.

Buah

Buah kelapa sawit yang sudah tua diolah menjadi minyak makan, seperti yang dikonsumsi oleh masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya, sedangkan buah tua yang jatuh atau kulitnya dapat dijadikan bahan bakar untuk memasak.

Buah kelapa sawit pada waktu muda berwarna hitam, kemudian setelah berumur lebih kurang lima bulan berangsur-angsur menjadi menjadi merah kekuningan. Pada saat perubahan warna tersebut terjadi proses pembentukan minyak pada daging buah. Perubahan warna tersebut

karena pada batir-butir minyak mengandung zat warna (Carotein) (Risza, 2006: 43).

3. Aren (*Arenga pinnata*)

Pohon aren (Gambar 14) merupakan jenis tumbuhan yang banyak hidup di Kabupaten Aceh Barat Daya. Awalnya, pohon aren ini merupakan tumbuhan yang tergolong tumbuhan hutan dan tidak dibudidayakan, namun karena fungsi dan manfaatnya yang besar, pohon ini mulai dijadikan tanaman budidaya oleh masyarakat. Tanaman ini banyak ditanam di pinggiran sawah dan juga di daerah-daerah perbukitan yang lembab.

Tabel 4:
Pemanfaatan Aren (*Arenga pinnata*)

Bagian Tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Upacara Adat	Idustri	B.Bangunan	Kerajinan Tangan
Akar						
Batang						
Daun						
Bunga						
Buah						
Tongkol		✓				
Tangkai Daun						✓

Tabel 4. menjelaskan tentang pemanfaatan tanaman aren oleh masyarakat mulai dari akar sampai ke tangkai daun. Tetapi hanya bongkol dan tangkai daun yang dimanfaatkan oleh masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya, tongkol yang mengeluarkan nira sebagai makanan dan tangkai daun sebagai kerajinan tangan masyarakat.

a. Tangkai daun

Tangkai daun aren dapat diambil dan diraut menjadi sapu lidi, setelah diraut di kumpulkan dalam satu ikatan. Ukurannya lebih dari satu genggam tangan. Banyak juga masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya menggunakan sapu lidi dari tulang daun ijuk untuk menyapu halaman mereka. Tidak hanya menggunakan sapu yang terbuat dari tulang daun kelapa saja.

b. Tongkol

Tongkol batang ijuk mengeluarkan air yang terasa sangat manis, dan masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya banyak mengambilnya untuk dibuat menjadi gula, yang biasa disebut gula aren manis. Air ijuk tersebut setelah ditampung beberapa hari dari batangnya diambil dan

direbus sampai kental, kemudian diletakkan dalam cetakan menurut selera, dan dibiarkan sampai keras seperti yang terlihat dalam gambar 11.

c. Air Aren

Air aren atau yang biasa disebut air ijuk dapat dijadikan obat untuk memlihkan orang melahirkan, dengan cara meminum airnya.

Heyne (1988: 373) mengatakan "Pohon tuak / aren itu disadap jika tongkol pohon jantan maupun betina telah mencapai ukuran panjang tertentu, tetapi sebelum bunganya mekar pada tandan betina maka kuntum-kuntum bunganya dipotong rata, kaki bunganya sendiri tidak mengalami pemotongan apapun selain daripada pemotongan ujungnya dan penyumbangan sehari-hari agar niranya mengalir terus menerus kedalam bejana daripada daun lontar yang digantungkan dibawahnya".



Gambar 11: Gula Aren

4. Pinang (*Areca catechu*)

Pinang (*Areca catechu*) (Gambar 16) merupakan tanaman yang tidak seperti tanaman kelapa, bagian yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah buahnya yang keras, yang merupakan ramuan makan sirih yang tidak dapat diabaikan.

Pinang yang biasa di pakai untuk bahan menginang atau makan sirih, dan masyarakat beranggapan pinang berkhasiat menguatkan gigi, sehingga banyak terlihat orang tua yang suka makan sirih giginya masih kuat. Pinang juga dapat menghasilkan uang bagi masyarakat, pinang yang telah tua dijemur, kemudian dipisahkan dari kulitnya dan dijual kepada agen p.

Tabel 5:
Pemanfaatan Pinang (*Areca catechu*)

Bagian Tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Upacara Adat	Idustri	B.Bangunan	Kerajinan Tangan
Akar						
Batang					✓	
Daun		✓				
Bunga						
Buah	✓	✓				

Tabel 5 menunjukkan bagian pohon pinang yang dapat dimanfaatkan adalah batang sebagai bahan bangunan dan industri, daun sebagai makanan yaitu makanan ikan dan buah sebagai obat dan makanan.

1. Batang

Batang pohon pinang yang sudah tua dapat dibuat sebagai jembatan, dibuat dengan cara menggabungkan beberapa batang pinang yang tua, kemudian diikat dengan rantai atau dipaku dengan menggunakan paku yang besar. Sehingga jembatan dapat dilalui orang banyak.

Selain digunakan sebagai bahan tersebut diatas batang pinang juga sering dipakai pada saat acara 17 Agustus, yang kenal dengan perlombaan panjat pinang,

2. Daun

Daun yang muda maupun yang sudah tua dapat dijadikan sebagai pakan ikan. Nelayan di pesisir pantai mengelabui ikan dengan menggunakan daun pohon pinang ini.

Daun dikumpulkan dan diikat dengan tali, kemudian dibenamkan di dalam laut, sehingga ikan menjadikan tempat tinggalnya, karena daun yang mulai membusuk dapat dimakan oleh ikan, sehingga ikan banyak bersarang di antara dedaunan yang telah dipasang oleh nelayan, setelah beberapa minggu ikan dijaring dan hasilnya lebih banyak dibandingkan dengan menangkap seperti cara biasa.

3. Buah

Buah pinang yang sudah tua diambil biji dengan mengelupaskan kulitnya, kemudian orang tua di memakan dengan sirih, banyak masyarakat yang sudah tua-tua di daerah Kabupaten Aceh Barat Daya menginang sirih, dengan lawannya pinang, mereka mengatakan tidak enak menginang sirih tanpa pinang. Selain membuat perut kenyang menginang juga dapat menguatkan gigi.

Buah pinang juga dapat dijadikan sebagai obat diare. Pinang ditumbuk bersama dengan gambir kemudian dioleskan diperut penderita diare.

5. Sagu/Rumbia (*Metroxylon sagu*)

Pohon rumbia atau pohon sagu adalah nama sejenis palma penghasil pati yang biasa disebut sagu. Pohon ini biasa terdapat di pinggir sawah dan tempat-tempat yang lembab, bahkan masyarakat ada yang menanamnya di rawa-rawa.

Tabel 6:
Pemanfaatan Sagu/Rumbia (*Metroxylon sagu*)

Bagian tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Upacara Adat	Idustri	B.Bangunan	Kerajinan Tangan
Akar						
Batang		✓				
Daun					✓	
Bunga						
Buah		✓				

Tabel 4.6 menunjukkan bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah batang sebagai makanan yaitu penghasil pati (sagu), daun sebagai bahan bangunan dan buah sebagai makanan.

1. Daun

Masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya memanfaatkan daun pohon rumbia untuk dijadikan sebagai atap rumah. Daun rumbia diambil dan di anyam sedemikian rupa sehingga dapat dipakai untuk membuat atap rumah. Daun yang bagus untuk dibuat atap adalah daun yang masih hijau. Atap yang terbaik untuk penutup rumah adalah yang terbuat dari daun yang masih hijau, terutama dari pohon dewasa. Masyarakat membuat ata dengan cara bagian-bagian daun yang dilengkungkan tengahnya dan berimpian satu sama lain, ketika masih basah dan dijahit dengan tali bambu atau rotan.

2. Batang

Batang sagu yang telah tua dipotong, kemudian potongan tadi ditumbuk, lalu dicuci dalam air, dan diendapkan dalam baskom selama beberapa malam. Sagu menghasilkan mutu cukup baik dan ada daerah-daerah tertentu menjadikan sagu sebagai makanan pokok sehari-hari.

3. Buah

Buah rumbia yang telah tua sangat manis, dan enak dimakan dengan *pliek ue*, bahkan ada masyarakat yang membuat asinan rumbia, dan dijual. Buah yang setengah tua dapat dijadikan sebagai obat diare, dengan cara dicampurkan dengan garam.

6. Rotan (*Calamus rottan*)

Rotan adalah batang palem yang biasanya menjalar naik, termasuk marga calamos yang meliputi jenis-jenis bermutu yang paling banyak, batang-batangnya selalu diselaputi lapisan pernis, terdiri atas zat seperti kersik dan kaifiatnya pernis itulah yang berpengaruh besar atas nilainya itu (Heyne, 1988: 394).

Tabel 7:
Pemanfaatan Rotan (*Calamus rottan*)

Bagian Tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Upacara adat	idustri	B.Bangunan	Kerajinan tangan
Akar						
Batang	✓			✓		
Bunga						
Buah						

Tabel 4.7 menunjukkan bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah batang sebagai kerajinan tangan dan industri.

1. Batang

Batang tanaman rotan diambil dan dikumpulkan, lalu dipotong pada pangkalnya dan kemudian disentakkan ke bawah untuk menghilangkan duri-duri pada upih daun yang melingkupi batangnya itu.

Masyarakat mengambil rotan yang tumbuh liar dihutan, kemudian diolah menjadi berbagai macam perabotan rumah tangga dan obat. Gangguan pada telinga dapat di obati dengan batang rotan, rotan dipotong sepanjang seperempat meter atau sejengkal kemudian salah satu ujungnya di bakar dan kemudian ditiup ketelinga.

✓ Tempat tidur

Tidak hanya dengan bahan kayu, tempat tidur atau ranjang juga bisa di buat dari bahan rotan, bentuknya juga tidak kalah menarik dengan tempat tidur atau ranjang yang terbuat dari kayu. Seperti gambar 12 tempat tidur terlihat sederhana dan nyaman.



Gambar 12: Tempat tidur

✓ Kursi

Kursi merupakan tempat duduk yang efektif untuk beristirahat, bisa terbuat dari kayu, plastik bahkan rotan seperti yang terlihat pada gambar 13. Rotan dapat diolah dan didesain sedemikian rupa sehingga menjadi kursi yang nyaman untuk tempat beristirahat. Bentuknya juga bermacam-macam.



Gambar 13: Kursi

✓ Ayunan

Masyarakat di kabupaten Aceh Barat Daya banyak menggunakan ayunan bayi yang terbuat dari rotan, selain harga yang tidak terlalu mahal dibandingkan dengan ayunan yang terbuat dari besi, ayunan ini juga kuat dan dijamin kualitasnya. Bahkan ada masyarakat yang menjadikan ayunan ini sebagai ayunan turun temurun dari anak yang pertama sampai anak yang terakhir. Gambar ayunan bayi tersebut dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14: Ayunan

✓ Meja

Selain dapat diolah menjadi kursi, tempat tidur, ayunan bayi rotan juga dapat diolah menjadi meja, baik meja makan maupun meja belajar, seperti gambar 15. bentuk yang sederhana dan tidak terlalu mahal membuat masyarakat yang kurang mampu menjadikan meja tersebut sebagai perabotan dirumahnya.



Gambar 15: Meja

7. Salak (*Zalacca edulis*)

Tanaman salak (*Zalacca edulis*) merupakan tanaman yang banyak jenisnya, dan rasanya yang beraneka ragam, sehingga banyak masyarakat yang membudidayakannya dan bahkan ada masyarakat yang memiliki perkebunan salak yang sangat luas.

Tabel 8:
Pemanfaatan Salak (*Zalacca edulis*)

Bagian tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Bahan Bakar	Idustri	B.Bangunan	Kerajinan Tangan
Akar						
Batang			✓			
Daun						
Bunga						
Buah	✓	✓				

Tabel 8 menunjukkan bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah batang sebagai bahan bakar dan buah sebagai obat dan makanan.

1. Batang

Batang salak dapat dijadikan sebagai bahan bakar, masyarakat mengambil pelepah atau bisa juga batang salak yang sudah tua dan kering untuk dijadikan kayu bakar, dan apinya juga terlihat bagus sehingga masakan mereka cepat matang.

2. Buah

Buah salak selain dapat dimakan mentah juga dapat diolah menjadi manisan. Manisan salak dibuat beserta kulitnya, tanpa dikupas. Buah matang disajikan sebagai buah meja. Buah segar yang diperdagangkan biasanya masih dalam tandan atau telah dilepas (petilan). Buah salak yang dipetik pada bulan ke 4 atau ke 5 biasanya untuk dibuat

manisan. Selain untuk asinan salak juga dapat dijadikan sebagai obat, yaitu obat diare.

8. Palem Hias (*Chrysalidocarpus lutescens*)

Palem (*Chrysalidocarpus lutescens*) adalah tanaman yang disukai oleh kaum ibu-ibu, tanaman ini dijadikan tanaman hias yang biasanya ditanam di pekarangan rumah (gambar 24) selain berbentuk indah tanaman ini juga rentan dari penyakit dan mudah untuk tumbuh.

Tabel 9:
Pemanfaatan Tumbuhan Palem (*Chrysalidocarpus lutescens*)

Bagian tumbuhan	Manfaat					
	Obat	Makanan	Bahan Bakar	Idustri	B.Bangunan	Tanaman Hias
Akar						
Batang						
Daun						
Bunga						
Buah						

Di Kabupaten Aceh Barat Daya, tanaman palem hanya dimanfaatkan untuk tanaman hias. Masyarakat menanam tanaman tersebut di halaman rumah mereka, dan kebanyakan jenis palem merah dan palem botol yang terdapat disana.

KESIMPULAN

Dari hasil peneloitian ini dapat disimpulkan:

1. Jenis tumbuhan Arecaceae yang terdapat di Kabupaten Aceh Barat Daya adalah kelapa sawit (*Elaeis guineensis*), kelapa (*Cocos nuicifera*), salak (*Zalacca edulis*), pinang (*Areca catechu*), rotan (*Calamus rotan*), sagu / rumbia (*Metroxylon sagu*), aren (*Arenga pinnata*), dan Palem (*Chrysalidocarpus lutescens*). Jenis tumbuhan tersebut baik yang ditanam secara langsung maupun yang tumbuh liar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.
2. Masyarakat di Kabupaten Aceh Barat Daya memanfaatkan tanaman famili Arecaceae ini sebagai obat-obatan, makanan, upacara adat, industri, bahan bangunan, dan kerajinan tangan.

DAFTAR PUSTAKA

-----, 2010 a. *Aceh Barat Daya Dalam Angka 2010 Kerja Sama Pusat Statistik Dengan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Aceh Barat Daya*. Blangpidie: BPS Kabupaten Aceh Barat Daya

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Anynomous. 2010 b. Etnobotani, (Online), (<http://id.wikipedia.org/wiki/Etnobotani>, di akses tgl 23 Juni 2010).
- Syukur, C dan Hernani. 2003. *Budidaya Tanaman Obat Komersial*. Jakarta: PT Penebar Swadaya
- Winarti. 2007. *Kelapa Tanaman Multiguna*. Klaten: Saka Mitra Kompetensi
- Risza, Suyatno. 2006. *Budidaya Kelapa Sawit*. Yogyakarta: Kanisius.

TRITERPENOID DIVERSITY IN MANGROVE TREE SPECIES

Mohammad Basyuni

*Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Sumatera Utara,
Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Medan 50155, E-mail: m.basyuni@gmail.com*

Abstract

Mangrove forests are intertidal tree species of tropical and sub tropical regions, and rich sources of secondary metabolite. Triterpenoids alcohols widespread in mangroves are mostly derived from oleanane, lupane, and ursane type of triterpenoids. Recent studies have shown the identification and characterization of many genes including monofunctional and multifunctional triterpene synthases that are responsible for the biosynthesis of triterpenoids. In view of the diversity of the triterpene product formed in mangrove plants, it became interesting to determine how each triterpene synthase controls the product specificity. Furthermore, oxidosqualene cyclases have been attracted the attention of many investigators because of their potential ability to modify the chemical structures of triterpenoids, as well as, their importance as the first committed enzymes in triterpene biosynthesis.

Keywords: mangrove; oxidosqualene cyclase, triterpenoid

INTRODUCTION

Mangrove forests were well known to produce triterpenoid and phytosterols (Wannigama *et al.*, 1981; Hogg and Gillan, 1984; Ghosh *et al.*, 1985; Koch *et al.*, 2003; Basyuni *et al.*, 2007a). Nonsaponifiable lipids (NSLs) basically denote simple lipid fractions except for fatty acids (saponifiable lipids) after alkaline hydrolysis of the total lipids, and contain sterols, long-chain alcohols and alkanes. Triterpenoids are common chemical constituents of higher plants, comprising the major proportions of NSLs, and have been identified in cuticular waxes of mangrove and other plant species (Beaton *et al.*, 1955; Wannigama *et al.*, 1981; Ghosh *et al.*, 1985; Koch *et al.*, 2003).

A variety of triterpenes and phytosterols widely distributed in plants are biosynthesized from a common precursor 2,3-oxidosqualene by the enzyme oxidosqualene cyclases (OSCs). 2,3-Oxidosqualene therefore locates at the branching point of isoprenoid pathway toward phytosterols or terpenes biosynthesis (Abe *et al.*, 1993). The cyclization of oxidosqualene into triterpenoids and phytosterols are one of the most

fascinating reactions found in nature and their biosynthetic pathway has been shown to be complicated and divergent (Fig. 1). The enzymes, which perform these reactions, belong to OSCs family. In higher plants, OSC family member cycloartenol synthase and lanosterol synthase are responsible for sterol biosynthesis, and other OSCs are involved for triterpenes synthesis. Moreover, triterpene synthase have also attracted our attention from the view of plant metabolism and physiology. Therefore the cloning and characterization of genes encoding OSCs from mangrove plants have been cloned to obtain more insight into its regulation mechanism and physiological significance.

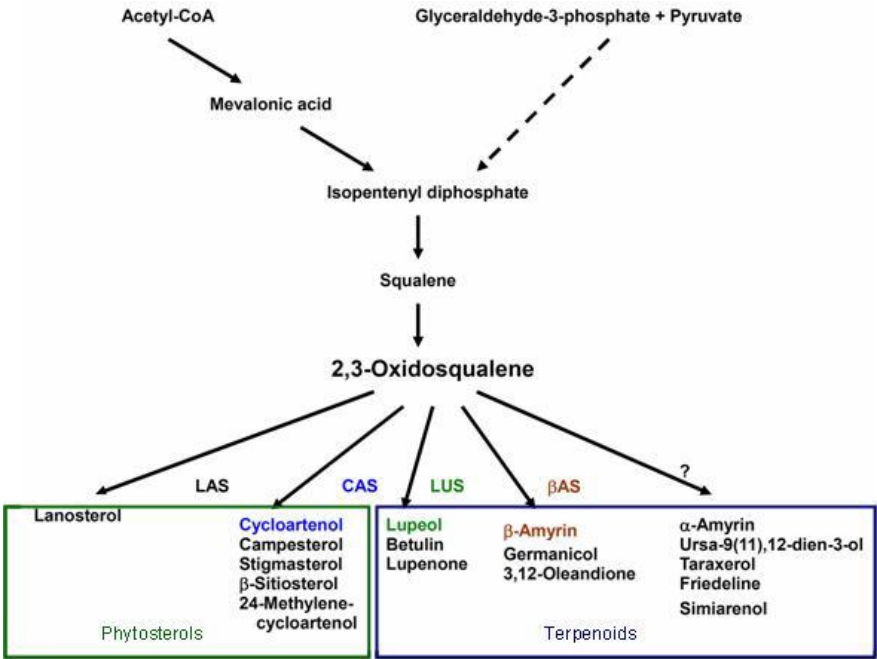


Fig. 1. A working-hypothesis for triterpenoid biosynthesis in mangrove plants. LAS, lanosterol synthase; CAS, cycloartenol synthase; LUS, lupeol synthase; AS, -amyrin synthase (Basyuni, 2008).

DISCUSSION

More than 100 different triterpenoid carbon skeletons from the plant kingdom have been described (Xu *et al.*, 2004). A number of studies have proposed that distinct OSC exists for each type of triterpenoids (Kushiro *et al.* 1998; Sawai *et al.*, 2006) or a common enzyme can produce multiple triterpenoids (Shibuya *et al.* 1999; Segura *et al.* 2000). These studies revealed the presence of two types of OSCs in

higher plants. One is monofunctional synthases yielding one specific product, as exemplified by α -amyrin synthase or lupeol synthase. The other is multifunctional synthases producing more than one product.

The first OSCs genes from plants have been reported: lupeol synthase from *Arabidopsis thaliana* (Herrera *et al.*, 1998) and α -amyrin synthase of *Panax ginseng* (Kushiro *et al.*, 1998). On the other hand, the first example of a multifunctional OSC from mangrove tree species has been reported from *Kandelia candel* (Basyuni *et al.*, 2006). As shown in Table 1, we have cloned seven triterpenoid synthase cDNAs from mangrove trees by homology-based polymerase chain reaction (PCR) methods. Their enzyme functions have been confirmed by heterologous expression in an *erg7*-deficient yeast mutant GIL77, which accumulates oxidosqualene within cells. The nucleotide sequences of genes obtained have been submitted to the DDBJ/EMBL/GenBank databases (Basyuni *et al.*, 2006; 2007b; 2007c). Furthermore, we have isolated three triterpenoid genes (Rs15cloneB12, Rs16cloneB20, Rs17cloneB22) from *R. stylosa* by polymerase chain reaction (PCR)-based suppressive subtractive hybridization (SSH) as displayed in Table 1 (Basyuni *et al.*, in press).

Diversity was notable in the composition of triterpenoid of mangrove roots and leaves (Basyuni *et al.*, 2007a). These terpenoids largely fall into three types of carbon skeleton: lupane (lupeol, lupenone, betulin); oleanane (α -amyrin, germanicol, taraxerol); ursane (α -amyrin, urs-9(11),12-dien-3-ol).

Table 1. 2,3-Oxidosqualene cyclases from mangroves tribe, Rhizophoraceae

Species	Enzyme	Gene	Accession No	Product specificity (%)	References
<i>Kandelia candel</i>	Triterpene synthase	<i>KcMS</i>	AB257507	Lupeol, β -amyrin, α -amyrin	Basyuni et al. (2006)
<i>K. candel</i>	Phytosterol synthase	<i>KcCAS</i>	AB292609	Cyloartenol	Basyuni et al. (2007b)
<i>Rhizophora stylosa</i>	Triterpene synthase	<i>RsM1</i>	AB263203	Germanicol, β -amyrin, lupeol	Basyuni et al. (2007c)
<i>R. stylosa</i>	Triterpene synthase	<i>RsM2</i>	AB263204	Taraxerol, β -amyrin, lupeol	Basyuni et al. (2007c)
<i>R. stylosa</i>	Phytosterol synthase	<i>RsCAS</i>	AB292608	Cyloartenol	Basyuni et al. (2007b)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Triterpene synthase	<i>BgbAS</i>	AB289585	β -amyrin	Basyuni et al. (2007c)
<i>B. gymnorrhiza</i>	Triterpene synthase	<i>BgLUS</i>	AB289586	Lupeol	Basyuni et al. (2007c)
<i>R. stylosa</i>	Triterpene synthase	<i>Rs15cloneB12</i>	FS997171	β -amyrin	Basyuni et al. in press
<i>R. stylosa</i>	Triterpene synthase	<i>Rs16cloneB20</i>	FS997172	Multifunctional triterpene synthase	Basyuni et al. in press
<i>R. stylosa</i>	Triterpene synthase	<i>Rs17cloneB22</i>	FS997173	Lupeol	Basyuni et al. in press

REFERENCE

Abe I, Rohmer M, Prestwich GD. 1993. Enzymatic cyclization of squalene and oxidosqualene to sterols and triterpens. *Chem Rev* 93: 2189-2208.

- Basyuni M, Oku H, Inafuku M, Baba S, Iwasaki H, Oshiro K, Okabe T, Shibuya M, Ebizuka Y. 2006. Molecular cloning and functional expression of a multifunctional triterpene synthase cDNA from a mangrove species *Kandelia candel* (L.) Druce. *Phytochemistry* 67: 2517-2524.
- Basyuni M, Oku H, Baba S, Takara K, Iwasaki H. 2007a. Isoprenoids of Okinawan mangroves as lipid input into estuarine ecosystem. *J Oceanography* 63: 601-608.
- Basyuni M, Oku H, Tsujimoto E, Baba S. 2007b. Cloning and functional expression of cycloartenol synthases from mangrove species *Rhizophora stylosa* Griff. and *Kandelia candel* (L.) Druce. *Biosci Biotechnol Biochem* 71: 1788-1792.
- Basyuni M, Oku H, Tsujimoto E, Kinjo K, Baba S, Takara T. 2007c. Triterpene synthases from the Okinawan mangrove tribe, Rhizophoraceae. *FEBS J* 274: 5028-5042.
- Basyuni M. 2008. Studies on terpenoid biosynthesis of mangrove tree species. Ph.D thesis. Kagoshima University.
- Basyuni M, Kinjo Y, Baba S, Shinzato N, Iwasaki H, Siregar EBMS, Oku H. Isolation of salt stress tolerance genes from roots of mangrove plant, *Rhizophora stylosa* Griff., using PCR-based suppression subtractive hybridization. *Plant Mol Biol Rep* DOI: 10.1007/s11105-010-0257-2. Inpress.
- Beaton JM, Spring FS, Stevenson R, Steward JL. 1955. Triterpenoids XXXVII. The constitution of taraxerol. *J Chem Soc* 2131-2137.
- Ghosh A, Misra, S, Dutta AK, Choudhury A. 1985. Pentacyclic triterpenoids and sterols from seven species of mangrove. *Phytochemistry* 24: 1725-1727.
- Herrera JBR, Bartel B, Wilson WK, Matsuda SPT. 1998. Cloning and characterization of the *Arabidopsis thaliana* lupeol synthase gene. *Phytochemistry* 49: 1905-1911.
- Hogg RW, Gillan FT. 1984. Fatty acids, sterols and hydrocarbons in the leaves from eleven species of mangrove. *Phytochemistry* 23: 93-97.
- Koch BP, Rullkotter J, Lara RJ. 2003. Evaluation of triterpenoids and sterols as organic matter biomarkers in a mangrove ecosystem in northern Brazil. *Wetl Ecol Manag* 11: 257-263.

- Kushiro T, Shibuya M, Ebizuka Y. 1998. β -amyrin synthase: cloning of oxidosqualene cyclase that catalyzes the formation of the most popular triterpene among higher plants. *Eur J Biochem* 256: 238-244.
- Sawai S, Shindo T, Sato S, Kaneko T, Tabata S, Ayabe S, Aoki T. 2006. Functional and structural analysis of genes encoding oxidosqualene cyclases of *Lotus japonicus*. *Plant Sci* 170: 247-257.
- Segura MJR, Meyer MM, Matsuda SPT. 2000. *Arabidopsis thaliana* LUP1 converts oxidosqualene to multiple triterpene alcohols and a triterpene diol. *Org Lett* 2: 2257-2259.
- Shibuya M, Zhang H, Endo A, Shishikura K, Kushiro T, Ebizuka Y. 1999. Two branches of the lupeol synthase gene in the molecular evolution of plant oxidosqualene cyclases. *Eur J Biochem* 266: 302-307.
- Wannigama GP, Volkman JK, Gillan FT, Nichols PD, Johns RB. 1981. A comparison of lipid components of the fresh and dead leaves and pneumatophores of the mangrove *Avicennia marina*. *Phytochemistry* 20: 659-666.
- Xu R, Fazio GC, Matsuda SPT. 2004. On the origins of triterpenoid skeletal diversity. *Phytochemistry* 65: 261-291.

KOMUNITAS BURUNG AIR DI PERCUT SEI TUAN, SUMATERA UTARA

**Erni Jumilawaty¹, Ani Mardiasuti²,
Lilik Budi Prasetyo² dan Yeni Aryati Mulyani²**

¹ Staf Pengajar Departemen Biologi USU, ² Staf Pengajar Departemen
Konservasi IPB, email: erni_jumilawaty@yahoo.com

Abstrak

Komunitas burung air di Percut Sei Tuan, Sumatera Utara telah diteliti. Pengamatan komunitas burung air dilakukan dengan menggunakan metode konsentrasi pada hamparan lumpur. Hasil penelitian di Percut Sei Tuan ditemukan 9 famili, 39 spesies (24 spesies burung air diantaranya memiliki status dilindungi) dan 14052 individu burung air selama 5 bulan pengamatan yang terdiri dari 2 kelompok besar burung pantai dan burung merandai (*wading bird*). Terdapat pertambahan baik jumlah famili, spesies dan individu dari bulan ke bulan untuk masing-masing lokasi penelitian. Indeks keanekaragaman di Percut adalah 2,746, indeks kesamaan adalah 1,023. Nilai keanekaragaman tertinggi burung air ditemukan pada daerah Pematang Lalang diikuti Tanjung Rejo dan Bagan Percut. Keanekaragaman jenis burung pada suatu wilayah dapat berbeda-beda tergantung pada karakteristik lingkungannya, faktor fisik dan kimia. Faktor lain yang juga mempengaruhi keanekaragaman burung air adalah kedatangan spesies migran pada bulan September sampai Maret.

Keywords: Burung air, Makrozoobentos, Percut, Burung, Komunitas Burung

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Percut Sei Tuan adalah salah satu wilayah lahan basah yang memiliki arti penting bagi keberadaan burung air. Pada tahun 2003 sampai 2007 ditemukan 21 jenis burung air migran dari 37 jenis burung air dan 2 jenis bangau yang statusnya dilindungi menurut SK Menteri Kehutanan No. 301/KPTS- II/1991.

Walaupun telah ditetapkan sebagai salah satu daerah penting bagi burung (DPB), wilayah ini mengalami banyak gangguan diantaranya tahun 2007 pembuatan darmaga dan tempat pelelangan ikan (TPI) untuk mendukung kawasan segitiga perikanan laut sesuai program Agromarinepolitan yakni Belawan, Tanjung Balai dan Sibolga (Simanungkalit 2007) dan konversi mangrove menjadi tambak dan sawah.

Konversi ini menyebabkan penurunan kualitas habitat, mempersempit dan menyebabkan fragmentasi atau hilangnya lokasi mencari makan burung air terutama hamparan lumpur. Penurunan kualitas habitat atau fragmentasi dan hilangnya lokasi mencari makan merupakan masalah dan ancaman bagi kehidupan burung air.

Makanan merupakan faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi makan oleh hewan dan jumlahnya bervariasi pada setiap lokasi (Hill *et al.* 1993; Pomeroy, 2006). Burung air memerlukan tempat untuk mencari makan, minum, berlindung, bermain dan tempat untuk berkembang biak, yang disebut dengan habitat (Alikodra 2002; Anonimus 2002)..

Habitat yang dipilih harus dapat memenuhi kebutuhan hidupnya untuk melindungi/mempertahankan diri, siang dan malam, dan jika memungkinkan untuk sepanjang musim (Alikodra 2002). Apabila keadaan habitat sudah tidak memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, maka reaksi yang muncul adalah satwa tersebut akan berpindah mencari tempat lain yang menyediakan kebutuhannya (Mas'ud 1989).

Berdasarkan pada fakta diatas maka yang menjadi permasalahan di Percut Sei Tuan adalah apakah habitat yang sekarang masih mampu mendukung kehidupan burung air dan bagaimana respon burung air terhadap keadaan tersebut.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian mengetahui komunitas, komposisi dan status burung air.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi gambaran habitat dan komunitas yang sesuai untuk kehidupan burung air
2. Memberikan masukan berharga bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang ekologi dan konservasi bagi peruntukan pengelolaan wilayah maupun pengelolaan dan konservasi burung air.

BAHAN DAN METODE

Komunitas Burung air

Burung air dihitung menggunakan binokuler/monokuler. Teknik pengamatan menggunakan metoda konsentrasi (*concentration count*). Penghitungan burung air disesuaikan dengan waktu pasang surut setiap harinya dengan perbedaan waktu kira-kira 1 jam yaitu pagi hari berkisar antara jam 9.00 – 11.00 WIB dan sore hari pada jam 14.00 – 16.00 WIB

pada hamparan lumpur dan lahan basah hutan mangrove. Adapun komponen yang diamati antara lain:

1. Jenis yang memanfaatkan lahan basah
2. Jumlah individu burung air
3. Mencatat faktor lingkungan meliputi: pH, temperatur, salinitas, ketinggian air, tipe substrat dan waktu pasang surut.

Analisa Data

a. Indeks Keanekaragaman Jenis

Untuk menentukan indeks keanekaragaman jenis burung dan makrozoobentos pada tiap lokasi makan digunakan Indeks Shannon (Magurran 1988) yaitu:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \log p_i \quad \text{Indeks Shannon} \quad \text{dengan } p_i = \frac{\sum \text{burung spesies ke } i}{\sum \text{total burung}}$$

b. Indeks Kesamaan Jenis (Index of similarity)

Untuk mengetahui kesamaan atau perbedaan komposisi spesies burung dan makrozoobentos berdasarkan tipe lahan basah digunakan indeks kesamaan Jaccard (Magurran 1988;2004):

$$C_J = \frac{a}{a - b + c}$$

Dengan C_J = Indeks kesamaan Jaccard

a = Jumlah spesies yang dijumpai pada kedua lokasi

b = Jumlah spesies yang hanya dijumpai pada lokasi 1

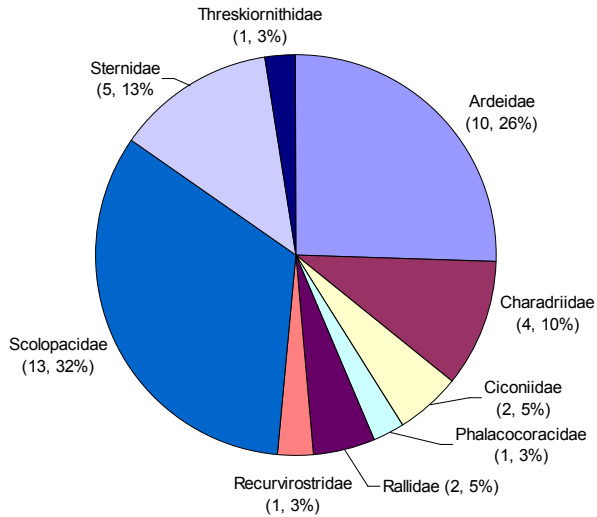
c = Jumlah spesies yang hanya dijumpai pada lokasi 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

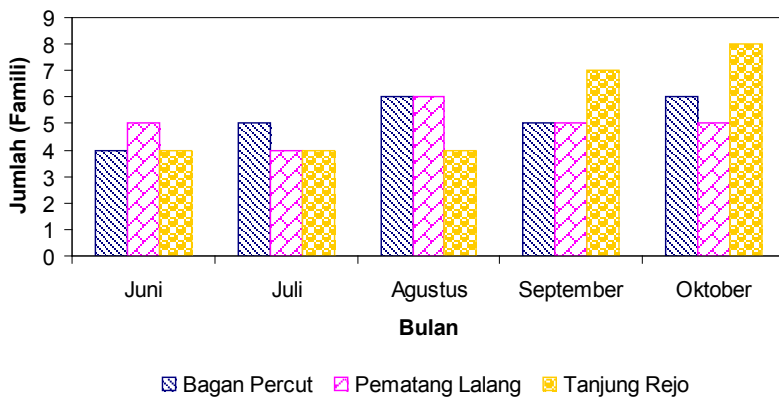
Komunitas Burung air

Hasil penelitian pada tiga lokasi di Percut Sei Tuan menunjukkan jumlah burung air ada 9 famili seperti terlihat pada Gambar 1. Famili terbesar ditemukan adalah Scolopacidae sebanyak 32% (13 spesies), Ardeidae 26% (10 spesies), terendah Recurvirostridae 3% (1 spesies) dan Threskiornithidae 3% (1 spesies). Fluktuasi famili pada masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Jumlah famili terbesar pada masing-masing lokasi pada bulan Oktober sebanyak delapan famili di Tanjung Rejo, enam famili di Bagan Percut dan 5 famili di Pematang Lalang.

Terdapat pertambahan baik jumlah famili, spesies dan individu dari bulan ke bulan untuk masing-masing lokasi penelitian (Gambar 2, 3, dan 4). Individu, dan spesies paling banyak ditemukan pada bulan Oktober berdasarkan famili yang ditemukan di lokasi penelitian.



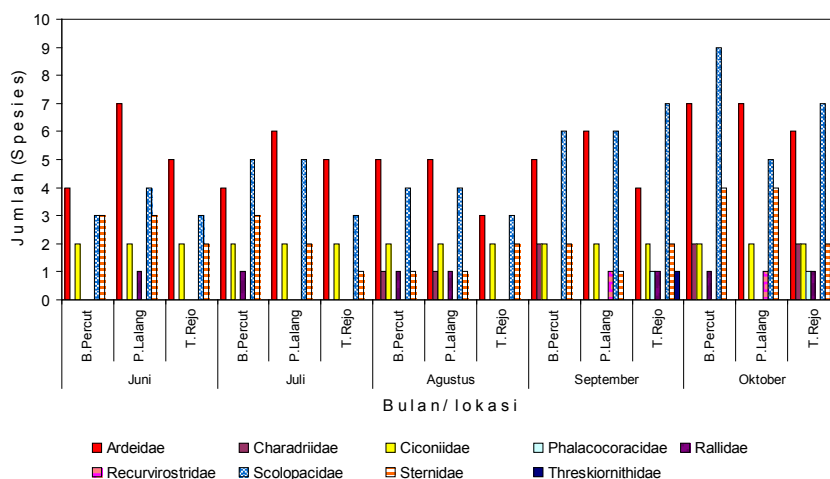
Gambar 1. Percentase Famili yang Di Percut Sei Tuan



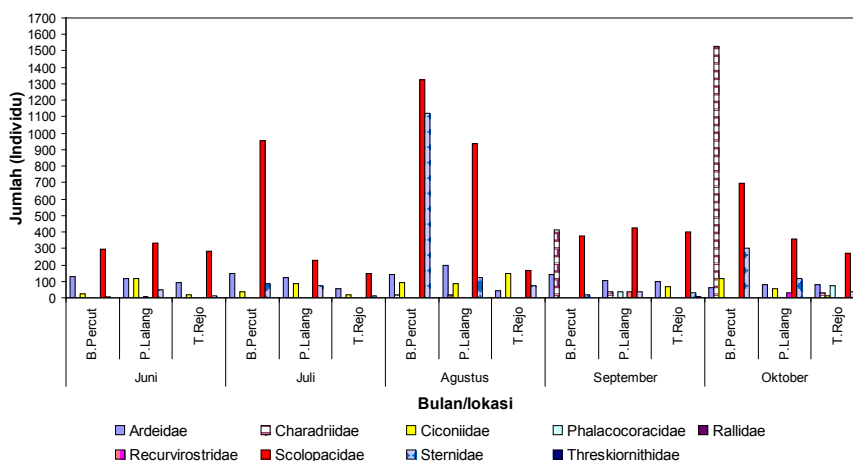
Gambar 2. Jumlah Famili Burung Air Setiap Bulan di Percut Sei Tuan

Pada Gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa jumlah spesies dan individu terbanyak ditemukan di Bagan Percut pada bulan oktober. Jumlah individu sebanyak 1500 dan 9 famili. Famili terbesar berasal dari Scolopacidae dan jumlah individu terbanyak dari familicharadriidae.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kehadiran atau fluktuasi harian maupun bulanan burung air diantaranya faktor lingkungan seperti angin, hujan, pasang surut, ketersediaan makanan dan gangguan baik oleh pengunjung maupun oleh nelayan. Perubahan waktu pasang surut merupakan hal yang paling menentukan bagi kehadiran burung air hal ini sangat terkait dengan waktu pengamatan. Perbedaan pasang surut pada masing-masing bulan sangat mempengaruhi pengamatan dalam hal angkutan diareal perairan yang baru dapat ditempuh saat air pasang.



Gambar 3. Jumlah Spesies Burung Air Setiap Bulan Berdasarkan Famili di Percut Sei Tuan

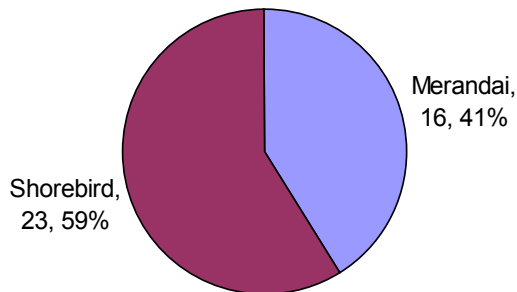


Gambar 4. Jumlah Individu Burung Air Berdasarkan Famili di Percut Sei Tuan

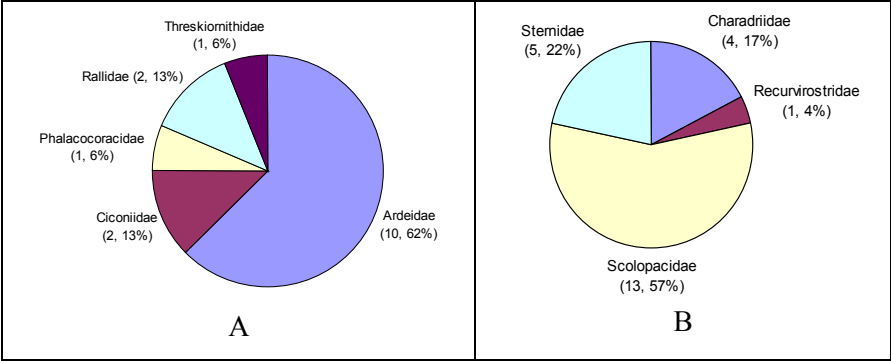
Kehadiran burung air di Percut dipengaruhi oleh temperatur (iklim dan lingkungan) dan ketersediaan makanan yang terdapat disekitar areal pengamatan. Distribusi, jumlah dan komposisi spesies burung air pada suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh badan air dalam hal ini level air (Kozulin *et al*, 2001). Hal ini dibuktikan oleh waktu pasang surut dan ketinggian air pada saat pasang surut. Waktu pasang surut yang lama akan mempengaruhi jumlah burung air yang hadir pada areal penelitian selama dilakukan pengamatan sebaliknya waktu pasang surut yang cepat menyebabkan jumlah kehadiran burung air jadi sedikit. Banyaknya jumlah individu yang ditemukan di Bagan Percut dikarena lokasi paling lama menyediakan hamparan lumpur sebagai tempat mencari makan dan melakukan kegiatan social bagi burung air karena lokasi ini paling akhir tenggelam pada saat pasang naik air laut. Sehingga burung air dari wilayah lainnya akan berpindah ke lokasi ini setelah hamparan lumpur tenggelam.

Kelompok Burung Air

Secara umum burung air yang ditemukan di Percut dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan morfologi dan cara memperoleh makan serta lokasi makannya. kelompok tersebut dibagi atas kelompok burung pantai (shorebird) sebanyak 59 % (23 spesies) dan burung merandai (wading bird) sebanyak 41 % (16 spesies) Gambar 5, komposisi masing-masing kelompok dapat dilihat pada Gambar 6. Jenis burung merandai yang terdapat dilokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 5. Persentasi Kelompok Burung Air di Percut Sei Tuan



Gambar 6. Persentase Famili A. Burung Merandai dan B. Burung Pantai (*Shorebird*)

Tabel 2:
Kelompok, Famili dan Spesies Burung Air yang Terdapat di Percut Sei Tuan

Kelompok	Famili	Spesies
Merandai	Ardeidae	<i>Ardea cinerea</i>
	Ardeidae	<i>Ardea purpurea</i>
	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>
	Ardeidae	<i>Butorides striatus</i>
	Ardeidae	<i>Egretta alba</i>
	Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>
	Ardeidae	<i>Egretta intermedia</i>
	Ardeidae	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>
	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>
	Ciconiidae	<i>Leptoptilos javanicus</i>
	Ciconiidae	<i>Mycteria cinerea</i>
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax sulcirostris</i>
	Rallidae	<i>Porzana sp.</i>
	Rallidae	<i>Amaurornis phoenicurus</i>
	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>
Shorebird	Charadriidae	<i>Charadrius peronii</i>
	Charadriidae	<i>Charadrius leschenaultii</i>
	Charadriidae	<i>Pluvialis pulva</i>
	Charadriidae	<i>Charadrius leschenaultii</i>
	Scolopacidae	<i>Actitis hypoleucos</i>
	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>
	Scolopacidae	<i>Limnodromus semipalmatus</i>
	Scolopacidae	<i>Limosa sp.</i>
	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>

Kelompok	Famili	Spesies
	Scolopacidae	<i>Numenius sp</i>
	Scolopacidae	<i>Tringa hypoleucos</i>
	Scolopacidae	<i>Tringa totanus</i>
	Scolopacidae	<i>Calidris sp.</i>
	Scolopacidae	<i>Numenius arquata</i>
	Scolopacidae	<i>Calidris tenuirostris</i>
	Scolopacidae	<i>Xenus cinereus</i>
	Scolopacidae	<i>Tringa nebularia</i>
	Sternidae	<i>Sterna acuticauda</i>
	Sternidae	<i>Sterna hirundo</i>
	Sternidae	<i>Sterna sumatrana</i>
	Sternidae	<i>Sterna sp.</i>
	Sternidae	<i>Sterna albifons</i>
	Recurvirostridae	<i>Himantopus leucocephalus</i>

Kelompok burung merandai merupakan kelompok burung yang menetap di Percut Sei Tuan, kelompok burung pantai dari famili Charadriidae dan Scolopacidae merupakan kelompok burung migran. Umumnya kelompok burung pantai ini mencari makan di sekitar pantai pada hamparan lumpur yang terbentuk pada saat air laut surut. Sedangkan burung merandai mencari makan di hampir semua lahan basah yang ada di lokasi penelitian seperti hamparan lumpur, tambak, sawah dan pantai. Hal ini disebabkan burung merandai memiliki morfologi dan ukuran kaki yang panjang sehingga mampu mencari makan pada lokasi lahan basah yang tergenang air pada ketinggian ± 40 cm.

Jumlah burung merandai pada lokasi mencari makan sangat dipengaruhi oleh ketinggian air (Gawlik 2002, Kushlan 1976a, 1986). Jika terlalu tinggi atau terlalu dangkal maka kelimpahan burung sangat rendah. Ketinggian air yang ideal berbeda-beda untuk masing-masing spesies. Ketinggian itu berkisar antara 0 – 40 cm, hal ini dikarenakan burung merandai memiliki kaki yang panjang.

Faktor yang mempengaruhi penggunaan habitat oleh burung pantai antara lain ketinggian air, dan morfologi spesies burung pantai. Morfologi burung pantai (bentuk paruh, panjang kaki dan leher) sangat mempengaruhi perilaku mencari makan dan keberhasilan memperoleh makanan oleh burung pantai (Isola *et al.* 2000).

Status Burung air di Percut

24 jenis burung air yang terdapat di lokasi penelitian memiliki status dilindungi dari 39 jenis yang ditemukan seperti terlihat pada Tabel 1. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi ini masih menjadi tempat yang

sesuai bagi burung air terbukti dengan masih ditemukannya jenis-jenis yang dilindungi. Meski demikian hal ini masih harus dibuktikan dengan penelitian lainnya seperti jenis makan, gangguan dan kesesuaian habitat.

Tabel 1:
Status Burung Air Berdasarkan IUCN, Pemerintah Indonesia

No.	Nama Indonesia	Nama latin	Status (IUCN)	Status Indonesia	Keberadaan
1	Cerek pasir besar	<i>Charadrius leschenaultii</i>	LC		Migran
2	Kedidi besar	<i>Calidris tenuirostris</i>	VU		Migran
3	Biru laut ekor blorok	<i>Limosa lapponica</i>	LC		Migran
4	Trinil lumpur asia	<i>Limnodromus semipalmatus</i>	NT		Migran
5	Cerek besar	<i>Phuvialis squatarola</i>	LC		Migran
6	Cerek kernyut	<i>Phuvialis fulva</i>	LC		Migran
7	Ibis roko-roko	<i>Plegadis falcinellus</i>	LC		?
8	Gajahan besar	<i>Numenius arquata</i>	NT	Dilindungi	Migran
9	Gagang Bayam	<i>H. leucocephalus</i>	LC		Migran
10	Gajahan pengala	<i>Numenius phaeopus</i>	LC	Dilindungi	Migran
11	Trinil pembalik batu	<i>Arenaria interpres</i>	LC		Migran
12	Trinil kaki merah	<i>Tringa totanus</i>	LC		Migran
13	Trinil kaki hijau	<i>Tringa nebularia</i>	LC		Migran
14	Trinil pantai	<i>Actitis hypoleucos</i>	LC		Migran
15	Trinil bedaran	<i>Xenus cinereus</i>	LC		Migran
16	Bangau Bluwok	<i>Mycteria cinerea</i>	VU	Dilindungi	Menetap
17	Bangau tongtong	<i>Leptoptilos javanicus</i>	VU	Dilindungi	Menetap
18	Kuntul besar	<i>Egretta alba</i>	LC	Dilindungi	Menetap
19	Kuntul kerbau	<i>Bubulcus ibis</i>	LC	Dilindungi	Menetap
20	Kuntul kecil	<i>Egretta garzetta</i>	LC	Dilindungi	Menetap
21	Cangak merah	<i>Ardea purpurea</i>	LC		Menetap
22	Cangak abu	<i>Ardea cinerea</i>	LC		Menetap
23	Kokokan laut	<i>Butorides striata</i>	LC		Menetap
24	Dara laut	<i>Sterna sp.</i>	-	Dilindungi	Menetap

Kekayaan dan Keanekaragaman Spesies Burung Air di Percut Sei Tuan

Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa indeks keanekaragaman di Percut adalah 2,746, indeks kesamaan adalah 1,023, jumlah famili adalah 9, jumlah spesies adalah 36, dan jumlah individu adalah 14052. Nilai keanekaragaman tertinggi burung air ditemukan pada daerah Pematang Lalang setiap bulannya diikuti Tanjung Rejo dan Bagan Percut.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman, kesamaan, spesies, individu, dan famili burung air di Percut Sei Tuan

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
H' (Indeks Shannon)					
Bagan Percut	0.703	0.693	0.729	0.895	0.822
P.Lalang	1	0.993	0.802	1.021	1.104
T.rejo	0.747	0.879	0.776	1.091	1.078
Cj (Indeks Jaccard)					
Bagan Percut	0.8	1	1	1.045	1.3
P.Lalang	1.313	1.333	1.286	0.92	0.9
T.rejo	1	1.286	1.286	0.958	1.111
Jumlah (spesies)					
Bagan Percut	12	15	14	17	25
P.Lalang	17	15	14	16	19
T.rejo	12	11	10	18	22
Jumlah (Individu)					
Bagan Percut	458	1228	2705	944	2706
P.Lalang	624	506	1366	669	648
T.rejo	406	242	428	608	514
Jumlah (Famili)					
Bagan Percut	4	5	6	5	6
P.Lalang	5	4	6	5	5
T.rejo	4	4	4	7	8

Rendah nilai keanekaragaman burung air di Bagan Percut yang merupakan wilayah utama mencari makan burung air terjadi karena kondisi tempat mencari makan di Bagan Percut yang mengalami perubahan berupa penimbunan karena wilayah ini menjadi lokasi utama untuk mendukung darmaga dan TPI serta banyak mendapatkan gangguan seperti banyaknya lalu lintas perahu yang lewat dan nelayan mencari kepiting pada saat air surut. Faktor lain diperkirakan karena mempengaruhi keadaan ini adalah ketersediaan makanan, faktor fisik dan kimia.

Keanekaragaman jenis burung pada suatu wilayah dapat berbeda-beda tergantung pada karakteristik lingkungannya, faktor fisik dan kimia. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Jo-Szu Tsai (2007) bahwa keanekaragaman jenis burung dapat berbeda-beda tergantung pada karakteristik lingkungannya, struktur vegetasi terutama distribusi vertikal, merupakan hal yang penting bagi penyebaran keanekaragaman jenis burung.

Faktor lain yang juga mempengaruhi keanekaragaman burung air adalah kedatangan spesies migran pada bulan September sampai Maret. Selanjutnya Gutzwiller and Anderson (1987) mengatakan bahwa selain keunikan habitat, kekayaan dan dinamika jenis burung pada suatu wilayah dipengaruhi oleh faktor imigrasi dan kepunahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra H.S. 2002. *Pengelolaan Satwaliar*. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Anonimus. 2002. <http://www.BirdDay.org>. The Four Essential Elements of Habitat *Food, Water, Cover, Space*. Diakses 5 November 2007.
- Burton NHK, Rehfish MM, Clark NA dan Dodd SG. 2006. Impacts of sudden winter habitat loss on the body condition and survival of redshank *Tringa tetanus*. *Journal of Applied Ecology* (43): 464–473.
- Burton, NHK. (2000) Winter site-fidelity and survival of redshank *Tringa totanus* at Cardiff, south Wales. *Bird Study*, (47) 102–112.
- Colwell MA dan Oring LW. 1988. Habitat Use By Breeding And Migrating Shorebirds In Southcentral Saskatchewan. *Wilson Bull* 100(4): 554-566.
- Grubh AR and Mitsch WJ. 2003. *Distribution and abundance of macroinvertebrates in created wetland ecosystems*. School of Natural Resources, The Ohio State University.
- Gutzwiller KJ dan Anderson SH. 1987. Short-Term Dynamics of Cavity-Nesting Bird Communities in Disjunct Floodplain Habitats. *Condor* 89:710-720
- Hill D, Rushton SP, Clark N, Green P and Pry-Jones R. 1993. Shorebird Communities on British Estuaries: Faktor s Affecting Community Composition. *Journal of Applied Ecology* 1993, 30, 220-234.
- Jo-Szu Tsai MS. 2007. *Local And Landscape Faktor Influences On Avian Community Composition In Playas Of The Southern High Plains*. Dissertation. Wildlife Science. Texas Tech University.
- Krebs CJ. 1978. *Ecological Methodology*. Harper dan Row, Publisher, New York.
- Lee JF. 2007. *Community Composition And Microhabitats Of Macroinvertebrates On Sandbars Within The Lower Missouri River As A Food Source For Foraging Migratory Shorebirds*. Thesis Master of Sciences in Wildlife and Fisheries Sciences, South Dakota State University.
- Mas'ud B. 1989. Memperbaiki Habitat Satwaliar. *Media Konservasi* II (3): 39-47.

- Newton I. 1998. Population limitation in birds. in Williams AK. 2003. *The Influence of Probability of Detection When Modelling Species Occurrence Using GIS and Survey Data*. PhD dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA
- Simanungkalit. 2007. *Percut Akan Menjadi Kawasan Perikanan Terpadu Mendukung Program Agro-Marinepolitan*. [Www.Media86.Blogspot.Com](http://www.Media86.Blogspot.Com). Diakses 24-8-2009
- Zwarts L, Ens BJ, Goss-Custard JD, Hulscher JB dan dit Durell SEAIIV. 1996. Causes of variation in prey profitability and its consequences for the intake rate of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea* 84A: 229-268.

KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG DI KILOMETER NOL PULAU WEH PROVINSI ACEH

Dr. Khairil, M.Si dan Elvianti

Staf Pengajar Prodi Biologi FKIP Universitas Syiah Kuala Darussalam
Banda Aceh

Email: khairilcut@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis burung di Kilometer Nol Pulau Weh Provinsi Aceh. Pengumpulan data dilakukan dengan metode IPA (Index Point Abundance) dan data dianalisis dengan rumus indeks keanekaragaman Sannon. Hasil penelitian menunjukkan di kilometer nol Iboih Pulau Weh terdapat 32 jenis burung yang tergolong kedalam 17 famili, dengan Indeks keanekaragaman burung tergolong tinggi yaitu $\bar{H} = 3,0619$. Berdasarkan skala tingkat pertemuan burung di Kilometer Nol Iboih Pulau Weh jenis burung yang paling melimpah ditemui adalah burung Terucuk (*Pycnonotus goiavier*) dan jenis burung yang tidak umum di temui adalah Elang bondol (*Heliastur indus*), Raja udang (*Alcedo coerutescens*) dan Punai bakau (*Treron fulvicollia*). Kawasan wisata Kilometer Nol yang terdiri dari hutan hujan tropis merupakan salah satu habitat yang disukai oleh burung. Melihat keanekaragaman jenis burung yang terdapat di Kilometer Nol Pulau Weh Provinsi Aceh tergolong tinggi, maka penulis menyarankan dalam mempertahankan keanekaragaman burung di Kilometer Nol Iboih Pulau Weh, perlu dibuat peraturan daerah yang melarang perburuan burung khususnya dan fauna umumnya. Sebagai daerah tujuan wisata keanekaragaman burung dapat dijadikan salah satu objek yang ditawarkan kepada wisatawan dengan pengelolaan yang lebih profesional tanpa merusak habitat aslinya.

Kata kunci: Keanekaragaman burung, Kilometer Nol, Pulau Weh.

PENDAHULUAN

Kilometer Nol merupakan suatu tempat yang berada di Pulau Weh Provinsi Aceh, merupakan suatu Daerah Tujuan Wisata (DTW), karena memiliki keindahan alam dan keragaman hayati dan hewani yang dapat dinikmati langsung atau tidak langsung di lokasi tersebut. Sebagai daerah kepulauan, Pulau Weh banyak dijumpai hutan-hutan lindung yang dapat dijadikan sebagai habitat berbagai jenis burung. Selain di daerah

perkebunan dan hutan lindung, ada beberapa wilayah yang juga di senangi dan menjadi habitat bagi burung.

Dalam rangka menciptakan kesan bagi kunjungan wisatawan ke Tugu Kilometer Nol, di lokasi ini dibangun sebuah penginapan yang dikelola secara profesional oleh sebuah perusahaan. Keberadaan rumah penginapan dan tempat penjualan berbagai barang souvenir akan menimbulkan dampak langsung dan tidak langsung terhadap keberadaan berbagai jenis burung. Dampak langsung yang dapat di lihat yaitu, dapat memperkecil habitat asli hewan-hewan khususnya burung yang hidup di daerah Kilometer Nol. Sedangkan dampak tidak langsung yaitu, dapat memberikan fasilitas bagi pemburu burung untuk lebih leluasa menangkap burung yang ada di daerah Kilometer Nol.

Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk memperoleh informasi mengenai keanekaragaman jenis burung di Kilometer Nol Pulau Weh Provinsi Aceh

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada zona perumahan penduduk, hutan lindung, dan perkebunan pada 10 titik pengamatan..

Pengumpulan data dilakukan dengan metode IPA (Index Point Abundance), metode ini dilakukan dengan cara :

1. Menentukan titik pengamatan atau titik hitung sebanyak 10 titik pengamatan yang dilakukan secara acak.
2. Tempat yang dipilih secara acak merupakan nomor IPA yang menjadi titik pengamatan.
3. Melakukan pengamatan dan pencatatan jenis-jenis burung yang berada di titik pengamatan, kemudian bergerak melakukan pencatatan pada titik pengamatan berikutnya.
4. Pengamatan di lakukan pada pagi hari jam 6.30 – 10.00 dan pada sore hari 15.30–18.30.
5. Dilakukan determinasi berdasarkan buku panduan tentang burung (Mackinnon : 1999).

Data dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan rumus indeks keanekaragaman Sannon-Weaver:

$$\bar{H} = - \sum p_i \ln p_i \text{ (Odum, 1996:179)}$$

Dengan ketentuan:

$\bar{H} > 3$ indeks keanekaragaman tinggi.

$\bar{H}$ 2-3 indeks keanekaragaman sedang

$\bar{H} < 2$ indeks keanekaragaman rendah. (Krebs, 1985:458).

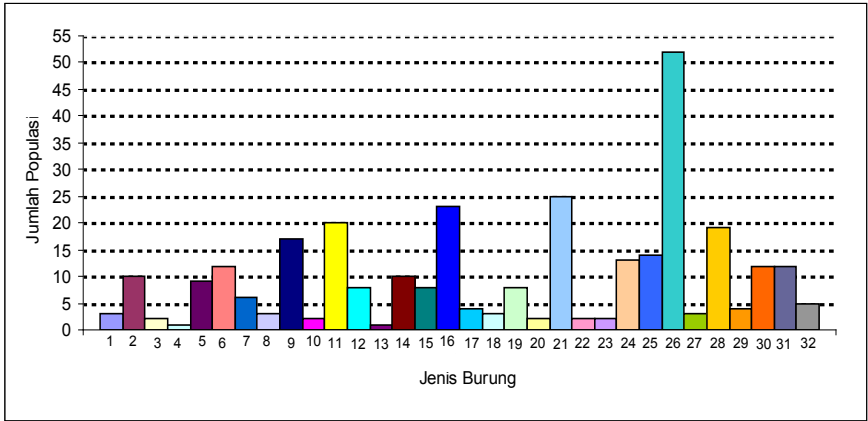
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Jenis Burung di Kilometer Nol Pulau Weh.

Hasil pengamatan di Kilometer Nol Pulau Weh, jenis burung yang dijumpai berjumlah 32 jenis dari 17 familia. Jenis burung yang paling banyak dijumpai adalah burung terucuk (*Pycnonotus goiavier*), burung madu sriganti (*Nectarinia jugularis*), burung srigunting bukit (*Dicrurus remifer*), burung punai kecil (*Treron olax*), burung pergam hijau (*Ducula aenea*), burung serindit melayu (*Loriculus galgulus*), burung bondol maluku (*Lonchura molucca*), burung tiung emas (*Gracula religiosa*), burung kucica (*Copcyclus saularis*), burung walet sarang putih (*Collocalia fuchipaga*), dan burung elang perut putih (*Haliaetus leucogaster*).

Jenis burung yang jarang dijumpai adalah burung punai bakau (*Treron fulvicollia*), burung raja udang (*Alcedo coerutescens*), burung tekukur biasa (*Streptopilia chinensis*), burung madu sepah raja (*Aethopyga siparaja*), burung madu kelapa (*Antreptes malacensis*), dan burung kepodang (*Oriolus chinensis*).

Grafik jenis burung yang dijumpai di Kilometer Nol Pulau Weh dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Grafik Jenis Burung di Kilometer Nol Pulau Weh

1. Heliastur indus	17. Dicrurus paradiseus
2. Haliaeetus leucogaster	18. Dicrurus macrocercus
3. Ictinaetus malayensis	19. Hirundo tahitica
4. Alcedo coerutescens	20. Aethopyga siparaja
5. Halcyon chloris	21. Nectarinia jugularis
6. Collacalia fuchipaga	22. Antreptes malacensis
7. Aegithima tiphia	23. Oriolus chinensis

8. <i>Columba vitiensis</i>	24. <i>Lonchura molucca</i>
9. <i>Ducula aenea</i>	25. <i>Loriculus galgulus</i>
10. <i>Streptopelia chinensis</i>	26. <i>Pycnonotus goiavier</i>
11. <i>Treron olax</i>	27. <i>Orthotomus sutorius</i>
12. <i>Treron capellei</i>	28. <i>Aplonis minor</i>
13. <i>Treron fulvicollis</i>	29. <i>Acridotheres javanicus</i>
14. <i>Centropus bengalensis</i>	30. <i>Gracula religiosa</i>
15. <i>Dicaeum tricholeum</i>	31. <i>Copcyclus saularis</i>
16. <i>Dicrurus remifer</i>	32. <i>Copsychus malabarychus</i>

Pada titik pengamatan 1 pada lokasi perumahan penduduk, jenis burung punai kecil (*Treron olax*) adalah jenis paling dominan ditemui. Banyaknya jumlah burung punai kecil yang ditemukan pada lokasi ini disebabkan rona lingkungan yang berupa pekarangan dan taman.

Pada titik pengamatan 2 pada lokasi hutan lindung, jenis burung bondol tarub (*Lonchura molucca*) adalah jenis yang paling dominan ditemui. Banyaknya jumlah burung bondol tarub yang ditemukan pada lokasi ini disebabkan rona lingkungan yang berupa hutan yang terbuka, dimana burung bondol tarub mempunyai kebiasaan memilih habitat daerah hutan terbuka, padang rumput dan persawahan.

Pada titik pengamatan 3, 4 dan 5 pada lokasi perkebunan, ladang penduduk, hutan terbuka, jenis burung yang paling banyak ditemukan adalah burung terucuk (*Pycnonotus goiavier*). Banyaknya jumlah burung terucuk yang ditemukan pada lokasi ini disebabkan rona lingkungan yang sebagian besar berupa daerah pedesaan, kebun, daerah terbuka dan hutan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mackinnon (1990:270) "Terucuk umumnya memilih habitat yang terbuka".

Pada titik pengamatan 6 pada lokasi hutan hujan tropis jenis burung yang paling banyak ditemukan adalah burung madu sriganti (*Nectarinia jugularis*) dan burung serindit melayu (*Loriculus galgulus*) dengan rata-rata (5 individu per hari pengamatan). Banyaknya jumlah kedua burung ini disebabkan karena rona lingkungan yang sebagian besar merupakan daerah terbuka.

Pada titik pengamatan 7, 8, dan 9 di lokasi hutan lindung, jenis burung geri kecil (*Aplonis minor*), burung terucuk (*Pycnonotus goiavier*) dan serindit melayu (*Loriculus galgulus*) adalah jenis burung yang banyak ditemukan pada lokasi ini. Banyaknya jumlah burung yang ditemukan pada lokasi ini disebabkan rona lingkungan yang sebagian besar berupa hutan.

Pada titik pengamatan 10 di lokasi Kilometer Nol, jenis burung walet sarang putih (*Collalalia fuchipaga*) adalah jenis yang paling banyak ditemukan pada lokasi ini. Banyaknya jumlah walet yang ditemukan pada

lokasi ini disebabkan rona lingkungan yang sebagian besar berupa hutan yang berada di Kilometer Nol. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mackinnon (1990:211) “Walet pada umumnya memilih daerah perbukitan dan hutan-hutan pegunungan”.

2. Indeks Keanekaragaman Jenis Burung di Kilometer Nol Pulau Weh

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui indeks keanekaragaman jenis burung di Kilometer Nol Pulau Weh tergolong tinggi dengan $\bar{H} = 3,0619$. Indeks keanekaragaman jenis burung pada setiap titik pengamatan di Kilometer Nol Pulau Weh adalah: titik pengamatan 1 $\bar{H} = 2,52$, titik pengamatan 2 $\bar{H} = 2,36$, titik pengamatan 3 $\bar{H} = 2,60$, titik pengamatan 4 $\bar{H} = 2,49$, titik pengamatan 5 $\bar{H} = 2,31$, titik pengamatan 6 $\bar{H} = 2,22$, titik pengamatan 7 $\bar{H} = 2,03$, titik pengamatan 8 $\bar{H} = 2,06$, titik pengamatan 9 $\bar{H} = 2,05$, dan titik pengamatan 10 $\bar{H} = 2,01$.

Indeks keanekaragaman jenis burung tertinggi di Kilometer Nol Pulau Weh terdapat pada titik pengamatan 3, sedangkan indeks keanekaragaman jenis burung terendah di Kilometer Nol Iboih Pulau Weh terdapat pada titik pengamatan 10.

Titik pengamatan 3 mempunyai indeks keanekaragaman tertinggi $\bar{H} = 2,60$, hal ini disebabkan oleh rona lingkungan wilayah tersebut sangat bervariasi yang terdiri dari perumahan penduduk, perkebunan dan hutan sekunder. Sedangkan pada titik pengamatan 10 merupakan lokasi yang mempunyai indeks keanekaragaman terendah $\bar{H} = 2,01$, hal ini disebabkan wilayah tersebut hanya terdiri dari hutan dan rumah penginapan, sehingga jenis burung di lokasi tersebut kurang bervariasi.

3. Komposisi Familia dari Jenis Burung yang Terdapat pada Lokasi Penelitian

Jenis burung yang sering ditemui berarti jumlah populasinya cukup tinggi hal ini berkaitan dengan kemampuan burung berinteraksi terhadap vegetasi dan makanan yang ada di Kilometer Nol Pulau Weh.

Familia Columbidae merupakan suku yang besar yang tersebar luas diseluruh dunia, terutama memakan buah-buahan dan biji. Mempunyai tubuh yang agak gemuk, padat, dahinya tinggi, paruh pendek dan kokoh yang khas. Bunyinya mengalun berderuk berulang-ulang. Sedangkan familia Turdidae merupakan burung yang beranggota sangat banyak, tersebar luas di dunia. Burung ini sangat beragam dalam polawarna tetapi umumnya berukuran sedang, kepala bulat, kaki agak panjang, paruh runcing, dan ramping, serta sayapnya lebar. Burung ini

memakan serangga, invertebrata dan buah buni hutan. Banyak anggota jenis bernyanyi merdu (Mackinon, 1990:163).

4. Habitat Burung di Lokasi Penelitian

Proses adaptasi merupakan hal yang paling utama untuk mempertahankan kehidupan suatu individu dalam suatu lingkungan tertentu. Demikian pula halnya dengan burung, keberadaan tempat tinggal dengan ketersediaan pakan yang cukup akan mempertahankan suatu jenis burung untuk mendiami suatu lokasi dalam jangka waktu yang lama. Keberhasilan suatu jenis burung mempertahankan dirinya sangat dipengaruhi oleh keberhasilannya dalam memilih habitat yang cocok dan khusus bagi dirinya. Dalam proses memperoleh habitat yang cocok sangat tergantung dari kemampuan interaksi jenis burung tersebut dengan habitat dan vegetasi yang mendiami wilayah tersebut.

Kawasan wisata Kilometer Nol yang sebagian besar terdiri dari hutan hujan tropis dan pemukiman penduduk serta perkebunan penduduk sangat memungkinkan untuk dijadikan habitat yang sesuai untuk berbagai jenis burung. Seperti yang telah dinyatakan di atas, bahwa vegetasi juga merupakan hal yang mempengaruhi keberadaan jenis burung pada suatu kawasan. Keberadaan vegetasi yang demikian beragam sangat mendukung bagi kehidupan burung, baik untuk mendapatkan pakan, istirahat dan berkembang biak sehingga burung-burung tersebut tidak bermigrasi lagi untuk mencari habitat yang baru.

KESIMPULAN

Berdasarkan skala tingkat pertemuan burung di Kilometer Nol Pulau Weh jenis burung yang paling melimpah ditemui adalah burung Terucuk (*Pycnonotus goiavier*) dan jenis burung yang tidak umum ditemui adalah Elang bondol (*Heliastur indus*), Raja udang (*Alcedo coerulescens*) dan Punai bakau (*Treron fulvicollis*). Kawasan wisata Kilometer Nol yang terdiri dari hutan hujan tropis merupakan salah satu habitat yang disukai oleh burung.

Melihat keanekaragaman jenis burung yang terdapat di Kilometer Nol Pulau Weh Provinsi Aceh tergolong tinggi, maka penulis menyarankan dalam mempertahankan keanekaragaman burung di Kilometer Nol Iboih Pulau Weh, perlu dibuat peraturan daerah yang melarang perburuan burung khususnya dan fauna umumnya. Sebagai daerah tujuan wisata keanekaragaman burung dapat dijadikan salah satu objek yang ditawarkan kepada wisatawan dengan pengelolaan yang lebih profesional tanpa merusak habitat aslinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (2004). Kilometer Nol Republik Indonesia. Banda Aceh: Bali Scan
- Iskandar, J. (1989). Jenis Burung yang Umum di Indonesia. Jakarta: Jambatan.
- Kreb, C. J. (1985). Ecology The Experimental Analysis Of Distribution and
- Odum, E. P. (1996). Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mackinon, J. (1988). Field Guide to the Birds Java and Bali. Jakarta: Gadjah Mada University Press.

BIODIVERSITAS CENDAWAN MAKROSKOPIK DI TAMAN WISATA ALAM SIBOLANGIT DAN SICIKEH- CIKEH, SUMATERA UTARA

Nurtjahja K. dan R.Widhiastuti

Departemen Biologi, FMIPA-USU, Jln. Bioteknologi no. 1 Kampus USU,
Medan, Sumatera Utara 20155 E-mail : 62kiki@gmail.com

Abstrak

Biodiversitas cendawan makroskopik yang terdapat di Taman Wisata Alam (TWA) Sibolangit dan Sicikeh-cikeh Sumatera Utara telah dipelajari. Pengamatan dilakukan dengan survey jelajah yang dilakukan dari Bulan April hingga Juli 2009. Pengambilan sampel cendawan dilakukan dengan pengambilan gambar, pengkoleksian, karakterisasi dan identifikasi. Hasil pengamatan diperoleh 47 spesies di TWA Sibolangit dan 56 spesies di TWA Sicikeh-cikeh. Jumlah total keanekaragaman spesies cendawan dari kedua taman nasional tersebut adalah 89 spesies. Sebagian besar dari spesies cendawan yang terdapat di kedua TWA tersebut adalah secara berurut adalah lignicolous, terrestrial dan parasit.

Kata kunci: Sibolangit and Sicikeh-cikeh, macromycetes, lignicolous, terrestrial.

PENDAHULUAN

Hutan hujan tropis merupakan habitat bagi berbagai jenis organisme sehingga memiliki biodiversitas yang paling tinggi di antara berbagai hutan lainnya di dunia (Ruch et.al, 2001). Salah satu hutan hujan tropis di Sumatera Utara yaitu Taman Wisata Alam (TWA) Sibolangit dan Sicikeh-cikeh juga memiliki tingkat keragaman organisme yang tinggi sehingga dapat mewakili hutan hujan tropis di Sumatera. Keanekaragaman tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme ini merupakan potensi yang perlu diketahui sehingga dapat dijaga kelestariannya atau dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia.

Biodiversitas yang tinggi merupakan salah satu faktor sehingga terjadinya keseimbangan dan kelestarian alam. Upaya pelestarian ini hanya dapat dilakukan jika setiap komponen penyusunnya dikenal dan diketahui baik spesies maupun perannya di alam (Arora, 1986). Salah satu organisme yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan tersebut adalah cendawan (Carlile dan Watkinson, 1994). Organisme ini merupakan satu-satunya organisme yang mampu menguraikan selulosa

sehingga siklus hara di alam terus terjadi (Frakland *et al.* 1982). Selain itu berbagai jenis cendawan bermanfaat langsung bagi manusia seperti sebagai sumber makanan dan bahan obat.

Studi mengenai cendawan lokal hutan hujan tropis khususnya Sumatera Utara masih sedikit. Literatur tentang cendawan sebagian besar tentang cendawan subtropik yang memiliki warna, bentuk, ukuran dan spesies yang berbeda dengan cendawan tropik. Untuk mengetahui keanekaragaman cendawan tersebut diperlukan studi yang hasilnya dapat dijadikan sumber data khusus cendawan hutan hujan tropik

Studi Lokasi

Taman wisata alam Sibolangit memiliki luas 24,85 hektar, terletak di Kabupaten Deli Serdang, Propinsi Sumatera. Ketinggian 550 meter di atas permukaan laut dengan suhu rata-rata 23,4°C. Curah hujan rata-rata per tahun 3000 hingga 4000 mm. Secara geografis terletak antara 98°36'36" hingga 98°36'56" Bujur Timur dan 03°17'50" hingga 03°18'39" Lintang Utara. Sebagian besar vegetasi terdiri atas pohon dengan diameter lebih dari 1 meter seperti sono kembang (*Dalbergia latifolia*), angkana (*Pterocarpus indicus*) dan kelenjar (*Samanea saman*). Sedangkan herba yang mendominasi adalah bunga bangkai (*Amorphophallus titanum*) dan *Philodendron*.

TWA Sicikeh-cikeh memiliki luas 575 hektar, terletak di Desa Pancar Nuli, Kecamatan Sidikalang, Kabupaten Daerah Tingkat II Dairi, Propinsi Sumatera Utara. Pada umumnya keadaan topografi TWA Sicikeh-cikeh umumnya bergelombang dengan ketinggian antara 1500 hingga 2000 meter di atas permukaan laut dengan suhu rata-rata 14°C hingga 30°C. Secara geografis TWA Sicikeh-cikeh terletak pada 0235' hingga 0241' Lintang Utara dan 9820' hingga 9830 Bujur Timur. Sebagian besar vegetasi terdiri dari samponus bunga (*Dacrydium junghuhnii*), kemenyan (*Styrax benzoin*), kecing (*Quercus* sp.) dan haundolok (*Eugenia* sp.)

Cendawan merupakan salah satu organisme yang berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup. Di dalam ekosistem, organisme ini membantu dalam proses siklus hara. Kemampuannya menghasilkan selulosa menyebabkan organisme ini mampu menguraikan selulosa menjadi senyawa sederhana yang dapat dimanfaatkan kembali oleh organisme lainnya. Peranan lain cendawan di dalam ekosistem hutan adalah cendawan-cendawan yang bersimbiosis dengan akar tumbuhan mampu menguraikan senyawa fosfat menjadi tersedia bagi akar tanaman. Menurut Pacioni (1981) cendawan hutan juga menjadi sumber obat-obatan, sumber makanan bagi manusia. Berbagai jenis yang hidup di kayu, tanah, bahan organik, dan kotoran hewan (koprol) berperan penting dalam menyediakan nutrisi dan siklus hara (Moore dan Landecker,

1972). Biodiversitas jenis-jenis cendawan di hutan telah diteliti oleh Ruch *et al.* (2001). Distribusi dan jenis-jenisnya sangat tergantung pada iklim dan curah hujan. Pada kondisi yang tidak menguntungkan hifa cendawan terutama cendawan *macromycetes* mampu bertahan selama bertahun-tahun di dalam tanah dan tumbuh kembali membentuk tubuh buah ketika kondisi suhu dan lingkungannya sesuai dengan pertumbuhannya (Arora, 1986). Karena setiap jenis cendawan memiliki kondisi dan syarat pertumbuhan yang berbeda-beda maka setiap saat pada lingkungan yang berbeda akan ditemukan tubuh buah yang berbeda pula. Eksplorasi jenis-jenis cendawan yang hidup liar di alam telah banyak dilakukan (Pacioni, 1981; Arora, 1986; Bessette *et al.*, 1997; dan Ruch *et al.* 2001). Eksplorasi jenis-jenis cendawan iklim subtropis yang memiliki empat musim menunjukkan hasil yang berbeda dengan jenis-jenis iklim tropis, sehingga pengungkapan jenis-jenis cendawan iklim tropis sangat perlu dilakukan.

CARA KERJA

Koleksi Sampel Cendawan

Penelitian dilaksanakan di Taman Wisata Alam Sibolangit dan Sicikeh-cikeh Sumatera Utara. semua spesies cendawan dikoleksi dengan menjelajah area survey (tracking) menurut Miller (1979); Singer (1986); Phillips (1991); Ruch *et al.* (2001;). Setiap spesies cendawan yang dijumpai dicatat dan diambil fotonya dan dilabel sesuai dengan nomor koleksi. Koleksi dilakukan menurut Smith (1980); Horn *et al.* (1993) dengan menggunakan keranjang, setiap spesies dipisahkan antara cendawan dengan tekstur lunak dengan yang bertekstur keras. Jelajah survey terus dilakukan setiap dua kali seminggu selama 3 bulan (April - Juli 2009) hingga seluruh spesies yang terdapat di kedua hutan hujan tersebut dapat diungkap. Pengambilan gambar/foto dilakukan saat sampling, sampel hasil koleksi segera diidentifikasi di lapangan dan di laboratorium FMIPA Biologi USU dengan buku kunci menurut Largent (1973), Largent & Thiers (1977); Bessette *et al.* (1997), Pacioni (1981), dan Arora (1986).

Identifikasi Secara Makroskopis

Ciri-ciri yang diamati pada saat identifikasi adalah ciri-ciri makroskopik seperti bentuk tubuh buah, warna, tekstur, ukuran, adanya annulus/ring, lapisan himenium. Tudung seperti bentuk tudung, ada/tidaknya sisik pada permukaan tudung. Lapisan bawah tudung seperti berbilah, seperti pori-pori, Tangkai/stipe seperti ukuran tangkai, warna tangkai, ada/tidaknya cawan/volva, ada/tidaknya ring/annulus. Habitat seperti terestrial, lignicolous, humus, parasit.

Identifikasi Secara Mikroskopis

Ciri-ciri yang diamati adalah bentuk dan ukuran spora, warna spora, reaksi spora terhadap meltzer atau yodium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi dan koleksi jenis-jenis cendawan di Taman Wisata Alam (TWA) Sibolangit dan TWA Sicikeh-cikeh yang dilakukan pada Bulan Mei hingga Oktober 2009, diperoleh bahwa keanekaragaman spesies yang terdapat di TWA Sibolangit sebanyak 47 spesies dan sebanyak 56 spesies di TWA Sicikeh-cikeh. Keanekaragaman spesies cendawan dari kedua taman wisata alam tersebut sebanyak 89 spesies.

Keanekaragaman Cendawan

Data hasil koleksi dan identifikasi cendawan pada TWA Sibolangit dan Sicikeh-cikeh dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1.
**Jenis-Jenis Cendawan yang Terdapat di Kawasan Wisata Alam (TWA),
 Sibolangit dan Sicikeh-cikeh**

No.	Spesies/Lokasi		Habitat
	TWA Sibolangit	TWA Sicikeh-cikeh	
1.	<i>Auricularia polytricha</i>	<i>Agaricus rhoadsii</i>	Lignicolous/humus
2.	<i>Boletus chrysenteroides</i>	<i>Albatrellus ellisii</i>	Terrestrial/Lignicolous
3.	<i>Boletus</i> sp.	<i>Auricularia auricular</i>	Terrestrial/Lignicolous
4.	<i>Bulgaria inquinans</i> *	<i>Chlorophyllum molibdites</i>	Lignicolous/Terrestrial
5.	<i>Calocera cornea</i> *	<i>Clathrus rubber</i>	Lignicolous
6.	<i>Calvatia fumosa</i>	<i>Clavicornia pyxidata</i>	Terrestrial
7.	<i>Coprinus atramentarius</i>	<i>Clitocybe nebularis</i>	Humus/Terrestrial
8.	<i>Coprinus comatus</i>	<i>Clitocybe trulaeformis</i>	Lignicolous/Terrestrial
9.	<i>Coprinus disseminatus</i>	<i>Collybia dryophyla</i>	Lignicolous/humus
10.	<i>Coprinus lagopus</i>	<i>Coltricia cinnamomea</i>	Humus/Lignicolous
11.	<i>Coprinus micaceus</i>	<i>Coltricia perennis</i>	Humus/Lignicolous
12.	<i>Coprinus radians</i>	<i>Coprinus silvaticus</i>	Humus/Lignicolous
13.	<i>Hygrocybe coccinea</i>	<i>Coprinus atramentarius</i>	Lignicolous/Humus
14.	<i>Fomes annosus</i>	<i>Coprinus comatus</i>	Lignicolous/Humus
15.	<i>Fomes fomentarius</i>	<i>Coprinus disseminatus</i>	Lignicolous/Humus
16.	<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Coprinus lagopus</i>	Lignicolous/Humus
17.	<i>Ganoderma tsugae</i>	<i>Cortinarius praestans</i>	Lignicolous/Terrestrial
18.	<i>Hygrocybe conica</i>	<i>Crepidotus mollis</i>	Humus/Lignicolous
19.	<i>Hygrocybe miniata</i>	<i>Crepidotus herbarum</i>	Humus/Lignicolous
20.	<i>Hypholoma elongatum</i>	<i>Fomes annosus</i>	Humus/Lignicolous
21.	<i>Lepiota cristata</i>	<i>Fomes fomentarius</i>	Humus/Lignicolous
22.	<i>Lepiota flammatica</i>	<i>Ganoderma applanatum</i>	Humus/Lignicolous
23.	<i>Lepiota naucinoides</i>	<i>Ganoderma tsugae</i>	Humus/Lignicolous
24.	<i>Leucocoprinus fragilissimus</i>	<i>Geastrum saccatum</i>	Humus/Lignicolous
25.	<i>Lycoperdon foetidum</i>	<i>Helvella macropus</i>	Humus/Lignicolous
26.	<i>Lycoperdon pyriforme</i>	<i>Lepiota cristata</i>	Humus
27.	<i>Lycoperdon umbrinum</i>	<i>Lepiota flammatica</i>	Humus

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

No.	Spesies/Lokasi		Habitat
	TWA Sibolangit	TWA Sicikeh-cikeh	
28.	<i>Marasmius oreades</i>	<i>Lepiota naucinoides</i>	Humus
29.	<i>Marasmius pyrocephalus</i>	<i>Marasmius androsaceus</i>	Lignicolous
30.	<i>Marasmius sp.</i>	<i>Marasmius candidus</i>	Lignicolous
33.	<i>Microstoma floccose*</i>	<i>Naematoloma aurantiaca</i>	Humus
34.	<i>Mycena rorida</i>	<i>Neobulgaria pura</i>	Lignicolous
35.	<i>Pleurocybella porrigens</i>	<i>Paxillus involutus</i>	Lignicolous/humus
36.	<i>Polyphorus admirabilis</i>	<i>Phallus impudicus</i>	Humus
37.	<i>Psathyrella longipes</i>	<i>Pholiota spumosa</i>	Humus
38.	<i>Psathyrella longistriata</i>	<i>Pholiota flammans</i>	Humus
39.	<i>Psathyrella septentrionalis</i>	<i>Pithya vulgaris</i>	Lignicolous
40.	<i>Phallus impudicus</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Lignicolous
41.	<i>Pholiota spumosa</i>	<i>Resinomycena rhododendri</i>	Humus
42.	<i>Trametes conchifer</i>	<i>Russula albidula</i>	Lignicolous/Terrestrial
43.	<i>Trametes versicolor</i>	<i>Russula mairei</i>	Lignicolous/Terrestrial
44.	<i>Tremella mesenterica</i>	<i>Russula sardonica</i>	Lignicol/Terrestrial
45.	<i>Xylaria hypoxylon*</i>	<i>Rutstromia echinophila</i>	Lignicolous
46.	<i>Xylaria longipes*</i>	<i>Schizophyllum commune</i>	Lignicolous
47.	<i>Xylaria polymorpha*</i>	<i>Scleroderma cepa</i>	Humus
48.	-	<i>Steccherinum ochraceum</i>	Lignicolous
49.	-	<i>Termitomyces arrhizus</i>	Terrestrial
50.	-	<i>Tricholoma columbetta</i>	Lignicolous
51.	-	<i>Tricholoma sulphureum</i>	Lignicolous
52.	-	<i>Tricholomopsis rutilan</i>	Lignicolous
53.	-	<i>Tyromyces amarus</i>	Lignicolous
54.	-	<i>Xylaria hypoxylon*</i>	Terrestrial/humus
55.	-	<i>Xylaria longipes*</i>	Terrestrial/humus
56.	-	<i>Xylaria polymorpha*</i>	Terrestrial/humus

Keterangan: * = Ascomycetes

Keanekaragaman atau jumlah spesies cendawan pada TWA Sicikeh-cikeh lebih tinggi dari pada keanekaragaman cendawan di TWA Sibolangit. Area Sicikeh-cikeh yang lebih luas dan ketinggian yang lebih tinggi dari pada TWA Sibolangit menjadi sebab tingginya jumlah spesies di TWA Sicikeh-cikeh. Pada Tabel 1 menunjukkan beberapa spesies cendawan terdapat pada Sibolangit seperti *Boletus* sp, *Calvatia* tetapi tidak terdapat pada TWA Sicikeh-cikeh. Beberapa contoh spesies cendawan yang terdapat pada kedua TWA tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :

Gambar 1. Beberapa contoh spesies cendawan yang terdapat di Sicikeh-cikeh dan Sibolangit seperti di bawah ini:



Geastrum Saccatum



Termitomyces arrhizus



Lepiota flammatica



Microstoma floccosa



Trametes versicolor



Calocera cornea

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"



Tricholomopsis rutilans



Leucocoprinus fragilissimus



Hygrocybe conica



Coprinus disseminatus



Tricholoma sulphureum



Ganoderma applanatum

Berikut adalah deskripsi beberapa contoh spesies cendawan makroskopis yang terdapat pada taman wisata alam Sibolangit dan Sicikeh-cikeh:

Geastrum saccatum

Tubuh buah bulat ketika masih muda, pada saat dewasa lapisan luarnya terpecah menjadi 8 yang setiap pecahan membengkok ke belakang. Pada bagian tengahnya terdapat kantung spora yang berukuran 2 hingga 5 cm. Tubuh buah elastis seperti karet ketika masih segar, berwarna coklat muda. Kantung spora berbentuk bulat, licin, tanpa tangkai, berwarna coklat muda dan pada bagian ujungnya terdapat lubang berupa pori tempat keluarnya spora. Spora berwarna coklat berukuran 3,5 hingga 5 mikron, berbentuk bulat dan dindingnya berbintil-bintil. Edibilitas : tidak dapat dikonsumsi. Habitat soliter atau bergerombol pada humus, batang kayu pada daerah terbuka.

Termitomyces arrhizus

Diameter tudung 5 hingga 12 cm, berwarna putih kekuningan, kadang retak pada bagian tepinya, bagian tengah tudung sedikit cembung. Lapisan himenium (gills) berwarna putih. Tangkai kadang bersisik dan membesar pada bagian pangkalnya. Pangkal tangkai meruncing dengan rhizoid yang panjang. Spora berwarna putih, elip, licin, berukuran 6 hingga 9 x 3 hingga 5 mikron. Edibilitas : dapat dikonsumsi. Habitat : berasosiasi pada sarang rayap di dalam tanah.

Lepiota flammaticinta

Diameter tudung 1,5 hingga 5 cm, cembung ketika masih muda kemudian mendatar. Pada bagian tepi tudung sedikit terangkat ke atas. Bagian atas tudung cembung dan pada bagian tengahnya berwarna merah kecoklatan. Lapisan himenium berwarna putih. Tangkai (stipe) berwarna merah, tinggi 3 hingga 10 cm dengan ukuran sama dari pangkal hingga ke ujung. Spora berwarna putih, elip, licin, berukuran 6 hingga 8 x 4 hingga 5 mikron. Edibilitas: tidak diketahui. Habitat: soliter atau berkelompok pada kayu lapuk.

Microstroma floccosa

Disebut juga dengan shaggy scarlet cup. Tubuh buah berukuran tinggi 1 hingga 4,5 cm dengan diameter cawan 3 hingga 10 mm. Cawan berwarna merah, memiliki rambut-rambut berwarna putih dengan tangkai berwarna putih. Spora hialin berukuran 20 hingga 35 mikron, berbentuk elip, licin. Edibilitas tidak diketahui. Habitat: kayu lapuk, hidup soliter atau tersebar.

Trametes versicolor

Disebut juga dengan Polyporus versicolor atau Coriolus versicolor. Diameter tubuh buah 3 hingga 8 cm, datar atau agak melengkung, tipis, kadang berkoloni seperti bunga mawar, tidak

bertangkai (sessil), permukaan atas tubuh buahnya licin kadang velvety dengan zone variasi warna, tekstur tubuh buah seperti kulit. Spora berwarna putih, licin, berukuran 4 hingga 5 x 1,5 hingga 3 mikron. Edibilitas: tidak dapat dikonsumsi karena tekstur yang liat. Habitat: pada kayu lapuk atau parasit pada pohon yang masih hidup. Hidup sepanjang tahun.

Calocera cornea

Tubuh buah berukuran kurang lebih 1 cm, berbentuk silindris pada waktu masih muda dan pipih pada bagian ujungnya saat dewasa. Tubuh buah berwarna kuning dan elastis. Spora berwarna kuning kecoklatan, berbentuk elip, licin dengan ukuran 7 hingga 9 x 4 hingga 4,5 mikron. Edibilitas: tidak bernilai karena ukuran yang kecil. Habitat: kayu lapuk.

Tricholomopsis rutilans

Diameter tudung (cap) 5 hingga 10 cm, permukaan tudung berwarna kuning dengan sisik-sisik kecil, berbentuk lonceng saat masih muda, kemudian datar dan sedikit cembung di tengah tudung setelah dewasa. Gill berwarna kekuningan. Tangkai (stipe) agak sedikit membesar pada bagian pangkalnya, tangkai berwarna kuning dan ditutuli oleh sisik-sisik kecil berwarna kemerahan. Spora berwarna putih, oval, licin, berukuran 5 hingga 8 x 4,5 hingga 6 mikron. Edibilitas: dapat dikonsumsi. Habitat: humus, kayu lapuk, soliter atau berkelompok.

Leucocoprinus fragilissimus

Tudung berdiameter 1 hingga 4,5 cm, berbentuk lonceng ketika masih muda dan menjadi cembung setelah dewasa. Tudung transparan, bergaris-garis berwarna coklat muda dengan bagian tengah berwarna kuning terang. Tinggi tangkai 4 hingga 15 cm agak membesar pada bagian pangkalnya, mudah patah dengan sisik-sisik, terdapat annulus (cincin). Spora berwarna putih, berukuran 9-13 x 7 - 8 mikron. Edibilitas: tidak diketahui. Habitat: humus, soliter dan tersebar.

Hygrocybe conica

Cap berdiameter 2 hingga 9 cm, berbentuk corong atau bel dengan agak sedikit cempung pada bagian tengahnya, lengket pada bagian atasnya, berwarna merah atau kecoklatan. Gill berwarna kekuningan. Tangkai 2 - 10 cm dengan panjang 3 - 10 cm berdiameter sama dari ujung hingga ke pangkal, licin, mudah patah. Spora berwarna putih, berukuran 8 - 14 x 5 - 7 mikron, elip, licin, hialin. Edibilitas: beracun. Habitat: soliter atau bergerombol pada kayu lapuk atau humus hutan berdaun jarum.

Coprinus disseminatus

Tudung (cap) berwarna putih berukuran 1 - 2 cm, himenium berwarna putih kemudian menjadi hitam saat cendawan berukuran dewasa. Tinggi tangkai 2,5 - 6 cm, berwarna putih, mudah patah. Spora berwarna hitam, berbentuk ellip, dinding spora licin, ukuran spora 9 - 10 x 5 - 6 mikron. Edibilitas: tidak menarik untuk dikonsumsi karena ukuran yang kecil dan lunak. Habitat: kayu lapuk, humus biasanya hidup bergerombol dengan berbagai ukuran.

Tricholoma sulphureum

Diameter cap 3 hingga 9 cm, berwarna kuning belerang dengan bagian tengah tudung sedikit cekung dan berwarna kecoklatan, permukaan tudung kering. Lpiasan himenium berwarna kuning demikian juga stipe berwarna kuning dan agak sedikit membesar pada bagian pangkalnya. Spora berwarna putih, berbentuk ellip, licin, berukuran 8 - 10 x 5 - 6 mikron. Edibilitas : beracun. Habitat: humus atau kayu lapuk.

Ganoderma applanatum

Tubuh buah berukuran 10 hingga 40 cm, sessil. Tubuh buah bertekstur seperti kayu, berwarna coklat karat dan berwarna putih pada bagian tepinya. Pada bagian bawah tubuh buah berwarna putih atau abu-abu dan berubah menjadi coklat jika disentuh. Spora berwarna coklat karat, berbentuk ellip, permukaan spora berbintil-bintil, ukuran spora 9 - 13 x 6 - 9 mikron. Edibilitas: tidak dapat dikonsumsi karena tekstur yang keras berkayu. Habitat: padasit pada batang pohon atau saprofit pada kayu lapuk, kadang hidup bergerombol.

Sebagian besar cendawan dengan tubuh buah makroskopik termasuk ke dalam kelas Basidiomycetes. Hidupnya bersifat saprofit pada kayu lapuk (lignicolous) dan humus. Beberapa bersifat parasit hidup pada tumbuhan yang masih hidup seperti *Ganoderma* dan *Fomes*. Spesies cendawan yang hidup terestrial atau pada humus seperti *Boletus*, *Lycoperdon*, dan *Phallus* bersifat mikorhiza sehingga keberadaan spesies cendawan ini selalu berasosiasi dengan tumbuhan tinggi berdaun lebar. Cendawan kelas Ascomycetes umumnya memiliki ukuran tubuh buah mikroskopik, tetapi beberapa spesies berukuran makroskopik dijumpai seperti *Bulgaria*, *Microstoma*, *Calocera*, dan *Xylaria*, kebanyakan dari spesies bersifat saprofit.

SIMPULAN DAN SARAN

Keanekaragaman spesies cendawan yang terdapat di TWA Sibolangit adalah 47 spesies dan TWA Sicikeh-cikeh 56 spesies. Jumlah total spesies cendawan dari kedua TWA tersebut adalah 89 spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, D. 1986. *Mushroom Demystified*. 2nd Ed. Berkeley: Ten Speed Press.
- Bessette, A.F, Bessette A.R and Fischer D.W.1997. *Mushrooms of Northeastern North America*, Syracuse University Press Hong Kong.
- Carlile, M.J and Watkinson S.C. 1994. *The Fungi*. Academic Press. London
- Frankland, J.C., Hedger J.N., Swift M.J. 1982. *Decomposer Basidiomycetes: Their biology and ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Horn, B, R Kay and D. Abel, 1993. *A Guide to Kansas Mushrooms*. University Press of Kansas, Laurence, Kansas 297 pp.
- Kaul, T.N and Kapur B.N. 1987. *Indian mushroom Science II. Proceedings of the International Conference on Science and Cultivation Technology of Edible Fungi*. Adharshila Publishing Aids, New Delhi.
- Largent, D.L. 1973. *How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features*. California: Mad River Press.
- Largent & Thiers.1977. *How to Indentify Mushrooms to Genis II: Macroscopi Features*, California: Mad River Press.
- Miller, O.K 1979. *Mushrooms of North America*, 3rd ed.E.P. Dutton, New York 368 pp.
- Moore-Landecker, E. 1972. *Fundamentals of Fungi*. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Phillips, R. 1991. *Mushrooms of North America*, Little Brown and Co., Boston, Massachusetts 339 pp.
- Pacioni, G. 1981. *Guide to Mushrooms*. A Fireside Book. Simon and Schuster Inc, New York.
- Ruch, D.G, Robbin M.C. and Nurtjahja K. 2001. *The lignicolous fungi of Ginn Woods, Delaware County, Indiana*. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*110:79-93.
- Ruch, D.G., Nurtjahja K, and Badger K.S. 1997. *The difference between malate synthase specific activity of light and dark spored agarics is not due to phenolic contamination*.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Ruch, D.G. Robbins M.C, and Nurtjahja K. The lignicolous fungi of Ginn Woods, Delaware County, Indiana. *Proceedings of the Indiana Academy of Science* 110:79-93 (2001).
- Singer, R. 1986. *The Agaricales In Modern Taxonomy*, Koelz Scientific Books. 1070 pp.
- Smith, A.H and N.S Weber. 1980. *The Mushrooms Hunter's Field Guide*. University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan 316 pp.

PENDUGAAN KERAGAMAN GENETIK KELAPA SAWIT TIPE DURA BERDASARKAN MARKA MIKROSATELIT

Lollie Agustina P. Putri¹, Sudarsono², Dwi Asmono³
dan Norbert Billotte⁴

¹ Departemen Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
Jl. Prof A. Sofyan no. 3 – Medan 20155, email : lollie_agustina@yahoo.com

² Departemen Agronomi dan Hortikultur, Institut Pertanian Bogor (IPB)- Jl.
Meranti, Kampus Darmaga, Bogor- 16680,

³ PT Sampoerna Agro Tbk - Jl. Basuki Rahmat 788 Palembang

⁴ CIRAD (Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique
pour le Developpement), UMR 1096, TA 80/03 Avenue Agropolis, 34398
Montpellier, Cedex 5, France

Abstrak

Analisis keragaman genetik dilakukan pada 10 populasi tetua Dura (40 individu) terpilih dengan menggunakan dua puluh lokus DNA mikrosatelit dan berasal dari origin Chemara. Total alel yang berhasil dideteksi adalah 75 alel, dengan jumlah alel tertinggi sebanyak 7 alel untuk lokus mEgCIR0353 dan dengan jumlah minimum 2 alel pada lokus mEgCIR0173, mEgCIR0802, mEgCIR2422, mEgCIR3362, mEgCIR3533 dan mEgCIR3543, dengan rata-rata jumlah alel per lokus 3.73. Dari hasil analisis dengan koefisien *genetic dissimilarity* menggunakan DARwin 5.0, terdapat 3 group utama pada Chemara. Nilai *PIC*, *Ho* dan *He* berturut-turut adalah 37.0% , 0.200 dan 0.431.

Kata kunci: Kelapa sawit, Dura, origin Chemara, *simple sequence repeat* (SSR),

PENDAHULUAN

Ketersediaan material genetik (plasma nutfah) merupakan prasyarat utama bagi pemilihan tetua untuk penciptaan bahan tanaman unggul. Keragaman genetik menempati posisi penting dalam program pemuliaan karena optimalisasi dan maksimalisasi sifat-sifat tertentu akan dapat dicapai jika cukup peluang untuk melakukan seleksi gen untuk sifat yang diinginkan juga merupakan syarat mutlak untuk pengembangan kultivar. Adanya penekanan pada program hibridisasi pemuliaan menimbulkan kepentingan pendugaan keragaman pada plasma nutfah kelapa sawit. Keragaman genetik tanaman dapat ditingkatkan baik dengan cara persilangan, introduksi, mutasi maupun persilangan dengan

genotipe liar. Semakin tinggi tingkat keragaman genetik populasi tanaman akan semakin cepat proses keberhasilan perbaikan tanaman tersebut.

Marka mikrosatelit yang merupakan salah satu penanda molekuler, dibuat berdasarkan jumlah sekuen DNA sederhana yang berulang ulang sehingga sering disebut juga dengan simple sequence repeat (SSR), yang menggunakan prinsip kerja reaksi polimerisasi berantai dengan menggunakan mesin PCR (*Polymerase Chain Reaction*), yang mampu mengamplifikasi sekuen DNA tertentu secara *in vitro*. Saat ini mikrosatelit menjadi salah satu marka yang paling banyak digunakan secara luas untuk pemetaan genetik, analisis keragaman, dan studi evolusi (Temnykh *et al.* 2000). Keunggulan penanda mikrosatelit dibandingkan marka lainnya seperti (1) bersifat kodominan, (2) polimorfisme tinggi, (3) lokus tersebar merata dalam genom dan dalam jumlah sangat banyak, dan (4) dideteksi berbasis PCR sehingga diperlukan DNA dalam jumlah sedikit.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman genetik pada plasma nutfah kelapa sawit Dura origin Chemara dengan menggunakan 20 marka SSR (mikrosatelit).

CARA PENELITIAN

Bahan Tanaman dan Ekstraksi DNA genomik

Ekstraksi DNA daun kelapa sawit dari 40 individu origin Chemara dilakukan menurut metode CTAB Orozco-Castilo *et al.* (1994) yang dimodifikasi khususnya penambahan antioksidan *polivinilpolipirolidon* (PVPP) dan *merkaptotanol* (Toruan-Mathius *et al.* 1997; Asmono *et al.* 2000) selama melakukan penggerusan contoh dan ke dalam bufer ekstrak. Konsentrasi DNA genomik diukur dengan fluorimeter (Fluoroskan Ascent ®, Thermo Fisher Scientific ®, USA)

Amplifikasi PCR-Pemilihan Marka Mikrosatelit

Dua puluh lokus mikrosatelit yang terpilih mengacu pada publikasi Billotte *et al.* (2005). Untuk setiap reaksi 2.5 ng templat DNA dicampur dengan 5 µl buffer PCR (10 mM/L Tris-HCL, 50 mM/L KCl, 2 mM/L MgCL₂, 0.001% glycerol), 200 µmol/L dNTPs, 0.10 µmol/L primer yang telah dilabel dengan sekuen M13, dan 0.1 U Taq DNA polymerase. Amplifikasi PCR dilakukan pada Eppendorf Mastercycler ep 384 (Eppendorf. Westbuy. New York, USA).

Program amplifikasi terdiri dari siklus denaturasi awal 4 menit pada 94 °C, diikuti 35 siklus pada tahapan denaturasi 94 °C selama 30 detik, tahapan penempelan 52 °C selama 1 menit 15 detik, perpanjangan 72 °C selama 1 menit 30 detik, dan elongasi akhir pada 72 °C selama 8 menit.

Hasil PCR dilakukan secara fluoresens dan dianalisa melalui elektroforesis gel poliakrilamid 6.5 % dengan menggunakan alat sekuencer otomatis LI-COR 4300 (LI-COR Biosciences, Lincoln, Nebraska, USA) seperti yang dilakukan Billotte *et al.* (2005). Profil migrasi yang diperoleh dan dijelaskan dengan SAGA^{GT®} software (LI-COR, Biosciences Lincoln, Nebraska, USA) sedangkan penetapan ukuran alel-alel dilakukan secara manual pada setiap individu berdasarkan analisis otomatis dari piranti lunak SAGA^{GT®}. Alel-alel akan diidentifikasi berdasarkan ukuran panjangnya. Perhitungan dan analisis deskriptif ini menggunakan software DARwin5.05 (Perrier dan Jacquemoud-Collet 2009).

Jumlah alel, rata-rata jumlah alel per lokus, nilai *polymorphic information content* (PIC), nilai heterozigositas teramati (H_o) dan nilai heterozigositas harapan (H_e) dihitung menggunakan software PowerMarker 3.25 (Liu, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Alelik

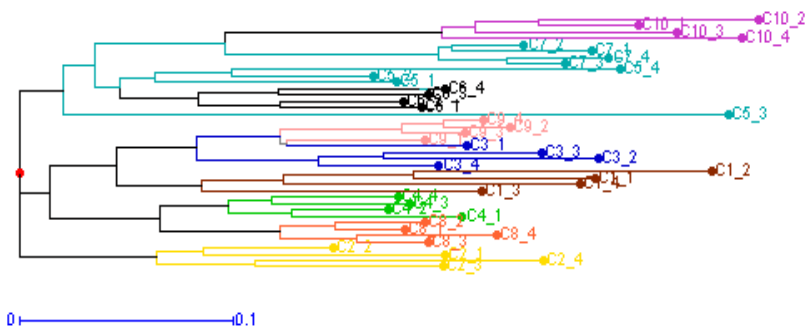
Jumlah alel setiap lokus SSR sangat bervariasi. Dengan melihat sampel secara umum, semua lokus yang digunakan (20 lokus) adalah polimorfik. Total jumlah alel adalah 75 alel diantara 40 genotipe kelapa sawit yang digunakan, dengan jumlah minimum 2 alel pada lokus mEgCIR0173, mEgCIR2422, dan mEgCIR3543 serta jumlah maksimum 7 alel pada lokus mgCIR0353.

Namun nilai ini masih lebih besar daripada hasil penelitian dengan isozim yang bervariasi diantara 2 dan 3.5 alel per lokus (Purba *et al.* 2000) dan dengan marka RFLP dibawah 2 (Maizura *et al.* 2006). Polimorfisme yang didapatkan dengan marka SSR jauh lebih besar daripada yang terdeteksi melalui isozim atau RFLP. Terbukti pemakaian marka SSR sangat efektif untuk memperoleh polimorfisme yang tinggi dari setiap individu tanaman.

Rata-rata alel per lokus untuk origin Chemara adalah 3.73. Nilai heterozigositas teramati (H_o) yang ditemukan pada origin Chemara adalah 0.200, dengan nilai heterozigositas harapan (H_e) sebesar 0.431.

Analisis Hubungan Genetik

Gambar 1 menunjukkan profil pohon filogenetik berdasarkan analisis pengelompokan UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic*) dengan metode *Matrix Dissimilarity Simple Matching* untuk 40 individu pada 20 marka mikrosatelit. Hasil perhitungan untuk koefisien kesamaan genetik menunjukkan bahwa 10 populasi Dura origin Chemara terbagi dalam 3 group besar.



Gambar 1. Profil Neighbour-Joining dari 40 Individu Dura Origin Chemara yang Dianalisis Berdasarkan *Matrix Dissimilarity Simple Matching*

Pada penelitian ini, persentase lokus yang polimorfik dapat menjadi acuan untuk melihat kekayaan diversitas gen. Origin yang masih memiliki keragaman yang tinggi diduga karena merupakan hasil persilangan dari tetua yang sangat jauh berbeda (Bina Sawit Makmur 2004) dan masih sedikit mengalami penekanan seleksi. Faktor lain yang mungkin menyebabkan perbedaan diversitas gen adalah ukuran sampel yang digunakan dan hasil dari selfing maupun seleksi yang telah dilakukan pada origin tersebut sebelumnya sehingga akan meningkatkan homozigositas dan akan menyebabkan kehilangan heterozigositas.

KESIMPULAN

Terdapat 3 group utama pada Dura origin Chemara, yaitu nomor C2 berada pada satu kelompok, nomor C9, C3, C1, C4 dan C8 berada pada kelompok kedua, sedangkan C10, C5, C7, dan C6 pada kelompok yang ketiga.

Masih diperlukan analisis setiap nomor populasi untuk menentukan individu yang memiliki spesifikasi tertentu, dengan demikian diharapkan memberikan informasi untuk meningkatkan heterosis dalam program pemuliaannya sesuai dengan karakter yang dikehendaki.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada perkebunan PT Sampoerna Agro Tbk (Palembang, Sumatra, Indonesia) dan Institut Pertanian Bogor untuk seluruh dukungan pada penelitian ini, kepada the Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)-Perancis untuk penyediaan laboratorium serta kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional Indonesia untuk bantuan biaya melalui Program Sandwich.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmono D, Toruan-Mathius N, Subranto. 2000. Pemetaan Genom Pengendali Produktivitas Minyak pada Kelapa Sawit. Laporan Riset Unggulan Terpadu (RUT) VII. Jakarta : Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Billotte N *et al.* 2005. Microsatellite-based high density linkage map in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Theor. Applied Genet.* 110(4): 754-765.
- Bina Sawit Makmur. 2004. Proposal pelepasan varietas tanaman kelapa sawit. (Tidak dipublikasikan). Laporan Intern. Palembang. 198 p.
- Liu K, Muse SV. 2005. PowerMaker: An integrated analysis environment for genetic maker analysis. *Bioinformatics.* 21: 2128-2129.
- Maizura I, Rajanaidu N, Zakri AH, Cheah SS. 2006. Assesment of genetic diversity in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) using restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP). *Gen. Res.and Crop Evolution.* 53:187-195.
- Oroczo-Castillo C, Chalmers KJ, Waugh R, Powell W. 1994. Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 87: 934-940.
- Perrier X, Jacquemoud-collet JP. 2009. DARwin software. <http://darwin.cirad.fr/darwin>
- Purba AR *et al.* 2000. A new aspect of genetic diversity in Indonesian oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) revealed by isoenzyme and AFLP markers and its consequences for breeding. *Theor. Appl. Genet.* 101:956-961.
- Temnykh, S. *et al.* 2000. Mapping and genome organization of microsatellite sequences in rice (*Oryza sativa*). *Theor. Appl. Genet.* 100:607-712.
- Toruan-Mathius N, Hutabarat T. 1997. Pemanfaatan teknik penanda molekuler dalam usaha meningkatkan produktivitas tanaman perkebunan. *Warta Puslit Biotek Perkebunan II* (1):2-9.

REVISI *FREYCINETIA* (*PANDANACEAE*) SUMATERA

Nursahara Pasaribu

Departemen Biologi FMIPA USU; pasaribunursahara@yahoo.com

Abstrak

Freycinetia Gaud. salah satu marga dari suku *Pandanaceae*. Marga ini beranggotakan lebih dari 200 jenis, sebagian besar tergolong merambat. Marga ini tersebar mulai dari Sri Lanka, Indocina, Malesia sampai ke bagian utara Australia (Queensland) dan New Zealand dengan penyebaran utamanya terdapat di kawasan Malesia khususnya Borneo, Filipina, dan New Guinea. Penelitian marga ini di Sumatera masih kurang dibandingkan pulau-pulau tetangganya seperti semenanjung Malaya dan Borneo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragamannya di Sumatera dan pulau-pulau di sekitarnya dengan pendekatan morfologi dan anatomi untuk memantapkan pembatasan takson. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 14 jenis *Freycinetia* di Sumatera, 12 jenis tergolong pemanjat dan dua jenis berupa semak. Dari 14 jenis, empat merupakan jenis yang baru dipertelakan dan diusulkan sebagai jenis baru (*F. berbakensis* Widjaja, Pasaribu & Hidayat, *F. dewildeorum* Pasaribu, *F. leuserensis* Pasaribu, dan *F. scabrosa* Pasaribu & Widjaja). Dari hasil pengamatan diketahui bahwa data anatomi kualitatif seperti susunan stomata, sel-sel epidermis, jaringan pagar, jaringan bunga karang dapat dipakai sebagai ciri penanda jenis karena terdapat perbedaan yang sangat jelas untuk masing-masing jenis dibandingkan data anatomi kuantitatif seperti ukuran stomata, indeks stomata dan frekuensi stomata. Analisis fenetik ciri morfologi dan anatomi menunjukkan 14 jenis *Freycinetia* di Sumatera terbagi ke dalam tiga kelompok. Nilai koefisien kesamaan jenis berkisar dari 0.58-0.86 yang berarti ketiga kelompok *Freycinetia* mempunyai kemiripan morfologi dan anatomi 58% sampai 86%. *Freycinetia kamiana*, *F. leuserensis*, *F. sumatrana*, *F. imbricata*, *F. javanica*, *F. scandens*, *F. scabrosa*, dan *F. rigidifolia* mengelompok pada satu grup dengan nilai koefisien kesamaan 0.65, sementara *F. angustifolia*, *F. berbakensis*, *F. confusa*, *F. distigmata*, dan *F. winkleriana* mengelompok pada grup lain dengan nilai koefisien kesamaan 0.66.

Kata kunci: Anatomi, *Freycinetia*, Morfologi, *Pandanaceae*, Sumatera

PENDAHULUAN

Freycinetia Gaudich adalah salah satu marga dari suku *Pandanaceae*, marga ini pertama kali dipertelakan Gaudich (1824) berdasarkan tipe jenis yaitu *F. arborea* yang hanya terdapat di Hawaii. Jenis ini tumbuh sebagai semak atau pohon kecil, sementara jenis-jenis lain dari marga *Freycinetia* tumbuh sebagai pemanjat dengan akar udara.

Freycinetia merupakan marga kedua terbesar setelah *Pandanus* dengan jumlah jenis berkisar antara 180–200 (Stone 1983; Cox 1990; Cox, Huynh & Stone 1995) dengan daerah penyebaran yang lebih terbatas yaitu di Asia Tenggara, Kepulauan Pasifik dan Oseania (Callmander *et al.* 2003). Marga ini gagal mencapai Afrika tempat hidup beragam jenis *Pandanus*. Malesia (Semenanjung Malaya, Sumatera, Jawa, Kalimantan, Kepulauan Sunda Kecil, Sulawesi, Philipina dan New Guinea) merupakan daerah penyebaran penting marga ini karena sebagian besar jenisnya terdapat di kawasan ini (Stone 1970). Sama halnya dengan marga lain yang termasuk dalam suku *Pandanaceae*, *Freycinetia* ini umumnya menempati berbagai tipe habitat seperti hutan rawa, hutan bakau, hutan primer, hutan sekunder mulai dari ketinggian beberapa meter dari permukaan laut sampai ketinggian kurang lebih 3000 meter (Stone 1974).

Marga ini sebagian besar jenisnya dicirikan oleh pemanjat berkayu dengan akar udara. Daunnya umumnya kaku, menggaris, melanset, melanset sungsang, berduri di pinggirnya, tertata dalam tiga deret. Di bagian bawah daun terdapat kuping dengan beragam tipe. Bunga kecil–kecil, tersusun dalam perbungaan yang didukung oleh *braktea*. Benang sari banyak, tangkai sari bebas atau bertautan. Karpel biasanya berjumlah banyak, tersusun dalam sinkarp dengan putik duduk yang biasanya bebas atau bertautan. Buah majemuk, lonjong atau membulat, tersusun dalam bentuk buni (Pasaribu *et al.* 2008).

Keseluruhan jenis marga ini sampai pada tahun 1973 dikenal sebagai tumbuhan berumah dua. Beberapa penelitian terakhir membuktikan marga ini merupakan tumbuhan biseksual, sebagai contoh *F. reinecke* Rein ex Warburg dan *F. negrosensis* Merr (Cox 1981). Munculnya bunga jantan dan betina pada cephalia yang sama sebenarnya sudah pernah diamati oleh Stone (1965, 1968) namun hasil pengamatan tersebut tidak pernah dilaporkan secara formal.

Penelitian mendasar pada marga ini di Sumatera pertama sekali dilaporkan Warburg (1900), tercatat dua jenis yaitu *F. sumatrana* dan *F. tenuis*. Ridley (1907) & Martelli (1910) menambah informasi jenis baru *Freycinetia* di Sumatera. Penelitian intensif dan menyeluruh tentang *Freycinetia* di Sumatera dilakukan Stone (1972), 62 tahun setelah Martelli. Dari hasil penelitian berdasarkan pada ciri morfologi sejumlah spesimen yang tersimpan di Herbarium Bogoriense (BO), Leiden (L) dan

Firenza (FI), Stone (1972) melaporkan sepuluh jenis *Freycinetia* di Sumatera, jenis-jenisnya adalah *F. angustifolia*, *F. confusa*, *F. distigmata*, *F. imbricata*, *F. javanica*, *F. kamiana*, *F. rigidifolia*, *F. sumatrana*, *F. tenuis* dan *F. winkleriana*.

Hampir 37 tahun setelah Stone (1972), penelitian taksonomi *Freycinetia* di Sumatra tidak pernah dilakukan lagi. Sementara jumlah spesimen herbarium jenis-jenis marga ini telah mengalami penambahan yang cukup signifikan yang berasal dari berbagai lokasi di Sumatera. Dengan demikian penelitian yang mendalam dari genus ini dirasakan perlu dilakukan untuk dapat mempelajari dan melihat variasi yang lebih luas, menambahkan bukti lain seperti anatomi, dan mempertelakan spesimen-spesimen baru yang sudah dikoleksi.

Data-data ini memberikan gambaran bahwa informasi yang berkaitan dengan *Freycinetia* di Sumatera belum memadai. Hal ini terlihat baik dari perbedaan jenis-jenis dan jumlah jenis yang dilaporkan ahli sebelumnya dengan hasil yang ditemukan di BO. Secara umum koleksi spesimen marga ini tergolong masih sedikit dibandingkan luas Sumatera, dan diperoleh dari lokasi yang relatif terbatas yaitu sekitar 19 lokasi dari 10 propinsi yang ada di Sumatera. Koleksi juga belum mencakup semua ragam habitat dari marga ini baik hutan primer maupun sekunder. Disamping itu kebanyakan koleksi juga dengan organ generatif yang terbatas pada buah dan tanpa bunga bahkan beberapa diantaranya adalah koleksi spesimen steril, sedangkan untuk mengetahui variasi yang lengkap dari suatu marga dibutuhkan spesimen dengan organ yang lengkap dan jumlah yang representatif

Oleh karena itu berdasarkan beberapa alasan yang sudah diuraikan di atas perlu dilakukan kajian taksonomi seperti revisi marga *Freycinetia* di Sumatera. Informasi fundamental yang lebih komprehensif dan mendalam mengenai jumlah jenis marga ini perlu diupayakan ketersediaannya sebagai langkah awal dalam menentukan potensi jenis-jenis yang terdapat di Sumatera yang mungkin dapat dikembangkan dimasa mendatang. Salah satu kajian yang dapat dilakukan dalam mengungkap jumlah jenis adalah dengan melakukan revisi marga ini. Penelitian ini juga sangat perlu dilakukan mengingat laju kerusakan hutan yang relatif tinggi di Sumatera yaitu sekitar 1,7 juta ha/tahun selama tahun 1985 – 1996 (Holmes 2000, FWI/GFW 2001). Kondisi ini menjadi ancaman serius bagi kelangsungan hidup marga *Freycinetia* yang tumbuh sebagai pemanjat pada pohon-pohon di hutan dan sangat disayangkan kalau jenis-jenis dari marga ini sudah hilang sebelum informasinya sempat diteliti. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui kontribusi penting dari gambaran ciri-ciri anatomi disamping ciri morfologi sehingga terungkap informasi tentang jumlah jenis *Freycinetia* di Sumatera.

BAHAN DAN METODE

Epidermis Daun (Preparat Semi-permanen)

Metode pembuatan preparat semi-permanent untuk permukaan epidermis daun (lapisan paradermal) merupakan gabungan **Simple Scraping Technique** dari Metcalfe (1960) dan metode Cutler (1978) yang dimodifikasi. Daun dipotong dengan panjang $\pm 1 - 1.5$ cm, dipanaskan dalam asam nitrat (50%) selama lebih kurang 5 – 10 menit (lamanya perebusan sangat tergantung pada tebal tipisnya daun). Daun yang telah direbus diletakkan pada objek glass dan dicuci dengan aquades hingga bersih, daun kemudian diwarnai dengan Safranin 1%. Spesimen ditetesi dengan glyserin sebagai media dan ditutup dengan cover glass, selanjutnya diamati di bawah mikroskop untuk menentukan karakter-karakter anatomi seperti 1) tipe stomata, 2) ukuran stomata 3) indeks stomata dan 4) bentuk kristal.

Tipe stomata ditentukan berdasarkan pengelompokan stomata dari Metcalfe (1960). **Ukuran stomata** merupakan gabungan dari area sel penutup (guard cells) dengan celah yang dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Franco (1939) yaitu $a \times b \times 0.7854$, dimana a = panjang stoma dan b = lebar stoma. **Indeks stoma** merupakan rasio sel-sel epidermis dan stomata yang dapat dideterminasi dengan rumus Salisbury (1927) yaitu:

$$I = \frac{S}{E + S} \times 100$$

dimana I = Indeks stomata

S = jumlah stomata dalam unit area

E = jumlah sel-sel epidermis dalam unit area

Bentuk kristal, pola ataupun tata letak kristal pada permukaan epidermis merupakan karakter anatomi yang cukup penting dalam pengelompokan jenis famili *Pandanaceae*. Masing-masing parameter ditentukan berdasarkan rata-rata dari sepuluh (10) kali pengulangan pengamatan atau perhitungan pada setiap jenis spesimen *Freycinetia*.

Penampang Melintang (Preparat Permanen)

Metoda yang dipakai dalam pembuatan irisan melintang organ vegetatif dan generatif (preparat permanent) secara keseluruhan mengacu pada Metoda Parafin dari Johansen (1940). Metoda Parafin terdiri dari enam (6) tahap yaitu a) fiksasi b) dehidrasi c) infiltrasi d) *embedding* e) pengirisan dan f) pewarnaan.

Analisis Data

Pengelompokan jenis ditentukan berdasarkan pengamatan karakter morfologi dan anatomi untuk masing-masing jenis. Kesamaan

morfologi dan anatomi diantara *Freycinetia* dianalisis menggunakan NTSYS ver. 2.02 (Rohlf 2002) dan pengelompokan SAHN dengan *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average* (UPGMA) yang diimplementasikan dan presentasikan dalam dendrogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Epidermis

Pada umumnya terdapat kutikula yang berkembang dengan baik di kedua permukaan epidermis daun. Lapisan epidermis bawah (*abaxial*) lebih bervariasi dibandingkan dengan epidermis atas. Bentuk sel-sel epidermis pada permukaan paradermal bisa persegi panjang (*F. dewildeorum*, *F. kamiana*, dan *F. rigidifolia*), polygonal (*F. angustifolia*, *F. javanica* dan *F. leuserensis*), polygonal ataupun persegi panjang (*F. berbakensis*, *F. scabrosa*, *F. scandens*, *F. sumatrana*, dan *F. winkleriana*), polygonal ataupun bujursangkar (*F. distigmata* dan *F. imbricata*). Sementara pada penampang melintang sel-sel epidermis adalah rectangular.

Pada beberapa spesies terdapat zonasi *costa* dan *intercosta* di lapisan epidermis bawah. Sel-sel *intercosta* bervariasi, pendek, persegi panjang, bujur sangkar dan heksagonal. Sel-sel *costa* memanjang dan lebar, dinding relatif tebal, ujung sel lurus dan kaku. Epidermis atas relatif lebih seragam dan tidak dapat dibedakan zonasi *costa* dan *intercosta*. Sel-sel *costa* dan *intercosta* pada penampang melintang tidak dapat dibedakan dengan jelas dan bentuk sel pada umumnya adalah bujur sangkar ataupun persegi panjang.

Stomata

Tipe stomata dari jenis-jenis *Freycinetia* adalah *tetracytic*. Metcalfe (1961) dan Dickson (1999) mengatakan *tetracytic* adalah stomata yang mempunyai sel-sel penutup dikelilingi empat sel pengiring; dua terletak di daerah lateral kiri dan kanan dan dua lainnya masing-masing di bagian atas dan bawah. Umumnya stomata ditemukan baik di epidermis atas dan bawah dengan jumlah jauh lebih banyak di permukaan bawah. Letak stomata pada penampang melintang daun adalah di bawah permukaan (*sunken*), sejajar (*even*) dan di atas (*raised*). Posisi stomata yang paling umum di temukan adalah sejajar dengan epidermis, sementara stomata yang di bawah permukaan hanya bisa diamati pada *F. rigidifolia* dan stomata yang menonjol atau di atas permukaan epidermis dapat dilihat pada *F. imbricate*. Stomata pada umumnya tersusun dalam baris di antara *costa* atau *intercosta* seperti pada *F. berbakensis*, *F. imbricata*, *F. scabrosa* dan *F. sumatrana* atau tersusun pada epidermis yang tidak memperlihatkan adanya zonasi *costa* dan *intercosta*, contoh *F. dewildeorum*, *F. distigmata*, *F. kamiana*, *F. leuserensis* *F. rigidifolia*, and

F. winkleriana. Pada beberapa jenis stomata tersebar acak seperti yang dapat diamati pada *F. angustifolia*, *F. javanica*, dan *F. scandens*.

Pengamatan karakter-karakter anatomi pada stomata abaksial secara nyata mampu memperjelas beberapa permasalahan yang tidak dapat diselesaikan khususnya dalam delimitasi jenis-jenis tumbuhan yang masih berhubungan atau saling terkait. Pada kasus-kasus tertentu seperti spesimen yang kurang lengkap organ generatifnya, data anatomi dapat diperhitungkan untuk mendukung data morfologi. Hal ini dimungkinkan karena stomata dari masing-masing jenis sangat unik dan berbeda satu dengan lainnya. Dari 14 jenis *Freycinetia* yang di temukan di Sumatera, *F. angustifolia* adalah satu-satunya jenis yang memperlihatkan epidermis yang bergranula. Empat jenis yang baru dipertelakan yaitu *F. berbakensis*, *F. dewildeorum*, *F. leuserensis*, dan *F. scabrosa* juga memperlihatkan anatomi yang sangat berbeda dengan jenis-jenis lainnya.

Ukuran, Frekuensi dan Indeks Stomata

Kisaran ukuran stomata, indeks dan frekuensi disajikan pada Tabel 1 di bawah ini. Ukuran stomata sangat bervariasi di antara seluruh jenis yang ditemukan. *Freycinetia confusa* memperlihatkan ukuran yang paling kecil yaitu $212.54 \mu\text{m}^2$, sementara ukuran terbesar dapat diamati pada jenis *F. javanica* dan *F. leuserensis* dengan ukuran $537.64\text{--}679.65 \mu\text{m}^2$ dan $609.61 \mu\text{m}^2$ secara berurutan pada *F. javanica* dan *F. leuserensis*. Secara umum diketahui daun dengan stomata yang lebih banyak mempunyai ukuran stomata yang lebih kecil dan sebaliknya. Frekuensi stomata per unit area juga bervariasi dan memperlihatkan adanya korelasi antara ukuran stomata dan frekuensi. *F. distigmata* dan *F. scabrosa* adalah dua jenis dengan frekuensi stomata yang paling besar sementara *F. berbakensis* mempunyai frekuensi stomata yang paling kecil.

Tabel 1:

Gambaran Stomata *Freycinetia* Sumatera. Seluruh data dihitung berdasarkan stomata pada permukaan abaxial. Data dengan hanya satu specimen di beri tanda bintang (*). Pengukuran berdasarkan rata-rata 10 kali perhitungan untuk tiap jenis. Data lengkap seluruh parameter ditampilkan pada Lampiran 1, 2 dan 3

Species	Ukuran Stomata μm^2 (Rataan)	Frekuensi Stomata (Rataan)	Indeks Stomata (Rataan)
<i>F. angustifolia</i>	266.64–330.41	77.19–120.47	4.23–4.91
<i>F. berbakensis</i>	260.85–320.26	02.34–22.22	0.04–0.48
<i>F. confusa</i>	212.54*	15.20–17.54	0.24–0.29
<i>F. dewildeorum</i>	398–554.06	31.58–78.36	1.17–3.21
<i>F. distigmata</i>	247.81*	106.43*	1.58*
<i>F. imbricata</i>	286.45–554.06	76.02–154.39	1.23–4.11

Species	Ukuran Stomata μm^2 (Rataan)	Frekuensi Stomata (Rataan)	Indeks Stomata (Rataan)
<i>F. javanica</i>	537.64–679.65	33.92–97.08	3.5–4.39
<i>F. kamiana</i>	491.75–509.14	32.75–53.80	2.27–3.38
<i>F. leuserensis</i>	609.61*	61.90*	2.96*
<i>F. rigidifolia</i>	319.3–490.30	8.19–66.66	2.16–4.26
<i>F. scabrosa</i>	305.29*	149.71*	2.90*
<i>F. scandens</i>	370.50–468.08	69.01–107.60	1.92–5.91
<i>F. sumatrana</i>	215.92–406.73	64.33–205.85	4.01–4.14
<i>F. winkleriana</i>	250.70–328.48	99.42–149.71	2.83–3.64

Selanjutnya dapat diinterpretasikan bahwa frekuensi stomata cenderung lebih tinggi pada jenis-jenis yang tumbuh di daerah terbuka seperti hutan sekunder dibandingkan dengan di daerah ternaung atau tertutup (*shaded area*). Willmer (1983) mengatakan jenis-jenis yang tumbuh pada tanah kering dan daerah dengan kelembaban rendah umumnya mempunyai frekuensi stomata yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis-jenis yang tumbuh di tanah-tanah basah dengan kelembaban tinggi.

Pada beberapa kasus penelitian *Freycinetia*, indeks stomata relatif lebih konstan sebagai parameter dibandingkan dengan frekuensi stomata (Salisbury 1927, Kam 1971, Stone 1971), sehingga indeks stomata termasuk karakter penting untuk *Freycinetia*. Akan tetapi hasil penelitian ini membuktikan bahwa indeks stomata bukan merupakan karakter kunci yang cukup kuat dalam pembatasan jenis untuk *Freycinetia*. Ukuran dan indeks stomata relatif tidak konstan diantara 14 jenis yang ditemukan ataupun pada jenis yang sama. Hal ini diduga disebabkan kehadiran kristal kalsium oksalat yang menutupi permukaan epidermis sehingga ditemukan kendala dalam penghitungan stomata.

Sclerenchym

Sclerenchym umumnya berkembang sangat baik, bervariasi (bulat, persegi panjang, segitiga, bujursangkar dan poligonal). Muncul dalam kelompok dua, tiga, atau lebih berdekatan dengan epidermis atas dan bawah, di hypodermis, palisade dan bunga karang atau *sponge*. Pada beberapa jenis, *sclerenchym* terdistribusi dengan baik pada hipodermis dan *mesophyll* seperti pada *F. berbakensis*, *F. javanica*, *F. kamiana*, *F. leuserensis* dan *F. scabrosa*. Pada *F. distigmata*, *F. sumatrana* dan *F. winkleriana*, *sclerenchym* terdapat pada *mesophyll* sementara *F. dewildeorum* umumnya terdapat pada hipodermis.

Hypodermis

Hipodermis merupakan gambaran yang cukup menonjol, terdapat baik pada permukaan abaksial atau adaksial. Lapisan ini terdapat pada semua jenis *Freycinetia* Sumatera, terdiri dari beberapa lapis dan minimal terdiri dari dua lapis. Jumlah lapisan hipodermis adaksial biasanya lebih banyak dibandingkan dengan lapisan hypodermis abaksial. Pada *F. javanica* dan *F. dewildeorum* bisa lima atau enam lapis. Bentuk hypodermal pada permukaan abaxial biasanya lebih seragam (uniform) dibandingkan dengan hypodermis adaksial. Pada umumnya sel-sel hipodermis bahagian dalam berukuran lebih besar dengan bentuk yang relatif sama (*isodiametric shape*). Di bawah permukaan abaksial, sel-sel hypodermis cenderung terpecah karena adanya ruang stomata.

Mesophyll

Mesophyll dibedakan ke dalam jaringan pagar (palisade) dan jaringan bunga karang (*sponge*). *Mesophyll* umumnya terdiri dari dua sampai lima lapis palisade dan jaringan bunga karang. *Freycinetia rigidifolia* mempunyai lapisan bunga karang yang paling sedikit jika dibandingkan dengan jenis-jenis lainnya. Jenis-jenis yang mendiami daerah-daerah terbuka seperti *F. angustifolia*, *F. rigidifolia* dan *F. sumatrana* umumnya mempunyai *sponge* yang tidak bercabang, berbentuk isodiametric dengan lapisan palisade yang lebih banyak. Hal ini berbeda dengan jenis-jenis yang tumbuh di daerah-daerah dengan kelembaban tinggi seperti *F. dewildeorum*, *F. imbricata*, *F. kamiana* dimana jaringan bunga karangnya bercabang dan mempunyai jaringan palisade yang lebih sedikit. Pada beberapa penelitian dilaporkan bahwa bahwa daun tumbuhan yang tumbuh di tempat yang lembab jumlah lapisan palisade mengalami penurunan dan sebaliknya (McDougall 1927; Wilmer 1983; Dickison 1999).

Analisis Fenetik

Empat puluh sembilan karakter dipilih dari 65 karakter morfologi dan 20 karater anatomi (Tabel 2).

Table 2:
Karakter Morfologi dan Anatomi yang Diseleksi untuk Analisis Fenetik
***Freycinetia* Sumatera, Sifat Ciri Dan Kode**

No	Karakter	Sifat cirri dan Kode
1	Habit	scrambling shrubs (0), climbers (1)
2	Diameter of stem	≤5 mm (0), >5 mm (1)
3	Arrangement of leaves	imbricate (0), spiral (1)
4	Leaves shape linear	absent (0), present (1)
5	Leaves shape lanceolate	absent (0), present (1)
6	Leaves shapes oblanceolate	absent (0), present (1)
7	Lamina texture	chartaceous (0), coriaceous (1)

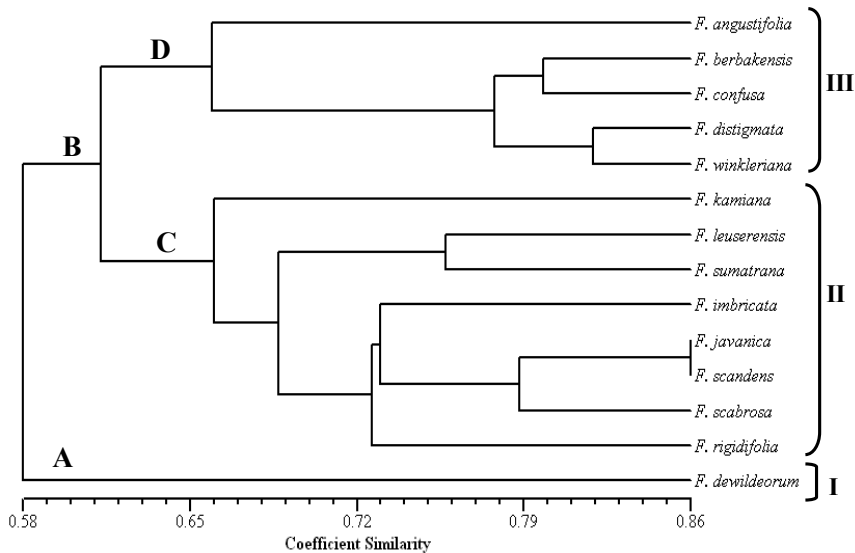
Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

No	Karakter	Sifat cirri dan Kode
8	Lamina surfaces	not striate (0), striate (1)
9	Leaves apex acuminate	absent (0), present (1)
10	Leaves apex attenuate	absent (0), present (1)
11	Leaves apex caudate	absent (0), present (1)
12	Leaves margin	armed (0), entire (1)
13	Auricles shape entire	absent (0), present (1)
14	Auricles shape fragment horizontal	absent (0), present (1)
15	Auricles lacinate	absent (0), present (1)
16	Auricles size	large (0), small (1)
17	Auricles apex	lobed (0), adnate (1)
18	Auricles margin	armed (0), entire (1)
19	Auricles colours	colourless (0), bright colour (1)
20	Horizontal septa of auricles	absent (0), present (1)
21	Colours of bracts	colourless (0), bright colour (1)
22	Pedicels shape semiterete	absent (0), present (1)
23	Pedicels shape quadragonal	absent (0), present (1)
24	Pedicels surface	glabrous (0), hairy (1)
25	Pedicels bracts scars	absent (0), present (1)
26	Racemose inflorescences	absent (0), present (1)
27	Umbellate inflorescences	absent (0), present (1)
28	Pseudo umbellate inflorescence	absent (0), present (1)
29	Soliter inflorescence	absent (0), present (1)
30	Number of cephalium1	absent (0), present (1)
31	Number of cephalia 2	absent (0), present (1)
32	Number of cephalia 3	absent (0), present (1)
33	Number of cephalia 4	absent (0), present (1)
34	Shape of cephalia globose	absent (0), present (1)
35	Shape of cephalia cylindric	absent (0), present (1)
36	Arrangement of berries	not aggregate (0), aggregate (1)
37	Size of berries	≤5 mm (0), > 5 mm (0)
38	Stigmatic areola of berries	without a ring (0), with a ring (1)
39	Shape of seed	not straight (0), straight (1)
40	Size of seed	≤0.5 mm (0), > 0.5 mm (0)
41	Costal and intercostals differentiation	absent (0), present (1)
42	Surface of epidermal cells	granulated (0), not granulated (1)
43	Papilose cells	absent (0), present (1)
44	Calcium oxalate crystals	absent (0), present (1)
45	Distribution of calcium oxalate crystals	rare (0), abundant (1)
46	Stomata even to epidermal cell	absent (0), present (1)
47	Stomata raised or above leaf surfaces	absent (0), present (1)
48	Stomata sunken or below the leaf surfaces	absent (0), present (1)
49	Sponge of mesophyll	not branched (0), branched (1)

Dari 49 karakter, sebahagian besar merupakan karakter kualitatif. Beberapa karakter tidak dijumpai pada beberapa jenis akan tetapi karakter tersebut tetap dimasukkan dalam analisis jika dianggap sebagai karakter penting. Berdasarkan analisis fenetik karakter morfologi dan anatomi, 14 jenis *Freycinetia* Sumatra terbagai ke dalam tiga kelompok utama dengan nilai koefisien kesamaan berkisar antara 0.58–0.86. Nilai ini

mengindikasikan bahwa ketiga group mempunyai kemiripan sebesar 58%–86% (Gambar 1). *Freycinetia dewildeorum* terdapat pada kelompok pertama sedangkan 13 jenis lainnya berada pada kelompok kedua dan ketiga.



Gambar 1: Dendrogram Jenis-Jenis *Freycinetia* Sumatran Berdasarkan Karakter Morfologi dan Anatomi

Kelompok B selanjutnya terbagi menjadi dua subkelompok besar (C dan D) dengan nilai koefisien kesamaan sebesar 0.66. *Freycinetia kamiana*, *F. leuserensis*, *F. sumatrana*, *F. imbricata*, *F. javanica*, *F. scandens*, *F. scabrosa* dan *F. rigidifolia* berada pada subkelompok yang sama yaitu C. Subkelompok ini dicirikan oleh bentuk cuping (*auricle*), bentuk pedicel dan *inflorescences* berbentuk umbel akan tetapi keseluruhan jenis ini tetap bisa dibedakan secara morfologi. Dari dendrogram, dapat dilihat *F. leuserensis* and *F. sumatrana* mengelompok pada klade yang sama dan mempunyai kemiripan morfologi dan anatomi sebesar 72%. Kedua jenis ini memperlihatkan kesamaan pada bentuk daun dan cuping (*auricle*) akan tetapi berbeda jika dilihat dari ujung daun.

Freycinetia angustifolia, *F. berbakensis*, *F. confusa*, *F. distigmata* dan *F. winkleriana* berada pada subkelompok D. Jenis-jenis pada kelompok ini mempunyai kemiripan morfologi pada bentuk daun, tekstur helaian daun (*lamina*), ujung daun, ukuran cuping, kristal kalsium oksalat dan posisi stomata pada sel epidermis. *Freycinetia berbakensis* dan *F. confusa* terdapat pada klade yang sama dengan nilai kesamaan

adalah 80%. Kedua jenis ini dapat dibedakan dengan jelas dari ciri anatomi seperti *papilla*.

Dendrogram menunjukkan bahwa dari 14 jenis yang ditemukan di Sumatera, *F. dewildeorum* mempunyai nilai kesamaan yang paling rendah yaitu 58%. Jenis ini merupakan jenis yang baru dipertelakan dari Harau dan dilaporkan sebagai jenis baru. *Freycinetia dewildeorum* sangat berbeda dengan jenis-jenis lainnya dan dipersatukan oleh karakter yang berkesinambungan yaitu cuping yang terpecah horizontal (*fragment horizontal*) dan umbel semu inflorescences (*pseudo-umbellate inflorescences*) pada seluruh specimen jenis ini dan secara nyata memisahkan jenis ini dengan jenis-jenis lainnya dari dua kelompok lainnya.

Berbeda dengan *F. dewildeorum*, *F. javanica* and *F. scandens* dalam subkelompok C mempunyai nilai kemiripan sebesar 86%, hal ini disebabkan kedua jenis ini memperlihatkan banyak kesamaan karakter. Walaupun nilai kesamaan kedua jenis sangat tinggi, namun kedua jenis ini bisa dibedakan dengan mudah dari ketidaksamaan (*dissimilar*) karakter dari bentuk cephalianya. *Freycinetia kamiana* mempunyai nilai kemiripan morfologi yang paling kecil pada subkelompok C yaitu kurang dari 67%. Diduga hal ini disebabkan habit atau sifat hidup dari jenis ini berbeda jauh dengan jenis-jenis lainnya pada subkelompok C.

KESIMPULAN

Empat belas jenis *Freycinetia* di Sumatera berhasil diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi dan anatomi. Empat jenis diantaranya yaitu *F. berbakensis* Widjaja, Pasaribu & Hidayat, *F. dewildeorum* Pasaribu, *F. leuserensis* Pasaribu dan *F. scabrosa* Pasaribu & Widjaja adalah jenis-jenis yang baru dipertelakan. The present study indicated that Berdasarkan ased on morphological characters fourteen species were recognized. Four species were newly described, namely *F. berbakensis* Widjaja, Pasaribu & Hidayat, *F. dewildeorum* Pasaribu, *F. leuserensis* Pasaribu, and *F. scabrosa* Pasaribu & Widjaja.

Data anatomi mengindikasikan data kualitatif seperti susunan stomata, sel-sel epidermis, palisade dan bunga karang yang diamati pada penampang melintang relatif bervariasi dan dapat dijadikan sebagai data pendukung dalam delimitasi jenis jika dibandingkan dengan data kuantitatif seperti ukuran, indeks dan frekuensi stomata.

Analisis fenetik karakter morfologi dan anatomi membagi *Freycinetia* di Sumatera ke dalam tiga kelompok. Nilai koefisien kesamaan berkisar antara 0.58-0.86 yang berarti ketiga kelompok mempunyai kemiripan morfologi dan anatomi sebesar 58-86%. *Freycinetia kamiana*, *F. leuserensis*, *F. sumatrana*, *F. imbricata*, *F. javanica*, *F. scandens*, *F. scabrosa*, dan *F. rigidifolia* mengelompok pada

satu kluster dengan koefisien kesamaan 0.65. *F. angustifolia*, *F. berbakensis*, *F. confusa*, *F. distigmata*, dan *F. winkleriana* terdapat pada kelompok yang lain dengan koefisien kesamaan 0.66.

DAFTAR PUSTAKA

- Callmender MW, P. Chassot, P Kupfer & PP Lowry. 2003. Recognition of Martellidendron, a new genus of *Pandanaceae*, and its Biogeographic implications. *Taxon* 52: 747–762.
- Cox PA. 1981. Bisexuality in the *Pandanaceae*: New findings in the genus *Freycinetia*. *Biotropica* 13: 195–198
- Cox PA. 1990. Pollination and evaluation of Breeding System in *Pandanaceae*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77:816–840.
- Cox PA, Huynh KL, Stone BC. 1995. Evolution and systematics of *Pandanaceae*. Royal Botanic Garden, Kew.
- Cutler DF. 1978. *Applied plant anatomy*. London. Longman.
- Franco C. 1939. Relation between chromosome number and stomata in *Coffea*. *Bot Gaz* 100: 817–827.
- [FWI/GFW]. Forest Watch Indonesia/ Global Forest Watch. 2002. The State of the Forest: Bogor, Indonesia and Washington DC.
- Holmes DA. 2000. *Deforestation in Indonesia*. Jakarta: The World Bank.
- Huynh KL. 1999. The genus *Freycinetia* (*Pandanaceae*) in New Guinea (Part 2). *Bot Jahrb Syst* 121: 149–186.
- Huynh KL. 2002. The genus *Freycinetia* (*Pandanaceae*) in New Guinea (Part 6). *Candollea* 57: 56–65.
- Gaudichaud CB. 1824. Descriptions des quelques nouveaux genres des plantes. *Ann Sci Nat* 3: 508–512.
- Johansen DA. 1940. *Plant Microtechnique*. New York: McGraw-Hill.
- Kam YK. 1971. Morphological studies in *Pandanaceae* III. Comparative systematic foliar anatomy of Malayan *Pandanus*. *Bot J Linn Soc* 64: 315–351.
- Lim LL, Stone BC. 1971. Notes on systematic foliar anatomy of the *Freycinetia* (*Pandanaceae*). *J Jap Bot* 46: 207–271.
- Martelli U. 1910. Nuove species in *Freycinetia*. *Webbia* 3:167–186.
- McDougall WB. 1927. *Plant Ecology*. London. Henry Kimpton 263. High Holborn WC.

- Metcalf CR. 1960. *Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae*. Oxford: Clarendon Press.
- Metcalf CR. 1961. The Anatomical approach to systematic. General Introduction with special reference to recent work on monocotyledons. *Recent advances in Botany: 146-150*. Toronto: University Pre
- North CA, Willis AJ. 1970. Contributions to the anatomy of *Freycinetia* species from the Solomon islands. *Bot J Linn Soc* 63: 69–80.
- Pasaribu N, Sinaga NI, Rifai MA. 2008. Pandan-pandanan (*Pandanaceae*). Makalah dalam Lokakarya Nasional Herbarium. Seminar dan Kongres PTTI KE-VIII. Cibinong Science Center, 21-23 Oktober 2008.
- Ridley HN. 1907. *Flora of Malay Peninsula. Monocotyledons* Vol 5 London: L. Reeve.
- Rohlf F. 2003. *NTSYS. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 2.1*. Exeter Software New York. New York.
- Salisbury EJ. 1927. On the causes and ecological significance of stomatal frequency with especial reference to the woodland flora. *Phil Trans R Soc* 216: 1–65.
- Solereeder H, Meyer FJ. 1933. *Pandanaceae* in Systematische Anatomie der Monocotyledonen. *Heft I*: 28-50.
- Stace CA. 1989. *Plant Taxonomy and Biosystematic*. 2nd ed. Australia: Cambridge University Press.
- Stone BC. 1961. The genus *Sararanga* (*Pandanaceae*). *Brittonia* 13: 212–224
- Stone BC. 1965. The genus *Freycinetia* in Fiji, Tonga and Samoa. *Proc Biol Soc Wash* 78: 81–92.
- Stone BC. 1967. Material for a Monograph of *Freycinetia* (*Pandanaceae*) I. Gardens, Bulletin, Singapore–XXII: 29–152
- Stone BC. 1968. Morphological studies in Pandanaceae I. Staminodia and pistillodia of *Pandanus* and their hypothetical. *Phytomorphology* 18: 498-509
- Stone BC. 1970. Malayan climbing pandans—the genus *Freycinetia* in Malaya. *Malay Nat J* 23: 44–91.
- Stone BC. 1972a. A. Reconsideration of the Evolutionary Status of the Family *Pandanaceae* and its Significance in Monocotyledon Phylogeny. *The Quart Rev Biol* 47: 34–45.

- Stone BC. 1972b. Materials for a monograph of *Freycinetia* Gaud (*Pandanaceae*) XV. The Sumatran species. *Fed Mus J* 15: 203–207.
- Stone BC. 1974. Studies in Malesian *Pandanaceae* XIII. New and noteworthy *Pandanaceae* Papuasias. *Contr. Herb. Australianse* 4:7–40
- Stone BC. 1975. On the biogeography of *Pandanus* (*Pandanaceae*). *Compt. Rend. Sommaire Seances Soc Biogeogr* 457: 67–90.
- Stone BC 1983. A guide to collecting Pandanaceae (*Pandanus*, *Freycinetia*, and *Sararanga*). *Ann Missouri Bot Gard* 70: 137–145.
- Tomlinson PB. 1965. A study of stomatal structure in *Pandanaceae*. *Pacif Sci* 19: 38–54.
- Vogel EF de. 1987. Guidelines for the preparation of revisions. In: Vogel EF de, editor, *Manual of Herbarium Taxonomy: Theory and Practice*. Indonesia. Unesco for Southeast Asia.
- Warburg O 1900. *Pandanaceae*: 1–97 In Engler A *Das Pflanzenreich*.3 (IV.9). Leipzig.
- Widjaja EA, Pasaribu N, Hidayat A. 2008. A new species of *Freycinetia* (*Pandanaceae*) from Jambi, Sumatra, Indonesia. *Reinwardtia* 12 (5): 441–442.
- Willmer CM. 1983. *Stomata*. New York: Longman Inc.

KEANEKARAGAMAN SERANGGA YANG BERPERAN PADA TAHAPAN DEKOMPOSISI KOTORAN GAJAH (*ELEPHAS MAXIMUS*)

Nursal dan Wilda Khairuna
Jurusan Biologi FMIPA USU

Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan tujuan melihat keanekaragaman serangga yang berperan pada tahapan dekomposisi kotoran gajah (*E. maximus*). Sampling dilakukan dengan membuat plot berukuran 25x25 m² yang dibagi menjadi sub-plot 5x5 m². Dipilih 9 sub plot, dan masing-masingnya diletakkan 3 tumpukan kotoran gajah sebagai ulangan. Pengamatan dilakukan selama 90 hari dengan interval waktu 10 hari. Sampel diidentifikasi di laboratorium Taksonomi Hewan, P.S. Biologi FMIPA USU. Hasil penelitian diperoleh 8 ordo, 10 famili dan 15 genera. Genus dengan kepadatan dan kepadatan relatif tertinggi yaitu *Reticulitermes* (147,67 individu/m², 55,33%). Jumlah genera tertinggi terjadi pada hari ke-80 (10 genera), terendah pada hari ke-40 (5 genera) dan indeks keanekaragaman tertinggi terjadi pada hari ke-70 (1,57), terendah pada hari ke-10 (0,97). Dilihat dari kategori kotoran, proses dekomposisi akhir (kategori D) mulai terjadi pada hari ke 60-90.

Kata kunci: Keanekaragaman serangga, dekomposisi kotoran gajah

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi manusia dan keinginan untuk meningkatkan taraf hidup, telah menyebabkan manusia mengeksplorasi Sumber Daya Alam secara berlebihan, antara lain adalah hutan. Eksplorasi hutan pada kenyataannya telah menyebabkan kerusakan ekosistem hutan yang pada akhirnya mempengaruhi keberadaan fauna hutan, salah satunya adalah gajah (Kempf & Jackson, 1999)

Ekosistem Leuser yang daerahnya meliputi Sumatera Utara dan Nangro Aceh Darusalam tidak luput dari kerusakan, dan akibatnya populasi gajah pada ekosistem ini juga turut terganggu. Untuk itu telah dilakukan konservasi gajah yang salah satunya terletak di Ekosistem Leuser Dusun Aras Napal Kecamatan Besitang Kabupaten Langkat Propinsi Sumatera Utara.

Dalam upaya evaluasi keberhasilan suatu konservasi tentu perlu diketahui populasi gajah liar yang terdapat di kawasan ekosistem leuser.

Salah satu cara untuk mengetahui populasi gajah adalah dengan metode sensus langsung dengan cara menghitung gajah yang berada dalam jarak penglihatan. Untuk dapat membantu menemukan gajah dapat dilakukan dengan melihat waktu keberadaan kotoran gajah yakni dengan mengamati rata-rata harian pembusukan kotoran (proporsi tumpukan kotoran yang hilang perhari) dan fauna yang berperan dalam proses pembusukan tersebut (Dawson, 1992).

Proses pembusukan kotoran antara lain dapat dipengaruhi oleh serangga yang kehadirannya tergantung pada waktu dan faktor iklim, sehingga keberadaan serangga dapat menentukan waktu keberadaan kotoran gajah, dan pada akhirnya dapat memperkirakan keberadaan populasi gajah (Dawson 1992).

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian Keanekaragaman serangga yang berperan dalam tahapan dekomposisi kotoran gajah dengan tujuan untuk mengetahui serangga-serangga yang berperan dalam dekomposisi kotoran gajah, bentuk morfologi dari tahapan dekomposisi kotoran gajah.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Pengambilan sampel

Penelitian ini dilakukan di daerah konservasi gajah Kawasan ekosistem Leuser Dusun Aras Napal Kecamatan Besitang Kabupaten Langkat. Penentuan lokasi tempat peletakan kotoran gajah ditentukan secara *Purposive sampling*. Pada lokasi yang telah dipilih dibuat petak pengamatan berukuran 25 x 25 m², dan dibagi menjadi sub-sub petak berukuran 5 x 5 m². Dipilih 9 petak untuk peletakan kotoran gajah (kotoran gajah diperoleh dari gajah konservasi). Pada setiap petak diletakkan 3 tumpukan kotoran sebagai ulangan, berupa kotoran yang masih baru (6 jam) dan dibiarkan selama 90 hari.

Selanjutnya setiap 10 hari dilakukan pengambilan kotoran gajah pada 1 sub petak yang berisi 3 tumpukan kotoran untuk diamati yaitu:

- Bentuk kategori kotoran gajah secara fisik pada tahapan dekomposisi
- Mengamati jenis-jenis serangga yang ada, dengan cara; Kotoran digemburkan, disortir dengan bantuan pinset dan kuas. Selanjutnya kotoran dimasukkan kedalam kantong kain dan dibawa ke Laboratorium. Dan dimasukkan ke dalam alat Berlese Tulgren. Panas yang berasal dari bola lampu akan memaksa serangga turun dan jatuh ke botol koleksi yang berisi alcohol 70%. Proses ini berlangsung selama 3-6 hari. Serangga yang terkumpul diidentifikasi (Suin, 1997).

Identifikasi Serangga

Sampel serangga baik yang dari lapangan maupun yang dikoleksi dengan bantuan Barlese Tulgren dikelompokkan sesuai dengan ciri morfologinya, kemudian diawetkan dalam alkohol 70%, diidentifikasi dengan bantuan loup dan Mikroskop Stereo Binokuler, dengan buku acuan Dindall (1990), Borror (1992), dan Suin (1997).

Parameter Pengamatan dekomposisi Kotoran Gajah

Dekomposisi kotoran gajah diamati berdasarkan beberapa kategori (Dawson, 1992):

- Kategori A: seluruh bola kotoran utuh, segar, basah dengan bau yang khas
- Kategori B: seluruh bola kotoran utuh, kering dan masih berbau
- Kategori C1: lebih dari 50% dari seluruh bola kotoran utuh, keadaan basah, permukaan kering.
- Kategori C2: kurang dari 50% dari seluruh bola kotoran utuh, keadaan basah, permukaan kering
- Kategori D : seluruh bola pecah, rata dengan permukaan tanah, keadaan basah atau kering.
- Kategori E : Tidak tampak lagi adanya kotoran, seluruhnya telah mengalami peluruhan.

Pengukuran Sifat Fisik Kimia

Pada setiap pengambilan sample kotoran gajah dilakukan pengukuran: suhu tanah, suhu udara, kelembaban tanah, pH, kelembaban udara, dan intensitas cahaya.

Analisis Data

Jenis serangga dan jumlah individu masing-masing jenis yang didapatkan dihitung nilai: Kepadatan populasi, Kepadatan relatif, Frekuensi kehadiran, dan Indeks diversitas (Krebs, 1985):

- Kepadatan Populasi (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Jumlah unit contoh}}$$

- Kepadatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{K \text{ jenis A}}{\text{Total K semua jenis}} \times 100\%$$

- Frekuensi Kehadiran (FK)

$$FK = \frac{\text{Jumlah unit contoh yang ditempati}}{\text{Jumlah semua unit contoh}} \times 100\%$$

Keterangan: 0 – 25% = sangat jarang (aksidental)
 26 – 50% = jarang (Assesori)
 51 – 75% = sering (konstan)
 > 75% = sangat sering (absolut)

- Indeks Diversitas Shannon-Wiener

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

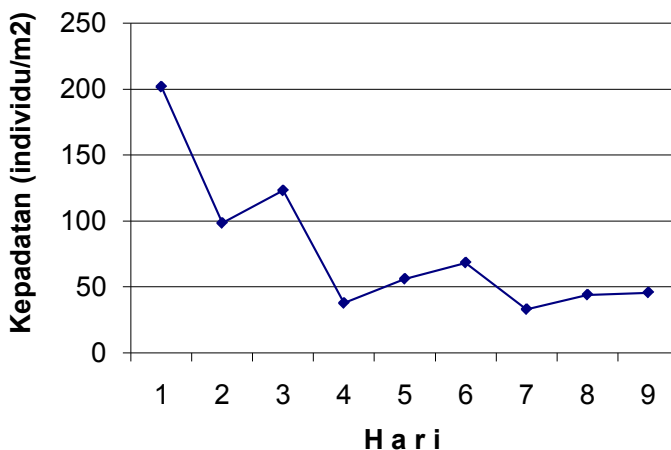
H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah jenis dalam komunitas

p_i = perbandingan jumlah individu jenis i dengan seluruh jenis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian Keanekaragaman Serangga yang Berperan Pada Tahapan Dekomposisi Kotoran Gajah (*E. maximus*) didapat hasil seperti tertera pada Tabel dan Gambar berikut.



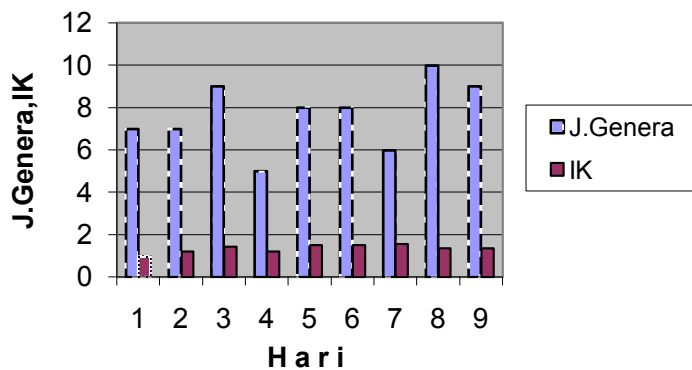
Gambar 1: Hubungan Hari Pengamatan terhadap Kepadatan (Individu/ M2) Serangga Pada Kotoran Gajah

Dari Gambar 1 terlihat bahwa kepadatan serangga yang berperan dalam dekomposisi kotoran gajah berfluktuasi selama 10-90 hari pengamatan. Nilai kepadatan populasi tertinggi diperoleh pada hari ke-10 (201,34 individu/m²), dan kepadatan terendah diperoleh pada hari ke-70 yaitu 32,66 individu/m².

Pada Tabel 1 terlihat bahwa genus dengan nilai kepadatan tertinggi pada hari ke-10 dan 20 adalah *Reticulitermes* (147,67 dan 53,33 individu/m²). Pada hari ke-30 adalah *Formica* (52,33 individu/m²), hari ke-40 *Reticulitermes* (21,33 individu/m²), pada hari ke-50 *Forficula* (20,67 individu/m²), hari ke-60 dan 70 *Reticulitermes* (25 dan 13,33 individu/m²), hari ke-80 *Formica* (18,33 individu/m²), dan hari ke-90 *Reticulitermes* (27 individu/m²). Secara keseluruhan *Reticulitermes* mempunyai kepadatan tertinggi yaitu 147,67 individu/m² dengan kepadatan relatif 73,22 %. Hal ini diduga kondisi lingkungan yang sesuai bagi kehidupannya, sehingga *Reticulitermes* lebih mampu untuk beradaptasi dibandingkan serangga yang lain. Seperti dijelaskan Borror (1992) bahwa *Reticulitermes* hidup pada habitat dengan kelembaban tinggi, dan pH tanah yang asam (lampiran 1).

Dari Tabel 2 dapat dilihat nilai frekuensi kehadiran berkisar antara 33,33 %-100% dengan sifat assesori-absolut. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran serangga pada lokasi penelitian adalah jarang sampai sangat sering. Frekuensi kehadiran serangga 75% diperoleh pada genus *Reticulitermes*, sehingga genus *Reticulitermes* dapat dikatakan dominan. Seperti dijelaskan Suin (1997) bahwa spesies yang cocok dengan faktor lingkungan fisik dan kimia tanah serta kesediaan makanan pada suatu areal akan berkembang dengan cepat dan akan tersebar luas disekitar areal tersebut, tetapi bagi yang kurang sesuai akan terhambat perkembangannya. Selanjutnya Michael (1995) menyatakan secara alamiah, penyebaran hewan dipengaruhi oleh jumlah dan keragaman makanan, dan faktor fisik.

Pada gambar 2 terlihat bahwa jumlah genera dan nilai indeks keanekaragaman serangga pada 10-90 hari pengamatan mengalami fluktuasi. Jumlah individu tertinggi terdapat pada hari ke-80 (10 spesies), dan yang terendah pada hari ke-40 (5 spesies). Namun tidak demikian halnya dengan nilai indeks keanekaragaman. Nilai indeks keanekaragaman tertinggi terjadi pada hari ke- 70 (1,57), dan tetendah ditemukan pada hari ke-10 (0,97).



Gambar 2. Hubungan Hari Pengamatan terhadap Jumlah Genera dan Indeks Keanekaragaman Serangga pada Kotoran Gajah

Keterangan: J. Genera = Jumlah Genera
 IK = Indeks Keanekaragaman

Seperti yang dijelaskan Krebs (1985) bahwa nilai indeks keanekaragaman tidak hanya ditentukan oleh jumlah spesies yang ada, tetapi juga oleh sebaran jumlah individu spesies tersebut.

Tabel 3:
Jumlah Genera, Indeks Keanekaragaman Serangga, Kategori Dekomposisi Kotoran Gajah Selama 10 – 90 Hari Pengamatan

Pengamatan (hari)	Jumlah Genera	Indeks Keanekaragaman	Kategori Dekomposisi
10	7	0,97	C1
20	7	1,21	C2
30	9	1,43	C2
40	5	1,22	C2
50	8	1,50	C2
60	8	1,50	D
70	6	1,57	D
80	10	1,37	D
90	9	1,36	D

Dari Tabel 3 juga terlihat bahwa proses dekomposisi kotoran gajah pada 10 hari pertama berada pada kategori C1. Pada hari 20-50 proses dekomposisi berada pada kategori C2, dan kategori D pada pengamatan hari 60-90. Ini berarti proses dekomposisi telah mulai terjadi pada 10 hari pertama, dan mulai memasuki tahapan akhir (kategori D) dari proses dekomposisi yang dimulai pada hari ke 60-90. Dari tabel 1,2, dan 3 juga terlihat bahwa jumlah spesies dan jumlah individu berfluktuasi

pada tahapan dekomposisi kotoran gajah. Hal ini disebabkan setiap tahapan proses dekomposisi akan memberikan lingkungan yang berbeda terhadap biota tanah. Richard (1993), menjelaskan bahwa setiap faktor lingkungan akan berpengaruh pada aktifitas biota tanah dalam menguraikan bahan organik. Laju dekomposisi terjadi lebih cepat pada lingkungan dengan kelembaban tinggi dan suhu yang tinggi, seperti halnya pada hutan tropika.

KESIMPULAN

Dari penelitian keanekaragaman serangga yang berperan pada beberapa tahapan dekomposisi kotoran gajah (*E. maximus*) dapat disimpulkan:

- Serangga yang berperan dalam dekomposisi kotoran gajah termasuk kedalam 8 ordo, 10 famili dan 15 genera.
- Genus dengan kepadatan dan kepadatan relatif tertinggi yaitu *Reticulitermes* (147,67 individu/m², 55,33%).
- Jumlah genera tertinggi terjadi pada hari ke-80 (10 genera), terendah pada hari ke-40 (5 genera) dan indeks keanekaragaman tertinggi terjadi pada hari ke-70 (1,57), terendah pada hari ke-10 (0,97).
- Dilihat dari kategori kotoran, proses dekomposisi akhir (kategori D) mulai terjadi pada hari ke 60-90.

DAFTAR PUSTAKA

- Borror, D.J. 1992. Pengenalan pelajaran serangga (terjemahan). Edisi keenam. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Burges, A and Raw, F. 1967. Soil biology. Academic Press, London. p.14
- Dawson, S. and Dekker, A.F.J.M. 1992. Counting Asian Elephant in Forest. Regional office for Asia and the Pasific (RAPA) FAO. Bangkok.
- Desmukh, 1992. Ekologi Tropika. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. halaman 44 47.
- Dindall, D.P. 1990. Soil biology guide. Jhon Willey and Sons. New York. Brisbane.
- Kempff, E and Jackson, P. 1999. Gajah-gajah asia di belantara. Serial aku harus hidup. WWF Indonesia Program. Jakarta. halaman 1-25.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology experimental analysis of distribution abundance. Happer & Row Publisher. Philadelphia.
- Price, P.W. 1984. Insect ecology. A Wiley-Intersciense Publication. New York. P. 34-48.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

Richards, B.N. 1993. The microbiology of terrestrial ecosystem. John Wiley & Sons Inc. New York. P. 18-32.

Suin, N.M. 1997. Ekologi Hewan Tanah. Bumi Aksara Jakarta. halaman 35-63.

Wallwork, J.A. 1970. Ecology of soil animal. Mc. Graw Hill Book Company.

London.

KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG PANTAI MIGRAN PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN DI EKOSISTEM MANGROVE SERAPUH, LANGKAT, SUMATERA UTARA

Pindi Patana¹, Onrizal², dan Nina Tika Sari³

¹ Staf Pengajar PS. Kehutanan Fak. Pertanian USU, Jl. Tri Dharma Ujung No.1
Medan, email: pindipatana@gmail.com

² Staf Pengajar PS. Kehutanan Fak. Pertanian USU, Jl. Tri Dharma Ujung No.1
Medan, email: onrizal03@yahoo.com

³ Alumni Program Studi Manajemen Hutan USU, Jl. Tri Dharma Ujung No.1
Medan, email: nichan_nts@yahoo.co.id

Abstrak

Kerusakan hutan mangrove akibat alih fungsi menjadi tambak dan perkebunan menjadi ancaman serius bagi burung migran yang biasa singgah di pesisir Pantai Timur Sumatera Utara. Perhatian terhadap habitat burung pantai migran, diharapkan mampu membuat kelestarian hutan mangrove dapat terjaga. Penyebaran hutan mangrove di Sumatera Utara terutama di Pesisir Pantai Timur yang sebagian besar diantaranya dalam kondisi rusak, seperti kerusakan juga terjadi di wilayah Tanjung Pura, Kabupaten Langkat. Pengamatan terhadap burung pantai migran dilakukan pada tujuh titik di sepanjang koridor Sungai Serapuh, Tanjung Pura. Untuk melihat kondisi hutan mangrove dilakukan penilaian tingkat kekritisian mangrove terhadap habitat burung. Penggunaan lahan di ekosistem mangrove menunjukkan penyebaran populasi yang berbeda antara kawasan bervegetasi, lahan kosong, pemukiman penduduk dan lahan tambak dengan total populasi burung sebanyak 1083 burung yang berasal dari 20 spesies dan 11 famili. Dari jumlah tersebut, diketahui bahwa terdapat dua ekor burung pantai migran dari jenis *Actitis hypoleucos*, famili scolopacidae di lokasi pengamatan. Burung pantai migran dalam jumlah yang sedikit mengindikasikan bahwa kawasan mangrove Sungai Serapuh mengalami rusak berat.

Kata kunci: Burung pantai migran, hutan mangrove, Sungai Serapuh, Tanjung Pura

PENDAHULUAN

Burung termasuk salah satu satwa yang melakukan migrasi. Diperkirakan burung bermigrasi pada waktu dan tempat yang sama setiap

tahun. Burung migran merupakan kelompok burung yang selalu berpindah dan bahkan mampu melintasi beberapa benua. Salah satu habitat burung migran adalah hutan mangrove yang sering dijadikan sebagai tempat untuk beristirahat (*halting place*) dan memenuhi kebutuhan dasar hidupnya, sebelum melanjutkan pergerakannya ke lokasi lain. Kerusakan hutan mangrove di Pesisir Pantai Timur Sumatera Utara yang diakibatkan oleh alih fungsi lahan menjadi tambak, perkebunan dan bentuk yang lainnya menjadi ancaman serius bagi burung migran yang biasa singgah di lokasi tersebut. Data Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II (2006), menunjukkan bahwa luas penyebaran hutan mangrove di Sumut mencapai 364.580,95 ha, yang sebagian besar atau (sekitar 60%) diantaranya dalam kondisi rusak. Kerusakan paling tinggi berada di wilayah Tanjung Pura yakni mencapai 9.488,97 ha dari luasan yang ada yakni sebesar 9.953,58 Ha.

Menurut data Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Hidup Daerah BAPEDALDA Sumatera Utara (2006) dalam Dephut (2008), kerusakan terparah hutan mangrove berada pada titik-titik penting di pesisir Pantai Timur membentang dari Langkat, Deli Serdang, Serdang Bedagai, Asahan hingga Labuhan Batu atau kawasan yang selama ini menjadi habitat burung migran. Keberadaan burung migran sendiri belum mendapat perhatian yang cukup serius dari berbagai kalangan. Padahal keberadaan burung migran selain bermanfaat secara ekologis, juga dapat dipergunakan untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan pengembangan wisata alam.

Burung pantai dalam habitatnya banyak bergantung pada keberadaan pantai dan lahan basah. Areal pantai atau lahan basah serta tegakan tumbuhan yang ada di atasnya tersebut dijadikan oleh burung-burung migran sebagai tempat untuk mencari makan maupun istirahat (Howes *et al.*, 2003). Menurut Buckley, (1976) dalam Howes *et al.*, (2003), keberadaan dan populasi burung pantai menjadi indikator penentuan kondisi suatu lingkungan terutama lingkungan lahan basah. Banyak burung pantai berbiak di daratan yang bukan merupakan kawasan lahan basah, tetapi mereka sangat bergantung pada kawasan pantai karena digunakan sebagai kawasan perantara dalam migrasinya (Howes *et al.*, 2003).

Penelitian terhadap burung migran diharapkan dapat mendorong upaya konservasi jenis dan habitatnya, sehingga terjaga keseimbangan ekologis yang bermanfaat bagi kehidupan. Adapun tujuan penelitian ini adalah : (1). Menganalisis spesies burung pantai migran dan menduga populasinya di Tanjung Pura, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. (2). Menganalisis hubungan keberadaan hutan mangrove dengan populasi burung migran.

BAHAN DAN METODE

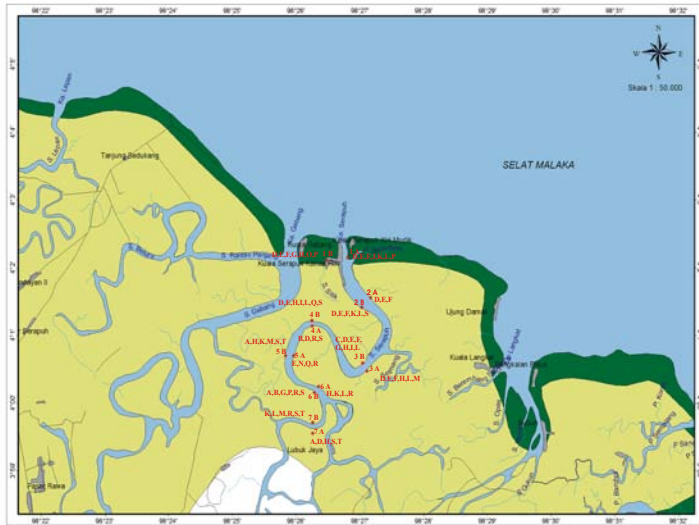
Penelitian ini dilaksanakan di kawasan hutan mangrove Sei Serapuh, Kecamatan Tanjung Pura, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Lokasi sampel yang diambil ada 7 titik, di sepanjang koridor sungai, disisi kiri sungai sebagai sampel A dan di sisi kanan sungai sebagai sampel B. Pengamatan dilakukan pada bulan April 2009 dan Januari 2010, yakni selama musim migrasi burung yang melalui Pesisir Pantai Timur Sumatera, khususnya sungai Serapuh, Tanjung Pura.

Tabel 1:
Stasiun Berdasarkan Komunitas Vegetasi Kawasan Sungai Serapuh

Stasiun	Sub Stasiun	Deskripsi
I	1A	Di sebelah kiri sungai yang didominir <i>Avicennia marina</i>
	1B	Di pemukiman penduduk desa kwala Serapuh
II	2A	Di sebelah kiri sungai yang didominir <i>A. marrina</i>
	2B	Di sebelah kanan sungai Serapuh berupa komunitas <i>A. marrina</i> dan <i>Nypa fruticans</i>
III	3A	Di sebelah kiri sungai yang didominir <i>Sonneratia casiolaris</i>
	3B	Di sebelah kanan sungai berupa komunitas <i>A. marrina</i> dan <i>N. fruticans</i>
IV	4A	Di sebelah kiri sungai yang didominir <i>N. fruticans</i> yang masih alami
	4B	Di sebelah kanan sungai berupa komunitas <i>S. casiolaris</i> dan <i>N. fruticans</i>
V	5A	Di sebelah kiri sungai yang didominir <i>N. fruticans</i> yang masih alami
	5B	Di sebelah kanan sungai yaitu perkebunan kelapa sawit
VI	6A	Di sebelah kiri sungai yang didominir <i>N. fruticans</i> yang masih alami
	6B	Di sebelah kanan sungai yaitu, daerah pertambakan
VII	7A	Di sebelah kiri sungai yaitu lahan kosong dalam proses konversi ke perkebunan kelapa sawit
	7B	Di sebelah kanan sungai yang ditumbuhi <i>N. fruticans</i> yang masih alami

Sumber: Observasi penelitian (2009)

Penghitungan dengan kerapatan yang sedikit, dilakukan langsung pada *tally sheet*, alat penghitung (*tallycounter*). Pada kerapatan burung yang tinggi, penghitungan menggunakan metode blok (*block method*).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Skala 1 : 50 000)

Sumber: (Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Langkat, 2010)

Data-data yang diperoleh selama pengamatan, yaitu jumlah individu dari setiap jenis burung maupun total seluruh jenis, dipergunakan untuk analisis-analisis sebagai berikut :

Indeks keragaman jenis (H)

$$H = \sum_{i=1}^n n_i / N \cdot \ln / N$$

H = Indeks keragaman Shannon-Wiener

n_i = Jumlah individu jenis burung ke-i

N = Jumlah individu total jenis burung

Indeks perataan (E)

$$E = H / \log S$$

E = Indeks perataan

H = Indeks keragaman Shannon-Wiener

S = Jumlah seluruh jenis burung

Indeks dominansi (D)

Indeks dominansi (kelimpahan) untuk menggambarkan dominansi ekologi jenis-jenis burung yang ditemukan selama pengamatan. Rumus yang digunakan :

$$D = \sum_{i=1}^n [n_i/N]^2$$

- D = Indeks dominansi
n_i = Jumlah individu jenis burung ke-i
N = Jumlah individu total jenis burung

Kriteria, bobot dan skor penilaian untuk penentuan tingkat kekritisn lahan mangrove dengan cara teristris. Tipe penutupan dan penggunaan lahan diklasifikasikan kedalam lima kategori dengan bobot nilai 30 dan cara skoring seperti yang terlihat dalam Tabel 2. Kriteria lain yang dipergunakan untuk menilai kondisi hutan mangrove adalah jumlah pohon per hektar, permudaan per hektar, lebar jalur hijau mangrove dan tingkat abrasi. Masing-masing kriteria memiliki bobot dan skor penilaian yang berbeda.

Tabel 2:
Penentuan Tingkat Kekritisn Lahan Mangrove dengan Cara Teristris
(Survey Lapangan)

No	Kriteria	Bobot	Skor penilaian
1	Tipe penutupan dan penggunaan lahan (Tppl)	30	a. 5 : hutan mangrove murni b. 4 : hutan mangrove bercampur tegakan hutan lain c. 3 : hutan mangrove bercampur dengan tambak tumpangsari, atau areal tambak tumpangsari murni d. 2 : hutan mangrove bercampur dengan penggunaan lahan non-vegetasi (pemukiman, tambak non-tumpang sari, dsb) e. 1 : areal tidak bervegetasi
2	Jumlah Pohon/ha (N)	25	a. 5 : N = 1.500 pohon/ha, merata (F = 75%) b. 4 : N = 1.500 pohon/ha, tidak merata (F<75%) c. 3 : N = 1.000-1.500 pohon/ha, merata (F=75%) d. 2 : N = 1.000-1.500 pohon/ha, tidak merata F<75%) e. 1 : N < 1.000 pohon/ha
3	Permudaan/ha (Np)	20	a. 5 : N = 5.000 semai/ha (F = 40%) N = 2.500 pancang/ha (F = 60%) b. 4 : N = 4.000 - 5.000 semai/ha (F = 40%) N = 2.000- 2.500 pancang/ha (F = 60%) c. 3 : N = 3.000 - 4.000 semai/ha (F = 40%) N = 1.500 - 2.000 pancang/ha (F = 60%) d. 2 : N = 2.000 - 3.000 semai/ha (F = 40%) N = 1.000 - 1.500 pancang/ha (F = 60%) e. 1 : N < 2.000 semai/ha (F = 40%) N < 1.000 pancang/ha (F = 60%)

No	Kriteria	Bobot	Skor penilaian
4	Lebar jalur hijau mangrove (L)	15	a. 5 : 100% (130 x PPS) b. 4 : 80% - 100% (130 x PPS) c. 3 : 60% - 80% (130 x PPS) d. 2 : 40% - 80% (130 x PPS) e. 1 : < 40 % (130 x PPS)
5	Tingkat Abrasi (A)	10	a. 5 : 0 - 1 m/tahun b. 4 : 1 - 2 m/tahun c. 3 : 2 - 3 m/tahun d. 2 : 3 - 5 m/tahun e. 1 : > 5 m/tahun

Sumber: Dephut, Dirjen RLPS (2005)

Adapun total nilai skoring (TNS2) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$TNS2 = (Tppl \times 30) + (N \times 25) + (Np \times 20) + (L \times 15) + (A \times 10)$$

Berdasarkan total nilai skoring (TNS2) tersebut, tingkat kekritisn lahan mangrove dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Nilai 100 – 200 : rusak berat
- Nilai 201 – 300 : rusak
- Nilai > 300 : tidak rusak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Jenis Burung

Berdasarkan hasil pengamatan di sungai Serapuh, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, ditemui 20 spesies burung di kawasan hutan mangrove sungai Serapuh. Pengelompokkan berdasarkan famili terdiri dari 7 spesies dari famili Ardeidae (*Ardea cinerea*, *A. purpurea*, *Bubulcus ibis*, *Casmerodius albus*, *Egretta intermedia*, *E. garzetta*, *Butorides striatus*), 2 spesies famili Ciconiidae (*Mycteria cinerea* dan *Leptoptilos javanicus*), 3 spesies famili Accipitridae (*Elanus caeruleus*, *Haliastur Indus*, *Ichthyophaga humilis*). Masing-masing 1 spesies dari famili Dendrocygnidae (*Dendrocygna javanicus*), Rallidae (*Amaurornis phoenicurus*), Scolopacidae (*A. hypoleucos*), laridae (*Sterna hirundo*), Columbidae (*Treron vernans*), Alcedinidae (*Todirhamphus chloris*), Hirundinidae (*Hirundo rustica*), Artamidae (*Artamus leucorynchus*).

Tabel 3:
Status perlindungan Burung di Kawasan Mangrove Sungai Serapuh, Langkat

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Famili	STATUS			Tipe burung
				UU	IUCN	CITES	
1	Cangak abu	<i>Ardea cinerea</i>	Ardeidae	-	LC	0	Non migran
2	Cangak merah	<i>Ardea purpurea</i>	Ardeidae	-	LC	0	Non migran

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Familia	STATUS			Tipe burung
				UU	IUCN	CITES	
3	Kuntul kerbau	<i>Bubulcus ibis</i>	Ardeidae	√	LC	0	Non migran
4	Kuntul besar	<i>Casmerodius albus</i>	Ardeidae	√	LC	0	Non migran
5	Kuntul perak	<i>Egretta intermedia</i>	Ardeidae	√	LC	0	Non migran
6	Kuntul kecil	<i>Egretta garzetta</i>	Ardeidae	√	LC	0	Non migran
7	Kokokan laut	<i>Butorides striatus</i>	Ardeidae	-	LC	0	Non migran
8	Bangau bluwok	<i>Mycteria cinerea</i>	Ciconiidae	√	VU	App 1	Non migran
9	Bangau tongtong	<i>Leptoptilos javanicus</i>	Ciconiidae	√	VU	0	Non migran
10	Belibis batu	<i>Dendrocygna javanica</i>	Dendrocygnidae	-	LC	0	Non migran
11	Elang tikus	<i>Elanus caeruleus</i>	Accipitridae	√	LC	App 1	Non migran
12	Elang bondol	<i>Haliastur Indus</i>	Accipitridae	√	LC	App 1	Non migran
13	Elang-ikan kecil	<i>Ichthyophaga humilis</i>	Accipitridae	√	NT	App 1	Non migran
14	Kareo padi	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	Rallidae	-	LC	0	Non migran
15	Trinil	<i>Actitis hypoleucos</i>	Scolopacidae	-	LC	0	Migran
16	Dara laut	<i>Sterna sp.</i>	Laridae	√	LC	0	Non migran
17	Punai gading	<i>Treron vernans</i>	Columbidae	-	LC	0	Non migran
18	Cekakak sungai	<i>Todirhamphus chloris</i>	Alcedinidae	√	LC	0	Non migran
19	Layang-layang api	<i>Hirundo rustica</i>	Hirundinidae	-	LC	0	Non migran
20	Kekep babi	<i>Artamus leucorhynchus</i>	Artamidae	-	LC	0	Non migran

Sumber: Observasi dan pengolahan data (2010)

Ket.: LC = Risiko rendah; NT = Hampir terancam; VU = Rentan; - = Tidak termasuk burung yang dilindungi; = Burung yang dilindungi; App. 1 = Termasuk dalam Appendix 1

Dari keseluruhan jenis burung yang ditemukan, hanya ada 1 spesies burung pantai migran yang sedang bertengger di tepi pantai. Burung migran ini dari spesies trinil pantai (*A. hypoleucos*) famili Scolopacidae. *A. hypoleucos* termasuk dalam spesies burung migran yang sering ditemukan. Burung ini kerap singgah di sepanjang Pantai Timur Sumatera Utara. Menurut Hidayat (2008) jenis burung migran yang sering dijumpai di Pantai Timur Sumut antara lain Cerek-cerekan (*Pluvialis* spp.), Gajahan (*Numenius* spp.), Biru Laut (*Limosa* spp.), Trinil (*Tringa* spp.), Kedidi (*Caladris* spp.), dan Dara Laut (*Sterna* spp.).

Burung-burung di sekitar sungai serapuh tersebar pada berbagai tipe penggunaan lahan, yaitu: kawasan bervegetasi, lahan kosong, pemukiman penduduk dan kawasan tambak. Selama pengamatan di lapangan terlihat jenis burung yang selalu dijumpai adalah anggota famili Ardeidae salah satunya adalah dari spesies *Egretta* sp.. Mereka merupakan burung air yang sering ditemukan di lokasi pengamatan dengan jumlah relatif lebih banyak dibandingkan burung air lain yang terdapat di lokasi pengamatan. Menurut (Wallace dan Mahan 1975, dalam Elfidasari 2005), jenis burung air biasanya mencari makan di daerah yang memiliki aliran air tenang dengan ketinggian air tidak lebih dari 30 cm.

Tabel 4:
Jumlah dan Jenis Burung di Kawasan Mangrove Sungai Serapuh, Langkat

No.	Nama Indonesia	Nama latin	Lokasi temuan				Jumlah
			KV	LK	PP	KT	
1	Cangak abu	<i>Ardea cinerea</i>	5	-	-	1	6
2	Cangak merah	<i>Ardea purpurea</i>	1	-	-	1	2
3	Kuntul kerbau	<i>Bubulcus ibis</i>	1	-	-	-	1
4	Kuntul besar	<i>Casmerodius albus</i>	77	2	-	1	80
5	Kuntul perak	<i>Egretta intermedia</i>	292	-	4	-	296
6	Kuntul kecil	<i>Egretta garzetta</i>	124	-	-	-	124
7	Kokokan laut	<i>Butorides striatus</i>	3	-	2	4	9
8	Bangau bluwok	<i>Mycteria cinerea</i>	26	4	4	1	35
9	Bangau tongtong	<i>Leptoptilos javanicus</i>	3	-	-	-	3
		<i>Dendrocygna</i>					
10	Belibis batu	<i>javanica</i>	5	-	-	-	5
11	Elang tikus	<i>Elanus caeruleus</i>	7	-	-	-	7
12	Elang bondol	<i>Haliastur indus</i>	17	-	1	-	18
13	Elang-ikan kecil	<i>Ichthyophaga humilis</i>	65	-	-	-	65
		<i>Amaurornis</i>					
14	Kareo padi	<i>phoenicurus</i>	1	-	-	-	1
15	Trinil pantai	<i>Actitis hypoleucos</i> *	2	-	-	-	2
16	Dara laut	<i>Sterna</i> sp.	32	-	6	8	46
17	Punai gading	<i>Treron vernans</i>	1	-	-	-	1
18	Cekakak sungai	<i>Todirhamphus chloris</i>	6	-	1	2	9
19	Layang-layang api	<i>Hirundo rustica</i>	340	-	3	2	345
20	Kekep babi	<i>Artamus leucorhynchus</i>	28	-	-	-	28
Jumlah Jenis			20	2	7	8	20
Jumlah Populasi			1036	6	21	20	1083
Rata-rata populasi			115,1	0,7	2,3	2,2	120,3
Rata-rata jenis			9,89	0,33	0,89	1,11	

Keterangan: KV : Kawasan bervegetasi , LK: Lahan kosong, PP : Pemukiman penduduk, KT: Kawasan tambak

Indeks keragaman jenis burung pada kawasan bervegetasi relatif lebih besar dibanding 3 lokasi temuan lainnya, yakni sebesar 5,205. Keragaman jenis burung yang lebih tinggi disebabkan karena ketersediaan bahan makanan. Tersedianya bahan makanan bagi burung dapat mamancing berbagai macam jenis burung untuk bertengger dan

mencari makanan di sekitar kawasan vegetasi di sungai Serapuh. Adanya berbagai macam makrozoobentos merupakan salah satu penyebab kedatangan burung migran untuk singgah dan mencari makan di lahan basah. Nilai indeks dominansi berkisar antara 0,188 – 0,556, menurut Heddy dan Kurniati (1996) *dalam* Widodo (2005) pada nilai $D > 0,05$ suatu jenis sudah dapat dikatakan melimpah. Nilai indeks keragaman jenis burung pada masing-masing lokasi pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5:
Nilai Indeks Keragaman Jenis Burung di Berbagai Penggunaan Lahan Kawasan Mangrove Serapuh

	Lokasi Temuan			
	Kawasan Vegetasi	Lahan Kosong	Pemukiman Penduduk	Kawasan Tambak
Indeks Shanon Wiener	5,205	0	1,108	0,260
Indeks Perataan	3,771	0	0,803	0,188
Indeks Dominansi	0,217	0,556	0,188	0,236

Sumber : Observasi dan pengolahan data (2010)

Tingkat Kekritisan Mangrove Sungai Serapuh, Langkat

Berdasarkan total nilai skoring (TNS_2), tingkat kekritisan lahan mangrove di sungai Serapuh, Tanjung Pura termasuk kedalam kawasan mangrove yang memiliki kondisi rusak berat. Hal ini terlihat pada nilai TNS sebesar 170 menunjukkan nilai yang berada jauh dibawah nilai rata-rata untuk kondisi mangrove yang tidak rusak. Kondisi mangrove sungai Serapuh Tanjung Pura telah mengalami peningkatan kerusakan dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2010.

Tabel 6:
Hasil Penilaian untuk Penentuan Tingkat Kekritisan Lahan Mangrove Secara Terestris

No.	Kriteria	Bobot	Skor penilaian
1.	Tipe penutupan dan penggunaan lahan (Tppl)	30	2 : hutan mangrove bercampur dengan penggunaan lahan non-vegetasi (pemukiman, tambak non-tumpang sari, dsb)
2.	Jumlah Pohon/ha (N)	25	e. 1 : $N < 1.000$ pohon/ha N : 123 pohon/ha
3.	Permudaan/ha (Np)	20	e. 1 : $N < 2.000$ semai/ha ($F = 40\%$) N : 266 semai/ha $N < 1.000$ pancang/ha ($F = 60\%$) N : 100 pancang/ha
4.	Lebar jalur hijau mangrove (L)	15	3 : $60\% - 80\% (130 \times 5.5) = 715 = 7.15\%$
5.	Tingkat Abrasi (A)	10	d. 2 : 3 - 5 m/tahun

No.	Kriteria	Bobot	Skor penilaian
	$TNS_2 = (Tppl \times 30) + (N \times 25) + (Np \times 20) + (L \times 15) + (A \times 10)$ $TNS_2 = (2 \times 30) + (1 \times 25) + (1 \times 20) + (3 \times 15) + (2 \times 10)$ $= 170$		

Sumber: observasi dan pengolahan data (2010)

Kawasan mangrove Sungai Serapuh termasuk ke dalam hutan mangrove yang memiliki tipe penutupan dan penggunaan lahan (TPPL) bercampur dengan penggunaan lahan non-vegetasi (pemukiman, tambak non-tumpangsari). Jumlah pohon mangrove sebanyak 123 pohon/0,7 hektar dengan jumlah permudaan sebanyak 266 tanaman mangrove untuk tingkat semai, dan 100 tanaman mangrove untuk tingkat pancang. Nilai keragaman jenis vegetasi berkisar antara 0 sampai dengan 0,011 untuk tingkat pohon, dengan di dominasi oleh tanaman mangrove jenis *A. marrina* yang terdapat disepanjang titik stasiun yang menuju muara sungai Serapuh. Untuk tanaman mangrove di tingkat permudaan, yakni semai dan pancang masing-masing memiliki keragaman jenis mulai dari 0 sampai 0,867 dan 0 sampai 1,284 (data analisis vegetasi dapat terlihat pada lampiran 2).

Kawasan mangrove Sungai Serapuh memiliki lebar jalur hijau mangrove (L) antara 60% - 80% dari lebar minimum yang disyaratkan agar fungsi perlindungan dapat berjalan dengan baik. Hal ini mengakibatkan laju abrasi yang cukup tinggi (3-5 m/tahun) pada kawasan mangrove tersebut. Hal ini didukung dengan pernyataan Onrizal (2010), bahwa kerusakan mangrove di Pesisir Timur Sumatera Utara telah menyebabkan meningkatnya abrasi pantai, dan sekaligus mengakibatkan penurunan keanekaragaman dan volume hasil tangkap nelayan pesisir. Data analisis vegetasi di kawasan mangrove Sungai Serapuh menunjukkan bahwa luasan habitat burung pantai telah berkurang. Hal ini terbukti dengan berkurangnya vegetasi dan jalur hijau mangrove di wilayah tersebut.

Kehadiran burung pantai migran di kawasan mangrove sungai Serapuh dapat dijadikan indikator baik tidaknya mangrove. Tingkat kekritisian lahan mangrove di sungai Serapuh mengindikasikan bahwa perlu dilakukan kegiatan rehabilitasi untuk memulihkan fungsi kawasan hutan tersebut. Kawasan tersebut perlu diperhatikan karena merupakan salah satu jalur migrasi burung migran yang sekaligus daerah penting bagi burung untuk kawasan mangrove Tanjung Pura Langkat. Wetlands (2008), menyatakan bahwa jalur migrasi burung meliputi daerah pesisir Sumatera Utara yang dekat dengan perbatasan Aceh, Belawan menuju ke arah timur Sumatera.

Keadaan mangrove yang telah berkurang dari luasan sebelumnya serta dibukanya jalur hijau untuk areal dan penggunaan lainnya akan mempengaruhi jenis burung yang singgah di kawasan tersebut. Menurut

Onrizal *et al.* (2009), kerusakan hutan mangrove di pantai timur Sumatera Utara berdampak pada penurunan volume dan keragaman jenis ikan yang ditangkap (65,7% jenis ikan menjadi langka/sulit didapat, dan 27,5% jenis ikan menjadi hilang/tidak pernah lagi tertangkap).

Menurut MacKinnon, Phillips van Ballen (tanpa tahun), mangrove merupakan habitat penting bagi sebagian besar kelompok burung air serta beberapa jenis burung daratan. Hal ini terlihat dari banyaknya jumlah dan jenis burung daratan dan burung air yang hidup menetap di kawasan mangrove Langkat. Bagi burung pemakan ikan, seperti kelompok burung kuntul (*Egretta spp.*), mangrove menyediakan tempat untuk beristirahat serta sumber makanan yang berlimpah. Namun mangrove sungai Serapuh tidak menyediakan pakan yang disukai oleh burung migran yang melintasi pesisir sungainya.

A. hypoleucos dijumpai pada muara Sungai Serapuh yang berdekatan dengan pemukiman penduduk dan vegetasi *A. marrina* dengan substrat berupa pasir. Onrizal *et al.*, (2009), menyatakan bahwa pada tegakan *A. marrina* yang memiliki kerapatan rendah, memiliki kelimpahan makrozoobenthos yang tinggi terutama dari kelas gastropoda. Dan apabila semakin tinggi kandungan pasir maka kandungan makrozoobenthos akan meningkat.

Burung air spesies lainnya banyak ditemukan adalah pada daerah bervegetasi dibandingkan dengan 3 lokasi temuan lainnya yaitu lahan kosong, pemukiman penduduk dan kawasan tambak. Hal ini menunjukkan bahwa pada kawasan bervegetasi merupakan kawasan yang menyediakan pakan yang sesuai bagi keseluruhan jenis burung air penetap yang mendiami kawasan mangrove Sungai Serapuh. Perhatian terhadap habitat burung pantai migran sangat diperlukan untuk menciptakan terjaminnya keseimbangan ekosistem perairan pantai. Kondisi di atas menunjukkan perlunya berbagai upaya untuk merehabilitasi kawasan mangrove Sungai Serapuh, sehingga ketersediaan pakan burung migran seperti adanya makrozoobenthos dan ikan-ikan kecil tercukupi sepanjang musim migrasi. Selain itu, kondisi hutan mangrove yang baik bukan hanya berdampak ekologis tapi juga sosial ekonomi masyarakat pesisir. Kerjasama berbagai *stakeholder* terkait merupakan salah satu kunci dalam mengurai permasalahan di sekitar kawasan hutan mangrove Sungai serapuh.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II. 2006. *Hasil Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove BPDAS Seminar Barumun dan SWP DAS Wampu Sei Ular*. Medan

- Departemen Kehutanan. 2008. Data dan Informasi Kehutanan Propinsi Sumatera Utara. <http://www.dephut.go.id/Halaman/Pdf/Infprop/Infsumut.Pdf>. [10 Des 2008].
- Elfidasari, D. 2005. Pengaruh perbedaan lokasi mencari makan terhadap keragaman mangsa tiga jenis kuntul di cagar alam Pulau dua serang: *Casmerodius albus*, *Egretta garzetta*, *Bubulcus ibis*. *MAKARA, SAINS*, 9 (1): 7-12
- Hidayat, AR. 2008. Ada Burung *Migran* Di Pesisir Timur Sumatera. <http://www.kompas.com/read/xml/2008/09/15/14454744/>. [15 Sept 2008].
- Howes, J., D. Bakewell. and Y.R. Noor., 2003. *Panduan Studi Burung Pantai*. Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor.
- MacKinnon, J., Karen Phillips and Bas van Balen, Tanpa tahun. *Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan (termasuk Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam)*. Puslitbang Biologi-LIPI dan Birdlife International-Indonesia Programme. Bogor.
- Onrizal. 2010. Perubahan Tutupan Hutan Mangrove di Pantai Timur Sumatera Utara Periode 1977-2006. *Jurnal Biologi Indonesia* 6(2): 163-172.
- Onrizal., Simarmata, F., dan H. Wahyuningsih. 2009. Keanekaragaman Makrozoobenthos pada Hutan mangrove yang Direhabilitasi di Pantai Timur Sumatera Utara. *Jurnal Natur Indonesia*. 11(2): April 2009 : 94-103
- Wetlands. 2008. Kemitraan untuk Konservasi Burung Air Bermigrasi dan Pemanfaatan Habitatnya secara Berkelanjutan di Jalur Terbang Asia Timur – Australasia. <http://www.eaaflyway.net/documents/Indonesian/Partnership-document.pdf>. [26 Nov 2008 23:23:09 GMT].

ANALISIS KEKERABATAN FILOGENETIK TANAMAN KEMBANG TELANG (*CLITORIA TERNATEA* L.) BERDASARKAN MARKER MOLEKULER GEN RBCL DNA KLOROPLAS (STUDI BIOINFORMATIK)

Suparman¹ dan Abdul Rasyid Tolangara²

¹Mahasiswa Program Magister Biologi Sel & Molekuler, SITH-ITB,
Bandung.Email : parker_ok@yahoo.com.

²Staf Pengajar Prodi Pendidikan Biologi, FKIP-Universitas Khairun, Ternate

Abstrak

Analisis Filogenetik Tanaman *Clitoria ternatea* L. (Kembang Telang) berdasarkan gen *rbcL* penyandi enzim rubisco (ribulosa-1,5-bifosfat karboksilase/oksigenase) yang diambil dari genebank NCBI menunjukkan posisi *Clitoria ternatea* berada dalam satu klada dengan tanaman *Centrosema virginianum*, kedua tanaman ini secara taksonomi merupakan satu subtribe yakni *Clitoriinae*, tribe *Phaseoleae*. Pohon filogenetik yang dibentuk dari 29 spesies dengan metode Maximum Parsimony (MP) menggunakan software MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) 5 Beta memperlihatkan pohon yang monofiletik dari subfamilia *Papilionoideae*, dengan diuji bootstrap 1000x menunjukkan konsistensi subfamilia tersebut yang berasal dari satu garis nenek moyang yang sama.

Kata kunci: Analisis filogenetik, Kembang Telang, *Clitoria ternatea*, *rbcL*, rubisco.

PENDAHULUAN

Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) adalah tumbuhan asli Indonesia yang banyak dimanfaatkan di bidang pengobatan tradisional. Beberapa penelitian menunjukkan kandungan antioksidan, anti inflammatory, analgesic, epilepsi, meningkatkan daya ingat, anti diabetes, anti mikroba, anti asma, anti piretik, dan anti depresant dari *C. ternatea* dengan berbagai percobaan yang berbeda (Kumar Gupta, et al., 2010). Tanaman yang merupakan herba perenial ini berasal dari daerah Asia tropis (Gomez & Kalamani, 2003), sumber lain dalam Website www.archive.org menuliskan bahwa biji tanaman ini pertama dibawa ke Inggris dari Pulau Ternate, kepulauan Maluku (Anonim, 2010). Nama ilmiah untuk penunjuk jenis tanaman ini diambil dari nama Pulau Ternate tersebut, yakni *Clitoria ternatea* L (Kumar Gupta, et al., 2010). *Clitoria ternatea* L. merupakan anggota dari Familia *Fabaceae* dengan nama lain

familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, *tribe* Phaseoleae dan subtribe Clitoriinae (Morris J.B, 2009). Dinamakan Kembang Telang karena bunganya yang berwarna biru telang dalam bahasa Jawa, telang dalam bahasa sunda. Website Zipecodezoo.com menamakan *Clitoria ternatea* dengan berbagai nama lainnya (synonim) diantaranya yakni *Clitoria albiflora* Mattei, *C. coelestris* Siebert & Voss, *C. parviflora* Raf, *C. pilosula* Benth. dan *C. spectabilis* Forsk, dengan puluhan nama lokal dalam bahasa Inggris (Zipecodezoo.com, 2010).

Secara filogenetik molekuler belum ada pembahasan yang menunjukkan pengelompokan secara rinci posisi tanaman Kembang Telang dari spesies lainnya yang satu takson terdekat. Penggunaan penanda molekuler sebagai dasar pembuatan filogeni memberikan data lebih akurat dari penanda morfologi dan fisiologi yang cenderung labil (Hidayat, et al. 2008), oleh karena itu peneliti memanfaatkan penanda molekuler pada rekonstruksi filogeni tumbuhan. Penanda molekuler yang telah disetujui oleh Consortium Barcode of life (CBOL) salah satunya ialah gen *rbcL* (ribulosa-1,5-bisphosphat Carboxylase/oxygenase) yakni gen pengkode Rubisco large subunit (CBOL. 2009). Gen ini merupakan gen lestari moderat yang berada di kloroplast yang dapat membedakan tiap jenis dari tumbuhan. Gen *rbcL* secara umum telah digunakan oleh para peneliti dalam analisis filogenetik molekuler (Asahina, Haruka, et al. 2010).

Sampai penelitian ini dilakukan, penelitian filogenetik dengan marker molekuler gen *rbcL* pada familia Fabaceae telah banyak dilakukan, tetapi belum ada peneliti yang secara khusus memfokuskan pada penempatan posisi tanaman *Clitoria ternatea* L. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kekerabatan filogenetik tanaman Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L) dari tanaman lainnya berdasarkan gen *rbcL* yang tersedia di *genebank* NCBI. Hasil penelitian ini dapat menjadi sumber masukan dalam taksonomi tumbuhan.

BAHAN DAN METODA

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa study bioinformatik dengan menganalisis gen *rbcL* dari tanaman Kembang Telang yang tersedia di *genebank* National Center for Biotechnology Information (www.ncbi.nlm.nih.gov) (NCBI. 2010), gen *rbcL* dari tanaman *C. ternatea* selanjutnya *diblast* (*Basic Local Alignment Search Tool*) dengan blast tool NCBI. Sebanyak 25 spesies tanaman lain dengan kemiripan gen *rbcL* (max identity) yang tinggi dengan gen *rbcL* dari *Clitoria ternatea* di koleksi dan *dialignment* (disejajarkan) dengan bantuan program Bioedit. Hasil alignment selanjutnya dibuat pohon filogenetik dengan metode *Maksimum Parsimony* (MP) dengan software MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) versi 5 Beta. Uji kekokohan pohon dilakukan dengan metode bootstrap sebanyak 1000x.

Spesies yang diambil dari NCBI merupakan anggota dari familia *Fabaceae* subfamilia *Papilionoideae* yakni sampel nomor 1 sampai nomor 26, sedangkan spesies yang dijadikan outgrup adalah tiga spesies tanaman yang berasal dari subfamilia *Caesalpinioideae*, sampel nomor 27 sampai nomor 29. Sampel gen rbcL tanaman dari *Operational Taxonomic Unit (OTUs)* yang akan dijadikan pohon filogenetik berasal dari NCBI dengan kode nomor assesesi sebagai berikut :

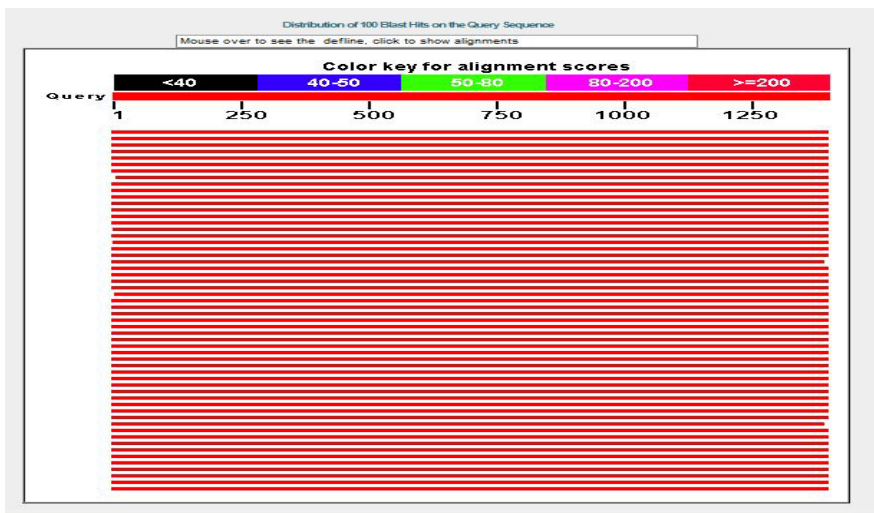
Tabel 1:
Daftar Spesies dengan Nomor Assesi *Genebank NCBI* Berdasarkan
Klasifikasi Tribe dalam Familia *Fabaceae*, subfamilia *Papilionoideae*

Nomor Sampel	Tribe Dan Spesies	Nomor Assesi Ncbi
Tribe Phaseoleae		
1	<i>Clitoria ternatea</i>	U74237.1
2	<i>Centrosema virginianum</i>	AF308706.1
Tribe Millettiae		
3	<i>Dewevrea bilabiata</i>	AB045799.1
4	<i>Austrosteenisia blackii</i>	U74242.1
5	<i>Leptoderris fasciculata</i>	AB045807.1
6	<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	AF308727.1
7	<i>Dalbergiella nyasae</i>	AF308724.1
8	<i>Dalbergiella welwitschii</i>	AB045797.1
Tribe Indigofereae		
9	<i>Indigofera glomerata</i>	AM235008.1
10	<i>Phylloxylon perrieri</i>	U74256.1
Tribe Swartziae		
11	<i>Swartzia cardiosperma</i>	AM234259.1
12	<i>Swartzia sp</i>	U74194.1
13	<i>Aldina latifolia</i>	U74252.1
14	<i>Holocalyx balansae</i>	U74244.1
15	<i>Lecointea peruviana</i>	AM234260.1
16	<i>Cordyla africana</i>	U74204.1
17	<i>Ateleia herbert-smithii</i>	U74201.1
Tribe Sophoreae		
18	<i>Sophora japonica</i>	U74230.1
19	<i>Cladrastis sikokiana</i>	U74232.1
20	<i>Cladastris sinensis</i>	Z95551.1
21	<i>Pericopsis mooniana</i>	U74210.1
22	<i>Xanthocercis zambesiaca</i>	U74189.1
23	<i>Castanospermum australe</i>	U74202.1
24	<i>Ormosia emarginata</i>	U74231.1
Tribe Dalbergieae		
25	<i>Andira inermis</i>	U74199.1
Tribe Abreae		
26	<i>Abrus precatorius</i>	U74224.1
Outgrup (Subfamilia <i>Caesalpinioideae</i>)		
27	<i>Caesalpinia pulcherrima*</i>	U74190.1
28	<i>Acrocarpus sp. *</i>	AF308699.1
29	<i>Ceratonia siliqua*</i>	U74203.1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koleksi Data Gen *rbcL* dari NCBI

Gen *rbcL* yang didapatkan pada NCBI dari spesies *Clitoria ternatea* adalah dengan nomor asesi EU717286.1 dan U74237.1, tetapi hanya satu gen yang diambil untuk direkonstruksi menjadi pohon filogenetik yakni gen dengan nomor asesi U74237.1. Penentuan ini hanya dilihat dari panjang basepare yang disediakan oleh masing-masing nomor asesi. Hasil grafik ringkasan blast (gambar 2) dari gen *rbcL* *Clitoria ternatea* memperlihatkan bahwa hampir seluruh gen berada pada kesamaan yang tinggi dengan gen *rbcL* dari *Clitoria ternatea* dengan panjang basa diatas 1250bp. Penjelasan dari masing-masing garis warna merah dapat dilihat pada gambar 3 deskripsi hasil blast.



Gambar 2: Grafik rangkuman hasil blast NCBI dari gen *rbcL* tanaman *Clitoria ternatea*

Pembuatan pohon filogenetik dengan urutan gen DNA diperlukan adanya pensejajaran atau yang dikenal dengan *multiple alignemnt* dari semua urutan DNA yang akan dimasukkan sebagai anggota atau *Operational Taxonomy Unit* (OTUs) pohon filogenetik. Hasil multiple alignment (tidak ditampilkan) yang dibuat dengan bantuan program bioedit selanjutnya digunakan dalam pembuatan pohon fileogenetik.

Analisis rekostruksi pohon filogenetik dengan metode statistik *Maksimum Pasrimony* menggunakan program MEGA 5 beta, dengan uji kekokohan pohon filogenetik melalui metode bootstrap 1000 kali replikasi dan alur pembacaan awal (*open reading frame*) dari codon 1, 2, dan 3, menghasilkan gambar pohon filogenetik yang dapat menjelaskan kedudukan tanaman *Clitoria ternatea* dari tanaman Leguminose lainnya

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

(gambar 4). *Clitoria ternatea* berada dalam satu klada dengan tanaman *Centrosema virginianum* yang juga anggota kelompok *subtribe Clitoriinae* dari *Tribe Phaseoleae*. Beberapa spesies tanaman dalam pohon fileogenetik berasal dari cabang utama langsung yakni *Pericopsis mooniana*, *Andira inermis*, *Ormosia emarginata*, *Cordyla africana*, *Ateleia herbert-smithii*, *Xantocercis zambesiaca*.

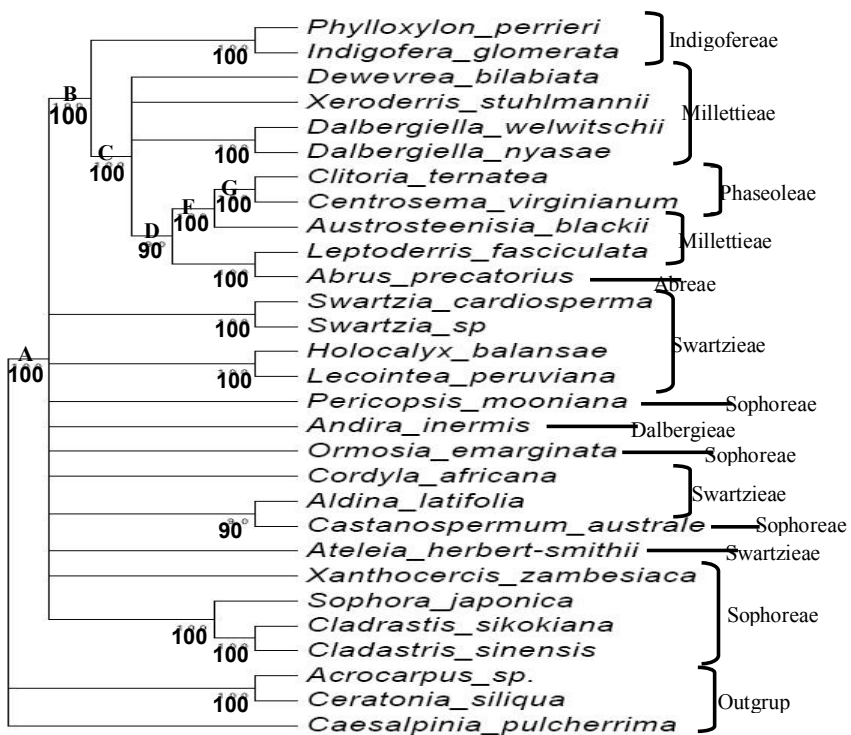
Sequences producing significant alignments:

Accession	Description	Max score	Total score	Query coverage	E value	Max ident	Links
EU717286.1	Clitoria ternatea isolate 127 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase	2584	2584	100%	0.0	100%	
U74237.1	Clitoria ternatea ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2584	2584	100%	0.0	100%	
AF308706.1	Centrosema virginianum ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit	2250	2250	99%	0.0	95%	
AB045799.1	Dewevrea bilabiata chloroplast rbcL gene for ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase	2246	2246	99%	0.0	95%	
U74244.1	Holocalyx balansae ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2246	2246	100%	0.0	95%	
U74256.1	Phylloxylon perrieri ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2244	2244	99%	0.0	95%	
U74210.1	Pericopsis mooniana ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2244	2244	100%	0.0	95%	
AM234260.1	Lecointea peruviana partial rbcL gene for ribulose bisphosphate carboxylase/oxygenase	2233	2233	99%	0.0	95%	
AM234259.1	Swartzia cardiosperma partial rbcL gene for ribulose bisphosphate carboxylase/oxygenase	2233	2233	99%	0.0	95%	
U74252.1	Aldina latifoliaribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2233	2233	99%	0.0	95%	
U74194.1	Swartzia sp. ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2230	2230	100%	0.0	95%	
U74232.1	Cladrastis sikokiana ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2228	2228	99%	0.0	95%	
AB045797.1	Dalbergiella welwitschii chloroplast rbcL gene for ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase	2224	2224	99%	0.0	95%	
U74199.1	Andira inermis ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2224	2224	100%	0.0	95%	
U74201.1	Ateleia herbert-smithii ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2224	2224	100%	0.0	95%	
AF308724.1	Dalbergiella nyasae ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit	2222	2222	99%	0.0	95%	
U74230.1	Sophora japonica ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2222	2222	99%	0.0	95%	
AF308727.1	Xeroderris stuhlmannii ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit	2220	2220	99%	0.0	95%	
U74189.1	Xanthocercis zambesiaca ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2218	2218	100%	0.0	95%	
U74202.1	Castanospermum australe ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2218	2218	100%	0.0	95%	
Z95553.1	Cladastria sinensis chloroplast rbcL gene	2213	2213	99%	0.0	95%	
U74242.1	Austrosteenisia blackii ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2207	2207	100%	0.0	95%	
AB045807.1	Leptodermis fasciculata chloroplast rbcL gene for ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase	2206	2206	99%	0.0	95%	
U74231.1	Ormosia emarginata ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2206	2206	99%	0.0	95%	
U74224.1	Abrus precatorius ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2206	2206	100%	0.0	95%	
AF308699.1	Acrocarpus sp. J10-2001 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit	2202	2202	99%	0.0	95%	
U74203.1	Ceratonia siliqua ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2202	2202	100%	0.0	95%	
AM235008.1	Indigofera glomerata chloroplast partial rbcL gene for ribulose bisphosphate carboxylase/oxygenase	2200	2200	99%	0.0	95%	
U74243.1	Bolusanthus speciosus ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2198	2198	100%	0.0	95%	
EU717284.1	Hardenbergia violacea isolate 117 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit	2196	2196	100%	0.0	95%	
U74250.1	Senna alata ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2196	2196	100%	0.0	94%	
U74184.1	Peltophorum sp. ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2196	2196	100%	0.0	94%	
U74241.1	Hardenbergia violacea ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2196	2196	100%	0.0	95%	
U74192.1	Cadia purpurea ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2196	2196	100%	0.0	94%	
U74255.1	Acosmium dasycarpum ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2196	2196	100%	0.0	95%	
AM234258.1	Bobgunnia fistuloides partial rbcL gene for ribulose bisphosphate carboxylase/oxygenase	2194	2194	99%	0.0	94%	
AB045811.1	Mucuna macrocarpa chloroplast rbcL gene for ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase	2194	2194	99%	0.0	94%	
AB045787.1	Apios taiwaniana chloroplast rbcL gene for ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase	2194	2194	99%	0.0	95%	
U74233.1	Brongniartia pacifica ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase-oxygenase large subunit	2194	2194	99%	0.0	94%	

Gambar 3: Deskripsi hasil blast NCBI gen rbcL tanaman *Clitoria ternatea* Rekonstruksi pohon filogenetik dengan metode Maksimum Parsimony (MP) 1000x bootstrap.

Tiga spesies tanaman dari subfamilia *Caesalpinioideae* yang dijadikan outgrup dalam rekonstruksi pohon filogenetik ini merupakan pembeda yang sangat baik, karena secara langsung berada di luar grup

utama. Beberapa spesies yang digunakan merupakan endemik yang berada di luar Indonesia, seperti *Xanthocercis zambesiaca* yang merupakan tanaman asli Mozambik dengan penyebaran di sekitar Mozambik, Zimbabwe, dan Afrika selatan (Hyde, et al, 2011), *Dalbergiella sp.* adalah tanaman Zimbabwe, tanaman *Phylloxylon perrieri* merupakan asli Madagskar, *Cordyla africana* (Africa) yang dikenal dengan nama mangga africa, juga genus *Holocalyx* yang tersebar di wilayah Amerika Selatan (Mansano & Filho, 2010). Ketiadaan beberapa tanaman tersebut di Indonesia sehingga tidak ditemukan padanan nama tanaman tersebut dalam bahas Indonesia ataupun bahasa Melayu.



Gambar 4. Pohon Filogenetik Subfamilia Papilionoideae Berdasarkan Gen *rbcL*.

Subfamilia *Papilionoideae* dari familia *Fabaceae* berdasarkan urutan gen *rbcL* membentuk pohon filogenetik yang monofiletik yakni berasal dari *common ancestor* atau nenek moyang yang sama. Hal ini sesuai dengan penelitian Doyle [12], yang mengelompokan *Papilionoideae* dalam satu kelompok besar yang berasal dari nenek moyang yang sama, pengelompokan oleh Doyle juga menggambarkan

posisi genus *clitoria* secara umum dalam subfamilia *Papilionoideae*, namun secara khusus tidak menyebutkan spesies tanaman yang digunakan dari genus tersebut. Hasil penelitian menjelaskan penelitian sebelumnya oleh (Doyle, et al, 1997, 2000), akan posisi tanaman *Clitoria ternatea* dalam subtribe Clitoriinae. Tanaman *Clitoria ternatea* berada satu clada dengan *Centrosema virginianum* yang sama-sama dari tribe Phaseoleae subtribe Clitoriinae. Kedua tanaman ini walaupun berbeda genus, namun secara morfologi memiliki kemiripan baik dari warna bunga maupun bentuk bunga dan cara hidup. Universal Biological Indexer Organizer (Ubio, 2009) mempublikasikan beberapa penamaan lokal dengan nama yang sama untuk dua jenis tanaman yang berbeda ini dengan nama butterfly pea. Bahkan tidak ditemukannya nama lokal melayu/Indonesia untuk tanaman *Centrosema virginianum* ini dikarenakan kemiripan dengan *Clitoria ternatea*, sehingga secara umum orang juga menyebutnya dengan nama Kembang Telang, sama dengan nama *C. ternatea*. Beberapa tanaman lain dalam pohon filogenetik tersebut berhasil ditemukan nama lokalnya, hal ini mengindikasikan tanaman tersebut tersebar secara luas di Indonesia, seperti *Abrus precatorius*, pohon Saga merah (Van stein, et al, 1975), tanaman yang memiliki biji berwarna merah ini biasa digunakan masyarakat sebagai obat penyakit sariawan. *Abrus precatorius* ini lebih dekat kekerabatannya secara filogenetik dengan *clitoria ternatea* jika dibandingkan dengan tanaman *Pericopsis mooniana*, tanaman yang secara umum dikenal dengan nama lokal Kayu Kuku ini merupakan tanaman yang tersebar di wilayah Sulawesi Tenggara dan Maluku (Aqsa, 2010).

Kedekatan secara filogenetik antara *Clitoria ternatea* dengan tanaman *Centrosema virginianum* dapat menunjukkan kedekatan pada pola genetik, sehingga ada kemungkinan kemiripan kandungan senyawa antara kedua tanaman tersebut, hal ini mengikuti pola yang berasal dari tanaman katuk dan meniran (Hidayat, et al. 2008). Hasil ini dapat berimplikasi pada pola pemanfaatan kedua tanaman tersebut, sehingga ada kemungkinan tanaman ini dapat saling menggantikan, bahkan dapat dilakukan persilangan antara kedua genus tanaman ini untuk menghasilkan tanaman baru baik variatas baru dari kedua jenis maupun spesies baru. Beberapa kandungan biokimia yang telah diteliti pada *C. ternatea* seperti antioksidan, anti inflammatory, analgesic, epilepsi, meningkatkan daya ingat, anti diabetes, anti mikroba, anti asma, anti piretik, dan anti depresant dari *C. ternatea* dengan berbagai percobaan yang berbeda (Kumar Gupta, et al., 2010), kemungkinan besar juga terdapat dalam tanaman *Centrosema virginianum*. Model pemanfaatan inilah yang dapat dilakukan oleh para peneliti bidang farmasi, sehingga bisa menjadikan suatu tanaman sebagai pengganti (substitusi) dengan tanaman lainnya. Adanya kedekatan secara filogenetik pada suatu

tanaman dapat dimanfaatkan oleh banyak bidang ilmu selain taksonomi, hal ini dengan berpedoman bahwa tanaman yang dekat kekerabatannya secara filogenetik menunjukkan pola genetik dan sifat biokimia keduanya sama.

Tribe Phaseoleae yang memiliki anggota *Clitoria ternatea* berada pada satu clada dengan tribe Millettieae dari nenek moyang bersama pada C, bahkan *Autrosteensia blackii* yang merupakan anggota Millettieae menjadi sister grup dari tribe Phaseoleae, yakni jenis yang paling dekat kekerabatannya. Tribe Indifofereae merupakan tribe yang monofiletik selain Phaseoleae, sementara tribe lainnya memiliki anggota yang tidak monofiletik. Beberapa tribe Sophoreae dan swartzieae merupakan tribe yang membentuk polytomi dibandingkan dengan tribe lainnya, sementara tribe Millettieae memiliki anggota yang tersebar pada beberapa cabang namun tetap berasal dari nenek moyang yang sama yakni pada cabang C.

Hasil penelitian berdasarkan marker molekuler gen *rbcL* menunjukkan tanaman *Clitoria ternatea* yang berkerabat dekat dengan tanaman *Centrosema virginianum*, hal ini terbukti dengan posisi kedua tanaman tersebut yang berada dalam satu klada. Dekatnya kekerabatan ini dapat memprediksikan kemiripan pola genetik dan biokimia dari kedua tanaman tersebut. Sementara tanaman *Austrosteensia balckii* berfungsi sebagai sister grup dari tribe Phaseoleae. Pohon filogenetik memperlihatkan sifat monofiletik subfamilia Papilionoideae, hal ini membuktikan bahwa subfamilia tersebut berasal dari nenek moyang yang sama.

Analisis lanjutan dengan perpaduan beberapa marker molekuler dan memperbanyak sampel dari anggota genus *Clitoria* dan subtribe Clitoriinae akan memperlihatkan posisi lebih rinci dari tanaman *Clitoria ternatea* dalam Familia Fabaceae. Analisis biokimia dari kedua tanaman *Clitoria ternatea* dan *Centrosema virginianum* dapat dilakukan secara bersamaan karena adanya kemiripan tersebut.

REFERENSI

- Anonim. 2010. *The useful plant of the island of Guam; with an introductory account of the physcal features and natural history of the island, of the character and history of its peapole, and of their agriculture*, <<http://www.archive.org/stream/usefulplant>>, tanggal akses : 2 Januari 2011.
- Aqsa, Mohammad. 2010. *Pertahankan Kayu Kuku (Pericopsis mooniana THW) dari Kepunahan*. <<http://mimpi22.wordpress.com/>> tanggal akses: 2 Januari 2011

- Asahina, Haruka, et al. 2010. Identification of Medicinal *Dendrobium* Species by Phylogentic Analyses Using matK and rbcL Sequences. *The Japanese Society of Pharmacognosy and Springer*, J Nat Med 64: 133-138.
- CBOL. 2009. CBOL approves matK and rbcL as the BARCODE Regionfor Lant Plants Statement by Executive Commitee, Concoritum for the Barcode of Life. <http://www.barcoding.si.edu/plant_working_group.html>, tanggal akses: 2 Desember 2010.
- Doyle, et al. 1997. A Phylogeny of Cloroplast Gene rbcL in the Leguminose : Taxonomic Correlation and Insight into the Eevolution of Nodulation, *American journal of botany* 84(4): 541-554
- Doyle, et al. 2000. Toward Comprehensive Phylogeny of Leguminose : Evidance from rbcL sequence and non moleculer data, Afvanve in leguminose systematics, pp 1-20, *Royal Botanic Garden Kew*.
- Gomez, S. Michael, & Kalamani, A. 2003. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*): A Nutritive Mulptipurfose Forage Legume for the Tropical – An Overview, *Pakistan Journal of Nutritien* 2(6): 374-379.
- Hidayat, et al. 2008. Analisis Filogenetik Molekuler pada Phylantus niruri L (Euphorbiaceae). *Jurnal Matematika dan Sains* Vol. 13 No 1.
- Hyde, MA. & Wursten, B. 2011. *Flora of Mozambique : Species information: Xanthocercis zambesiaca*. <<http://mozambiqueflora.com>> tanggal akses 1-4 januari 2011.
- Kumar Gufta, et al,. 2010. Clitoria ternatea (L.) : Old and new aspestct. *Journal of farmacy research*, 3(11), 2610-2614.
- Mansano & Filho. 2010. *The New york Botanical garden Press*; 62(2), pp.110-115, Brox. NY.
- Morris J.B. 2009. Characterization of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) accesions for morfology, phenology, reproduction, and potential nutraceutical, pharmaceutical trait utilization. *Genet Resour Crop Evol* 56: 421-427.
- NCBI. 2010. <<http://www.ncbi.nlm.nih.org>> tanggal akses: 3-7 Desember 2010, 1-4 Januari 2011.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Ubio. 2009. *Clitoria ternatea* Kembang Tlang. <<http://www.ubio.org/browser/details.php?conceptID=&namebankID>> tanggal akses: 3 januari 2011.
- Van stein, C. G. G. J, Hoed, D. Den, Bloembergn, S. .1975. *Flora Untuk Sekolah di Indonesia*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Zipcodezoo.com. 2010. <[http://zipcodezoo.com/Plants/C/Clitoria ternatea](http://zipcodezoo.com/Plants/C/Clitoria_ternatea)>, tanggal akses: 2 Januari 2011.

KEANEKARAGAMAN JENIS GULMA PADI SAWAH DI DESA RAMBAH BARU KECAMATAN RAMBAH SAMO KABUPATEN ROKAN HULU

Syafrinal Soelin, Zuhri Syam, dan Muhammad Daud

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas, Padang

Abstract

Research was about diversities weeds rice in the rice field in Rambah Baru village, Rambah Samo district, Rokan Hulu regent had been done from January to May 2010. The purpose of this research is to know diversities weeds rice. The research is done with purposive sampling. Weeds is taken with purposive sampling about 9 plot with each weeds range 1 m x 1 m. Identification and analize are done in Herbarium Andalas (ANDA) and Ecology teresterial Biology department mathematics and science faculty Andalas of University, Padang. The result of research show diversities weeds rice in the village is low that is 0.74. Weeds that dominance is *Fimbristylis miliaceae*.

Kata kunci: Keaneka ragam, Gulma, Padi Sawah.

PENDAHULUAN

Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh di tempat yang tidak dikehendaki, terutama di tempat manusia mengusahakan pertanian (Mercado, 1979). Dengan adanya gulma pada lokasi tanaman yang diusahakan, mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tanaman pokok. Sundaru (1977) melaporkan akibat persaingan antara padi sawah dengan gulma produksi padi menurun sebesar 35 persen. Sedangkan pada padi gogo mengalami penurunan produksi lebih besar lagi yaitu 30 sampai 80 persen.

Banyak faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan gulma. Utomo (1982) menyatakan bahwa kesuburan tanah akan mempengaruhi pertumbuhan dan populasi gulma. Jika tanah memiliki cukup unsur hara maka populasi gulma akan meningkat. Bila tanaman tumbuh lebih cepat dan membentuk tajuk maka dapat menekan populasi gulma.

Pengaruh jenis gulma yang sama terhadap tanaman padi akan dapat berbeda apabila keadaan lingkungan setempat berbeda. Sebaliknya jenis yang berbeda dapat memberikan pengaruh yang berbeda meskipun keadaan lingkungannya relatif sama. Berdasarkan penurunan hasil yang

disebabkan oleh sangat bervariasi tergantung pada beberapa faktor yaitu jenis dan kerapatan gulma, lama persaingan, cara penanaman, varietas tanaman, dan tingkat hara (Mercado, 1979).

Inventarisasi dan identifikasi keanekaragaman jenis gulma sebelum tindakan pengendalian diperlukan untuk mengetahui berbagai sifat-sifatnya agar dapat dite-tapkan teknik pengendalian yang efektif dan murah. Selain itu keterangan mengenai gulma hasil inventarisasi dapat pula dimanfaatkan untuk kegunaan lainnya seperti sebagai pupuk hijau, dan indikator lahan pertanian.

Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman yang banyak diusahakan oleh sebahagian penduduk dunia. Secara umum di kawasan Asia Tenggara khususnya di Indonesia produksi tanaman ini merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk. Tanaman padi berasal dari Republik Rakyat Cina (RRC) daerah yang berbatasan dengan India bagian utara.

Salah satu daerah pertanian Indonesia adalah Kabupaten Rokan Hulu. Secara geografis daerah Kabupaten ini memiliki luas sekitar 464.317 km². Kabupaten Rokan Hulu terbentuk sejak tahun 1999 merupakan pemekaran dari Kabupaten Kampar dan mempunyai luas wilayah daratan sekitar 8.400 km² dengan 10 wilayah Keca-matan dan 123 wilayah desa/kelurahan dengan jumlah penduduk 331.881 jiwa dengan rata-rata kepadatan penduduk 71.48 jiwa/km. Ibu kota kabupaten ini berada di Kota Pasir Pengaraian sekitar 180 km dari ibu kota Provinsi Kota Pekanbaru.

Lebih dari 50% ekonomi daerah ini berasal dari sektor perkebunan dan pertanian. Pertanian meliputi lahan seluas 208 ha, berupa areal ladang dan persawah-an. Pada tahun 2005 kabupaten rokan hulu mengalami pertumbuhan ekonomi sekitar tujuh koma dua persen nonmigas. Adapun sektor pertanian yang utama adalah padi sawah (*Oryza sativa* L.). Wilayah pertanian yang merupakan lumbung padi daerah kabupaten Rokan Hulu adalah desa Rambah Baru Kecamatan Rambah Samo. Luasnya wilayah pertanian di kabupaten rokan hulu diduga akan berakibat beranekaragam jenis gulma yang ada di dalamnya. Selain itu informasi tentang jenis- jenis gulma di wilayah pertanian kabupaten ini belum ada dan sangat terbatas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai bulan Mei 2010 di desa Rambah Baru Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu dan dilanjutkan di Laboratorium Ekologi Tumbuhan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Herbarium Universitas Andalas (ANDA) Padang. Penelitian ini digunakan metode purposive sampling dengan 9 buah plot berukuran 1m x 1m. Pada tiga petak sawah irigasi dengan luas $\pm$ 200 meter persegi dalam setiap petaknya. Identifikasi jenis gulma menggunakan buku *Weeds of Rice In Indonesian*

dan Flora of Java. Selain itu digunakan pula spesimen Herbarium Andalas.

Alat- alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah meteran, kantong plastik, tali, gunting tanaman, timbangan digital, kamera digital Samsung digimax U-CA 5 5.0 mega-pixels, kalkulator, kertas koran, selotip, label nomor untuk sampel dan alat- alat tulis, spritus.

Dilakukan pengamatan, pengkoleksian semua jenis gulma yang terdapat di plot. Koleksi diberi label gantung dan dilakukan pencatatan data-data penting. Kemudian dilakukan pengambilan gambar setiap jenis gulma dengan menggunakan kamera digital Samsung digimax U-CA 5 5.0 mega-pixels. Untuk spesimen herbarium diambil jenis gulma yang sama diluar plot.

Koleksi tumbuhan yang dikumpulkan dari lapangan diproses menjadi spesimen herbarium meliputi pengeringan, pelabelan, penyortiran, penempelan (mounting), dan pengidentifikasian serta inventarisasi. Selanjutnya dilakukan analisa data dengan parameter yang diamati meliputi Kerapatan, Frekuensi, Dominansi, Nilai Penting dan Indeks keanekaragaman jenis gulma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan pada padi sawah yang sedang berumur tujuh minggu didapatkan data gambaran keanekaragaman jenis gulma padi sawah di Desa Rambah Baru Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu. Dari hasil penelitian didapatkan jenis- jenis gulma seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini;

Tabel 1:
Komposisi Gulma Padi Sawah yang Didapatkan di Desa Rambah Baru
Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu

No	Famili	Jenis	Jumlah	Keterangan
1	Acantaceae	<i>Acystasia coromandeliana</i> Nees	3	Berdaun lebar
2	Commelinaceae	<i>Cyanotis axillaris</i> (L.) Sweet.	10	Berdaun lebar
3	Commelinaceae	<i>Murdania nudiflora</i> (L.) Brenan	1	Berdaun lebar
4	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	30	Teki
5	Cyperaceae	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.	290	Teki
6	Euphorbiaceae	<i>Croton hirtus</i> HERIT	2	Berdaun lebar
7	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	3	Berdaun lebar
8	Onagraceae	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell <i>Digitaria setigera</i> R. & S.	172	Berdaun lebar
9	Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	1	Rumput-rumputan
10	Poaceae	<i>Paspalum commersonii</i> Lamk	2	Rumput-rumputan
11	Poaceae	<i>Hedyotis diffusa</i> Willd. <i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.V.M.	3	Berdaun lebar
12	Rubiaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	8	Berdaun lebar
13	Scrophulariaceae		91	
14	Scrophulariaceae		1	
Jumlah			617	

Berdasarkan Tabel 1 ditemukan ada 14 jenis gulma padi sawah yang ditemukan di Desa Rambah Baru Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu. Jumlah ini keanekaragaman gulma dikawasan ini bervariasi. Hal ini ditunjukkan dari 14 belas jenis terdiri dari delapan famili berbeda mewakili tiga gulma berdaun lebar, teki dan rumput-rumputan. Jumlah ini lebih sedikit dibandingkan dengan gulma padi sawah yang ditemukan di kabupaten Agam Sumatera Barat. Puspitawati (2010) mencatat 18 jenis gulma padi sawah di kecamatan IV Angkek. Kabupaten Agam. Perbedaan jumlah ini diduga disebabkan oleh waktu pengambilan gulma. Gulma yang dikoleksi pada masa stadium generatif relatif lebih banyak jenisnya dibandingkan yang lainnya.

Dari golongan teki meliputi gulma *Fimbristylis miliacea*, dan *Cyperus rotundus*. Dari golongan rumput-rumputan meliputi gulma *Digitaria setigera*, *Echinochloa crus-galli*, *Paspalum commersonii*. Sedangkan dari golongan gulma berdaun lebar meliputi *Acystasia coromandeliana*, *Cyanotis axillaris*, *Murdania nudiflora*, *Croton hirtus*, *Phyllanthus urinaria*, *Ludwigia hyssopifolia*, *Hedyotis diffusa*, *Lindernia crustacea*, dan *Scoparia dulcis*. Poaceae sebagai famili terbanyak ditemukan diwakili oleh tiga jenis yakni *Digitaria setigera*, *Paspalum commersonii*, dan *Echinochloa crus-galli*. Banyaknya jenis famili poaceae yang ditemukan diperkirakan karena famili ini termasuk gulma yang memiliki cara reproduksi yang beraneka ragam baik generatif maupun vegetatif (rhizom, stolon). Bahkan pada beberapa spesiesnya lebih memilih bereproduksi dengan secara vegetatif lebih cepat pertambahan jumlah individu anak (Soerjani, Koestermans dan Tjitrosoepomo, 1987).

Sedangkan gulma famili Acanthaceae, Onagraceae, dan Rubiaceae tidak bervariasi. Dari data tabel hanya ditemukan satu spesies untuk masing-masingnya. Bentuk morfologinya berbeda dengan morfologi padi diperkirakan penyebabnya gulma ini telah banyak mati ketika dilakukan pengendaliannya oleh petani. Selain itu gulma ini tidak menyukai lingkungan genangan air yang banyak. Ini terlihat pada beberapa penelitian gulma padi sawah pada stadia vegetatif tidak ditemukan satupun gulma dari tiga famili tersebut.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa gulma *Fymbristylis miliaceae* memiliki jumlah terbesar yaitu 290 individu. Hal ini diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan berupa persediaan air relatif banyak pada sawah. Sehingga gulma *Fymbristylis miliaceae* tumbuh subur. Soerjani, Koestermans dan Tjitrosoepomo (1987) mengemukakan bahwa gulma *Fymbristylis miliaceae* tumbuh baik pada kondisi lingkungan air yang cukup. Bahkan gulma ini dapat tumbuh lebih banyak pada sawah dengan genangan air 1- 25 cm.

Gulma *Fymbristylis miliaceae* merupakan gulma musiman yang memiliki umur relative pendek dan banyak menghasilkan biji dalam satu kali reproduksi generatifnya. Banyaknya biji yang dihasilkan oleh setiap individu berarti peluang tumbuh tumbuh hidup masing- masing biji semakin besar pula. Gulma *Fymbristylis miliaceae* dapat menghasilkan biji 10.000/individu pada setiap reproduksi generative (Holm,Plugknett, Pancho, and Herberger, 1977).

Tabel 2:
Struktur Gulma Berdasarkan Kerapatan Relatif (KR), Frekwensi Relatif (FR), Dominansi Relatif (DR), dan Nilai Penting (NP)

No.	Jenis	KR(%)	FR(%)	DR(%)	NP
1	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	27,89	16,06	27,92	71,87
2	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.V.M.	14,76	18,05	4,66	37,47
3	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.	47,03	18,05	50,71	115,79
4	<i>Cyperus rotundus</i> L.	4,86	14,04	5,27	24,17
5	<i>Hedyotis diffusa</i> Willd.	1,28	5,96	0,41	7,65
6	<i>Digitaria setigera</i> R. & S.	0,16	1,99	2,43	4,58
7	<i>Cyanotis axillaris</i> (L.) Sweet.	1,62	5,96	1,49	9,07
8	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	0,48	5,96	1,15	7,59
9	<i>Acystasia coromandeliana</i> Nees	0,48	1,99	1,56	4,03
10	<i>Scoparia dulcis</i> L.	0,16	1,99	0,41	2,56
11	<i>Paspalum commersonii</i> Lamk	0,32	3,97	1,08	5,37
12	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	0,32	1,99	1,29	3,60
13	<i>Croton hirtus</i> HERIT	0,32	1,99	1,28	3,59
14	<i>Murdania nudiflora</i> (L.) Brenan	0,16	1,99	0,34	2,49
Jumlah		100,00	100,03	100,00	300,03

Dari Tabel 2 menunjukkan nilai kerapatan relatif, frekwensi relatif, dominansi relatif dan nilai penting masing- masing jenis gulma yang sangat bervariasi. Nilai kerapatan relatif tertinggi *Fymbristylis miliaceae* yaitu sebesar 47,03%. Data ini menjelaskan bahwa nilai kerapatannya tinggi yang berarti jumlah individu bahwa *Fymbristylis miliaceae* ini banyak pada plotnya. Sedangkan nilai kerapatan relatif terendah adalah *Digitaria setigera*, *Murdania nudiflora*.

Pada nilai frekwensi relatif besar berturut- turut adalah *Ludwigia hyssopifolia*, *Fimbristylis miliacea*, dan *Lindernia crustacea* dengan nilai masing-masingnya adalah 18,05%;18,05%dan 16,06%. Data ini menunjukkan bahwa tiga jenis gulma ini menggambarkan bahwa penyebaran gulma ini luas sehingga ditemukan pada sebagian besar plot pengambilan sampel. Hal ini disebabkan oleh sifatnya menyukai air. Gulma *Ludwigia hyssopifolia*, *Fimbristylis miliacea*, dan *Lindernia crustacea* tumbuh lebih banyak pada penggenangan air 1- 25 cm (Soerjani, Koestermans dan Tjitrosoepomo, 1987). Selain itu beberapa gulma musiman seperti *Fimbristylis miliaceae* memiliki biji yang masa

dormansinya relatif lama. Pada penelitian terhadap biji gulma di Filipina menunjukan biji *Fimbristylis miliacea* memiliki masa dormansi yang lama (Holm, *et all.*,1977).

Sebaliknya *Digitaria setigera*, *Acystasia coromandeliana*, *Scoparia dulcis*, *Croton hirtus* dan *Murdania nudiflora* memiliki nilai frekwensi relatif yang rendah yaitu 1,99%. Hal ini menunjukkan gulma ini tidak tersebar luas pada sawah. Nilai dominansi relatif terbesar adalah *Fimbristylis miliacea* dengan nilai 50,84%. Data menunjukkan bahwa *Fimbristylis miliacea* memiliki berat kering tertinggi diantara semua jenis gulma yang ditemukan. Untuk nilai penting gulma yang tinggi berturut-turut adalah *Fimbristylis miliacea*, *ludwigia hissepifolia*, dan *lindernia crustacean* yaitu 115, 79%; 71,87%; dan 37,47%.

Tabel 3:
Komposisi Gulma Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Jenis
(Indeks Shannon)

No.	Jenis	Ni/N	Indeks Shannon
1	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	0,24	0,15
2	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.V.M.	0,12	0,11
3	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.	0,39	0,16
4	<i>Cyperus rotundus</i> L.	0,08	0,09
5	<i>Hedyotis diffusa</i> Willd.	0,02	0,03
6	<i>Digitaria setigera</i> R. & S.	0,01	0,02
7	<i>Cyanotis axillaris</i> (L.) Sweet.	0,03	0,04
8	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	0,02	0,03
9	<i>Acystasia coromandeliana</i> Nees	0,01	0,02
10	<i>Scoparia dulcis</i> L.	0,01	0,02
11	<i>Paspalum commersonii</i> Lamk	0,01	0,02
12	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	0,01	0,02
13	<i>Croton hirtus</i> HERIT	0,01	0,02
14	<i>Murdania nudiflora</i> (L.) Brenan	0,01	0,02
Jumlah		0,97	0,75

Berdasarkan data Tabel 3 terlihat bahwa nilai Indeks Shannon gulma 0,75. Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis gulma padi sawah rendah. Selain itu, rendahnya nilai indeks keanekaragaman jenis tersebut menggambarkan kondisi yang tidak stabil. Stirn (1981) mengemukakan apabila $H' < 1$ maka komunitas biota tersebut tidak stabil. Pada $H' > 3$ komunitas biota stabil.

nilai Nilai indeks keanekaragaman jenis tertinggi adalah gulma *Fimbristylis miliaceae* yaitu 0,16. Tingginya nilai indeks keanekaragaman gulma ini mungkin disebabkan oleh besarnya jumlah individu yang ditemukan. Dari data Tabel 1. Terlihat bahwa jumlah individu *Fimbristylis miliaceae* lebih banyak dibandingkan jumlah individu gulma lainnya. Odum (1996) mengatakan bahwa tinggi rendahnya keanekaragaman jenis suatu organisme didalam komunitasnya

tergantung pada banyaknya (jumlah) individu yang terdapat pada komunitas tersebut.

Rendahnya total nilai indeks keanekaragaman Jenis gulma di desa Rambah baru Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu diduga disebabkan oleh kelimpahan jenis jenis masing- masing gulma sangat berbeda. Dari data Tabel 2, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang sangat mencolok antar dominansi gulma *Fimbtistylis miliaceae* dibandingkan gulma lainnya. Soegianto (1994) mengemukakan bahwa suatu komunitas akan memiliki diverstas jenis tinggi bila dalam komunitas tersebut terdapat banyak jenis dengan kelimpahan jenis yang hampir sama. Sebaliknya komunitas akan rendah bila diversitas jenisnya memiliki jumlah jenis sedikit atau terdapat dominansi yang mencolok diatannya jenis penyusunnya. Semakin besar H' menunjukkan semakin beragamnya kehidupan di komunitas tersebut.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap keanekaragaman jenis gulma padi sawah di Desa Rambah Baru Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu, maka dapat diambil kesimpulan bahwa keanekaragaman jenis gulma padi sawah di Desa Rambah Baru Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu rendah dengan nilai 0,74. Jenis gulma yang penting adalah *Fimbristylis miliacea* dari golongan teki.

DAFTAR PUSTAKA

- Holm, L. G. 1977. *Some Characteristic of weed Problems in the World*. Proc. West. Soc. Weed Sci., pp: 3-12.
- Mercado, B.L. 1979. *Introduction of Weed Science*. SEARCA Collage, Laguna Philipines. Dalam Z. Lamid, M. Kasim, Z. Irfan, N. Jalid, A. Rachman, dan Ardi (penyunting). Pros. Konf. XII Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. Padang, 11-14 Juli 1994. 292 p.
- Odum, E.P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press.
- Puspitawati, M. D. 2010. *Eksplorasi dan Identifikasi Gulma Padi Sawah di Beberapa Kecamatan Kabupaten Agam Sumatera Barat*. Skripsi Sarjana Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Soegianto, A. 1994. *Ekologi Kuantitatif: Metode Analisis Populasi dan Komunitas*. Jakarta: Penerbit Usaha Nasional.
- Soerjani, M. Koestermans, A.J.G.H, dan Tjitrosoepomo, G. 1987. *Weeds of Rice in Indonesia*. Balai Pustaka. Jakarta.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Stirn .1981.*Manual Methods In Aquatic Environment Research Part 8*. Rome. Ecological Assesment of Polution effect. FAO.
- Sundaru, M. 1977. *Weed Control In Food Crop Indonesia*. Proc. 4 th Indonesia Weed Science Conference. Jakarta.
- Utomo, I. 1982. *Ekologi Gulma.Penataran manajemen Gulma di Perkebunan*. Biotrop dan HImpunan Ilmu Gulma Indonesia. Bandung.

EFEK SUMBER KARBON DAB NITROGEN TERHADAP PRODUKSI PROTEASE ALKALI DAN KERATINASE DARI *Brevibacillus agri* A-03 TERMOFILIK

Anthoni Agustien

Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Andalas, Padang
e-mail : aagustien@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang efek sumber karbon dan nitrogen terhadap produksi protease alkali dan keratinase termostabil dari *Brevibacillus agri* A-03 termofilik. Medium produksi yang digunakan adalah medium Johnvesly dan Naik yang dimodifikasi. *Brevibacillus agri* A-03 termofilik sebagai sumber protease alkali dan keratinase. Pengukuran aktivitas protease alkali ditentukan dengan metode Walker dan aktivitas keratinase ditentukan dengan metode Brandelli dan Riffel yang dimodifikasi. Kadar protein ditentukan dengan metode Lowry. Hasil penelitian menunjukkan bahwa glukosa 1%, kalium nitrat atau natrium nitrat dengan rasio C/N = 10 merupakan sumber karbon dan nitrogen anorganik yang paling baik untuk menghasilkan protease alkali dan keratinase. Sumber karbon dengan konsentrasi yang tinggi pada medium, berperan sebagai represor katabolit. Penggunaan sumber karbon dan sumber nitrogen dengan rasio C/N = 15 dan C/N = 20 memberikan efek penurunan produksi enzim.

Kata kunci: Sumber karbon, nitrogen, protease alkali, keratinase, *Brevibacillus agri* A-03

PENDAHULUAN

Langkah pertama dalam perkembangan produksi enzim untuk industri adalah mengisolasi jenis mikroorganisme yang potensial untuk produksi enzim yang memiliki nilai komersial (Sumantha *et al.*, 2006). Setelah diperoleh mikroorganisme yang sesuai, diperlukan peningkatan produksi enzim melalui proses optimisasi. Optimisasi kondisi lingkungan ekstrinsik dan intrinsik terhadap mikroorganisme penghasil protease bertujuan untuk meningkatkan sintesis enzim sehingga diperoleh aktivitas protease yang tinggi (Suhartono, 1991).

Optimisasi ekstrinsik mikroorganisme dilakukan dengan merekayasa kondisi optimal bagi sintesis enzim, yang berarti pula merekayasa kondisi optimal bagi pertumbuhan mikroorganisme (Suhartono, 1991). Peningkatan produksi enzim melalui rekayasa pada komposisi medium, pH medium, umur dan jumlah inokulum, suhu dan waktu produksi, sumber karbon dan nitrogen (Sumantha *et al.*, 2006). Salah satu strategi untuk meningkatkan produktifitas enzim dari mikroorganisme termofil dengan optimisasi komposisi media dan kondisi tumbuhnya (Krahe *et al.*, 1996). Optimisasi komposisi medium produksi enzim dilakukan dengan menjaga keseimbangan diantara komponen medium, kemudian meminimalkan jumlah komponen yang tidak digunakan pada akhir fermentasi. (1) evaluasi efek dari variasi sumber karbon dan nitrogen sebagai substrat yang efektif untuk meningkatkan perolehan enzim, (2) optimisasi dari lingkungan dan parameter fermentasi seperti pH, suhu, agitasi dan aerasi, (3) keperluan ion logam divalen pada medium produksi. Medium basal tidak bisa digunakan mikroorganisme untuk menghasilkan protease alkali dengan aktivitas maksimum (Kumar dan Takagi, 1999). Biosintesis protease ekstraseluler pada beberapa jenis *Bacillus* biasanya maksimum terjadi pada fase stasioner, hal ini berkaitan dengan mekanisme represi kataboliknya. Selama fase pertumbuhan eksponensial, sel akan mengalami hambatan represi katabolit sehingga sintesis eksoenzimnya terhambat. Memasuki fase stasioner, represi katabolit mulai menurun sehingga mengaktifkan biosintesis enzim (Suhartono, 1991).

Banyak bakteri dari genus *Bacillus* mengeluarkan enzim dalam jumlah besar ke dalam kultur media. Protease serin alkali merupakan enzim yang sangat penting yang disekresi ke dalam medium oleh *B. licheniformis* ataupun *B. pumilus* pada saat akhir fase eksponensial dan mendekati fase stasioner (Ward, 1985). Asam sitrat merupakan sumber karbon yang paling baik dalam memproduksi protease alkali dari *Bacillus* sp. JB99 (Johnvesly dan Naik, 2001) dan glukosa digunakan sebagai sumber karbon pada produksi keratinase dari *Bacillus* sp. FK 46 (Suntornuk dan Suntornuk, 2003). Sumber nitrogen berupa nitrat paling baik dalam produksi protease alkali dari *Bacillus* sp. JB99 (Johnvesly dan Naik, 2001) dan ammonium klorida merupakan sumber nitrogen yang paling baik pada produksi keratinase dari *Bacillus pumilus* FH9 (El-Refai *et al.*, 2005).

Brevibacillus agri A-03 merupakan bakteri termofilik isolat sumber air panas Ambayan Sumatera Barat, memiliki kemampuan menghasilkan protease alkali dan keratinase pada satu medium produksi, untuk meningkatkan produksi kedua enzim tersebut dilakukan rekayasa pada medium produksi dengan penambahan sumber karbon dan nitrogen anorganik dalam berbagai konsentrasi dan nisbah C/N yang bervariasi.

CARA KERJA

Efek Sumber Karbon pada Medium Produksi terhadap Aktivitas Protease dan Keratinase

Efek sumber karbon pada medium produksi enzim terhadap aktivitas spesifik enzim dilakukan dengan memodifikasi metode Banerjee *et al.* (1999), Johnvesly dan Naik (2001), Riffel dan Brandelli (2005).

Rancangan Percobaan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola Faktorial yaitu 4×4 dengan faktor pertama terdiri dari 4 sumber karbon (asam sitrat, maltosa, glukosa dan laktosa). Faktor kedua terdiri dari empat konsentrasi sumber karbon (0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0%). Parameter yang diamati adalah aktivitas spesifik enzim dengan satuan unit/mg.

Prosedur kerja. Disediakan labu ukuran 250 ml yang berisi 50 ml medium produksi enzim dengan induser kasein dan keratin, pada pH 8,0 dan dengan variasi jenis dan konsentrasi dari sumber karbon serta sejumlah NH_4Cl , sehingga rasio C/N = 10. Inokulum pada konsentrasi yang terbaik diinokulasikan ke dalam medium produksi enzim. Kemudian diinkubasi pada suhu optimum selama waktu panen enzim. Selanjutnya media produksi disentrifugasi pada 5000 xg pada suhu kamar selama 20 menit sehingga diperoleh larutan enzim dan ditentukan aktivitas spesifik enzim.

Efek Sumber Nitrogen Anorganik pada Medium Produksi terhadap Aktivitas Protease dan Keratinase

Efek sumber nitrogen anorganik pada medium produksi terhadap aktivitas enzim dilakukan dengan memodifikasi metode Johnvesly dan Naik (2001), El-Refai *et al.*, (2005).

Rancangan Percobaan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola Faktorial yaitu 4×4 dengan faktor pertama terdiri dari 4 sumber nitrogen [KNO_3 , NaNO_3 , NH_4Cl dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$]. Faktor kedua terdiri dari empat rasio C/N (C/N = 5, 10, 15 dan 20). Parameter yang diamati adalah aktivitas spesifik enzim dengan satuan unit/mg.

Prosedur kerja. Disediakan labu ukuran 250 ml yang berisi 50 ml medium produksi enzim terbaik, induser yang terbaik, pH medium optimum, sumber karbon dan konsentrasi yang terbaik dengan sumber nitrogen dan rasio C/N yang bervariasi. Inokulum dengan konsentrasi yang terbaik diinokulasikan ke dalam medium produksi enzim. Kemudian diinkubasi pada suhu optimum selama waktu panen enzim.

Selanjutnya medium produksi disentrifugasi pada 5000 g pada suhu kamar selama 20 menit sehingga diperoleh larutan enzim dan ditentukan aktivitas spesifik enzim

Isolasi dan Uji Aktivitas Protease dan Keratinase

Isolasi enzim dilakukan menurut metode yang telah dilakukan Rahaman *et al.* (1988) yakni dengan cara mensentrifugasi media produksi pada 5000 rpm selama 15 menit. Larutan enzim protease di uji aktivitasnya menurut metode Walker yang telah dimodifikasi (Mubarik, 2001). Sebanyak 0,25 ml kasein dalam 0,25 ml 0,05 M buffer Tris-HCl, pH 8,0 dimasukkan pada tabung reaksi dan di preinkubasi pada 60⁰ C selama 5 menit. Kemudian ditambahkan 0,05 ml larutan enzim dan diinkubasi pada 60⁰ C selama 15 menit. Reaksi enzimatik dihentikan dengan penambahan 1,25 ml 10% asam trikloro asetat (TCA). Prosedur yang sama dilakukan untuk larutan standar tirosin 5 mmol/l dan blanko berupa air suling. Pada blanko, enzim ditambahkan setelah direaksikan dengan TCA. Campuran diinkubasi pada suhu kamar selama 20 menit, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 6000 xg selama 20 menit. Sebanyak 0,375 ml supernatan dipindahkan kedalam tabung yang bersih, kemudian ditambahkan 1,25 ml 0,5 M Na₂CO₃ dan 0,25 ml 1 N reagen Folin-Ciocalteu's. kemudian diinkubasi pada 37⁰ C selama 20 menit. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 578 nm. Satu unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai jumlah enzim yang dapat menghasilkan 1 µmol produk tirosin per menit pada kondisi pengukuran.

Hal yang hampir sama dilakukan untuk pengujian keratinase, yang dilakukan dengan metode Brandelli dan Riffel (2005) yang telah dimodifikasi. Sebanyak 100 µl larutan enzim ditambahkan kedalam tabung reaksi yang berisikan 400 µl keratin 10 mg/ml (dalam buffer 0,1 M fosfat pH 7.5) kemudian campuran tersebut diinkubasi pada 60⁰ C selama 1 jam.

Penentuan Kadar Protein Enzim dan Aktivitas Spesifik Enzim

Penentuan kadar protein enzim dilakukan menurut metode Lowry (1951). Aktivitas spesifik enzim adalah aktivitas enzim (Unit/ml) / kadar protein (mg/ ml). Satuan aktivitas spesifik enzim: Unit/mg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek Sumber Karbon terhadap Aktivitas Enzim

Efek sumber karbon terhadap aktivitas enzim menunjukkan jenis sumber karbon glukosa, laktosa dan maltosa mempunyai efek yang sangat nyata terhadap produksi protease dan keratinase. Konsentrasi

karbon glukosa, laktosa dan maltosa juga mempunyai efek yang sangat nyata terhadap produksi protease dan keratinase (Tabel 1 dan 2). Glukosa 1% merupakan sumber karbon yang paling tinggi dalam memproduksi protease dan keratinase dengan aktivitas spesifik enzim masing-masing 2,750 dan 1,350 U/mg. Kemudian diikuti pemberian laktosa 0,5% pada medium dengan aktivitas protease dan keratinase dengan aktivitas spesifik enzim masing-masing 2,521 dan 1,277 U/mg. Pemberian asam sitrat 2% pada medium menghasilkan protease dan keratinase dengan aktivitas paling kecil yakni 0,017 dan 0,008 U/mg. Glukosa 1% merupakan sumber karbon paling baik dalam menghasilkan protease dari *Bacillus licheniformis* N-2 (Nadeem *et al.*, 2008) dan *B. licheniformis* L-2 (Eftekhar *et al.*, 2003).

Tabel 1:
Rata-Rata Aktivitas Spesifik Protease (U/mg) pada Jenis dan Konsentrasi Sumber Karbon yang Berbeda

Sumber karbon	Konsentrasi Sumber Karbon			
	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
Asam sitrat	0,060 m	0,048 m	0,025 m	0,017 m
Maltosa	2,360 c	1,453 g	0,837 i	0,397 l
Glukosa	2,210 d	2,750 a	1,820 e	0,750 j
Laktosa	2,521 b	1,730 f	1,023 h	0,520 k

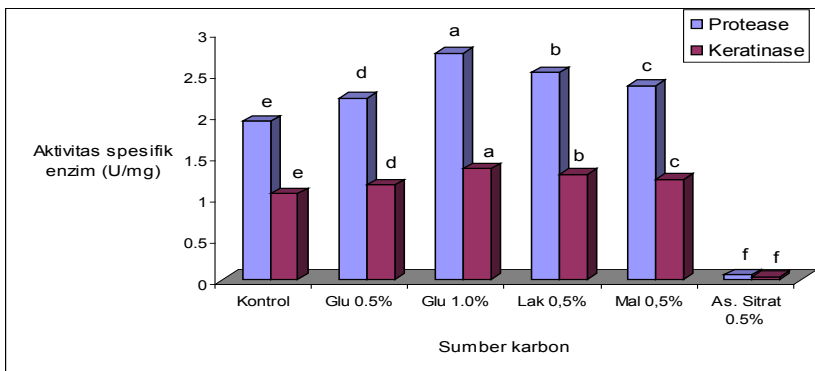
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama ke segala arah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada p 0,01.

Tabel 2:
Rata-Rata Aktivitas Spesifik Keratinase (U/mg) pada Jenis dan Konsentrasi Sumber Karbon yang Berbeda

Sumber karbon	Konsentrasi Sumber Karbon			
	0,5 %	1,0 %	1,5 %	2,0 %
Asam sitrat	0,035 m	0,020 m	0,012 m	0,008 m
Maltosa	1,220 c	0,650 g	0,343 i	0,150 l
Glukosa	1,153 d	1,350 a	0,903 e	0,290 j
Laktosa	1,277 b	0,817 f	0,433 h	0,213 k

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama ke segala arah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada p 0,01.

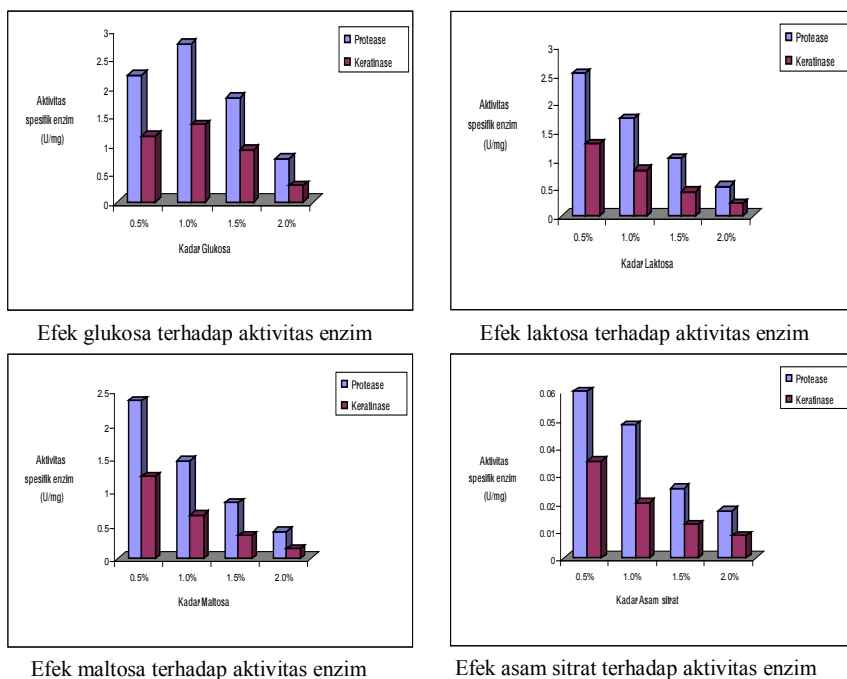
Glukosa dengan konsentrasi 0,5% dan 1%, laktosa 0,5%; maltosa 0,5% menunjukkan aktivitas spesifik protease dan keratinase yang lebih besar dibandingkan dengan kontrol dengan aktivitas spesifik enzim 1,927 dan 1,047 U/mg. Sedangkan asam sitrat 0,5% memberikan aktivitas spesifik protease dan keratinase yang lebih kecil dibandingkan dengan kontrol (Gambar 1). Glukosa merupakan sumber karbon dan energi yang paling baik bagi kebanyakan bakteri terutama dari genus *Bacillus* (Kumar dan Takagi, 1999). Adinaraya *et al.* (2003) melaporkan sumber karbon berupa glukosa dapat meningkatkan produksi protease dari *Bacillus subtilis*. Akan tetapi kehadiran asam sitrat pada medium akan menekan pertumbuhan bakteri dan produksi enzim, hal ini berindikasi bakteri tidak toleran terhadap asam sitrat. Beberapa peneliti melaporkan asam sitrat menghambat pertumbuhan mikroorganisme melalui pengkhelatan ion divalen dari medium, sehingga kehilangan ion divalen akan hilang pada medium pertumbuhan (Nadeem *et al.*, 2008). Magnesium merupakan kofaktor yang sangat penting bagi enzim glikolitik, dengan tidak adanya magnesium pada medium akan menghambat glikolisis pada sel mikroorganisme (Nadeem *et al.*, 2008).



Gambar 1. Histogram Efek Sumber Karbon terhadap Aktivitas Spesifik Enzim

Konsentrasi glukosa yang tinggi dapat mendukung pertumbuhan dan biomassa mikroorganisme, akan tetapi dapat menekan produksi enzim pada konsentrasi glukosa di atas 1%. (Kalisz, 1988). Menurut Longo *et al.* (1999), medium yang diberi glukosa menunjukkan regulasi represi katabolik, sehingga konsentrasi glukosa yang baik untuk pertumbuhan dan produksi protease adalah 1% untuk *Bacillus* sp. dan 0,5% untuk *Serratia* sp.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”



Gambar 2: Histogram Efek Konsentrasi Sumber Karbon terhadap Aktivitas Spesifik Protease dan Keratinase

Gambar 2 menunjukkan pemberian glukosa 1,5 - 2%, laktosa 1 - 2%, dan maltosa 1 - 2% pada medium produksi enzim dapat menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas spesifik protease dan keratinase. Perlakuan pemberian glukosa 0,5% memiliki aktivitas spesifik protease 2,210 U/mg sedangkan pemberian glukosa 1% dengan aktivitas spesifik protease 2,750 U/mg. Hal ini menunjukkan bahwa laju biosintesis protease mulai tertekan pada perlakuan glukosa 1%. Karbohidrat yang berada dalam medium, dapat menyebabkan terjadinya peningkatan pertumbuhan mikroorganisme, tetapi jika berada dalam jumlah yang banyak mempunyai efek negatif terhadap produksi protease. Sumber karbon dengan konsentrasi yang tinggi pada medium, berperan sebagai represor katabolit sehingga terjadi penurunan produksi enzim (Klimov *et al.*, 1988).

Efek Sumber Nitrogen Anorganik terhadap Aktivitas Enzim

Efek sumber nitrogen anorganik terhadap aktivitas enzim menunjukkan bahwa sumber nitrogen KNO_3 dan NaNO_3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan sumber nitrogen NH_4Cl dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dalam menghasilkan aktivitas spesifik enzim.

Tabel 3:
Rata-Rata Aktivitas Spesifik Protease (U/mg) pada Jenis dan Konsentrasi Sumber Nitrogen Anorganik yang Berbeda

Sumber nitrogen	RASIO C/N			
	C/N = 5	C/N = 10	C/N = 15	C/N = 20
KNO ₃	3,043 b	4,703 a	2,492 d	1,140 g
NaNO ₃	3,037 b	4,693 a	2,483 d	1,133 g
NH ₄ Cl	1,537 e	2,750 c	1,243 f	0,832 h
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,523 e	2,741 c	1,230 f	0,821 h

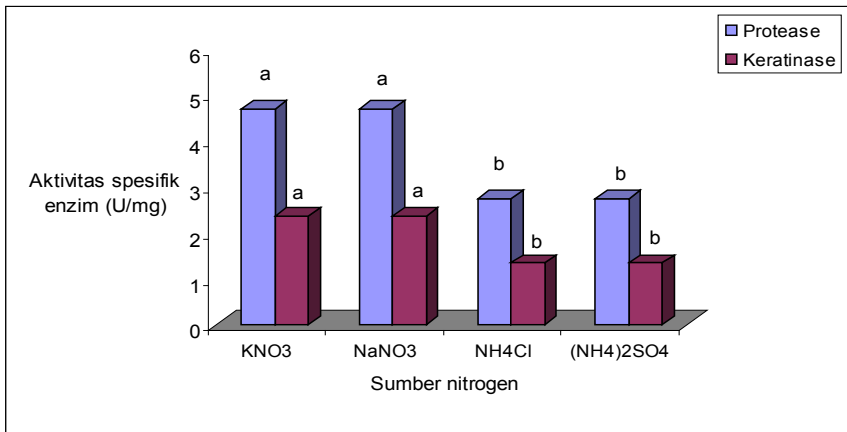
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama ke segala arah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada p 0,01.

Tabel 4:
Rata-Rata Aktivitas Spesifik Keratinase (U/mg) pada Jenis dan Konsentrasi Sumber Nitrogen Anorganik yang Berbeda

Sumber nitrogen	RASIO C/N			
	C/N = 5	C/N = 10	C/N = 15	C/N = 20
KNO ₃	1,667 b	2,376 a	1,123 e	0,543 g
NaNO ₃	1,658 b	2,365 a	1,113 e	0,537 g
NH ₄ Cl	1,243 d	1,350 c	0,830 f	0,257 h
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,230 d	1,342 c	0,820 f	0,247 h

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama ke segala arah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada p 0,01.

Pemberian sumber nitrogen KNO₃ dengan rasio C/N = 10 pada medium produksi enzim, dapat menghasilkan aktivitas spesifik protease dan keratinase paling tinggi yaitu 4,703 dan 2,376 U/mg yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian sumber nitrogen NaNO₃ rasio C/N = 10 pada medium produksi enzim, yang menghasilkan aktivitas spesifik protease dan keratinase sebesar 4,693 dan 2,365 U/mg (Tabel 3 dan 4). Sumber nitrogen (NH₄)₂SO₄ dengan rasio C/N = 20 pada medium produksi enzim, terlihat menghasilkan aktivitas spesifik protease dan keratinase yang paling kecil, masing-masing 0,821 dan 0,247 U/mg. Aktivitas spesifik protease dan keratinase yang berbeda pada masing-masing perlakuan, disebabkan karena macam sumber dan konsentrasi nitrogen memberikan efek terhadap produksi enzim.

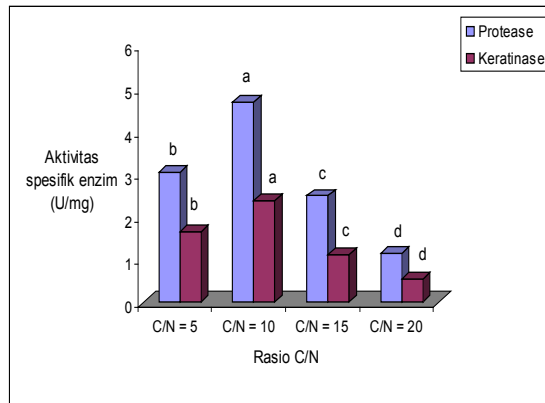


Gambar 3: Histogram Efek Sumber Nitrogen terhadap Aktivitas Spesifik Protease dan Keratinase pada C/N = 10

Gambar 3 menunjukkan profil berbagai sumber nitrogen pada rasio C/N = 10. Sumber nitrogen biasanya diperlukan untuk produksi protease alkali, kenyataannya kebutuhan sumber nitrogen yang spesifik akan berbeda untuk setiap jenis mikroorganisme ataupun untuk mikroorganisme yang sama tetapi dari sumber yang berbeda (Kumar dan Takagi, 1999). Sumber nitrogen anorganik KNO₃ dan NaNO₃ merupakan sumber nitrogen yang sangat baik digunakan untuk menghasilkan protease alkali dari *Bacillus* sp. JB99 termo-alkalifilik (Johnvesly dan Naik, 2001). Sumber nitrogen anorganik yang berupa garam amonium ini dapat menghambat pertumbuhan dan produksi protease dari *Bacillus licheniformis* N-2. Kehadiran amonium sulfat dan amonium klorida dalam medium dapat menekan pertumbuhan dan biosintesis enzim yang diakibatkan adanya pelepasan amoniak yang cukup cepat dari sumber nitrogen anorganik sehingga pH menjadi lebih rendah (Nadem *et al.*, 2008). Menurut Rahman *et al.* (2003), medium yang mengandung amonium sulfat dan amonium nitrat menyebabkan pertumbuhan dan produksi protease menjadi rendah.

Tabel 3 dan 4 juga menunjukkan masing-masing rasio C/N yang berbeda pada sumber nitrogen KNO₃ menghasilkan aktivitas enzim yang berbeda. Rasio C/N= 10 memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi enzim, dimana protease dan keratinase mempunyai aktivitas spesifik yang paling tinggi yaitu 4,703 U/mg dan 2,376 U/mg. Kemudian diikuti rasio C/N = 5 dengan aktivitas spesifik protease dan keratinase masing-masing 3,043 U/mg dan 1,167 U/mg. Rasio C/N = 15 dengan aktivitas spesifik protease dan keratinase masing-masing 2,492 U/mg dan 1,123 U/mg sedangkan rasio C/N = 20 dengan aktivitas spesifik protease dan keratinase paling kecil, yaitu 1,140 U/mg dan 0,543 U/mg.

Gambar 4 memperlihatkan bahwa produksi protease dan keratinase sangat dipengaruhi oleh rasio C/N, dimana rasio molaritas sumber karbon glukosa dan sumber nitrogen kalium nitrat dengan C/N = 10 pada medium, memproduksi protease dan keratinase dengan aktivitas spesifik enzim paling tinggi.



Gambar 4: Histogram Efek Rasio C/N terhadap Aktivitas Spesifik Protease dan Keratinase pada Sumber Nitrogen KNO_3

Hal ini berarti rasio C/N = 10 merupakan rasio yang paling ideal dalam menghasilkan protease alkali dan keratinase. Penggunaan sumber karbon dan sumber nitrogen dengan rasio C/N = 15 dan C/N = 20 ternyata dapat menurunkan produksi enzim, yang ditandai dengan aktivitas spesifik protease alkali dan keratinase yang lebih kecil. Rasio C/N yang lebih tinggi akan mengakibatkan terjadinya pertumbuhan bakteri yang tidak seimbang ("unbalanced growth"), dimana dengan konsentrasi sumber karbohidrat yang tinggi pada medium, menyebabkan sel bakteri dapat menggunakannya secara efisien sehingga untuk kebutuhan energi dan pemeliharaan sel lebih terjamin atau dapat dikatakan bahwa glukosa yang ada pada medium akan digunakan untuk membuat biopolimer dalam sel sebagai cadangan sumber karbon (Doi, 1990).

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Glukosa 1% sebagai sumber karbon, kalium nitrat atau natrium nitrat sebagai sumber nitrogen, dengan rasio C/N = 10 untuk menghasilkan protease alkali dan keratinase dengan aktivitas spesifik enzim yang tinggi.
2. Glukosa, maltosa dan laktosa bersifat anabolik repressor dalam biosintesis protease alkali termostabil dan keratinase termostabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinarayana K, Ellaiah P, Prasad DS. 2003. Purification and partial characterization of thermostable serine alkaline protease from a newly isolated of *Bacillus subtilis* PE-11. *AAPS Pharmacology Science Technology*, 4: 1-9.
- Banerjee UC, Sani RK, Azmi W, Soni R. 1999. Thermostable alkaline proteases from *Bacillus brevis* and its characterization as a laundry detergent additive. *Process Biochemistry*, 35: 213-219.
- Brandelli A, Riffel A. 2005. Production of an extracellular keratinase from *Chryseobacterium* sp. growing on raw feathers. *Electronic J of Biotechnol*, 8, (1): 1-7.
- Doi, Y. 1990. *Microbial Polyester*. VCH Publisher, New York.
- Eftekhari F, Fouladi J, Faghihi M. 2003. Isolation and identification of an alkaline protease producing *Bacillus* from soil. *Iranian J of Biotechnol*, 1, (3), 183-185.
- El-Refai HA, Abdelnaby MA, Gabala A, El-Araby MH, Fattah AFA. 2005. Improvement of the newly isolated *Bacillus pumilus* FH9 keratinolytic activity. *Process Biochemistry*, 40: 2325-2332.
- Johnvesly B, Naik GR. 2001. Study on production of thermostable alkaline protease from thermophilic and alkaliphilic *Bacillus* sp. JB99 in a chemically defined medium. *J Process Biochemistry*, 37: 139-144.
- Kalish HM. 1988. *Microbial proteinases*, in : Biochemical Engineering and Biotechnology, Ed. Fitcher, A., Springer. Berlin.
- Klimov NA, Batarin VT, Rybalchenko OV, Andreev OA. 1988. Formation of extracellular protease by cells of thermophilic bacteria. *Microbiology*, 57: 579-585.
- Krahe M, Antranikian G, Mairkl H. 1996. Fermentation of extremophilic microorganisms. *FEMS Microbiology Reviews*, 18: 271-285.
- Kumar CG, Takagi H. 1999. Microbial alkaline proteases from a bioindustrial viewpoint. *Biotechnology Advance*, 17: 561-594.
- Longo MA, Isabel IS, Garcia LA, Diaz M. 1999. Comparison of *B. subtilis* and *Serratia marcescens* as protease producers under different operating conditions. *J Bioscience and Bioengineering*, 88 (1): 35-40.

- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randal RJ. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biology Chemistry*, 193: 265-275.
- Mubarik NR. 2001. *Pemurnian dan Karakterisasi Protease Ekstraseluler dari Isolat Bakteri Termofilik GP-04*. Disertasi. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Nadeem M, Qazi JI, Baig S, Syed QA. 2008. Effect of medium composition on commercially important alkaline protease production by *Bacillus licheniformis* N-2. *Food Technology Biotechnology*, 46 (4): 388-394.
- Rahaman RS, Chee JY, Cabral JMS, Hatton TA. 1988. Recovery of an extracellular alkaline protease from whole fermentation broth using reserved micelles. *Biotechnology Progress*, 4: 218-224.
- Rahman RNZRA, Basri M, Saleh AB. 2003. Thermostable alkaline protease from *Bacillus stearothermophilus* F1 : nutritional factors affecting protease production. *Annals of Microbiology*, 53: 199-210.
- Suhartono MT. 1991. *Protease*, PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Sumantha A, Larroche C, Pandey A. 2006. Microbiology and industrial of food-grade proteases : A perspective. *Food Technology Biotechnology*, 44 (2): 211-220.
- Suntornsuk W, Suntornsuk L. 2003. Feather degradation by *Bacillus* sp. FK 46 in submerged cultivation. *Bioresource Technology*, 86 (3): 239-243.
- Ward O P. 1985. Proteolytic enzymes, *Comprehensive Biotechnology*, 3: 781-789.

**AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK HERBA
MENIRAN (*Phyllanthus niruri* L.) TERHADAP
BAKTERI DAN KHAMIR PATOGEN
(*Antimicrobial Activity of Meniran (*Phyllanthus niruri*
L.) on Pathogenic Bacteria and Yeast*)**

Vivi Desfita, Dwi Suryanto, dan Erman Munir

Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara,
Jln. Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155.

E-mail: d.suryanto@lycos.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antimikroba herba meniran terhadap bakteri dan khamir patogen. Herba meniran diekstrak dengan pelarut yang berbeda seperti n-heksana, etil asetat, dan metanol. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi konsentrasi optimum yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan khamir patogen, mengetahui aktivitas sitotoksik ekstrak herba meniran, dan mengidentifikasi senyawa kimia yang dimilikinya. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak herba meniran dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli* serta khamir patogen *Candida albicans*. Ekstrak yang memiliki aktivitas antimikroba optimal dihasilkan dengan menggunakan pelarut metanol. Konsentrasi optimum yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan khamir patogen adalah konsentrasi 10% dengan aktivitas hambat yang ditunjukkan diameter zona bening pada media pertumbuhan *S. aureus* 21,29 mm, *E. coli* 16,33 mm, dan *C. albicans* 17,63 mm sedangkan konsentrasi 1% dan 5% tidak terlalu mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan khamir patogen tersebut. Semua ekstrak herba meniran diketahui memiliki aktivitas sitotoksik rendah karena memiliki nilai $LC_{50} < 1000$ $\mu\text{g/ml}$. Senyawa kimia yang terkandung dalam ekstrak herba meniran adalah alkaloida, glikosida, steroida dan triterpen bentuk bebas, saponin, tanin dan flavonoida.

Kata kunci: Antimikroba, meniran, bakteri, khamir, patogen

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia sudah sejak ratusan tahun yang lalu memiliki tradisi memanfaatkan tumbuhan dari lingkungan sekitarnya sebagai obat tradisional. Kecenderungan masyarakat mencari pemecahan

terhadap masalah kesehatan melalui pengobatan tradisional sangat dirasakan akhir-akhir ini. Fenomena ini terus meningkat sejak krisis ekonomi tahun 1997 yang menyebabkan harga obat sintetik melonjak tinggi karena sebagian besar bahan baku obat sintetik tersebut merupakan komoditi impor (Dorly 2005).

Keuntungan penggunaan obat tradisional antara lain karena bahan bakunya mudah diperoleh dan harganya murah. Obat tradisional mempunyai makna yang sangat penting karena disamping ketidakmampuan masyarakat untuk memperoleh obat-obatan modern, juga karena obat tradisional adalah obat bebas yang dapat diperoleh tanpa resep dokter (Pudjarwoto *et al* 1992). Oleh karena itu salah satu pengobatan alternatif yang dilakukan adalah meningkatkan penggunaan tumbuhan berkhasiat obat di kalangan masyarakat. Agar peranan obat tradisional dalam pelayanan kesehatan masyarakat dapat ditingkatkan, perlu dilakukan upaya pengenalan, penelitian, pengujian dan pengembangan khasiat dan keamanan suatu tumbuhan obat (Yuharmen 2002).

Salah satu tanaman yang berkhasiat sebagai obat tradisional yang sering digunakan oleh masyarakat adalah herba meniran (*Phyllanthus niruri* L.). Meniran dapat dipakai untuk menyembuhkan beberapa jenis penyakit termasuk sariawan, sakit ginjal, gonore, sebagai antipiretik, diuretik, antispasmodik, diare, hepatitis, rabun senja, digigit anjing gila, bisul di kelopak mata, radang kandung kemih, kencing batu, radang ginjal, dan membuang kelebihan asam urat darah melalui urin (Soemiati *et al* 2009; Praseno *et al* 2001; Syamsuhidayat dan Hutapea 1991; Heyne 1987). Berdasarkan kemampuannya mengatasi berbagai macam penyakit di atas, serta untuk mencari alternatif obat tradisional agar dapat menghindari dampak negatif dari obat-obatan modern maka perlu diuji pengaruh ekstrak herba meniran (*Phyllanthus niruri* L.) terhadap pertumbuhan bakteri dan khamir patogen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak herba meniran terhadap pertumbuhan bakteri dan khamir patogen, mengetahui konsentrasi optimum yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan khamir patogen, mengetahui aktifitas sitotoksik ekstrak herba meniran dengan metode uji *Brine Shrimp*, serta mengidentifikasi senyawa kimia yang terkandung dalam ekstrak herba meniran.

CARA KERJA

Pembuatan Ekstrak Herba Meniran

Herba meniran diperoleh dari Kecamatan Gebang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Tanaman dicuci bersih, lalu dikeringanginkan pada suhu ruangan tanpa terkena sinar matahari langsung selama $\pm$ 1 minggu, kemudian dipotong kecil-kecil ($\pm$ 1 cm). Sampel kemudian

diblender kering hingga menjadi serbuk (simplisia). Selanjutnya ditimbang sebanyak 300 g dan dimasukkan ke dalam 3 buah erlenmeyer dan direndam (dimaserasi) dengan pelarut n-heksana. Pemaserasian dilakukan pada suhu kamar dan hindari terkena sinar matahari, selama $\pm$ 3 hari dan pengadukan dilakukan setiap hari.

Setelah 3 hari pemaserasian, maserat kemudian disaring. Filtrat dipisahkan dan ampasnya direndam kembali dengan larutan yang baru. Maserasi dilakukan 5 kali hingga diperoleh maserat yang terakhir berwarna jernih. Filtrat yang diperoleh dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu tidak lebih dari 50° C dan diuapkan *in vacuo* sehingga terpisah pelarutnya dengan ekstrak kental herba meniran. Ekstrak kental kemudian dimasukkan ke dalam botol vial dan dikeringkan dalam desikator sehingga diperoleh ekstrak kering. Perlakuan yang sama juga dilakukan terhadap larutan etil asetat dan metanol.

Penyiapan Bakteri dan Khamir Uji

Bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, diinokulasikan ke dalam media miring *nurient agar* (NA). Sedangkan untuk khamir uji *Candida albicans* diinokulasikan ke dalam media miring *potato dextrose agar* (PDA). Inokulum selanjutnya diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam. Dari stok kultur tersebut diambil biakan dengan jarum ose steril dan disuspensikan ke dalam tabung yang berisi 3 ml larutan NaCl fisiologis 0,9%. Kemudian dihomogenkan dengan vortex hingga diperoleh kekeruhan suspensi sebanding dengan kekeruhan larutan McFarland yang setara dengan 10⁸ CFU/ml.

Uji Ekstrak Meniran terhadap Bakteri dan Khamir Patogen

Dalam pengujian ekstrak herba meniran digunakan kertas cakram kosong dengan diameter 6 mm. Cakram dimasukkan ke dalam cawan petri kosong steril. Larutan ekstrak yang telah diencerkan dengan konsentrasi 0%, 1%, 5% dan 10% masing-masing dipipet sebanyak 10µl selanjutnya ditetaskan pada permukaan cakram dan ditunggu selama $\pm$ 1 jam hingga larutan ekstrak berdifusi ke dalam cakram.

Sebanyak 10 ml media *Mueller Hinton Agar* (MHA) dituangkan ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan memadat. Lidi kapas steril dicelupkan pada suspensi biakan, dan diusapkan perlahan-lahan pada permukaan media secara merata, selanjutnya dibiarkan mengering pada suhu kamar selama beberapa menit. Dengan menggunakan pinset steril, cakram yang telah ditetesi ekstrak dengan konsentrasi yang berbeda diletakkan secara teratur pada permukaan media uji.

Kultur diinkubasi pada suhu optimum pertumbuhan 37-38° C untuk bakteri uji dan 32° C untuk khamir uji selama 24 jam. Setelah masa

inkubasi, diameter zona hambat (daerah bening) di sekitar cakram diukur dengan menggunakan jangka sorong. Aktivitas ekstrak tumbuhan dapat dilihat dengan adanya zona hambat di sekitar cakram. Daerah bening di sekitar kertas cakram menunjukkan uji positif (Yuharmen 2002).

Prosedur Kerja Uji *Brine Shrimp*

Hewan uji yang digunakan adalah larva udang (*Artemia salina*). Kista *A. salina* ditetaskan di dalam bejana yang telah diisi air laut dan dilengkapi dengan alat aerasi. Selanjutnya dibiarkan selama 48 jam hingga kista menetas dan tumbuh dewasa (nauplii).

Larutan uji yang telah dibuat untuk konsentrasi 1000 ppm, 100 ppm dan 10 ppm masing-masing dibuat 3 vial dan 1 vial untuk kontrol dengan perlakuan yang sama tetapi tanpa menggunakan ekstrak. Ke dalam setiap vial ditambahkan dimetilsulfoksida sebanyak 50 µl dan ditambahkan air laut sebanyak 2 ml. Sebanyak 10 ekor larva udang dimasukkan ke dalam masing-masing vial dan ditambahkan air laut hingga volume total 5 ml. Kematian larva udang diamati setelah 24 jam. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan program finney hingga diperoleh nilai LC_{50} (Meyer *et al* 1982 dalam Dey & Harborne 1991).

Uji Fitokimia Herba Meniran

Uji fitokimia herba meniran adalah uji yang dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung didalamnya. Senyawa kimia yang diuji antara lain: alkaloid, glikosida, steroida dan triterpen bentuk bebas, saponin, cyanogenik glikosida, antraknon glikosida, tanin, dan flavonoida. Prosedur kerja uji fitokimia dapat dilakukan dengan cara:

Alkaloid. Satu g ekstrak metanol herba meniran ditambahkan ke dalam 10 ml 0,2 N HCl, kemudian dipanaskan selama 10 menit pada suhu 100° C, selanjutnya didinginkan dan disaring. Lalu ditambahkan 2 tetes larutan iodium ke dalam 0,5 ml filtrat, jika terdapat kekeruhan maka mengandung alkaloid (Depkes RI 1995).

Glikosida. Membuat larutan percobaan: Satu g ekstrak metanol herba meniran dicampurkan dengan 10 ml campuran etanol 95% dengan air (7:3) dalam alat pendingin alir balik, kemudian direfluks selama 10 menit, lalu larutan tersebut didinginkan dan disaring. Kemudian 25 ml air dan 25 ml timbal (II) asetat 0,4 M ditambahkan ke dalam 20 ml filtrat, kemudian dikocok dan didiamkan selama 5 menit, lalu disaring. Filtrat diekstrak sebanyak 3 kali dengan menambahkan 20 ml campuran kloroform-isopropanol (3:2). Kemudian ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat ke

dalamnya, lalu disaring dan diuapkan pada suhu tidak lebih dari 50° C. Selanjutnya sisa filtrat dilarutkan dengan 2 ml metanol.

Cara percobaan: 0,1 ml larutan di atas diuapkan dengan penangas air. Kemudian sisanya dilarutkan dalam 5 ml asam asetat anhidrat, ditambahkan pula 10 tetes asam sulfat pekat, maka akan terjadi warna biru atau hijau, jika mengandung glikosida (reaksi Libermann-Bouchard) (Depkes RI 1995).

Steroid dan Triterpen Bentuk Bebas. Satu g ekstrak metanol herba meniran dimaserasi dengan 20 ml eter selama 2 jam, lalu disaring. Kemudian 5 ml filtrat diuapkan di dalam cawan penguap, lalu ditambahkan 2 tetes asam asetat anhidrat dan 1 tetes asam sulfat pekat, maka akan terbentuk warna ungu atau hijau jika mengandung steroid atau triterpen (Farnsworth 1996).

Saponin. Sepuluh ml air panas ditambahkan ke dalam 0,5 g ekstrak metanol herba meniran, lalu didinginkan dan dikocok kuat-kuat selama 10 detik. Apabila terbentuk buih selama tidak kurang dari 10 menit, setinggi 1 cm sampai 10 cm dan jika ditambahkan 1 tetes HCl 2 N, buih tidak hilang maka ekstrak tersebut mengandung saponin (Depkes RI 1995).

Cyanogenik Glikosida. Sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian dilembabkan dengan air. Kertas saring yang telah dibasahi dengan larutan natrium pikrat dijepitkan dengan bantuan gabus pada mulut labu. Kemudian sampel tersebut dibiarkan terkena sinar matahari. Apabila timbul warna merah pada kertas saring menunjukkan adanya cyanogenik glikosida (Depkes RI 1995).

Antrakinin Glikosida. Dua ml larutan FeCl_3 dan 8 ml air serta 5 ml HCl pekat ditambahkan ke dalam 200 mg ekstrak metanol herba meniran, lalu dididihkan, kemudian didinginkan. Selanjutnya 5 ml benzen ditambahkan ke dalamnya, kemudian dikocok dan dibiarkan sampai lapisan benzen memisah, lalu dicuci 2 kali dengan 2 ml air, sampai lapisan benzen berwarna kuning. Kemudian 2 ml NaOH 2 N ditambahkan dan dikocok. Jika lapisan benzen tidak berwarna dan lapisan air berwarna merah, maka menunjukkan adanya antrakinin (Depkes RI 1995).

Tanin. Sepuluh ml air ditambahkan ke dalam 1 g ekstrak metanol herba meniran, kemudian disaring dan diencerkan sampai hampir tidak berwarna. Kemudian 1-2 tetes larutan FeCl_3 10% ditambahkan ke dalam

2 ml larutan sampel, jika muncul warna biru atau hijau menunjukkan adanya tanin (Farnsworth 1996).

Flavonoid. Sepuluh ml metanol ditambahkan ke dalam 0,5 g ekstrak metanol herba meniran, kemudian direfluks dengan menggunakan alat pendingin balik selama 10 menit, lalu disaring dengan kertas saring kecil berlipat, filtrat diencerkan dengan 10 ml air. Setelah dingin ditambahkan 5 ml eter minyak tanah, dan dikocok dengan hati-hati, lalu didiamkan. Kemudian diuapkan pada suhu 40° C untuk membuang lapisan metanol. Filtrat dilarutkan dalam 5 ml etil asetat, lalu disaring. Selanjutnya 1 ml larutan percobaan diuapkan hingga kering, sisanya dilarutkan dalam 1 ml sampai 2 ml etanol 95%, ditambahkan 0,5 serbuk Zn dan 2 ml HCl 2 N, lalu didiamkan selama 1 menit. Kemudian ditambahkan 10 ml HCl pekat, jika dalam waktu 2-5 menit terjadi warna merah intensif, menunjukkan adanya flavonoid (glikosida-3-flavonol) (Depkes RI 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antimikroba Ekstrak Herba Meniran

Hasil pengujian 3 ekstrak herba meniran menunjukkan hasil yang bervariasi. Secara umum ekstrak metanol memberikan penghambatan terbesar terhadap mikroba uji. Mekanisme penghambatan mikroorganisme oleh senyawa antimikroba dapat dibagi menjadi empat cara : 1) penghambatan sintesis dinding sel, 2) penghambatan fungsi selaput sel 3) penghambatan sintesis protein (yaitu hambatan translasi dan transkripsi bahan genetik) 4) penghambatan sintesis asam nukleat (Jawetz *et al* 1996).

Pengujian aktivitas ekstrak n-heksana menunjukkan bahwa hambatan pertumbuhan terbesar terdapat pada khamir *C. albicans* yaitu 10,32 mm, kemudian diikuti oleh bakteri *E. coli* sebesar 9,65 mm pada konsentrasi 10% sedangkan pada bakteri *S. aureus*, ekstrak n-heksana memperlihatkan aktivitas hambat yang lebih kecil yaitu 7,34 (Tabel 1.).

Kemampuan ekstrak n-heksana herba meniran dalam menghambat pertumbuhan mikroba mungkin disebabkan oleh senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak tersebut. Berdasarkan hasil pengujian fitokimia ekstrak n-heksana herba meniran diketahui ekstrak tersebut mengandung senyawa steroida dan triterpen bentuk bebas (Tabel 2.). Zat aktif tersebut diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan khamir patogen. Didukung oleh penelitian Gunawan *et al* (2008) senyawa terpenoid merupakan senyawa antibakteri aktif terhadap bakteri *E. coli* ATCC 25292 dan *S. aureus* ATCC25293.

Tabel 1:
Hasil Uji Ekstrak n-heksana Herba Meniran terhadap Mikroba Uji

Konsentrasi	Hasil uji penghambatan pertumbuhan (mm)		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>
1%	6,97	6,33	7,33
5%	7,33	7,01	8,33
10%	7,34	9,65	10,32

Tabel 2:
Hasil Uji Fitokimia Masing-Masing Ekstrak

Golongan senyawa	Ekstrak metanol	Ekstrak etil-asetat	Ekstrak n-heksana
Alkaloida	+	-	-
Glikosida	+	+	-
Steroida dan triterpen bentuk bebas	+	-	+
Saponin	+	+	-
Sianogenik glikosida	-	-	-
Antrakinon glikosida	-	-	-
Tanin	+	+	-
Flavonoida	+	+	-

Hasil pengujian aktivitas ekstrak etil-asetat herba meniran menunjukkan bahwa hambatan pertumbuhan terbesar terdapat pada bakteri *E. coli* yaitu 12,00 mm dan diikuti oleh bakteri *S. aureus* 10,62 mm, serta khamir *C. albicans* 10,60 mm yang masing-masing terdapat pada konsentrasi 10%. (Tabel 3). Kemampuan ekstrak etil-asetat dalam menghambat pertumbuhan mikroba mungkin disebabkan oleh senyawa-senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak tersebut, yaitu senyawa glikosida, saponin, tanin dan flavonoida. Sejalan dengan penelitian Ajizah *et al* 2007 senyawa flavonoida yang terkandung dalam ekstrak kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* T et B) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Selain itu Zuhud *et al* 2001 melaporkan bahwa senyawa saponin dan tanin yang dikandung oleh ekstrak kedaung (*Parkia roxburghii* G. Don) memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.

Tabel 3:
Hasil Uji Ekstrak Etil-Asetat Herba Meniran terhadap Mikroba Uji

Konsentrasi	Hasil uji penghambatan pertumbuhan (mm)		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>
1%	8,58	9,33	8,31
5%	9,60	10,34	9,01
10%	10,62	12,00	10,60

Hasil pengujian aktivitas ekstrak metanol herba meniran menunjukkan bahwa hambatan pertumbuhan terbesar terdapat pada bakteri *S. aureus* 21,29 mm, diikuti oleh *C. albicans* 17,63 mm dan *E. coli* 16,33 mm yang masing-masing terdapat pada konsentrasi 10% (Tabel 4.). Hasil pengujian fitokimia menunjukkan bahwa dalam ekstrak metanol herba meniran terkandung senyawa alkaloida, glikosida, steroida dan triterpen bentuk bebas, saponin, tanin, dan flavonoida. Senyawa flavonoida memiliki aktivitas yang beragam diantaranya mempunyai efek sebagai anti virus (Cody 1985 dalam Adfa 2005). Selain itu menurut Osbourne 2003 dalam Sugiyarto 2006 saponin memiliki aktivitas antifungal.

Tabel 4. Hasil uji ekstrak metanol herba meniran terhadap mikroba uji

Konsentrasi	Hasil uji penghambatan pertumbuhan (mm)		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>
1 %	15,30	13,01	11,31
5%	17,32	14,63	12,63
10%	21,29	16,33	17,63

Dari ketiga jenis ekstrak diketahui aktivitas optimum penghambat pertumbuhan bakteri dan khamir patogen dimiliki oleh ekstrak meniran yang dilarutkan dengan Metanol. Konsentrasi optimum yang dapat menghambat pertumbuhan ketiga jenis mikroba uji terdapat pada konsentrasi 10% atau dengan kata lain, semakin tinggi konsentrasi ekstrak semakin besar pula aktivitas penghambatan pertumbuhan bakteri dan khamir uji tersebut.

Uji Sitotoksik Ekstrak Herba Meniran dengan Metode *Brine Shrimp*

Metode *brine shrimp* sering digunakan untuk pra-skrining terhadap senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak tanaman karena murah, cepat, mudah (tidak perlu kondisi aseptis) dan dapat dipercaya (Sundari 2007 dalam Cahyadi 2009). Selain itu uji ini juga digunakan untuk pra-skrining terhadap senyawa-senyawa yang diduga berkhasiat anti tumor. Ekstrak dikatakan aktif atau memiliki aktivitas sitotoksik yang tinggi jika memiliki nilai $LC_{50} < 1000 \mu\text{g/ml}$ (Juniarti, 2009).

Hasil uji sitotoksik ekstrak herba meniran dengan metode *Brine Shrimp* memperlihatkan aktivitas sitotoksik tertinggi dimiliki oleh ekstrak metanol dengan nilai LC_{50} sebesar 59,97 ppm, kemudian disusul oleh ekstrak etil-asetat dengan nilai LC_{50} sebesar 675,45 ppm, sedangkan ekstrak n-heksana memperlihatkan aktivitas sitotoksik yang sangat kecil (Tabel 2.). Aktivitas sitotoksik yang dimiliki herba meniran disebabkan oleh senyawa bioaktif yang terkandung dalam tanaman tersebut.

Tabel 2:
Jumlah Kematian Larva *A. salina* yang Dipapar Ekstrak Meniran

	Ekstrak n-heksana				Ekstrak etil-asetat				Ekstrak methanol			
Ulangan	1000 µg/ml	100 µg/ml	10 µg/ml	Kontrol	1000 µg/ml	100 µg/ml	10 µg/ml	Kontrol	1000 µg/ml	100 µg/ml	10 µg/ml	Kontrol
1.	1	0	0	0	5	3	2	0	10	6	3	0
2.	1	1	0	0	6	5	1	0	10	4	1	0
3.	3	1	0	0	4	3	1	0	9	6	2	0
Rata-rata	1,7	0,7	0	0	5	3,7	1,3	0	9,7	5,3	2	0

DAFTAR PUSTAKA

- Adfa M. 2005. Survey Etnobotani, Studi Senyawa Flavonoid dan Uji Brine Shrimp Beberapa Tumbuhan Obat Tradisional Suku Serawai di Propinsi Bengkulu. *Jurnal Gradien* 1(1) : 43-50.
- Ajizah A, Thihana, Mirhanuddin. 2007. Potensi Ekstrak Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri* T et B) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara invitro. *Jurnal Bioscientiae* 4(1) : 37-42.
- Cahyadi R. 2009. Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia* L.) terhadap Larva *Artemia salina* Leach dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BST). Laporan Akhir Penelitian Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro : Semarang.
- Depkes RI. 1995. *Materia Medika Indonesia*. Jilid VI. Depkes RI: Jakarta.
- Dey PM, Harborne JB. 1991. *Methods In Plant Biochemistry Assay For Bioactivity*. Academic Press Inc.: San Diego.
- Dorly. 2005. Potensi Tumbuhan Obat Indonesia dalam Pengembangan Industri Agromedisin. *Makalah*. Sekolah Pascasarjana S3 IPB. Bogor.
- Farnsworth NR. 1996. Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmaceutical Science* 55 (3) : 257-263.
- Gunawan IWG, Bawa IGAG, Sutrisnayanti NL. 2008. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid yang Aktif Antibakteri pada Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* Linn). *Jurnal Kimia* 2(1) : 31-39.

- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia* . Jilid I-III. Yayasan Sarana Wana Jaya: Jakarta.
- Jawetz, E., Melnick, J.L., dan Adelberg, E.A. 1996. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 20. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta.
- Juniarti., Osmeli D, Yuhernita. 2009. Kandungan Senyawa Kimia, Uji Toksisitas (Brine Shrimp Lethality Test) dan antioksidan (*1,1-diphenyl-2-pikrilhydrazyl*) dari Ekstrak Daun Saga (*Abrus precatorius* L.). *Makara Sains* 13(1): 50-54
- Praseno, Nuryastuti T, Mustafa M. 2001. Perbandingan Efikasi Infusa Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) dan Kotrimoksazol pada Pengobatan Infeksi Kulit oleh *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Berkala Ilmu Kedokteran* 33 (2) : 89-93.
- Pudjarwoto T, Simanjuntak CH, Indah NP. 1992. Daya Anti Mikroba Obat Tradisional Diare terhadap Beberapa Jenis Bakteri Enteropatogen. *Cermin Kedokteran* 76 (1) : 45-47.
- Soemiati A, Elya B, Utami DA. 2009. Isolasi dan Identifikasi Ekstrak Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* L.). Di dalam : *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXXVII*. Departemen Farmasi FMIPA-UI.
- Sugiyarto, Setyawan AD, Pitoyo A. 2006. Estimasi Kelimpahan dan Distribusi *Plantago major* L. Di Gunung Lawu. *Jurnal Biodiversitas* 7(2) : 143-146.
- Syamsuhidayat SS, Hutapea JR. 1991. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia. Jilid I*. Departemen kesehatan R.I. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan: Jakarta.
- Yuharmen YH, Eryanti Y, Nurbalatif. 2002. Uji Aktivitas Antimikroba Minyak Atsiri dan Ekstrak Metanol Lengkuas (*Alpinia galanga*). *Jurnal Natur* 4 (2):1-7.
- Zuhud EAM, Rahayu WP, Wijaya CH, Sari PP. 2001. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) terhadap Bakteri Patogen. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 12(1) :6-11.

**JENIS-JENIS FUNGI DAN BAKTERI YANG
BERASOSIASI PADA PROSES DEKOMPOSISI
SERASAH DAUN *Avicennia marina* (Forsk) vierh
SETELAH APLIKASI FUNGI *Aspergillus* sp.,
Curvularia sp., *Penicillium* sp.
PADA BEBERAPA TINGKAT SALINITAS DI DESA
SICANANG BELAWAN***

Dwi Suryanto, Afrida Yanti, Ika Wahyuni, dan Yunasfi

Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara,

Jln. Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155.

E-mail: yunasfijamhar@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian tentang jenis-jenis fungi dan bakteri yang berasosiasi pada proses dekomposisi serasah daun *Avicennia marina* (Forsk) vierh setelah aplikasi fungi *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., dan *Penicillium* sp. pada beberapa tingkat salinitas bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis fungi dan bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 15 jenis fungi yang berhasil diisolasi dari serasah daun *A. marina* yang mengalami proses dekomposisi yang terdiri atas 8 genus, yaitu *Aspergillus* (6 jenis), *Arthirinium* (1 jenis), *Basipetospora* (1 jenis), *Curvularia* (1 jenis), *Mucor* (1 jenis), *Penicillium* (3 jenis), *Saccharomyces* (1 jenis), dan 1 fungi tak teridentifikasi (sp.5). Jenis-jenis bakteri yang diperoleh ada 24 jenis bakteri yaitu *Bacillus* (3 spesies), *Sporosarcina* (3 spesies), *Planococcus* (2 spesies), *Micrococcus* (2 spesies), *Pseudomonas* (1 spesies), *Escherichia* (1 spesies), *Mycobacterium* (1 spesies), *Flavobacterium* (1 spesies), *Corynebacterium* (1 spesies), *Caulobacter* (1 spesies), *Staphylococcus* (1 spesies), *Klebsiella* (1 spesies), *Aeromonas* (1 spesies), *Neisseria* (1 spesies), *Acinetobacter* (1 spesies), *Pleisomonas* (1 spesies), *Brevibacterium* (1 spesies) dan *Yersinia* (1 spesies). Keanekaragaman jenis fungi dan bakteri paling banyak ditemukan pada salinitas 0-10 ppt dan paling sedikit terdapat pada salinitas 20-30 ppt.

Kata kunci: *Avicennia marina*, bakteri, dekomposisi, fungi, diversitas, salinitas

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan hutan yang terdapat di kawasan pesisir yang tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Hutan mangrove merupakan daerah yang memiliki arti penting, yang memberikan fungsi dan manfaat bagi manusia dan alam. Hutan mangrove tidak hanya bermanfaat karena menghasilkan kayu, namun juga sebagai penyangga ekosistem laut maupun darat. Satu diantara beberapa manfaat keberadaan hutan mangrove adalah menyediakan sejumlah makanan dan unsur hara bagi beberapa spesies hewan laut (Nybakken 1993).

Di lingkungan perairan mangrove, keterlibatan mikroorganisme pengurai dalam ekosistem setempat jelas tidak dapat diabaikan (Efendi 1999). Fungi dan bakteri terdapat hampir di seluruh ekosistem yang terdapat di bumi yang berperan dalam mendegradasi dan mendaur ulang unsur-unsur esensial seperti karbon, nitrogen, dan fosfor (Alongi 1994). Daun-daun mangrove sebagian dimakan oleh binatang-binatang darat, dan selebihnya jatuh ke laut dan merupakan penyumbang bahan organik yang sangat penting dalam rantai makanan. Daun-daun mangrove yang jatuh tersebut diuraikan oleh fungi dan bakteri menjadi substrat yang kaya protein (Amarasinghe & Balasubramanian 1992). Menurut Sikong (1978) massa bakteri dan fungi bersama hasil penguraian menjadi makanan bagi organisme pemakan detritus yang kebanyakan terdiri atas hewan-hewan invertebrata. Organisme pemakan detritus ini pada gilirannya akan dimakan oleh ikan-ikan dan crustacea lainnya.

Serasah yang jatuh akan mengalami dekomposisi yang melibatkan peran mikroorganisme seperti bakteri dan fungi. Dekomposisi akan berjalan lebih cepat jika ada mikroorganisme tersebut. Oleh karena itu, dengan penambahan fungi pada serasah *Avicennia marina* diharapkan proses dekomposisi akan lebih cepat. Kecepatan proses dekomposisi serasah tidak hanya dipengaruhi oleh mikroorganisme pengurai tetapi juga dipengaruhi oleh faktor iklim seperti curah hujan, kelembaban, intensitas cahaya, suhu udara di sekitar kawasan mangrove dan kondisi lingkungan tempat tumbuh organisme seperti suhu air, pH, salinitas air, kandungan oksigen terlarut dalam air, kandungan hara organik dalam air dan lain-lain. Dalam proses dekomposisi, semua faktor baik faktor fisik, kimia, maupun biologis saling berinteraksi satu sama lain (Anderson & Swift 1983).

Aksornkoe (1993) menyatakan bahwa salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan perkembangan organisme. Salinitas air juga berperan penting dalam proses dekomposisi serasah. Salinitas merupakan nilai yang menunjukkan jumlah garam-garam terlarut dalam satuan volume air yang biasanya dinyatakan dengan satuan promil (‰). Kandungan utama dari air laut dibentuk oleh ion Na^+ dan Cl^- , ditambah berbagai jenis unsur lain yang jumlahnya relatif sedikit.

Semakin tinggi tingkat salinitas, semakin sedikit mikroorganisme yang mampu beradaptasi dan dapat bertahan hidup. Menurut Muslimin (1996), mikroorganisme yang terdapat pada perairan dipengaruhi oleh faktor fisik maupun kimia seperti tekanan hidrostatik, sinar, pH, salinitas dan suhu. Salah satu respons mikroorganisme terhadap salinitas adalah tidak dapat bertoleransi dan akan mati pada kondisi salinitas tinggi.

Hutan mangrove di kawasan desa Sicanang, Belawan merupakan salah satu kawasan yang banyak didominasi oleh jenis vegetasi *A. marina*. Penelitian tentang jenis-jenis fungi dan bakteri yang berasosiasi pada proses dekomposisi serasah *A. marina* setelah aplikasi fungi pada beberapa tingkat salinitas masih sangat terbatas. Maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh aplikasi fungi yang diperoleh pada penelitian sebelumnya yaitu *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., *Penicillium* sp., terhadap keanekaragaman jenis fungi dan bakteri yang berasosiasi pada serasah daun *A. marina* yang mengalami dekomposisi pada beberapa tingkat salinitas pada kawasan Desa Sicanang.

CARA KERJA

Isolasi Fungi dan Bakteri dari Serasah yang Telah Mengalami Proses Dekomposisi

Serasah setelah aplikasi fungi *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., *Penicillium* sp., yang telah mengalami proses dekomposisi selama 15, 30, 45, 60, 75, 95 dan 105 hari diambil dari lapangan dan ditimbang masing-masing sebanyak 10 g, dihaluskan secara aseptis, dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml, kemudian dibuat suspensi dengan cara menambahkan air yang berasal dari lingkungan serasah sampai mencapai volume 100 ml. Pengenceran suspensi dilakukan sampai 10^{-2} untuk isolasi fungi pada media *potato dextrose agar* (PDA) dan sampai 10^{-6} untuk isolasi bakteri pada media nutrient agar (NA) dengan metode cawan sebar.

Identifikasi Fungi

Masing-masing jenis fungi yang telah diperoleh, dikultur tunggal pada media PDA dan diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi makroskopis dilakukan setiap hari selama 7 hari dengan mengamati warna spora, permukaan atas dan permukaan bawah, serta diameter koloni. Untuk identifikasi dilakukan pengamatan dengan metode *block square*. Pengamatan hifa, konidia, bentuk spora, dan warna spora dilakukan di bawah mikroskop cahaya. Data hasil pengamatan diidentifikasi dan dicocokkan dengan menggunakan buku dari Pitt & Hocking (1997) dan Gandjar *et al* (1999).

Identifikasi Bakteri

Sifat fisiologi bakteri yang diuji meliputi sifat-sifat sebagai berikut: reaksi gram dengan pewarnaan. Pewarnaan gram ini merupakan tahap penting dalam pencirian dan identifikasi bakteri. Bakteri bersifat Gram (+) jika berwarna ungu sedangkan Gram (-) jika bakteri berwarna merah. Kemudian berdasarkan kemampuan bakteri memproduksi katalase, melakukan hidrolisis gelatin, melakukan hidrolisis pati, motilitas bakteri, kemampuan dalam penggunaan gula dan memfermentasikannya dan memiliki kemampuan dalam menggunakan sitrat. Data hasil pengamatan diidentifikasi dengan menggunakan buku *Bergey's Manual of Determinate Bacteriology* (Holt *et al* 1994).

Pengamatan Keanekaragaman dan Populasi Fungi serta Bakteri

Pengamatan dilakukan terhadap jenis, populasi, dan frekuensi kolonisasi fungi dan bakteri dari masing-masing sampel. Dari data yang diperoleh dilakukan perhitungan terhadap indeks keanekaragaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi yang dilakukan terhadap serasah daun *A. marina* yang mengalami proses dekomposisi setelah aplikasi fungi *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., dan *Penicillium* sp., pada beberapa tingkat salinitas di desa Sicanang diperoleh 15 jenis fungi dan 24 jenis bakteri. Kehadiran jenis fungi dan bakteri pada salinitas 0-10 ppt menunjukkan jumlah yang paling banyak dibandingkan dengan salinitas 10-20 dan 20-30 ppt (Tabel 1.). Hal menunjukkan bahwa setiap mikroorganisme memiliki kisaran toleransi terhadap salinitas. Salinitas 0-10 ppt merupakan lingkungan yang mendukung fungi dan bakteri untuk tumbuh dan berkembang. Menurut Aksornkoae (1993) salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan perkembangan mikroorganisme. Menurut Mallin *et al* (2000), dan Langenheders (2005) bahwa bertambahnya salinitas akan memberikan efek negatif terhadap kelimpahan mikroorganisme. Tingginya tingkat salinitas merupakan faktor pembatas yang mengontrol jumlah jenis fungi dan bakteri dan menyebabkan rendahnya tingkat aktivitas mikroorganisme akibat terjadinya *shock osmotic* atau toksik.

Fungi sangat berperan sangat besar dalam proses dekomposisi serasah karena fungi mampu mendegradasi senyawa organik seperti selulosa dan lignin yang merupakan komponen penyusun dinding sel daun. Peningkatan jumlah populasi ini juga disebabkan oleh peranan makrobentos. Kelimpahan makrobentos dapat mempercepat proses dekomposisi. Menurut Hogart (1999) keberadaan makrobentos dapat mempercepat proses dekomposisi serasah daun mangrove. Menurut Macnae (1968) makrobentos terlebih dahulu mencacah daun menjadi

ukuran yang lebih kecil dan selanjutnya proses dekomposisi dilanjutkan oleh mikroorganisme.

Hutan mangrove merupakan tempat berkembangnya komunitas mikroorganisme. Keberadaan fungi dan bakteri di ekosistem mangrove memiliki arti yang sangat penting dalam menguraikan serasah daun mangrove menjadi bahan organik yang digunakan sebagai sumber nutrisi bagi organisme yang mendiami hutan mangrove. Lima belas jenis fungi dan 24 jenis bakteri yang didapat diduga berperan terhadap proses dekomposisi serasah daun *A. marina*. Menurut Affandi (2000), hasil karakterisasi dan identifikasi fungi dari serasah daun tumbuhan di Kawasan Gunung Lawu, Surakarta, Jawa Tengah, didapatkan 30 strain jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah, terdiri dari 7 genus masing-masing *Aspergillus* (10 jenis), *Penicillium* (4 jenis), *Paecilomyces* (2 jenis), *Trichoderma* (10 jenis), *Ghocladiurn* (2 jenis), *Gonatobotryum* (1 jenis), dan *Syncephalastrum* (1 jenis). Dari hasil isolasi serasah daun *A. marina* ditemukan beberapa genus berbeda yaitu genus *Aspergillus* (6 jenis), *Penicillium* (3 jenis), *Arthirinium* (1 jenis), *Basipetospora* (1 jenis), *Curvularia* (1 jenis), *Mucor* (1 jenis), *Saccharomyces* (1 jenis), dan 1 fungi tak teridentifikasi (sp.5) diduga karena dikhususkan pada serasah daun *A. marina* sedangkan hasil isolasi dari serasah daun tumbuhan secara umum ditemukan sebanyak 7 genus.

Tabel 1:
Kehadiran Fungi pada Proses Dekomposisi Serasah Daun *A. marina* pada Kontrol dan Setelah Aplikasi Fungi pada Beberapa Tingkat Salinitas

Mikroorganisme	Jenis fungi	Kehadiran			
		Kontrol	0-10 ppt	10-20 ppt	20-30 ppt
Fungi	<i>Aspergillus flavus</i>	-	✓	✓	✓
	<i>Mucor</i> sp.	-	✓	✓	✓
	<i>Aspergillus</i> sp 5.	-	✓	✓	✓
	<i>Aspergillus tereus</i>	-	✓	✓	✓
	Sp 5	-	✓	✓	✓
	<i>Penicillium</i> sp 6.	-	✓	-	-
	<i>Aspergillus</i> sp 6.	-	✓	✓	✓
	<i>Aspergillus niger</i>	✓	✓	✓	✓
	<i>Aspergillus</i> sp 7.	-	✓	✓	✓
	<i>Penicillium</i> sp 7.	-	✓	✓	✓
	<i>Arthrinium phaeospermum</i>	-	✓	✓	✓
	<i>Basipetospora halophila</i>	-	✓	✓	✓
	<i>Curvularia</i> sp.	✓	✓	✓	-
	<i>Penicillium</i> sp 3.	✓	✓	✓	-
	<i>Saccharomyces</i> sp.	✓	✓	✓	✓
Bakteri	<i>Planococcus</i> sp. 1	✓	✓	✓	✓
	<i>Planococcus</i> sp. 2	✓	✓	✓	✓
	<i>Bacillus</i> sp. 1		✓	✓	✓
	<i>Pseudomonas</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Mycobacterium</i> sp.		✓	✓	-

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

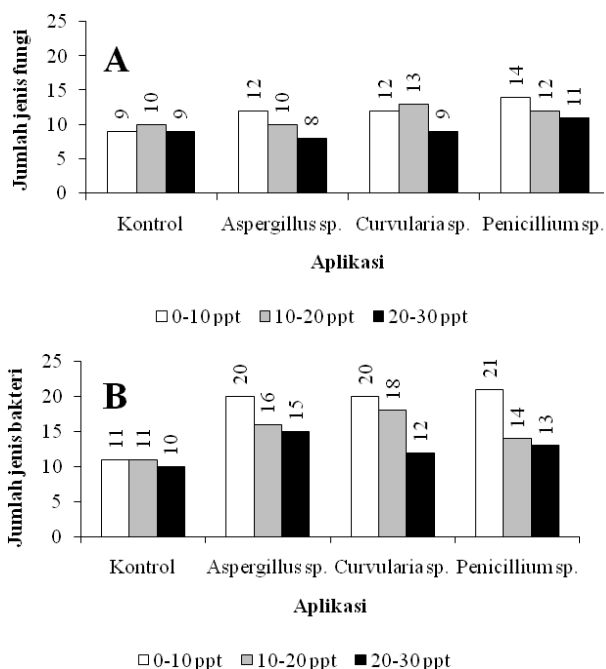
Mikroorganisme	Jenis fungi	Kehadiran			
		Kontrol	0-10 ppt	10-20 ppt	20-30 ppt
	<i>Corynebacterium</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Bacillus</i> sp. 2		✓	✓	-
	<i>Sporosarcina</i> sp. 4	✓	✓	✓	✓
	<i>Caulobacter</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Flavobacterium</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Staphylococcus</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Escherichia coli</i>		✓	✓	✓
	<i>Klebsiella</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Aeromonas</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Sporosarcina</i> sp. 1	✓	✓	✓	-
	<i>Bacillus</i> sp. 3		✓	✓	-
	<i>Neisseria</i> sp.		✓	-	✓
	<i>Acinetobacter</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Pleisomonas</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Brevibacterium</i> sp.		✓	✓	✓
	<i>Micrococcus</i> sp. 1		✓	-	✓
	<i>Yersinia</i> sp.		✓	✓	-
	<i>Micrococcus</i> sp. 2		✓	✓	-
	<i>Sporosarcina</i> sp. 2	✓	✓	✓	✓

Feliatra (2001) menemukan 7 isolat bakteri yang mampu menguraikan daun mangrove di daerah laut Dumai, yaitu *Neisseria* sp., *Yersinia* sp., *Pleisomonas* sp., *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Corynebacterium* sp., dan *Acinetobacter* sp. Penelitian yang dilakukan oleh D'Costa *et al* (2004) pada komonitas mangrove di India ditemukan 10 genus bakteri yaitu *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Beijerinckia*, *Micobacterium*, *Rhodococcus*, *Serratia*, *Staphylococcus* dan *Xhantomonas*. Selanjutnya dalam penelitian Wijiyono (2009) berhasil mengisolasi 16 jenis bakteri dari serasah daun *Avicennia marina* yang mengalami proses dekomposisi pada beberapa tingkat salinitas di Perairan Teluk Tapian Nauli, diantaranya *Bacillus*, *Micrococcus*, *Planococcus*, *Mycobacterium*, *Flavobacterium*, *Aeromonas* dan *Escherichia coli*. Kolm *et al* (2002) menemukan *E. coli* pada serasah mangrove di Perairan Estuaria Brazil pada salinitas 1-33 ppt.

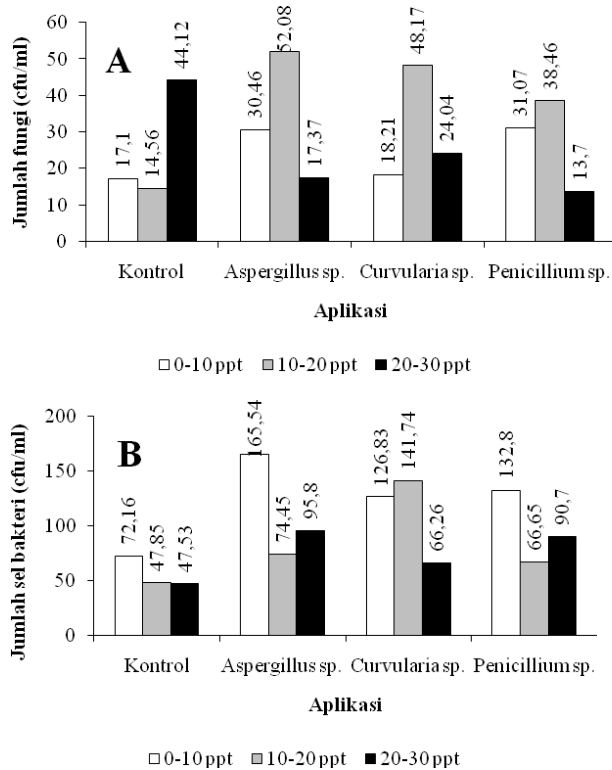
Jumlah jenis fungi dan bakteri pada serasah daun *A. marina* yang mengalami proses dekomposisi pada beberapa tingkat salinitas setelah aplikasi fungi *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., dan *Penicillium* sp. jauh lebih besar dibandingkan dengan kontrol yaitu tanpa aplikasi fungi (Gambar 1.). Tingginya jumlah jenis fungi dan bakteri pada tingkat salinitas ini mungkin disebabkan karena salinitas 0-10 ppt dan 10-20 ppt pada kawasan pesisir mangrove mirip dengan kondisi air tawar (perairan payau). Penurunan jumlah jenis fungi pada tingkat salinitas 20-30 ppt karena hanya sebagian kecil yang mampu bertahan hidup pada salinitas yang lebih tinggi. Menurut Solic & Krstulovic (1992); Hrenovic *et al*

(2003) bertambahnya salinitas akan memberikan efek negatif terhadap kelimpahan mikroorganisme.

Meningkatnya jumlah populasi fungi dan bakteri pada proses dekomposisi serasah setelah aplikasi fungi pada beberapa tingkat salinitas (Gambar 2) dibandingkan dengan kontrol yaitu tanpa aplikasi fungi mungkin disebabkan oleh kayanya nutrisi yang terdapat pada serasah daun akibat peranan dari fungi yang diaplikasikan sehingga mendukung pertumbuhan dari fungi dan bakteri yang lain. Peranan fungi yang diaplikasikan diduga sebagai dekomposer awal. Menurut Alexander (1977) genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Curvularia* dan beberapa genus lainnya seperti *Trichoderma*, *Pseudomonas*, *Phanerochaeta*, *Cellulomonas*, dan *Thermospora* merupakan fungi perombak bahan organik yang mengurai sisa-sisa tanaman khususnya yang mengandung hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Selanjutnya menurut Bell (1974) fungi banyak berperan dalam proses dekomposisi serasah karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulose yang berguna dalam penguraian serasah.



Gambar 1. Grafik Jumlah Rata-Rata Jenis Fungi (A) dan Jenis Bakteri (B) Setelah Aplikasi Fungi pada Berbagai Tingkat Salinitas



Gambar 2: Grafik Perbandingan Jumlah Fungi (A) dan Sel Bakteri (B) Setelah Aplikasi Fungi pada Berbagai Tingkat Salinitas

Perbedaan tingkat salinitas berpengaruh terhadap indeks keanekaragaman fungi dan bakteri (Tabel 2). Nilai rata-rata Indeks Shannon untuk keanekaragaman jenis fungi dan bakteri pada serasah daun *A. marina* yang telah mengalami proses dekomposisi di lingkungan pada berbagai tingkat salinitas dengan aplikasi *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., dan *Penicilium* sp. berkisar dari rendah sampai sedang. Pada aplikasi *Penicillium* sp. pada salinitas 20-30 ppt didapatkan nilai indeks keanekaragaman fungi paling besar yaitu 1,94, sedangkan pada aplikasi *Penicillium* sp. pada salinitas 10-20 ppt didapatkan nilai indeks keanekaragaman bakteri paling besar yaitu 1,84. Hal Ini karena jumlah koloni rata-rata fungi dan bakteri yang diperoleh lebih merata dibandingkan dengan jumlah koloni rata-rata fungi dan bakteri pada aplikasi fungi lain di setiap salinitas.

Tabel 2:
Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H') Jenis Fungi dan Bakteri
Setelah Aplikasi Fungi pada Berbagai Tingkat Salinitas

Salinitas (ppt)	Perlakuan	H' fungi	H' bakteri
0-10	Kontrol	1,82	1,19
	<i>Aspergillus</i> sp.	1,38	1,58
	<i>Curvularia</i> sp.	1,91	1,54
	<i>Penicillium</i> sp.	1,46	1,35
10-20	Kontrol	2,17	2,03
	<i>Aspergillus</i> sp.	1,29	1,83
	<i>Curvularia</i> sp.	1,19	1,54
	<i>Penicillium</i> sp.	1,48	1,84
20-30	Kontrol	1,56	1,69
	<i>Aspergillus</i> sp.	1,40	1,28
	<i>Curvularia</i> sp.	1,46	1,33
	<i>Penicillium</i> sp.	1,94	1,65

Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing spesies yang relatif merata. Dengan kata lain bahwa apabila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu yang tidak merata, maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah. Menurut Odum (1971) menyatakan bahwa keanekaragaman jenis cenderung rendah dalam suatu ekosistem yang secara fisik terkendali, yaitu ekosistem yang dipengaruhi oleh faktor pembatas fitokimia yang kuat salah satunya adalah salinitas. Menurut Magurran (1987) makin stabil suatu iklim, meliputi suhu, kelembaban, salinitas dan pH dalam suatu lingkungan akan mempengaruhi derajat naik turunnya suatu indeks keanekaragaman.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang dibiayai melalui Hibah Strategis Nasional, DP2M, DIKTI.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi M. 2000. *Diversitas dan visualisasi karakter jamur yang berasosiasi dengan proses degradasi serasah di lingkungan mangrove*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga. Surabaya.
- Aksornkoae S. 1993. *Ecology and management of mangrove*. IUCN. Bangkok. Thailand.
- Alexander M. 1977. *Introduction to soil Mycrobiology*. 2nd Ed. New York: Jhon Wiley and Sons.

- Alongi DM. 1994. The Role of bacteria in nutrient recycling in tropical mangrove and other coastal benthic ecosystems. *Hydrobiologia* 285: 19-32.
- Amarashinge M, Balasubramanian D. 1992. *Net primary productivity of two mangrove forest stand on the Norwestern Coast of Srilanka. in Developments in hydrobiology: The ecology of mangrove and related ecosystem.* Netherland: Kluwerts Academic Publisher. p. 41 – 47.
- Anderson JM, Swift MJ. 1983. *Decomposition in tropical forest. in Tropical rain forest: Ecology and management.* Special Publication No. 2. Eds. Sutton L, Whitmore TC, Chadwick AC. The British Ecological Society. Oxford: Blackwell Scientific Publication. p. 287-309.
- Bell MK, Dickinson CH. 1974. Decomposition of herbaceous litter. *Biology of Plant Litter Decomposition* 1: 37-67.
- Efendi I. 1999. *Pengantar Mikrobiologi Laut.* Pekanbaru: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Feliatra. 2001. Isolasi dan identifikasi bakteri heterotrof yang terdapat pada daun mangrove (*Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp.) dari kawasan Stasiun Kelautan Dumai. *Jurnal Nature Indonesia* 3(2): 104-112.
- Gandjar I, Robert AS, Karin T, Oetari A, Santoso I. 1999. *Pengenalan kapang tropik umum.* Depok: Yayasan Obor Indonesia.
- Hogart P J. 1999. *The biology of mangrove.* Oxford University Press. New York.
- Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT, Williams ST. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.* Baltimore: Williams & Wilkins.
- Hrenovic J, Damir V, Bozidar S. 2003. Influence of nutrients and salinity on heterotrophic and coliform bacteria in the Shallow, Karstic Zrmanja Estuary (Eastern Adriatic Sea). *Cevre Dergisi* (46): 29-37.
- Kolm HE, Schcoememberger MF, Piemonte MR, Souza PA, Sculli GS, Mucciato MB, Mazzuco R. 2002. Spatial variation of bacteria in surface waters of Paranagua and Antonina Bays. *Curitiba Mar* 45: 1-14.
- Langenheders ME. 2005. *Fundamentals of the fungi.* Fourth Edition. New Jersey: Prentice Hall. Englewood.

- Macnae W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forest in The Indowest-Pasific Region. *Adv Mar Biol* 6: 73-270.
- Magurran AE. 1987. *Ecological diversity and its measurement*. London: Croom Helm.
- Mallin MA, Williams KE, Esham EC, Lowe RP. 2000. Effect of human development on fungal water qualitative in coastal watershed. *Eco Appl* 10: 1047-1056.
- Muslimin LW. 1996. *Mikrobiologi Lingkungan*. Pusat Studi Lingkungan. Jakarta.
- Nybakken JW. 1993. *Biologi laut: Suatu pendekatan ekologis*. Translated by Eidman, Koesoebiono, Bengen DG, Hutomo M, Sukarjo S.. Jakarta: PT Gramedia.
- Odum EP. 1971. *Fundamental of ecology*. Tokyo: WB Saunders.
- Pitt JI, Hocking AD. 1997. *Fungi and food spoilage*. Second edition. Cambridge: Great Britain at the University Press.
- Sikong M. 1978. *Peranan hutan mangrove sebagai tempat asuhan berbagai jenis ikan dan crustacea*. Prosiding Seminar Ekosistem Mangrove. Jakarta. p. 106 – 108
- Solic M, Krstulovic N. 1992. Separate and combined effects of solar radiation, temperature, salinity, and pH on the survival of faecal coliform in sea water. *Mar Pollut Bull* 24: 411-416.
- Wijiyono. 2009. *Keanekaragaman bakteri serasah daun Avicennia marina yang mengalami proses dekomposisi pada berbagai tingkat salinitas di Teluk Tapan Nauli*. Tesis. PS S2 Biologi. USU. Medan.

**POTENSI BAKTERI KITINOLITIK LOKAL ASAL
SUMATERA UTARA DALAM MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN BEBERAPA JAMUR PATOGEN
TANAMAN**
***(Potential of Local Chitinolytic Bacteria from North
Sumatra to Inhibit Some Plant Pathogenic Fungi)***

Dwi Suryanto, Netti Irawati, dan Erman Munir
Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara,
Jln. Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155.
E-mail: d.suryanto@lycos.com

Abstract

Five out of twenty-three chitinolytic bacterial isolates indicated to inhibit *Ganoderma boninense*, *Fusarium oxysporum*, dan *Penicillium citrinum* growth in preliminary test. These isolates varied in inhibiting the fungal growth. KR05 and LK8 were more effective to *G. boninense*, while LK08 and KR05 and KR07 showed mild ability to inhibit *F. oxysporum* growth. No isolates capable to suppress *P. citrinum* appropriately. KR04 and KR07 showed relatively high chitinase activity in semi-quantitative test in chitin media. Swarming activity of the bacteria showed that KR07 was active in chitin media and nutrient agar, while the other isolates varied in swarming activity on solid media.

Keywords: Fungal growth, swarming activity, *Ganoderma boninense*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium citrinum*

PENDAHULUAN

Sumber biologi untuk pengendalian penyakit tanaman tetap merupakan alternatif potensial yang penting sebagai pengganti pestisida dan sering dianjurkan sebagai pengganti pengendalian berbasis kimia terhadap penyakit atau untuk mengendalikan penyakit yang tidak ekonomis jika dikendalikan dengan bahan kimia (Kobayashi *et al* 2002). Pengendalian secara hayati patogen tanaman yang menyebabkan penyakit mulai diaplikasikan pada mikroorganisme spesifik atau tanaman sudah dipelajari selama dua dekade (Raaijmakers, 1995), namun pemanfaatan mikroorganisme untuk mengendalikan penyakit tanaman ini merupakan bidang yang masih dianggap relatif baru. Pengendalian hayati jamur penyakit tanaman acap dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme

seperti jamur dan bakteri. Sekitar 40 produk pengendalian hayati penyakit tanaman kini beredar di dunia (Fravel *et al* 1998).

Selama dekade terakhir, mikroorganisme penghasil kitinase memperoleh perhatian dari para peneliti dan ilmuwan, karena pemanfaatannya yang luas di berbagai bidang terutama dalam pengendalian hayati jamur patogen. Kitinase yang dihasilkan oleh bakteri, jamur, dan tumbuhan tingkat tinggi dapat mendegradasi kitin (Wen *et al* 2002; Tsujibo *et al* 2003). Hidrolisis polimer kitin sebagai salah satu komponen dinding sel hifa jamur dapat menghambat pertumbuhan hifa. Oleh sebab itu, kitinase dikenal sebagai salah satu protein anti jamur (Wang *et al* 2005).

Beberapa penelitian tentang pengendalian hayati jamur patogen tanaman dengan menggunakan mikroorganisme kitinolitik telah dilakukan, diantaranya melihat kemampuan melisiskan kitin oleh *Aeromonas caviae* terhadap *Penicillium citrinum* dan jamur lainnya (Inbar & Chet, 1991) dan kemampuan melisiskan kitin dari *Trichoderma koningii* dan *T. harzianum* terhadap *Ganoderma boninense* (Sudharto *et al.*, 2007) serta *T. viride* terhadap *Fusarium oxysporum* (Yusriadi, 2006). Aktinomisetes dan bakteri merupakan mikroorganisme yang mampu memanfaatkan kitin sebagai sumber karbon dan nitrogen. Genus bakteri yang sudah banyak dilaporkan memiliki kitinase antara lain *Aeromonas*, *Alteromonas*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Ewingella*, *Pseudoalteromonas*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Vibrio* (Chernin *et al.*, 1998), *Bacillus* (Pleban *et al.* 1997), dan *Pyrococcus* (Gao *et al.* 2003). Organisme ini biasanya memiliki beragam gen kitinase yang ekspresinya diinduksi oleh ekstraseluler kitin dan derivatnya. Bakteri memanfaatkan kitinase untuk asimilasi kitin sebagai sumber karbon dan nitrogen (Wu *et al.*, 2001).

Dalam penelitian ini diuji potensi isolat bakteri kitinolitik lokal dari beberapa daerah di Sumatera Utara dalam menghambat pertumbuhan beberapa jamur patogen tanaman seperti *G. boninense*, *F. oxysporum*, dan *P. citrinum*. Diharapkan telaah ini menghasilkan beberapa isolat bakteri kitinolitik yang potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati jamur patogen tanaman, disamping memetakan potensi mikroba di Sumatera Utara.

CARA KERJA

Isolat Bakteri dan Jamur

Isolat bakteri berasal dari isolasi sebelumnya dari beberapa daerah di Sumatera Utara. Penapisan dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada medium garam modifikasi dengan kitin koloidal sebagai sumber C (MGMC) (Suryanto 2001). Uji produksi kitinase ekstraseluler dipantau dalam agar MGMC. Jamur *G. boninense*, *F. oxysporum*, dan *P. citrinum*

merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Uji Pendahuluan Penghambatan Pertumbuhan Beberapa Jamur Patogen Tanaman

Hifa *G. boninense*, *F. oxysporum*, dan *P. citrinum* yang ditumbuhkan dalam medium *nutrient broth* yang ditambah dengan 3% *potato dextrose agar* (PDA) diambil seukuran 0.5x0.5 cm, kemudian dikulturkan dalam agar MGMC. Inkubasi dilakukan pada suhu kamar (28°C) selama 2 hari. Setelah jamur terlihat tumbuh kira-kira 0.5 cm dari hifa terluar digores lurus bakteri kitinolitik dari hasil isolasi. Pengamatan dilakukan dengan melihat ada tidaknya zona hambat pertumbuhan setelah diinkubasi selama 4 hari.

Kondisi Kultur dan Pertumbuhan

Semua kultur dikultivasi pada suhu 30°C. Semua medium diatur pada pH 6.8. Untuk semua inokulasi bakteri, inokulan diambil dari kultur berumur 2 hari dari MGMC cair atau agar. Kultur ditumbuhkan dengan jumlah sel awal sekitar 10^8 sel/ml. Selama penelitian ini kultur jamur dipelihara dalam PDA.

Uji Aktivitas Kitinolitik Semi-kuantitatif

Setiap isolate kitinolitik ditumbuhkan dalam MGMC cair selama 24 jam. Sebanyak 25 µl kultur diletakkan di bagian tengah agar MGMC dalam cawan petri. Uji aktivitas kitinolitik semi-kuantitatif diukur dengan membagi diameter zona bening dengan diameter koloni (Widhyastuti & Dewi 2001).

Aktivitas Keriap Bakteri Kitinolitik

Aktivitas keriap diamati dengan meletakkan 5 µl dari sekitar 10^8 sel/ml culture bakteri di tengah *nutrient agar* (NA) dan agar MSMC dalam cawan petri. Aktivitas keriap diukur setiap hari sebagai perluasan koloni (Suryanto 2001).

Uji Antagonisme Bakteri Kitinolitik-Jamur

Pengujian isolat dilakukan dengan menumbuhkan bersama jamur patogen tanaman dan isolat bakteri pada media garam agar yang dimodifikasi dari Suryanto (2001). Inokulasi dilakukan dalam sumur terpisah dalam petri agar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Pendahuluan Penghambatan Pertumbuhan Beberapa Jamur Patogen Tanaman

Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal dari bakteri kitinolitik yang diuji dalam menghambat pertumbuhan jamur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat 5 isolat bakteri kitinolitik yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense*, *F. oxysporum*, dan *P. citrinum*. Meski demikian, hasil uji menunjukkan variasi kemampuan menghambat terhadap jamur uji. Dari 5 isolat tersebut, KR05, LK08, dan LK09 mampu menghambat semua jamur uji (Tabel 1). Perbedaan kemampuan menghambat ini merupakan indikasi spesifisitas masing-masing bakteri berbeda (Suryanto *et al* 2006). Disamping itu, komposisi dinding sel dan keberadaan kitin dalam miselium jamur, laju pertumbuhan bakteri dan miselium jamur, serta adanya senyawa metabolit selain kitinase merupakan faktor yang diduga menjadi penyebab perbedaan penghambatan ini.

Tabel 1:
Uji Pendahuluan Penghambatan Isolat Bakteri Kitinolitik terhadap
Pertumbuhan 3 Jamur patogen

No.	Isolat	Asal Isolat	<i>G. boninense</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>P. citrinum</i>
1.	AS01	Asahan	-	-	-
2.	DS01	Deli Serdang	-	-	-
3.	KR01	Karo	-	-	-
4.	KR02	Karo	-	-	-
5.	KR03	Karo	?	-	?
6.	KR04	Karo	+	+	?
7.	KR05	Karo	+	+	+
8.	KR06	Karo	-	-	-
9.	KR07	Karo	+	+	+
10.	LB01	Labuhan Batu	?	-	?
11.	LK01	Langkat	-	?	?
12.	LK02	Langkat	-	-	-
13.	LK04	Langkat	-	-	-
14.	LK05	Langkat	-	-	-
15.	LK06	Langkat	-	-	-
16.	LK07	Langkat	-	-	-
17.	LK08	Langkat	+	+	+
18.	LK09	Langkat	-	-	-

19.	MD01	Medan	-	-	-
20.	PS01	Padang Sidempuan	-	-	-
21.	PS02	PadangSidempuan	-	-	-
22.	TS01	Toba Samosir	-	-	-
23.	TU01	Tapanuli Utara	+	?	+

Keterangan: + = menunjukkan daya hambat - = tidak menunjukkan daya hambat ? = tidak jelas

Aktivitas Kitinolitik Semi-kuantitatif

Uji aktivitas kitinolitik semi-kuantitatif dilakukan menggunakan agar MGMC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa isolate KR04 dan KR07 memiliki aktivitas tertinggi (Tabel 2.). Pertumbuhan mikroorganisme kitinolitik dalam medium agar yang mengandung kitin seringkali dikarakterisasi dengan zona bening di sekitar koloni, tetapi besarnya aktivitas kitinase yang berperan merombak kitin dalam medium agar tidak dapat diketahui dan diukur secara kuantitatif. Zona bening terbentuk karena penghancuran substrat kitin yang tidak larut menjadi larut dalam media. Pleban *et al* (1997) menjelaskan bahwa zona bening yang terbentuk di sekitar koloni pertumbuhan bakteri menandakan adanya aktivitas kitinolitik yang mensekresikan enzim ke dalam medium pertumbuhan.

Tabel 2:
Hasil Uji Aktivitas Kitinolitik Semi-kuantitatif

Isolat	Diameter koloni (mm)	Diameter zona bening (mm)	Aktivitas kitinolitik
KR04	1.90	5.60	2.947
KR05	0.90	2.00	2.222
KR07	1.90	5.60	2.947
LK08	0.90	1.20	1.333
TU01	1.20	2.00	1.667

Pengaturan biosintesis kitinase melalui sistem represor-induser. Kitin dan produk hasil degradasinya (oligomer/monomer) berperan sebagai induser. Substrat seperti selulosa, xilan, pektin, lignin dan sebagainya tidak dapat menginduksi kitinase (Sahai & Manocha 1993). Pengaturan sintesis kitinase dipengaruhi juga oleh produk akhir (katabolit) berupa GlcNAc dan glukosa (Ulhoa & Peberdy 1993). Koloidal kitin merupakan salah satu substrat yang dapat digunakan untuk menginduksi produksi enzim hidrolitik pada jamur, bakteri, dan aktinomisetes. Jenis enzim hidrolitik yang diinduksi seperti N-asetilglukosaminidase, endokitinase dan kitobiosidase pada *Aeromonas*

caviae (Inbar & Chet, 1991), *Enterobacter agglomerans* (Chernin *et al.*, 1998) dan *Bacillus cereus* (Pleban *et al.*, 1997).

Aktivitas Keriap Bakteri Kitinolitik

Uji keriap dibutuhkan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri bergerak pada medium (Suryanto 2001). Uji dilakukan dengan menginokulasi isolat bakteri pada medium agar MGMC dan NA. Hasil uji keriap menunjukkan, kemampuan keriap berbeda untuk setiap jenis dan setiap medium tumbuh (Tabel 3.). Secara umum bakteri berkeriap lebih cepat di medium yang lebih lengkap seperti NA dibandingkan dengan agar MGMC. Uji kemampuan gerak ini berguna dalam memperkirakan kecepatan kolonisasi bakteri di lingkungan. Fenomena aktif ini dapat memberikan peran penting dalam pengendalian hayati karena sifat berkeriap dari beberapa bakteri digunakan untuk menguasai relung ekologi tertentu.

Tabel 3:
Aktivitas Keriap Bakteri Kitinolitik dalam Medium Agar MGMC dan NA

Isolat	Medium	Perluasan koloni (mm) hari ke-			
		4	5	6	7
KR04	MSMC	8.37	8.57	8.77	11.80
	NA	20.83	21.50	21.87	22.07
KR05	MSMC	6.63	7.85	8.90	9.60
	NA	9.18	12.15	13.07	14.13
KR07	MSMC	31.67	32.85	33.13	34.20
	NA	27.38	27.82	28.53	29.07
LK08	MSMC	8.60	9.60	10.65	11.58
	NA	4.00	5.00	5.00	6.00
TU01	MSMC	10.18	11.75	13.60	16.30
	NA	15.60	16.20	17.78	20.25

Antagonisme Bakteri Kitinolitik-Jamur

Hasil uji antagonisme 5 isolat bakteri kitinolitik lokal terhadap jamur *G. boninense*, *F. oxysporum*, *P. citrinum* menunjukkan bahwa kelima isolat kitinolitik lokal mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense*, *F. oxysporum*, *P. citrinum* dengan kemampuan yang berbeda-beda (Tabel 4.). Zona hambat umumnya mulai teramati pada hari keempat dan jaraknya terus bertambah, dan setelah hari ke-tujuh umumnya tidak terjadi lagi pertambahan jarak zona hambatan. Bentuk zona hambatan tersebut berupa cerukan penipisan elevasi.

Tabel 4:
Asai Antagonisme antara Bakteri Kitinolitik dengan Jamur

Isolat	Jamur	Zona hambatan (mm) hari ke-			
		4	5	6	7
KR04	<i>G. boninense</i>	0	0	4.17	4.17
	<i>F. oxysporum</i>	0	0	2.50	3.83
	<i>P. citrinum</i>	0	0	0	0.67
KR05	<i>G. boninense</i>	15.14	15.14	17.22	12.61
	<i>F. oxysporum</i>	0	0	1.98	1.93
	<i>P. citrinum</i>	0	0	0	1.34
KR07	<i>G. boninense</i>	0	3	3	5
	<i>F. oxysporum</i>	0	3.67	3.67	4.84
	<i>P. citrinum</i>	0.19	0.19	0.85	0.85
LK08	<i>G. boninense</i>	0	13.60	18.87	25.34
	<i>F. oxysporum</i>	0	6.96	14.98	21.96
	<i>P. citrinum</i>	0.30	2.43	2.45	0.70
TU01	<i>G. boninense</i>	2.48	2.68	4.54	6.40
	<i>F. oxysporum</i>	0	0	0.12	0.32
	<i>P. citrinum</i>	0	0	1.08	0.68

Variasi besarnya zona hambat pada masing-masing isolat menunjukkan tingkat kemampuan yang berbeda-beda dari masing-masing isolat dalam menghasilkan kitinase. Kitinase diketahui ikut berperan dalam mekanisme ketahanan terhadap infeksi jamur karena dapat menghidrolisis ikatan β -1,4 di antara subunit N-asetilglukosamina (NAcGlc) pada polimer kitin. Hidrolisis polimer kitin sebagai salah satu komponen dinding sel hifa jamur dapat menghambat pertumbuhan hifa. Oleh sebab itu, kitinase dikenal sebagai salah satu protein anti jamur (Wang *et al* 2005).

Ukuran zona hambat dipengaruhi oleh sensitivitas organisme yang diuji, suspensi biakan, jumlah dan jenis kitinase yang dihasilkan, pH, suhu, dan lama waktu kontak serta sumber C. Disamping itu kemampuan masing-masing isolat dalam menghambat pertumbuhan jamur juga dipengaruhi metabolit lain yang dihasilkan seperti antibiotika dan protein pengikat kitin (*chitin-binding protein*). Protein pengikat kitin dihasilkan selama proses perombakan kitin (Bormann *et al* (1999). Komposisi dinding sel juga ikut mempengaruhi kemampuan menghambat. Dinding sel *Fusarium* sp. misalnya tersusun atas 39% kitin, 29% glukana, 7% protein, dan 6% lemak. Kitin pada jamur berbentuk mikrofibril dengan panjang yang berbeda tergantung pada spesies dan

lokasi selnya (Rajarathnam *et al* 1998). *Fusarium* sukar didegradasi karena dinding selnya dilapisi oleh protein dan lipid, yang menghalangi aktivitas enzim hidrolitik (Sivan & Chet 1989).

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang dibiayai melalui Hibah Bersaing, DP2M, DIKTI.

DAFTAR PUSTAKA

- Bormann C, Baier D, Horr I, Raps C, Berger J, Jung G, Schwarz H. 1999. Characterization of a Novel, Antifungal, Chitin-binding Protein from *Streptomyces tendae* TU 901 that Interferes with Growth Polarity. *J Bacteriol* 181: 7421 – 7429.
- Chernin LS, Winson MK, Thompson JM, Haran S, Bycroft BW, Chet I, Williams P, Stewart GSAB. 1998. Chitinolytic activity in *Chromobacterium violaceum*: Substrate analysis and regulation by quorum sensing. *J Bacteriol* 180: 4435-4441.
- Fravel DR, Connick Jr, WJ, Lewis JA. 1998. *Formulation of microorganisms to control plant diseases*. In *Formulation of microbial biopesticides*. Ed. HD Burges. Dordrecht: Kluwerts Academic Press. pp.187-202.
- Gao J, Bauer MW, Shockley KR, Pysz MA, Kelly RM. 2003. Growth of hyperthermophilic archaeon *Pyrococcus furiosus* on chitin involves two family 18 chitinases. *Appl Environ Microbiol* 69: 3119-3128.
- Inbar J, Chet I. 1991. Evidence that chitinase produced by *Aeromonas caviae* is involved in the biological control of soil-borne plant pathogens by this bacterium. *Soil Biol Biochem* 23: 973-978.
- Pleban S, Chernin L, Chet I. 1997. Chitinolytic activity of an endophytic strain of *Bacillus cereus*. *Lett Appl Microbiol* 25: 284-288.
- Rajarathanam S, Shashriekha MNJ, Bano Z. 1998. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: Present and future strategies. *Crit Rev Biotech* 18: 91-236.
- Sahai AS, Manocha MS. 1993. Chitinases of fungi and plants: Their involvement in morphogenesis and host-parasite interaction. *FEMS Microbiol Rev* 11: 317-338.

- Sivan A, Chet I. 1989. Degradation of Fungal Cell Walls by Lytic Enzymes of *Trichoderma harzianum*. *J Gen Microbiol* 135: 675 – 682
- Sudharto, Susanto A, Purba RY, Dradjat B. 2007. *Teknologi Pengendalian Hama dan Penyakit pada Kelapa Sawit: Siap Pakai dan Ramah Lingkungan*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Suryanto D, Ginting D, Yurnaliza. 2006. *Isolation of chitinolytic bacteria from North Sumatra and Bangka and assay of their crude chitinase*. Proceedings of The Fifth Regional IMT-GT Uninet Conference & International Seminar. USU Press. Medan. p. 6-11.
- _____. 2001. *Selection and Characterization of Bacterial isolates for Monocyclic Aromatic Degradation*. Disertasi. IPB. Bogor.
- Tsujibo H, Kubota T, Yamamoto M, Miyamoto K, Inamori Y. 2003. Characterization of chitinase genes from an alkaliphilic actinomycete, *Nocardia prasina* OPC-131. *Appl Environ Microbiol* 69: 894-900.
- Ulhoa CJ, Peberdy JF. 1993. Effect of Carbon Sources on Chitinase Production by *Trichoderma harzianum*. *Mycol Res* 97: 45-48.
- Wang S, Wu J, Rao P, Ng TB, Ye X. 2005. A chitinase with antifungal activity from the mung bean. *Protein Expr Pufif* 40: 230-236.
- Wen CM, Tseng CS, Cheng CY, Li YK. 2002. Purification, characterization and cloning of a chitinase from *Bacillus* sp. NCTU2. *Biotech Appl Biochem* 35: 213-219.
- Widyastuti N, Dewi RM. 2001. *Isolasi Bakteri Proteolitik dan Optimalisasi Produksi Protease*. Bogor: Puslit Biologi-LIPI. p. 373-384.
- Wu ML, Chuang YC, Chen JP, Chen CS, Chang MC. 2001. Identification and characterization of the three chitin-binding domains within the multidomain chitinase Chi92 from *Aeromonas hydrophila* JP101. *Appl Environ Microbiol* 67: 5100-5106.
- Yusriadi. 2006. *Pengendalian Biologi (Biokontrol) Penyakit Tular Tanah Kacang Tanah Dengan Pseudomonas (Ralstonia) flourescens BSK8*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.

BEBERAPA METODE UJI BIOLOGIS UNTUK MENILAI DAMPAK BAHAN KIMIA PERTANIAN DI DALAM TANAH

Ferisman Tindaon¹⁾; Benckiser, G.²⁾, and J.C.G. Ottow²⁾

¹⁾ *Agroecotechnology Department, Faculty of Agriculture, Nommensen University Jl. Sutomo No. 4A Medan 20234 Indonesia, Tel. +62614522922
Fax: +62614571426 E-mail: Ferisman_Tindaon@yahoo.com*

²⁾ *Institute for Applied Microbiology, Justus Leibig University Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Gießen, Germany
Tel. +49-641/99-37351, 37352 Fax +49-641/99-37359*

Abstrak

Penelitian metode biologis berkaitan dengan aktivitas mikroba tanah berupa aktivitas dehydrogenase, (DHA) reduktase dimetilsulfoksida (DRA), dan kapasitas potensi denitrifikasi (PDC) telah dilakukan di laboratorium untuk menilai dampak penggunaan bahan kimia pertanian pada tiga jenis tanah percobaan. Bahan kimia pertanian yang digunakan berupa inhibitor nitrifikasi 3,4-dimethylpyrazolephosphate (DMPP), dan dicyandiamide (DCD) dengan aras 1 hingga 1000 kali dosis rekomendasi. DHA diukur menggunakan spektrofotometer sedangkan DRA, dan PDC menggunakan gaschromatographi. Dampak berupa toksisitas bahan inhibitor ditentukan dengan bantuan kurva dosis respons dan melalui perhitungan nilai *no observable effect level* = NOEL serta dosis efektif (ED) yaitu ED₁₀ dan ED₅₀ (10% dan 50% aktivitas mikroba terhambat). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai NOEL untuk DHA, DRA dan PDC berada pada aras 10–70 kali diatas dosis rekomendasi pada ketiga jenis tanah percobaan. Oleh karenanya bahan inhibitor ini dapat dianggap aman dan ramah terhadap lingkungan. DMPP terlihat memberi dampak yang lebih kuat dibandingkan dengan DCD. Nilai NOEL, ED₁₀ dan ED₅₀ lebih tinggi pada tanah liat dibanding tanah lempung atau tanah pasir. Bahan inhibitor ini lebih efektif menghambat aktivitas mikroorganisme pada tanah pasir. Ketiga metode biologis ini dapat diandalkan dan cocok untuk digunakan menguji efek samping dari bahan kimia pertanian di dalam tanah karena reproduksibilitas dan sensitivitasnya.

Kata kunci: Metode biologis, aktivitas mikroba, dosis efektif

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan-bahan kimia dalam kegiatan pertanian akan memberikan potensi peningkatan produksi tanaman namun memerlukan perhatian khusus tentang kemungkinan dampak yang ditimbulkannya terutama terhadap kehidupan biologis tanah (Tabatabai, 1978). Ada berbagai metoda biologis yang umum dilakukan untuk mengukur aktivitas mikroba, kualitas dan kuantitas biomassa dalam tanah (Cadwell, 2005). Misalnya dengan hitungan langsung, di mana mikroba yang diekstrak dari tanah dan dilakukan pengenceran, pewarnaan untuk membedakan kelompok tertentu dan kemudian dihitung pada gelas objek di bawah mikroskop. Metode lain untuk menentukan jumlah mikroba dan pertumbuhan mikroba berdasarkan koloni visual yang terukur. Akan tetapi metode perhitungang langsung ini memiliki kekurangan karena hanya 1 - 10% dari jenis organisme tanah dapat tumbuh pada media buatan, dan dengan demikian banyak mikroorganisma yang tidak dapat dideteksi (Debus and Hund, 1998).

Pengaruh pemberian bahan kimia terhadap lingkungan tanah dapat diteliti dengan mengamati perubahan populasi mikroorganisma tanah atau dengan mengukur aktivitas mikroba tersebut (Egamberdiyeva et al, 2001; Engelen, et al, 1998; 2001; Gianfreda et al, 2005; Griebler, 1997). Pengukuran terhadap aktivitas mikroorganisma dapat diteliti dengan mengukur ktivitas mikroorganisma yang umum seperti dehydrogenase (aktivitas dehidrogenase, DHA) dan reduksi dimethylsulfoksida (aktivitas reduksi dimethylsulfoksida, DRA) dan aktifitas yang lebih spesifik seperti denitrifikasi (kapasitas potensi denitrifikasi, PDK) (Alef, 1995, Alef and Kleiner, 1989; Pell et al, 1998; Stepheniewska and Wolinska, 2005, Stephaniewska et al, 2007, Von Mersi and Schinner 1991). Berbagai metode standar telah dikenal untuk mengetahui efek samping (dampak) penggunaan bahan kimia terhadap lingkungan yang dapat diteliti baik di laboratorium maupun di lapang (Cadwell, 2005; Debus and Hund, 1998; Mueller, 2002; Quilchano and Maranon, 2002; Rasool and Reshi, 2010). Bertitik tolak dari penilaian risiko penggunaan berbagai bahan kimia pada lingkungan tanah dan air yang direkomendasikan oleh Badan Perlindungan Lingkungan Amerika (UESPA, 1984) maka "nilai ambang batas risiko" tersebut di laboratorium dan di lapangan dapat ditentukan.

Secara ekologis pemakaian bahan kimia dalam bentuk pupuk atau bahan lainnya ke dalam tanah dapat berpengaruh terhadap keragaman hayati dan aktivitas mikroba yang ada di dalam tanah. Pemberian pupuk nitrogen (N) yang disertai dengan inhibitor nitrifikasi diharapkan akan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan N oleh tanaman dan meminimalkan pencucian nitrat di dalam tanah dan mengurangi pembentukan gas N_2O serta mengurangi kehilangan N dalam bentuk

ammonia ke udara (Fillery, 2007; Mc Carty, 1999; Moir et al, 2007). Penggunaan bahan inhibitor nitrifikasi diharapkan akan mampu mengatur oksidasi mikrobiologis ammonium menjadi nitrat, mengurangi pencucian N, meningkatkan efisiensi penggunaan N dan mengurangi kehilangan N dalam bentuk gas. Dengan demikian penggunaan N secara ekologis akan lebih efisien (Di, et al, 2004; 2005; 2006; 2007; 2010; Sahrawat, 2004; Sing and Verma, 2007). Inhibitor tersebut bersifat bakteriostatik dan bukan bakteriosida yang mematikan mikroorganisme tertentu dalam tanah seperti bakteri nitrifikasi. Akhirnya bahan inhibitor nitrifikasi tersebut tidak berpengaruh negatif terhadap aktivitas mikroorganisme yang bukan sasaran ("non-target") di dalam tanah (Sahrawat, 2004; Sing and Verma, 2007).

Enzim tanah dapat dianggap sebagai indikator yang sensitif terhadap terganggunya kualitas tanah, dan bersifat merespon dengan cepat perubahan dalam pengelolaan tanah. Aktivitas mikroba tanah didalam tanah akan menentukan transformasi dan siklus hara [Engelen, et al, 1998, Tabatabai, 1978; Mueller, 2002, Pell et al, 1998; Quilchano and Maranon, 2002, Rasool and Reshi, 2010, Stepheniewska and Wolinska, 2005, Stephaniewska et al, 2007). Untuk menilai peran mikroorganisme dalam sistem ekologi, terutama dalam hal mengevaluasi pencemaran lingkungan tanah dan air, penambahan bahan kimia pertanian dan teknik budidaya, maka diperlukan metode yang handal untuk mengestimasi biomassa, aktivitas mikroba di dalam tanah. Beberapa metode yang umum dan penting telah digunakan saat ini yaitu pengukuran kandungan ATP, pengukuran respirasi dengan penambahan substrat (SIR), aktivitas dehydrogenase (DHA) dan aktivitas reduksi dimethylsulfoksida (DRA) serta potensi kapasitas denitrifikasi (Egamberdiyeva et al, 2001; Engelen, et al, 1998; 2001; Gianfreda et al, 2005; Griebler, 1997; Maranon, 2002; Pell, et al, 1998; Rasool and Reshi, 2010). DHA dan DRA dapat dianggap sebagai indikator aktivitas mikroba umum, terutama untuk metabolisme oksidatif dalam tanah (Stepheniewska and Wolinska, 2005, Stephaniewska et al, 2007). DHA terlibat dalam aliran elektron ke oksigen akibat aktivitas enzim di dalam atau diluar sel dalam mengkatalisasi transfer hidrogen dan elektron dari satu senyawa ke senyawa yang lain. Hal ini sangat berperan penting dalam tahap awal proses dekomposisi bahan atau oksidasi bahan organik dalam tanah, [Cadwel, 2005). Disamping oksigen mikroorganisme prokariotik (bakteri, jamur, khamir) mendapatkan energi baik aerobik atau anaerobik juga dapat menggunakan dimethylsulfoksida (DMSO) sebagai akseptor elektron terminal yang akan direduksi menjadi dimethylsulfide (DMS) (2, 6, 23-24; 33).

Penelitian ini menguraikan pengujian metode biologis dampak yang ditimbulkan oleh bahan kimia inhibitor nitrifikasi seperti 3-4 dimethylpyrazolophosphat (DMPP) dan Dicyandimid (DCD) terhadap

aktivitas dehydrogenase, reduksi dimethylsulfoksida dan kapasitas denitrifikasi mikroba di dalam tanah. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penamabahan bahan kimia pertanian seperti inhibitor nitrifikasi DMPP dan DCD memiliki efek samping secara pengujian biologis terhadap aktivitas mikroba tanah sehingga akan memberikan informasi dalam rekomendasi dalam penggunaan pupuk yang mengandung bahan inhibitor tersebut kelak.

BAHAN DAN METODA

Penelitian pengujian aktivitas mikroorganisma seperti DHA, DRA dan PDC didalam tanah akibat penggunaan bahan kimia pertanaian berupa inhibitor nitrifikasi berupa DMPP dan DCD dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) method uji biologis standar pada 3(tiga) jenis tanah yang berbeda sifat kimia dan fisiknya (Tabel 1). Percobaan ini dilakukan di laboratorium Institut Mikrobiologi Terapan Fakultas Ilmu Ilmu Pertanian dan Manajemen Lingkungan Hidup Universitas Justus Leibig Jerman.

Persiapan Contoh Tanah. Tanah bertekstur liat dan lempung diperoleh dari Stasiun Percobaan Department Agronomy and Plant Protection, Justus Liebig University (JLU), Giessen, Germany, dan tanah bertekstur pasir dari Kebun percobaan, Badische Anilin and Soda Factory (BASF, Limburgerhof, Germany). Tanah yang digunakan berdasarkan klasifikasi Tanah Amerika (Soil Survey Staff,1999)] termasuk Typic Udorthent (tanah liat) Typic Kandiodult (tanah lempung), and Typic Paleudult (Tanah pasir). Ketiga jenis tanah tersebut berbeda tekstur, pH kandungan C dan N seperti disajikan pada Tabel 1

Tabel 1:
Sifat Kimia dan Fisika Tanah Percobaan

Parameter	Jenis Tanah		
	Tanah Liat	Tanah Lempung	Tanah Pasir
C _t (%)	1,35	1,30	0,70
C _{H₂O} (%)	0,40	0,55	0,27
N _t (%)	0,15	0,15	0,08
C/N	10	9	9
pH _{H₂O}	6,30	7,00	7,00
pH _{KCl}	6,00	5,50	6,40
CEC (Ba in cmol/c/kg)	20,1	12,0	8,4
mWHC (%) ¹	45,5	40	26,5
NH ₄ ⁺ -N (µg g ⁻¹ dwt.s)	1,0	4,3	1,0
NO ₃ ⁻ -N (µg g ⁻¹ dwt.s)	10,6	7,9	17,4
NO ₂ ⁻ -N (µg g ⁻¹ dwt.s)	0,06	0,1	0,1

Parameter	Jenis Tanah		
	Tanah Liat	Tanah Lempung	Tanah Pasir
Fraction (%)			
clay	51	24	6
loam	41	46	19
sand	8	30	75

¹ maximal water holding capacity

Inhibitor Nitrifikasi. Inhibitor nitrifikasi yang digunakan yaitu DMPP (kemurnian 99.9 %), diperoleh dari BASF, Ludwigshafen, Germany, dan DCD (kemurnian 96%) dari SKW Trostberg Ag., Trostberg Germany. Sebagai acuan digunakan dosis dasar masing-masing untuk DMPP, CIMPP dan DCD masing-masing 0,36 µg, 0,25 µdan 10µg g⁻¹ tanah kering setara dengan dosis rekomendasi pupuk N 90 kg per Ha. Pada penelitian ini diuji pada taraf kontrol, 5, 10, 25, 50, 100, 500 dan 1000 kali dosis rekomendasi yang dimaksudkan untuk dapat memprediksi efek samping atau dampak dari bahan kimia ini. Penilaian efek samping (ekotoksikologis) bahan kimia ini disajikan dalam bentuk kurva respon sehingga dapat dievaluasi nilai “no observable effect level = NOEL”, ED₁₀ (dosis dimana 10% aktivitas mikroorganisma non target terhambat.

Pengukuran Aktivitas Enzym. Aktivitas dehydrogenase activity (DHA) diukur menggunakan metode yang dikemukakan Alef (1995) dimana 2-p-iodophenyl-3-p-nitrophenyl-5-phenyltetrazolium chloride (INT) digunakan sebagai akseptor elektron dan dihasilkan idonitrotetrazolium-formazan (INF) yang diukur menggunakan spectrophotometer pada panjang gelombang 436 nm (Zeiss PM2-DL). Methanol digunakan sebagai larutan blank.

Aktivitas reduktase dimethylsulfoxide reductase activity (DRA) diukur dengan menggunakan metode yang dikemukakan Alef dan Kleiner (1989) dan diukur menggunakan gaschromatograph.

Potensi kapasitas denitrifikasi (PDC) diukur dengan methode blokade acetylen yang dikemukakan Pell, et al (1998), dimana acetylene digunakan untuk menghambat konversi oksida nitrogen menjadi gas N₂ dimana nitrogen yang didenitrifikasi berupa gas N₂O (nitrous oxide) yang terbentuk diukur menggunakan gaschromatograph.

Analisis Statistik dan Hubungan Dosis dan Respon. Analisis statistik yang digunakan berupa analisa regresi non linier (Stephenson et al,1999), analysis of variance (ANOVA) dan Uji Fisher untuk menguji nilai-nilai NOEL, ED₁₀ and ED₅₀. Analisa ini dapat dilakukan dengan

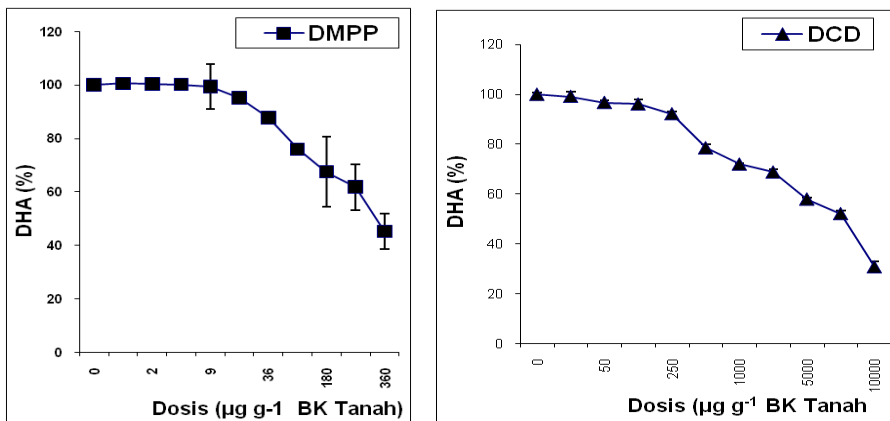
bantuan Program SigmaPlot dan SigmaStat Software (SPSS Inc). Nilai NOEL, ED₁₀ and ED₅₀ dapat dihitung dengan persamaan 1 dimana nilai respon Y adalah nilai repon maksimum (a) dibagi oleh 1 + exp [- (X_t - X₀)/b]. X₀ dan X_t adalah nilai log dosis Inhibitor Nitrifikasi (NIs) pada awal dan pada akhir percobaan sedangkan b adalah konstanta yang menjelaskan pengaruh inhibitor (Richter, et al, 1996).

$$Y = a / \{1 + \exp [-(X_t - X_0)/b]\} \dots\dots\dots(1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Dosis Respon dan Nilai NOEL, ED₁₀ dan ED₅₀

Model matematis nilai NOEL, ED₁₀ dan ED₅₀ untuk bahan inhibitor DMPP, CIMPP dan DCD dari data pengukuran dapat dikaji dengan bantuan sigmaplot dan sigmastat sehingga metode pendekatan ambang batas risiko ekotoksikologis bahan tersebut dapat ditentukan (Tabel 2). Jika menggunakan persamaan regresi linier biasa maka penentuan nilai NOEL dari data pengukuran sama sekali tidak dimungkinkan. Hubungan respons bahan inhibitor dengan parameter DHA dalam bentuk kurva semilogaritmik seperti disajikan Gambar 1. Bentuk kurva yang hampir relatif sama dihasilkan dari hubungan matematik antara respon dosis ketiga inhibitor (DMPP, CIMPP dan DCD) dan berbagai aktivitas mikroorganisma non target (DHA, DRA, PDC dan NA) pada tanah liat, lempung dan tanah pasiran seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Inhibitor Nitrifikasi DMPP dan DCD terhadap Aktivitas Dehidrogenase (% kontrol) pada tanah liat (semilogaritmik). Dosis rekomendasi DMPP 0.36 µg DMPP dan 10µg DCD per gram berat kering tanah.

Penggunaan ketiga inhibitor DMPP dan DCD tidak berpengaruh terhadap aktivitas nitrogenase pada ketiga jenis tanah percobaan sehingga tidak dapat ditentukan nilai NOEL, ED₁₀ dan ED₅₀ lebih lanjut. Hal ini dipandang positif sehingga tidak mengurangi aktifitas mikroorganisma pemfiksasi nitrogen baik simbiotik maupun non simbiotik yang bermanfaat bagi ketersediaan N tanaman. Oleh karenanya dalam kajian NOEL, ED₁₀ dan ED₅₀ untuk parameter aktivitas nitrogenase (NA) tidak lagi disajikan pada Tabel 2 berikut.

Berdasarkan nilai NOEL, ED₁₀ dan ED₅₀ secara umum tidak terlihat perbedaan toksisitas yang jelas untuk masing-masing inhibitor. Berdasarkan nilai rata-rata respons maka dapat disimpulkan bahwa DMPP lebih berpotensi mempunyai efek samping terhadap aktivitas mikroba non target di dalam tanah. Berdasarkan nilai NOEL, maka penggunaan inhibitor tersebut pada taraf 100 kali dosis rekomendasi secara umum tidak berdampak negatif terhadap lingkungan tanah. Ketiga inhibitor tersebut ternyata lebih efektif berpengaruh pada tanah pasir dibandingkan tanah lempung atau tanah liat. Hal ini akibat adanya pengaruh kandungan fraksi liat tanah yang berperan dalam mekanisme jerapan terhadap bahan inhibitor pada permukaan liat (Azam, et al, 2001: 2003; Barth et al., 2001; 2006; 2008). Tingkat kerentanan (sensitif) berbagai aktivitas mikroorganisma non target di dalam tanah dapat diurutkan bahwa denitrifikasi lebih sensitif dibandingkan dehydrogenase dan reduksi dimethylsulfoksida (PDK>DRA>DHA, Tabel 2). Nilai ambang batas risiko terhadap lingkungan yang diteliti berdasarkan perhitungan USEPA (1984) bahwa untuk percobaan laboratorium dihitung nilai rata-rata NOEL dibagi 10 dan percobaan lapangan nilai NOEL dibagi 100 (Tabel 2). Ternyata nilai ambang batas risiko lingkungan tersebut masih sangat jauh diatas 1-50 kali dosis rekomendasi pupuk N (bersama inhibitor). Artinya penggunaan bahan inhibitor ini dapat dinyatakan aman dan tidak bermasalah dari aspek lingkungan.

Tabel 2:
Penilaian NOEL, ED₁₀ dan ED₅₀ untuk kedua inhibitor dalam kaitannya dengan aktivitas mikroorganisma non target pada tiga jenis tanah liat, lempung dan pasir berdasarkan persamaan model matematik.

Parameter	Jenis tanah	Nilai Parameter Ekotoksikologis (mg kg ⁻¹ Berat kering tanah)			
		DMPP NOEL ED ₁₀ ED ₅₀		DCD NOEL ED ₁₀ ED ₅₀	
DHA	Liat	91	133	844	1754
	Lempung	371		6940	
	Pasir	30	72	550	1126

Parameter	Jenis tanah	Nilai Parameter Ekotoksikologis (mg kg ⁻¹ Berat kering tanah)				
		DMPP NOEL ED ₁₀ ED ₅₀		DCD NOEL ED ₁₀ ED ₅₀		
	rerata	312 25 230 49 304	56 87	5558 167 4450 520 5649	809 1230	
DRA	Liat Lempung Pasir rerata	47 365 11 287 5 266 24 306	101 53 44 66	395 4965 296 4533 112 2597 268 4032	1083 1102 402 862	
PDK	Liat Lempung Pasir rerata	30 241 17 193 5 150 17 195	62 35 17 38	366 2438 299 159 275	761 646 487 631	2049 1724 2070
Rerata	Liat Lempung Pasir rerata	59 326 19 264 12 215 30 268	99 53 39 64	535 382 146 2924 354	1199 598 566 908	4781 4047 3917

Pengaruh Jenis Tanah

Nilai NOEL dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui pada konsentrasi dimana aktivitas mikroorganisme non target mulai terhambat. Parameter ini digunakan untuk menghitung batas dosis yang diprediksi dimana tidak terdapat pengaruh ketiga inhibitor terhadap berbagai aktivitas mikroba non target di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Egamberdiyeva et al, (2001) dan Callaghan et al (2010) bahwa pemberian inhibitor nitrifikasi tidak berpengaruh terhadap mikroorganisme non target di dalam tanah. Nilai NOEL untuk parameter DHA,DRA dan PDC untuk ketiga jenis tanah percobaan diringkas pada Tabel 3. Seperti terlihat pada Tabel 3, nilai NOEL terendah untuk DMPP untuk DHA dan PDC pada tanah pasir relatif sama. Nilai NOEL meningkat dalam urutan PDC>DRA>DHA dan

umumnya lebih tinggi pada tanah liat dibandingkan lempung dan tanah pasir. Hal ini secara ekologis sangat penting karena DHA dan DRA adalah parameter aktivitas mikroba yang umum sedangkan PDC adalah aktivitas mikroba spesifik.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat disajikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan kurva respons dosis untuk DHA, DRA dan PDK yang diteliti ternyata secara umum hanya berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme non target untuk ketiga jenis tanah jika digunakan hingga pada taraf 50 kali dosis rekomendasi.
2. Denitrifikasi (PDK) bersifat lebih sensitif terhadap pemberian inhibitor ini dibandingkan aktivitas mikroorganisme non target lainnya.
3. DMPP berpengaruh lebih efektif terhadap parameter yang diteliti dibandingkan DCD.
4. Ketiga inhibitor yang digunakan berpengaruh lebih efektif pada tanah pasir dibandingkan pada tanah lempung atau liat.
5. Berdasarkan NOEL untuk masing masing parameter, maka nilai ambang batas risiko terhadap lingkungan tanah untuk kedua inhibitor dapat dipertanggungjawabkan secara ekotoksikologis layak dan aman.
6. Ketiga metode biologis ini dapat diandalkan dan cocok untuk digunakan menguji efek samping dari bahan kimia pertanian di dalam tanah karena reproduksibilitas dan sensitivitasnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada BASF Jerman yang telah menyediakan bahan kimia inhibitor nitrifikasi dan Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) di Bonn atas dukungan finansial dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alef, K. (1995). Dehydrogenase activity, In: Alef and Nanniperi, P (eds) *Methods in Applied soil microbiology and biochemistry*. Acad. Press. London pp. 228-231
- Alef, K and Kleiner, D. (1989). Rapid and sensitive determination of microbial activity in soils and in soil aggregates by dimethylsulfoxide reduction. *Biol. Fertil. Soils*. 8:349-355

- Azam, F. Benckiser, G, Muller, C and Ottow, J.C.G (2001). Release, movement and recovery of 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP), ammonium and nitrate from stabilized fertilizer granules in a silty clay soil under laboratory conditions. *Biol. Fertil. Soils* 34: 118-125
- Azam, F and S. Farooq (2003). Nitrification Inhibition in Soil and Ecosystem Functioning- An Overview. *Pak. Journ, of. Biol. Sci.* 6: (6):528-535
- Barth, G, Tucher, S von und Schmidhalter, U. (2001). Influence of soil parameter on the effects of 3-4 dimethylpyrazole phosphate (DMPP) as nitrification inhibitor. *Biol. Fertil, Soil.* 34: 98-102:.
- Barth, G. (2006). Influence of soil properties on the effect of 3, 4 - dimethylpyrazole - phosphates as nitrification inhibitor. *Technischen Universität München*
- Barth, G (2008) Effectiveness of 3, 4-Dimethylpyrazole Phosphate as Nitrification Inhibitor in Soil as Influenced by Inhibitor Concentration, Application Form, and Soil Matrix Potential. *Pedosphere*:18: 378-385
- Callaghan, M.O., Nelson, T, Lardner, R, Carter, P, Gerard.E, and Brownbridge, M (2010). Non-Target impact of The Nitrification Inhibitor Dicyandiamide on Soil Biota. *World Congress of Soil Science. Brisbane, Australia, 1-6 August*
- Caldwell, B.A. (2005). Enzyme activities as a component of soil biodiversity: A review. *Pedobiologia* 49: 637- 644
- Debus, R and K. Hund, (1998). Development of analytical methods for assessment of ecotoxicological relevant soil contamination: Part B – Ecotoxicological Analysis in Soil and Soil Extracts. *Chemosp: Vol 35: pp. 239 – 26*
- Di, H.J, Cameron KC (2004). Effects of temperature and application rate of a nitrification inhibitor, dicyandiamide (DCD) on nitrification rate and microbial biomass in a grazed pasture soil. *Aust. J Soil Res* 42: 927-932
- Di, H.J, Cameron KC. (2005). Reducing environmental impacts of agriculture by using a fine particle suspension nitrification inhibitor to decrease nitrate leaching from grazed pastures. *Agric Ecosyst. Environ* 109: 202-212.
- Di, H.J, Cameron KC (2006). Nitrous oxide emissions from two dairy pastures soils as affected by different rate of fine particle suspension nitrification inhibitor- a lysimeter study. *Nutr. Cycling Agroecosys.* 79: 281-290

- Di, H.J, Cameron KC, R.R Sherlock (2007). Comparison of the effectiveness of a nitrification inhibitor, dicyandiamide (DCD), in reducing nitrous oxide emissions in four different soils under different climatic and management conditions. *Soil Use Manag.* 23: 1-9
- Di, H. J., Cameron, K. C., Shen, J.-P., Winefield, C. S., O'Callaghan, M., Bowatte, S. and He, J.-Z. (2010). Ammonia-oxidizing bacteria and archaea grow under contrasting soil nitrogen conditions. *FEMS Microbiology Ecology*, 72: 386–394
- Egamberdiyeva D, Mamiev M, and Poberejskaya S.(2001). The influence of mineral fertilizer combined with a nitrification inhibitor on microbial populations and activities in calcareous Uzbekistanian soil under cotton cultivation. *The Sci. World Journ.* 1, 108-113
- Engelen, B; Meinken, K; von Winzingerode, F; Heuer, H, Malkomes.H.P and H. Backhaus,: Monitoring impact of pesticide treatment on bacterial soil communities by metabolic and genetic fingerprint in addition to conventional testing procedures. *Appl. And Envir. Microbiology* : 64, pp: 2814-282: 1998
- Fillery, I. (2007). Plant-recommended manipulation of nitrification in soil: a new approach to managing N loss? *Plant and Soil* 294: 1-4
- Gianfreda L., Rao M.A., Piotrowska A., Palumbo G., and Colombo C. (2005). Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: intensive agricultural practices and organic pollution. *Sci. Total Environ.*, 341, 265-279
- Griebler Christian (1997). Dimethylsulfoxide (DMSO) reduction: a new approach to determine microbial activity in freshwater sediments. *Journ. Of. Microbiol. Methods*: 20: pp. 31-40: 1997
- Griebler, C and D. Slezak (2001). Microbial Activity in Aquatic Environments Measured by Dimethyl Sulfoxide Reduction and Intercomparison with Commonly Used Methods. *Appl. And Environ. Microbiology*: 67 :pp 100-109
- Mc Carty, G.W (1999). Modes of action nitrification inhibitors. *Biol. Fertil, Soils*. 29: 1-9
- Moir J, Cameron KC, and Di HJ (2007). Effects of the nitrification inhibitor dicyandiamide on soil mineral N, pasture yield, nutrient uptake and pasture quality in a grazed pasture system. *Soil Use Manag.* 23: 111-120

- Muller. C, Stevens R.J, Laughlin, R.J, Azam F, Ottow J.C.G. (2002). The nitrification inhibitor DMPP had no effect on denitrifying enzyme activity. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 1825-1827
- Pell. M., Stenberg, B and Torstensson, L.,(1998). Potential denitrification and nitrification tests for evaluation of pesticide effects in soil. *Ambiop.* 37: 24-28
- Quilchano C. and Maranon T (2002) Dehydrogenase activity in Mediterranean forest soils. *Biol. Fert. Soils*, 35, 102-107
- Rasool, N and Reshi Z.A (2010). Effect of the fungicide Mancozeb at different application rates on enzyme activities in a silt loam soil of the Kashmir Himalaya, India *Tropical Ecology* 51(2): 199-205
- Rahmatullah, M., Gill, A., Wissemeyer A.H., and Steffens D (2006). Phosphate availability from rock phosphate as related to nitrogen form and the nitrification inhibitor DMPP. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169: 675-678
- Richter, O., Diekkruenger, B and Noertersheuser, P (2004). Environmental fate and modeling of pesticides from laboratory to field scale. *VCH Weinheim, New York*. Pp; 89-93:1996
- Sahrawat, K.L.: Nitrification inhibitors for controlling methane emission from submerged rice soils. *Current Science*. 87:1084-1087
- Singh. S. N. and Amitosh Verma, (2007). The Potential of Nitrification Inhibitors to Manage the Pollution Effect of Nitrogen Fertilizers in Agricultural and Other Soils: A Review *Environmental Practice* 9:266–279
- Soil Survey Staff, (1999). *Keys to Soil Taxonomy*. 8th edit. The United State Department of Agriculture (USDA). Washington DC. 332p
- Stephenson, G.L., Koper, N., Atkinson, G.F, Solomon.K.R and Scroggins.R.P (2000). Use of non linear regression techniques for describing concentration response-relationships of plants species exposed to contaminated site soils. *Environ. Toxicol. Chem.*, 19:2968-2981
- Stępniewska Z. and Wolińska A. (2005) Soil dehydrogenase activity in the presence of chromium (III) and (VI). *Int. Agrophysics*, 19, 79-83
- Stępniewska,Z: A. Wolińska, and R. Lipińska (2007). Effect of fonofos on soil dehydrogenase activity *Int. Agrophysics*, 21, 101-105

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Tabatabai, M.A, (1978).Soil enzymes.. Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed., (Page et.al. Eds.).Agronomy 9, American Society of Agronomy, Madison, Wis.903-947: 1982 Ladd, J.N. Origin and range of enzymes in soil, Soil Enzymes, (Burn, R. G.,Ed.). Marcel Dekker, New York, 51-96
- United States Environmental Protection Agency (USEPA, 1984). Technical guidance manual for performing waste load allocations. Book II: Stream and Rivers. Chapter 3: Toxic Substances: EPA 440/4-84-022. Office of Water Washington DC
- Von Mersi, W and F. Schinner (1991). An improved and accurate method for determining the dehydrogenase activity in soils with iodonitrotetrazolium chloride. Bio. Fertil. Soils 11: 216-220.

OPTIMASI PRODUKSI BIOSURFAKTAN OLEH *Pseudomonas aeruginosa* DENGAN VARIASI SUMBER KARBON DAN NITROGEN MEDIUM

Nunuk Priyani, Erman Munir, dan Nikmah Ridha B.

Departemen Biologi FMIPA USU

Abstrak

Biosurfaktan merupakan senyawa mikrobial yang bersifat ampipilik dengan tegangan permukaan yang efektif dapat diaplikasikan dalam berbagai industri dan proses. Biosurfaktan dapat diproduksi dari berbagai macam substrat, sebagian besar bersumber dari limbah. Produksi biosurfaktan oleh dua strain *P.aeruginosa* dengan menggunakan sumber karbon (molase, minyak kedelai dan glukosa) dan sumber nitrogen (NH_4NO_3 dan NaNO_3) telah diujikan dalam penelitian ini. Minyak kedelai dan NaNO_3 merupakan sumber karbon dan nitrogen yang paling baik untuk pertumbuhan dengan pertumbuhan rata rata oleh *P.aeruginosa* (1) adalah 174,5 CFU/ml dan *P.aeruginosa* (2) 136,5 CFU/ml masing-masing pada jam ke-48. Molase dan NaNO_3 merupakan sumber karbon dan nitrogen yang paling baik untuk produksi biosurfaktan dengan produksi tertinggi 86,912 ppm oleh *P.aeruginosa* (1) pada jam ke-24 dan 68,331 ppm oleh *P.aeruginosa* (2) pada jam ke-96. Dan dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pertumbuhan yang tinggi tidak selalu diiringi dengan produksi biosurfaktan yang banyak.

Kata kunci: Biosurfaktan, *Pseudomonas aeruginosa*, Molase, Minyak Kedelai, Glukosa, Sumber Karbon, Sumber Nitrogen, Optimasi.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan sel dan akumulasi produk metabolit dipengaruhi oleh komposisi media seperti sumber karbon, sumber nitrogen, faktor pertumbuhan dan garam-garam anorganik. Jadi, sebenarnya sulit dicari faktor yang paling berpengaruh dan bagaimana mengoptimalkannya sebagai parameter yang digunakan dalam proses bioteknologi. Faktor lingkungan dan kondisi pertumbuhan seperti pH, temperatur, agitasi dan oksigen dapat juga mempengaruhi produksi biosurfaktan selama efek tersebut pada masa pertumbuhan sel atau aktivitas seluler (Rodrigues *et al*, 2006).

Biosurfaktan yang dihasilkan mikroba berbeda bergantung pada jenis mikroba dan nutrisi yang dikonsumsi. Demikian pula untuk jenis mikroba yang sama, jumlah surfaktan yang dihasilkan berbeda berdasarkan nutrisi yang dikonsumsi (Duvnjak *et al*, 1983). Nutrien merupakan hal yang sangat penting artinya bagi pertumbuhan mikroba termasuk bakteri penghasil biosurfaktan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa elemen makro yang memegang peranan penting dalam menunjang pertumbuhan bakteri penghasil biosurfaktan adalah elemen karbon dan nitrogen (Horowitz *et al*, 2005), seperti glukosa (Kosaric *et al*, 1983 dan Cooper, 1984), karena sel-sel mikroba dan berbagai produk fermentasi sebagian besar terdiri dari unsur karbon dan nitrogen (Indriani, *et al*, 2001). Selain itu jumlah biosurfaktan yang dihasilkan dipengaruhi pula oleh jenis sumber karbon, temperatur, pH dan aerasi (Kosaric, 1983). Oleh karena itu optimasi nutrisi menjadi penting dalam produksi biosurfaktan (Nugroho, 2006).

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui sumber karbon dan sumber nitrogen yang paling baik untuk produksi biosurfaktan. Misalnya dengan menggunakan glukosa (Guerra-Santos *et al*, 1984), minyak zaitun, hexadekana (Yataghene *et al*, 2008; Stoimenova *et al*, 2008;), minyak sayuran, mineral oils, gliserol (Stoimenova *et al*, 2008; Rashedi *et al*, 2005), minyak kedelai (Andriani, 2007), gasolin, paraffin oil, whey (Rashedi *et al*, 2005) dan molase (Rashedi *et al*, 2006) sebagai sumber karbon dan menggunakan NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ (Rashedi *et al*, 2005) urea, NH_4NO_3 , KNO_3 dan NH_4Cl (Yataghene *et al*, 2008) sebagai sumber nitrogen.

Pada penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa *Pseudomonas aeruginosa* yang diperoleh dari Laut Tanjung Balai merupakan bakteri yang memiliki potensi untuk menghasilkan biosurfaktan (Warsito, 2009). Telah diketahui pula bahwa potensi bakteri untuk menggunakan berbagai senyawa hidrokarbon sebagai substratnya telah banyak diteliti, diantaranya dari genus *Pseudomonas*. Genus *Pseudomonas* mempunyai habitat normal di tanah dan air yang berperan dalam dekomposisi bahan-bahan organik dan mempunyai kemampuan metabolisme luas yang sangat bermanfaat tidak hanya di bidang pertanian dan kesehatan tetapi juga di bidang lingkungan (Priyani dan Nurtjahja, 2001). *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri yang mampu menghasilkan biosurfaktan tipe rhamnolipid (Kosaric, 1992).

Biosurfaktan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan surfaktan sintetik. Menurut Kosaric (1992) ada banyak keuntungan-keuntungan dari biosurfaktan dibandingkan dengan surfaktan sintetik, antara lain : mudah didegradasi, toksisitas rendah, sehingga dapat digunakan di dalam kosmetika, farmasi dan bahan tambahan makanan. Biosurfaktan dapat diproduksi dari bahan baku murah yang

tersedia di dalam jumlah besar, sumber karbonnya dapat berupa hidrokarbon, lipid atau karbohidrat, yang bisa digunakan secara terpisah atau dikombinasi satu sama lain. Bernilai ekonomi tinggi walaupun diproduksi dari limbah industri dan sering digunakan dalam kontrol lingkungan. Biosurfaktan dapat secara efisien digunakan di dalam menangani industri emulsi-emulsi, partikelnya dapat digunakan dalam bioremediasi (Sadowski *et al*, 2005). Namun, untuk mendapatkan biosurfaktan membutuhkan waktu yang lebih lama dan mikroorganisme yang digunakan haruslah yang memiliki kemampuan yang besar dalam memproduksi biosurfaktan. Untuk itu dapat dilakukan dengan rekayasa genetika dan mengoptimalkan proses fermentasi (Ruzniza, 2005).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini dititikberatkan pada optimasi produksi biosurfaktan dengan variasi sumber karbon dan nitrogen medium oleh *Pseudomonas aeruginosa* yang diperoleh dari Laut Tanjung Balai, Sumatera Utara.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sumber karbon dan sumber nitrogen yang paling baik untuk produksi biosurfaktan oleh *Pseudomonas aeruginosa*.

Bahan dan Metoda

Penelitian optimasi produksi biosurfaktan dengan variasi sumber karbon dan nitrogen medium dilakukan pada bulan Mei sampai Oktober 2010 di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Laboratorium Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Isolat Bakteri

Isolat bakteri yang digunakan adalah dua strain *P. aeruginosa* yang diisolasi dari laut Tanjung Balai, Sumatera Utara dan telah diketahui berpotensi menghasilkan biosurfaktan.

Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah molase dari tetes tebu, minyak kedelai, glukosa, amonium nitrat (NH_4NO_3), sodium nitrat (NaNO_3), media PCA (*Plate Count Agar*), media TSA (*Trypton Soya Agar*), KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, diethyleter, rhamnosa, H_2SO_4 53%, orsinol, aquadest, dan air laut.

Sumber karbon yang digunakan :

1. Molase dari tetes tebu
2. Minyak Kedelai
3. Glukosa

Sumber karbon yang digunakan :

1. Amonium Nitrat (NH_4NO_3)
2. Sodium Nitrat (NaNO_3)

Variasi sumber karbon dan nitrogen :

1. Molase dan Amonium Nitrat (AM)
2. Molase dan Sodium Nitrat (SM)
3. M. Kedelai dan Amonium Nitrat (AK)
4. M. Kedelai dan Sodium Nitrat (SK)
5. Glukosa dan Amonium Nitrat (AG)
6. Glukosa dan Sodium Nitrat (SG)

Pengukuran Pertumbuhan Sel

Untuk mengetahui laju pertumbuhan dan kepadatan sel, maka bakteri ditumbuhkan pada masing-masing media dengan sumber karbon dan sumber nitrogen yang bervariasi, dengan pH 6,8. Sebanyak 10% inokulum cair isolat bakteri yang setara dengan kekeruhan larutan *Mc-Farland* ($= 10^8$ sel/ml), diinokulasikan ke dalam media secara aseptis. Kemudian diinkubasi pada shaker dengan kecepatan guncangan 150 rpm pada suhu kamar selama 96 jam. Pertumbuhan sel pada media biakan diamati pada jam ke 24, 48, 72 dan 96. Pengukuran jumlah sel dilakukan dengan metode *Standart Plate Count* (SPC).

Penentuan Kurva Standar Rhamnosa

Kurva standar rhamnosa dibuat dengan menggunakan biosurfaktan murni dari jenis rhamnosa (Sigma Aldrich Company, Amerika Serikat). Rhamnosa dibuat dengan konsentrasi berbeda-beda yang dilarutkan dengan larutan sodium bikarbonat (NaHCO_3) 0,05 M. Rhamnosa dibuat dengan konsentrasi 0 (blanko), 10 ppm, 50 ppm, 80 ppm dan 400 ppm, kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 2 ml. Masing-masing larutan tersebut ditambah 3,6 ml larutan orsinol dan dipanaskan hingga mendidih, didinginkan pada temperatur kamar selama 15 menit dan dianalisa dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 421 nm (Chandrasekaran and Be-Miller, 1980; Koch *et al*, 1991 dalam Warsito, 2009). Persamaan garis regresi kurva standar rhamnosa ditentukan dengan metode *Least Square* (Glover and Mitchell. 2002 dalam Warsito, 2009) dengan rumus :

$$Y = a + bX$$

Dimana : a = intersep
b = slope (koefisien regresi)
Y = Absorbansi
X = Konsentrasi

Produksi Biosurfaktan

Untuk mengetahui konsentrasi biosurfaktan yang dihasilkan, maka bakteri ditumbuhkan pada masing-masing media dengan sumber karbon dan sumber nitrogen yang bervariasi dengan pH 6,8. Sebanyak 10% inokulum cair isolat bakteri yang setara dengan kekeruhan larutan *Mc-Farland* ($= 10^8$) diinokulasikan ke dalam media secara aseptis. Kemudian diinkubasi pada shaker dengan kecepatan guncangan 150 rpm pada suhu kamar. Konsentrasi biosurfaktan yang dihasilkan diamati setiap 24 jam selama 96 jam

Konsentrasi biosurfaktan yang terbentuk dianalisis dengan metode orisinol yang dimodifikasi (Chandrasekaran dan Be-Miller, 1980; Koch *et al*, 1991 dalam Warsito, 2009). Media cair hasil inkubasi disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan media biakan dengan bakterinya dan diambil supernatannya. Sebanyak 4 ml supernatan diekstrak dengan 2 ml diethyleter selama 5 menit, ekstraksi diulangi 3 kali. Lapisan ether diambil, dikeringkan dan dilarutkan kembali dalam 2 ml larutan sodium bikarbonat 0,05 M. Kemudian larutan sampel tersebut dihomogenkan dan ditambah 3,6 ml larutan orisinol, dipanaskan hingga mendidih, didinginkan pada temperatur kamar selama 15 menit dan dianalisa dengan spektrofotometer UV-Visibel Shimadzu 1240 pada panjang gelombang 421 nm. Konsentrasi biosurfaktan dihitung dengan menggunakan kurva standar rhamnosa dan diekspresikan dalam satuan ppm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Sel

Pertumbuhan *P.aeruginosa* pada beberapa jenis media yang digunakan menunjukkan laju yang bervariasi, seperti terlihat pada Tabel berikut.

Tabel 1:
Laju pertumbuhan Rata-rata *Pseudomonas aeruginosa* pada media dengan variasi sumber karbon dan nitrogen

Jenis Media	Isolat	Pertumbuhan Sel (CFU/ml)				
		Jam ke-0	Jam ke-24	Jam ke-48	Jam ke-72	Jam ke-96
AM	<i>P. aeruginosa</i> 1	1×10^8	12×10^8	23×10^8	29.5×10^8	8×10^8
	<i>P.aeruginosa</i> 2	1×10^8	74.5×10^8	24.5×10^8	8.5×10^8	19×10^8
SM	<i>P. aeruginosa</i> 1	1×10^8	9×10^8	13×10^8	75×10^8	49×10^8
	<i>P. aeruginosa</i> 2	1×10^8	7.5×10^8	12×10^8	16.5×10^8	2.5×10^8

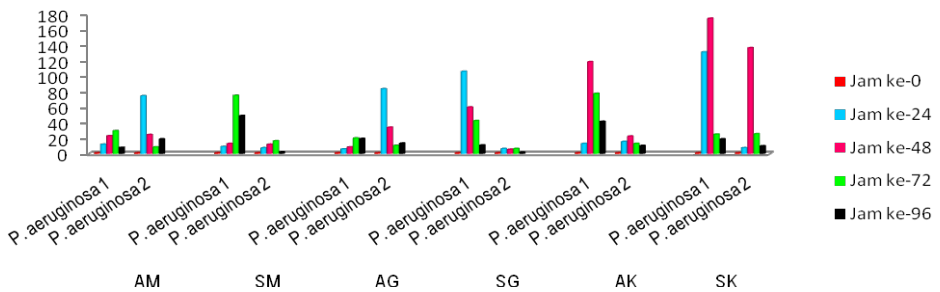
Jenis Media	Isolat	Pertumbuhan Sel (CFU/ml)				
		Jam ke-0	Jam ke-24	Jam ke-48	Jam ke-72	Jam ke-96
AG	<i>P. aeruginosa 1</i>	1 X 10 ⁸	6 X 10 ⁸	8.5 X 10 ⁸	20 X 10 ⁸	19.5 X 10 ⁸
	<i>P. aeruginosa 2</i>	1 X 10 ⁸	83.5 X 10 ⁸	34 X 10 ⁸	10.5 X 10 ⁸	13.5 X 10 ⁸
SG	<i>P. aeruginosa 1</i>	1 X 10 ⁸	106 X 10 ⁸	60 X 10 ⁸	42.5 X 10 ⁸	11 X 10 ⁸
	<i>P. aeruginosa 2</i>	1 X 10 ⁸	6.5 X 10 ⁸	5.5 X 10 ⁸	6.5 X 10 ⁸	2 X 10 ⁸
AK	<i>P. aeruginosa 1</i>	1 X 10 ⁸	13 X 10 ⁸	118.5 X 10 ⁸	77.5 X 10 ⁸	41.5 X 10 ⁸
	<i>P. aeruginosa 2</i>	1 X 10 ⁸	15.5 X 10 ⁸	22.5 X 10 ⁸	13 X 10 ⁸	10.5 X 10 ⁸
SK	<i>P. aeruginosa 1</i>	1 X 10 ⁸	131 X 10 ⁸	174.5 X 10 ⁸	25 X 10 ⁸	19 X 10 ⁸
	<i>P. aeruginosa 2</i>	1 X 10 ⁸	7.5 X 10 ⁸	136.5 X 10 ⁸	25.5 X 10 ⁸	10 X 10 ⁸

AM : Molase dan Amonium Nitrat
 SM : Molase dan Sodium Nitrat
 AK : Minyak Kedelai dan Amonium Nitrat
 SK : Minyak Kedelai dan Sodium Nitrat
 AG : Glukosa dan Amonium Nitrat
 SG : Glukosa dan Sodium Nitrat

Dari data yang diperoleh diketahui bahwa pertumbuhan dari kedua jenis bakteri tersebut menunjukkan fluktuatif dari jam ke-0 sampai dengan jam 96. Pada media dengan sumber karbon minyak kedelai dan sumber nitrogen sodium nitrat (media SK) pertumbuhan kedua bakteri lebih baik dibandingkan dengan jenis media lainnya, dan yang paling rendah laju pertumbuhannya adalah pada media dengan sumber karbon molase dan sumber nitrogen sodium nitrat (media SM).

Tabel 1 menunjukkan bahwa pertumbuhan sel *P.aeruginosa* (1) pada media SK lebih tinggi daripada media lainnya yaitu sebesar 174,5 x 10⁸ CFU/ml dengan waktu kultivasi 48 jam. Dan pertumbuhan sel terendah pada media AG yaitu 6 x 10⁸ CFU/ml dengan waktu kultivasi 24 jam.

Pertumbuhan sel *P.aeuginosa* (2) pada media SK lebih tinggi daripada media lainnya yaitu sebesar 136,5 x 10⁸ CFU/ml dengan waktu kultivasi 48 jam. Dan pertumbuhan sel terendah pada media SG yaitu 2 x 10⁸ CFU/ml pada waktu kultivasi 96 jam.



Gambar 1. Histogram pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* selama 96 jam pada media dengan variasi sumber karbon dan nitrogen

Perbedaan laju pertumbuhan pada tiap media ini dimungkinkan karena adanya perbedaan kemampuan masing-masing jenis bakteri dalam menggunakan nutrisi yang tersedia dalam media untuk proses metabolismenya. Menurut Lay (1994), perbedaan laju pertumbuhan disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah tipe dan jenis bakteri itu sendiri maupun kemampuan bakteri tersebut dalam menggunakan nutrisi yang tersedia dalam media untuk proses metabolismenya. Selain itu perbedaan nutrisi yang ada dalam media juga mempengaruhi pertumbuhan bakteri, Rodrigues *et al*, (2006) menyatakan bahwa pertumbuhan sel dan akumulasi produk metabolit dipengaruhi oleh komposisi media seperti sumber karbon, sumber nitrogen, faktor pertumbuhan dan garam-garam inorganik. Meskipun molase mengandung 50% glukosa dan zat nutrisi lainnya, molase juga mengandung logam-logam berat yang merupakan salah satu faktor penghambat bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Desniar (2004), yang menggunakan molase sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan *P.aeruginosa*, bahwa peningkatan biomassa kering bakteri disebabkan oleh kemampuan bakteri tersebut untuk menkonversi substrat yang digunakan menjadi massa sel. Akan tetapi konsentrasi yang berlebihan juga dapat menghambat pertumbuhan biomassa dan polisakarida.

Pertumbuhan juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, salah satunya adalah pH. Kebanyakan genus *Pseudomonas* tidak dapat tumbuh dengan baik pada pH rendah (4,5) sehingga pertumbuhannya akan terhambat (Jhon *et.al.*, 1994). Dan pada media dengan sumber karbon glukosa, dimungkinkan terjadi penurunan pH yang mengakibatkan rendahnya pertumbuhan *P.aeruginosa*. Sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh Abouseoud (2007) bahwa media dengan sumber karbon glukosa mengalami penurunan pH yang paling rendah yaitu 3,53.

Selain itu, konsentrasi sumber karbon yang terdapat dalam media juga mempengaruhi pertumbuhan. Penghambatan pertumbuhan mikroba dapat disebabkan oleh rendahnya konsentrasi dan represi nutrisi karbon dalam media. Sumber karbon digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk pertumbuhan. Jika sumber karbon kurang pada media, maka pertumbuhan mikroba tersebut menjadi terhambat. Glukosa pada media juga mempunyai efek represi terhadap enzim pensintesis nutrisi lain (Britz dan Demain, 1985).

2. Pengukuran Produksi Biosurfaktan

Produksi biosurfaktan dipengaruhi oleh sumber karbon dan sumber nitrogen yang terkandung dalam media. Sumber karbon yang berbeda akan mempengaruhi jumlah biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri. Dari tiga jenis sumber karbon yang digunakan, yaitu; molase, glukosa dan minyak kedelai terdapat perbedaan jumlah produksi biosurfaktan yang dihasilkan oleh *P. aeruginosa* 1, *P. aeruginosa* 2 selama 96 jam. Konsentrasi biosurfaktan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.2.1.

Tabel 2:
Konsentrasi Biosurfaktan yang Dihasilkan oleh *P.aeruginosa* pada Media dengan Variasi Sumber Karbon dan Nitrogen

Jenis Media	Isolat	Konsentrasi Biosurfaktan (ppm)			
		Jam ke-24	Jam ke-48	Jam ke-72	Jam ke-96
AM	<i>P. aeruginosa</i> 1	52.959	45.488	61.818	60.142
	<i>P. aeruginosa</i> 2	56.454	39.741	61.627	55.305
SM	<i>P. aeruginosa</i> 1	86.912	70.582	54.730	61.004
	<i>P. aeruginosa</i> 2	53.246	39.166	43.333	68.331
AG	<i>P. aeruginosa</i> 1	2.291	32.127	56.311	20.154
	<i>P. aeruginosa</i> 2	17.377	34.617	51.857	6.745
SG	<i>P. aeruginosa</i> 1	2.675	23.985	34.521	15.701
	<i>P. aeruginosa</i> 2	3.0102	6.841	5.739	3.201
AK	<i>P. aeruginosa</i> 1	45.105	36.532	41.705	37.825
	<i>P. aeruginosa</i> 2	39.166	34.856	42.998	44.195
SK	<i>P. aeruginosa</i> 1	45.584	39.789	44.434	37.969
	<i>P. aeruginosa</i> 2	42.471	35.096	37.969	35.192

Sumber Karbon Terbaik

Dari Tabel 2. dapat pula diketahui bahwa sumber karbon yang paling baik untuk produksi biosurfaktan adalah molase, kemudian minyak kedelai dan yang paling rendah produksi biosurfaktannya adalah dengan sumber karbon glukosa. Hal ini dimungkinkan karena molase merupakan karbohidrat yang berbentuk polisakarida, sehingga bakteri dapat memanfaatkan sumber karbonnya secara *continue*. Menurut Kosaric (1992), limbah industri yang mengandung bahan organik dapat dimanfaatkan sebagai substrat untuk produksi biosurfaktan. Salah satu jenis sumber karbon dari limbah yang dapat digunakan adalah molase dan minyak kedelai. Molase adalah limbah industri gula. Molase tebu kaya akan biotin, asam pantotenat, tiamin, fosfor dan sulfur. Kandungan nitrogen organik sedikit. Mengandung 62% gula yang terdiri dari sukrosa 32%, glukosa 14% dan fruktosa 16%. Karbohidrat dalam molase telah siap difermentasi tanpa perlakuan pendahuluan karena berbentuk gula (Hidayat *et al*, 2006). Dengan kandungan karbohidrat yang cukup banyak, maka bakteri memiliki asupan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan dan memproduksi biosurfaktan.

Sedangkan pada minyak kedelai jumlah biosurfaktan yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan molase. Minyak kedelai merupakan suatu senyawa hidrokarbon yang hidrofob. Minyak kedelai dipilih sebagai substrat karena memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh yang cukup besar (Andriani, 2007). Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2006), bahwa jumlah biosurfaktan yang diproduksi oleh kultur bakteri campurannya dengan sumber karbon minyak mentah, cukup rendah. Hal ini terjadi karena minyak mentah merupakan hidrokarbon yang kompleks. Mikroba memiliki kisaran sumber karbon tertentu yang dapat digunakan olehnya, sehingga sangat mungkin bahwa bakteri yang digunakan pada penelitian ini tidak dapat mendegradasi semua jenis hidrokarbon yang terdapat dalam minyak kedelai, akibatnya biosurfaktan yang diproduksi dengan sumber karbon minyak kedelai lebih rendah. Hal ini merupakan alasan dari perbedaan jumlah biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri dengan sumber karbon yang berbeda.

Pada media dengan sumber karbon glukosa, produksi biosurfaktan cukup rendah. Glukosa merupakan karbohidrat yang berbentuk monosakarida, sehingga persediaan nutrisinya sebagian besar digunakan untuk pertumbuhan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zajic *et al*, (1977) diketahui bahwa bakteri hidrokarbonoklastik mampu menggunakan 4 macam sumber karbon yaitu glukosa, parafin cair, heksadekana, dan minyak mentah (*crude oil*) untuk menghasilkan biosurfaktan dengan parameter tegangan permukaan yang menurun. Bakteri hidrokarbonoklastik juga mampu menggunakan karbohidrat

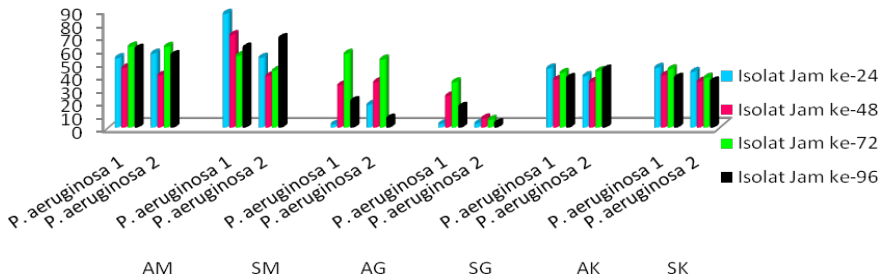
seperti glukosa, fruktosa, dan manitol sebagai sumber karbonnya untuk menunjang produksi biosurfaktan. Namun Glukosa yang sederhana ini dijadikan sebagai sumber karbon untuk perbanyakan sel, akibatnya karbon yang dipakai untuk produksi biosurfaktan lebih sedikit (Zajic *et al.*, 1977; Sheehan, 1997 dalam Nugroho, 2006). *Pseudomonas* tumbuh dengan baik di media dengan sumber karbon glukosa, tetapi tidak untuk memproduksi biosurfaktan (Abouseoud, 2007).

Selain itu kondisi lingkungan juga berpengaruh dalam produksi biosurfaktan. Pada media dengan sumber karbon glukosa jumlah biosurfaktan yang diproduksi cukup rendah. Hal ini mungkin saja disebabkan karena adanya penurunan pH selama masa inkubasi, yang menyebabkan menurunnya kemampuan bakteri dalam memproduksi biosurfaktan. Menurut Rodrigues *et al.* (2006), faktor lingkungan dan kondisi pertumbuhan seperti pH, temperatur, agitasi dan oksigen dapat juga mempengaruhi produksi biosurfaktan selama efek tersebut pada masa pertumbuhan sel atau aktivitas seluler. pH media berperan penting dalam produksi sophorolipid oleh *T.bombicola*. Produksi rhamnolipid oleh *Pseudomonas* sp. akan mencapai titik maksimum pada kisaran pH 6 sampai 6,5 dan akan menurun drastis di atas pH 7. Dan pada penelitian yang dilakukan Suastuti, 1998, kultur dengan sumber karbon glukosa memiliki pH yang menurun tajam pada awal inkubasi. Hal ini terjadi karena glukosa merupakan sumber karbon yang sederhana sehingga dapat langsung dipakai untuk metabolisme bakteri menghasilkan asam dan gas. Berbeda dengan jenis hidrokarbon lain seperti parafin, heksadekana, dan minyak bumi yang harus melalui serangkaian reaksi oksidasi untuk menghasilkan asam.

Sumber Nitrogen Terbaik

Dari data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa amonium nitrat dan sodium nitrat sama-sama memiliki kualitas yang baik untuk produksi biosurfaktan, karena sama-sama mengandung nitrat. Menurut Abouseoud (2007), Sodium nitrat dan ammonium nitrat adalah dua sumber nitrogen terbaik untuk pertumbuhan bakteri dan sintesis biosurfaktan. Namun terlihat perbedaannya apabila divariasikan dengan sumber karbon yang berbeda pula. Variasinya dengan molase menunjukkan bahwa sodium nitrat lebih baik daripada amonium nitrat. Hal ini dimungkinkan karena dalam molase juga terkandung nitrogen. Sehingga media dengan sumber karbon molase dan sumber nitrogen amonium nitrat mengandung jumlah nitrogen yang lebih banyak, yaitu dari amonium, nitrat dan dari molase itu sendiri. Padahal nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit dalam produksi biosurfaktan. Menurut Nugroho (2006), biosurfaktan dapat diproduksi jika terjadi akumulasi lemak pada dinding sel bakteri. Mikroba khususnya bakteri akan mengakumulasi lemak lebih banyak jika

nitrogen dalam media berada dalam jumlah yang rendah. Hal ini terjadi karena sel hanya membutuhkan nitrogen dalam jumlah yang terbatas yang digunakan untuk sintesis protein selular. Lemak merupakan hasil metabolisme lanjut dari karbon.



Gambar 2: Histrogram konsentrasi biosurfaktan yang dihasilkan oleh *P.aeruginosa* pada media dengan variasi sumber karbon dan nitrogen

Namun, produksi biosurfaktan dengan menggunakan ammonium nitrat yang divariasikan dengan glukosa, lebih baik dibandingkan dengan variasi media sodium nitrat-glukosa. Walaupun tetap saja produksinya jauh lebih rendah dibandingkan variasi media yang lain. Dalam hal ini sumber karbonlah yang memberi pengaruh lebih besar dalam produksi biosurfaktan. Karena seperti yang telah diurai di atas, bahwa mungkin saja terjadi perubahan pH pada media selama masa inkubasi. Dari penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh Abouseoud (2007), media dengan sumber karbon glukosa mengalami penurunan pH yang paling rendah yaitu 3,53.

Jadi sebenarnya sumber nitrogen yang digunakan dalam penelitian ini, tidak mempengaruhi pH media. Namun, sumber karbonnyalah yang menyebabkan adanya penurunan pH media. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Abouseoud (2007) bahwa pada tiga jenis sumber nitrogen yang digunakannya yaitu NH_4Cl , NH_4NO_3 dan NaNO_3 hanya NH_4Cl yang mengalami penurunan pH hingga 4,03. Sedangkan kedua jenis sumber nitrogen lainnya berturut-turut 6,98 dan 7,33. Kondisi pH yang masih dalam kisaran netral ini sangat mempengaruhi produksi biosurfaktan yang dihasilkan oleh *Pseudomonas* sp.

Hal ini menunjukkan bahwa tidak selalu laju pertumbuhan yang tinggi akan menyebabkan tinggi pula jumlah produksi biosurfaktan oleh suatu bakteri. Karena yang mempengaruhi biomassa dan produksi metabolit oleh suatu mikroorganisme adalah jenis medianya. Nutrisi yang

tersedia dalam suatu media dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan atau pun untuk produksi metabolit.

Menurut Ruzniza (2005), hubungan antara pertumbuhan sel, pemanfaatan substrat dan produksi biosurfaktan saling berhubungan, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 2.4.1., nutrisi dengan sumber karbon dan nitrogen digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan produksi metabolit. Menurut konsep yang dikemukakan Shuler & Kargi (1992) dalam Suryatma *et al*, (2004)., bahwa substrat seperti glukosa akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber karbon dan energi untuk empat kelompok proses metabolismenya, antara lain: (i) asimilasi sintesis biomassa, (ii) asimilasi sintesis produk ekstraseluler, (iii) energi untuk pertumbuhan, dan (iv) energi untuk pemeliharaan. Produksi biosurfaktan termasuk pada katagori proses asimilasi sintesis produk ekstraseluler.

Acknowledgement

Terimakasih kepada Dirjen DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Bersaing Tahun 2008.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, D. 2007. Produksi Biosurfaktan Menggunakan Minyak Kedelai Secara Biotransformasi Oleh *Rhodococcus rhodochrous* Dan Aplikasinya Untuk Recovery Ion Logam Cd. Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Cooper, D.D.G dan D.A. Paddock. 1984. Production of a biosurfactans from *Torulopsis bombicola*, *Appl. Env. Microbiol.* **47** : 173-176.
- Duvnjak, Z., D.G. Cooper, dan N. Kosaric. 1983. Effect of nitrogen sources on surfactans production by *Arthobacter paraffineus* ATCC 19558 dalam *Microbial Enhanced Oil Recovery*. Zajic, J. E. Penn Well Books Tulsa, Oklahoma, 66-71.
- Guerra-Santos, L., O. Kappeli dan A. Fiechter. 1984. *Biosurfactant Production in Continuous Culture with Glucose as Carbon Source. Applied And Environmental Microbiology.* **48(2)** : 301-305.
- Hidayat, N., M.C. Padaga., S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Horowitz, A., D. Gutnick dan E. Rosenberg. 2005. *Sequential Growth of Bacteria on Crude Oil: Applied Microbiology.* **30(1)** : 10-19

- Kosaric, N., Neil, C.C. Gray dan W.L. Cairns. 1983. *Microbial emulsifiers and de-emulsifiers* dalam H.J. Rehm and G. Reed, *Biotechnology*, vol 3 Verlag Chemie.
- Kosaric, N. 2001. *Biosurfactants and Their Applications for Soil Bioremediation*. *Food Technol. Biotechnol.* **39(4)**: 295–304.
- Nugroho, A. 2006. Produksi Biosurfaktan oleh Bakteri Pengguna Hidrokarbon dengan Penambahan Variasi Sumber Karbon. *Biodiversitas.* **7(4)** : 312-316
- Onbasli, D dan B. Aslim. 2009. Biosurfactant production in sugar beet molasses by some *Pseudomonas* spp. *Triveni Enterprises, Lucknow (India)*. **30 (1)** : 161-163.
- Priyani, N dan Nurtjahja, K. 2001. Produksi Enzim Lipase Ekstrasel oleh *Pseudomonas* sp. Pengaruh Konsentrasi Substrat yang Diberikan pada Waktu Penguraian dan Waktu Penguraian Limbah Minyak Pabrik Kelapa Sawit. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.
- Rashedi, H., E. Jamshidi, M. M. Assadi and B. Bonakdarpour. 2005. Isolation and production of biosurfactant from *Pseudomonas aeruginosa* isolated from Iranian southern wells oil. *Int. J. Environ. Sci. Tech.* **2(2)** : 121-127.
- Rashedi, H., M. M. Assadi, E. Jamshidi, dan B. Bonakdarpour. 2006. Optimization of the Production of Biosurfactant by *Psuedomonas aeruginosa* HR Isolated from an Iranian Southern Oil Well. *Iran. J. Chem.Chem. Eng.* **25(1)** : 25-30.
- Rodrigues, L., J. Teixeira, R. Oliveira, H. C. Van Der Mei. 2006. Response surface optimization of the medium components for the production of biosurfactants by probiotic bacteria. *Process Biochemistry.* **41** : 1–10.
- Ruzniza. 2005. *Production Of Biosurfactant By Locally Isolated Bacteria From Petrochemical Waste*. Thesis. Faculty of Science Universiti Teknologi Malaysia.
- Warsito, K. 2009. *Isolasi dan Potensi Bakteri Peghasil Biosurfaktan dari Laut Sibolga dan Tanjung Balai Sumatera Utara dalam Mendegradasi Naftalen*. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.

- Wu, J.Y., K. L. Yeh, W. B. Lu, C. L. Lin, J. S. Chang. 2008. Rhamnolipid Production with Indigenous *Pseudomonas aeruginosa* EM1 Isolated from Oil-Contaminated Site. *Bioresour. Technol.* **99** : 1157-1164.
- Yataghene, A, M. Abouseoud, R. Maachi, dan A. Amrane. 2008. Effect of the carbon and nitrogen sources on biosurfactant production by *Pseudomonas fluorescens* Biosurfactant characterization. (www.aidic.it/IBIC2008/webpapers/71Yataghene.pdf).
- Zajic, J.E., Guignard, H., dan Gerson, F.D. (1977) Emulsifying and surface active agents from *Corynebacterium hydrocarbonclatus*. *Biotech. And Bioeng.* 19, 1285-1301.

PENGENDALIAN HAYATI PENYAKIT LAYU FUSARIUM PADA TANAMAN TOMAT (*Lycopersicon esculentum* Mill.) MELALUI PELAPISAN BENIH DENGAN LARUTAN BAKTERI KITINOLITIK- ALGINAT*

Riswanto, Dwi Suryanto, dan Erman Munir

Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara,
Jln. Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155.
E-mail: d.suryanto@lycos.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri kitinolitik dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). Lima isolat yang digunakan BK07, BK08, BK09, LK08, KR05 dan isolat jamur *Fusarium oxysporum* merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi FMIPA USU. Aplikasi bakteri dilakukan melalui pelapisan benih dengan larutan bakteri kitinolitik-alginat. Peubah yang diamati adalah persentase penghambatan, layu fusarium, pengurangan serangan layu fusarium, tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman pada 28 HSS. Hasil uji antagonis *in vitro* menunjukkan bahwa BK08 memiliki kemampuan yang relatif besar dalam menghambat pertumbuhan miselium *F. oxysporum* dengan nilai penghambatan sebesar 47%, diikuti BK09, BK07, LK08 dan KR05 berturut-turut 40%, 36%, 34%, dan 30%. Persentase layu fusarium terendah ditemukan pada BK08 yaitu 17%, BK09, 37%; KR05, 43%; LK08, 48% dan BK07, 51%. BK08 efektif mengendalikan penyakit layu fusarium, dengan kemampuan mengurangi serangan penyakit sebesar 78%, diikuti BK09, KR05, LK08, dan BK07 berturut-turut sebesar 53%, 48%, 41% dan 34%. BK08 juga signifikan dalam hal meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering.

Kata kunci: Pengendalian hayati, bakteri kitinolitik, layu fusarium, tomat

PENDAHULUAN

Salah satu kendala yang dihadapi oleh para petani saat ini antara lain ditemukannya penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Jamur ini banyak menyerang tanaman kentang, pisang, tomat, ubi jalar, strawberry dan bawang daun (Machmud *et al* 2002). Di Indonesia kerugian petani tomat akibat serangan penyakit layu

fusarium dan layu bakteri berupa kegagalan panen hingga 80%. Jamur ini menyerang jaringan vasikuler dan mengakibatkan kelayuan pada tanaman inangnya dengan cara menghambat aliran air pada jaringan xilem (De Cal *et al* 2000). Layu fusarium yang menyerang kecambah tomat menyebabkan benih tidak berkembang dan mati. Patogen ini dapat menginfeksi benih yang sedang berkecambah sehingga bibit tidak dapat muncul.

Perlindungan tanaman terhadap patogen penyakit tanah termasuk *F. oxysporum* dengan fungisida harus dihindari karena banyak menimbulkan masalah berupa bioakumulasi residu bahan kimia pada organisme bukan sasaran dan hasil panen, membunuh organisme bukan sasaran yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan ekologi, pencemaran lingkungan, biaya produksi tinggi, serta fungi dapat mengembangkan resistensinya terhadap beberapa fungisida yang digunakan. Pengendalian hayati patogen tanaman dapat dilakukan dengan pemanfaatan mikroorganisme antagonis yang dapat menekan atau menghambat perkembangan patogen tanaman. Salah satu penanganan penyakit layu fusarium adalah dengan menggunakan bakteri kitinolitik. Bakteri kitinolitik adalah mampu memproduksi enzim kitinolitik. Enzim kitinolitik merupakan enzim yang mampu mendegradasi kitin. Eksokitinase, endokitinase, dan kitin deasetilase merupakan enzim kitinolitik. Di antara bakteri kitinolitik adalah *Aeromonas hydrophila*, *A.caviae*, *Pseudomonas maltophilia*, *Bacillus licheniformis*, *B.circulans*, *Vibrio furnissii*, *Xanthomonas* spp, dan *Serratia marcescens* (Gohel *et al* 2003).

Melihat adanya kemampuan enzim kitinase yang dimiliki oleh bakteri kitinolitik yang telah diuji oleh peneliti sebelumnya dalam menghambat perkembangan jamur patogen seperti *F. oxysporum* (Irawati 2008; Suryanto *et al* 2010), diperlukan pengujian aplikasi pelapisan benih (*seeds coating*) tomat dengan memanfaatkan larutan isolat bakteri kitinolitik-alginat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri kitinolitik dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat melalui pelapisan benih dengan larutan bakteri kitinolitik-alginat.

BAHAN DAN METODA

Isolat Bakteri, Isolat Jamur, dan Benih Tomat

Isolat bakteri kitinolitik yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Departemen Biologi FMIPA USU yang merupakan bakteri tanah yang berasal dari daerah Sungailiat, Bangka (BK07, BK08 dan BK09), Langkat (LK08) dan Sibolangit (KR05). Isolat jamur *Fusarium oxysporum* juga diperoleh dari koleksi laboratorium

yang sama. Benih tomat yang digunakan adalah benih komersial (Champion, CV. Fastgrow Kimia Utama, Medan).

Uji Patogenitas *F. oxysporum*

Biakan *F. oxysporum* yang telah diremajakan pada cawan petri selama 7 hari diinokulasikan pada 100 ml media *Potato Dextrose Broth* (PDB) di dalam labu erlenmeyer 250 ml dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 10 hari. Sebanyak 100 ml suspensi biakan *F. oxysporum* dicampur dengan 500 g campuran tanah dan kompos steril (nisbah 3:1) di dalam nampan plastik ukuran 30 cm x 22 cm x 10 cm. K edalam tiap nampan ditanam 30 benih tomat lalu ditutup dengan plastik. Benih yang ditanam pada media tanah dan kompos steril yang tidak diinokulasi *F. oxysporum* digunakan sebagai kontrol. Peubah yang diamati adalah tanaman yang terserang layu fusarium selama masa persemaian 28 hari. Persentase layu fusarium kecambah dihitung dari jumlah kecambah yang layu dibagi dengan jumlah kecambah yang tumbuh seluruhnya.

Reisolasi dilakukan terhadap *F. oxysporum* dengan memotong jaringan pada pangkal batang kecambah yang menunjukkan gejala layu fusarium. Jaringan tersebut didisinfeksi dengan larutan 2% NaOCl, dicuci dengan air steril sebanyak tiga kali dan ditanam pada media *Potato Dextrose Agar*. Isolat yang diperoleh diuji kembali patogenitasnya.

Uji Antagonis *in vitro* Bakteri Kitinolitik terhadap Jamur *F. oxysporum*

Uji antagonis *in vitro* dilakukan dengan metode *dual culture* pada media agar media garam minimum kitin (MGMK). Miselium jamur patogen *F. oxysporum* yang ditumbuhkan pada media PDB diambil dengan menggunakan ose dengan ukuran diameter 5 mm kemudian diinokulasikan pada cawan petri yang berisi media agar MGMK dengan jarak 3,5 cm segaris dengan sumur inokulan bakteri, selanjutnya diinkubasi selama 24 jam pada suhu 28°C. Setelah miselium jamur patogen tumbuh, lalu diinokulasikan sebanyak 30 µl sel bakteri kitinolitik ($\approx 10^8$ sel /ml) dalam sumur berdiameter 5 mm pada bagian tengah agar MGMK, kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang 28°C.

Pengamatan dilakukan mulai hari ke-4 sampai hari ke-5 setelah inokulasi bakteri untuk melihat penghambatan pertumbuhan jamur. Persentase penghambatan pertumbuhan jamur dihitung dengan mengukur jari-jari pertumbuhan miselium jamur yang menjauhi isolat bakteri kitinolitik lalu dikurangi dengan jari-jari pertumbuhan miselium yang mendekati isolat bakteri kitinolitik dibandingkan dengan jari-jari pertumbuhan miselium jamur yang menjauhi isolat bakteri kitinolitik. Pengukuran pertumbuhan miselium jamur menggunakan jangka sorong.

Persentase penghambatan pertumbuhan dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

R1 = Pertumbuhan jamur yang menjauhi isolat bakteri kitinolitik.

R2 = Pertumbuhan jamur yang mendekati isolat bakteri kitinolitik.

Pelapisan Benih Tomat dengan Larutan Bakteri Kitinolitik-Alginat

Sebanyak 10 ml akuades steril dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 g alginat untuk selanjutnya dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Biakan segar bakteri kitinolitik yang setara dengan 10^8 sel/ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Seratus benih tomat dimasukkan ke dalam tabung reaksi tersebut lalu dihomogenkan dengan vortex sehingga benih tomat terbalut oleh larutan bakteri kitinolitik-alginat. Benih tomat dikeluarkan dari tabung reaksi, lalu dikeringanginkan di atas kertas yang bersih (Setiyowati 2007). Benih tomat yang sudah dilapisi larutan bakteri kitinolitik-alginat ini selanjutnya digunakan pada pengujian berikutnya. Prosedur pelapisan benih ini dilakukan sama untuk 5 isolat bakteri kitinolitik BK07, BK08, BK09, LK08 dan KR05.

Uji Bakteri yang Menempel pada Benih Tomat

Pengujian bakteri yang menempel pada biji tomat dilakukan dengan menghitung jumlah bakteri yang melekat pada benih dengan metode uji angka lempeng total dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan sampel, masing-masing dilakukan replikasi duplo. Lima benih tomat yang sudah dilapisi larutan bakteri kitinolitik-alginat tersebut dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml, selanjutnya dibuat suspensi dengan cara dilarutkan dalam larutan garam fisiologis NaCl 0,85% yang telah disterilkan sampai mencapai volume 100 ml.

Sebanyak 0,2 ml suspensi yang telah diencerkan bertingkat sampai 10^{-7} diambil dan dimasukkan ke dalam 2 cawan petri yang masing-masing 0,1 ml yang berisi media agar MGMK. Suspensi dalam cawan petri disebar merata. Sebagai kontrol digunakan media agar MGMK dan larutan pengencer 0,85% NaCl steril. Cawan petri selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Koloni yang tumbuh pada cawan petri diamati dan dihitung.

Sebagian benih tomat yang sudah dilapisi dengan larutan bakteri-alginat disimpan dalam kemasan plastik pada tempat penyimpanan yang kering, sejuk dan bersih. Setelah 30 hari jumlah sel bakteri dihitung

dengan cara yang sama untuk mengetahui jumlah bakteri yang mampu bertahan melekat pada benih setelah 30 hari masa penyimpanan.

Uji Pengendalian Serangan *F. oxysporum* oleh Bakteri Kitinolitik

Sebanyak 100 ml suspensi biakan *F. oxysporum* yang telah diremajakan pada cawan petri selama 7 hari dicampur dengan 500 g media campuran tanah dan kompos steril (nisbah 3:1) pada nampan plastik ukuran 30 cm x 22 cm x 10 cm. Ke dalam tiap nampan ditanam 30 benih tomat yang telah dilapisi dengan bakteri kitinolitik dan alginat lalu ditutup dengan plastik. Perlakuan yang dibuat yaitu benih tomat dilapisi alginat dan isolat bakteri kemudian ditanam pada media campuran tanah dan kompos steril yang diinokulasi *F. oxysporum*.

Isolat bakteri kitinolitik yang digunakan adalah BK07, BK08, BK09, LK08, dan KR05. Sebagai kontrol (+) adalah benih tomat ditanam pada media campuran tanah dan kompos steril yang diinokulasi *F. oxysporum*, sedangkan kontrol (-) adalah benih tomat ditanam pada media campuran tanah dan kompos steril yang tidak diinokulasi *F. oxysporum*. Peubah yang diamati adalah persentase pengurangan layu kecambah. Persentase pengurangan layu kecambah menunjukkan besarnya kemampuan isolat untuk mengendalikan serangan jamur. Persentase pengurangan layu kecambah dihitung dengan rumus (Suryanto *et al* 2010).

Pengurangan layu kecambah :

$$\frac{\{\sum \text{Kontrol}(-) - \sum \text{Kontrol}(+)\} - \sum \text{tanaman rebah}}{\sum \text{Kontrol}(-) - \sum \text{Kontrol}(+)}$$

Kontrol (+) = Tidak diinokulasi isolat bakteri kitinolitik dan jamur Fusarium

Kontrol (-) = Tidak diinokulasi isolat bakteri kitinolitik, tetapi diinokulasi jamur Fusarium

Parameter lain yang diamati adalah, tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai) dan berat kering (g). Pengamatan dilakukan dari minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-4 (hari ke-28) setelah semai. Pengukuran ini dilakukan pada masing-masing perlakuan sebanyak tiga ulangan, diambil lima sampel pengukuran. Tinggi tanaman diukur dengan menggunakan penggaris dari batas terbawah bagian batang yang tepat pada permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi tanaman. Jumlah daun dihitung mulai awal terbentuknya daun sejati yang terdapat pada setiap tanaman, tidak termasuk daun plumula. Pengukuran berat kering, dilakukan pada akhir pengamatan melalui penimbangan kecambah yang sudah dikeringkan

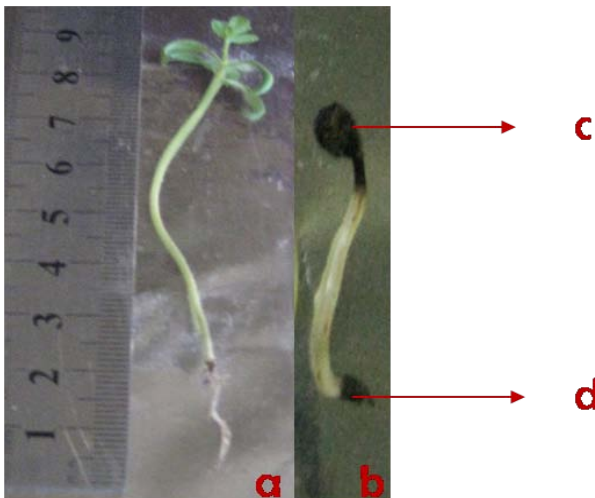
pada suhu 80°C selama jangka waktu tertentu sampai diperoleh berat kering yang konstan (Sitompul & Guritno 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Patogenitas *F. oxysporum*

Dari hasil uji patogenitas *F. oxysporum* terhadap benih tomat diperoleh persentase layu fusariumnya mencapai 86%. Tingginya persentase layu fusarium ini menunjukkan bahwa jamur yang digunakan bersifat patogen. Untuk meyakinkan bahwa di dalam jaringan tanaman tersebut telah terinfeksi *F. oxysporum* dilakukan reisolasi. Reisolasi dilakukan dari pangkal batang kecambah yang layu. Uji patogenitas *F. oxysporum* hasil reisolasi menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan uji patogenitas pertama yaitu sebesar 87% layu kecambah. Melalui pengamatan mikroskopis jamur hasil isolasi menunjukkan ciri yang sama dengan *F. oxysporum*. Miselia dan spora aseksual berupa makrokonidia dapat diamati dengan jelas. Persentase layu fusarium pada perlakuan dengan *F. oxysporum* sangat tinggi apabila dibandingkan dengan kontrol yang persentase layu fusariumnya hanya sekitar 7%.

Pada tanaman yang masih muda penyakit ini dapat menyebabkan matinya tanaman secara mendadak, karena pada pangkal batang terjadi kerusakan atau kanker menggelang. Bibit yang terserang menunjukkan gejala layu dan rebah. Kebanyakan patogen benih menjadi lebih aktif segera setelah benih disemaikan. Akibatnya benih menjadi busuk atau terjadi rebah kecambah sebelum dan sesudah berkecambah (Gambar 1.).



Gambar 1: Perbandingan (a) kecambah sehat umur 28 hari, dengan (b) kecambah yang terserang layu fusarium (c) daun layu dan mati, (d) akar berwarna kehitaman dan membusuk

Antagonisme *in vitro* Bakteri Kitinolitik terhadap *F. oxysporum*

Hasil uji antagonis secara *in vitro* terhadap jamur *F. oxysporum* dengan menggunakan lima isolat bakteri kitinolitik menunjukkan bahwa kelima isolat mampu menghambat pertumbuhan miselium jamur *F. oxysporum* dengan kemampuan berbeda-beda. Isolat BK08 memiliki kemampuan paling tinggi dalam menghambat pertumbuhan miselium *F. oxysporum* dengan persentase penghambatan sebesar 47% sampai akhir pengamatan, diikuti oleh isolat BK09, BK07, LK08 dan KR05 dengan kemampuan menghambat berturut-turut 40%, 36%, 34%, dan 30%. Hal ini menunjukkan bahwa isolat BK08 memiliki potensi yang baik dalam menghambat pertumbuhan jamur dibandingkan dengan keempat isolat lainnya.

Perbedaan besarnya daya hambat menunjukkan tingkat kemampuan yang berbeda-beda dalam produksi dan aktivitas kitinase yang dihasilkan oleh kelima isolat. Kitinase yang dihasilkan merupakan enzim ekstraseluler yang digunakan dalam pengambilan nutrisi bagi bakteri. Kitinase Degradasi oligomer kitin menjadi senyawa yang lebih sederhana membuat medium tampak jernih, terutama disekitar koloni bakteri (Patil *et al* 2000). Kitin dalam media menginduksi sekresi kitinase untuk mendegradasikan kitin sebagai sumber karbonnya, untuk kemudian kitinase yang dihasilkan menghambat pertumbuhan *F. oxysporum*. Penguraian kitin pada dinding sel fungi ini menyebabkan penghambatan pertumbuhan miselium *F. oxysporum*. Disamping kitinase, β 1-3 glukukanase yang dihasilkan mikroba membantu menghidrolisis komponen dinding sel jamur (Leubner *et al* 1999). Penghambatan pertumbuhan jamur mungkin juga disebabkan oleh metabolit lain yang dihasilkan bakteri.

Jumlah Bakteri yang Melekat pada Benih Tomat

Perhitungan total koloni pada hari ke-0 untuk masing-masing isolat sebesar $1,273 \times 10^3$ CFU/ml. Setelah masa penyimpanan benih selama 30 hari jumlah bakteri yang melekat pada benih mengalami penyusutan untuk masing-masing isolat dengan rata-rata jumlah koloni sebesar $0,818 \times 10^3$ CFU/mg. Rata-rata penyusutan sebesar 36%. Diperkirakan apabila benih ini disimpan lebih lama lagi, penyusutan akan lebih besar lagi, sehingga setelah masa penyimpanan beberapa bulan penurunan jumlah bakteri sangat signifikan. Penyusutan ini mungkin disebabkan oleh menurunnya kadar air benih dalam penyimpanan, faktor bahan kemasan yang kurang baik dan suhu ruang penyimpanan yang kurang sesuai sehingga menyebabkan kematian sel bakteri. Menurut Ilyas (2003), aluminium foil merupakan kemasan benih terbaik dibandingkan

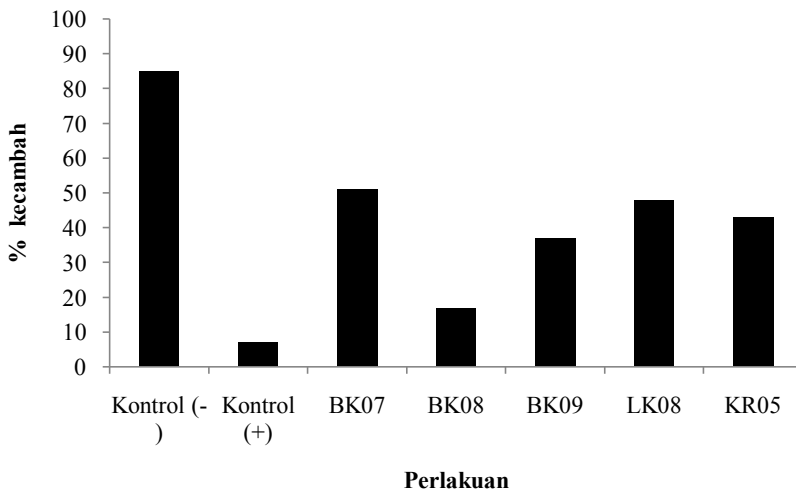
plastik atau kertas. Di pasaran biasanya ada benih yang tersimpan selama berbulan-bulan sebelum sampai ke tangan petani. Oleh sebab itu pelapisan benih seperti dalam penelitian ini belum dapat menjamin viabilitas benih untuk waktu yang lama. Hasil uji total sel bakteri yang menempel pada benih tomat pada hari ke-0 dan setelah masa penyimpanan benih selama 30 hari dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1:
Total Koloni Isolat Bakteri Kitinolitik yang Menempel pada Benih Tomat

Isolat bakteri	Jumlah koloni bakteri (CFU/ml) pada hari ke-		Penyusutan
	0	30	
BK07	1,281 x 10 ³	0,863 x 10 ³	33%
BK08	1,218 x 10 ³	0,801 x 10 ³	34%
BK09	1,356 x 10 ³	0,795 x 10 ³	41%
LK08	1,146 x 10 ³	0,776 x 10 ³	32%
KR05	1,365 x 10 ³	0,855 x 10 ³	37%
Rataan	1,273 x 10 ³	0,818 x 10 ³	36%

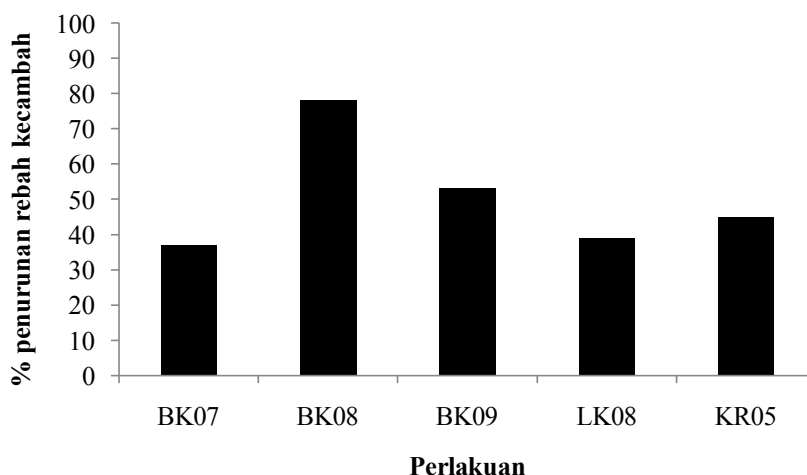
Pengendalian Serangan *Fusarium oxysporum* oleh Bakteri Kitinolitik

Dari hasil pengujian, tanaman yang ditumbuhkan pada media tanah yang mengandung fusarium sangat rentan terserang penyakit layu. Hal ini terlihat pada Kontrol (-) kecambah yang mengalami layu fusarium mencapai 85%, sedangkan pada Kontrol (+) hanya 7%. Kecambah tanaman tomat mulai mengalami layu setelah memasuki minggu ke-2 pengamatan dan terus meningkat jumlahnya sampai akhir pengamatan. BK08 merupakan isolat terbaik karena persentase rebah kecambahnya paling rendah yaitu sebesar 17%. Suryanto *et al* (2010) melaporkan bahwa persentase rebah kecambah tanaman cabai dengan perlakuan isolat bakteri kitinolitik melalui pencelupan menemukan bahwa BK08 merupakan isolat terbaik karena persentase rebah kecambahnya terendah yaitu sebesar 17,24%; dibanding isolat lainnya yang diuji (Gambar 2).



Gambar 2: Persentase layu fusarium kecambah tomat yang diinokulasi *F. oxysporum* dengan perlakuan bakteri kitinolitik dan kontrol pada hari ke-28 HSS

Penurunan rebah tanaman dengan perlakuan pelapisan benih dengan bakteri kitinolitik-alginat tertinggi terjadi pada isolat BK08 yang memiliki kemampuan menurunkan rebah tanaman sebesar 78%. Isolat BK08 signifikan dibanding keempat isolat lainnya dalam hal kemampuannya mengurangi penyakit layu fusarium pada tanaman tomat (Gambar 3). Suryanto *et al* (2010) melaporkan bahwa penurunan rebah kecambah cabai akibat serangan *Fusarium* dengan perlakuan bakteri kitinolitik melalui pencelupan tertinggi dicapai oleh BK08 yaitu sebesar 77,27%. Kwang *et al* (2008) melaporkan bahwa efek pengendalian penyakit dari pelapisan benih tanaman selada menggunakan rhizobacteria *P. aeruginosa* LY-11 dan alginat mengalami penurunan sebesar 70,4%. Soesanto *et al* (2008) melaporkan bahwa penggabungan antagonis *T. harzianum*, *Gliocladium* sp. dan *P. fluorescens* P60 mampu menekan penyakit layu fusarium hingga 53.98%.



Gambar 3: Persentase pengurangan layu fusarium pada tanaman tomat yang diinokulasi Fusarium dengan perlakuan bakteri kitinolitik pada hari ke-28

Pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering kecambah. Perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter pengamatan (Tabel 2.). Secara umum BK08 mampu menambah tinggi tanaman, menambah jumlah daun, dan menambah berat kering kecambah. Isolat bakteri ini disamping mampu menurunkan serangan layu kecambah juga mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman dengan memproduksi metabolit tertentu, sehingga pertumbuhan tanaman tetap optimal dan mampu menyerap hara lebih baik. Rhizobakteria dilaporkan mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman dengan mensekresikan hormon pertumbuhan seperti IAA (auksin) dan sitokinin (Paul 2007).

Tabel 2:
Pengaruh pemberian isolat bakteri kitinolitik terhadap pertumbuhan vegetatif kecambah terong

Isolat	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Berat kering kecambah (g)
Kontrol (-)	3,25	2,78	0,126
Kontrol (+)	5,75	4,00	0,274
BK07	5,42	3,84	0,204
BK08	6,09	4,49	0,386
BK09	4,53	4,33	0,221
LK08	4,56	4,00	0,289
KR05	4,87	3,89	0,291

DAFTAR PUSTAKA

- Cholil A, Latief A. 1991. Penyakit-penyakit penting tanaman pangan. Pendidikan Program Diploma Satu Pengendalian Hama Terpadu. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya Malang.
- De Cal A, Garcia-Lepe R, Melgarejo P. 2000. Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*: Histological studies of infected and induced tomato stem. *Phytopathology* 90: 260-268.
- Gohel V, Singh A, Vimal M, Ashwini D, Chatpar HS. 2003. Bioprospecting and antifungal potential of chitinolytic microorganism. *African J Biotechnol* 5: 54-70.
- Ilyas S. 2003. Teknologi produksi benih sayuran. Bagian Ilmu dan Teknologi Benih. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Irawati N. 2008. Potensi bakteri kitinolitik lokal dalam pengendalian fungi patogen tumbuhan. Skripsi. Fakultas MIPA. USU. Medan.
- Kwang RH, Kwang YL, Sang HL, Soon JJ, Seon WL, Byung JM. 2008. Control of crisphead lettuce damping-off and bottom rot by seed coating with alginate and *Pseudomonas aeruginosa* LY-11. Mini-Review. *Plant Pathol J* 24(1): 67-73. (online). Tersedia: <http://www.scipub.org/fulltext/ajbb/ajbb1122-26.pdf>. (Diakses tgl 8 Oktober 2010).
- Lubner M G, Meins F. 1999. *Function and regulation of plant β -1,3-glukosida (PR 2)*. in *Pathogenesis related protein in plant*. Eds. Datta SK, Muthukrishnan S. Boca Raton: CRC Press. p. 49-76.
- Machmud M. 2002. *Seleksi dan karakterisasi patogen tanaman*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Bogor.
- Patil RS, Ghormade V, Desphande MV. 2000. Citinolytic enzymes: An exploration. *Enzyme Microbial Technol* 26: 473-483.
- Paul EA. 2007. *Soil microbiology, ecology and biochemistry*. 3rd Edition. London: Elsevier.
- Setiyowati H, Surahman M, Wiyono S. 2007. Pengaruh *seed coating* dengan fungisida benomil dan tepung curcuma terhadap patogen antraknosa terbawa benih dan viabilitas benih cabai besar (*Capsicum annum* L.). *Bul Agron* 35 (3): 176–182. (online). Tersedia: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi/article/download/1328/428>. (Diakses tgl 8 Oktober 2010).

- Sitompul SM, Guritno B. 1995. *Analisis pertumbuhan tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soesanto L, Rokhlani, Prihatiningsih N. 2008. Penekanan beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit layu fusarium gladiol. *Agrivita* 30 (1): (online). Tersedia: <http://e-journal.ub.ac.id/index.php/agrivita/article/viewFile/13/22>. (Diakses tgl 8 Oktober 2010).
- Suryanto D, Patonah S, Munir E. 2010. Control of Fusarium wilt of chili with chitinolytic bacteria. *Hayati Journal of Biosciences* 17(1): 5-8.

PERAN BAKTERI ENDOFIT PENGHASIL IAA (*Indole Acetic Acid*) TERSELEKSI TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)

Yurnaliza, Mustika Wildasari Siregar, dan Nunuk Priyani

Departemen Biologi FMIPA USU Medan
Jl. Bioteknologi No. 1 Kampus USU Medan 20144
E.mail : yurnaliza@usu.ac.id

Abstrak

Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit. Bakteri endofit memberikan keuntungan pada tanaman diantaranya mampu menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA yang berguna untuk tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana peran bakteri endofit yang diisolasi dari akar tanaman padi dalam menghasilkan IAA dalam membantu pertumbuhan tanaman padi. Bakteri endofit diisolasi dari akar tanaman padi yang telah disterilisasi permukaan, dikarakterisasi secara morfologi, biokimia dan kemampuan menghasilkan hormon IAA. Dari dua lokasi pengambilan sampel padi yaitu Medan dan Binjai diperoleh sebanyak 12 isolat bakteri endofit. Secara invitro terseleksi isolat Md 1, Bj 2 dan Bj 3 yang menunjukkan produksi IAA paling tinggi masing-masing pada hari ke 2, 4 dan 6. Introduksi bakteri endofit pada kecambah padi steril setelah 2 minggu menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibanding kontrol. Isolat Md 1 menunjukkan kemampuan yang paling baik dengan tinggi tanaman 25,58 cm; panjang akar 10,48 cm dan berat basah tanaman 0,2 g.

Kata kunci: Bakteri Endofit, IAA, Akar Padi

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi terutama dalam bidang pertanian, menyebabkan penggunaan bahan-bahan kimia seperti pupuk dan pestisida menjadi marak dilakukan untuk meningkatkan hasil pertanian. Namun dibalik itu kesadaran akan dampak yang ditimbulkan menyebabkan berkembangnya penggunaan produk-produk alami yang menjadi alternatif dengan dampak yang kecil seperti penggunaan mikroorganisme yang berperan dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh (hormon) tumbuhan seperti auksin.

Mikroorganisme endofit adalah salah satu dari mikroorganisme yang sekarang mulai dikembangkan peranannya dalam meningkatkan

pertumbuhan tanaman melalui kemampuannya menghasilkan hormon pertumbuhan dan penambatan N_2 dari udara. Kemampuan mikroorganisme endofit dalam menghasilkan hormon tumbuhan seperti (*Indole Acetic Acid*) IAA atau yang lebih dikenal dengan sebutan auksin dapat membantu tanaman untuk tumbuh lebih baik seperti pada beberapa tanaman pangan seperti padi, jagung, gandum dan tebu (James dan Olivares, 1996, Mattos *et al* 2008).

Endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman selama periode tertentu dari siklus hidupnya, membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Dalam satu jaringan tanaman kemungkinan ditemukan beberapa jenis mikroba endofit yang kemungkinan berhubungan simbiosis mutualisme antara mikroba endofit dan inangnya (Strobel and Daisy 2003). Mikroba endofit yang umum ditemukan adalah berupa bakteri dan jamur. Jenis dan kondisi tanaman menyebabkan jenis dan keanekaragaman endofit yang terdapat dalam jaringan tanaman juga bervariasi. (Prasetyoputri & Ines, 2006).

Bakteri endofit penghasil hormon auksin dapat membantu tanaman untuk tumbuh dan berkembang disamping auksin endogen yang dimiliki tanaman. Auksin pada tanaman biasanya terdapat pada jaringan meristem (Spaepen *et al*, 2007). Auksin yang dihasilkan oleh bakteri endofit *Burkholderia kururiensis* pada tanaman padi menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dengan jumlah rambut akar dan akar lateral tanaman meningkat. Pertumbuhan tanaman menjadi cepat dan memberi produk hasil yang tinggi (Mattos *et al* 2008).

Bakteri endofit penghasil IAA pada tanaman padi pada kondisi lingkungan yang berbeda juga bervariasi baik dari jenis ataupun kemampuannya. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peran bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman padi di daerah Medan dan Binjai memproduksi hormon IAA untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman padi.

BAHAN DAN METODE

Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan untuk isolasi bakteri endofit penghasil IAA adalah akar tanaman padi yang diperoleh dari persawahan di daerah Medan dan Binjai. Reagen *Salkowski* dipakai untuk analisis IAA secara colorimetri menggunakan spektrofotometer.

Media Pertumbuhan

Bakteri endofit diisolasi dari akar tanaman padi menggunakan media Nutrient Agar (NA)(Oxoid)) komposisi (g/l) : *Beef Extract*: 30, *Peptone* 50, *Agar* 15, dan ditambah antibiotik ketokonazol (0,3 gram %). Media Luria Bertani Tryptofan (LBT) digunakan produksi IAA.

Komposisi LBT (g/l) : ekstrak khamir 5 g /l, NaCl 5 g/l, Tripton 10 g/l NaCl 0,5 g/l dan 5 mM L-Triptofan, pH medium disesuaikan pada 7.5 dengan penambahan 1 N NaOH sebelum di otoklaf.

Isolasi Bakteri Endofit Endofit

Akar tanaman padi dibersihkan dengan air mengalir selama 20 menit. Sterilisasi permukaan akar dilakukan dengan cara merendam potongan akar dalam larutan alkohol 70% selama 2 menit, larutan hipoklorit 5 % selama 5 menit dan alkohol 70% selama 30 detik kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak dua kali (Radu & Kqueen, 2002). Akar yang telah steril dihaluskan dengan lumpang secara aseptis, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi akuades steril dengan perbandingan 1:10 dan dibuat pengenceran sampai 10^3 . Sebanyak 1 ml disebarkan pada media nutrisi agar steril dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Koloni bakteri yang tumbuh disubkultur ke media yang sama sampai diperoleh biakan murni. Karakterisasi morfologi koloni, pewarnaan gram dan beberapa uji biokimia dilakukan untuk membedakan isolat bakteri satu dengan lainnya.

Kemampuan Bakteri Endofit Memproduksi IAA secara Invitro

Kemampuan bakteri endofit memproduksi IAA secara in vitro, dilakukan dengan cara menumbuhkan bakteri pada media yang mengandung triptofan. Suspensi bakteri sebanyak 3 ml, dengan jumlah sel 10^8 CFU/ml / setara Mc Farland (Bresson dan Borges, 2004). diinokulasikan pada 30 ml media Luria Bertani Triptofan Cair (LBT) cair. Kultur bakteri diinkubasi pada suhu ruang dan digoncang pada kecepatan 150 rpm selama 7 hari. Kadar IAA yang dihasilkan selama kultivasi diukur setiap dua hari sekali. Pengukuran kadar IAA secara kolorimetri dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 530 nm. Cairan kultur disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 25 menit. Filtrat yang diperoleh kemudian dicampur dengan dengan reagen Salkowski (150 ml H₂SO₄ pekat , 250 ml akuades , 7.5 ml of 0.5 M FeCl₃ · 6H₂O (Gordon & Weber, 1951) dengan perbandingan 2: 1. Campuran diinkubasi pada suhu ruang selama 1 jam sebelum diukur absorbansinya. Kadar IAA yang dihasilkan bakteri endofit ditentukan dari hasil plot linear nilai absorbansi IAA standar.

Introduksi Bakteri Endofit Penghasil IAA pada Kecambah Padi

Introduksi bakteri endofit Bj 2, Bj 3 dan Md 1 dilakukan pada kecambah tanaman padi yang steril. Untuk mendapatkan kecambah steril maka biji padi ditumbuhkan dalam media agar steril. Biji padi dibersihkan permukaannya dengan cara dicuci di bawah air mengalir

selama lima menit. Sterilisasi permukaan dilakukan dengan cara merendam biji padi dalam campuran larutan Agrep (fungisida) dengan dua tetes larutan tween 80%, dan dishaker selama 30 menit dengan kecepatan 120 rpm. Biji dicuci kembali dengan akuades steril, kemudian direndam dengan larutan kloroks 10 % dengan dishaker selama 15 menit dan dicuci kembali dengan akuades steril sebanyak tiga kali. Biji tersebut direndam kembali dengan larutan kloroks 5 % dengan dishaker selama 15 menit, kemudian dicuci dengan akuades steril sebanyak tiga kali. Tahapan terakhir, biji direndam di dalam alkohol 70 % selama satu menit dan dibilas dengan akuades steril (Suryowinoto, 1996). Biji padi yang telah steril ditanam ke dalam media agar. Biji tersebut ditumbuhkan selama satu minggu dan diletakkan pada ruangan yang kurang cahaya, kemudian kecambah muda dipindahkan ke dalam wadah steril. Kecambah tersebut direndam ke dalam suspensi biakan yang telah disetarakan kekeruhannya dengan larutan Mc Farland (10^8 sel/ml) selama dua jam. Kecambah yang direndam dengan akuades digunakan sebagai kontrol, masing-masing perlakuan diulang sebanyak enam kali. Setiap kecambah yang telah direndam dalam suspensi biakan ditanam pada media tanah steril di dalam polibag. Kecambah yang tumbuh diamati setelah dua minggu. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, panjang akar dan berat basah kecambah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Padi (*Oryza sativa* L)

Dari dua lokasi pengambilan sampel padi, diisolasi sebanyak 12 isolat bakteri endofit yaitu 7 isolat dari Medan (Md) dan 5 dari Binjai (Bj). Setiap isolat memiliki morfologi koloni, bentuk sel, sifat gram, motilitas dan sifat biokimia yang berbeda. Isolat yang diperoleh menunjukkan bentuk koloni circular, irregular dan filamentus. Tepi yang bervariasi dengan bentuk undulate, lobate, curled dan filamentus. Elevasi koloni didominasi oleh bentuk flat (rata). Koloni bakteri berwarna putih, krem, kuning dan orange. Bakteri endofit yang diperoleh lebih didominasi oleh kelompok gram positif dan hanya dua isolat yang gram negatif. Bentuk bakteri umumnya basil dengan tiga isolat berbentuk kokus. Semua bakteri bersifat motil, katalase bersifat negatif dan sebagian dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon, menghidrolisis gelatin, menghidrolisis pati serta memfermentasi gula (Tabel 1). Karakter morfologi, biokimia dan bentuk sel dari ke 12 isolat bakteri tidak ada yang menunjukkan persamaan. Hal ini berarti isolat yang diperoleh adalah jenis yang berbeda, walaupun untuk mengetahui jenisnya perlu karakterisasi lebih lanjut.

Sifat motilitas bakteri dapat memberi keuntungan pada tanaman ketika bakteri diintroduksi. Penyebaran bakteri di tanaman akan lebih mudah sehingga seluruh bagian tanaman mengandung endofit dengan sifat yang diinginkan. Katalase negatif menunjukkan bahwa bakteri yang diisolasi semuanya bersifat aerob. Hal ini karena kondisi pengisolasian bakteri dilakukan pada media padat sehingga bakteri yang diperoleh didominasi oleh bakteri yang bersifat aerob. Karakterisasi morfologi dan beberapa uji biokimia diatas belum dapat menggambarkan genus atau spesies bakteri yang diisolasi, karena butuh beberapa uji biokimia lanjutan atau identifikasi secara molekuler.

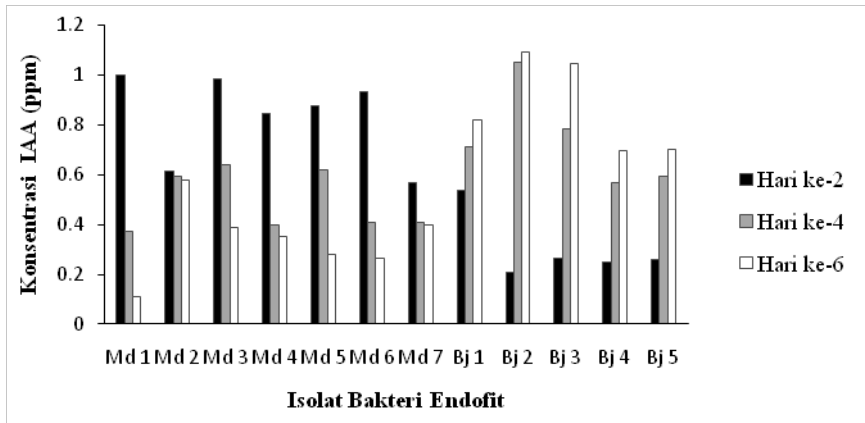
Tabel 1:
Karakteristik Bakteri Endofit

Isolat	Morfologi				Gram	Bentuk sel	Motilitas	Uji Biokimia					
	Bentuk	Tepi	Elevasi	Warna				S	G	P	TSIA	K	
Md 1	Circular	Undulate	Flat	Krem	+	Basil	Pedang	-	-	-	Glukosa	-	
Md 2	Circular	Undulate	Flat	Orange	-	Basil	Berjonjot	+	-	-	Glukosa	-	
Md 3	Circular	Entire	Flat	Krem	+	Basil	Berjonjot	-	-	-	Glukosa	-	
Md 4	Circular	Entire	Flat	Putih	+	Basil	Pedang	+	-	-	-	-	
Md 5	Irregular	Curled	Convex	Krem	+	Basil	Bertonjol	+	-	-	Glukosa	-	
Md 6	Irregular	Undulate	Umbonate	Putih	+	Basil	Pedang	-	-	-	Glukosa	-	
Md 7	Irregular	Lobate	Convex	Krem	+	Basil	Berjonjot	-	-	-	Glukosa	-	
Bj 1	Irregular	Lobate	Raised	Putih	+	Coccus	Pedang	-	+	-	Laktosa Sukrosa	-	
Bj 2	Circular	Entire	Flat	Kuning	-	Coccus	Pedang	+	+	-	Laktosa Sukrosa	-	
Bj 3	Circular	Entire	Flat	Putih	+	Coccus	Pedang	+	+	-	Laktosa Sukrosa	-	
Bj 4	Irregular	Undulate	Flat	Putih	+	Basil	Berjonjot	-	-	+	Laktosa Sukrosa	-	
Bj 5	Filamen	Filamentus	Flat	Putih	+	Basil	pedang	+	-	+	Laktosa Sukrosa	-	

Keterangan: Md = Isolat dari Medan dan Bj = Isolat dari Binjai

Produksi IAA dari Bakteri Endofit Secara In Vitro

Kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi IAA bervariasi berdasarkan jenis isolat dan umur kultur. Konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh bakteri isolat Md, memiliki produksi tertinggi pada umur kultur 2 hari dan menurun setelah 4 dan 6 hari. Tetapi sebaliknya pada isolat Bj, produksi IAA meningkat seiring dengan meningkatnya umur kultur dan kadar IAA tertinggi dihasilkan pada inkubasi hari ke 6 (Gambar 1). Perbedaan ini diduga karena adanya variasi jenis berdasarkan lokasi pengambilan sampel tanaman dan jenis bakteri. Variasi jenis, strain dalam genus yang sama dapat menghasilkan IAA yang bervariasi karena faktor lingkungan, tingkat pertumbuhan, dan ketersediaan substrat seperti asam amino dan sumber N lainnya (Frankenberger and Arshad, 1995).



Gambar 1: Produksi IAA dari beberapa isolat bakteri endofit

Fase pertumbuhan bakteri mempengaruhi produksi IAA. Pada bakteri *Azospirillum brasilense*, IAA diproduksi setelah pertumbuhan mencapai fase stasioner (Tien *et al.*, 1979). Diperkirakan isolat bakteri Md memproduksi IAA dalam waktu yang relatif singkat dibanding dengan isolat bakteri Bj.

Konsentrasi IAA yang dihasilkan ke 12 isolat bakteri sangat kecil jika dibandingkan dengan kemampuan bakteri diazotrof *Azospirillum*, yaitu bakteri diazotrof yang hidup di tanah. Lestari *et al.*, (2007) melaporkan bahwa bakteri *Azospirillum* yang terdapat pada perakaran tanaman padi mampu menghasilkan IAA dengan konsentrasi tertinggi 57,93 $\mu\text{g/ml}$. Bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman padi dan jagung di daerah Jawa Barat ternyata juga menghasilkan IAA dengan konsentrasi yang tidak terlalu besar yaitu paling tinggi 5,7 ppm dan rata-rata sekitar 1 ppm (Susilowati *et al.*, 2003). Tidak diketahui apa yang menyebabkan kemampuan bakteri endofit menghasilkan IAA lebih kecil dibanding dengan bakteri tanah. Barea *et al.* (1976) menyatakan bahwa dari bakteri yang diisolasi dari rhizosfir tanaman dapat ditemukan sebanyak 86% bakteri mampu menghasilkan auksin. Kemampuan bakteri dalam menambat N_2 diduga juga mampu menghasilkan IAA dengan kadar yang lebih tinggi. Hal ini karena jenis-jenis bakteri diazotrof seperti *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* mampu menghasilkan IAA dengan atau tanpa kehadiran precursor TRP. Pemberian triptofan dalam konsentrasi yang berbeda memberi pengaruh terhadap produksi IAA dan berbanding lurus dengan kadar triptofan yang ditambahkan (Patten & Glick, 2001). Triptofan berperan sebagai prekursor IAA, walaupun tanpa IAA bakteri juga punya kemampuan menghasilkan IAA (Bric *et al.*, 1991).

Introduksi Bakteri endofit pada Kecambah Padi (*Oryza sativa L.*)

Hasil introduksi bakteri endofit Bj 2, Bj 3 dan Md 1 menunjukkan adanya perbedaan pada pertumbuhan tanaman setelah waktu 2 minggu penanaman (Gambar 2). Introduksi bakteri Md 1 memberikan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan hasil introduksi dua isolat lainnya dan kontrol. Pengamatan terhadap tinggi tanaman; panjang akar dan berat basah tanaman padi setelah diintroduksi isolat Md1 berturut-turut : 25, 58 cm; 10, 48 cm dan 0,2 g (Tabel 2).

Tabel 2:
Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*)

Isolat	TT (cm)	PA (cm)	BB (g)
Md 1	25,58	10,48	0,2
Bj 2	14,08	7,36	0,13
Bj 3	21,68	8,65	0,15
Kontrol	15,61	5,48	0,1

Keterangan: TT = tinggi tanaman, PA = panjang akar, BB = berat basah

Pada produksi IAA secara invitro, isolat Md1 memproduksi IAA pada waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan IAA dari isolat Bj2 atau Bj3. Hal ini kemungkinan menjadi salah satu faktor penyebab mengapa tanaman yang diintroduksi isolat Md 1 memiliki pertumbuhan yang lebih baik jika dibanding dengan pengujian pada 2 isolat lainnya. Auksin merupakan hormon pertumbuhan yang diperlukan tanaman dalam konsentrasi tertentu yang berperan dalam mendorong terjadinya pembelahan sel di daerah meristematik ujung akar dan ujung batang. Setiap fase pertumbuhan dibutuhkan kadar hormon dengan konsentrasi yang berbeda. Kadar IAA dengan konsentrasi yang tepat dapat merangsang pembelahan sel (Krishnamoorthy, 1981). Semakin tinggi kadar IAA yang digunakan, semakin baik pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman (Sumiasri & Ninik, 2001).



Gambar 2: Tanaman padi setelah diintroduksi dengan bakteri endofit (kiri ke kanan. Kontrol, Md1, Bj2 dan Bj3).

Perbedaan kadar IAA yang dihasilkan secara invitro juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Bakteri *Azospirillum* yang menghasilkan IAA dengan kadar tertinggi juga menunjukkan pengaruh terhadap pertumbuhan kecambah gandum yang lebih baik dibandingkan bakteri yang menghasilkan kadar IAA rendah (Akbari *et al.*, 2007). Penambahan bakteri dan triptofan secara bersamaan ke dalam jaringan tanaman menghasilkan tinggi dan berat tanaman semakin meningkat (Khalid, *et al.*, 1999). IAA yang dihasilkan oleh bakteri tersebut dimanfaatkan oleh tanaman dan akan mengalami proses metabolisme di dalam tubuh tanaman sehingga membantu dalam proses pertumbuhan tinggi, panjang akar dan berat basah tanaman (Spaepen *et al.*, 2007). Lestari *et al* (2007), menyatakan bahwa dengan inokulasi bakteri penghasil IAA dapat berfungsi meningkatkan tinggi dan mendorong pertumbuhan awal tanaman padi. Panjang akar padi juga menunjukkan pengaruh lebih baik dari yang tanpa inokulasi bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, G. A., Arab S.M., Alikhani H.A., Allahdadi. and Arzanesh. M.H. 2007. Isolation and Selection of Indigenous *Azospirillum* spp. and The IAA of Superior Strains Effects on Wheat Roots. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3 (4): 523-529.

- Barea, J. M., Navarro E., and Montoya. E. 1976. Production of plant growth regulators by rhizosphere phosphate-solubilizing bacteria. *J. Appl. Bacteriol.* 40: 129-134
- Bresson, W. and Borges. M.T. 2004. Delivery Methods for Introducing Endophytic Bacteria into Maize. *Biocontrol.* 49: 315-322.
- Bric., J.M, Richard. M.B. and Sara E.S.. 1991. Rapid In Situ Assay for Indole Acetic Acid Production by Bacteria Immobilized on a Nitrocellulose Membrane. *Applied and Environmental Microbiology.* 57 (2): 535-538.
- Frankenberger, W.T., and Arshad. M. 1995. *Phytohormones in soils. Microbial production and function.* Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 503
- Gordon, S.A. & Weber. R.P. 1951. Colimetric Estimation of Indol Acetic Acid. *Plant Physiol.* 26: 192-195.
- James, E.K. & Oliveres. F.L. 1997. Infection and Colonization of Sugar Cane and Other Graminaceous Plants by Endophytic Diazotrophs. *Critical Reviews in Plant Science.* 17: 77-119.
- Khalid, M., Zahir Z.A., Waseem. A. and Arshad. M.1999. *Azotobacter* and L-Tryptophan Application for Improving Wheat Yield. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 2 (3): 739-742
- Krishnamoorthy, N.H, 1981. *Plant Growth Substances.* Tata Mc Graw-hill Publishing Company Limited. New Delhi. Pp. 1-187.
- Lestari, P., Dwi. N.S and Eny. I.R. 2007. Pengaruh Hormon Asam Indol Asetat yang Dihasilkan *Azospirillum* sp. Terhadap Perkembangan Akar Padi. *Jurnal AgroBiogen.* 3(2):66-72.
- Mattos K. A., Pádua V.L.M., Romeiro A., Hallack L. F., Neves B. C., Ulisses T. M.U., Barros C. F., Todeschini A. R., Previato J. O. and Mendonça-Previato L.. 2008. Endophytic Colonization Of Rice (*Oryza Sativa* L.) By The Diazotrophic Bacterium *Burkholderia Kururiensis* And Its Ability. *Ann.Acad. Bras.Cienc.* 80 (3): 477-493
- Patten, C. L. and Glick. B.R. 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indole Acetic Acid in Development of The Host Plant Root System. *Applied and Environmental Microbiology.* 68 (8): 3795-3801.
- Prasetyoputri, A. and Ines. A. 2003. Mikroba Endofit: Sumber Molekul Acuan Baru Yang Berpotensi . *BioTrends.* 1 (2): 13-15.
- Radu, S. and Kqueen. C.Y. 2002. Preliminary Screening of Endophytic Fungi from Medicinal Plants in Malaysia or Antimicrobial and Antitumor Activity. *Malaysian Journal of Medical Science.* 9 (2): 23-33.

- Spaepen, S., V. Jos. and Roseline. R. 2007. *Indole-3-Acetic Acid in Microbial and Microorganism Plant Signaling*. Departement of Microbial and Molecular Systems. Centre of Microbial and Plant Genetics: Belgium
- Strobel, G. A. and Daisy B., 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Review*. 491-502.
- Sumiasri, N. and Ninik. S. 2001. Tanggap Stek Cabang Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Pada Penggunaan Berbagai Dosis Hormon IAA dan IBA. *Jurnal Natur Indonesia*. 3 (2): 121-128
- Suryowinoto, M. 1996. *Pemuliaan Tanaman Secara In Vitro*. Yogyakarta. Kanisius
- Susilowati D.N., Saraswati R., Elsanti, Yuniarti E.. 2003. Isolasi Dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat Pemacu Tumbuh Pada Tanaman Padi dan Jagung. *Prosiding seminar Hasi Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman*. 128- 143.
- Tien T. M., Gaskins M. H. and Hubbell D. H. 1979. Plant Growth Substances Produced By *Azospirillum Brasilense* And Their Effect On The Growth Of Pearl Millet (*Pennisetum Americanum* L.) *Appl Environ Microbiol*. 37(5): 1016-1024.

PEMANFAATAN SENYAWA HUMIK DALAM PRODUKSI SPORA FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA

Delvian

Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian USU
Jl Tri Dharma Ujung No 1 Kampus USU Padang Bulan Medan
e-mail : Delvian@usu.ac.id

Abstrak

Beberapa penelitian melaporkan bahwa pemberian senyawa humik dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan populasi mikroba tanah bermanfaat. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh senyawa humik terhadap pertumbuhan tanaman inang dan produksi spora cendawan mikoriza arbuskula pada media bersalinitas tinggi dalam kultur *trapping*. Kultur *trapping* dipelihara pada berbagai tingkat salinitas sesuai dengan kondisi salinitas tanah di lapangan. Pot-pot kultur dibagi berdasarkan perlakuan masing-masing yaitu 0% senyawa humik (kontrol) dan 2,5% senyawa humik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa humik dapat meningkatkan pertumbuhan inang dan produksi spora mikoriza pada semua tingkat salinitas tanah. *Acaulospora* adalah jenis spora cendawan mikoriza arbuskula yang paling tinggi produksi sporanya diikuti oleh jenis *Glomus* dan *Gigaspora*.

Kata kunci: *Trapping*, cendawan mikoriza arbuskula, senyawa humik, produksi spora

PENDAHULUAN

Banyak cara untuk mendapatkan inokulum cendawan mikoriza arbuskula (CMA), salah satunya adalah penggunaan tanah dan akar langsung dari lapangan yang diketahui mengandung CMA (Menge, 1984; Varma dan Hock, 1998). Akan tetapi kultur yang langsung dari lapangan biasanya mengandung banyak mikroorganisme yang tidak diinginkan. Oleh karena itu dianjurkan untuk memulai produksi inokulum dengan kultur *trapping* dengan tujuan untuk mendapatkan produksi spora yang baik dan dalam jumlah yang cukup.

Sampai saat ini belum ada koleksi inokulum CMA dari ekosistem bersalinitas tinggi. Menurut Juniper dan Abbott (1993) salinitas dapat mempengaruhi semua tahapan perkembangan CMA, mulai dari perkecambahan spora sampai dengan pembentukan spora baru. Disamping itu salinitas juga mempengaruhi perkembangan tanaman

inang yang pada akhirnya juga berpengaruh terhadap produksi spora CMA (Vilarino *et al.*, 1992). Oleh karena itu perlu dicari teknologi yang dapat menekan pengaruh negatif salinitas terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan CMA.

Penggunaan senyawa humik merupakan suatu terobosan baru dalam kultur CMA. Menurut MacCarthy *et al.* (1990) penggunaan senyawa humik tidak saja dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tetapi juga meningkatkan populasi mikroba tanah. Senyawa humik juga dapat menekan pengaruh salinitas dan ion-ion logam yang bersifat toksik. Lebih lanjut Chen dan Aviad (1990) melaporkan bahwa senyawa humik dapat meningkatkan suplai mineral terutama N, P, K dan mikronutrien serta meningkatkan kapasitas tukar kation sehingga dapat menekan ketersediaan garam-garam dalam tanah. Atas dasar hal itu maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh senyawa humik terhadap pertumbuhan tanaman dan produksi spora CMA pada kondisi salinitas tinggi.

CARA KERJA

Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan perlakuan pemberian senyawa humik yang terdiri atas: 0% senyawa humik (kontrol) dan 2,5% senyawa humik. Sampel tanah diambil dari hutan pantai Pulau Pandang, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara pada 10 petak contoh. Untuk pembuatan kultur CMA digunakan batuan zeolit sebagai campuran media tumbuh, *Pueraria javanica* sebagai tanaman inang, senyawa humik (HUMEGA™ 6%) dan aquades. Untuk ekstraksi dan identifikasi spora CMA digunakan bahan berupa larutan glukosa 60%, larutan Melzer's dan larutan PVLG.

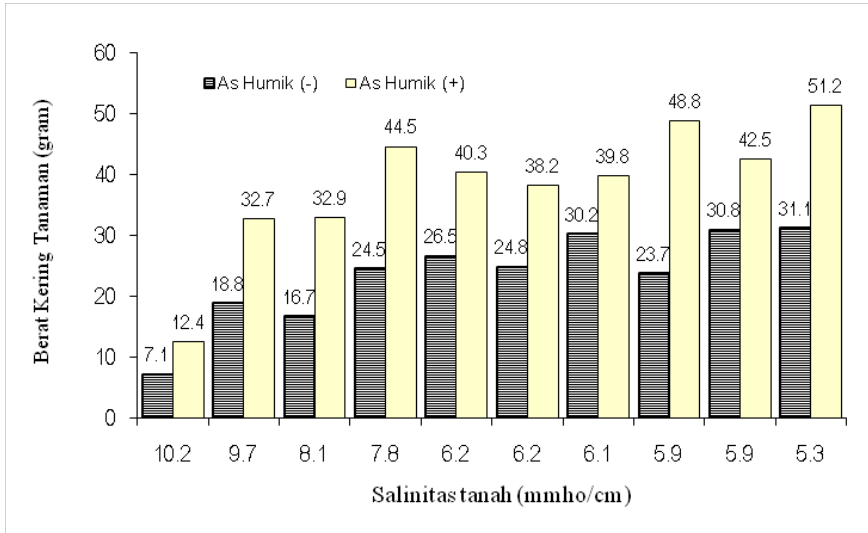
Teknik *trapping* yang digunakan mengikuti metoda Brundrett *et al.* (1994) dengan menggunakan pot kultur terbuka. Media tanam yang digunakan berupa campuran contoh tanah sebanyak ± 50 gram dan batuan zeolit sebanyak ± 150 gram. Perlakuan senyawa humik (HUMEGA™ 6%) diberikan dengan konsentrasi 2,5% sebanyak 20 ml tiap pot. Frekuensi pemberian senyawa humik adalah 3 x 1 minggu selama satu bulan pertama dan 1 x 1 minggu selama 1 bulan kedua.

Pemanenan kultur dilakukan setelah kultur berumur dua bulan. Selain menghitung produksi spora CMA juga dihitung berat kering tanaman inang. Teknik isolasi spora CMA dilakukan dengan metoda penyaringan bertingkat yang dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dan kepadatan spora dihitung setiap 30 gram sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 tampak bahwa pemberian senyawa humik dapat meningkatkan pertumbuhan *P. javanicum* dibandingkan dengan tanpa

pemberian senyawa humik pada semua tingkatan salinitas. Besarnya peningkatan pertumbuhan berkisar antara 75,4% pada tingkat salinitas 10,2 mmho/cm sampai 105,9% pada tingkat salinitas 5,3 mmho/cm.



Gambar 1: Pengaruh senyawa humik terhadap berat kering tanaman *P. javanicum* pada beberapa tingkat salinitas tanah

Terjadinya peningkatan pertumbuhan ini berhubungan dengan pengaruh senyawa humik dalam meningkatkan penyerapan hara, baik hara makro maupun mikro. Lulakis dan Petsas (1995) menegaskan bahwa mekanisme utama dari pengaruh senyawa humik terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman adalah melalui peningkatan penyerapan hara makro dan mikro, baik melalui proses metabolik (aktif) maupun non-metabolik (pasif). Peningkatan serapan hara oleh tanaman ini juga berhubungan dengan perubahan permeabilitas membran sel akar tanaman. Chen dan Schnitzer (1978) menyatakan bahwa senyawa humik dapat meningkatkan permeabilitas membran sel yang pada akhirnya dapat meningkatkan penyerapan hara.

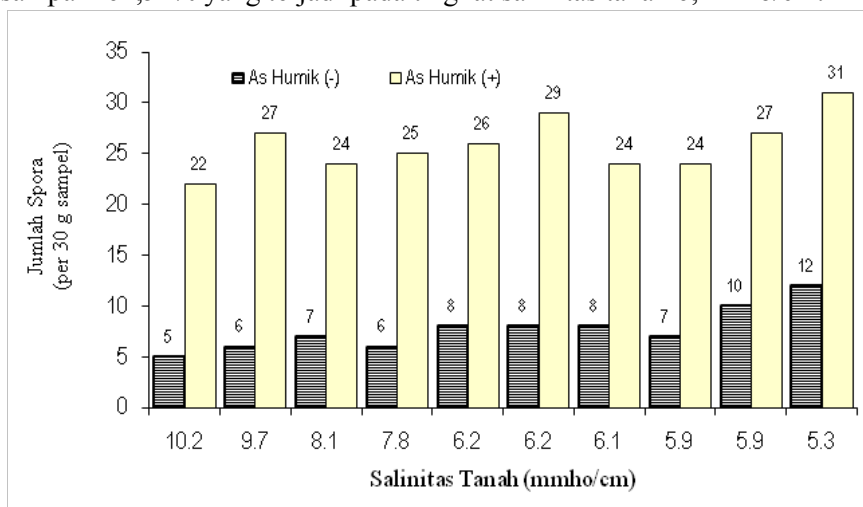
Di samping itu pemberian senyawa humik dapat meningkatkan sintesis protein, aktivitas hormon tumbuh, meningkatkan laju fotosintesis, dan mempengaruhi aktivitas enzim (Chen dan Aviad, 1990; Ayuso *et al.*, 1996). Semua ini akan meningkatkan pertumbuhan tajuk, berat kering tajuk dan akar, jumlah akar-akar lateral serta dapat mempengaruhi inisiasi akar-akar baru.

Pemberian senyawa humik juga dapat mengurangi dampak negatif dari tingginya tingkat salinitas tanah. Dengan kapasitas tukar kation yang tinggi, senyawa humik dapat membentuk suatu kompleks

dengan ion-ion yang bersifat toksik, terutama ion-ion logam, sehingga memberikan suasana rizosfir yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman. MacCarthy *et al.* (1990) menyatakan bahwa adanya senyawa humik dapat menekan penyerapan Na oleh perakaran tanaman. Sedangkan Badura (1965) menyatakan bahwa dengan kapasitas tukar kation yang tinggi senyawa humik dapat mempengaruhi konsentrasi dan ketersediaan garam-garam dalam tanah.

Pada kultur *trapping* tanpa pemberian senyawa humik berat kering tanaman berkisar antara 7,1-31,1 gram per tanaman, sedangkan dengan pemberian senyawa humik berkisar antara 12,4-51,2 gram per tanaman. Rendahnya pertumbuhan *P. javanica* tanpa pemberian senyawa humik disebabkan dua hal, yaitu tanaman mengalami kekurangan hara dan keracunan unsur mikro terutama Cl dan Na yang berasal dari contoh tanah. Pada kultur dengan pemberian senyawa humik yang terjadi justru sebaliknya dimana ketersediaan hara menjadi lebih baik dengan meningkatnya kapasitas tukar kation (MacCarthy *et al.*, 1990) dan penyerapan Na dapat ditekan (Chen dan Aviad, 1990).

Pemberian senyawa humik mampu meningkatkan jumlah spora yang terbentuk (Gambar 2). Besarnya peningkatan produksi spora berkisar antara 156,25% yang terjadi pada tingkat salinitas 9,7 mmho/cm sampai 261,54% yang terjadi pada tingkat salinitas tanah 6,1 mho/cm.



Gambar 2: Total jumlah spora yang dihasilkan sebagai respon terhadap pemberian senyawa humik pada beberapa tingkat salinitas tanah yang berbeda

Pemberian senyawa humik dapat meningkatkan jumlah spora yang terbentuk. Jumlah spora yang terbentuk ini tidak terlepas dari respon pertumbuhan tanaman inang yang lebih baik dengan pemberian

senyawa humik. Pada kondisi yang demikian proses-proses metabolisme tanaman, seperti fotosintesis, akan berlangsung secara maksimal sehingga fotosintat yang dihasilkan menjamin proses pertumbuhan tanaman dan kelangsungan simbiosis antara tanaman dan mikoriza. Dengan terjaminnya suplai karbon dari tanaman bagi perkembangan mikoriza maka sporulasi juga akan berlangsung dengan baik. Sebaliknya perkembangan mikoriza yang baik ini akan menjamin suplai air dan hara bagi pertumbuhan tanaman.

Selain daripada itu pemberian senyawa humik ini dapat mempengaruhi pembentukan akar-akar baru dan meningkatkan permeabilitas membran akar (<http://www.horizonag.com>). Banyaknya akar-akar yang baru dengan permeabilitas membran yang tinggi akan menguntungkan bagi proses kolonisasi akar oleh mikoriza. Seperti diketahui bahwa kolonisasi mikoriza umumnya terjadi pada akar-akar muda (Sieverding, 1991) dan proses kolonisasi akan lebih mudah terjadi pada akar-akar dengan permeabilitas membran yang tinggi (Cooper, 1984).

Dengan demikian jika pada satu sisi kolonisasi sudah terbentuk dengan baik dan pada sisi lain pertumbuhan tanaman juga baik, maka akan terjadi simbiosis yang mutualistik bagi perkembangan tanaman dan mikoriza. Salah satu ukuran perkembangan mikoriza yang lebih baik dengan pemberian senyawa humik ini adalah peningkatan jumlah spora yang terbentuk.

Jika dilihat pengaruh senyawa humik terhadap sporulasi tiap jenis CMA pada Tabel 1 tampak bahwa peningkatan jumlah spora pada semua tingkat salinitas tanah didominasi oleh jenis *Acaulospora* spp. Jumlah spora *Acaulospora* spp. jauh melebihi spora dari jenis *Glomus* spp. dan *Gigaspora* spp.

Respon pertumbuhan dan perkembangan setiap jenis CMA terhadap pemberian senyawa humik ini adalah variatif. Pembentuk spora *Acaulospora* akibat pemberian senyawa humik jauh melebihi peningkatan jumlah spora dari jenis *Glomus* dan *Gigaspora*.

Tabel 1:
Jumlah spora setiap jenis CMA yang dihasilkan sebagai respon terhadap pemberian senyawa humik pada beberapa tingkat salinitas tanah

Salinitas tanah (mmho/cm)	Jumlah spora CMA (per 30 g sampel) akibat pengaruh senyawa humik					
	<i>Glomus</i> spp.		<i>Acaulospora</i> spp.		<i>Gigaspora</i> spp.	
	H0	H1	H0	H1	H0	H1
10,2	3	6	2	15	1	3
9,7	3	6	3	17	3	6
8,1	4	6	3	18	1	1
7,8	3	7	3	17	0	3

Salinitas tanah (mmho/cm)	Jumlah spora CMA (per 30 g sampel) akibat pengaruh senyawa humik					
	<i>Glomus</i> spp.		<i>Acaulospora</i> spp.		<i>Gigaspora</i> spp.	
	H0	H1	H0	H1	H0	H1
6,2	4	8	4	18	0	1
6,2	4	7	3	21	0	2
6,1	3	8	5	18	0	0
5,9	4	7	3	19	0	2
5,9	5	7	5	20	0	3
5,3	6	9	5	22	0	0

Keterangan:

H0 = 0% senyawa humik (kontrol)

H1 = 2,5% senyawa humik

Hal ini sangat menarik karena beberapa studi melaporkan bahwa *Glomus* spp. adalah jenis CMA yang paling banyak ditemukan pada tanah-tanah salin (Allen dan Cunningham, 1983; Pond *et al.*, 1984). Apakah *Acaulospora* lebih respon terhadap pemberian senyawa humik dibandingkan dengan *Glomus*. Tentu saja ini suatu yang memerlukan pengkajian lebih lanjut. Akan tetapi dibandingkan dengan *Gigaspora* jumlah spora *Glomus* masih jauh lebih banyak.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian senyawa humik dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang sehingga jumlah spora yang terbentuk juga meningkat.
2. Tipe spora *Acaulospora* lebih respon terhadap pemberian senyawa humik sehingga menghasilkan pembentukan spora paling tinggi yang diikuti oleh *Glomus* dan *Gigaspora*.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, E.B. dan G.L. Cunningham. 1983. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on *Distichlis spicata* under three salinity levels. *New Phytol.* 93 : 227-236.
- Ayuso, M., T. Hernandez, C. Garcia, dan J.A. Pascual. 1996. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. *Bioresource Technology* 57 : 251-257
- Badura L. 1965. On the mechanism of stimulating influence of Na-Humate upon the process of alcoholic fermentation and multiflication of yeasts. *Acta. Soc. Bot. Pol.* 34 : 287-328.

- Brundrett, M.C., L. Melville dan L. Peterson. 1994. Practical Methods in Mycorrhiza Research. Mycologue Publications. Ontario, Canada. 161 pp.
- Chen, Y. dan M. Schnitzer. 1978. The surface tension of aqueous solutions of soil humic substances. Soil Sci. 125 : 7-15.
- Chen, Y. dan T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth. Di Dalam : maccarthy P, Clapp CE, Malcolm RL, dan Bloom PR (Eds.). Humic substances in soil and crop science: selected readings. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. p. 161-186
- Cooper, K.M. 1984. Physiology of VA mycorrhizal associations. Di Dalam : Powell, C.L. dan D.J. Bagyaraj (Eds.) VA Mycorrhiza. Florida. CRC Press. p. 155-186
- Juniper S dan Abbott LK. 1993. Vesicular-arbuscular mycorrhizas and soil salinity. Mycorrhiza. 4 : 45-57
- Lulakis, M.D. dan S.I. Petsas. 1995. Effect of humic substances from vine-canecan mature compost on tomato seedling growth. Bioresource Technology 54 : 179-182
- MacCarthy, P., C.E. Clapp, R.L. Malcolm, dan P.R. Bloom. 1990. Humic substances in soil and crop science: selected readings. American Society of agronomy, Inc. Soil Science Society of america, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 281 pp.
- Menge, J.A. 1984. Inoculum production. Di Dalam : Powell, C.L. dan D.J. Bagyaraj (Eds.) VA Mycorrhiza. Florida. CRC Press. p. 187-203
- Pond, E.C., J.A. Menge dan W.M. Jarrell. 1984. Improved growth of tomato in silinized soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soils. Mycologia 76 : 74-84
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit, Germany. 371 pp.
- Varma, A. dan B. Hock. Mycorrhiza structure, function, molecular biology and biotechnology. 2nd Edition. Springer. 704 pp
- Vilarino, A., J. Arines dan H. Schuepp. 1992. Propagule production by VA fungi in red clover plants subjected to periodic removal of the aerial parts. . Di Dalam : Read DJ, Lewis DH, Fitter AH, dan Alexander IJ. (Eds.). Mycorrhizas in ecosystems. CAB International. Cambridge. 406 pp.

PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANALISIS SENYAWA KIMIA EKSTRAK ETANOL SERTA FRAKSI DARI KAYU SECANG (*Caesalpinia Sappan* L.)

**Aswita Hafni Lubis, Marline Nainggolan, Kasmirul Ramlan
Sinaga, Suryanto, dan Erly Sitompul**

Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater No. 5 Kampus USU Medan

Email : linegolan@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 80%, fraksi n-heksan, fraksi etilasetat dan fraksi air dari kayu secang (*sappan lignum*) dengan metode *Radical Scavenger* menggunakan DPPH (1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), serta analisis kandungan kimianya secara kromatografi lapis tipis (KLT) dan kromatografi kertas (KKt). Ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol, ekstrak yang diperoleh di *freeze drayer*, selanjutnya difraksinasi secara berturut-turut dengan pelarut n-heksan, etilasetat. Dilakukan pengukuran larutan DPPH dengan spektrofotometer UV-Vis pada kisaran panjang gelombang 400-750 nm. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan fraksi terhadap DPPH sebagai radikal bebas, dilakukan dengan mengukur absorbansi ekstrak dan fraksi pada panjang gelombang yang diperoleh dari larutan DPPH. Kemampuan antioksidan diukur sebagai penurunan serapan DPPH akibat penambahan ekstrak atau fraksi. Pengujian analisis kandungan kimia ekstrak etanol dan fraksi kayu secang dilakukan memakai pereaksi warna, setelah di kromatografi lapis tipis (KLT) menggunakan fase gerak n-heksan-etilasetat (7:3) dan (6:4), fase diam silika gel F 254, serta kromatografi kertas (KKt) fase gerak asam klorida 1%, asam asetat 10%, fase diam kertas whatman No.1. Hasil pengukuran absorbansi DPPH diperoleh panjang gelombang 515,5 nm, hasil pengujian kemampuan antioksidan ekstrak etanol dan fraksi etilasetat kayu secang, memberikan aktivitas antioksidan yang tinggi dengan nilai IC_{50} berturut-turut adalah 17,09 $\mu\text{g/ml}$ dan 17,32 $\mu\text{g/ml}$. Sedang fraksi n-heksan dan fraksi air tidak mempunyai aktivitas antioksidan, hasilnya secara berturut-turut adalah 263,51 $\mu\text{g/ml}$ dan 264,21 $\mu\text{g/ml}$. Hasil uji KLT untuk ekstrak etanol dan fraksi n-heksan dijumpai adanya senyawa triterpenoid/steroid dan pada fraksi etil asetat dijumpai senyawa flavonoid dan tanin.

Kata kunci: Kayu secang, antioksidan, DPPH, KLT dan KKt

PENDAHULUAN

Salah satu tanaman berkhasiat obat yang banyak dimanfaatkan sebagai obat adalah tumbuhan secang (*Caesalpinia sappan* L.), bagian yang digunakan adalah kayunya. Secara tradisional secang termasuk tanaman yang digunakan sebagai jamu, baik sebagai ramuan tunggal maupun ramuan campuran dengan tanaman obat lain. Di Filippina, Indonesia dan India, kayu secang dimanfaatkan sebagai sumber obat. Kayu dan batangnya dapat mengobati tuberkulosis dan diare. Di Sulawesi Selatan serutan kayu secang dibuat minuman seperti teh yang berkhasiat menguatkan lambung (Hanani, 1998). Juga digunakan untuk diare, disentri, batuk darah pada TBC, muntah darah, berak darah, luka berdarah, memar berdarah, luka dalam, sifilis, darah kotor, radang selaput lendir mata, malaria, pengobatan setelah bersalin, tetanus, pembengkakan (tumor), nyeri karena gangguan sirkulasi darah (Yuniarti, 2008). Anti rematik dan antifertilitas (Chairul, dkk, 1995). Kandungan kimia kayu secang adalah senyawa fenol (flavonoid dan tanin), saponin, asam galat, resin, resorsin dan brasilin (Winarti, 1998). Senyawa flavonoid ini banyak digunakan sebagai antioksidan yang kuat (Grotewold, 2006). Aktivitas antioksidan dapat ditentukan dengan metode peredaman radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Radikal bebas sangat berbahaya karena mencuri elektron dari senyawa lain seperti protein, lipid karbohidrat dan sangat mudah menyerang sel-sel yang sehat di dalam tubuh. Akibatnya dapat mengakibatkan kerusakan sel-sel sehingga dapat menyebabkan kanker, penyakit-penyakit degeneratif atau kemerosotan fungsi tubuh. Radikal bebas dapat dihasilkan dari hasil metabolisme tubuh dan faktor eksternal seperti asap rokok, hasil penyinaran ultra violet, zat kimia dalam makanan dan polutan lain (Syamsul, 2006). Zat kimia yang bersifat antioksidan dapat menetralkan atau menghancurkan radikal bebas yang terbentuk dalam tubuh. Selain flavonoid senyawa tanin, beta karoten juga memiliki sifat antioksidan yang dapat menangkap radikal bebas karena bersifat sebagai reduktor sehingga dapat bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas (Hernani dan Monoharjo, 2002).

Adanya kandungan kimia flavonoid, tanin dan beta karoten dari kayu secang diharapkan dapat berkhasiat sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode radical scavenger menggunakan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) secara spektrofotometri yaitu menguji kemampuan antioksidan dari satu senyawa (Anonim, 2001). Pengujian dilakukan terhadap ekstrak etanol, fraksi n-heksan, etilasetat dan fraksi air (sisa) dari kayu secang untuk mengetahui mana yang mempunyai antioksidan paling kuat. Analisis kandungan kimia dari kayu secang dilakukan dengan pereaksi warna, kromatografi lapis tipis (KLT)

dan kromatografi kertas (KKt) dengan fase diam dan fase gerak yang sesuai untuk mengetahui pola kromatogramnya.

CARA KERJA

1. Pembuatan ekstrak etanol kayu secang

Serbuk kayu secang diekstraksi dengan etanol 80% selama 5 hari, pisahkan maserat, ampas dimaserasi kembali sampai diperoleh maserat jernih. Maserat diuapkan dengan bantuan rotavapor tekanan rendah suhu tidak lebih 50°C, ekstrak etanol yang diperoleh di *freeze dryer* pada suhu -40°C selama lebih kurang 24 jam.

2. Pembuatan fraksi n-heksan, etilasetat kayu secang

Ekstrak etanol dilarutkan dengan sedikit etanol kemudian difraksinasi dengan pelarut n-heksan sampai maserat jernih, lapisan bawah (lapisan etanol) difraksinasi kembali dengan pelarut etilasetat. Fraksi n-heksan dan etilasetat yang diperoleh diuapkan dengan bantuan *rotary evaporator*, untuk fraksi air (sisir) diuapkan di atas waterbath kemudian dikeringkan di *freeze dryer* pada suhu -40°C selama lebih kurang 24 jam.

3. Pengujian antioksidan dengan metode DPPH

3.1 Penyiapan larutan percobaan

Dibuat larutan DPPH konsentrasi 0,5 mM (10 mg DPPH dalam 50 ml metanol), kemudian dipipet sebanyak 5 ml, dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml cukupkan dengan metanol. Dibuat larutan percobaan, sebanyak 25 mg ekstrak/fraksi dilarutkan dengan metanol, masukkan ke dalam labu tentukur 25 ml, dicukupkan sampai garis tanda (larutan induk 1000 µg/ml). Larutan induk dipipet masing-masing sebanyak 0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4 ml ke dalam labu tentukur 25 ml untuk mendapatkan konsentrasi larutan uji 4; 8; 12 dan 16 µg/ml. Kemudian ke dalam masing-masing labu ditambahkan 5 ml larutan DPPH 0,5 mM lalu volumenya dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda.

3.2 Pengukuran absorbansi blanko dan larutan uji

Absorbansi DPPH diukur pada panjang gelombang (400-700) dengan spektrofotometer sinar tampak. Larutan uji yang mengandung DPPH diukur pada panjang gelombang yang diperoleh dari absorbansi DPPH, dengan selang waktu 5 menit mulai dari 5-30 menit. Kemampuan antioksidan diukur sebagai penurunan serapan larutan DPPH akibat adanya penambahan sampel. (Cahyana dan Taufik, 2005)

3.3 Perhitungan kemampuan antioksidan

Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan ekstrak/fraksi dihitung sebagai persen inhibisi (% inhibisi)

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A \text{ kontrol} - A \text{ sampel}}{A \text{ kontrol}} \times 100 \%$$

4. Analisis ekstrak dan fraksi

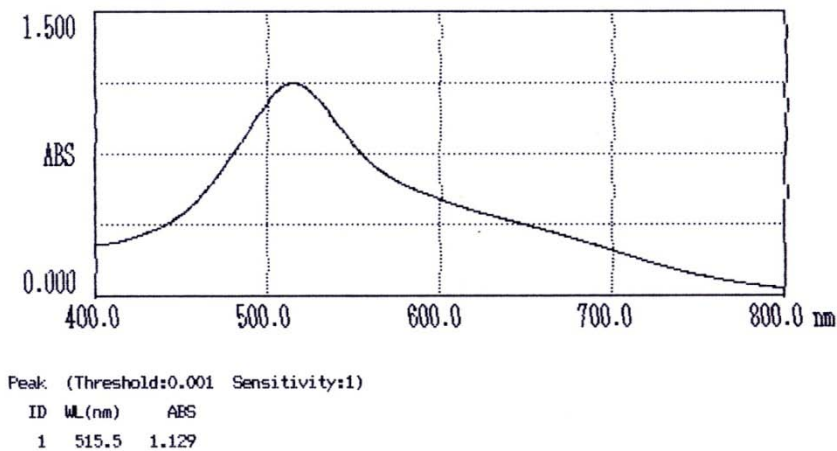
Pengujian triterpenoid/steroid, flavonoid dan tanin dilakukan dengan pereaksi warna menurut Harborne (1987). Pengujian dengan kromatografi lapis tipis (KLT), ekstrak etanol dan fraksi n-heksan di KLT dengan fase gerak n-heksan-etil asetat (7:3 dan 6:4), fase diam plat pra lapis silika gel F254, sebagai penampak noda adalah Lieberman-Burchard (LB). Pengujian dengan KKt, fraksi etilasetat dan fraksi air dipisahkan dengan fase gerak HCl 1% dan asam asetat 10 %, fase diam kertas whatman No.1, sebagai penampak noda adalah larutan FeCl₃ 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi serbuk kayu secang (*Sappan lignum*) (500 g) dilakukan dengan pelarut etanol 80%, kemudian ekstrak etanol difraksinasi dengan pelarut n-heksan dan etilasetat, hasilnya setelah di *freeze dryer*, untuk ekstrak etanol 28,90 g, fraksi n-heksan 5,95 g, fraksi etilasetat 13,20 dan fraksi air 7,60 g. Penggunaan pelarut etanol untuk ekstraksi senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada serbuk kayu secang, diharapkan senyawa-senyawa non polar maupun yang polar terekstraksi sempurna. Pelarut n-heksan untuk menarik senyawa yang bersifat non polar seperti terpenoid/steroid bebas, lemak, klorofil, sedang etilasetat untuk menarik senyawa bersifat polar seperti flavonoid, tanin dan glikosida.

Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Hasil pengukuran absorbansi serapan maksimum larutan DPPH 40 ppm dalam metanol dengan spektrofotometer UV-Vis diperoleh serapan maksimum pada panjang gelombang 515,5 nm, yang berarti DPPH yang digunakan memenuhi persyaratan, karena masih dalam kisaran panjang gelombang sinar tampak (400-750 nm). Pemeriksaan ekstrak etanol dan fraksi kayu secang dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 515,5 nm selama 30 menit. selang waktu 5 menit.



Gambar 1: Kurva Serapan Maksimum Larutan DPPH

Tabel 1:
Absorbansi rata-rata dari ekstrak etanol dan fraksi kayu secang

Ekstrak/ Fraksi	Konsentrasi	Waktu (menit)					
		5	10	15	20	25	30
	Blanko	1.160	1.167	1.183	1.189	1.196	1.206
Etanol	4 µ/ml	1.159	1.145	1.122	1.140	1.141	1.137
	8 µ/ml	1.133	1.113	1.101	1.093	1.084	1.027
	12 µg/ml	0.952	0.914	0.883	0.864	0.847	0.826
	16 µg/ml	0.909	0.875	0.857	0.833	0.816	0.700
n-heksan	4 µg/ml	1.094	1.101	1.116	1.128	1.140	1.152
	8 µg/ml	1.121	1.128	1.129	1.141	1.149	1.166
	12 µg/ml	1.128	1.142	1.148	1.145	1.164	1.177
	16 µg/ml	1.091	1.120	1.128	1.134	1.148	1.149
Etilasetat	4 µg/ml	0.913	0.906	0.909	1.002	1.007	1.058
	8 µg/ml	0.846	0.835	0.823	0.815	0.806	0.805
	12 µg/ml	0.802	0.799	0.792	0.788	0.787	0.784
	16 µg/ml	0.781	0.772	0.756	0.723	0.691	0.688
Air/sisa	4 µg/ml	1.170	1.172	1.174	1.177	1.182	1.187
	8 µg/ml	1.190	1.193	1.200	1.207	1.214	1.219
	12 µg/ml	1.165	1.171	1.173	1.178	1.184	1.189
	16 µg/ml	1.125	1.126	1.131	1.132	1.141	1.156

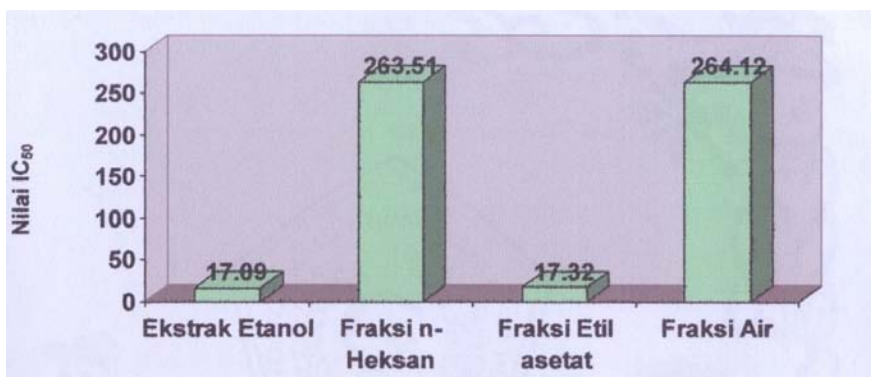
Hasil pengukuran absorbansi rata-rata dari ekstrak dan fraksi (tabel 1), terlihat adanya penurunan absorbansi pada konsentrasi 4, 8, 12, 16 µg/ml dibanding dengan larutan blanko DPPH (tanpa penambahan ekstrak/fraksi). Adanya penurunan absorbansi dari ekstrak etanol dan fraksi etilasetat berarti adanya penangkapan/ peredaman radikal bebas DPPH, yang menunjukkan adanya aktivitas antioksidan. Terjadinya

interaksi DPPH dengan antioksidan akan menetralkan radikal bebas dari DPPH baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen pada DPPH. Sedang pada fraksi n-heksan dan fraksi air terlihat adanya kenaikan absorbansi, yang menunjukkan tidak adanya aktivitas antiosidan pada fraksi tersebut. Kemampuan antioksidan dari ekstrak etanol dan fraksi n-heksan diukur pada menit ke 5 sampai 30, adalah sebagai peredaman warna ungu DPPH. Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan larutan uji dihitung sebagai persen peredaman. Hasil IC_{50} ekstrak dan fraksi kayu secang terlihat pada tabel 2 dan gambar 2.

Tabel 2:
Nilai IC_{50} ekstrak dan fraksi kayu secang

No.	Ekstrak/Fraksi	Nilai IC_{50} (μ /ml)
1.	etanol	17,09
2	n-heksan	263,51
3	etilasetat	17,32
4.	air/sisa	264,21

Nilai IC_{50} menunjukkan kemampuan antioksidan menghambat 50% aktivitas radikal bebas, ini dapat diperoleh berdasarkan persamaan regresi linier dengan memplot konsentrasi ekstrak etanol/fraksi etilasetat dan persen peredaman DPPH.



Gambar 2: Grafik nilai IC_{50} ekstrak dan fraksi kayu secang

Semakin kecil angka IC_{50} semakin bagus, dimana kemampuan antioksidan dikategorikan tinggi jika IC_{50} antara 10-20 μ g/ml, sedang 21-100 μ g/ml, rendah 101-200 μ g/ml dan tidak mempunyai kemampuan antioksidan jika IC_{50} lebih dari 200 μ g/ml (Cahyana dan Taufik, 2005). Diagram di atas menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan fraksi etilasetat kayu secang mempunyai aktivitas antioksidan yang sangat tinggi yaitu

dengan IC_{50} 17,09 μ /ml dan 17,32 μ g/ml, ini dapat disebabkan adanya senyawa favonoid dan tanin yang bersifat antioksidan (Anonim, 2003). Pada fraksi n-heksan dan fraksi air kayu secang tidak mempunyai aktivitas antioksidan, dengan nilai IC_{50} lebih besar dari 200 μ g/ml, yaitu 263,51 μ g/ml untuk fraksi n-heksan dan 264,12 μ g/ml pada fraksi air.

Analisis Kromatografi

Hasil uji ekstrak etanol dan fraksi n-heksan dengan pereaksi warna diperoleh adanya senyawa golongan terpenoid/steroid dengan penambahan pereaksi L-B (Lieberman-Burchad) (warna merah ungu), dan pada fraksi etilasetat dan fraksi air diperoleh senyawa flavonoid dan tanin. Hasil pengujian untuk golongan flavonoid dan tanin dengan penambahan beberapa pereaksi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3:
Hasil Pemeriksaan dengan pereaksi warna) terhadap senyawa flavonoid dan tanin

Ekstrak/Fraksi	Pengujian Kualitatif (Reaksi Warna)				
	Uji Flavonoid				Uji tanin
	NaOH	Mg+HCl	Zn+HCl	H ₂ SO ₄ P	FeCl ₃
Ekstrak etanol	- m	+ kj	+ kj	+ kj	+ bh
Fraksi etilasetat	+ kj	-	+ k	+ kj	+ hj
Fraksi air	+ kj	+kj	-	+ kj	+ h

Keterangan: h=hitam, k=kuning, km= kuning kemerahan, kj=kuning kehijauan, bh=biru hitam, m=merah hijau.

Pada tabel di atas terlihat pada ekstrak etanol, fraksi etilasetat dan fraksi air kayu secang diperoleh adanya senyawa flavonoid dan tanin. Hasil KLT dari ekstrak etanol dan fraksi n-heksan kayu secang diperoleh adanya senyawa triterpen/steroid bebas R_f 0,12 (ungu merah), 0,82 (ungu) dengan fase gerak n-heksan:etilasetat (7:3), dan fase gerak n-heksan:etilasetat (6:4) diperoleh R_f 0,22, 0,37 dan 0,54 (ungu) dengan fase diam plat pra lapis silika gel F254.

Hasil KKt fraksi etilasetat kayu secang dengan fase diam kertas Whatman No. 1, dijumpai adanya senyawa flavonoid dan tanin dengan harga R_f 0,04 (jingga) dan 0,12 (merah jingga) dilihat secara visual, R_f 0,08 (hijau jingga), 0,12 (jingga) dan 0,36 (hijau jingga) dengan ultra violet, dan 0,04 (jingga) dan 0,12 (hijau) dengan FeCl₃ pada fase gerak asam klorida 1 %. Sedang dengan fase gerak asam asetat 10 % diperoleh R_f 0,05 (merah jingga), 0,14 (jingga) dilihat secara visual, R_f 0,12 (hijau jingga), 0,50 (jingga) pada sinar ultra violet, dan R_f 0,05 (jingga), 0,50 (hijau) dengan FeCl₃. Hasil analisis dengan pereaksi warna, KLT dan KKt pada kayu secang diperoleh adanya senyawa flavonoid dan tanin, ini

mendukung bahwa ekstrak etanol dan fraksi etilasetat mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat.

Kemampuan antioksidan ekstrak etanol dan fraksi etilasetat kayu secang (*Sappan lignum*) mempunyai aktivitas yang tinggi dengan nilai IC₅₀ berturut-turut 17,09 µg/ml dan 17,32 µg/ml. Sedang fraksi n-heksan dan fraksi air tidak mempunyai aktivitas antioksidan, hasilnya secara berturut-turut adalah 263,51 µg/ml dan 264,21 µg/ml. Hasil KLT dari ekstrak etanol dan fraksi n-heksan diperoleh adanya senyawa triterpen/steroid yaitu Rf 0,22, 0,37 dan 0,54 (ungu), dengan fase gerak n-heksan-etilasetat (6:4) dan penampak bercak Lieberman Burchard. Hasil KKt dari fraksi etilasetat diperoleh senyawa berwarna biru hijau dengan Rf 0,50 dan warna jingga dengan Rf 0,05.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, *Antioksidan Activity of Five Vegetable Traditionally Consumed by South-Asian Migrants* in Bradford. Yorkshire, UK. <http://www.interrscience.wiley.co.uk/health/chart-shtml>.
- Cahyana A. H dan Taufik, M, 2005 *Isolasi Senyawa Antioksidan dari Kulit Batang Kayu Manis (Cinnamomum burmani) Nes ex Blume*. Prosiding Simposium Nasional Kimia Bahan Alam XV, Departemen Kimia FMIPA IPB Bogor. Hal, 95-100.
- Chairul, Silviani R, Agusta A dan Handako s, 1995, *Uji Antifertilitas Ekstrak kayu Secang Pada Tikus Putih jantan*. Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia IX. Yogyakarta.
- Grotewold, E, 2006, *The Science of Flavonoid*, Spinger Science. USA.
- Hanani, E. 1998. *Tinjauan beberapa senyawa kimia dalam Sappan L.* Warta Tumbuhan obat Indonesia vol. 4 no. 3. Caesalpinia
- Harbone, J.B. 1987, *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Terjemahan K. Padmawinata. Edisi II. Bandung :ITB Press.
- Hernani dan Monoraharjo, 2002, *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Cetakan I Penerbit Penebar Swadaya. H8-10.
- Markham K.R. 1988, *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. ITB. Bandung. hal 15-16.
- Robinson, T (1995). *Kandungan Kimia Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerjah K. Padmawinata. Edisi IV, Bandung ITB Press.
- Srikumalaningsih, 2006, *Antioksidan Alami*. Cetakan 1. Penerbit trubus Agrisarana. Surabaya. Hal 5-18

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

- Syamsul Arief. 2006, *Radikal Bebas*. <http://www.google.com/search>.
- Winarti, C. 1998. Pengaruh cara dan lama ekstraksi terhadap kadar tanin ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L). *Warta Tumbuhan Obat Indonesia*
- Yuniarti. T, 2008, *Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Media Pressindo. Hal. 359.

AKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN ANALISIS KANDUNGAN KIMIA DAUN UNGU (*Graptophyllum pictum* L. Griff.)

Erly Sitompul dan Marline Nainggolan

Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater No. 5 Kampus USU Medan
email : linegolan@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara difusi agar dan analisis kandungan kimia dengan kromatografi lapis tipis. Serbuk simplisia diekstraksi dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol, kemudian ekstrak yang diperoleh diuapkan dengan bantuan *rotary evaporator* dan di *freeze dryer*. Terhadap ekstrak etanol daun ungu dilakukan uji antibakteri secara *in vitro* dengan metode difusi agar, analisis kandungan kimia dilakukan dengan cara skrining fitokimia dan kromatografi lapis tipis (KLT) menggunakan fase diam silika gel F254 dan fase gerak n-heksan-etiasetat (7:3) dan toluol-etilasetat (7:3) dengan penampak noda Lieberman Burchard. fase gerak kloroform-etiasetat (6:4), kloroform-metanol (5:5) dengan penampak noda ferri (III) klorida dan Dragendorff. Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun ungu memberikan efek terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan kadar hambat minimum (KHM) sebesar 100 mg/ml dengan diameter hambat 13,13 mm sedang *Escherichia coli* sebesar 75 mg/ml dengan diameter hambat 12,70 mm. Hasil skrining fitokimia menunjukkan adanya senyawa triterpen/steroid bebas, alkaloid, saponin, tanin dan glikosida. Hasil KLT ekstrak etanol diperoleh 3 senyawa triterpenoid/steroid dan 4 senyawa fenol dan 1 senyawa alkaloid.

Kata kunci: Daun ungu, antibakteri, *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Tumbuhan telah banyak digunakan untuk tujuan pengobatan, yang merupakan salah satu upaya dalam penanggulangan kesehatan. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional adalah daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.), famili Acanthaceae. Tumbuhan

ini merupakan perdu yang biasanya tumbuh liar, dan ditanam sebagai tanaman hias atau tanaman pagar. Daun ungu dapat digunakan sebagai sebagai obat bisul, pencahar, peluruh kencing, pelancar haid, mengurangi bengkak atau peradangan (Hariana, 2004). Golongan senyawa kimia seperti flavonoid, tanin, dapat bersifat antimikroba yang kuat dan dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri antara lain *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Agusta, 2000). *Staphylococcus aureus* termasuk bakteri yang biasanya terdapat pada kulit, selaput lender, bisul, dan luka, sedang *Escherichia coli* adalah bakteri yang biasanya terdapat pada saluran pencernaan, dan dapat menyebabkan infeksi saluran kemih dan diare (Jawetz, 2001)

Berdasarkan hal di atas, maka pada penelitian ingin dilakukan pengujian aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.), terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* untuk mengetahui nilai kadar hambat minimum (KHM) secara *in vitro* dengan metode difusi agar. Analisis kandungan kimia dilakukan dengan cara skrining fitokimia dan cara kromatografi lapisan tipis (KLT) menggunakan fase diam plat pra lapis silika gel F 254 dengan fase gerak n-heksan-etilasetat (7:3), toluol : etilasetat (7:3), kloroform-metanol (4:6, 5:5) dan koroform:etilasetat (8:2), dengan penampak noda Lieberman-Burchat untuk senyawa terpenoid/ steroid, FeCl_3 untuk senyawa flavonoid dan tanin (Harborne, 1987; Bisset, 1994; Wagner, *et al*, 1984)

CARA KERJA

Alat dan Bahan

Autoklaf (Dixons), *freeze dryer* (Modulio), inkubator (Fisher), lemari aseptik (Astec HLF 1200 L), lemari pendingin (Uchida), neraca analitik (Mettler AE 200), oven (Fisher), *Rotary evaporator* (Buchi 461), seperangkat alat KLT. Bahan bahan kima yang digunakan berkualitas pro analisa (E.Merck) kecuali disebutkan lain, yaitu asam asetat anhidrat, asam sulfat, barium klorida, benzen, besi (III) klorida, bismuth (III) nitrat, etanol 96%, eter, etilaseat, feri (III) klorida, n-heksan, kloroform, silika gel F₂₅₄, toluol (Laboratorium Fitokimia Fakultas Farmasi USU), Nutrien agar (NA), *Staphylococcus aureus* ATCC 29737, *Escherichia coli* ATCC 10536 (Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi USU).

Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan adalah daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.) yang masih segar, diambil dari daerah Kecamatan Selayang Medan. Daun ungu dibersihkan dari kotoran, dicuci dengan air sampai bersih, dipotong-potong, ditiriskan, dikeringkan, kemudian diblender sampai menjadi serbuk.

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia serbuk daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.) meliputi pemeriksaan senyawa golongan alkaloida, glikosida, saponin, tanin dan glikosida antraknon (Depkes, 1978). triterpenoid/steroid (Harborne, 1987), flavonoid (Farnsworth, 1996),

Pembuatan Ekstrak Etanol daun Ungu

Serbuk simplisia dimaserasi dengan etanol 80%, dibiarkan pada suhu kamar (28°-32°C) selama 2 hari terlindung dari cahaya dan sering diaduk, kemudian dipisahkan, ampas dimaserasi kembali dengan pelarut etanol 80%, pekerjaan dilakukan dengan cara yang sama sampai diperoleh maserat jernih. Semua maserat digabung menjadi satu kemudian diuapkan dengan bantuan alat *rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak etanol kental dan di *freeze dryer* (-40°C) hingga diperoleh ekstrak kering.

Pembuatan dan Pengenceran Ekstrak (Bahan uji)

Sebanyak 5 g ekstrak etanol daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.) dilarutkan dengan sedikit etanol 96% kemudian dimasukkan ke dalam labu tentukur 10 ml, cukupkan dengan etanol hingga garis tanda (konsentrasi ekstrak 500 mg/ml).

Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol

Persiapan mikroorganisme

Pembuatan suspensi standar McFarland (Power & Peggy, 1988).), apabila kekeruhan hasil suspensi bakteri sama dengan kekeruhan suspensi standar berarti konsentrasi bakteri 10^8 CFU/ml. Kemudian dilakukan pembiakan bakteri dengan melakukan pembuatan stok kultur dan persiapan inokulum dari bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Depkes, 1995).

Pengujian Efek Antimikroba secara *Invitro*

Media agar steril dicairkan hingga suhu $\pm 45^\circ\text{C}$, kemudian suspensi bakteri sebanyak 0,1 ml yang telah diukur kekeruhannya dimasukkan ke dalam cawan petri steril, dikocok dan dibiarkan sampai memadat. Pencadang silinder diletakkan tegak lurus pada media padat tersebut, lalu pada masing-masing petri dimasukkan ekstrak etanol sebanyak 0,1 ml ke dalam pencadang dengan berbagai variasi konsentrasi. Selanjutnya di inkubasi pada suhu $37 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 18-24 jam (Case, 1984). Penentuan daya hambat dilakukan dengan cara mengukur diameter daerah jernih disekeliling pecandang menggunakan jangka sorong.

Analisis Ekstrak Etanol dengan KLT

Analisis ekstrak etanol daun ungu dilakukan analisis dengan KLT menggunakan plat pra lapis silika gel F₂₅₄, fase gerak n-heksan-etilasetat (7:3), toluol : etilasetat (7:3), kloroform-metanol (4:6, 5:5) dan kloroform:etilasetat (8:2), dengan penampak noda Lieberman-Burchat untuk senyawa terpenoid/ steroid, FeCl₃ untuk senyawa flavonoid dan tanin (Harborne, 1987; Bisset, 1994; Wagner, *et al.*, 1984)

Ekstrak etanol sebanyak 10 µl ditotolkan pada plat KLT, dimasukkan dalam bejana kromatografi yang telah jenuh dengan larutan pengembang, kemudian dielusi sampai batas pengembangan. Plat dikeluarkan lalu dikeringkan dan amati di bawah sinar UV, selanjutnya disemprot dengan penampak noda dan dipanaskan di oven pada suhu 110°C selama 10 menit, warna yang timbul diamati dan dihitung harga R_f-nya (Harborne, 1987 dan Wagner, *et al.*, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan pelarut etanol 80% untuk maserasi serbuk daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.) diharapkan kandungan kimianya dapat tersari sempurna baik yang bersifat non polar seperti senyawa terpenoid/steroid bebas maupun yang polar yaitu senyawa flavonoid dan tanin. Hasil skrining fitokimia daun ungu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1:
Hasil skrining Fitokimia daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.)

No	Pemeriksaan	Hasil
1	Triterpenoid/steroid bebas	+
2	Alkaloid	+
3	Glikosida	+
4	Flavonoid	+
5	Saponin	+
6	Tanin	+

Keterangan: + = ada golongan senyawa; - = tidak ada senyawa

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa pada daun ungu dijumpai golongan triterpenoid/ steroid bebas, alkaloid, glikosida, flavonoid, saponin dan tanin. Adanya kandungan senyawa triterpenoid, flavonoid dan tanin menunjukkan bahwa daun ungu mempunyai aktivitas sebagai antimikroba (Robinson, 1995), yaitu dapat melawan beberapa bakteri gram positif dan negatif (Bisset, 1994). Senyawa tanin dan flavonoid mempunyai aktivitas antibakteri untuk melawan *Staphylococcus aureus* (Newall, *et al.*, 1996). Hasil uji antibakteri ekstrak etanol 80% dari daun ungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ternyata memberikan aktivitas antibakteri. Hasilnya terlihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak yang diberikan akan menghasilkan daerah hambat yang semakin besar, hal ini disebabkan semakin banyak zat aktif yang terkandung dalam ekstrak. Ekstrak etanol 80% memberikan daya hambatan (KHM) 100 mg/ml pada *Staphylococcus aureus* sebesar 13,13 mm dan pada bakteri *Escherichia coli* dengan KHM 75 mg/ml sebesar 12,70mm. Adanya aktivitas antibakteri dapat disebabkan adanya gabungan beberapa golongan senyawa kimia (triterpenoid/steroid, tanin, dan flavonoid) yang terdapat pada ekstrak etanol daun ungu yang saling memperkuat. Ini didukung oleh hasil skrining fitokimia dan KLT, diperoleh 3 noda senyawa triterpen/steroid dengan fase gerak n-heksan-etilasetat (7:3) yaitu Rf 0,40 dan 0,31 (merah ungu), 0,12 (biru hijau), dengan toluol:etilasetat (7:3) juga diperoleh 3 noda yaitu Rf 0,65, 0,53 dan 0,15 (merah ungu). Senyawa fenol (tanin dan flavonoid) diperoleh 4 noda, dengan fase gerak kloroform-etilasetat (6:4) yaitu Rf 0,81 (biru hitam); 0,75 dan 0,3 (merah) dan 0,14 (biru) dengan FeCl₃. Untuk senyawa alkaloid dengan penampakan noda Dragendorff diperoleh 1 noda dengan Rf 0,58 (jingga) dengan fase gerak kloroform-metanol-ammonia (85:15:1).

Tabel 2:
Hasil pengujian ekstrak etanol 80% daun ungu terhadap bakteri
Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli

No	Konsentrasi mg/ml	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
1	500	20,50	22,80
2	400	17,46	18,80
3	300	16,40	16,83
4	200	15,30	16,13
5	175	14,30	15,50
6	150	14,36	15,20
7	125	13,53	15,10
8	100	13,13	14,40
9	75	-	12,70
10	50	-	-

Keterangan : * = hasil rata-rata tiga kali pengujian (n=6)
 - = tidak ada hambatan

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. (2000). *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. Bandung, Penerbit ITB press.
- Bisset, N.G, 1994. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals A handbook for practice on a scientific basis*, Medpharm Scientific Publishers, CRC.

- Case, C. (1984). *Labolatory Eksperiment In Microbiology*. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.
- Departemen Kesehatan RI. (1978). *Materia Medika Indonesia*. Jilid II. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. (1995). *Farmakope Indonesia*. Edisi Keempat. Jakarta.
- Farnsworth, N.R. (1996). Biological And Phytochemical Screening of Plants, *Journal of Pharmaseutical Science*. Volume 55. No.3. Chicago : Reheis Chemical Company.
- Harborne, J.B. (1987). Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan, terjemahan K.Padmawinata. Edisi II. Bandung : ITB Press.
- Hariana, A. (2007). *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Edisi ketiga. Jakarta: Penebar swadaya.
- Jawetz., Melrick & Adelberg's. (2001). *Mikrobiologi Kedokteran*. Penerjemah: Mudihardi, E., Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Edisi 1. Surabaya: Salemba Medika.
- Newall, C.A, Anderson, L.A, Phillipson, J.D. 1996. *Herbal Medicines A Guide for Health-care Professionals*. The pharmaceutical Press. London hal, 21.
- Pelczar, M. J. Jr. (1986). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit UI Press.
- Power, D.A. and Peggy. J. M. (1988). *Manual of BBL Product ang Laboratory Prosedure*. 6th edition. Maryland Beexon Dickinson Microbiology Systems.
- Robinson, T. (1995). *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerjemah : K. Padmawinata. Edisi IV. Bandung: ITB Press.
- Wagner, H, Bladt, S, Zgainski, E.M, 1984., *Plant Drug Analisis A Thin Layer chromatography Atlas*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.

PENGUJIAN EKSTRAK ETANOL DAUN DANDANG GENDIS (*Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau) TERHADAP EFEK HIPOGLIKEMIK

Kasmirul Ramlan Sinaga

Fakultas Farmasi USU Jln Almamater No. 5 Kampus USU Medan
Email: mirulsin@yahoo.com

Abstrak

Pengujian ekstrak etanol daun dandang gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau) terhadap efek hipoglikemik (antidiabetes) dilakukan pada mencit menggunakan metode uji toleransi glukosa. Serbuk daun dandang gendis diekstraksi dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 80 %, kemudian ekstrak etanol diuji terhadap mencit. Pengujian kadar glukosa darah terhadap mencit dibagi menjadi 6 kelompok, yaitu kelompok I (kontrol) diberi larutan glukosa 50 % dosis 4 g/kg bb dan CMC 0,5 % dosis 1 % bb; kelompok II s/d V, diberi suspensi ekstrak etanol daun dandang gendis dosis 25, 50, 75 dan 100 mg/kg bb; dan kelompok VI diberi glibenklamid dosis 1 mg/kg bb sebagai pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun dandang gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau) dosis 25, 50, 75 dan 100 mg/kg bb dapat menurunkan kadar glukosa darah. Persentasi akumulasi penurunan kadar glukosa darah mencit menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun dandang gendis dosis 75 dan 100 mg/kg bb tidak jauh berbeda dibandingkan glibenklamid dosis 1 mg/kg bb pada $\alpha = 0.05$.

Kata kunci: Dandang gendis, uji toleransi glukosa, glibenklamid, antidiabetes

PENDAHULUAN

Penelitian tumbuhan obat perlu dilakukan dalam rangka penemuan obat-obat baru yang mempunyai potensi cukup besar untuk dikembangkan dan dimanfaatkan bagi Pembangunan Kesehatan Nasional, khususnya untuk obat-obat diabetes mellitus dengan memanfaatkan tumbuhan yang terdapat di alam Indonesia.

Organisasi kesehatan dunia WHO menyebutkan bahwa penderita penyakit diabetes terdapat 171 juta orang di seluruh dunia, dimana jumlah ini diperkirakan akan naik berlipat ganda pada tahun 2030, terutama di negara-negara berkembang seperti Asia dan Afrika (Anonim,

2006). Menurut survei WHO, Indonesia menempati urutan ke 4 terbesar dalam jumlah penderita diabetes mellitus dengan prevalensi 8,6% dari total penduduk, sedangkan urutan di atasnya India, China dan Amerika Serikat.. Temuan tersebut membuktikan bahwa penyakit diabetes mellitus merupakan masalah kesehatan masyarakat yang sangat serius dan harus ditanggulangi (Anonim, 2005).

Pengobatan diabetes mellitus memerlukan biaya perawatan yang cukup besar, dimana biasanya untuk pengobatan dilakukan dengan pemberian obat-obat oral anti diabetik (OAD) atau dengan suntikan insulin. Di samping itu banyak di antara penderita yang berusaha mengendalikan kadar glukosa darahnya dengan menggunakan bahan alam yang berasal dari tumbuhan untuk menekan biaya pengobatan.

Salah satu tumbuhan yang banyak digunakan sebagai obat diabetes adalah daun dandang gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau), termasuk famili Acanthaceae. Penggunaan tumbuhan ini sebagai antidiabetes hanya berdasarkan turun temurun belum pernah dilakukan penelitian tentang uji khasiatnya. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya adalah skrining fitokimia terhadap daun dandang gendis, diperoleh adanya senyawa kimia golongan alkaloida, triterpenoida/steroida bebas, tanin, saponin, flavonoida dan minyak atsiri. Pada fraksi n-heksana dijumpai paling sedikit 6 senyawa triterpenoida/steroida, fraksi kloroform 3 senyawa alkaloida dan fraksi air dijumpai senyawa flavonoida dan tanin. (Nainggolan., 2004). Hasil isolasi senyawa triterpenoida/steroida dari ekstrak n-heksana daun dandang gendis diperoleh adanya senyawa ergost-5en-3ol, stigmast-7,22-dien-3ol (chondrillasterol) dan stigmast-5en-3 β -ol (Nainggolan, dkk., 2006).

Berdasarkan hal di atas maka perlu dilakukan pengujian terhadap ekstrak etanol daun dandang gendis (*Clinacanthus. nutan* (Burm.f.) Lindau) terhadap mencit untuk membuktikan kebenaran khasiatnya menurunkan kadar glukosa darah (hipoglikemik) secara peroral, menggunakan pembanding glibenklamid dengan metode uji toleransi glukosa oral (*Oral Glukose Test*).

CARA KERJA

Pengolahan Sampel

Sampel yang diteliti adalah daun dandang gendis segar, diambil dari daerah Padang Bulan Kotamadya Medan. Daun dandang gendis segar dicuci dengan air bersih, dikeringkan dengan cara diangin-anginkan, setelah kering daun diblender.

Pembuatan Ekstrak Etanol

Sebanyak 500 g serbuk simplisia dimaserasi dengan pelarut etanol 80 % kemudian maserat dipisahkan, ampas dimaserasi kembali dengan pelarut etanol hingga diperoleh maserat yang jernih. Kemudian maserat digabung dan diuapkan dengan bantuan penguap vakum putar pada temperatur $\pm 40^{\circ}\text{C}$ sampai diperoleh ekstrak kental, selanjutnya dikeringkan dengan *freeze dryer* pada suhu -40°C selama 24 jam..

Pembuatan Suspensi Ekstrak Etanol Daun Dandang Gendis (EGD) 1% (b/v)

Sebanyak 0,5 g CMC ditaburkan ke dalam lumpang yang berisi 10 ml air suling hangat ($\pm 60^{\circ}\text{C}$), ditutup lalu didiamkan selama 15 menit hingga diperoleh masa transparan, kemudian digerus hingga homogen. Ke dalam 1 g ekstrak etanol daun dandang gendis ditambahkan gel CMC sedikit demi sedikit sambil digerus sampai homogen kemudian ditambahkan air suling, diaduk dengan cepat hingga terbentuk suspensi lalu dimasukkan ke dalam labu tentukur 100 ml, dan dicukupkan dengan air suling hingga garis tanda.

Persiapan Hewan Uji

Hewan percobaan yang digunakan adalah mencit jantan yang sehat, berat badan 35-45 gram, sebelum pengujian dilakukan, terlebih dahulu mencit dipelihara dan dirawat sekurang-kurangnya 2 minggu dalam kandang yang baik dan diberi makan dan minum.

Pengujian Efek Farmakologi

Setiap awal percobaan, mencit dipuasakan (tidak makan tetapi tetap minum) selama 17 jam (Anonim, 1993). Kemudian berat badan ditimbang, selanjutnya ditentukan kadar glukosa darah (KGD) dengan cara mengambil darah melalui vena bagian ekor yang ditusuk dengan menggunakan jarum suntik. Darah yang keluar disentuhkan pada *Glucostrip* yang terpasang pada *Glucotest*. Dibiarkan selama 8 detik, alat akan bekerja secara otomatis. Angka yang tampil pada layar alat dicatat sebagai kadar glukosa darah (mg/dl).

Penentuan Efek Ekstrak Etanol Daun Dandang Gendis (EDG) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah

Sebanyak 36 ekor mencit dipuasakan selama 17 jam, kemudian berat badan ditimbang dan diukur kadar glukosa darah puasa, diberi larutan glukosa 50% dosis 4 g/kg bb secara peroral kemudian diukur kadar glukosanya. Mencit dibagi menjadi 6 kelompok, setelah 30 menit

kelompok I (kontrol) diberi CMC 0,5% dosis 1% bb peroral; kelompok II s/d V diberi ekstrak EDG dosis 25, 50, 75 dan 100 mg/kg bb (larutan obat) dan kelompok VI diberi glibenklamid dosis 1 mg/kg bb (pembanding). Kadar glukosa darah mencit diukur pada selang waktu 60, 90, 120, 150 dan 180 menit.,

Data hasil penelitian dianalisis dengan analisis variansi (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% dan untuk melihat perbedaan yang nyata antar perlakuan digunakan uji rata-rata Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serbuk daun dandang gendis dimaserasi dengan pelarut etanol 80%, diharapkan senyawa kimia yang terdapat dalam daun dandang gendis tersari sempurna. Pengukuran kadar glukosa darah (KGD) dilakukan pada selang waktu 30 menit selama 3 jam menggunakan *Glucotest*.

Hasil orientasi larutan glukosa dengan berbagai dosis (1, 2, 3, 4 dan 5 g/kg bb) yang diberikan pada mencit, ternyata larutan glukosa dosis 4 g/kg bb dapat menaikkan kadar glukosa darah mencit sampai menit ke-180, sedangkan dosis 1, 2 dan 3 g/kg bb masing-masing pada menit ke-60, 90 dan menit ke-120 sudah turun sampai pada keadaan normal. Pada dosis 5 g/kg bb menunjukkan kenaikan kadar glukosa darah yang terlalu tinggi dan tidak berapa lama dapat mengakibatkan mencit tersebut mati.

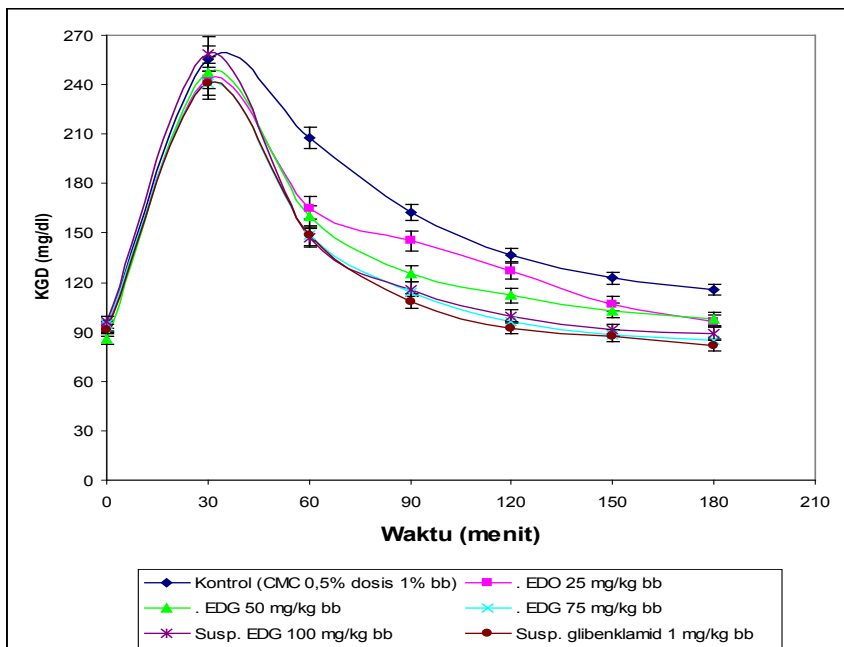
Pengukuran kadar glukosa darah EDG dosis 25, 50, 75 dan 100 mg/kg bb setelah 30 menit pemberian larutan glukosa selama 3 jam, ternyata semua dosis yang diuji dapat menurunkan kadar glukosa darah mencit sampai pada batas normal Hasil pengukuran KGD rata-rata mencit sebelum dan setelah perlakuan terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Hasil analisis variansi terhadap rata-rata KGD puasa diperoleh F Hitung (0,520) < F Tabel (2,53) pada $\alpha = 0,05$, ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan, berarti mencit yang digunakan dalam kondisi fisik yang homogen, yakni kadar glukosa darah normal. Setelah pemberian larutan glukosa 50 % dengan dosis 4 g/kg bb, ternyata setelah 30 menit terlihat adanya peningkatan KGD mencit untuk masing-masing kelompok. Hasil uji statistik KGD mencit setelah 30 menit pemberian larutan glukosa masih tetap dalam kondisi fisik yang homogen yaitu F Hitung (0,359) < F Tabel (2,53) ini menunjukkan mencit dalam keadaan hiperglikemia.

Tabel 1:
Data pengukuran KGD rata-rata mencit sebelum dan setelah perlakuan

No	Perlakuan	KGD Puasa (mg/dl)	KGD 30' setelah pemberian larutan glukosa (mg/dl)	KGD setelah perlakuan (mg/dl)				
				60'	90'	120'	150'	180'
1	Kontrol (CMC 0,5% dosis 1% bb)	93,7	255,8	207,7	162,5	136,8	122,5	115,5
2	EDG 25 mg/kg bb	93,2	243,0	165,3	145,2	127,0	107,0	96,5
3	EDG 50 mg/kg bb	85,7	247,2	160,2	125,5	112,2	103,0	97,7
4	EDG 75 mg/kg bb	94,5	240,8	148,5	113,7	96,5	88,0	85,2
5	Susp. EDG 100 mg/kg bb	95,8	258,7	147,2	115,8	99,3	91,2	89,0
6	Susp. glibenklamid 1 mg/kg bb	91,2	241,2	148,5	108,7	92,5	87,7	81,8

Keterangan: EDG = ekstrak etanol daun dandang gendis (n=6)



Gambar 1: Grafik Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Setelah Perlakuan

Pada gambar 1 di atas terlihat bahwa pemberian EDG dapat menurunkan kadar glukosa darah mencit, dimana dosis 75 dan 100 mg/kg bb dapat memberikan efek penurunan yang mendekati glibenklamid dosis 1

mg/kg bb. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak EDG mungkin bekerja dengan cara merangsang sel beta pankreas dalam menghasilkan insulin untuk menurunkan kadar glukosa darah mencit. Pemberian EDG pada menit ke-60 terjadi penurunan KGD mencit, dimana F hitung (4,470) > F Tabel (2,53) yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Untuk mengetahui perbedaan yang bermakna maka dilakukan uji Duncan, dan terlihat bahwa pemberian EDG dosis 50, 75 mg/kg bb dan glibenklamid tidak berbeda nyata dengan EDG dosis 100 dan 25 mg/kg bb dalam menurunkan kadar glukosa darah mencit, tetapi pemberian EDG dosis 25 mg/kg bb berbeda nyata dengan dosis 100 mg/kg bb.

Tabel 2:
Hasil uji beda rata-rata Duncan penurunan KGD mencit pada menit ke-60 dibandingkan dengan menit ke-30

No	Perlakuan	KGD rata-rata (mg/dl)	Notasi
1	Susp. EDG dosis 100 mg/kg bb	111,5	a
2	Susp. glibenklamid dosis 1 mg/kg bb	92,7	ab
3	Susp. EDG dosis 75 mg/kg bb	92,3	ab
4	Susp. EDG dosis 50 mg/kg bb	87,0	ab
5	Susp. EDG dosis 25 mg/kg bb	77,7	b
6	Kontrol (CMC 0,5% dosis 1% bb)	48,1	c

Keterangan: notasi yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Penurunan kadar glukosa darah mencit pada menit ke-90 dapat dilihat pada tabel 3, dimana diperoleh F Hitung (3,098) > F Tabel (2,53) yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Setelah dilanjutkan dengan uji Duncan, terlihat pengaruh pemberian EDG dosis 50 dan 75 mg/kg bb tidak berbeda nyata dengan glibenklamid dan EDG dosis 100 mg/kg bb dalam menurunkan kadar glukosa darah mencit tetapi pada pemberian EDG dosis 25 dan 100 mg/kg bb terdapat perbedaan yang nyata.

Tabel 3:
Hasil uji beda rata-rata Duncan penurunan KGD mencit pada menit ke-90
dibandingkan dengan menit ke-30

No	Perlakuan	KGD rata-rata (mg/dl)	Notasi
1	Susp. EDG dosis 100 mg/kg bb	142,9	a
2	Susp. glibenklamid dosis 1 mg/kg bb	132,5	ab
3	Susp. EDG dosis 75 mg/kg bb	127,1	abc
4	Susp. EDG dosis 50 mg/kg bb	121,7	abc
5	Susp. EDG dosis 25 mg/kg bb	97,8	bc
6	Kontrol (CMC 0,5% dosis 1% bb)	93,3	c

Keterangan: notasi yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Penurunan kadar glukosa darah mencit pada menit ke-120, diperoleh F Hitung (2,589) > F Tabel (2,53) yang berarti terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Ini dilanjutkan dengan uji Duncan, maka terlihat bahwa pemberian EDG dosis 50, 75 mg/kg bb dan glibenklamid tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam menurunkan kadar glukosa darah mencit tetapi pemberian EDG dosis 25 dan 100 mg/kg bb menunjukkan perbedaan yang nyata. (Tabel 4).

Tabel 4:
Hasil Uji Beda Rata-Rata Duncan Penurunan KGD Mencit pada Menit
ke-120 Dibandingkan dengan Menit ke-30

No	Perlakuan	Rata-rata KGD (mg/dl)	Notasi
1	Susp. EDG dosis 100 mg/kg bb	159,4	a
2	Susp. glibenklamid dosis 1 mg/kg bb	148,7	ab
3	Susp. EDG dosis 75 mg/kg bb	144,3	ab
4	Susp. EDG dosis 50 mg/kg bb	135,0	ab
5	Kontrol (CMC 0,5% dosis 1% bb)	119,0	b
6	Susp. EDG dosis 25 mg/kg bb	116,0	b

Keterangan: notasi yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Pada menit ke-150 dan 180 penurunan kadar glukosa darah tidak memberikan perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Menurut Schteingart (1995), setelah pemberian glukosa, kadar glukosa plasma mula-mula meningkat tetapi kemudian kembali lagi ke kadar basal dalam waktu 2 jam. Demikian juga halnya pada perlakuan dan setelah terjadi hipoglikemia, maka akan terjadi glukogenesis untuk mempertahankan kadar glukosa darah dalam batas normal. Penurunan kadar glukosa darah mencit pada menit ke-150 dapat dilihat pada tabel 5 dengan $F_{\text{Hitung}} (1,254) < F_{\text{Tabel}} (2,53)$ dan pada menit ke-180 $F_{\text{Hitung}} (0,768) < F_{\text{Tabel}} (2,53)$, dapat dilihat pada tabel 6. Perbedaan rata-rata antar perlakuan dibandingkan dengan kontrol (CMC 0,5%) menunjukkan bahwa suspensi glibenklamid dosis 1 mg/kg bb > EDG dosis 75 mg/kg bb > EDG dosis 100 mg/kg bb > EDG dosis 50 mg/kg bb > EDG dosis 25 mg/kg bb. Hasil ini menunjukkan bahwa suspensi EDG dosis 75 mg/kg bb sudah merupakan dosis yang optimal dalam menurunkan kadar glukosa darah mencit dari berbagai variasi dosis yang diberikan.

Tabel 5:

Hasil uji beda rata-rata Duncan Penurunan KGD mencit pada menit ke-150 dibandingkan dengan menit ke-30

No	Perlakuan	Rata-rata KGD (mg/dl)	Notasi
1	Susp. EDG dosis 1 00 mg/kg bb	167,5	a
2	Susp. glibenklamid dosis 1 mg/kg bb	153,5	a
3	Susp. EDG dosis 75 mg/kg bb	152,8	a
4	Susp [^] EDG dosis 50 mg/kg bb	144,2	a
5	Susp. EDG dosis 25 mg/kg bb	136,0	a
6	Kontrol (CMC 0,5% dosis 1% bb)	133,3	a

Keterangan: notasi yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Tabel 6:
Hasil uji beda rata-rata Duncan penurunan KGD mencit pada menit ke-180 dibandingkan dengan menit ke-30

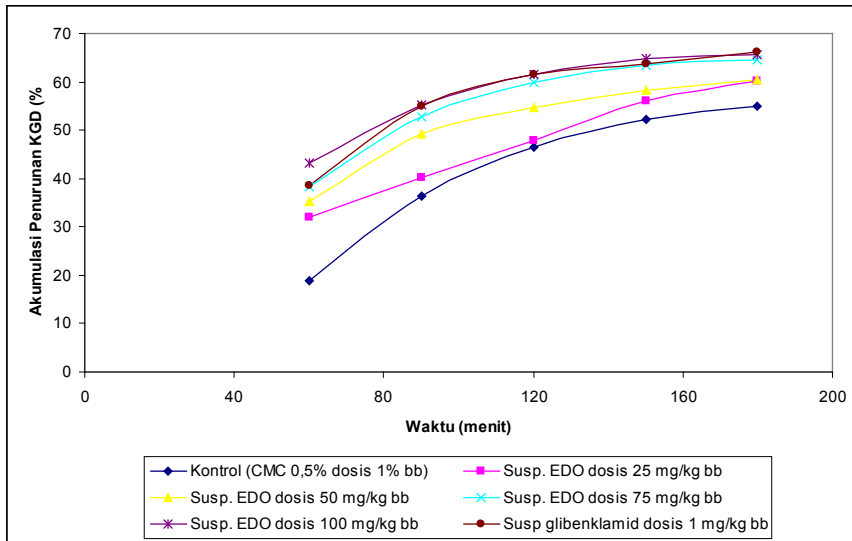
No	Perlakuan	Rata-rata KGD (mg/dl)	Notasi
1	Susp. EDG dosis 100 mg/kg bb	169,7	a
2	Susp. glibenklamid dosis 1 mg/kg bb	159,4	a
3	Susp. EDG dosis 75 mg/kg bb	155,6	a
4	Susp. EDG dosis 50 mg/kg bb	149,5	a
5	Susp. EDG dosis 25 mg/kg bb	146,5	a
6	Kontrol (CMC 0,5% dosis 1% bb)	140,3	a

Keterangan: notasi yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$

Hasil persentase akumulasi penurunan kadar glukosa darah mencit setelah pemberian EDG dosis 75 dan 100 mg/kg bb tidak jauh berbeda dibandingkan dengan glibenklamid dosis 1 mg/kg bb. Hal ini berarti ekstrak etanol daun dandang gendis dosis tersebut cepat menurunkan kadar glukosa darah mencit. Persentase akumulasi penurunan kadar glukosa darah mencit untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar 2.

Tabel 7:
Persentase akumulasi penurunan KGD mencit

No	Perlakuan	Akumulasi Penurunan KGD (%)					Rata-rata (%)
		60'	90'	120'	150'	180'	
1	Kontrol (CMC 0,5% dosis 1% bb)	18,80	36,47	46,52	52,11	54,85	41,750
2	Susp. EDG dosis 25 mg/kg bb	31,98	40,25	47,74	55,97	60,29	47,246
3	Susp. EDG dosis 50 mg/kg bb	35,19	49,23	54,61	58,33	60,48	51,568
4	Susp. EDG dosis 75 mg/kg bb	38,33	52,78	59,93	63,46	64,62	55,824
5	Susp. EDG dosis 100 mg/kg bb	43,10	55,24	61,62	64,75	65,6	58,7675
6	Susp glibenklamid dosis 1 mg/kg bb	38,43	54,93	61,65	63,64	66,09	56,948



Gambar 2: Grafik persentase akumulasi penurunan KGD rata-rata mencit

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1979). *Farmakope Indonesia*, Edisi III. Jakarta: Hal. 902.
- Anonim. (1993). *Penapisan Farmakologi, Pengujian Fitokimia dan Pengujian Klinik*. Yayasan Pengembangan Obat Bahan Alam Phyto Medica. Jakarta. Hal. 17.
- Anonim. (2005). '*Diabetes Mellitus Masalah Kesehatan Masyarakat yang Serins*' <http://www.depkes.go.id/index.php?option=news&itemid=2>.
- Anonim, (2006), *Diabetes Mellitus*, <Http://www.en.wikipedia.org.htm>
- Handoko & Suharto. (1995). Insulin, Glukagon dan Antidiabetik Oral. Dalam: Ganiswara, Editor. *Farmakologi dan Terapi*. Edisi Keempat. Jakarta: Gaya Baru. Hal. 467
- Nainggolan M, (2004), Pemeriksaan Mikroskopis dan Analisis Kandungan Senyawa kimia Daun Thailand (*Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau) Komunokasi Penelitian. **16(5)** : 42-46
- Marline, N, Sinaga, K.R. dan Tanjung, H.R. (2006), Senyawa Triterpenoida/ Steroida dari Ekstrak n-Heksana Daun Dandang Gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm.f.) Lindau), Media Farmasi, **14 (2)** : 107-112
- Schteingart, D. E. (1995). Pankreas: Metabolisme Glukosa dan Diabetes Mellitus. Dalam: Price, Editor. *Patqfisiologi: Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit*. Edisi 4. Jakarta: Penerbit Buku

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Tjay dan Rahardja. (2002). *Obat-obat Penting*. Cetakan II. Edisi kelima. Jakarta: Penerbit PT. Elex Media Komputindo. Hal. 695, 706-708
- Utami. (2003). *Tanaman Obat Untuk Mengatasi Diabetes Mellitus*. Jakarta: Penerbit Agromedia Pustaka. Hal. 5-7,29, 52-53
- Widowati, L. (1997). Tanaman Obat Untuk Diabetes Mellitus. *Cermin Dunia Kedokteran*. Hal. 53-60

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudari Purnama Situmorang SSi, yang telah membantu dan berperan aktif dalam penelitian ini

KANDUNGAN KIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAN FRAKSI DAUN SAGA (*Adenanthera bicolor* Moon.)

Marline Nainggolan

Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara
Email: linegola@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan analisis kandungan kimia dan uji aktivitas antioksidan ekstrak daun saga (*Adenanthera bicolor* Moon.) dengan metode peredaman radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Ekstraksi dilakukan dengan cara meserasi serbuk simplisia dengan pelarut etanol 80% kemudian difraksinasi bertingkat menggunakan pelarut n-heksan dan etilasetat. Masing-masing maserat diuapkan dengan bantuan *rotary evaporator*, kemudian dianalisis menggunakan pereaksi warna, kromatografi lapis tipis (KLT) dan kromatografi kertas (KKt). Aktivitas antioksidan dilakukan dengan peredaman warna radikal bebas DPPH oleh ekstrak dan fraksi untuk meredam 50% aktivitas radikal bebas DPPH (IC₅₀) menggunakan spektrofotometri UV-VIS. Hasil penelitian menunjukkan adanya senyawa flavonoid dan tanin dengan pereaksi warna dan KKt baik pada ekstrak etanol maupun fraksi, Hasil KLT diperoleh senyawa triterpenoid/steroid bebas pada ekstrak etanol dan fraksi n-heksan, Hasil uji aktivitas antioksidan daun saga diperoleh nilai IC₅₀ berturut-turut untuk ekstrak etanol, fraksi n-heksan fraksi etilasetat dan fraksi air adalah 53,83, 77,10, 57,99 dan 54,34 µg/ml. Ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan fraksi-fraksi dari daun saga (*Adenanthera bicolor* Moon.) mempunyai aktivitas antioksidan.

Kata kunci: *Adenanthera bicolor* Moon, Antioksidan, DPPH.

PENDAHULUAN

Senyawa kimia yang bersifat antioksidan merupakan senyawa penting dalam menjaga kesehatan karena berfungsi sebagai penangkap radikal bebas yang terbentuk dalam tubuh. Senyawa yang bersifat antioksidan banyak terdapat dalam sayur mayur, buah-buahan segar dan rempah-rempah seperti vitamin C, vitamin E, betakaroten, likopen dan flavonoid (Kosasih, 2005). Zat bioaktif ini bekerja secara sinergis, meliputi mekanisme enzim detoksifikasi, peningkatan sistim kekebalan, pengurangan agregasi platelet, pengaturan sintesis kolesterol dan

metabolisme hormon, penurunan tekanan darah, antioksidan, antibakteri dan anti virus (Silalahi, 2006). Senyawa flavonoid mempunyai antioksidan yang kuat (Grotewold, 2006)

Kontribusi aktifitas antioksidan komponen fenol lebih besar dibanding vitamin C dan karoten (Ide, 2009). Turunan polifenol sebagai antioksidan dapat menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas. Polifenol ini merupakan komponen yang bertanggungjawab terhadap aktivitas antioksidan dalam buah dan sayuran (Hattenschwiler dan Vitousek, 2000) .

Tumbuhan saga ((*Adenanthera bicolor* Moon.) termasuk pohon, bungunya kuning orange, biasanya ditanam ditepi jalan (Anonim, 1986; Perry, 1980)) , berbuah polong berisi biji-biji yang berwarna merah, mengkilat dan licin. Daunnya berkhasiat untuk mengobati radang mata, amandel, sariawan dan peluruh dahak atau obat batuk (Heyne, 1987). Tumbuhan ini termasuk famili Mimosaceae (Leguminosae), yang umumnya mengandung senyawa flavonoid terutama isoflavon yang salah satu kegunaannya adalah antioksidan (Ardiansyah, 2007; Hermani dan Monoraharjo, 2002).

Aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan DPPH, karena merupakan radikal bebas yang stabil pada suhu kamar, dan banyak digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dari senyawa atau ekstrak bahan alam. Interaksi antioksidan dengan DPPH baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen pada DPPH akan menetralkan radikal bebas dari DPPH dan membentuk DPPH tereduksi. Jika semua elektron pada radikal bebas pada DPPH menjadi berpasangan, maka warna larutan berubah dari ungu menjadi kuning terang dan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm akan hilang. Perubahan ini dapat diukur sesuai dengan jumlah elektron atau atom hidrogen yang ditangkap oleh molekul DPPH akibat adanya zat antioksidan (Gurav, 2007). Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan suatu senyawa atau ekstrak yang dapat dinyatakan dengan persen penghambatan (Brand, *et al*, 1995).

Berdasarkan hal di atas maka pada penelitian ini ingin dilakukan uji aktivitas antioksidan dari daun saga (*Adenanthera bicolor* Moon.) menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Metode ini merupakan metode yang cepat, sederhana dan murah untuk mengukur kapasitas antioksidan yang bertindak sebagai senyawa radikal bebas atau hidrogen donor (Prior, 1998). Analisis senyawa kimia flavonoid, tanin dan triterpenoid/steroid dari ekstrak/fraksi dilakukan dengan pereaksi warna, kromatografi lapis tipis (KLT) dan kromatografi kertas (KKt).

CARA KERJA

1. Pembuatan ekstrak etanol daun saga

Serbuk daun saga diekstraksi dengan etanol 80% selama 5 hari, pisahkan maserat, ampas dimaserasi kembali sampai diperoleh maserat jernih. Maserat diuapkan dengan bantuan rotavapor tekanan rendah suhu tidak lebih 50°C, ekstrak etanol yang diperoleh di *freeze dryer* pada suhu -40°C selama lebih kurang 24 jam.

2. Pembuatan fraksi n-heksan, etilasetat daun saga

Ekstrak etanol daun saga dilarutkan dengan sedikit etanol kemudian difraksinasi dengan pelarut n-heksan sampai maserat jernih, lapisan bawah (lapisan etanol) difraksinasi kembali dengan pelarut etilasetat. Fraksi n-heksan dan etilasetat yang diperoleh diuapkan dengan bantuan rotavapor, untuk fraksi air (sisir) diuapkan di atas waterbath kemudian dikeringkan di *freeze dryer* pada suhu -40°C selama lebih kurang 24 jam.

3. Analisis ekstrak dan fraksi daun saga

Pengujian triterpenoid/steroid, flavonoid dan tanin dilakukan dengan pereaksi warna menurut Harborne, 1987). Pengujian dengan kromatografi lapis tipis (KLT), ekstrak etanol dan fraksi n-heksan di KLT dengan fase gerak n-heksan-etilasetat (6:4 dan 7:3), fase diam plat pra lapis silika gel F254, sebagai penampak noda adalah Lieberman-Burchard (LB). Pengujian dengan KKT, fraksi etilasetat dan fraksi air dipisahkan dengan fase gerak HCl 1% dan asam asetat 10 %, fase diam kertas Whatman No1, sebagai penampak noda adalah larutan FeCl₃ 1%.

4. Pengujian antioksidan dengan metode DPPH

4.1 Penyiapan larutan percobaan

Dibuat larutan DPPH konsentrasi 0,5 mM (10 mg DPPH dalam 50 ml metanol), kemudian dipipet sebanyak 5 ml, dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 ml cukupkan dengan metanol. Dibuat larutan percobaan, sebanyak 25 mg ekstrak/fraksi dilarutkan dengan metanol, masukkan ke dalam labu tentukur 25 ml, dicukupkan sampai garis tanda (larutan induk 1000 µg/ml). Larutan induk dipipet masing-masing sebanyak 0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4 ml ke dalam labu tentukur 25 ml untuk mendapatkan konsentrasi larutan uji 4; 8; 12 dan 16 µg/ml. Kemudian ke dalam masing-masing labu ditambahkan 5 ml larutan DPPH 0,5 mM lalu volumenya dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda.

4.2 Pengukuran absorbansi blanko dan larutan uji

Absorbansi DPPH diukur pada panjang gelombang (400-700) dengan spektrofotometer sinar tampak. Larutan uji yang mengandung DPPH diukur pada panjang gelombang yang diperoleh dari absorbansi DPPH, dengan selang waktu 5 menit mulai dari 5-30 menit. Kemampuan antioksidan diukur sebagai penurunan serapan larutan DPPH akibat adanya penambahan sampel. (Cahyana dan Taufif, 2005).

4.3 Perhitungan kemampuan antioksidan

Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan ekstrak/fraksi dihitung sebagai persen inhibisi (% inhibisi)

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi serbuk daun saga (500 g) dilakukan dengan pelarut etanol 80%, kemudian ekstrak etanol difraksinasi dengan pelarut n-heksan dan etilasetat, hasilnya setelah di *freeze drayer*, untuk ekstrak etanol 30,35 g, fraksi n-heksan 9,80 g, fraksi etilasetat 6,20 g dan fraksi air 13,1 g. Diharapkan senyawa-senyawa yang bersifat non polar dan polar terekstraksi sempurna dengan etanol 80%, pelarut n-heksan dapat menarik senyawa non polar (terpenoid/steroid bebas, lemak, klorofil), sedang etilasetat menarik senyawa bersifat polar (flavonoid, tanin dan glikosida).

Analisis Kromatografi

Hasil analisis ekstrak etanol dan fraksi n-heksandaun saga dengan pereaksi warna diperoleh adanya senyawa golongan terpenoid/steroid dengan penambahan pereaksi L-B (Lieberman-Burchat) (warna merah ungu), dan pada fraksi etilasetat dan fraksi air diperoleh senyawa tanin yang berwarna biru kehitaman sampai hitam dengan FeCl_3 , dan senyawa flavonoid dengan beberapa pereaksi warna memberikan warna kuning, hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1:
Hasil pemeriksaan senyawa flavonoid dan tanin ekstrak/fraksi daun saga dengan pereaksi warna

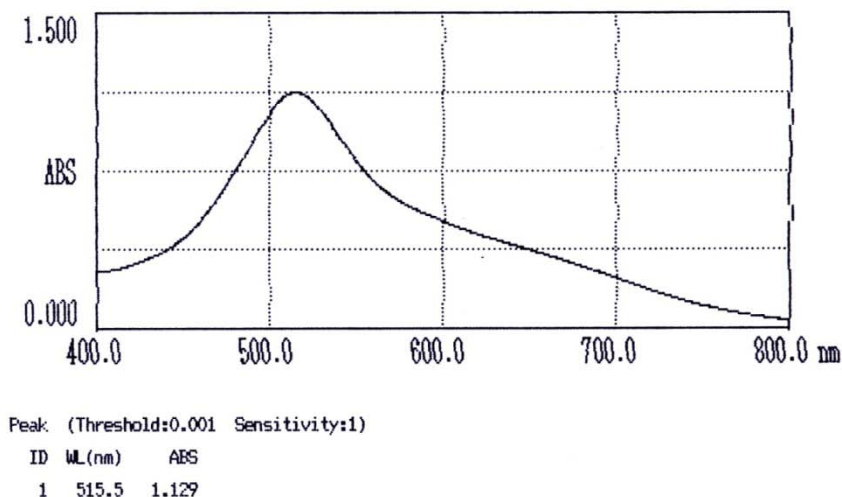
Ekstrak/ Fraksi	Pengujian Kualitatif (Reaksi Warna)				
	Uji Flavonoid				Uji tanin
	NaOH	Mg+HCl	Zn+HCl	H_2SO_4 P	FeCl_3
Ekstrak etanol	+ kt	+ k	+ kh	+ hk	+ h
Fraksi etil asetat	+ k	+ kt	+ k	+ k	+ h
Fraksi air	+ k	- c	- hm	- ct	+ h

Keterangan: h=hitam, hk= hijau kuning, k=kuning, kh= kuning hijau, kt=kuning tua, hm= hijau muda, c= coklat dan ct=coklat tua.

Pada tabel di atas terlihat ekstrak etanol maupun fraksi etilasetat dan fraksi air daun saga diperoleh adanya senyawa flavonoid dan tanin. Hasil KLT dari ekstrak etanol dan fraksi n-heksan daun saga setelah disemprot dengan Lieberman-Burchad (LB) dijumpai adanya senyawa triterpen/steroid bebas dengan R_f 0,38 (ungu) dan 0,68 (hijau biru), dengan fase gerak n-heksan:etilasetat (6:4), dan fase gerak n-heksan:etilasetat (7:3) diperoleh R_f 0,8 dan 0,53 (hijau biru) dan 0,58 (ungu) dengan fase diam plat pra lapis silika gel F254.

Hasil KKt fraksi etilasetat dengan fase diam kertas Whatman No. 1, dijumpai adanya senyawa tanin dengan harga R_f 0,52 (biru hitam) dengan fase gerak asam klorida 1 % dan R_f 0,60 (biru hitam) dengan fase gerak asam asetat 10 % setelah disemprot dengan $FeCl_3$. Hasil analisis dengan pereaksi warna, KLT dan KKt dari daun saga ini diperoleh adanya senyawa flavonoid dan tanin yang akan mendukung ekstrak etanol atau fraksi etilasetat mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat.

Hasil pengukuran absorbansi dari DPPH



Gambar 1. Kurva serapan maksimum larutan DPPH

Hasil pengukuran absorbansi serapan maksimum larutan DPPH 40 ppm dalam metanol dengan spektrofotometer UV_Vis diperoleh serapan maksimum pada panjang gelombang 515,5 nm, berarti DPPH yang digunakan memenuhi persyaratan, masih dalam kisaran panjang gelombang sinar tampak (400-750 nm). Pemeriksaan ekstrak etanol dan fraksi daun saga dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang

gelombang 515,5 nm dilakukan selama 30 menit dengan selang waktu 5 menit, hasilnya terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1:
Absorbansi rata-rata dari ekstrak etanol dan fraksi daun saga

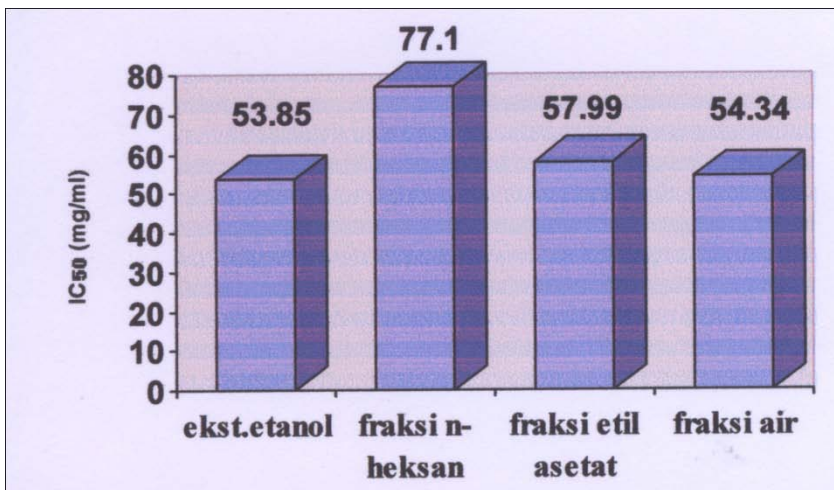
	Konsentrasi	Waktu (menit)					
		5	10	15	20	25	30
	Blanko	1,138	1,1148	1,152	1,160	1,167	1,175
Ekstrak Etanol	4 µ/ml	1,078	1,072	1,068	1,064	1,060	1,057
	8 µ/ml	1,056	1,051	1,047	1,043	1,036	1,030
	12 µg/ml	1,029	1,024	1,019	1,013	1,009	1,002
	16 µg/ml	1,018	1,015	1,012	1,008	1,003	0,999
Fraksi n-heksan	4 µg/ml	1,168	1,172	1,175	1,179	1,182	1,185
	8 µg/ml	1,173	1,177	1,181	1,184	1,187	1,190
	12 µg/ml	1,179	1,183	1,186	1,189	1,192	1,195
	16 µg/ml	1,295	1,298	1,302	1,306	1,310	1,313
Fraksi Etilasetat	4 µg/ml	1,128	1,123	1,117	1,110	1,106	1,100
	8 µg/ml	1,095	1,091	1,087	1,082	1,076	1,069
	12 µg/ml	1,066	1,062	1,058	1,051	1,045	1,037
	16 µg/ml	1,039	1,036	1,030	1,025	1,019	1,010
Fraksi Air/sisa	4 µg/ml	1,132	1,128	1,125	1,121	1,119	1,114
	8 µg/ml	1,105	1,100	1,097	1,092	1,083	1,077
	12 µg/ml	1,076	1,071	1,062	1,054	1,048	1,041
	16 µg/ml	1,030	1,024	1,017	1,011	1,008	0,998

Hasil pengukuran absorbansi rata-rata dari ekstrak dan fraksi daun saga (tabel 1), terlihat adanya penurunan absorbansi pada konsentrasi 4, 8, 12,16 µ/ml dibanding dengan larutan blanko DPPH (tanpa penambahan ekstrak/fraksi). Penurunan absorbansi dari ekstrak etanol/fraksi etilasetat dan fraksi air menunjukkan adanya peredaman radikal bebas DPPH, yang berarti adanya aktivitas antioksidan. Terjadinya interaksi DPPH dengan antioksidan akan menetralkan radikal bebas dari DPPH baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen pada DPPH. Pada ekstrak etanol/fraksi daun saga mempunyai aktivitas antiosidan dengan kemampuan antioksidan sedang, yang diukur pada menit ke 5 sampai 30 sebagai peredaman warna ungu DPPH. Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan larutan uji dihitung sebagai persen peredaman. Hasil IC₅₀ ekstrak dan fraksi daun saga terlihat pada tabel 2 dan gambar 2.

Tabel 2:
Nilai IC₅₀ ekstrak dan fraksi daun saga

No.	Ekstrak/Fraksi	Nilai IC ₅₀ (μ/ml)
1.	etanol	58,83
2	n-heksan	77,10
3	etilasetat	57,99
4.	air/sisa	54,34

Nilai IC₅₀ menunjukkan kemampuan antioksidan menghambat 50% aktivitas radikal bebas, ini dapat diperoleh berdasarkan persamaan regresi linier dengan memplot konsentrasi ekstrak etanol/fraksi etilasetat dan persen peredaman DPPH.



Gambar 2: Grafik nilai IC₅₀ ekstrak dan fraksi daun saga

Semakin kecil angka IC₅₀ hasilnya semakin baik dimana kemampuan antioksidan dikategorikan tinggi jika IC₅₀ (10-20 μg/ml), sedang (21-100 μg/ml), rendah (101-200 μg/ml) dan tidak mempunyai kemampuan antioksidan jika IC₅₀ lebih dari 200 μg/ml (Cahyana dan Taufik, 2005). Diagram di atas menunjukkan bahwa masing-masing ekstrak atau fraksi daun saga mempunyai aktivitas antioksidan yang sedang dengan nilai IC₅₀ berturut-turut 53,85 μg/ml (ekstrak etanol), 77,10 μg/ml (fraksi n-heksan), 57,99 μg/ml (fraksi etilasetat) dan 54,34 μg/ml (fraksi air), namun ekstrak etanol mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih kecil dibanding fraksi lainnya, ini disebabkan pada ekstrak etanol dijumpai ketiga senyawa tersebut (triterpenoid/steroid, favonoid dan tanin) yang mempunyai sifat antioksidan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, 2007. *Antioksidan dan Peranannya Bagi Kesehatan*.Online, [http://www.beritaipetek.Com/zberita-beritaipetek-2007-01-23-Antioksidan dan Peranannya Bagi-Kesehatan-shtml](http://www.beritaipetek.Com/zberita-beritaipetek-2007-01-23-Antioksidan-dan-Peranannya-Bagi-Kesehatan-shtml).
- Anonim, 1986, *Medicinal Herb Index In Indonesia*, Indek Tumbuh-tumbuhan Obat di Indonesia. P.T. Eisai Indonesia, pp 150.
- Anonim, 2001, *Antioksidan Activity of Five Vegetable Traditionally Consumed by South-Asian Migrants in Bradford*. Yorkshire, UK. <http://www.interrscience.wiley.co.uk/health/chart-shtml>.
- Brand, W., Cuvelier, M.E., dan Berset, 1995. *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioksidant Activity*. Lebensmittel-wissenschaft und Technologie, pp 28,25-30.
- Cahyana A. H dan Taufik, M, 2005 *Isolasi Senyawa Antioksidan dari Kulit Batang Kayu Manis (Cinnamomum burmani)* Nes ex Blume). Proseding Simposium Nasional Kimia Bahan Alam XV, Departemen Kimia FMIPA IPB Bogor, pp 95-100.
- Grotewold, E, 2006, *The Science of Flavonoid*, Springer Science. USA.
- Harbone, J.B. 1987, *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Terjemahan K. Padmawinata. Edisi II. Bandung :ITB Press.
- Hattenschwiller, S, dan Vitousek, P. M. 2000). *The role of polyphenols interrestrial ecosystem nutrient cycling*, Review PII: S0169-5347 (00) 01861-9 Tree.Vol. 15.
- Hernani dan Monoraharjo, 2002, *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*.Cetakan1 Penertbit Penebar Swadaya, pp 8-10.
- Heyne, K, 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia II*. Cetakan 1. Departemen Kehutanan.Jakarta.
- Ide, P, 2009, *Health Secret of Dragon Fruit, Menguak Keajaiban si Kaktus Eksotis dalam Penyembuhan Penyakit*. Jakarta; Penerbit PT Elex Media Komputindo, pp 63.
- Kosasih, E. N, dkk, 2004 *Peranan antioksidan Pada Lanjut Usia*. Jakarta Pusat Kajian Nasional Masalah Lanjut Usia, pp 51, 64, 66.
- Markham K.R. 1988, *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. ITB. Bandung pp 15-16.
- Robinson, T (1995). *Kandungan Kimia Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerjah K. Padmawinata. Edisi IV, Bandung ITB Press.

- Silalahi, J, 2006, *Makanan Fungsional*, Yogyakarta: Kanasius, pp 41-49, 54-55.
- Srikumalaningsih, 2006, *Antioksidan Alami*. Cetakan 1. Penerbit Trubus Agrisarana. Surabaya, pp 5-18.
- Anonim, 2001, *Antioksidan Activity of Five Vegetable Traditionally Consumed by South-Asian Migrants in Bradford*. Yorkshire, UK. <http://www.interrscience.wiley.co.uk/health/chart-shtml>.
- Cahyana A. H dan Taufik, M, 2005 *Isolasi Senyawa Antioksidan dari Kulit Batang Kayu Manis (Cinnamomum burmani)* Nes ex Blume). Prosiding Simposium Nasional Kimia Bahan Alam XV, Departemen Kimia FMIPA IPB Bogor, pp 95-100.
- Chairul, Silviani R, Agusta A dan Handako s, 1995, *Uji Antifertilitas Ekstrak kayu Secang Pada Tikus Putih jantan*. Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia IX. Yogyakarta.
- Grotewold, E, 2006, *The Science of Flavonoid*, Spinger Science. USA.
- Hanani, E. 1998. *Tinjauan beberapa senyawa kimia dalam Sappan L*. Warta Tumbuhan obat Indonesia vol. 4 no. 3. Caesalpinia
- Harbone, J.B. 1987, *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Terjemahan K. Padmawinata. Edisi II. Bandung :ITB Press.
- Hernani dan Monoraharjo, 2002, *Tanaman Berkhasiat Antioksidan*. Cetakan 1 Penerbit Penebar Swadaya, pp 8-10.
- Robinson, T (1995). *Kandungan Kimia Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerjah K. Padmawinata. Edisi IV, Bandung ITB Press.
- Syamsul Arief. 2006, *Radikal Bebas*. <http://www.google.com/search.2006>.
- Winarti, C. 1998. Pengaruh cara dan lama ekstraksi terhadap kadar tanin ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L). Warta Tumbuhan Obat Indonesia.
- Yuniarti. T, 2008, *Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Media Pressindo, pp 359.

DETEKSI *MYCOBACTERIUM LEPRAE* DARI SUMBER AIR PENDUDUK DENGAN TEKNIK *POLYMERASE CHAIN REACTION*

Mudatsir

Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala
Darussalam Banda Aceh. Email: mudatsir_idris@yahoo.com

Abstrak

Penyakit kusta atau lepra atau Morbus Hansen adalah penyakit kronik yang disebabkan oleh *Mycobacterium leprae* yang menyerang saraf tepi, selanjutnya dapat menyerang kulit, mukosa mulut dan saluran nafas atas, dan organ-organ lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat positivitas air sumur penduduk penderita kusta dan bukan penderita kusta serta untuk mengetahui perbedaan antara keduanya. Pemeriksaan dilakukan dengan teknik *Polymerase Chain Reaction* menggunakan primer TTC yang mengamplifikasi region TTC. Hasil penelitian terhadap 91 sumur penduduk menunjukkan 15 sumur penderita kusta (26,79%) dan 9 sumur bukan penderita (25,71%), ditemukan *Mycobacterium leprae*. Secara statistik tidak ada perbedaan positivitas *Mycobacterium leprae* dari sumur penderita kusta dengan sumur bukan penderita kusta ($p=1,000$).

Kata kunci: *Mycobacterium leprae*, *Polymerase Chain Reaction*, *TTC repeat*, sumur

PENDAHULUAN

Penyakit kusta adalah penyakit yang setara peradaban manusia yang disebabkan oleh *Mycobacterium leprae*. Penyakit kusta ini merupakan masalah kesehatan di beberapa negara endemik, karena dapat menyebabkan kecacatan. Badan kesehatan dunia (*World Health Organization/WHO*) mencanangkan program eliminasi kusta di seluruh dunia tahun 1990, dimana setiap negara harus menurunkan prevalensi kusta di bawah 1/10.000 penduduk pada tahun 2000. WHO memperkirakan prevalensi kusta di dunia kini sudah menurun dari tahun 1980-an 10-12 juta penderita, dengan kasus terbanyak dilaporkan di Afrika dan Asia, terutama India (Estrada, 2001). Dari semua kasus di dunia 82% terdapat di 5 negara, yaitu Brazil, India, Indonesia, Congo dan Bangladesh (WHO, 2005). WHO mengharapkan tercapai target eliminasi kusta akhir tahun 2000, sedangkan 10 negara dengan kasus terbanyak

kusta diharapkan mencapai eliminasi kusta tidak lebih dari tahun 2005 (Day, 2001). Jumlah penderita kusta di Indonesia menempati urutan ketiga setelah India, dan Brazil. Menurut WHO (2005) sampai akhir tahun 2004 jumlah penderita baru di seluruh dunia berjumlah 407.791 dan diperkirakan 5-10% dari penderita akan mengalami kecacatan. Kecacatan ini akan menurunkan kualitas sumber daya manusia.

Menurut Depkes (2001) beberapa propinsi di Indonesia masih merupakan daerah endemik penyakit kusta yang terutama menyebar di Kawasan Indonesia Timur. Propinsi Jawa Timur sendiri menempati urutan ke 8 setelah Irian Jaya, Maluku, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Aceh, Kalimantan Tengah dan Sulawesi Utara sebagai daerah endemik kusta. Program eliminasi kusta tahun 2000 tersebut memang bisa dicapai oleh beberapa negara, namun Indonesia baru bisa mencapai program eliminasi kusta pada tahun 2003. Namun demikian masih, masih ada 12 propinsi dan 112 kabupaten/kota di Indonesia yang angka prevalensinya di atas target eliminasi (Harnani, 2005).

Pada pertengahan tahun 2004 di Propinsi Jawa Timur prevalensi kusta 1,52 per 10.000 penduduk yang menyebar pada 38 kabupaten/kota dengan jumlah penderita terdaftar sebanyak 4298 penderita. Dari seluruh kabupaten/kota tersebut Kabupaten Sampang menduduki urutan pertama prevalensi kusta yaitu 6,41, kemudian diikuti Sumenep 6,29, Pamekasan 4,01, Lamongan 3,94 dan Tuban 3,54 per 10.000 penduduk (Dinkes Jatim, 2005).

Telah diketahui bahwa sumber penularan basil kusta adalah penderita kusta tipe MB yang belum diobati. Selain ini juga diketahui bahwa *M. leprae* bersifat obligat intraseluler (hanya bisa hidup di dalam sel lain). Dengan demikian pengobatan anti kusta menggunakan regimen MDT yang berkhasiat bakterisidal terhadap *M. leprae* akan memutuskan rantai penularan. Fakta menunjukkan selama dekade terakhir pemberantasan kusta di Indonesia telah menurunkan prevalensi kusta, namun insidens kusta baru tetap bertahan. Dengan demikian patut diduga kembali apakah kasus-kasus baru kusta tersebut akibat penularan dari penderita kusta baru yang belum diobati ataukah ada sumber lain *M. leprae* di luar manusia (*non human reservoir*).

Dari berbagai penelitian epidemiologi, kini timbul kecurigaan bahwa banyak individu yang terinfeksi basil kusta tanpa adanya sumber penularan yang jelas atau tidak ditemukannya penderita kusta yang menjadi sumber penularan (Agusni, 2003). Di Amerika telah ditemukan hewan Armadillo liar yang mengidap kusta dan mengandung *M. leprae* dalam tubuhnya. Basil kusta juga telah ditemukan pada berbagai hewan seperti monyet dan tikus (Blake *et al.*, 1987; Mayer *et al.*, 1992). Dari penelitian Chakrabarty *et al.*, (2001) dilaporkan bahwa *M. leprae* dari percikan ludah penderita bisa bertahan hidup di tanah sampai 40 hari.

Dengan demikian cukup beralasan untuk mencurigai faktor lingkungan hidup di daerah endemik kusta sebagai sumber penularan (*non-human reservoir*).

Untuk mendeteksi adanya *Mycobacteria* di lingkungan sekitar ada bermacam-macam cara yang bisa digunakan antara lain dengan kultivasi kuman pada media buatan, namun untuk *M. leprae* hingga saat ini belum dapat dilakukan. Kesulitan penelitian menggunakan *M. leprae* adalah basil kusta tersebut belum dapat dibiakkan pada media biasa hingga saat ini. Namun pembiakan *in-vivo* telah dapat dilakukan pada telapak kaki mencit dan hewan armadillo. Namun demikian, sejak tahun 1990-an kemajuan dibidang biologi molekuler untuk mendeteksi berbagai jenis mikroba baik dari penderita maupun dari lingkungan sekitar berkembang cukup pesat. Metode yang telah dikembangkan antara lain ekstraksi DNA dan RNA untuk penelitian molekuler mikroba yang berasal dari lingkungan (Rudi *et al.*, 2001; Tsai *et al.*, 2001). Menurut Rochelle (2001) dan Hugenholtz *et al* (2001) salah satu metode yang berkembang sangat pesat untuk penelitian molekuler mikroba yang terdapat di lingkungan adalah dengan teknik Reaksi Rantai Polimerasi /RRP atau *Polymerase Chain Reaction* /PCR. Teknik biologi molekuler ini pada dekade terakhir telah banyak juga digunakan untuk mendeteksi adanya *M. leprae* dari sampel klinik ataupun *M. leprae* dari lingkungan. Berdasarkan latar belakang diatas peneliti ingin mengetahui tingkat positivitas air sumur penduduk penderita kusta dan bukan penderita kusta serta untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan tingkat positivitas antara keduanya.

CARA KERJA

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik yang dilakukan secara potong lintang (*cross sectional*) di daerah endemik kusta Kecamatan Talango Kabupaten Sumenep, Jawa Timur.

Bahan dan Instrumen Penelitian

Bahan penelitian yang diperiksa adalah air penduduk. Bahan untuk PCR menggunakan primer nested TTC (Takara Shuzo Co Ltd) yang digunakan oleh Shin dkk (2000) dengan urutan oligonukleotida: TTC A 5' –GGA CCT AAA CCA TTC CGT TT 3', TTC B 5' –CTA CAG GGG GAT TAG CTC 3', TTC-F3 5'- CCT ATA ATA TAG CAC GCC GA 3' dan TTC-R3 5'- TGG GCT CAT ACG ACG TAT C 3'. Komponen lainnya FailSafe PCR enzim mix (taq), 2 x premix G, DNA *template* dan *distilled water*. Sedangkan bahan untuk elektroforesis terdiri dari agarose powder HS 3%, TBE 0,9 (Takara Shuzo LTD, Japan),

ethidium bromide 1 µg/ml, *loading buffer* yang berisikan glyserol 30%, EDTA 300 mM, *bromphenol blue* 0,03% dan *xylene cyanol* 0,03% dan Marker ΦX 174-Hinc II digest.

Instrumen penelitian yang digunakan antara lain arung tangan, yabung Eppendorf tube steril 200 ul, 500 ul, 1500 ul, pipet mikro ukuran 0,5-10 ul, 2-20 ul, 20-200, 200-1000 ul (Eppendorf), *tip disposable* untuk mikro pipet ukuran 05-10 ul, 2-20 ul, 5-100, 5-200, 200-1000 ul (Eppendorf), plastik parafilm (Emerican Nasional Can), filter millipore ukuran 0,22 ul dan 0,45 ul (Millipore corporation), tabung setrifuge steril (Sartedt Asist Trading Co., ltd), Vorteks (As One), spinner (Swing Man), mini wave (Iuchi), sentrifuge 4000 rpm (Kubota 2010), setrifuge 5417 R s/d 13.000 rpm (Eppendorf), mesin PCR (Bio Rad), autoklaf dan *cool box*

Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel air dilakukan di Kecamatan Talango Kabupaten Sumenep, Jawa Timur dan pemeriksaan PCR dilakukan di laboratorium *Leprosy Study Group, Tropical Disease Center* (TDC) UNAIR Surabaya. Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret 2005 sampai dengan Januari 2006.

Cara Pengambilan Sampel Air

Air yang akan diambil terlebih dahulu diaduk (dihomogenkan), kemudian air tersebut diambil sebanyak 500 ml dimasukkan dalam botol plastik sampel steril (Hadi, 2005). Kemudian sampel air tersebut dimasukkan ke dalam *cool box*. Setelah itu sampel tersebut dibawa ke laboratorium.

Prosedur Ekstraksi DNA dari Sampel Air

Untuk mendapat bakteri/DNA dari air menggunakan metode *Millipore* (Rudi *et al.*, 2001). Langkah ekstraksinya sebagai berikut. Sampel air sebanyak 150 ml diekstrak menggunakan *Millipore*, dengan cara sampel air sebanyak 50 ml dimasukkan dalam *syringe sterile* (Terumo), kemudian ditekan pada labu erlenmeyer yang telah digunakan penyaring *Millipore* ukuran 0,22 µm. Kemudian diulangi dengan cara yang sama sebanyak 3 kali. Setelah itu *Millipore* diambil dengan pinset steril dan tempatkan pada tabung sentrifus 50 ml. Membran kemudian dicuci dengan larutan PBST sebanyak 1,5 ml dan divorteks selama 15 menit. Membran diambil dan cairan tabung sentrifus dipindahkan dalam tabung eppendorf steril 1,5 ml dan disetrifus dengan kecepatan 13.000 rpm pada suhu 4°C selama 30 menit. Supernatan dibuang dan pelet kemudian diekstrak dengan Kit Qiagen.

Prosedur Amplifikasi DNA

Master mix yang terdiri dari primer TTC-A (5 uM) 0,8 ul dan Primer TTC-B (5 uM) 0,8 ul, taq DNA polimerase 0,2 ul, PreMix 10 ul dan distilled water 6,2 ul dimasukkan dalam *micro tube* PCR dengan total volume 20 ul. Kemudian vorteks selama $\pm$ 1 menit Masukkan mikro tube PCR ke dalam mesin PCR. Dilakukan *pre heat* pada suhu 98°C selama 2 menit, *denaturasi* 98°C selama 20 detik, *annealing* pada suhu 58°C selama 30 detik dan ekstensi 72°C selama 30 detik, diikuti *Prolong* ekstensi 72°C selama 7 menit. Untuk amplifikasi dilakukan sebanyak 25 siklus. Setelah selesai PCR pertama kemudian dilakukan PCR kedua (*nested PCR*) seperti langkah di atas hanya primer yang berbeda yaitu primer TTC-R3/R3. Dilakukan *pre heat* pada suhu 98°C selama 2 menit, *denaturasi* 98°C selama 20 detik, *annealing* pada suhu 54°C selama 30 detik dan ekstensi 72°C selama 30 detik, diikuti *Prolong* ekstensi 72°C selama 7 menit. Untuk amplifikasi dilakukan sebanyak 35 siklus. Setelah amplifikasi DNA dengan mesin PCR selesai, dilakukan elektroforesis menggunakan gel agarose 3% dengan cara merendam dalam *ethidium bromide*. Hasil elektroforesis difoto dengan menggunakan kamera digital (Kodak EDAS 290) yang dihubungkan langsung dengan komputer. Hasil amplifikasi dalam bentuk ampikon dapat dilihat pada monitor komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Positivitas Air Sumur Penduduk Penderita Kusta dan Bukan Penderita Kusta dengan PCR

Telah dilakukan penelitian terhadap 91 sampel air sumur penduduk di daerah endemik kusta di pulau Poteran Kecamatan Talango, Kabupaten Sumenep Jawa Timur. Air sumur yang diperiksa terdiri dari 56 sumur penderita kusta dan 35 sumur bukan penderita kusta. Semua sampel tersebut selanjutnya dilakukan pemeriksaan PCR. Dari pemeriksaan PCR terhadap 91 sampel air sumur tersebut didapatkan hasil seperti pada tabel 1 berikut ini

Tabel 1:
Hasil deteksi basil *Mycobacterium leprae* dengan pemeriksaan PCR dari spesimen air sumur penduduk di Pulau Poteran

Sampel Sumur	Hasil pemeriksaan PCR		Jumlah
	Positif	Negatif	
Penderita Kusta	15 (26,79%)	41 (73,21%)	56 (100%)
Bukan Penderita	9 (25,71%)	26 (74,29%)	35 (100%)
Total	24 (26,37%)	67 (73,63%)	91(100%)

Chi-square p= 1,000

Dari hasil pemeriksaan PCR terhadap 91 sampel air sumur penduduk di daerah endemik kusta di Kecamatan Talango didapat 24 sampel (26,37%) positif ditemukan *Mycobacterium leprae* dari air sumur penduduk yang terdiri dari 15 sumur penderita (26,79%) dan 9 sumur bukan penderita (25,71%), sedangkan yang negatif 67 sumur (73,63%), terdiri dari 41 sumur penderita kusta (73,21%) dan 26 sumur bukan penderita kusta (74,29%).

Ditemukannya basil kusta dari sumber air penduduk telah dilaporkan oleh Izumi *et al* (1999) di beberapa desa di Sulawesi Selatan, namun frekuensinya relatif kecil (sekitar 10%) dari sampel air yang diteliti. Penelitian lainnya di daerah endemi kusta di Pantai Utara di Jawa Timur ditemukan 42,8% air yang digunakan penduduk positif ditemukan *Mycobacterium leprae* (Agusni *et al.*, 2004). Laporan lainnya dari sampel air di Malawi (Afrika) ditemukan 13 dari 54 sampel atau 24% positif ditemukan *Mycobacteria* dengan menggunakan primer primer universal untuk genus kuman ini yaitu primer 16S rRNA (Chilima *et al.*, 2006).

Penularan kusta terutama melalui kontak langsung dengan sumber infeksi (manusia), namun dapat juga melalui jalur tidak langsung, yaitu melalui lingkungan. Hal ini diperkuat dengan adanya kenyataan bahwa adanya penurunan prevalensi kusta ternyata tidak diikuti dengan penurunan insiden, dan masih tetap adanya penderita baru yang ditemukan walaupun kasus aktif sebagai sumber infeksi telah diobati (Cree *et al.*, 1998). Di samping itu juga diperkuat dengan adanya kenyataan bahwa lebih banyak kasus baru yang ditemukan tanpa adanya riwayat kontak dengan penderita kusta yang terbukti mengeluarkan *Mycobacterium leprae*. Bakteri ini mampu hidup di luar tubuh manusia dan keluar terutama dari sekret nasal. Basil kusta dilaporkan ditemukan pada tanah di sekitar lingkungan penderita dan hal ini dibuktikan dengan salah satu studi menggunakan telapak kaki mencit sebagai media kultur (MILEP, 2002).

Penelitian lain juga membuktikan bahwa *Mycobacterium leprae* mampu hidup untuk beberapa waktu di lingkungan. *Mycobacterium leprae* juga ditemukan pada debu rumah penderita, dan dapat menjadi sumber infeksi, juga ditemukan pada air untuk mandi dan mencuci (Sreevatsa *et al.*, 1997 dan ILA, 2002). Penularan melalui kontak dengan tanah atau binatang yang terinfeksi secara alami sangat mungkin (Kazda *et al.*, 1980 dan Kazda, 1981).

Kemungkinan infeksi melalui lingkungan ini diperkuat dengan banyaknya penemuan kasus baru kusta tanpa adanya riwayat kontak langsung dengan penderita. Meskipun terjadi penurunan jumlah atau prevalensi kusta penderita setelah program MDT, namun jumlah penderita baru yang ditemukan tampaknya belum menunjukkan

perbedaan yang nyata dari tahun ke tahun, bahkan cenderung mengalami kenaikan. Hal ini kemungkinan ada hubungannya dengan peningkatan jumlah penderita kusta baru yang belum jelas sumber penularannya (Hardyanto, 1996).

Dengan ditemukannya *Mycobacterium leprae* di air semakin memperkuat dugaan bahwa adanya sumber non manusia dari basil kusta yang menjadi sumber infeksi (Chakrabarty *et al.*, 2001 dan Agusni *et al.*, 2004) telah mengemukakan bahwa tampaknya ada korelasi antara penyebaran kusta secara geografis dengan distribusi geografis dari tanah yang mengandung fosil minyak (*fossil-fuel soils*), baik di daerah Amerika maupun India. Begitu juga Kazda *et al* (1980) melaporkan ditemukannya *Mycobacterium leprae* dari tanah di daerah endemik kusta di Bombay. Menurut Puhler *et al.*, (2004) kemampuan suatu bakteri bertahan di lingkungan air karena bakteri itu mampu berinteraksi dengan organisme lain yang ada di lingkungan tersebut.

Telah lama diketahui bahwa *Mycobacterium leprae* yang berasal dari percikan lendir hidung penderita kusta tipe lepromatosa yang belum diobati bisa bertahan hidup sekitar 40 hari di tanah dan bisa dikultivasi pada telapak kaki mencit percobaan (Leiker, 1977). Maka dapat dimengerti bahwa basil kusta bisa ditemukan di alam lingkungan sekitar rumah penderita kusta. Namun untuk menganggap ini sebagai sumber penularan masih dipertanyakan, karena jumlah basil kusta yang berasal dari penderita kusta akan terus berkurang dengan berjalannya waktu. Di samping itu juga kemungkinan kecil untuk basil kusta bisa berkembang biak di tanah, karena sifatnya yang obligat intraseluler, berarti harus menumpang di dalam sel lain

Perbedaan Tingkat Positivitas Sumur Penduduk Penderita Kusta dan Bukan Penderita Kusta dengan PCR

Pada penelitian ini didapatkan 26,37% air sumur yang diperiksa positif ditemukannya *Mycobacterium leprae* dengan pemeriksaan PCR dari sumur penderita kusta dan bukan penderita kusta. Berdasarkan uji statistik tidak ada perbedaan positivitas *Mycobacterium leprae* dengan pemeriksaan PCR yang ditemukan dari sumur penderita kusta dengan sumur bukan penderita kusta ($p=1,000$).

Adryati (2005) juga melaporkan hal yang sama dimana positivitas *Mycobacterium leprae* yang ditemukan dari sumur penderita kusta dengan bukan penderita kusta tidak berbeda. Dari kedua data tersebut terlihat bahwa eksistensi *Mycobacterium leprae* pada sumber air penduduk tidak tergantung adanya penderita kusta di daerah tersebut. Dengan kata lain *Mycobacterium leprae* yang ada di sumber air tersebut memang bukan berasal dari kontaminasi penderita kusta. Menurut studi Pontes dkk (2006) di Brazil terdapat hubungan yang sangat signifikan

seseorang terinfeksi kusta dengan penggunaan air terbuka seperti air teluk, kolam, sungai dan danau. Lebih lanjut Cree *et al.* (1998) mengemukakan kemungkinan adanya jalur tidak langsung penularan kusta yaitu melalui lingkungan. Hal ini diperkuat dengan adanya kenyataan bahwa adanya penurunan prevalensi kusta ternyata tidak diikuti dengan penurunan insiden dan masih tetap adanya penderita baru yang ditemukan tanpa adanya riwayat kontak dengan penderita kusta yang terbukti mengeluarkan

Sampel penelitian adalah sampel air sumur yang biasa digunakan oleh penduduk untuk keperluan sehari-hari. Air sumur tersebut dikelompokkan dalam dua kelompok, pertama air sumur yang digunakan penderita kusta dan air sumur yang digunakan bukan penderita kusta. Secara statistik tidak ada perbedaan antara positivitas *Mycobacterium leprae* yang ditemukan dari sumur penderita kusta dengan sumur bukan penderita kusta dengan pemeriksaan PCR.

Pada air sumur penderita kusta bisa dimengerti apabila air sumur mereka tersebut tercemar oleh basil kusta, apabila pengidap penyakit kusta yang belum diobati ikut mencemari air sumur tersebut. Tetapi pada air sumur yang tidak ada penderita kusta juga ditemukan *Mycobacterium leprae* yang masih menjadi pertanyaan bagaimana *Mycobacterium leprae* bisa bertahan hidup pada air sumur tersebut, mengingat basil ini baru membelah setiap 2 minggu sekali dan hanya bisa bertahan selama 40 hari di lingkungan. Tampaknya akan sulit bagi kuman ini untuk bertahan hidup apabila basil kusta ini tidak ikut menumpang pada organisme lain karena sifatnya obligat intraseluler. Apabila memang basil kusta bisa berkembang biak dalam suasana ekologis air sumur tersebut, maka para penduduk yang mandi di situ akan terpapar setiap hari dan hal itu memenuhi persyaratan terjadinya penularan kusta yaitu *prolonged, intimate and continuously*. Fakta ini mungkin bisa menjadi penjelasan, mengapa insidensi kusta di daerah endemik tidak menurun, padahal pemberantasan dan pengobatan sumber infeksi yaitu penderita kusta telah dilaksanakan dengan seksama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusni, I, 2003. Penyakit Kusta Penyakit Tua dengan Segudang Misteri. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar* dalam Bidang Ilmu Penyakit Kulit dan Kelamin pada Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya, 19 April 2003
- Agusni, I; Izumi, S; Adriaty, D; Iswahyudy. 2004. Studi *Mycobacterium leprae* dari Alam Lingkungan di Daerah Endemik Kusta. *Ma Kedokt Indon.* 58(8): 319-324.

- Chakrabarty, AN; Destidar, BA. 2001 Is Soil an Alternative Source of Leprosy Infection. *Acta Leprologica* . 12: 79-84.
- hilima BZ; Clark IM; Floyd S; Fine PEM and Hirsch PR. 2006. Distribution of Environmental Mycobacteria in Karonga District, Northern Malawi. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 2343-2350.
- Cree, IA dan Smit WC. 1998. Leprosy Transmission and Mucosal Immunity: Towards Eradication?. *Lepr Rev.* 69: 112-121.
- Day, R. 2001. Program Pemberantasan Penyakit Kusta di Indonesia Hasil yang Dicapai dan Masalah. *Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) VI. Perhimpunan Dokter Spesialis Kulit dan Kelamin Indonesia dan Lokakarya Dermatopatologi Kusta*. Makasar.
- Departemen Kesehatan RI. 2001. *Data Subdit Kusta*. Direktorat Jenderal PPM dan PPLP. Jakarta
- Dinas Kesehatan Jawa Timur. 2005. *Laporan Kusta Tahun 2004*. Dinkes Jatim. Surabaya.
- Estrada, B. 2001. Leprosy. *eMedicine Journal*. 2 (1): 1-13.
- Hardyanto. 1996. Infeksi Subklinis *Mycobacterium leprae* dan Hubungannya dengan Faktor-Faktor Risiko di Indonesia: kajian Seroepidemiologik dan Immunogenetik. *Disertasi*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Hernani CH. Masalah Kusta dan Pemberantasannya di Indonesia. 2005. *Buku Abstrak. Disampaikan pada Kongres Nasional Perhimpunan Dokter Spesialis Kulit dan Kelamin (PERDOSKI) di Jakarta, 12-15 Juni 2005*
- Hughenoltz, P and Goebel, BM. 2001. The Polymerase Chain Reaction as a Tool to Investigate Microbial Diversity in Environmental Samples. In Rochelle, PA (eds). *Environmental Molecular Microbiology: Protocols and Application*. Horizon Scientific Press. California. 31-41.
- International Leprosy Association (ILA). 2002. Report of the International Leprosy Association Technical Forum: Epidemiology and Control. *Lepr. Rev.* 73: 46-48.
- Izumi, S; Budiawan T; Saeki, K ;Matsuoka, M; Kawatsu, K. 1999. An Epidemiological Study on *Mycobacterium leprae* Infection and Prevalence of Leprosy in Endemic Villages by Molecular Biological Technique. *Indian J. Lepr.* 7: 37-43.

- Kazda, J; Irgens, LM and Muller, K. 1980. Isolation of Non-Cultivable Acid-Fast Bacilli in Sphagnum and Moss Vegetation by Foot Pad Technique in Mice. *Int. J. Lepr. and Microb. Disease.* 48 (1): 1-6.
- Kazda, J. 1981. Occurrence of Non-cultivable Acid-fast Bacilli in the Environment and their Relationship to *Mycobacterium leprae*. *Lepr. Rev. Suppl 1: 85-91.*
- Leiker, DL. 1977. On the Transmission of *Mycobacterium leprae*. *Lepr. Rev.* 48: 9-16
- Mayers, WM; Gormus, BJ. And Walsh, GP. 1992. Nonhuman Source of Leprosy. *Int J Lepr Other Mycobact Dis.* 60 (3) 477-480.
- MILEP Study Group. 2002. Approaches to Studying the Transmission of *Mycobacterium leprae*. *Workshop Proceeding.* S26-S29.
- Pontes, LRK; Barreto, ML; Evengelista CMM; Rodrigues LC; Heukelbech J and Feldmeier H. 2006. Socioeconomic, Environmental, and Behavioural Risk Factor for Leprosy in North-east Brazil: Results of A case-Control Study. *Int. J. Epidemiol.* 1-7.
- Puhler, A; Arlat, M; Becker, A; Gottfert, M; Morrissey, JP and Gara, FF 2004. What Can Bacterial Genome Research Teach us About bacteri-plant interactions? *Curr Opin in Plant Biol.* 7:137-147.
- Rochelle, PA. 2001. Environmental Molecular Microbiology: Introduction. In: Rochelle, PA (eds). *Environmental Molecular Microbiology: Protocols and Application.* Hirizon, Scientific Press. California. 1-13.
- Rudi, K. and Jakobsen, KS. 2001 Protocols for Nucleic Acid-based Detection and Quantification of Microorganism. In: Rochelle, PA (eds). *Environmental Molecular Microbiology: Protocols and Application.* Hirizon, Scientific Press. California. 63-74.
- Shin, Yc; Lee, H; Lee, HY; Walsh, GP; Kim, JD. and Cho, JD. 2000. Variable Numbers of TTC Repeats in *Mycobacterium leprae* DNA from Leprosy Patients and Use Strain Differentiation. *J. Clin. Microbiol.* 38 (12): 4535-4538.
- Sreevatsa and Katoch, K. 1997. Viability of *Mycobacterium leprae* while Undergoing Laboratory Procedures. *Indian J. Lepr.* 69(4) 353-359.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Tsai, YL. and Rochelle, PA 2001. Extraction of Nucleid Acid from Environmental Samples. In: Rochelle, PA (eds). *Environmental Molecular Microbiology: Protocols and Application*. Hirizon, Scientific Press. California. 15-30.
- World Health Organization. 2005.Global Leprosy Situation 2005. *Weekly Epidemiological Record*. 34{ 289- 296.

ISOLATION AND CYTOTOXIC TEST OF PLANT SECONDARY METABOLITES FROM SERNAI (*Wedelia biflora* L.)

Zairin Thomy¹⁾ dan Binawati Ginting²⁾

*¹⁾ Department of Biology, ²⁾ Department of Chemistry Faculty Mathematics and
Natural Sciences Syiah Kuala University, E-mail: z_thomy@yahoo.com*

Abstract

The research of isolation of plant secondary metabolites from Sernai (*Wedelia biflora* L.) was conducted in the laboratory of Organic Chemistry - Department of Chemistry and cytotoxic test was performed in the laboratory of Molecular Cell Biology - Department of Biology, Syiah Kuala University. Plant extraction was carried out by using methanol whereas the isolation was achieved by means of vacuum chromatography with silica gel GF254. Each fraction was analyzed by Thin Layer Chromatography (TLC). Each fraction was tested for its cytotoxic activity. Fractions with high activity were then purified by gravity chromatography with silica gel GF254 as the stationary phase while mobile phase was determined according to the results of TLC. The results of the isolation showed that there were 5 fractions, 3 fractions and 2 fractions from the extraction of leaves, stems, and roots of the plant respectively. Cytotoxic test using Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) indicated a high activity from a fraction obtained from leaf, stem and root extraction. Extracts of plant material conferring a high bioactive activity has the potential to be further developed as anti-tumor drugs.

Keywords: Sernai (*Wedelia biflora* L.), cytotoxic, Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki biodiversitas yang sangat tinggi. Lebih dari 30.000 jenis tanaman tumbuh di Indonesia, dan 400 jenis tanaman diantaranya terdaftar sebagai tanaman yang digunakan sebagai bahan obat tradisional. Biodiversitas yang tinggi ini dapat menunjukkan diversitas kimia yang tinggi juga yang berasal dari bahan alam. Pada kenyataannya diversitas kimia yang tinggi dari bahan alam ini merupakan tahapan penting untuk kajian sebagai bahan obat. (Karossi, A.T., 2000). Tumbuhan sebagai obat atau bahan obat telah dikenal secara universal oleh manusia, sejak beratus-ratus tahun yang lalu. Oleh

sebab itu, tidaklah mengherankan bilamana para pakar obat-obatan modern dan pakar kimia mempunyai minat yang besar untuk mengetahui struktur kimia senyawa yang ada dalam tumbuhan yang digunakan sebagai obat tradisional. Dengan mengetahui struktur kimianya dan senyawa tersebut memang poten sebagai bahan baku obat (bioaktif) maka selanjutnya struktur kimia senyawa tersebut digunakan sebagai tuntunan dalam pembuatannya (sintesa kimia), bila memungkinkan, secara laboratoris. Salah satu tumbuhan yang digunakan masyarakat sebagai obat tradisional adalah tumbuhan Sernai (*Wedelia biflora*), tumbuhan ini dalam bahasa Sunda dan Jawa dikenal dengan nama Seruni. Tumbuhan ini terdapat di seluruh daerah Indonesia. Air rebusan batang dan daunnya banyak digunakan sebagai obat gatal-gatal juga untuk menurunkan panas dan diuretik, sedangkan perasan dari batangnya yang masih muda untuk mengobati luka dan bisul. Seduhan akar dan batang tumbuhan ini digunakan untuk menyembuhkan penyakit keputihan dan gonorrhoe.

Air remasan daun dan batang bila dicampurkan dengan minyak kelapa dapat juga digunakan sebagai obat batu karang (Heyne, 1987). Klasifikasikan tumbuhan Sernai adalah sebagai berikut :

Divisio	: Magnoliophyta
Sub divisio	: Spermatophyta
Class	: Magnoliopsida
Sub class	: Asteridae
Ordo	: Asterales
Family	: Asteraceae
Genus	: <i>Wedelia</i>
Spesies	: <i>Wedelia biflora</i> (L.) D.C. (Cronguist, 1981).

BAHAN DAN METODE

1. Isolasi Senyawa Aktif Ekstrak Metanol

Bahan:

Tumbuhan Sernai yang telah diidentifikasi di Herbarium jurusan Biologi FMIPA Unsyiah, bagian akar, batang, dan daun dipisahkan dan dikering nginkan. Metanol, n-heksan, etil asetat dan silika gel. GF254

Metode:

Isolasi senyawa aktif tumbuhan Sernai Metode Kromatografi. Ekstrak metanol sebanyak 10 g dipisahkan dengan kolom kromatografi vakum dengan silika gel GF₂₅₄ sebagai fasa diam dan fasa gerak *n*-heksana : etil asetat : metanol dengan komposisi eluen yang terlebih dahulu dianalisis dengan kromatografi lapis tipis (KLT). Sampel dimasukkan ke dalam kolom yang telah berisi fasa diam kemudian dielusi dengan fasa gerak. Setiap fraksi yang diperoleh dianalisis dengan KLT dan fraksi yang mempunyai pola noda yang sama digabung. Selanjutnya

masing-masing fraksi diuji aktivitas sitotoksiknya metode *Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)*. Fraksi yang mempunyai aktivitas yang tinggi selanjutnya dimurnikan lagi dengan kromatografi gravitasi dengan silika gel GF254 sebagai fasa diam dan fase gerak yang sesuai (hasil dari KLT). Setiap fraksi dianalisis dengan KLT dan fraksi yang mempunyai pola noda yang sama digabungkan, dipekatkan dan diuji sitotoksiknya kembali dengan BSLT. Jika pemisahan ini belum mendapatkan senyawa aktif murni, maka dilakukan rekromatografi. Isolat yang diperoleh dilakukan uji kemurnian dengan KLT dua dimensi.

2. Uji Sitotoksik

Bahan:

Telur *Artemia salina* Leach (Premium Extra Brine Shrimp Eggs) HS No.0511.99.600, Sea Gull International, The Great Salt Lake, USA. Sampel uji. Air laut

Metode:

Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) adalah suatu metoda uji yang menggunakan larva *Artemia salina* Leach. Metoda ini merupakan bioassay yang cepat, murah, dapat dipercaya, dan hasil yang diperoleh sering dihubungkan dengan aktivitas sitotoksik yang merupakan syarat utama obat-obat antitumor (Meyer, 1991). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan uji BSLT untuk mengetahui bahan tanaman yang potensial dikembangkan sumber senyawa sitotoksik. Uji toksisitas ekstrak terhadap larva *A. salina* dilakukan sebagaimana dilakukan McLaughlin, *et al.* (1991) dengan sedikit modifikasi, sebagai berikut: Penetasan telur artemia: telur artemia ditaburkan di atas air taut dalam gelas piala dan dibiarkan di dalam ruang terbuka, terkena sinar matahari. Setelah 48 jam larva *Artemia (nauplii)* siap digunakan.

Uji toksisitas ekstrak uji : Dibuat larutan induk ekstrak 50,0 mg dalam 5,0 ml pelarut metanol (10.000g/ml). Dari larutan induk, dipipetkan 750, 500 dan 250 ml ke dalam vial-vial. Pelarut diuapkan dengan *waterbath* hingga kering. Residu ditambah air laut 2 ml, *nauplii* 10 ekor/vial dan ditambahkan lagi air laut 5 ml sehingga akan didapat larutan ekstrak dengan konsentrasi 400, 200 dan 100 g/ml yang masing-masing mengandung 10 ekor *nauplii*. Sebagai kontrol digunakan pelarut ekstrak (metanol) yang diuapkan. Untuk setiap konsentrasi dibuat dalam 3 vial dan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Vial diletakkan di ruang terbuka selama 24 jam, selanjutnya dihitung *nauplii* yang mati. Pengamatan dilakukan setelah 24 jam dan tingkat ketoksikan ditentukan dengan menghitung jumlah *nauplii* yang mati (mis. x). Hasil (x) dibandingkan dengan kontrol yang tidak

membunuh *nauplii*. Oleh karena itu tingkat ketoksikan dihitung sebagai $(x : 10) \times 100\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Ekstraksi tumbuhan *Wedelia biflora*

Ekstraksi masing-masing bagian tumbuhan yang meliputi daun, batang dan akar dengan pelarut metanol adalah sebagai berikut (Tabel 1)

Tabel 1:
Hasil ekstraksi tumbuhan *Wedelia biflora* dengan metanol

No	Bagian tumbuhan	Berat sampel (g)	Berat ekstrak (g)	% Hasil
1	Daun	250	32,47	0,13
2	Batang	250	30,11	0,12
3	akar	250	47,50	0,19

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa senyawa metabolit sekunder yang paling banyak terdapat pada ekstrak metanol akar tumbuhan *Wedelia biflora*.

2. Pemisahan Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak tumbuhan *Wedelia biflora*

Sebanyak 7 g masing-masing ekstrak etanol daun, batang dan akar dipisahkan komponen-komponennya menggunakan KVC dengan silika gel 60 GF₂₅₄ sebagai fasa diam dan eluen *n*-heksana : etil asetat : metanol (elusi gradien). Fraksi-fraksi yang diperoleh dimonitor dengan KLT menggunakan eluen etil asetat : metanol = 6 : 4 ditunjukkan pada Gambar 1, 2, 3.



Gambar 1. Kromatogram KLT ekstrak daun (eluen etil asetat : metanol = 6 : 4)



Gambar 2. Kromatogram KLT ekstrak batang (eluen etil asetat : metanol = 7 :3)



Gambar 3. Kromatogram KLT ekstrak akar (eluen etil asetat : metanol = 8 :2)

Berdasarkan Gambar 1, 2 dan 3 masing-masing fraksi dapat dikelompokkan ke dalam beberapa fraksi gabungan (Tabel 2) dan berat masing-masing fraksi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2:
Fraksi gabungan hasil KVC ekstrak daun, akar dan batang tumbuhan *Wedelia biflora*

No	Bagian tumbuhan	Fraksi A	Fraksi B	Fraksi C	Fraksi D	Fraksi E
1	Daun	1-4	5-12	13	14-15	16-21
2	Batang	1-11	13-18	19-21	-	-
3	akar	1-11	12-21	-	-	-

Tabel 3 :
Berat masing-masing fraksi hasil pemisahan dengan KVC

No	Bag. Tumb	Berat Fraksi A		Berat Fraksi B		Berat Fraksi C		Berat Fraksi D		Berat Fraksi E	
		(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
1	Daun	0,44	6	1,64	23	0,28	4	3,05	44	2,66	38
2	Batang	1,83	26	3,51	50	1,40	20	-	-	-	-
3	akar	1,37	20	0,96	14	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pemisahan masing-masing ekstrak daun, batang dan akar dengan KVC menghasilkan berturut-turut 5 fraksi (fraksi A-E), 3 fraksi (fraksi A-C) dan 2 fraksi (fraksi A-B) gabungan.

3. Fitokimia tumbuhan *Wedelia biflora*

Hasil uji fitokimia tumbuhan *Wedelia biflora* meliputi daun, batang dan akar, serta masing-masing ekstrak dan fraksi-fraksinya ditunjukkan pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4 :
Fitokimia tumbuhan *Wedelia biflora*

No	Sampel	Alkaloid			Saponin	Flavonoid	Steroid	Terpenoid
		Mayer	Dragendorf	Wagner				
1	Sampel daun	-	-	-	-	-	+	-
2	Sampel batang	-	-	-	-	-	-	+
3	Sampel akar	-	-	-	-	-	-	+
4	Ekstrak daun	-	-	-	-	-	-	+
	Fraksi A	+	+	-	-	+	-	-
	Fraksi B	-	-	-	-	+	+	-
	Fraksi C	+	+	+	-	+	+	-
	Fraksi D	+	+	+	-	-	+	-
	Fraksi E	+	+	-	-	-	-	-
5	Ekstrak batang	-	+	+	-	-	-	+
	Fraksi A	-	+	+	+	-	-	-
	Fraksi B	-	+	+	-	-	-	-
	Fraksi C	-	-	-	-	-	-	+
6	Ekstrak akar	-	+	+	-	-	-	+
	Fraksi A	-	-	-	-	-	+	-
	Fraksi B	-	-	-	-	-	-	+

4. Hasil Uji BSLT

Penentuan potensi bahan tanaman obat dilakukan dengan BSLT pada dosis 500, 1000 dan 1500 µg/ml, karena dosis ini dipertimbangkan sebagai dosis standar yang selama ini dilakukan. Bahan tanaman dianggap potensial sebagai bahan alam yang aktif apabila ekstrak bahan tersebut pada dosis lebih besar atau sama dengan 1000 mg/ml mampu membunuh 50% larva *A. salina* (Meyer *et al.*, 1982 McLaughlin, *et al.*, 1991.) Hasil uji BSLT terlihat pada tabel berikut ini:

Dari hasil BSLT tersebut semua semua fraksi daun, batang dan akar pada dosis 1500µg/ml tidak membunuh 100% larva *A. salina*. Apabila diturunkan dosisnya menjadi 1000µg/ml dan 500µg/ml, ternyata ekstrak menunjukkan penurunan aktivitasnya. Berdasarkan atas dasar bahwa potensialitas tanaman diukur dari kemampuan ekstraknya untuk membunuh 50% larva *A. salina* pada dosis sama dengan atau lebih dari 1000µg/ml, maka fraksi A dari daun, fraksi A dari batang dan fraksi A dari akar memiliki aktifitas yang tinggi.

Tabel:
Hasil BSLT fraksi akar, batang dan daun tumbuhan Sernai

Ekstrak	Fraksi	% Kematian larva <i>Artemia salina</i> pada dosis			
		1500mg/ml	1000mg/ml	500mg/ml	0 mg/ml
Daun	A	90	70	20	0
	B	80	50	20	0
	C	75	40	10	0
	D	40	20	10	0
	E	40	20	0	0
Batang	A	94	70	20	0
	B	80	30	10	0
	C	40	10	0	0
Akar	A	98	70	20	0
	B	40	20	10	0

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan atas hasil uji tersebut diatas, maka dapat disimpulkan bahwa: Bahan tumbuhan Sernai tersebut diatas mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai obat, khususnya obat anti tumor.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.E., Goetz, C.M., Mc. Laughlin, J.L. and Suffness, M. 1991. A Blind Comparison of Simple Bench-top Bioassay and human Tumor cell Cytotoxicities as Antitumor Prescreens, *Phytochem. Anal.* (2) 107.

- Cronguist, A. 1981. *An Intergrated Of Classification Of Flowering Plant*. Columbia University Press, New York.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Terjemahan dari *Phytochemical Methods* oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Penerbit ITB, Bandung.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. jilid III, Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Karossi, A.T. 2000. Development of bioactive compounds potential for pharmaceuticals appropriate for Indonesian Research Institut. *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XVII*. Bandung 28-30 Maret 2000. Puslitbang Kimia Terapan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Meyer, B. N., Ferrigni, N. R., Putnam, J. E., Jacobsenm, L. B., Nichols, D. E., and McLaughlin, J.L. 1982. Brine Shrimp: A Convenient General Bioassay for Active Plant Constituents, *J. Planta Med.* (45): 31-4.
- McLaughlin, J. L., Chang, C. J. and Smith, D. L. 1991. "Bench-top" Bioassays for the discovery of bioactive natural products: an update, the 8th National seminar and Unesco regional workshop on the bioassay of natural products with special emphasis on anticancer agents.
- Schulz, V., Hansel, R. and Tyler, V. E. 1996. *Rational Phytotherapy*, 3rd ed., SpringerVerlag, Berlin Heidelberg New York. p. 4 – 8.
- Wagner, H. and Bladt, S. 1996. *Plant Drug Analysis*, 2nd. Ed., Springer Verlag, New York.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Universitas Syiah Kuala, Kementerian Pendidikan Nasional, Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Program Unit Voucher Multi Tahun (VMT) Nomor : 258/H11/A.01/APBN-P2T /2010 Tanggal 6 Mei 2010.

ATEROGENISITAS DARI MINYAK DAN LEMAK DI DALAM MAKANAN*)

Prof. Dr. Jansen Silalahi, M.App.Sc., dan Dra. Siti Nurbaya

Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara,
Jl. Almamater No.5 Medan
email: jansen@usu.ac.id

Abstrak

Aterosklerosis adalah penumpukan endapan jaringan lemak dan kolesterol (atheroma) dalam nadi sehingga mengganggu aliran darah terutama ke jantung (penyakit jantung) atau otak (stroke). Zat-zat yang merangsang terbentuknya atheroma atau aterosklerosis disebut zat yang bersifat aterogenik. Lemak, lipida yang terlibat dalam proses aterosklerosis, adalah trigliserida, yakni triester dari tiga asam lemak (asam monokarboksilat rantai lurus, jenuh dan tak jenuh, yang mengandung atom karbon genap mulai dari C-4, yang didominasi C-16 dan C-18) dengan gliserol. Sifat kimia, fisika dan biokimia (metabolisme dan sifat aterogenik) dari suatu lemak ditentukan oleh komposisi dan posisi (sn-1, sn-2 dan sn-3) asam lemak yang teresterkan di dalam molekul lemak (triasilgliserol). Asam lemak rantai pendek (C-4 sampai C-8) dan asam lemak tak jenuh biasanya tidak bersifat aterogenik, tetapi asam lemak rantai panjang yang jenuh seperti asam miristat (C-14) dan palmitat (C-16) bersifat aterogenik, sedangkan asam stearat (C-18) tidak. Perbedaan sifat aterogenik tersebut terjadi karena metabolisemenya dan cara mempengaruhi kadar lipoprotein kolesterol dalam darah berbeda. Di dalam makalah ini akan diuraikan sifat aterogenik asam lemak, minyak dan lemak di dalam makanan serta kaitannya dengan resiko penyakit jantung koroner.

Kata kunci: Aterogenik, asam lemak, lemak, penyakit jantung koroner

PENDAHULUAN

Secara tradisional, lemak adalah sebagai sumber kalori di dalam tubuh, kemudian pada awal tahun 1930-an muncul konsep bahwa lemak dianggap sebagai suatu zat yang perlu untuk pertumbuhan dan perkembangan. Dalam hal ini dikenal bahwa ada dua asam lemak esensial (*essential fatty acids*; EFAs) yakni asam lemak linoleat (LA; 18:2 n-6) dan linolenat (LNA; 18:3 n-3). Kemudian diketahui bahwa disamping sebagai sumber asam lemak esensial, asam lemak tertentu, lemak juga berperan di dalam metabolisme lipoprotein, kolesterol dan kadar kolesterol

low density lipoprotein (LDL), *very low density lipoprotein* (VLDL), *high density lipoprotein* (HDL) dan trigliserida, yang mempengaruhi aterosklerosis, dikendalikan oleh jumlah asupan asam lemak dan jenis lemak (Silalahi, 2006; Uauy, 2009).

Aterosklerosis merupakan salah satu bentuk arteriosklerosis. Arteriosklerosis adalah suatu keadaan yang ditandai dengan hilangnya elastisitas dari arteri karena penebalan dinding pembuluh nadi yang menyebabkan penyakit jantung koroner, stroke, dan penyakit kardiovaskular lainnya. Arteriosklerosis mempunyai korelasi yang positif (80%) dengan kematian karena penyakit jantung (kardiovaskular). Aterosklerosis disebabkan oleh penebalan zat-zat lemak di dalam dan di bawah lapisan intima dinding pembuluh nadi, yang terjadi pada arteri koroner (pembuluh nadi jantung). Jadi, aterosklerosis adalah penumpukan endapan jaringan lemak (ateroma) dalam nadi. Zat-zat yang merangsang terbentuknya ateroma atau aterosklerosis adalah zat yang bersifat aterogenik (Silalahi, 2006).

Sejumlah karakteristik pribadi, sosial, dan perilaku dapat meningkatkan resiko aterosklerosis. Karakteristik-karakteristik ini disebut faktor-faktor resiko, dibagi atas (1) faktor resiko utama yakni usia, jenis kelamin, tekanan darah tinggi, kadar kolesterol yang tinggi dalam darah, dan merokok; (2) faktor resiko minor yaitu diet, obesitas, kurang olah raga dan diabetes (Silalahi, 2006; Chow, 2008). Dari hasil penelitian telah diketahui bahwa terdapat kaitan yang erat antara komponen dalam makanan yakni asam lemak, trigliserida, kolesterol, karbohidrat, dan protein dengan aterosklerosis. Akan tetapi komponen lipida terutama lemak dan asam lemak dan kolesterol paling dominan (Silalahi, 2006).

Sifat kimia, fisika dan biokimia (metabolisme dan sifat aterogenik) dari suatu lemak ditentukan oleh komposisi dan posisi (sn-1, sn-2 dan sn-3) asam lemak yang teresterkan di dalam molekul lemak (triasilgliserol). Walaupun minyak A dan B memiliki komposisi asam lemak yang sama belum tentu memiliki sifat aterogenik yang sama. Perbedaan sifat ini terjadi karena metabolismenya dan cara mempengaruhi kadar lipoprotein kolesterol dalam darah berbeda (Chow, 2008). Sifat aterogenik asam lemak, minyak dan lemak di dalam makanan serta kaitannya dengan resiko penyakit jantung koroner akan diuraikan dalam makalah ini.

Aterosklerosis dan Penyakit Kardiovaskular

Aterosklerosis adalah suatu penyakit dari arteri kecil dan besar yang ditandai dengan disfungsi endothelium, inflamasi vaskular, penumpukan lemak, kolesterol, kalsium, dan puing seluler di dalam intima dinding pembuluh darah yang disebut plag. Ada banyak teori untuk menjelaskan tentang terjadinya plag. Kerusakan pada endothelium

oleh gangguan lokal dari aliran darah pada titik percabangan, bersamaan dengan berbagai faktor resiko sistemik seperti hiperglisemia, merokok, dan mungkin juga infeksi bergabung satu sama lain dalam pembentukan plak aterosklerotik. Plak tersebut terdiri dari unsur-unsur seluler seperti sel-sel endotelium, sel-sel otot polos, platelet, dan leukosit. Kerusakan pada endotelium dapat meningkatkan permeabilitas terhadap lipoprotein, mengurangi produksi nitrogen oksida, merangsang migrasi dan adhesi leukosit, dan merangsang pertumbuhan vaskular melepaskan zat-zat vasoaktif (Skeaf and Miller, 2009; Vasudevan, 2009).

Komponen lipida diangkut dalam sistim sirkulasi dalam beberapa bentuk misel lipoprotein VLDL, LDL, HDL, lipoprotein(a) dan berbagai misel yang lainnya. Walaupun mekanismenya belum jelas, orang yang menderita penyakit kardiovaskular prematur selalu memperlihatkan ciri-ciri berikut; (1) kadar LDL yang tinggi (2) kadar kolesterol dan trigliserida yang tinggi terutama VLDL (3) peningkatan trigliserida dengan kolesterol normal terutama sebagai VLDL. (4) kadar HDL yang rendah (Silalahi, 2006; Chow, 2008). Kolesterol dalam darah dan jaringan berasal dari dua sumber; diet yang menyumbangkan 20-30% kolesterol dan sintesa dalam tubuh, sehingga pengaturan kadar kolesterol dalam darah didominasi oleh sintesa endogen (Uauy, 2009). Sintesa kolesterol endogen bertambah 20 mg/kg kelebihan berat badan. Diperkirakan bahwa sepertiga dari penduduk sensitif terhadap kolesterol dalam diet, duapertiga resisten terhadap perubahan kolesterol plasma. Setiap perubahan asupan 100 mg/100 ml akan memberikan perubahan sekitar 2,5 mg/100 ml plasma kolesterol. Akan tetapi penurunan 1% asupan SFA akan menurunkan kolesterol plasma sebanyak 3mg/100 ml. (Uauy, 2009; Chow, 2008; White, 2009).

Peningkatan kadar kolesterol LDL membanjiri sifat antioksidan pada endotelium yang sehat. LDL yang teroksidasi akan merusak sel dan menyebabkan disfungsi dinding pembuluh darah dan akhirnya memicu terjadinya aterosklerosis. Keadaan patologis awal biasanya ditandai dengan torehan lemak (*fatty streak*) pada usia 20 tahun. Torehan lemak berkembang menjadi suatu plak berserat sebagai akibat dari proliferasi sel-sel otot polos. Selanjutnya terjadi inflamasi vaskular dan thrombosis pada lokasi endotelium yang rusak. Dengan defisiensi endotelium akan nitrogen oksida akan menyebabkan proses pematangan plak, dan akhirnya akan terjadi penyempitan pembuluh darah, dan akan mengganggu aliran darah ke organ target. Sebagian plak akan pecah yang akan menyebabkan keadaan yang lebih buruk. (Vasudevan, 2009).

Sifat Aterogenik Lemak

Penelitian tentang hubungan antara lemak pangan dan penyakit kardiovaskular, terutama penyakit jantung koroner (PJK) berdasarkan

percobaan pada hewan, dan klinis telah memperlihatkan kaitan yang erat antara diet dan penyakit kardiovaskular. Mekanismenya berkaitan erat dengan pengaruh diet terhadap kadar fraksi-fraksi lipoprotein kolesterol di dalam plasma. Asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*; SFA) menaikkan total kolesterol dan kolesterol LDL, tetapi pengaruh masing-masing asam lemak kelompok ini berbeda. Miristat dan palmitat yang paling berpengaruh untuk meningkatkan LDL, ternyata banyak terdapat di dalam makanan seperti produk susu dan daging. Asam stearat tidak menaikkan kadar LDL kolesterol, karena dengan cepat akan diubah menjadi asam oleat, sehingga dianggap netral (Uauy, 2009; White, 2009).

Asam lemak trans (*trans fatty acid*; TFA) mempunyai dampak yang sama seperti SFA terhadap LDL, akan tetapi menurunkan kadar lipoprotein yang protektif HDL dan meningkatkan kadar lipoprotein(a), yang berarti lebih aterogenik daripada SFA. TFA terbentuk di dalam makanan melalui proses hidrogenasi partial dan proses ini juga akan menghilangkan EFA dari makanan. Penggantian SFA dan TFA di dalam makanan dengan asam lemak tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid*; PUFA) atau lemak yang kaya PUFA akan mampu secara efektif menurunkan kadar LDL kolesterol, penyakit jantung dan kematian karena PJK (Uauy, 2009). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Skeaf dan Miller (2009) menunjukkan bahwa penggantian SFA dengan PUFA secara signifikan mengurangi resiko PJK. Terdapat hubungan kenaikan resiko PJK dengan TFA. Tetapi banyak faktor lain yang turut serta mempengaruhi resiko PJK termasuk kandungan kolesterol dalam diet. Menurut Mensink (2008) bahwa efek TFA terhadap resiko PJK dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi asam lemak di dalam diet.

Efektif sejak Januari tahun 2006, Food Drug Administration (FDA) telah mewajibkan agar mencantumkan kadar TFA pada label makanan. TFA, baik dari hasil hidrogenasi parsial (TFA yang paling banyak didalam makanan) dan yang berasal dari ruminansia. Produk tidak boleh mengandung lebih dari 0,5 g dalam satu porsi makanan. Akan tetapi, asam lemak trans terkonjugasi, linoleat terkojugasi (*conjugated linoleic acid*; CLA) bersifat menguntungkan, tidak termasuk di dalam aturan ini (Gebaur et al, 2007).

Peran yang lain dari asam lemak esensial adalah sebagai prekursor pada pembentukan prostanoid, tromboksan, leukotrien dan neuroprotektin yang mengatur fungsi fisiologis seperti tekanan darah, kekerasan/relaksasi pembuluh darah, agregasi trombosit, aktivitas fibrinolitik, respon inflamasi dan migrasi leukosit. Inflammasi, vasokonstriksi, vasodilasi, tekanan darah, kerusakan oksidatif dipengaruhi oleh LA dan LNA atau hasil metabolitnya. (Uauy, 2009). Asam lemak PUFA omega-3 yang juga berperan dalam proses fisiologis

ini adalah asam lemak eikosapentaenoat (*eicosaapentaenoic acid*; EPA) dan asam dokosaheksaenoat (*docosahexaenoic acid*; DHA), banyak terdapat di dalam minyak ikan. Kedua asam lemak ini akan merangsang perkembangan jaringan otak, memelihara penglihatan dan kesehatan kardiovaskular serta mencegah penyakit degeneratif sepanjang hidup, asal *antioxidant defense* terpelihara (Silalahi, 2006; Puska, 2009; Uauy, 2009). Maka selain keberadaan lemak di dalam diet, komponen lain juga turut berperan terhadap resiko PJK. Anjuran tentang kualitas lemak di dalam diet untuk menjaga kesehatan yang optimal seumur hidup mulai usia umur dua tahun dan seterusnya untuk mengurangi resiko kardiovaskular adalah sebagai berikut (a) asupan lemak tidak melebihi 30 % dari total kalori setiap hari (b) asam lemak jenuh tidak lebih dari 10% dari total kalori setiap hari, (c) asam lemak esensial tidak lebih dari 10% dari kalori setiap hari (d) asam lemak trans tidak lebih dari 1% dari kalori setiap hari (e) sisa kebutuhan kalori dari lemak berasal dari asam lemak tak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acid*; MUFA) sebanyak 10% (Gupta et al, 2003; Griel and Kris-Etherthon, 2006; Uauy, 2009; White, 2009).

Asam Lemak dan Struktur Triasilgliserol

Asam lemak di dalam makanan sebagai asam lemak atau dalam bentuk lemak yang disebut trigliserida. Asam lemak adalah asam monokarboksilat rantai lurus tanpa cabang yang mengandung atom karbon genap mulai dari C-4, tetapi yang paling banyak adalah C-16 dan C-18. Asam lemak dapat dikelompokkan atas empat golongan; asam lemak jenuh SFA, asam lemak tak jenuh tunggal MUFA, asam lemak tak jenuh ganda PUFA. Asam lemak tak jenuh alamiah biasanya dalam bentuk isomer *cis*, hanya sedikit dalam bentuk *trans* yang terdapat di dalam ruminansia (Silalahi, 2000; Mensink, 2008; White, 2009). Klasifikasi asam lemak yang banyak terdapat di dalam minyak dan lemak makanan dapat dilihat dalam **Tabel 1**.

Setiap molekul triasilgliserol (TAG) atau trigliserida (TG) dapat mengandung campuran dari tiga asam lemak yang berbeda atau semuanya sama. Ketiga asam lemak ini teresterekan pada tiga posisi yang berbeda di dalam molekul lemaknya. Distribusi atau posisi asam lemak dalam molekul lemak dapat digolongkan berdasarkan *stereospecific numbering* (sn) atau atom karbon dalam molekul gliserol yakni sn-1, sn-2 dan sn-3 (lihat **Gambar 1**). Nomenklatur dari molekul TAG dijelaskan berdasarkan posisi asam lemak (residu asam lemak disebut asil) yang membentuk TAG. Misalnya, TAG yang mengandung asam palmitat (C-16:0) pada posisi sn-2, asam oleat (C-18:1) pada posisi sn-2 dan asam stearat (C:18) pada posisi sn-3 diberi nama molekul TAG sebagai 2-oleoil 1-palmitoil 3-stearoilgliserol; dan disingkat menjadi POS (P=palmitat,

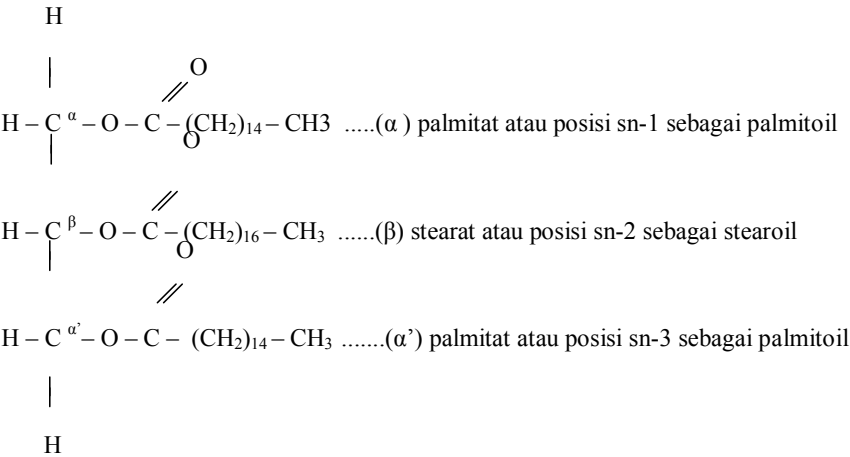
O=oleat dan S=stearat). Suatu campuran TAG yang terbentuk dari dua jenis asam lemak, asam palmitat (P) dan oleat (O), dapat membentuk delapan molekul TAG yang berbeda (POO, POP, POO, OOP, PPO, OPP, PPP, OOO) molekul TAG berdasarkan distribusi posisi. Distribusi gugus asil pada molekul lemak, tidak hanya mempengaruhi sifat kimia, fisika dari suatu lemak tetapi juga bagaimana suatu lemak dimetaboliser dan akhirnya akan mengubah nilai gizi serta sifat aterogenik lemak tersebut (Silalahi, 1999; Berry, 2009).

Tabel 1:
Asam lemak yang banyak terdapat di dalam makanan

Nama trivial dan golongan	Jumlah atom karbon dan singkatan/symbol	Sumber utama di dalam makanan
<i>Rantai Pendek Jenuh</i>		
Butirat	C4:0	Lemak susu
Kaproat	C:6:0	Lemak susu
Kaprilat	C:8:0	Minyak kelapa
<i>Rantai sedang jenuh</i>		
Kaprat	C:10:0	Minyak kelapa
Laurat	C:12:0	Minyak kelapa
<i>Rantai panjang Jenuh</i>		
Miristat	C:14:0	Minyak kelapa
Palmitat	C:16:0	Kebanyakan minyak
Stearat	C:18:0	Kebanyakan minyak
<i>Rantai panjang Tak jenuh</i>		
Oleat (omega -9)	C:18:1(9)	Kebanyakan minyak
Linileat (omega-6)	C:18:2(9,12)	Kebanyakan minyak
Linolenat (omega-3)	C:18:3(9,12,15)	Minyak kedelai
Eikosapentaenoat (EPA) (omega-3)	C:20:5(6,9,12,15,18)	Minyak ikan
Dokosaheksenoat (DHA) (omega -3)	C:22:6(6,9,12,15,18,20)	Minyak ikan

Sumber: Silalahi (2000a); O'Brien (1998); Chow (2008).

Ket:() = nomor atom karbon posisi ikatan rangkap dalam molekul asam lemak



Gambar 1: Struktur Triasilgliserida (1,3 dipamitoil, 2 stearoil gliserol (Berry, 2009)

TAG yang terbentuk melalui sintesis dengan sistim enzimatis (asil transferase yang bekerja spesifik pada posisi tertentu) secara alami di dalam sistim biologis akan menghasilkan TAG yang khusus menempatkan asam lemak pada posisi tertentu. Oleh karena itu, TAG, yang terdapat di dalam tumbuhan dan hewan, memiliki kandungan asam lemak pada posisi spesifik tergantung pada spesiesnya. Komposisi berdasarkan posisi asam lemak di dalam TAG utama di dalam berbagai lemak (Berry, 2009) terdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2:
Distriburi posisi asam lemak (mol %) dalam molekul TAG dari beberapa minyak

Minyak dan Lemak	TAG dan Posisi sn	Asam lemak			
		Palmitat	Stearat	Oleat	Linoleat
Lemak coklat (POP,SOS,POP)	TAG	24	35	36	3
	Sn-1	34	50	12	1
	Sn-2	2	2	87	9
	Sn-3	37	53	9	trace
Kelapa Sawit (POP,POO, POL)	TAG	45	4	38	10
	Sn-1	60	3	27	9
	Sn-2	13	trace	68	18
	Sn-3	72	8	14	3
Babi (SPO,OPL,OPO)	TAG	26	15	40	10
	Sn-1	22	7	50	11
	Sn-2	58	1	15	8
	Sn-3	15	5	52	12

Minyak dan Lemak	TAG dan Posisi sn	Asam lemak			
		Palmitat	Sterarat	Oleat	Linoleat
Sapi (POO,POP,PSO)	TAG	26	20	38	4
	Sn-1	41	17	20	4
	Sn-2	17	9	41	5
	Sn-3	22	24	37	5
Mentega (PPB,PPC,PPO)	TAG	32	10	23	3
	Sn-1	20	15	26	2
	Sn-2	32	7	17	2
	Sn-3	20	15	26	2

Ket: sn=posisi *stereospecific numbering*; P = palmitat; O = oleat; S = stearat; L = linoleat; td = tidak tersedia; B = butirat; C = kaprat; () = TAG dominan (Silalahi, 2000; Berry, 2009).

Pada minyak dan lemak nabati, asam lemak jenuh kebanyakan terdapat pada posisi luar sn-1 dan sn-3 dan asam lemak tak jenuh pada sn-2. Sebaliknya pada lemak hewani asam lemak jenuh menempati posisi sn-2 dengan proporsi yang besar (Silalahi, 2000; Berry, 2009).

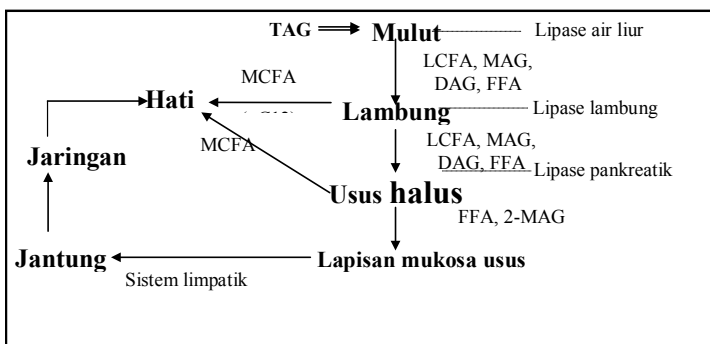
Metabolisme dan Sifat Aterogenik Lemak

Metabolisme dan daya cerna/ketercernaan lemak dipengaruhi oleh panjang rantai asam lemak dan posisi asam lemak didalam molekul TAG. Enzim lipase adalah sekelompok enzim yang bertanggung jawab pada metabolisme lemak dalam pencernaan manusia. Ada tiga sumber lipase yang aktif menghidrolisa lemak sebelum diabsorpsi. Enzim lipase pada manusia bekerja secara spesifik pada posisi sn-1 dan sn-3, dan tidak menghidrolisa asil pada posisi sn-2 atau pada atom karbon nomor 2. Pada dasarnya hidrolisa lemak dimulai oleh *lingual lipase* dalam mulut terutama pada bayi tetapi aktivitas ini rendah pada orang dewasa. Enzim ini aktif dalam bagian atas pencernaan, menghidrolisa lemak (TAG) menjadi monoasilgliserol (MAG), diasilgliserol (DAG), dan asam lemak bebas. Selain daripada itu *lingual lipase* cenderung akan menghidrolisa asam lemak rantai pendek dan sedang saja (Decker, 1996; Willis, *et al* 1998; Kris-Etherton et al, 2005).

Asam lemak rantai pendek dan sedang akan mudah berinteraksi dengan medium berair sehingga dapat langsung diserap melalui lambung ke sirkulasi via vena porta ke hati, dimana akan terjadi oksidasi dan menghasilkan kalori sehingga tidak bersifat aterogenik seperti yang terjadi terhadap minyak kelapa (Willis, *et al*, 1988; Willis and Marangoni, 1999; Enig, 1996; Enig, 2010). Hal ini terutama penting pada pasien yang penyerapan lemak yang tidak baik (*fat malabsorption*) dan juga untuk menghasilkan energi yang cepat untuk bayi yang premature. Asam lemak rantai pendek dan sedang juga dapat dimanfaatkan untuk mensuplai energi yang cepat dalam otot karena transportasi ke mitokondria tidak memerlukan carnitine (Willis and Marangoni, 1999). Di dalam lambung lemak akan dihidrolisa oleh lipase lambung (*gastric*

lipase) yang juga aktif terhadap asam lemak rantai pendek dan sedang, kemudian dapat memasuki sirkulasi via vena porta juga langsung ke hati. Lipase pankreas (*pancreatic lipase*) yang berada di dalam usus halus akan mengkataliser hidrolisa tahap terakhir dari lemak yang sedikit lebih aktif terhadap asam lemak pada posisi sn-1. Lipase pankreas walaupun lebih cenderung terhadap asam lemak pendek dan sedang tetapi dapat juga menghidrolisa asam lemak panjang yang berada pada posisi sn-1,3 (Silalahi, 2006).

Setelah hidrolisa asam lemak dan 2-MAG dalam bentuk misel bersama dengan garam empedu diabsorpsi melalui mukosa intestinal. Asam lemak rantai sedang dalam bentuk 2-MAG diserap, bercampur dengan kilomikron, dan diangkut melalui saluran limpha. Asam lemak jenuh rantai panjang dalam bentuk bebasnya tidak atau sedikit saja diserap, karena titik leleh yang tinggi akan berupa zat padat dan dapat bereaksi dengan kalsium dan magnesium membentuk garam atau sabun yang tak larut dalam air. Oleh karena itu, diupayakan untuk menempatkan asam lemak yang bermanfaat bagi kesehatan pada posisi sn-2 agar absorpsinya lebih baik (Willis, *et al*, 1988; Willis and Marangoni, 1999). Bagan metabolisme lemak oleh lipase pencernaan dapat dilihat pada **Gambar 2**. MAG yang diserap ini akan merupakan dasar struktur untuk mensintesa TAG dalam enterosit sehingga penyerapan asam lemak sn-2 pada lemak akan dipertahankan dan mempengaruhi metabolisme kilomikron dan remnan (sisa) kilomikron yang terbentuk sesudah hidrolisa TAG kilomikron. Asam palmitat dan stearat pada posisi sn-2 dari TAG kilomikron ternyata memperlambat lipolisis TAG dibandingkan dengan jika pada posisi 1 dan 3 (Robinson, *et al.*, 2009; Berry, 2009).



Gambar 2: Metabolisme dan transportasi triasilgliserol pada manusia (sumber: Willis et al, 1998)

Keterangan: TAG (=Triasilgliserol), DAG: Diasilgliserol, MAG: Monoasilgliserol, MCFA: *Medium chain fatty acid* (asam lemak rantai sedang), LCFA: *Long chain fatty acid* (asam lemak rantai panjang), FFA: *Free Fatty Acid* (asam lemak bebas)

Fakta ini menunjukkan bahwa asam lemak jenuh rantai panjang pada posisi 2 akan diserap sempurna dan cepat tetapi lebih lambat dikeluarkan dari sirkulasi dibandingkan jika berada pada posisi 1 dan 3. Juga asam lemak pada sn-2 akan cenderung diangkut ke hati daripada ke adiposa. Sehingga, karena hepatosit adalah tempat utama metabolisme LDL, asam lemak jenuh rantai panjang pada sn-2 akan meningkatkan konsentrasi LDL. Tambahan lagi, perlambatan pengeluaran remnan kilomikron berpotensi aterogenik (Robinson, et al., 2009; Berry, 2009). Pencernaan TAG dengan struktur seperti POO pada minyak kelapa sawit sangat sedikit diserap palmitatnya dibandingkan dengan OPO (susu ibu) banyak diserap (Gupta et al, 2003; Mukherjee and Mitra, 2009).

Sintesa lemak dengan menempatkan asam lemak yang bermanfaat bagi kesehatan seperti omega-3 dan isomer asam linoleat terkonjugasi (*conjugated linoleic acid*; CLA; dengan simbol ; C18:2(9,11) pada posisi 2, makin banyak mendapat perhatian karena akan diserap secara efektif. Lemak yang demikian disebut lemak terstruktur, karena penempatan asam lemak tertentu pada posisi yang diinginkan. Asam lemak omega-3 berperan dalam menurunkan resiko penyakit jantung koroner dengan menurunkan viskositas darah, bersifat vasodilator, sedangkan CLA bersifat antikarsinogenesis, memperbaiki sistem immunitas, antiaterosklerosis (Silalahi, 1999; Blasi, et al, 2008; Silalahi, 2000; Silalahi, 2006).

Pengaruh Interesterifikasi

Interesterifikasi adalah reaksi pertukaran gugus asil di antara ester. Jika ester tersebut adalah triester seperti trigliserida, interesterifikasi dapat berlangsung, baik dalam satu molekul (intramolekuler) atau antar molekul (intermolekuler). Reaksi interesterifikasi (randomisasi) akan mengubah sifat kimia, fisika dan aterogenik dari lemak akibat terjadinya pertukaran posisi asam lemak dalam molekul, khususnya asam palmitat (Silalahi, 1999; Kritchevsky, 2000). Asam palmitat yang berada pada posisi sn-2 pada suatu lemak memperlihatkan sifat aterogenisitas yang signifikan. Lemak babi dan lemak sapi (*tallow*) mengandung asam palmitat sekitar 25%. Pada lemak babi hampir semua asam palmitat berada pada sn-2, sehingga lebih bersifat aterogenik daripada tallow hanya 4% asam palmitat pada posisi sn-2. Sesudah interesterifikasi kedua lemak ini mengandung 8% asam palmitat pada posisi sn-2. Sebagai akibatnya adalah bahwa aterogenisitas lemak babi menurun sedangkan lemak tallow meningkat. Randomisasi minyak biji kapas mengubah posisi asam palmitat dari 2% menjadi 10% di posisi sn-2, dan ternyata sifat aterogenitasnya meningkat tiga kali lipat. Minyak kelapa sawit mengandung asam palmitat 3% pada sn-2 dan sesudah randomisasi menjadi 13,6 % dan meningkatkan aterogenisitas sebanyak 34% (Silalahi, 1999; Kritchevsky, 2000; Silalahi, 2006). Untuk penempatan suatu asam lemak pada posisi sn-2 harus

melibatkan/menggunakan enzim yang bekerja secara spesifik pada posisi sn-2 dalam reaksi interesterifikasi yang disebut interesterifikasi enzimatik (Huyghebeart, 1994; Silalahi, 1999; Willis, *et al*, 1998; Willis and Marangoni, 1999; Ibrahim, *et al*, 2008).

KESIMPULAN

Sifat kimia, fisika, biokimia dan aterogenik dari lemak tergantung pada komposisi asam lemak dan posisi asam lemak di dalam molekul lemak triasilgliserol. Lemak alami memiliki komposisi dan distribusi asam di dalam molekul triasilgliserol secara spesifik, sehingga memiliki sifat aterogenik yang berbeda. Sifat aterogenik ditentukan oleh jumlah asupan total lemak, komposisi asam lemak dan posisi asam lemak di dalam molekul lemak. Asam lemak yang pendek (C4-C8) dan sedang (C10-C12) tidak bersifat aterogenik. Asam lemak tak jenuh tunggal bersifat netral, asam lemak tak jenuh ganda omega-3 bersifat protektif terhadap penyakit jantung koroner. Asam lemak yang bersifat aterogenik palmitat, miristat, terutama jika terdapat pada posisi sn-2, sebaliknya tidak bersifat aterogenik jika terdapat pada posisi sn-1,3 karena akan terhidrolisis oleh enzim lipase menjadi asam lemak bebas yang mengendap sebagai garam kalsium dan magnesium sehingga hanya sedikit diserap. Asam lemak trans berasal dari hasil hidrogenasi parsial yakni elaidat bersifat lebih aterogenik daripada asam palmitat, akan tetapi asam lemak trans linoleat terkojugasi (CLA), bermanfaat bagi kesehatan. Umumnya minyak nabati mengandung asam lemak jenuh pada posisi sn-1,3, sedangkan lemak hewani mengandung asam lemak jenuh pada posisi sn-2. Oleh karena itu lemak hewani bersifat aterogenik dan juga karena kandungan kolesterol dari lemak hewani. Sifat aterogenik dari lemak di dalam makanan dapat dipengaruhi berbagai faktor seperti asupan energi, serat pangan, senyawa yang bersifat antioksidan di dalam makanan dan perilaku dari seseorang yang masih memerlukan penelitian selanjutnya. Dengan reaksi interesterifikasi yang dapat mengubah posisi asam lemak di dalam molekul lemak, tanpa mengubah komposisi asam lemak akan mengubah sifat aterogenik. Sifat aterogenik akan meningkat atau menurun sesudah reaksi interesterifikasi. Maka reaksi interesterifikasi adalah salah satu alternatif untuk mengurangi sifat aterogenik dari lemak tertentu yang masih perlu diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Berry, SEE. 2006. Triacylglycerol structure and interesterification of palmitic and stearic acid-rich fats: an overview and implications for cardiovascular disease. *Nutrition Research Reviews*: 22;3-17

- Blasi F., Cogsignanai, L., Bosi, A., Maurelli, S., D'Arco, G., Fiorini, D., Simonetti, MS., Damiani, P. 2008. Synthesis and structural Analysis of Structured Triacylglycerols with CLA Isomers in the sn-2 Position. *J. Am Oil Chem. Soc.* 85: 613-619.
- Chow, CK. 2008. *Fatty acids in Foods and their Health Implications*. 3rd edn. CRC Press. New York., pp 1061-1076
- Decker, EA. 1996. The role of Stereospecific Fatty acid Positions on Lipid Nutrition. *Nutrition Reviews*. 54(4): 108-110
- Enig, MG. Health and Nutritional benefits from coconut oil and its advantages over competing oils. *Indian Coconut Journal*. 2010. 9-15.
- Enig, MG. Health and Nutritional Benefits from Coconut Oil: an Important Functional Food for the 201st Century. Presented at the AVOC Lauric Oils Symposium, Ho Chi Min City, Vietnam, 25 April 1996.
- Gebaur, SK., Psota TL., and Kris-Etherton, PM.. 2007. The Diversity of Health Effects of Individual trans Fatty acids Isomers. *Lipids*; 42: 787-799.
- Griel, AE, and Kris-Etherton, PM. 2006. Beyond Saturated Fat: The Importance of the Dietary Acid Profile on Cardiovascular Disease. *Nutrition Reviews*: 64 (5): 257-262.
- Gupta, R., Rath, P., and Bradoo, S. 2003. Lipase Mediated Upgradation of Dietary Fats and Oils. *Crit Rev Food Nutr* 43(6): 635-644.
- Huyghebaert, A., Verhaeghe, D., and Demor, H. 1994. Fat Products Using Chemical and Enzymatic Interesterification. In *Fats in Food Products*, Moran, DPJ, and Rajah, KK (eds). Blackie Academic & Professional, London. Pp 319-345.
- Kris-Etherton, PM., Griel, AE, Pwsota, TL, Gebauer, SK., Zhang, J., and Etherton TD. 2005. Dietary Stearic acid and Risk of Cardiovascular Disease: Intake, Sources, Digestion, and Absorption. *Lipids*. 40(12): 1193-1200.
- Kris-Etherton, PM., Griel, AE, Pwsota, TL, Gebauer, SK., Zhang, J., and Etherton TD. 2005. Dietary Stearic acid and Risk of Cardiovascular Disease: Intake, Sources, Digestion, and Absorption. *Lipids*. 40(12): 1193-1200.
- Kritchevsky, D. 2000. Overview: Dietary fat and atherosclerosis. *Asia Pacific J. Clin Nutr*. 9(2): 141-145.

- Mensink, RP. 2008. Effect of products made from a high-palmitic acid, trans-free semiliquid fat or a high-oleic acid, low trans semiliquid fat on the serum lipoprotein profile and on C-reactive protein concentrations in humans. *Eur J Clin Nutr.* 62: 617-624.
- Mukherjee, S., and Mitra, A. 2009. Health Effects of Palm Oil. *J Hum Ecol.* 26(3): 197-203.
- Puska, P. 2009. Fat and Heart Disease: Yes We can make a Change-The case of North Karelia (Finland). *Eur J Clin Nutr.* 54 (suppl 1):33-38.
- Robinson, DM, Martin, NC, Robinson LE., Ahmadi, L., Marangoni, AG and Wright, AJ. 2009. Influence of Interesterification of a Stearic Acid- Rich Spreadable Fat on Acute Metabolic Risk Factors. *Lipids.* 44(1):17-26.
- Silalahi, J. (2006). Makanan Fungsional. Kanisius. Yogyakarta, pp 85-98.
- Silalahi, J. 1999. Modification of Fats and Oils. *Media Farmasi.* 7(1). 1-16.
- Silalahi, J. 2000. Hypocholesterolemic Factors in Foods. A Review. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 7: 26-35.
- Silalahi, J.2000a. Fats, Oils, and Fat Substitutes in Human Nutrition. *Indonesian Food and Nutrition Progress.* 7(1): 1-16.
- Skeaf, CM and Miller, J. 2009. Dietary Fat and Coronary Heart Disease: Summary of Evidence from Prospective Cohort and Randomised Controlled Trials. *Ann Nutr Metab* 55:173-201.
- Uauy, R. 2009. Dietary Fat Quality for Optimal Health and Well-Being: Overview of Recommendations. *Ann Nutr Metab.*; 54(suppl 1):2-7
- Vasudevan, DM. 2009. Coronary artery disease (Atherosclerosis)- an overview & the role of coconut oil in hypercholesterolemia. *Indian Coconut Journal.* June; 2-16.
- White, B. 2009. Dietary Fatty Acids. *American Family Physician.* 80;4:345-350
- Willis, WM., and Marangoni, AG. 1999. Biotechnological Strategies for the Modification of Food Lipids. *Biotech. Genetic Eng. Rev.* 16 April: 141-175.
- Willis, WM., Lencki, RW and Marangoni, G (1998). Lipid Modification Strategies in the Production of Nutritionally Fuctional Fats and Oils. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 38(8): 639-674.

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL DAUN SISIK NAGA (*Drymoglossum piloselloides* [L.] Pres)

Poppy Anjelisa Z. Hsb. dan Aminah Dalimunthe

Departemen Farmakologi Farmasi, Fakultas Farmasi USU

Abstrak

Telah dilakukan penelitian aktivitas antioksidan dari daun sisik naga (*Drymoglossum piloselloides* [L.] Pres.) dalam rangka meningkatkan pemanfaatan antioksidan alami dari tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji aktivitas antioksidan dari daun sisik naga. Daun sisik naga diekstraksi secara perkolasi dengan menggunakan pelarut etanol. Selanjutnya ekstrak dipekatkan dengan rotary evaporator dan dikeringkan dengan freeze dryer sehingga diperoleh ekstrak kental. Hasil pemeriksaan karakterisasi serbuk simplisia daun sisik naga diperoleh kadar air 8,03 %, kadar sari larut dalam air 30,77 %, kadar sari larut dalam etanol 18,77 %. Kadar abu total dari serbuk simplisia adalah 4,32 %. Kadar abu tidak larut dalam asam adalah sebesar 1,32 %. Metode *Radical Scavenger* digunakan untuk menentukan kemampuan antioksidan dari ekstrak yaitu menggunakan senyawa DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) sebagai radikal bebas. Absorbansi DPPH diukur dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 516 nm pada waktu 0 – 120 menit. Kemampuan antioksidan diukur sebagai penurunan serapan larutan DPPH akibat adanya penambahan ekstrak. Kemampuan antioksidan ekstrak rimpang jahe merah memiliki IC_{50} sebesar 100,76 mcg/ml, hal ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi 68,2978 mcg/ml ekstrak rimpang jahe merah memiliki kemampuan sebagai antioksidan dengan kategori sedang.

Kata kunci: *Drymoglossum piloselloides*, antioksidan

PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif merupakan penyakit kronis yang banyak melanda masyarakat Indonesia saat ini. Berdasarkan penelitian dinyatakan bahwa 90% penyebab penyakit degeneratif adalah radikal bebas.

Radikal bebas adalah molekul yang kehilangan elektron sehingga molekul tersebut menjadi labil dan selalu berusaha mengambil elektron dari molekul atau sel lain. Radikal bebas dapat menimbulkan penyakit

yang bersifat kronis seperti serangan jantung dan kanker. Salah satu senyawa yang dapat mencegah dan mengurangi penyakit kronis tersebut adalah antioksidan (Anonim, 2006).

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat memperlambat dan mencegah proses oksidasi lipid. Antioksidan yang cukup potensial adalah vitamin E, vitamin C, seng, selenium dan karotenoid. Sebagian besar senyawa tersebut berasal dari tumbuhan (Hermani dkk, 2005)

Salah satu tumbuhan yang berkhasiat antioksidan adalah *Sisik Naga* (*Drymoglossum piloselloides* [L.] Pres) yang sering digunakan sebagai bahan obat. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari masyarakat yang telah menggunakannya bahwa daun *Sisik Naga* tersebut berkhasiat untuk mengobati penyakit kanker dan mempunyai efek sebagai antioksidan namun efektifitas tanaman ini belum dilakukan penelitian yang komprehensif.

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka perlu untuk dilakukan penelitian pembuktian khasiat daun *Sisik naga* tersebut diatas sebagai antioksidan.

METODE PENELITIAN

Alat

Spektrofotometer UV/VIS, Neraca analitis (Vibra), Rotary evaporator, Freeze dryer, Inkubator, Aluminium foil, Blender, Perkolator, Alat alat gelas laboratorium (Erlenmeyer, gelas beaker, gelas ukur, labu tentukur 25 ml, tabung reaksi, gelas corong).

Bahan

Daun sisik naga, Etanol p.a., Metanol p.a., 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), Toluene, kloroform, Raksa (II) klorida, Bismuth (II) nitrat, Asam nitrat pekat, Besi (III) klorida, Asam klorida pekat.

Pembuatan Pereaksi

Larutan Pereaksi DPPH 200 μ M. Sebanyak 1,9 mg DPPH ditimbang, kemudian dilarutkan dalam methanol hingga volume 25 ml (Depkes, 1979).

Besi (III) Klorida 1%. Sebanyak 1 g besi (III) klorida dilarutkan dalam air suling sampai 100 ml (Depkes RI, 1978).

Larutan HCl 2N. Sebanyak 7 ml asam klorida pekat diencerkan dengan air suling sampai 100 ml (Depkes RI, 1978).

Timbal (II) asetat 0,4 M. Timbal (II) asetat sebanyak 15,17 g dilarutkan dalam air suling bebas CO₂ hingga 100 ml (Depkes RI, 1978).

Prosedur Penelitian

Pengumpulan dan Pengolahan Sampel. Sampel yang digunakan adalah daun sisik naga (*Drymoglossum piloselloides* (Linn.) Persl.) dewasa berwarna hijau tua yang tumbuh menempel pada tanaman sawit. Pengambilan sampel dilakukan secara purposif yaitu tanpa membandingkan dengan tempat tumbuh di daerah lain. Sampel diambil dari desa Kuala Tanjung, kecamatan Air Putih, kabupaten Batubara, Sumatera Utara. Daun sisik naga dibersihkan dari kotoran dengan cara dicuci dengan air bersih sampai bersih, kemudian ditiriskan lalu ditimbang berat seluruhnya sebagai berat basah yaitu 7,7 kg. Kemudian dikeringkan di lemari pengering hingga kering, yang ditandai dengan mudah hancur jika sampel diremas. Setelah kering sampel ditimbang sebagai berat kering yaitu 837 gram, kemudian diserbuk menggunakan blender. Serbuk simplisia diekstraksi menggunakan etanol 96% secara perkolasi.

Skrining Fitokimia dan Karakterisasi Simplisia. Skrining fitokimia serbuk daun dilakukan menurut Depkes (1979) dan Farnsworth (1966) meliputi pemeriksaan terhadap alkaloida, glikosida, glikosida antraknon, saponin, tanin, dan triterpenoida/steroid. Pemeriksaan karakterisasi simplisia meliputi pemeriksaan makroskopik dan mikroskopik, penetapan kadar air, penetapan kadar abu total, penetapan kadar abu tidak larut asam, penetapan kadar sari larut dalam air dan penetapan kadar sari larut dalam etanol (DitJen POM, 1989).

Pengujian Kemampuan Antioksidan dengan Spektrofotometer Visibel. Dibuat larutan induk dengan konsentrasi 1000 µg/ml. Kemudian dibuat konsentrasi larutan uji 20 µg/ml; 40 µg/ml; 60 µg/ml; 80 µg/ml; 100 µg/ml. Ke dalam masing-masing labu ukur ditambahkan 5 ml larutan DPPH 0,5 mM lalu volumenya dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda. Kemudian dibuat larutan blangko sebagai pembanding.

Absorbansi DPPH diukur dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 516 nm, pada waktu selang 5 menit mulai dari 0 menit sampai 30 menit. Kemampuan antioksidan diukur sebagai penurunan serapan larutan DPPH akibat adanya penambahan sampel. Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan ekstrak tersebut dihitung sebagai persen inhibisi (% inhibisi) dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}})}{A_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

Keterangan: A_{kontrol} = Absorbansi tidak mengandung sampel
 A_{sampel} = Absorbansi sampel

Selanjutnya hasil perhitungan dimasukkan ke dalam persamaan regresi dengan konsentrasi ekstrak ($\mu\text{g/ml}$) sebagai absis (sumbu X) dengan nilai % inhibisi (antioksidan) sebagai ordinatnya (sumbu Y).

HASIL DAN PEMBAHASAN

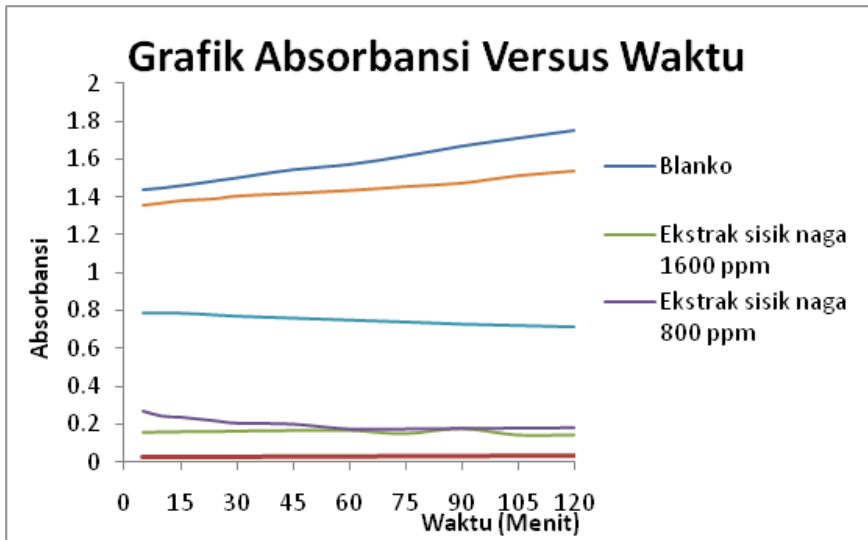
Hasil pemeriksaan karakterisasi serbuk simplisia rimpang jahe merah diperoleh kadar air 8,03 %, kadar sari larut dalam air 30,77 %, kadar sari larut dalam etanol 18,77 %. Makin tinggi kadar sari yang larut dalam air menunjukkan bahwa banyak senyawa polar yang terkandung di dalamnya. Makin tinggi kadar sari yang larut dalam etanol menunjukkan bahwa kandungan senyawa bioaktif makin tinggi. Kadar abu total dari serbuk simplisia adalah 4,32 %. Makin tinggi kadar abu total menunjukkan bahwa kandungan senyawa anorganik semakin tinggi. Kadar abu tidak larut dalam asam adalah sebesar 1,32 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada serbuk simplisia tersebut mengandung sedikit senyawa anorganik yang tidak larut dalam asam. Seluruh pemeriksaan karakteristik serbuk simplisia rimpang jahe merah diatas memenuhi persyaratan karakteristik serbuk simplisia yang ditetapkan pada buku *Materia Medika Indonesia*.

Hasil skrining fitokimia dari daun sisik naga menunjukkan adanya golongan flavanoida, tanin, steroida/triterpenoida, minyak atsiri, dan glikosida. Hasil pemeriksaan kemampuan antioksidan yang dilakukan terhadap ekstrak etanol dari simplisia dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 516 nm selama 2 jam selang 15 menit, diperoleh penurunan absorbansi dari masing-masing larutan uji dengan konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, 800 ppm, dan 1600 ppm dibandingkan dengan larutan blangko (tanpa penambahan ekstrak) yang dapat dilihat pada gambar 1.

Penurunan nilai absorbansi DPPH ini mempunyai arti bahwa telah terjadi penangkapan radikal DPPH oleh larutan uji. Dengan penangkapan radikal tersebut mengakibatkan ikatan rangkap diazo pada DPPH berkurang sehingga terjadi penurunan absorbansi.

Suatu antioksidan dapat bertindak sebagai donor hidrogen ataupun donor elektron. Pemberian atom hidrogen oleh antioksidan yang bertindak sebagai donor hidrogen merupakan tahap awal dari mekanisme antioksidan melalui *radical scavenger* (pembasmi radikal) (Cahyana, 2002).

Larutan uji dari ekstrak daun sisik naga dengan etanol dapat bertindak secara kuat sebagai donor hidrogen, sehingga dapat mengurangi ikatan rangkap diazo pada DPPH. Berkurangnya jumlah ikatan rangkap pada DPPH menyebabkan gugus kromofor yang merupakan penyerap sinar tampak semakin berkurang sehingga mengakibatkan penurunan absorbansi.



Gambar 1: Kurva absorbansi vs waktu

Spektrum UV-Vis umumnya digunakan untuk melacak atau mendeteksi sistem konjugasi. Pada umumnya molekul tanpa ikatan rangkap dan molekul dengan hanya satu ikatan rangkap tidak menyerap sinar di daerah 200-800 nm. Sistem konjugasi dapat dideteksi di daerah ini, dan semakin banyak ikatan rangkap terkonjugasi semakin panjang gelombang serapan maksimumnya (Suminar, 1983).

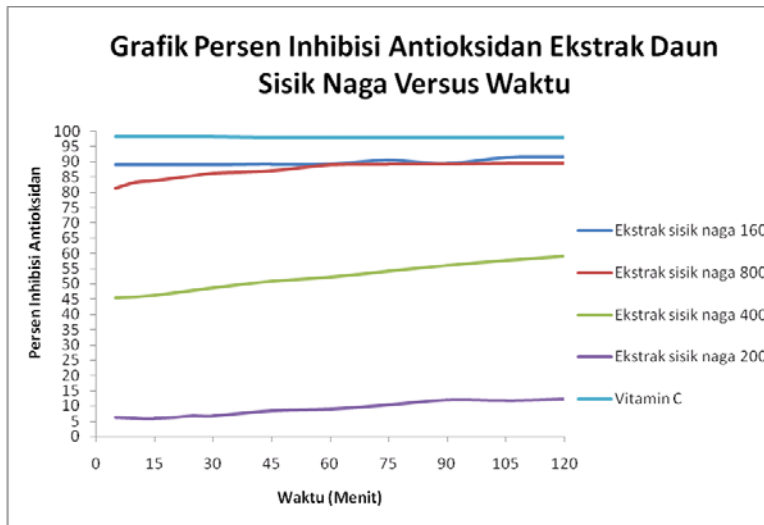
Dari data pengukuran nilai absorbansi pada waktu 2 jam, dapat dianalisis pengaruh konsentrasi sampel uji terhadap persentase inhibisi, seperti dapat dilihat pada gambar 2.

Grafik persen inhibisi antioksidan versus waktu menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun sisik naga maka semakin besar kemampuannya sebagai antioksidan. Konsentrasi ekstrak daun sisik naga 1600 ppm memiliki aktifitas antioksidan yang mendekati vitamin C.

Hasil perhitungan nilai IC_{50} dengan menggunakan persamaan garis linier dimana konsentrasi (mcg/ml) sebagai absis (sumbu x) dan nilai % inhibisi sebagai ordinatnya (sumbu Y) diperoleh nilai IC_{50} larutan uji dari ekstrak daun sisik naga sebesar 100.76 mcg/ml.

Kemampuan antioksidan diukur dengan nilai hambatan radikal bebas, meski belum diketahui jenis senyawa aktif yang dikandungnya. Nilai IC_{50} adalah nilai yang menunjukkan kemampuan antioksidan menghambat 50% aktivitas radikal bebas. Semakin kecil angka IC_{50} semakin bagus. Antioksidan dikelompokkan menjadi 3 golongan berdasarkan kemampuannya yaitu sangat tinggi jika IC_{50} berkisar antara 10-20 mcg/ml, sedang 21-100 mcg/ml, rendah 101-200 mcg/ml, dan tidak mempunyai kemampuan antioksidan jika IC_{50} lebih dari 200 mcg/ml

(Cahyana, 2002). Kemampuan antioksidan ekstrak daun sisik naga memiliki IC_{50} sebesar 100.76 mcg/ml, hal ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi 100.76 mcg/ml ekstrak daun sisik naga dapat menangkal radikal bebas DPPH sebesar 50%.



Gambar 2: Grafik persen inhibisi vs konsentrasi

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil pemeriksaan karakterisasi serbuk simplisia daun sisik naga diperoleh kadar air 8,03 %, kadar sari larut dalam air 30,77 %, kadar sari larut dalam etanol 18,77 %. Kadar abu total dari serbuk simplisia adalah 4,32 %. Kadar abu tidak larut dalam asam adalah sebesar 1,32 %.

Hasil pemeriksaan terhadap aktifitas antioksidan yang dilakukan terhadap ekstrak etanol dari simplisia dengan Spektrofotometer Sinar Tampak pada panjang gelombang 516 nm selama 0-120 menit diperoleh penurunan absorbansi dari masing-masing larutan uji dibandingkan dengan larutan kontrol menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sisik naga memiliki kemampuan sebagai antioksidan.

Kemampuan antioksidan ekstrak daun sisik naga memiliki IC_{50} sebesar 100.76 mcg/ml, hal ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi 100.76 mcg/ml, ekstrak daun sisik naga memiliki kemampuan sebagai antioksidan dengan kategori sedang.

Saran

Sebaiknya dilakukan isolasi senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan yang terdapat pada ekstrak daun sisik naga.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2006). <http://www.litbang.depkes.go.id/bpto/museum.html>. diakses 13 Juni 2008.
- Anonim (2002). http://www.philippinealternativemedicine.com/herbfiendeh_vernonia.html. diakses 13 Juni 2008.
- Dalimartha, S. (2000). *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jilid II. Jakarta: Trubus Agriwidya. Hal. 7.
- Ditjen POM. (1979). *Farmakope Indonesia*. Edisi III. Jakarta: Departemen Kesehatan R.I. Hal. 9, 31, 902.
- Ditjen POM. (1986). *Sediaan Galenik*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Hal. 1-5.
- Ditjen POM. (1989). *Materia Medika Indonesia*. Jilid V. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Hal. 513-522, 536-540, 549-553.
- Ditjen POM. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Cetakan Pertama. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Halaman. 3-5, 10-11.
- Farnsworth, N.R. (1966). Biological and Phytochemical Screening of Plant. *Journal of Pharmaceutical Science*. **55 (3)**: 262-263.
- Harbone, J.B. (1987). *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Penerjemah Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Terbitan Kedua. Bandung: Penerbit ITB. Hal 147-154.
- Hariana.A. (2006). *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Seri 3. Cetakan Kedua. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 91-92.
- Lawrence, G. H. M. (1964). *Taxonomy of Vascular Plants*. New York: The Macmillan Company. P. 334-342.
- Lembaga Biologi Nasional. (1979). *Jenis Paku Indonesia*. Bogor: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Hal. 7, 111.
- Yuniarti, T. (2008). *Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional*. Ciganjur: Media Pressindo. Hal. 377.

PEMANFAATAN DAUN SAMBUNG NYAWA (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr) SEBAGAI ANTIOKSIDAN UNTUK MENCEGAH PENYAKIT

Rosidah dan Suwarti Aris

Departemen Farmakologi Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara
Email: rosidah_noersal@yahoo.com

Abstrak

Daun sambung nyawa (*Gynura procumbens*) tergolong dalam famili Asteraceae, merupakan salah satu tumbuhan dalam pengobatan tradisional, banyak ditanam dan digunakan di beberapa negara di Asia Tenggara terutama Indonesia, Malaysia dan Thailand. Kajian fitokimia ekstrak etanol sambung nyawa menunjukkan adanya flavonoid kuersetin, tanin, saponin, steroid, triterpenoid, asam kafeat, asam vanilat, asam parakumarat, asam klorogenat dan asam parahidroksi benzoat. Daun sambung nyawa digunakan secara tradisional untuk menurunkan tekanan darah tinggi, demam, penyakit hati, diabetes, penyakit ginjal, anti-radang dan antialergi. Tujuan penelitian untuk menguji aktivitas antioksidan secara *in vitro* ekstrak metanol dan fraksinya dengan metode β -karotin-asam linoleat, penentuan jumlah kandungan polifenol, penentuan aktivitas untuk memerangkap radikal bebas. Serbuk daun diekstraksi dengan metanol, menggunakan sokslet, larutan ekstrak yang diperoleh dikeringkan pada tekanan rendah menggunakan rotary evaporator, diperoleh ekstrak metanol. Ekstrak metanol selanjutnya difraksinasi dengan metode pengekstrakan bertahap, diperoleh hasil fraksi kloroform, fraksi etil asetat, fraksi butanol dan fraksi air. Dilakukan kajian aktivitas antioksidan ekstrak metanol dan fraksi-fraksinya secara *in vitro* dengan metode β -karotin-asam linoleat, penentuan jumlah kandungan polifenol dan penentuan aktivitas memerangkap 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi etil asetat mampu melunturkan β -karotin-asam linoleat (62.86%). Fraksi etil asetat juga mengandung senyawa polifenol tertinggi (23.43%) dan mempunyai kemampuan memerangkap radikal bebas tertinggi (99.50%) berdasarkan ujian DPPH berbanding fraksi lain.

Kata kunci: Sambung nyawa, antioksidan, radikal bebas.

PENDAHULUAN

Gynura procumbens (sambung nyawa) tergolong dalam famili Compositae atau Asteraceae, merupakan salah satu tumbuhan dalam pengobatan tradisional, banyak ditanam di beberapa negara di Asia Tenggara terutama Indonesia, Malaysia dan Thailand. *Sambung nyawa* sejenis tanaman yang menjalar atau memanjat. Batangnya sedikit berkayu, pada bagian yang melekat ke tanah biasanya terbentuk akar, bersegi, agak lembut, berair dan berwarna ungu kehijauan. Daunnya tebal, berbulu kedua-dua belah permukaan dan mempunyai bentuk ovat dengan tepi bergerigi, panjang daun 6 – 12 cm dan lebar 2 – 4 cm, (Suharmiati & Maryani, 2004).

Kajian fitokimia ekstrak etanol *G. procumbens* menunjukkan adanya flavonoid kuersetin, tanin, saponin, steroid, triterpenoid, asam kafeat, asam vanilat, asam parakumarat, asam klorogenat dan asam parahidroksi benzoat (Suganda *et al.*, 1988). Kuersetin dan kaempferol merupakan suatu antioksidan kuat, mencegah kerusakan sel-sel, lipid dan DNA oleh oksidasi, dengan menghambat oksidasi lipoprotein densiti rendah (LDL) (Holiman & Katan, 1997). Asam klorogenat dalam kajian *in vitro* menunjukkan kemampuan menghambat hidrolisis enzim glukosa-6-fosfat, menurunkan penghasilan hepatic glukosa dan penyerapan glukosa (Zhang *et al.*, 2007).

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui apakah ada aktivitas antioksidan dari ekstrak metanol daun *Gynura procumbens* dan fraksi-fraksinya secara *in vitro* berdasarkan pada inhibisi reaksi tertentu oleh kehadiran antioksidan dengan radikal bebas atau peroksida (Sun & Ho, 2005) dan memerangkap radikal bebas (Yilidirim *et al.*, 2001) dengan metode:

- β -karoten-asam linoleat,
- Aktivitas mengikat radikal bebas (DPPH),
- Penentuan jumlah kandungan polifenol

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang efek antioksidan dari ekstrak metanol daun *Gynura procumbens* dan fraksinya secara *in vitro* serta memberi gambaran kemungkinan untuk dikembangkan menjadi fitofarmaka untuk penyembuhan penyakit.

Tinjauan Pustaka

Sambung nyawa (*Gynura procumbens*) salah satu tumbuhan dalam pengobatan tradisional, banyak ditanam di kebanyakan negara di Asia Tenggara terutama Indonesia, Malaysia dan Thailand

(Jiratchariyakul *et al.*, 2000) karena khasiatnya dan juga sebagai tanaman hias, tergolong dalam famili Compositae atau Asteraceae.



Gambar tumbuhan *Gynura procumbens* (Lour.) Merr.

Taksonomi tumbuhan Sambung nyawa adalah seperti berikut (Suharmiati & Maryani, 2004; Hargono, 2000).

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Order	: Asterales
Famili	: Compositae / Asteraceae
Genus	: Gynura
Spesies	: <i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr.
Sinonim	: <i>Cacalia procumbens</i> Lour. <i>Cacalia sarmentosa</i> BI

Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang mempunyai ciri-ciri berikut: (i) Senyawa yang mempunyai struktur molekul yang dapat memberikan elektron kepada molekul radikal bebas, (ii) Senyawa yang menghalangi atau melambatkan proses oksidasi molekul dengan menghalang permulaan atau penambahan reaksi rantai oksidasi (Bergman *et al.*,

2001). (iii) Senyawa yang bertindak sebagai penghambat radikal bebas yang akan memutuskan rantai radikal. Peranan utama antioksidan, untuk membantu tubuh melindungi dari kerusakan yang disebabkan radikal bebas. Tubuh manusia mempunyai sistem mekanisme pertahanan yang menentang kerusakan akibat oksidasi dengan menghasilkan antioksidan berupa enzim yang keaktifannya ditingkatkan dengan kehadiran makanan tambahan atau mineral yang disebut ko-faktor (Hertog *et al.*, 1993, Hanson, 2005). Komponen-komponen kimia dalam buah-buahan, sayur-sayuran, rempah dan herba tradisional telah dilaporkan dapat bertindak sebagai antioksidasi (antioksidan) yang dapat memberikan perlindungan daripada penyakit-penyakit kronik termasuk kanker dan kardiovaskular (Vinson *et al.*, 1998). Dua golongan senyawa antioksidan alami yang biasa dijumpai ialah senyawa polifenol dan karotina. Mereka dapat bertindak dengan menetralkan radikal bebas yang sangat reaktif dan berbahaya. Radikal bebas dapat menyebabkan penyakit seperti sirosis hati, arterosklerosis, kanker, artritis, diabetes dan penuaan. Tubuh manusia mempunyai mekanisme alami untuk mengurangi tindakan radikal bebas karena adanya enzim-enzim seperti superoksida dismutase, glutathione peroksidase dan katalase. Vitamin E dan vitamin C dalam tubuh juga dapat memusnahkan radikal bebas (Satyanarayana *et al.*, 2004). Flavonoid dilaporkan menunjukkan aktivitas antioksidan yang baik dan dapat memerangkap spesies oksigen reaktif dan radikal bebas lain (Rice-Evans *et al.*, 1996). Buah-buahan dan sayuran yaitu tomat, wortel, pepaya, jeruk dan anggur merah berperan dalam pencegahan penyakit, sebagian karena sifat antioksidan (vitamin E, vitamin C dan karotin), dan dilaporkan bahwa diet polifenol alami yang berasal dari tumbuhan lebih efektif daripada antioksidan sintetik (Rice-Evans *et al.*, 1997). Banyak herba dan rempah yang bermanfaat dalam kesehatan, digunakan dalam pengobatan contohnya bawang putih, jahe, kunyit, dan bahan makanan yang mengandung antosianin, flavonoid dan karotenoid seperti tomat, wortel dan sayur-sayuran (Heinrich *et al.*, 2004). Sambung nyawa (*Gynura procumbens*) adalah salah satu tumbuhan dalam pengobatan tradisional, banyak ditanam di beberapa negara di Asia Tenggara terutama Indonesia, Malaysia dan Thailand.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dimulai dengan penyiapan bahan-bahan dan pelarut, pembuatan ekstrak metanol dan fraksinasi ekstrak dengan menggunakan kloroform, etil asetat dan n-heksana. Selanjutnya pengujian antioksidan berdasarkan metode β -karoten- asam linoleat, aktivitas memerangkap terhadap 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) dan penentuan jumlah kandungan

polifenol . Prinsip pengujian aktivitas antioksidan adalah penghambatan reaksi tertentu oleh adanya radikal bebas atau peroksida.

Bahan Tumbuhan

Tumbuhan sambung nyawa (*Gynura procumbens*) dikumpulkan dari sekitar kota Medan. Daun yang segar dipisahkan dari batang, dibersihkan dan dikeringkan dalam lemari pengering (40 – 50⁰C) selama 3 hari, kemudian diblender menjadi serbuk untuk digunakan dalam proses berikutnya.

Bahan-Bahan dan Pelarut

Pelarut : Metanol, kloroform, etilasetat, n-butanol. Bahan kimia : Kalium ferisianida ($K_3Fe(CN)_6$), Tween-40 (Polioksietilen sorbitan monopalmitat), β -karoten, xantin oksidase, xantin, alopurinol, BHA (butil hidroksianisol), BHT (butil hidroksitoluena), kuersetin, asam linoleat, natrium karbonat (Na_2CO_3), 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) dan PBS (dapar posfat).

Pembuatan Ekstrak

Serbuk daun *G. procumbens* (500 g) diekstraksi dengan metanol, menggunakan sokslet selama 32 jam. Larutan yang diperoleh dikeringkan pada tekanan rendah menggunakan rotavapor, diperoleh ekstrak metanol. Ekstrak metanol selanjutnya difraksinasi dengan metode ekstraksi bertahap.

Pengujian Aktivitas Antioksidan

Metode untuk menentukan aktivitas antioksidan secara umum berdasarkan pada penghambatan reaksi tertentu oleh adanya antioksidan dengan radikal bebas atau peroksida (Sun, 2005) dan memerangkap radikal bebas (Yilidirim et al.,2001). Aktivitas antioksidan yang diuji yaitu penentuan aktivitas antioksidan menggunakan metode β -karoten-asam linoleat, dan penentuan aktivitas mengikat DPPH.

Penentuan Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode β -karoten-Asam Linoleat

Metode pengukuran β -karoten oleh Sun & Ho (2005) digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan terhadap ekstrak dan fraksi *G. procumbens*. Tahap pertama pembuatan larutan stok β -karoten 1 mg dalam 1 mL kloroform dan ditambah dengan 20 mg asam linoleat dan 200 mg Tween-40. Kloroform kemudian diuapkan dari campuran dengan rotavapor. Residu yang tertinggal dilarutkan dengan 10 mL air suling, dicampur sehingga homogen lalu ditambahkan 40 mL air beroksigen. Larutan ini sebanyak 4 mL dipipet ke dalam tabung-tabung uji yang

masing-masing berisi 0.2 mL ekstrak, fraksi-fraksi *G. procumbens*, butil hidroksianisol (BHA), butil hidroksitoluena (BHT) dan kuersetin (konsentrasi setiap sampel 0.2 mg/mL etanol). Penyerapan UV setiap sampel dan blanko (tanpa β -karoten) diukur langsung (0 menit) sampai 120 menit pada panjang gelombang 470 nm dengan spektrofotometer. Pengukuran diulang sebanyak tiga kali untuk setiap sampel. Aktivitas antioksidan (AA) ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$AA = 100[1 - (A_0 - A_t) / (A_0^0 - A_t^0)]$$

A_0 dan A_0^0 ialah serapan sampel dan blanko pada waktu 0 menit. A_t dan A_t^0 ialah serapan sampel dan blanko pada waktu t menit.

Penentuan Aktivitas Memerangkap DPPH

Aktivitas memerangkap radikal bebas oleh ekstrak, fraksi *G. procumbens* dan BHT diuji berdasarkan pelepasan hidrogen atau kemampuan mengikat radikal dengan menggunakan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) (Kumaran & Karumakaran, 2006). Dibuat satu seri masing-masing larutan ekstrak dan fraksi *G. procumbens* dengan konsentrasi 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 dan 0.4 mg/mL dalam metanol. Pada setiap 1 mL larutan ditambahkan 1 mL BHT dan 2 mL DPPH (0.1 mM). Larutan kontrol dibuat dengan mencampurkan 1 mL metanol dan 2 mL DPPH (0.1 mM dalam metanol). Setelah larutan dibiarkan pada suhu kamar selama 60 menit, serapannya diukur pada 517 nm dengan metanol sebagai blanko. Aktivitas mengikat radikal bebas oleh ekstrak dan fraksi-fraksinya dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$(\%) \text{ aktivitas mengikat radikal bebas} = (Ac - As) / Ac \times 100$$

As adalah serapan sampel, Ac adalah serapan kontrol

Penentuan Jumlah Kandungan Polifenol

Metode Folin-Ciocalteu oleh Slinkard dan Singleton (1977) telah digunakan untuk penentuan jumlah kandungan polifenol dalam ekstrak dan fraksi *G. procumbens*.

Larutan ekstrak dan fraksi *G. procumbens* (1 mg/mL) dalam metanol. Dibuat suatu seri konsentrasi (0.001-0.1 mg/mL) asam galat dalam metanol. Pada setiap 500 μ L larutan ekstrak, fraksi, atau asam galat ditambahkan 500 μ L reagen Folin-Ciocalteu (2 N). Campuran dibiarkan selama 4 menit pada suhu kamar dan ditambahkan 1 mL 20% (b/v) natrium karbonat untuk menghentikan reaksi antara ekstrak, fraksi atau asam galat dengan reagen Folin-Ciocalteu. Larutan selanjutnya ditambahkan 6 mL air suling, didiamkan pada suhu kamar selama 2 jam,

dan diukur serapannya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 760 nm. Setiap sampel diukur sebanyak tiga kali untuk mendapat nilai rata-rata kandungan senyawa fenol dalam ekstrak atau fraksi dengan membandingkan grafik asam galat.

$$TP = C \times VF / W$$

TP = jumlah fenol, C = asam galat ($\mu\text{g/mL}$) setara dengan fenol dalam sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan aktivitas antioksidan dengan metode β -karotin-asam linoleat

Aktivitas antioksidan hambatan oksidasi asam linoleat. Persentase hambatan menunjukkan fraksi etil asetat (62.86%) > fraksi kloroform (52.19%) > ekstrak metanol (50.89%) > fraksi butanol (47.01%) > fraksi air (24.05%). Sedangkan hambatan oksidasi pembanding positif BHA (95.84%), BHT (92.84%) dan kuersetin (88.43%).

Aktivitas memerangkap radikal bebas dengan kajian DPPH, konsentrasi fraksi-fraksi dan ekstrak metanol yang berbeda (0.025 sehingga 0.4 mg/mL) berbanding BHT. Aktivitas memerangkap DPPH paling tinggi dengan konsentrasi 0.4 mg/mL ditunjukkan oleh fraksi etil asetat (99.50%) > BHT (96.33%) > fraksi butanol (90.23%) > ekstrak metanol (57.25%) > fraksi kloroform (34.18%) > fraksi air (8.96%).

Jumlah kandungan senyawa fenolik dalam ekstrak dan fraksi dihitung dengan membandingkan kurva asam galat. Kandungan senyawa fenolik menunjukkan bahwa fraksi etil asetat signifikan tertinggi yaitu $23.43 \pm 0.26\%$ ($p < 0.001$). Selanjutnya ekstrak metanol $9.43 \pm 0.08\%$, fraksi butanol $8.33 \pm 0.87\%$, fraksi kloroform $6.25 \pm 0.52\%$ dan fraksi air $4.37 \pm 0.79\%$ berbanding dengan nilai setara asam galat (GAE).

Pembahasan

Banyak kajian menunjukkan bahwa diabetes berkait dengan peningkatan terbentuknya radikal bebas dan kemampuan antioksidan berkurang. Radikal bebas mempunyai kesan berbahaya dan dapat menyebabkan penyakit Polifenol dan flavonoid seringkali dikaitkan dengan berbagai aktivitas biologi yang signifikan termasuk aktivitas antioksidan dan antihiperlipisemik (Halliwell & Gutteridge, 1999; Rahimi *et al.*, 2005). Kehadiran berbagai komponen antioksidan yang berbeda dan dalam konsentrasi yang kecil dalam jaringan tumbuhan menyukarkan untuk menentukan bilangan sebenarnya komponen antioksidan secara terpisah. Oleh karena itu kebanyakan kajian aktivitas antioksidan dilakukan pada suatu tumbuhan, ekstrak atau fraksi. Antioksidan

senyawa fenolik bertindak sebagai agen penurunan, penderma hidrogen, pemusnah singlet oksigen, juga mempunyai potensi pengkelat logam (Rice-Evans *et al.*, 1996). Aktivitas antioksidan bergantung kepada sistem pengujian, ketentuan dan konsentrasi suatu metode. Sambung nyawa telah lama digunakan oleh masyarakat sebagai obat untuk merawat berbagai penyakit seperti demam, kencing manis, tekanan darah tinggi, penyakit ginjal, anti-radang dan antialergi (Gabriel, 2000; Suharmiati & Maryani, 2004; Jiratchariyakul *et al.*, 2000), anti kanker ovari dan karsinoma uterus (Sari *et al.*, 2004). Berdasarkan kajian antioksidan yang dilakukan, diperoleh fraksi etil asetat menunjukkan kesan aktivitas antioksidan yang tertinggi pada semua metode.

Kesimpulan

1. Penelitian ekstrak metanol *G. procumbens* dan fraksi-fraksi yang berbeda, diperoleh aktivitas antioksidan.
2. Kajian penentuan aktivitas antioksidan menggunakan metode β -karotin-asam linoleat, kajian aktivitas memerangkap radikal bebas dengan ujian DPPH dan penentuan jumlah kandungan polifenol menunjukkan bahwa fraksi etil asetat mempunyai aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak metanol dan fraksi lainnya.
3. Berdasarkan hasil kajian diatas, dapat disimpulkan bahwa fraksi etil asetat dari ekstrak metanol *G. procumbens* mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi
4. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa fraksi etil asetat berpotensi sebagai antioksidan untuk digunakan dalam pengobatan penyakit

DAFTAR PUSTAKA

- Bergman, M., Varshavsky, L., Gottlieb, H.E., & Grossman, S. (2001). The antioxidant activity of aqueous spinach extract: chemical identification of active fractions. *Phytochemistry*, 58, 143-152.
- Gabriel, A. A. (2000). Phytochemical and hypoglycaemic studies of *Gynura procumbens* (Lour.) Merr. (Compositae). PhD Thesis. Universiti Sains Malaysia Penang.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J.M.C.(1999). Free radical in biology and medicine. Oxford: Oxford University Press.
- Hargono, D., Winarno, M. W., & Werawati, A. (2000). Pengaruh Perasan Daun Ngokilo (*Gynura procumbens* Lour.Merr.) terhadap Aktivitas Sistim Imun Mencit putih. *Cermin Dunia Kedokteran*, 127, 22-29.

- Heinrich, M., Barnes, J., Gibbon, S., & Williamson, E.M. (2004). Fundamental of pharmacognocny and phytotherapy. Churchill Livingstone, 4-7, 253-254.
- Hertog, M.G.L., Feskens, E.J.M., Holman, P.C.H., Katan, M.B., & Kromhout, D. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the zupthen elderly study. *The Lancet* 342, 1007-1014.
- Holiman, P., & Katan, M. (1997). Absorption, metabolism and health effects of dietary flavonoids in man. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 51, 305-310.
- Jiratchariyakul, W., Jarikasem, S., Siritantikor, S., Aimon Somanabandhu, & Frahm, W. (2000). Antiherpes Simplex viral compounds from *Gynura procumbens* Merr *Mahidol University Annual Research Abstracts*.
- Rahimi, R., Nikfar, S., Larijani, B., & Abdollahi, M. (2005). A review on the role of antioxidants in the management of diabetes and its complications. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 59, 365-373.
- Rice-Evans, C., Miller, N., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2, 152-159.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1996). Structure-Antioxidant Activity Relationships of Flavonoids and Phenolic Acids. *Biology & Medicine*, 20 (7), 933-956.
- Sari, I. P., Yuniarti, N., Yuli, E., & Mayasari, D. P. (2004). Estrogen Effect of Sambung Nyawa (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr.) Ethanolic Extract in Rat. *2nd Life Sciences Postgraduates Conference*, 182-184.
- Satyanarayana, S., Sushruta, K., Sarma, G. S., Srinivas, N., & Raju, G. V. S. (2004). Antioxidant Activity of the Aqueous Extracts of Spicy Food Additives-Evaluation and Comparison with Ascorbic Acid in *in-vitro* Systems. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 4, 1-10.
- Slinkard, K., & Singleton, V.L. (1997). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Vitic*, 28, 49-55.
- Suganda, A., Sudiro, I., dan Ganthina. (1988). Skrining Fitokimia dari asam fenolat daun sambung nyawa (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr.), Simposium Penelitian Tumbuhan Obat III, UI, Jakarta.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Suharmiati, & Maryani, H. (2004). *Khasiat & Manfaat Daun Dewa & Sambung Nyawa*. Depok: Agromedia Pustaka, 3-12.
- Sun, T., & Ho, C.-T. (2005). Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chemistry*, 90, 743-749.
- Vinson, J. A., Hao, Y., SU, X., & L, Z. (1998). Phenol antioxidant quantity and quality in food: Vegetable. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3630-3634.

EVALUASI NILAI GIZI MINYAK GORENG YANG BEREDAR DI PASARAN KOTA MEDAN BERDASARKAN KOMPOSISI ASAM LEMAK*)

Yosy Silalahi¹⁾, Chairul Azhar²⁾, dan Immanuel S. Meliala²⁾

¹⁾ Mahasiswa Pasca Sarjana, ²⁾ Staf pengajar Fakultas Farmasi
Universitas Sumatera Utara, Medan
borla_bou@yahoo.com

Abstrak

Salah satu penentu nilai gizi lemak dalam minyak goreng adalah komposisi asam lemaknya, dengan perbandingan asam lemak jenuh : asam lemak tak jenuh tunggal : asam lemak tak jenuh jamak yaitu sebanyak 1 : 1 : 1 yang merupakan komposisi ideal. Komposisi seperti ini jarang ditemukan secara alami tetapi dapat diperoleh dengan cara mencampurkan dua atau lebih jenis minyak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi nilai gizi minyak goreng yang beredar di Kota Medan berdasarkan komposisi asam lemaknya.

Sampel minyak goreng yang diteliti diambil berdasarkan yang paling banyak beredar di Kota Medan yaitu minyak goreng Bimoli Spesial, Filma, Tropical, Sania, minyak curah kuning, minyak curah putih, Barco, Happy Salad Oil, Tropicana Slim dan Sunrise.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak satupun sampel minyak goreng yang diperiksa memenuhi nilai gizi yang ideal. Nilai gizi minyak goreng yang mendekati nilai gizi ideal secara berurutan adalah Tropicana Slim, Sunrise, Happy Salad Oil, Filma, Tropical, Sania, Bimoli Spesial, minyak curah kuning, Barco dan minyak curah putih.

Kata kunci: Nilai gizi, minyak goreng, asam lemak, komposisi

PENDAHULUAN

Sebagai zat gizi makanan, lemak merupakan sumber energi dan sumber asam lemak esensial yang terdiri dari asam lemak linoleat (LA) (18:2 n-6) yang juga disebut omega-6 dan linolenat (LNA) (18:3 n-3) yang juga disebut omega-3. Asam lemak golongan omega-3 atau *Poly Unsaturated Fatty Acids* (PUFA n-3) dan omega-6 (PUFA n-6) adalah asam lemak yang memiliki dua atau lebih ikatan rangkap dan ikatan rangkap yang paling terakhir terdapat pada atom karbon ketiga dan enam dari ujung rantai asam lemak (gugus metil) tersebut (Silalahi, 1999; Silalahi, 2000).

Komposisi asam lemak yang baik jika lemak mengandung asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acid* = SFA), asam lemak tak jenuh tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid* = MUFA) dan asam lemak tak jenuh jamak (*Polyunsaturated Fatty Acid* = PUFA) dengan jumlah yang kira-kira sama banyaknya. Jika konsumsi seluruh lemak sebanyak 30% dari total energi, maka ketiga asam lemak tersebut masing-masing menyumbangkan 10% dari total energi. Jadi minyak goreng yang bernilai gizi ideal adalah jika komposisi atau perbandingan SFA : MUFA : PUFA adalah 1 : 1 : 1. Komposisi seperti ini jarang ditemukan secara alami, tetapi dapat diperoleh dengan mencampurkan dua jenis atau lebih minyak alami (Silalahi, 2000; Wardlaw and Kessel, 2002; Wardlaw, 2003).

Minyak goreng yang beredar di Supermarket Kota Medan meliputi berbagai merek dagang. Belum diketahui komposisi asam lemak minyak goreng, apakah merupakan campuran dua jenis minyak atau lebih. Beberapa minyak telah dihidrogenasi untuk memperoleh minyak yang lebih stabil. Akan tetapi hidrogenasi akan mengubah komposisi asam lemak minyak dan bahkan dapat membentuk asam lemak trans yang tidak baik bagi kesehatan (Griel and Etherton, 2006). Selain itu telah banyak minyak goreng yang diperoleh dengan proses pembuatan yang berbeda misalnya dengan fraksinasi tunggal atau dengan fraksinasi berulang (Akoh, 1998).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi nilai gizi minyak goreng yang beredar di pasar dan pengecer minyak goreng di Kota Medan berdasarkan komposisi asam lemak dari masing-masing minyak goreng tersebut. Analisis komposisi asam lemak dilakukan dengan menggunakan alat Kromatografi Gas.

BAHAN DAN METODE

Sampel yang digunakan adalah minyak goreng yang terdapat di Pasaran Kota Medan. Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini jika tidak dinyatakan lain, berkualitas pro analisis produksi E-Merck (Jerman) yaitu boron trifluorida (BF₃ 14 % dalam metanol), n-heksan, natrium hidroksida, metanol, natrium klorida, natrium sulfat anhidrat. Standar asam lemak yang digunakan kemasan F.A.M.E. Mix C 6:0 - C 22:1 (Supelco, Prancis).

Alat-Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit alat Kromatografi Gas (Shimadzu 14B, Jepang), kolom kapiler DB 225 (J&W Scientific, Amerika), *syringe perfection* 10 μ L (Supelco, Australia), vortek (Bender, Jerman), neraca listrik max 210 g (Sartorius, Jepang), hotplate (Heidolph, Jerman), dan alat-alat gelas sesuai kebutuhan.

Prosedur

Pengambilan Sampel

Metode sampling dilakukan dengan cara mengambil produk minyak goreng yang paling banyak beredar di Pasaran Kota Medan. Sebelum dilakukan pengambilan sampel terlebih dahulu dilakukan survei terhadap berbagai produk minyak goreng yang banyak beredar di Pasaran Kota Medan berdasarkan produk yang paling sering ditemukan di pasar Swalayan di Kota Medan. Dengan asumsi bahwa yang paling banyak beredar adalah produk yang biasanya dikonsumsi oleh masyarakat Kota Medan.

Analisis Minyak Goreng dengan Alat Kromatografi Gas

Minyak ditimbang sebanyak 25 mg di dalam tabung reaksi bertutup ditambahkan 1 ml larutan NaOH 0,5 N (dalam metanol), lalu dikocok 1 menit. Tabung ditutup rapat dan dipanaskan di dalam penangas air 100 °C selama 5 menit, kemudian didinginkan hingga suhu berkisar antara 30-40 °C. Ditambahkan 1 ml BF₃ dan tutup rapat kembali tabung, lalu dipanaskan di dalam penangas air 100 °C selama 5 menit. Dinginkan hingga suhu 30-40 °C lalu ditambahkan 1 ml n-heksan dan dikocok kuat selama 30 detik. Ditambahkan 2 ml larutan NaCl jenuh sehingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan air dan lapisan n-heksan. Lapisan n-heksan yang terbentuk dipisahkan sehingga yang tersisa hanya lapisan air. Lapisan air diekstraksi kembali dengan 1 ml n-heksan. Lapisan n-heksan yang terbentuk diambil dan disatukan dengan lapisan n-heksan yang pertama. Ekstrak n-heksan ditambahkan 50 mg Na₂SO₄ anhidrat dan biarkan selama 15 menit. Fase cair bebas air diinjeksikan sebanyak 1 µL untuk dianalisis dengan menggunakan alat Kromatografi Gas (14-B Shimadzu) (Ompusunggu, 2005; Kenneth, 1990).

Preparasi sampel dilakukan sebanyak tiga kali sehingga penginjeksian dilakukan tiga kali. Penentuan asam lemak secara kualitatif dilihat dari waktu tambatnya (*retention time*-nya) sedangkan penentuan kuantitatif dihitung dari tinggi peak yang dibandingkan dengan penginjeksian standar asam lemak pada kondisi yang sama dengan sampel, kondisi alat Kromatografi Gas. Setelah diperoleh komposisi asam lemak dari setiap minyak goreng yang dianalisis, lalu dievaluasi nilai gizinya.

Evaluasi Nilai Gizi Minyak Goreng

Cara evaluasi nilai gizi minyak goreng dilakukan dengan mencari nilai gizi minyak goreng yang terbaik bila perbandingan nilai SFA, MUFA dan PUFA mendekati perbandingan nilai gizi minyak goreng yang ideal yaitu 1:1:1. Perbandingan ini dapat dinyatakan dalam bentuk persentase sehingga perbandingan dari SFA, MUFA dan PUFA adalah

33,33% : 33,33% : 33,33%. Nilai gizi minyak goreng ditentukan dengan mencari nilai penyimpangan dari persentase yang ideal (33,33%) tiap golongan asam lemak minyak goreng.

Rumus mencari nilai penyimpangan adalah jumlah nilai mutlak (Δ) dari selisih antara persentase setiap golongan asam lemak dengan nilai ideal (33,33%).

$$\% \Delta = |33,33\% - \%SFA| + |33,33\% - \%MUFA| + |33,33\% - \%PUFA|$$

Jika $\% \Delta$ adalah 0 maka minyak goreng tersebut bernilai gizi baik, tetapi makin besar penyimpangan makin jelek nilai gizinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang Dianalisis

Berdasarkan prosedur sampling yang telah ditempuh maka produk yang dianalisis adalah produk berikut yaitu: (1) Minyak Bimoli Spesial, (2) Minyak Filma, (3) Minyak *Tropical*, (4) Minyak Sania, (5) Minyak curah kuning, (6) Minyak curah putih, (7) Minyak Barco, (8) Minyak *Tropicana Slim*, (9) Minyak *Happy Salad Oil* dan (10) Minyak *Sunrise*.

Tabel 1:
Komposisi asam lemak pada minyak goreng

Minyak Goreng	Asam Lemak Jenuh							Asam Lemak Tak Jenuh						
Rantai karbon	6:0	8:0	10:0	12:0	14:0	16:0	18:0	20:0	18:1	18:2	18:3	18:3 c	18:3 t	
Bimoli Spesial	-	-	-	0,49	2,20	49,77	2,49	-	32,14	12,21	0,18	-	-	
Filma	-	-	-	0,39	2,22	49,05	2,48	-	32,01	13,23	0,20	-	-	
Tropical	-	-	-	0,59	2,49	48,10	2,29	-	32,13	14,39	0,17	-	-	
Sania	-	-	-	1,03	3,15	47,68	2,25	-	30,95	14,65	0,30	-	-	
M. Curah Kuning	-	0,53	0,44	3,64	3,33	48,43	2,41	-	29,33	11,89	-	-	-	
M. Curah Putih	0,69	10,38	8,00	48,28	19,80	7,68	1,19	-	3,76	0,89	-	-	-	
Barco	0,66	10,57	8,55	48,20	19,80	7,09	1,21	-	3,17	0,74	-	-	-	
Happy Salad Oil	-	-	-	-	0,34	26,89	3,31	-	16,63	42,12	-	7,42	3,21	
Tropicana Slim	-	-	-	-	-	27,21	1,41	0,35	21,61	47,80	1,61	-	-	
Sunrise	-	-	-	0,56	2,12	46,73	2,41	-	31,67	16,00	0,50	-	-	

Berdasarkan **Tabel 1** dapat dilihat bahwa komposisi asam lemak minyak goreng yang dianalisis dari kelompok minyak goreng kelapa sawit yaitu Bimoli Spesial, Filma, *Tropical* dan Sania mempunyai kandungan asam lemaknya hampir sama. Sebaliknya, minyak curah kuning kandungan asam lauratnya (C12:0) sebesar 3,64% yang jauh lebih besar dari keempat minyak goreng kelapa sawit diatas yang berkisar 0,39-

1,03% dan kandungan asam oleatnya (C18:1) sebesar 29,33% yang lebih kecil dari keempat minyak goreng kelapa sawit tersebut yang berkisar 30,95-32,14%. Demikian juga pada asam linoleatnya (C18:2) adalah sebesar 11,89% yang lebih kecil dibandingkan keempat minyak goreng kelapa sawit yang berkisar 12,21-14,64%. Perbedaan komposisi yang paling mencolok adalah pada minyak curah kuning yaitu terdapat asam kaprilat (C8:0) 0,53% dan asam kaprat (C10:0) 0,44% yang merupakan asam lemak yang hanya terdapat pada minyak goreng kelapa sehingga dapat dikatakan minyak curah kuning kemungkinan adalah minyak goreng kelapa sawit yang telah ditambahkan jenis minyak goreng lainnya yang diduga adalah minyak goreng kelapa.

Ternyata dari kelima minyak goreng kelapa sawit tersebut (Bimoli Spesial, Filma, *Tropical*, Sania dan minyak curah kuning), kandungan PUFA (asam linoleat C 18:2 dan asam linolenat C 18:3) adalah berkisar 11,89-14,94% yang lebih besar dari yang ada dalam literatur yaitu 10,8%. Kandungan MUFA (asam oleat C 18:1) adalah berkisar 29,33-32,14% yang lebih kecil jika dibandingkan dengan literatur yaitu 38,7%. Kandungan SFA (asam laurat C12:0, asam miristat C14:0, asam palmitat C16:0 dan asam stearat C18:0) adalah berkisar 53,48-57,80% yang lebih besar dibandingkan dengan literatur yaitu 50%. Dapat juga dilihat bahwa pada kelima jenis minyak goreng kelapa sawit ini tidak terdapat asam arakidat (C20:0) 0,3% dan asam palmitoleat (C16:1) 0,15% yang seharusnya ada berdasarkan pada literatur (O'Brien, 1998; Wilis et al., 1998).

Berdasarkan hasil analisis diketahui komposisi asam lemak minyak curah putih merupakan jenis minyak goreng kelapa karena komposisinya hampir sama dengan Barco yang merupakan minyak goreng kelapa. Kandungan PUFA (asam linoleat C18:2) dari kedua minyak goreng ini berkisar 0,74-0,89% yang lebih kecil bila dibandingkan dengan literatur yaitu 2,5%. Kandungan MUFA (asam oleat C18:1) berkisar 3,17-3,76% yang lebih kecil dari literatur yaitu sekitar 5%. Kandungan SFA (asam kaprilat C8:0, asam kaprat C10:0, asam laurat C12:0, asam miristat C14:0, asam palmitat C16:0 dan asam stearat C18:0) berkisar 96,00-96,09% yang lebih besar dari literatur yaitu sekitar 91,5%. Pada kedua jenis minyak ini terdapat asam kaproat (C6:0) yang tidak sesuai berdasarkan literatur. Hal ini menunjukkan adanya penambahan minyak yang lain sedangkan kandungan asam palmitoleat (C16:1) tidak ada, yang seharusnya berdasarkan literatur terdapat sekitar 1% (O'Brien, 1998; Wilis et al., 1998).

Pada minyak goreng kacang kedelai (*Happy Salad Oil*), kandungan PUFA (asam linoleat C18:2 dan asam linolenat C18:3) adalah 52,76% yang lebih kecil bila dibandingkan dengan literatur 61,3%. Kandungan MUFA (asam oleat C18:1) adalah 16,63% yang lebih kecil

bila dibandingkan dengan literatur yaitu 23,3%. Kandungan SFA (asam miristat C14:0, asam palmitat C16:0 dan asam stearat C18:0) adalah 30,54% yang lebih besar dibandingkan dengan literatur yaitu 14,7%. Pada *Happy Salad Oil* ini tidak terdapat asam palmitoleat (C16:1) 0,1%, asam heptadekenoat (C17:1) 0,1%, asam arakidat (C20:0) 0,3% dan asam behenat (C22:0) 0,3% yang seharusnya ada berdasarkan literatur (O'Brien, 1998; Wilis et al., 1998).

Pada minyak goreng jagung (*Tropicana Slim*), kandungan PUFA (asam linoleat C18:2 dan asam linolenat C18:3) adalah 49,41% yang lebih kecil dibandingkan dengan literatur yaitu 60,8%. Kandungan MUFA (asam oleat C18:1) adalah 21,63% yang lebih kecil dibandingkan dengan literatur yaitu 25,4%. Kandungan SFA (asam palmitat C16:0, asam stearat C18:0 dan asam arakidat C20:0) adalah 28,98% yang lebih besar dibandingkan dengan literatur yaitu 13,3%. Pada *Tropicana Slim* ini tidak terdapat asam palmitoleat (C16:1) 0,2%, asam margarat (C17:0) 0,1% dan asam behenat (C22:0) 0,1% yang seharusnya ada berdasarkan literatur (O'Brien, 1998; Wilis et al., 1998).

Pada kemasan minyak goreng *Sunrise* dicantumkan merupakan campuran minyak kelapa sawit dan kacang kedelai. Persentase minyak kelapa sawit dan minyak kacang kedelai tidak dapat diketahui secara pasti. Pencampuran kedua minyak ini dapat diketahui dari adanya kandungan SFA asam laurat (C12:0) yang berasal dari minyak kelapa sawit yang tidak dijumpai pada minyak kacang kedelai. Hal ini juga didukung dengan kandungan PUFA (asam linoleat C18:2 dan asam linolenat C18:3) yaitu 16,5% yang jauh lebih besar dibandingkan dengan persentase kandungan PUFA minyak kelapa sawit yang terdapat pada literatur yaitu 10,8% (O'Brien, 1998; Wilis et al., 1998).

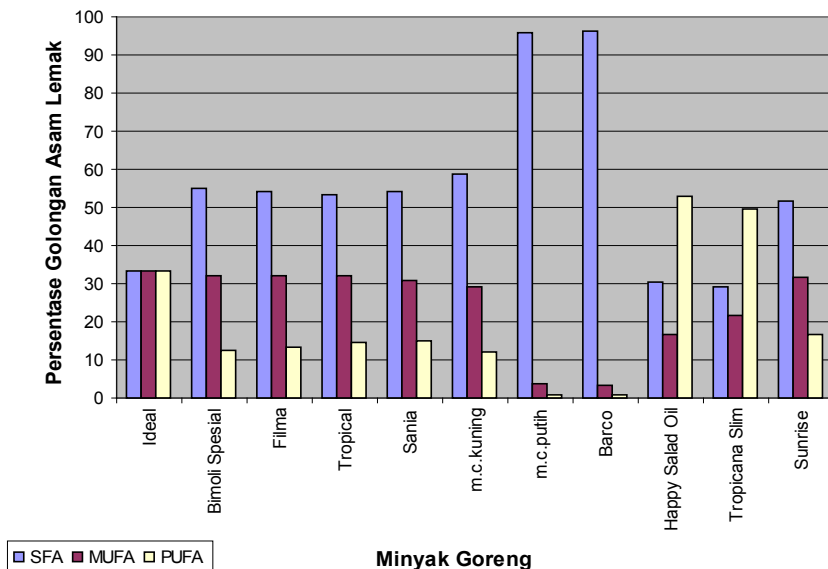
Pada umumnya, perbedaan komposisi asam lemak dan hilangnya kandungan asam lemak yang seharusnya ada berdasarkan literatur pada setiap minyak goreng dipengaruhi oleh proses pembuatannya. Misalnya pada jenis minyak goreng kelapa sawit yaitu minyak Bimoli Spesial pada kemasan dicantumkan proses pembuatannya secara Pemurnian Multi Proses, minyak Filma dicantumkan secara Sistem Pemurnian Terintegrasi Penuh dan minyak *Tropical* mengandalkan proses pembuatannya dengan cara dua kali penyaringan. Walaupun proses pembuatan minyak goreng tersebut berbeda-beda tetapi tidak menghasilkan komposisi asam lemak yang terlalu mencolok dibandingkan minyak goreng kelapa sawit lainnya.

Pada minyak goreng *Happy Salad Oil* juga terdapat asam linolenat (C18:3) dalam bentuk trans yang tidak baik bagi kesehatan. Terdapatnya bentuk trans ini disebabkan karena terjadinya proses hidrogenasi untuk mendapatkan komposisi asam lemak minyak goreng yang lebih stabil (Silalahi dan Tampubolon 2002).

Nilai Gizi Relatif Produk Sampel Minyak Goreng

Komposisi dan persentase asam lemak berdasarkan golongannya dari setiap sampel minyak goreng terdapat pada **Gambar 1**. Persentase golongan asam lemak dirumuskan dari penjumlahan asam lemak berdasarkan golongannya masing-masing. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa komposisi asam lemak yang ideal adalah minyak goreng dengan perbandingan asam lemak SFA, MUFA dan PUFA adalah 1 : 1 : 1 atau dalam nilai persentase adalah 33,33 % : 33,33 % : 33,33 % ($\frac{1}{3} \times 100\%$) yang disebut dengan minyak goreng yang bernilai gizi ideal (Wardlaw, 2003).

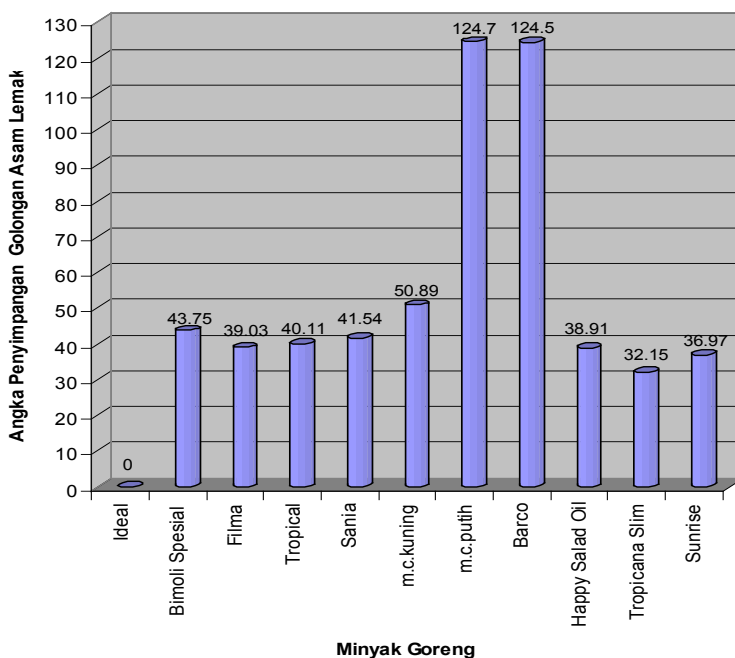
Kemudian dilakukan evaluasi nilai gizi relatif minyak goreng dengan menghitung nilai penyimpangan terhadap yang ideal (nilai penyimpangan = 0) tertera pada **Gambar 2**. Evaluasi nilai gizi minyak goreng di Pasaran Kota Medan dapat dilihat pada **Gambar 2**. Nilai gizi dari masing-masing minyak goreng adalah berdasarkan persentase penyimpangan golongan asam lemak. Nilai gizi minyak goreng yang ideal adalah yang mempunyai total penyimpangan sebesar 0 (nol). Makin besar nilai penyimpangan maka nilai gizi minyak goreng tersebut makin rendah.



Gambar 1: Perbandingan minyak goreng di Pasaran Kota Medan dengan minyak goreng yang bernilai gizi ideal berdasarkan persentase golongan asam lemak.

Evaluasi nilai gizi minyak goreng di Pasaran Kota Medan dapat dilihat pada **Gambar 2**. Nilai gizi dari masing-masing minyak goreng adalah berdasarkan persentase penyimpangan golongan asam lemak. Nilai gizi minyak goreng yang ideal adalah yang mempunyai total penyimpangan sebesar 0 (nol). Makin besar nilai penyimpangan maka nilai gizi minyak goreng tersebut makin rendah.

Dari **Gambar 2** dapat dilihat bahwa nilai penyimpangan terbesar adalah pada minyak curah putih karena memiliki SFA yang paling tinggi kadarnya. Sebaliknya yang mempunyai nilai penyimpangan terkecil adalah pada minyak *Tropicana Slim*, karena perbandingan nilai gizinya terhadap minyak goreng yang bernilai gizi baik lebih mendekati yang ideal dari kesepuluh sampel minyak goreng tersebut. Apabila kesepuluh sampel minyak goreng diurutkan dari yang mendekati nilai gizi yang baik berdasarkan besarnya persentase penyimpangan adalah *Tropicana Slim* (32,15%), *Sunrise* (36,97%), *Happy Salad Oil* diurutkan dari yang mendekati nilai gizi yang baik berdasarkan besarnya persentase penyimpangan adalah *Tropicana Slim* (32,15%), *Sunrise* (36,97%), *Happy Salad Oil* (38,91%), *Filma* (39,03%), *Tropical* (40,11%), *Sania* (41,54%), *Bimoli Spesial* (43,75%), minyak curah kuning (50,89%), *Barco* (124,50%) dan minyak curah putih (124,70%).



Gambar 2. Perbandingan minyak goreng di Pasaran Kota Medan dengan minyak goreng yang bernilai gizi ideal berdasarkan angka penyimpangan golongan asam lemak

Berdasarkan kandungan SFA pada masing-masing minyak goreng, dapat disimpulkan bahwa ada dua minyak goreng yang banyak mengandung asam lemak jenuh rantai pendek dan sedang yaitu minyak curah putih dan Barco. Walaupun kandungan SFA tinggi yaitu 96% tetapi karena mengandung asam lemak pendek dan sedang sebanyak 87%, maka dampaknya terhadap kesehatan (peningkatan kolesterol) tidak signifikan. Hal ini disebabkan karena asam lemak pendek dan sedang langsung dapat di metabolime menjadi sumber energi oleh hati sehingga tidak meningkatkan LDL. Sebaliknya, pada minyak lain misalnya minyak jenis kelapa sawit mengandung asam lemak jenuh rantai panjang sehingga dapat meningkatkan kolesterol (Wardlaw, 2003).

Kandungan PUFA pada minyak goreng yaitu asam linoleat (omega-6) dan asam linolenat (omega-3) merupakan asam lemak esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh tapi tidak dapat diproduksi oleh tubuh sehingga didapat dari luar tubuh. Mekanisme kerja omega-6 dan omega-3 bertolak belakang. Apabila lebih banyak dikonsumsi makanan yang banyak mengandung omega-6 maka dapat menimbulkan pengentalan darah bahkan pembekuan darah dalam jumlah yang sangat banyak sehingga memicu penyempitan pembuluh darah dan meningkatkan respon inflamasi pada tubuh. Sebaliknya, pada makanan yang mengandung omega-3 menimbulkan pengenceran darah yang baik bagi kesehatan jantung dan dapat menurunkan respon inflamasi pada tubuh (Lerman, 2006; Mayes, 1984). Namun baik omega-6 dan omega-3 keduanya tetap penting dan dianjurkan mengkonsumsinya dengan perbandingan omega-6 : omega-3 yaitu 6 :1 (Wijendran dan Hayes, 2004).

Pada jenis minyak goreng kacang kedelai (*Happy Salad Oil*), kandungan PUFA yang dapat dilihat pada **Tabel 1**, mendekati perbandingan omega-6 : omega-3 yang dianjurkan yaitu 42,12% : 7,42% (6:1), tetapi dalam *Happy Salad Oil* terdapat omega-3 bentuk trans sebanyak 3,21% yang tidak baik bagi kesehatan. Sebaliknya, minyak goreng kelapa sawit (Bimoli Spesial, Filma, *Tropical*, Sania dan minyak curah kuning), minyak kelapa (minyak curah putih dan Barco), minyak jagung (*Tropicana Slim*) dan minyak goreng campuran kelapa sawit dan kacang kedelai (*Sunrise*), tidak ada yang memenuhi perbandingan tersebut.

Pada kandungan MUFA kesepuluh minyak goreng yang dianalisis terdapat empat minyak goreng yang sangat berbeda jauh dari nilai kandungan MUFA yang ideal (33,33%) yaitu minyak kelapa (minyak curah putih 3,76% dan Barco 3,17%), minyak kedele (*Happy Salad Oil* 16,63%) dan minyak jagung (*Tropicana Slim* 21,61%). Padahal MUFA yaitu oleat (omega-9) sangat baik bagi kesehatan yang dapat meningkatkan HDL dan menurunkan kadar kolesterol dan omega-9 juga

tidak terpengaruh oleh tingginya suhu sehingga pada saat menggoreng omega-9 tidak berubah sedangkan omega-3 dapat berubah menjadi asam lemak bentuk trans yang tidak baik bagi kesehatan (Widyasari, 2005).

Komposisi asam lemak yang ideal jarang ditemukan, tetapi dapat diperoleh komposisi yang mendekati ideal dengan mencampurkan dua jenis atau lebih minyak. Pada **Gambar 1** pencampuran yang baik adalah antara *Happy Salad Oil* (minyak goreng kacang kedelai) dan *Sunrise* (minyak goreng kelapa sawit dan minyak kacang kedelai), karena pada *Happy Salad Oil* nilai SFA (30,54%) lebih kecil dibandingkan nilai SFA *Sunrise* (51,81%) sehingga apabila dicampurkan nilai SFA minyak baru tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi dari nilai ideal. Begitu juga nilai MUFA dan PUFA yang apabila dicampurkan, nilai MUFA dan PUFA minyak baru akan lebih baik atau mendekati nilai ideal.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi nilai gizi minyak goreng yang banyak beredar di Pasaran Kota Medan berdasarkan komposisi asam lemaknya tidak ada satupun minyak goreng tersebut yang memenuhi perbandingan SFA : MUFA : PUFA yaitu 1 : 1 : 1.

Hasil evaluasi nilai gizi minyak goreng yang bernilai gizi baik atau mendekati perbandingan tersebut secara berurutan adalah *Tropicana Slim* (32,15%), *Sunrise* (36,97%), *Happy Salad Oil* (38,91%), *Filma* (39,03%), *Tropical* (40,11%), *Sania* (41,54%), *Bimoli Spesial* (43,75%), minyak curah kuning (50,89%), *Barco* (124,50%) dan minyak curah putih (124,70%).

Hasil penelitian ini hanya berdasarkan komposisi golongan asam lemaknya seperti yang tersebut di atas. Ada beberapa faktor lain terhadap penilaian nilai gizi misalnya panjang rantai dari asam lemak, ada tidaknya asam lemak trans yang perlu diperhitungkan untuk diteliti lebih lanjut.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Prof. Dr. Jansen Silalahi, MAppSc, Apt yang telah memberikan masukan yang bernilai pada penulis selama dilakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. (1997). *Teknik Kromatografi Untuk Analisis Bahan Makanan*. Penerbit Andi. Yogyakarta. hal. 63-99.
- Akoh, CC. (1998). Fat Replacers. *Food Technology*. 52(3): 47-53.
- Arikunto, S. (1993). *Prosedur Penelitian*. Edisi III. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. hal. 127.

- Day, RA. dan Underwood, AL. (1989). *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi V. Penerjemah: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Penerbit Erlangga. Jakarta. hal. 26-28.
- Griel, AE. and Etherton, PMK. (2006). Beyond Saturated Fat: The Importance of The Dietary Fatty Profile on Cardiovascular Disease. *Nutrition Reviews*. ProQuest Medical Library. 64 (5): 252-257.
- Kenneth, H. (1990). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist. 15th ed. Volume Two. New York. pp. 963-964.
- Laitien and Herbert, A. (1975). *Chemical Analysis*. 2^{ed} ed. The McGraw Hill. Sidney. pp. 561.
- Lerman, RH. (2006). Essential Fatty Acids. *Continuing Medical Education*. 12 (3): 20-29.
- Mayes, PA. (1984). Bioenergetika dan Metabolisme Lipid. Edisi XXIV. Penerjemah: Andry Hartono. *Biokimia Harper*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. hal. 227-250.
- McKee, T. and McKee, JR. (2003). *Biochemistry: The Molecular Basis Of Life*. 3^{ed} ed. The McGraw-Hill. Boston. pp. 68-71.
- Muchtadi, D. (2003). *Seri Healthy Food : Minyak Goreng*. Diakses 2006. www.indohalal.com
- O'Brien, RD. (1998). *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. Technomic. USA. pp. 7-30.
- Ompusunggu, FBI. (2005). Pengaruh Penggorengan Terhadap Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa dan Minyak Sawit. Skripsi. Departemen Farmasi FMIPA USU. Medan. hal. 4-5.
- Sevilla, CG., Ochave, JA., Punsalam, TG., Regala, BP. dan Uriarte, GG. (1993). *Pengantar Metode Penelitian*. Penerjemah: Alimuddin Tuwu, Penerbit UI-Press. Jakarta. hal. 71.
- Silalahi, J. (2000). Hypocholesterolemic Factors in Foods. A Review. *Indon Food Nutr Prog*. 7 (1): 26-36.
- Silalahi, J. (1999). Modification Of Fats and Oils. *Media Farmasi*. 7(1): 1-16.
- Silalahi, J. (1995). *Peranan Analisa Fisiko Kimia Dalam Evaluasi Mutu Bahan Makanan*. Seminar Sehari Fakultas Pertanian. Universitas Katolik Santo Thomas. hal. 10-11.

- Silalahi, J. dan Tampubolon, SDR. (2002). Asam Lemak Trans dalam Makanan dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan. *J. Teknol. dan Industri Pangan*. 8 (2): 184-188.
- Silalahi, J. (2006). *Fats and Oils: Modification and Substitution*. Lecture Notes. Postgraduate Section. University of North Sumatera. Medan. pp. 17-25; 63-68.
- Silalahi, J. (2006a). *Makanan Fungsional*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. hal. 90-93.
- Tallon, MJ. (2007). Healthy Oils : Beyond Trans Fats. *Functional Foods and Nutraceuticals*. Januari: 22-23.
- Toha, AHA. (2001). *Biokimia: Metabolisme Biomolekul*. Cetakan pertama. Alfabeta. Bandung. hal. 100.
- Wardlaw, GM. and Kessel, MW. (2002). *Perspective in Nutrition*. 5th ed. The McGraw Hill. Sidney. pp. 203-225.
- Wardlaw, GM. (2003). *Contemporary Nutrition*. 5th ed. The McGraw Hill. Sidney. pp. 145-168.
- Widyasari, RI. (2005). Tips Mencegah Penyakit Jantung Koroner. *Gaya Hidup*. 8 (4): 16-17.
- Wills, MW., Lencki, RW. and Marangoni, AG. (1998). Lipid Modification Strategies In The Production Of Nutritionally Functional Fats and Oil. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Canada. 38(8): 638-674.

AKTIVITAS PENANGKAP RADIKAL EKSTRAK ETANOL DAN EKSTRAK AIR HERBA RANTI (*Solanum nigri* L.)

**Herawaty Ginting, Aswita Hafni Lubis, Martua Pandapotan
Nasution, Erli Sitompul, dan Suryadi Achmad**

Departemen Biologi Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara
E-Mail : hera_ginting @ yahoo.co.id

Abstrak

Herba ranti (*Solanum nigri* L.) dikenal masyarakat sebagai sayuran, walaupun rasanya pahit banyak yang menggemari. Dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi herba ranti segar dengan menggunakan pelarut etanol 96 % dan air. Daya tangkap ekstrak etanol 96 % dan ekstrak air herba ranti terhadap radikal DPPH (1,1- *diphenyl-2-picrylhydrazyl*) secara spektrofotometri. Uji aktivitas penangkap radikal dan antioksidan dilakukan dengan pembandingan vitamin C dan BHT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol 96 % herba ranti mempunyai aktivitas penangkap radikal dengan IC₅₀ sebesar 89,26 µg/ml dan ekstrak air mempunyai aktivitas penangkap radikal dengan IC₅₀ sebesar 113,56 µg/ml. Aktivitas penangkap radikal ekstrak etanol 96 % dan ekstrak air lebih kecil dibanding vitamin C dan BHT.

Kata kunci: Penangkap radikal, antioksidan, *Solanum nigrum* L., DPPH

PENDAHULUAN

Pola hidup masyarakat yang berubah dan pola makan yang salah memberikan dampak negatif terhadap kesehatan, yakni terbentuknya radikal bebas yang mengakibatkan munculnya berbagai penyakit degeneratif seperti jantung koroner, diabetes, rematik. Mekanisme kerusakan sel oleh radikal bebas berawal dari teroksidasinya asam lemak tak jenuh pada lapisan lipid membran sel, reaksi ini mengawali terjadinya oksidasi lipid berantai yang menyebabkan kerusakan membran sel (Cholisoh dan Wahyu, 2008).

Radikal bebas adalah senyawa kimia yang mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Senyawa ini bersifat tidak stabil dan sangat reaktif. Untuk mencapai kestabilan, senyawa ini harus mencari elektron lain sebagai pasangan. (Hernani dan Raharjo, 2005). DPPH adalah suatu radikal bebas yang dapat menerima hidrogen dari antioksidan, sehingga DPPH tidak reaktif lagi. Antioksidan dapat

menanggulangi kelebihan radikal bebas, antioksidan yang cukup potensial adalah vitamin E, vitamin C, seng, selenium, karotenoida dan flavonoida. Sebagian besar senyawa tersebut berasal dari tumbuh-tumbuhan (Hernani dan Raharjo 2005).

Herba ranti (*Solanum nigrum* L.) yang termasuk kedalam suku Solanaceae merupakan salah satu jenis sayur yang banyak dikonsumsi masyarakat, selain harganya relatif murah juga mudah didapat. Dalam penelitian ini diharapkan ekstrak etanol dan ekstrak air herba ranti mengandung antioksidan yang dapat bereaksi dengan radikal bebas DPPH yang dapat ditandai terjadinya perubahan warna DPPH dari warna ungu menjadi warna kuning. Sebagai pembanding digunakan vitamin C dan BHT.

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol dan ekstrak air herba ranti.

BAHAN DAN METODE

Bahan kimia: Pereaksi Liebermann-Burchard, Mayer, Bouchardat, Dragendorff, Molish, magnesium, amil alkohol, etanol 96 %, timbal (II) asetat, isopropanol, kloroform, asam sulfat, benzen, natrium hidroksida, methanol, DPPH, besi (III) klorida, n-heksana, asam klorida, vitamin C dan BHT.

Alat: alat-alat gelas, spektrofotometer UV mini 1240 (Shimadzu), rotary evaporator (Buchi 461), neraca listrik (Vibra).

Sampel uji: Sampel uji yang digunakan diambil secara purposif, yakni sayuran ranti yang segar, dibeli dipasar tradisional Padang Bulan kecamatan Medan Baru, Medan.

Pengolahan herba ranti dilakukan terhadap sampel segar yaitu herba dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat, dicuci dengan air sampai bersih, lalu ditiriskan. Selanjutnya diiris-iris halus (sampel) dan segera digunakan untuk perlakuan berikutnya.

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia terhadap sampel dilakukan menurut Depkes (1979) dan Farnsworth (1966) terhadap senyawa kimia golongan alkaloida, flavonoida, tanin, saponin, glikosida, antraknon dan steroida/triterpenoida.

Pembuatan Ekstrak Etanol Herba Ranti

Pembuatan ekstrak etanol herba ranti dilakukan dengan maserasi menggunakan etanol 96 %. Prosedur pembuatan ekstrak: ditimbang sebanyak 400 gr sampel herba ranti segar yang telah diiris halus, dimasukkan kedalam wadah yang gelap, kemudian direndam dalam etanol 96 %, dibiarkan selama 5 hari, sambil sekali-sekali diaduk, kemudian disaring. Hal ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh maserat yang tidak berwarna, kemudian dikeringkan dengan menggunakan rotary evaporator pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ sampai diperoleh ekstrak kental, kemudian dikeringkan dengan freeze dryer pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Pembuatan Ekstrak Air Herba Ranti

Pembuatan ekstrak air herba ranti dilakukan dengan maserasi menggunakan aquades. Prosedur pembuatan ekstrak : ditimbang sebanyak 400 gr sampel herba ranti segar yang telah diiris halus, dimasukkan kedalam wadah yang gelap, kemudian direndam dalam aquades, dibiarkan selama 5 hari, sambil sekali-sekali diaduk, kemudian disaring. Hal ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh maserat yang tidak berwarna, kemudian dikeringkan dengan menggunakan rotary evaporator pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ sampai diperoleh ekstrak kental, kemudian dikeringkan dengan freeze dryer pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Pengujian Kemampuan Antioksidan dengan Spektrofotometer Visibel

Sebanyak 25 mg ekstrak kasar ditimbang kemudian dilarutkan dalam labu ukur 25 ml dengan metanol lalu volumenya dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda (larutan induk 1000 $\mu\text{g/ml}$). Larutan induk dipipet sebanyak 2,5 ml, 5 ml; 7.5 ml, dan 10 ml; ke dalam labu ukur 25 ml untuk mendapatkan konsentrasi larutan uji 100 $\mu\text{g/ml}$; 200 $\mu\text{g/ml}$; 300 $\mu\text{g/ml}$; 400 $\mu\text{g/ml}$. Ke dalam masing- masing labu ukur ditambahkan 5 ml larutan DPPH 0,5 mM lalu volumenya dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda. Larutan blanko dibuat dengan cara larutan DPPH 0,5 mM dipipet sebanyak 5 ml kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml lalu volumenya dicukupkan dengan metanol sampai garis tanda.

Absorbansi DPPH diukur dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 516 nm, setelah pendiaman selama 30 menit. Kemampuan antioksidan diukur sebagai penurunan serapan larutan DPPH akibat adanya penambahan sampel. Nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan ekstrak tersebut dihitung sebagai persen inhibisi (% aktivitas penangkap radikal)) dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}})}{A_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

Keterangan: A_{Kontrol} = Absorbansi tidak mengandung sampel
 A_{sampel} = Absorbansi sampel

Selanjutnya hasil perhitungan dimasukkan ke dalam persamaan regresi dengan konsentrasi ekstrak ($\mu\text{g/ml}$) sebagai absis (sumbu X) dengan nilai % inhibisi (aktivitas penangkap radikal) sebagai ordinatnya (sumbu Y) (Ekaprasada, 2005). Dengan perlakuan yang sama dikerjakan untuk pembanding vitamin C dan BHT.

Pemeriksaan aktivitas anti radikal bebas DPPH secara spektrofotometer dilakukan dengan mereaksikan sampel dengan larutan pereaksi DPPH 0,5 mM. Pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan ekstrak air herba ranti dengan konsentrasi masing-masing 100 $\mu\text{g/ml}$, 200 $\mu\text{g/ml}$, 300 $\mu\text{g/ml}$, 400 $\mu\text{g/ml}$ yang dibandingkan dengan vitamin C 20 $\mu\text{g/ml}$, 40 $\mu\text{g/ml}$, 60 $\mu\text{g/ml}$, 80 $\mu\text{g/ml}$ dan BHT konsentrasi 20 $\mu\text{g/ml}$, 40 $\mu\text{g/ml}$, 60 $\mu\text{g/ml}$, 80 $\mu\text{g/ml}$ sebagai kontrol larutan pereaksi DPPH 0,5 mM (tanpa penambahan sampel). Data hasil pengukuran % aktivitas penangkap radikal ekstrak etanol, ekstrak air herba ranti, vitamin C dan BHT dengan menggunakan alat spektrofotometer uv-visibel pada panjang gelombang 516 nm dapat dilihat pada Tabel 1,2,3 dan 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil skrining fitokimia terhadap sample, menunjukkan bahwa herba ranti segar mengandung golongan senyawa kimia alkaloida, flavonoida, tannin, saponin, glikosida dan steroida/terpenoida.

Terdapat penurunan nilai absorbansi DPPH pada sampel uji dengan konsentrasi yang berbeda. Penurunan absorbansi ini menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol herba ranti, ekstrak air herba ranti, baku pembanding vitamin C dan BHT. Penurunan nilai absorbansi DPPH mempunyai arti bahwa telah terjadi penangkapan atom hidrogen dari antioksidan oleh radikal DPPH, larutan DPPH berwarna ungu akan berubah menjadi larutan berwarna kuning.

Data pengukuran nilai absorbansi setelah pendiaman 30 menit, dapat dianalisis pengaruh konsentrasi sampel uji dengan persentase aktivitas penangkap radikal, diperoleh nilai IC_{50} ekstrak etanol herba ranti sebesar 89,26 $\mu\text{g/ml}$, nilai IC_{50} ekstrak air herba ranti 113,56 $\mu\text{g/ml}$. Nilai IC_{50} dari baku pembanding vitamin C sebesar 10,614 dan BHT 10,94 $\mu\text{g/ml}$.

IC_{50} merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak etanol harba ranti dan ekstrak air herba ranti ($\mu\text{g/ml}$) yang mampu

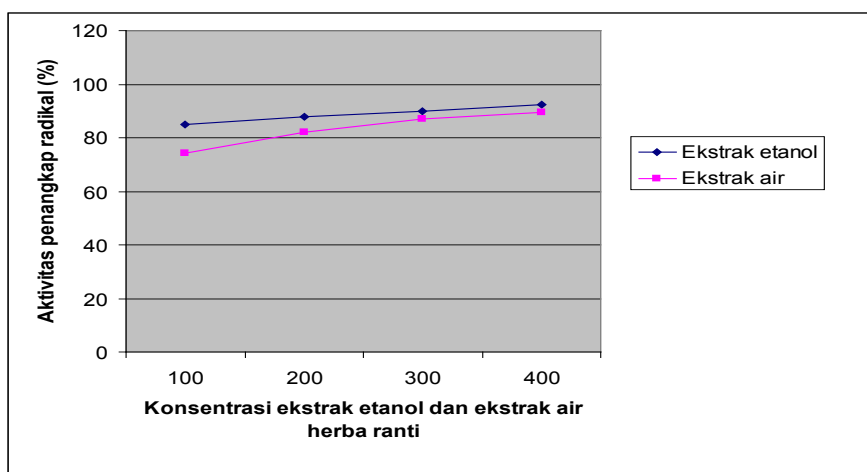
menghambat proses oksidasi sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC_{50} berarti semakin tinggi aktivitas antioksidan

Pada kurva jelas terlihat bahwa aktivitas ekstrak etanol lebih kuat dibanding ekstrak air disebabkan senyawa yang bersifat sebagai antioksidan lebih banyak terlarut kedalam pelarut etanol dibanding air. Aktivitas vitamin C dan BHT sebagai antioksidan pembanding memperlihatkan kemampuan yang hampir sama yaitu sangat kuat, bila dibanding dengan aktifitas kedua jenis ekstrak. Hal ini disebabkan karena vitamin C dan BHT merupakan antioksidan yang murni.

Secara spesifik suatu senyawa di katakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC_{50} kurang dari 50 $\mu\text{g/ml}$, kuat untuk IC_{50} bernilai 51-100 $\mu\text{g/ml}$, sedang jika IC_{50} bernilai 101-150 $\mu\text{g/ml}$ dan lemah jika IC_{50} bernilai 151-200 $\mu\text{g/ml}$ (Anonim, 2005).

Tabel 1:
Aktivitas penangkap radikal ekstrak etanol herba ranti

Konsentrasi ($\mu\text{g/ml}$)	Aktivitas penangkap radikal (%)	Persamaan regresi linier	IC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)
100	85,04	$Y = 0,1896 X + 33,076$	89,26
200	87,78		
300	89,71		
400	92,48		



Gambar 1: Kurva % aktivitas penangkap radikal ekstrak etanol dan ekstrak air herba ranti VS konsentrasi

Tabel 2:
Aktivitas penangkap radikal ekstrak air herba ranti

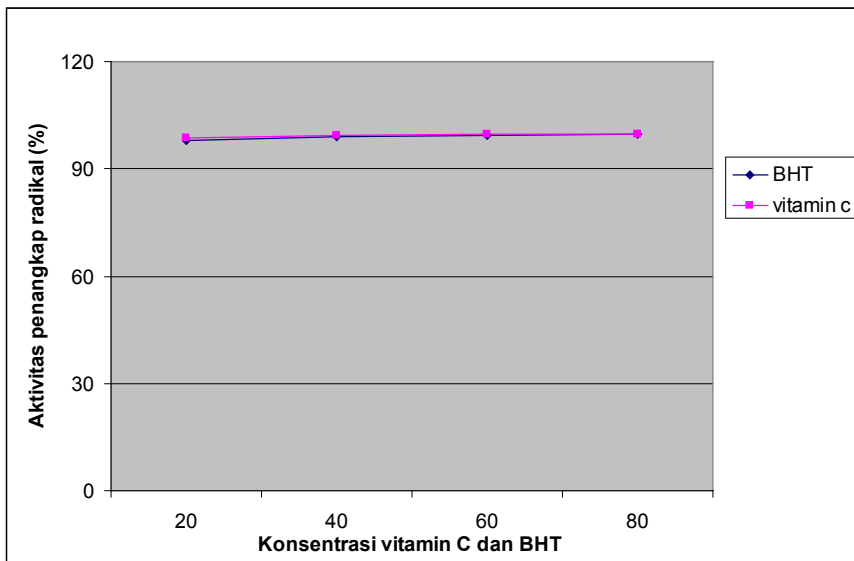
Konsentrasi (µg/ml)	Aktivitas penangkap radikal (%)	Persamaan regresi linier	IC ₅₀ (µg/ml)
100	74,20	$Y = 0,19187 X + 28,21$	113,56
200	82,17		
300	87,03		
400	89,52		

Tabel 3:
Aktivitas penangkap radikal vitamin C

Konsentrasi (µg/ml)	Aktivitas penangkap radikal (%)	Persamaan regresi linier	IC ₅₀ (µg/ml)
20	98,71	$Y = 1,0024 X + 39,360$	10,614
40	99,18		
60	99,59		
80	99,80		

Tabel 4:
Aktivitas penangkap radikal BHT

Konsentrasi (µg/ml)	Aktivitas penangkap radikal (%)	Persamaan regresi linier	IC ₅₀ (µg/ml)
20	97,78	$Y = 1,0004 X + 39,016$	10,940
40	99,03		
60	99,37		
80	99,70		



Gambar 2: Kurva % aktivitas penangkap radikal vitamin C dan BHT VS konsentrasi

KESIMPULAN

Hasil skrining fitokimia herba ranti segar menunjukkan bahwa herba ranti mengandung golongan senyawa alkaloida, flavonoida, tanin, glikosida dan steroida/triterpenoida.

Hasil pemeriksaan aktivitas antioksidan yang dilakukan terhadap serbuk ekstrak etanol dan ekstrak air herba ranti dengan nilai IC_{50} untuk ekstrak etanol herba ranti 89,26 $\mu\text{g/ml}$ dan ekstrak air herba ranti 113,56 $\mu\text{g/ml}$, perbandingan vitamin C sebesar 10,614 dan BHT 10,94 $\mu\text{g/ml}$.

Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan ekstrak air herba ranti memiliki kemampuan antioksidan yang kuat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada Dekan Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara bapak Prof.,Dr.,Sumadio Hadisahputra, Apt. yang telah memberikan dukungan dana. Terimakasih disampaikan kepada saudari Mustika Furi S.Farm.,Apt. dan Ratih Indah Permata Sari yang membantu penelitian ini di Laboratorium

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 2001. Uji Aktivitas Antioksidan. Tanggal akses : 21 Januari 2010. <http://karieeen.wordpress.com/2001/ujiaktivitasantioksidan>
- Anonim 2005. *Solanum nigri* L.[http:// toivid, multiply com / journal](http://toivid,multiply.com/journal)
- Brand-Williams, M.E. Cuvelier dan C. Berset, 1995, Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel-wissenschaft und Technologie*, pp 25-30.
- Departemen Kesehatan RI. 1978. *Materia Medika Indonesia*, Jilid II, Jakarta: Depkes RI. Hal 150-156.
- Departemen Kesehatan RI. 1979. *Farmakope Indonesia*. Edisi Ketiga. Jakarta: Depkes. Hal. 29-31, 33, 649, 748
- Departemen Kesehatan RI. 1994. Inventaris Tanaman Obat Indonesia. (III), Jakarta Depkes, RI.. hal 259-260.
- Ekaprasada, M.T., A.H. Cahyana., 2005, Isolasi Senyawa Antioksidan Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* Nees ex Blume., Simposium Nasional Kimia Bahan Alam XV. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hal : 94-103.
- Farnsworth, N.R.,1996. *Biological and Phytochemical Screening of Plants, Journal of Pharmaceutical Sciences*, Chicago Reheis Chemical Company **55(3)** : 257-259, 263.

- Gurav, S., N. Deshkar, V.Gulkari, N. Duragkar, A. Patil 2007. Free Radica Scavengeng Activity of Polygala chinensis Linn, Pharmacology online, 2. pp 245-253.
- Harbone, J.B. 1987. *Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalis Tumbuhan*, terjemahan K.Padmawinata. Edisi II. Bandung : ITB Press. Hal. 6, 71.76 ,84-85, 94-97
- Hernani, Rahardjo 2005, Tanaman Berkhasiat Antioksidan. Jakarta , Penebar Swadaya. Hal 3-5
- Ide, P., 2009. *Health Secret of Dragon Fruit, Menguak Keajaiban si Kaktus Eksotis dalam Penyembuhan Penyakit*. Jakarta: Penerbit PT.Elex Media Komputindo. Hal. 63.
- Kumalaningsih (2006), Anti oksidan Alami. Surabaya Trubus Agrisarana. Hal 16.
- Molyneux, P (2004), The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPP for estimating Antioxidant activity. Songklanakarin J. Sci, Technol. 26(2) : 211-9
- Schwarz, K., (2001). Investigation of Plant Extracts for the Protection of Processed Foods Againts Lipid Oxidation. Comparison of Antioxidant Assays Based on Radical Scavenging, Lipid Oxidation and Analysis of the Principal Antioxidant Compounds. *Eur. Food Res Technol.* **212(3)**: 319-328

SKRINING FITOKIMIA DAN UJI EFEK ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL UMBI BAWANG SABRANG (*Eleutherine palmifolia* Merr.)*

Vriezka Mierza, Dwi Suryanto***, dan M. Pandapotan
Nasution****

**Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Jln. Almamater No. 5, Kampus
USU, Medan. E-mail: vika_aja_ya@yahoo.com

***Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara, Jln.
Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155

Abstrak

Telah dilakukan skrining fitokimia dan uji efek antibakteri ekstrak etanol umbi bawang sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), *Propionibacterium acne*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*.

Skrining fitokimia menurut Materia Medika Indonesia tahun 1989 dan Farnsworth tahun 1996. Ekstraksi dilakukan secara maserasi menggunakan pelarut etanol 80%. Uji efek antibakteri dilakukan secara *in vitro* dengan metode difusi agar.

Hasil skrining fitokimia menunjukkan adanya golongan senyawa alkaloida, flavonoida, saponin, tanin, glikosida, triterpenoida/steroida, antraknon glikosida. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak etanol mempunyai efek antibakteri terhadap *B. subtilis*, *B. pumilus*, *E. coli*, *M. luteus*, MRSA, *P. acne*, *S. pneumoniae*, *S. typhi*, *S. aureus*, *S. epidermidis*. Konsentrasi hambat minimum ekstrak etanol umbi Bawang Sabrang terhadap *B. subtilis*, *B. pumilus*, *S. pneumoniae*, *S. epidermidis* adalah 5 mg/ml; sedangkan untuk *E. coli*, *M. luteus*, MRSA, *P. acne*, *S. typhi*, *S. aureus* adalah 10 mg/ml.

Kata kunci: Efek antibakteri, ekstrak etanol, skrining fitokimia, *Eleutherine palmifolia* Merr.

PENDAHULUAN

Keanekaragaman flora (*biodiversity*) berarti keanekaragaman senyawa kimia (*chemodiversity*) yang kemungkinan terkandung di dalamnya. Hal ini memacu dilakukannya penelitian dan penelusuran

senyawa kimia terutama metabolit sekunder yang terkandung dalam tumbuh-tumbuhan, seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (Sukadana *et al* 2008). Kimia bahan alam sangat penting peranannya dalam pemanfaatan zat-zat kimia yang tersedia di alam, terutama senyawa aktif yang ditinjau secara farmakologi, misalnya memiliki efek samping yang ringan atau hampir tidak ada dibandingkan dengan senyawa sintetik. Mengingat lebih dari 250.000 jenis tumbuhan tinggi terdapat dimuka bumi ini, sehingga logis diduga masih banyak obat-obatan yang akan ditemukan dari dunia tumbuhan (Nawawi 2007).

Penggunaan produk tanaman untuk keperluan farmasi telah meningkat secara bertahap. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia, tanaman obat menjadi sumber terbaik untuk memperoleh berbagai obat-obatan. Sekitar 80% individu-individu dari negara-negara maju menggunakan obat tradisional yang berasal dari tanaman obat. Penggunaan ekstrak tumbuh-tumbuhan dengan sifat antimikroba yang diketahui dapat menjadi pengobatan yang efektif dalam mengatasi berbagai infeksi mikroba. Pada dekade terakhir, banyak penelitian telah dilakukan di negara-negara untuk membuktikan efisiensi sejumlah tanaman obat (Khanna & Krishnan 2008).

Beberapa bakteri dan fungi dapat bersifat sangat patogen sehingga menyebabkan infeksi pada manusia. Pengembangan antibiotik melawan mikroba patogen dikembangkan pada abad ke-20. Penyakit yang disebabkan oleh mikroba yang resisten terhadap terapi antibiotik meningkat, sehingga menimbulkan masalah kesehatan masyarakat. Tuberkulosis, gonorrhoe, malaria dan infeksi telinga pada anak-anak adalah sebagian dari penyakit yang memakai terapi antibiotik. Untuk mengganti antibiotik sintetik, pada saat ini banyak obat tradisional yang manfaatnya hampir sama dengan obat modern (Panzani *et al* 2009).

Sejak penemuan dan penggunaan obat-obat antibiotik pada abad ke-20, sifat toksisitas selektif antibiotik tersebut telah memastikan penggunaannya secara meluas dan sebagian besar efektif untuk memerangi infeksi, namun dilain pihak mengakibatkan munculnya penyebaran resistensi patogen multi obat. Resistensi antibakteri baik di bidang kedokteran dan pertanian diakui oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) sebagai masalah negara berkembang dalam bidang kesehatan masyarakat. Dalam rangka meminimalkan potensi pengembangan resistensi antimikroba lebih lanjut maka "Rekomendasi Kopenhagen dalam: Laporan dari Konferensi Uni Eropa Terhadap Adanya Ancaman Mikroba" menguraikan kebutuhan terhadap pengembangan obat baru untuk mengobati atau mencegah infeksi pada manusia dan hewan. Pendekatan demikian dengan menguji sifat antimikroba tanaman asli yang digunakan dalam jamu, dengan demikian membatasi penggunaan antibiotik untuk kasus-kasus infeksi berat, sehingga dapat meminimalkan

perkembangan resistensi terhadap antibiotik. Meskipun beberapa ekstrak tanaman tradisional secara historis telah diketahui memiliki aktivitas antimikroba, hingga saat ini, masih relatif sedikit laporan pengujian aktivitas biologi terhadap bakteri dan jamur (Panzani *et al* 2009).

Banyak rempah-rempah dan tanaman obat mengandung golongan senyawa kimia seperti flavonoid dan alkaloid yang menunjukkan sifat antimikroba, antioksidan dan antikanker. Beberapa kelas polifenol seperti asam fenolat, flavonoid dan tanin berfungsi sebagai pertahanan tanaman untuk melawan mikroorganisme patogen (Hayet 2008).

Umbi bawang sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) adalah tumbuhan yang termasuk ke dalam suku *Iridaceae*. Kandungan kimia umbi bawang sabrang yang telah dilaporkan adalah tanin, polifenol, flavonoid, kuinon, glikosida, asam stearat, asam galat, eleutherinone, eleutherol, eleutherine dan isoeleutherin. Umbi tanaman ini telah digunakan secara tradisional sebagai obat kanker payudara, sedang daunnya bermanfaat sebagai pelancar air susu ibu (ASI) (Nawawi 2007). Bawang dayak atau bawang hantu (*Eleutherine palmifolia* Merr.) merupakan tanaman khas Kalimantan Tengah. Tanaman ini sudah secara turun temurun dipergunakan masyarakat Dayak sebagai tanaman obat. Secara empiris bawang dayak sudah dipergunakan masyarakat lokal sebagai obat berbagai jenis penyakit seperti kanker payudara, obat penurun darah tinggi (hipertensi), penyakit kencing manis (diabetes mellitus), menurunkan kolesterol, obat bisul, kanker usus dan mencegah stroke. Penggunaan bawang dayak dapat digunakan dalam bentuk segar, simplisia, manisan dan dalam bentuk bubuk (*powder*). Potensi bawang dayak sebagai tanaman obat multifungsi sangat besar sehingga perlu ditingkatkan penggunaannya sebagai bahan obat modern (Galingging 2009).

Penelitian terhadap umbi bawang sabrang yang tumbuh di Indonesia, terutama efek antibakterinya belum banyak dilakukan, hal ini dapat dilihat dari penelitian sebelumnya terhadap jenis lain dari *Eleutherine sp.* yakni sebagai antimelanogenesis (Arung 2009); antidermatofit (Kusuma 2010); serta pengujian terhadap bakteri *Staphylococcus* dalam makanan (Ifesan 2009). Berdasarkan hal di atas, dilakukan penelitian terhadap efek antibakteri ekstrak etanol umbi bawang sabrang (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) pada beberapa bakteri antara lain: *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), *Propionibacterium acne*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*.

CARA KERJA

Alat-Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, autoklaf (Fisons), blender (National), bola karet, desikator, *Freeze dryer* (Modulio), inkubator (Fiber Scientific), jangka sorong, jarum ose, kompor (Sharp), krus porselin, *Laminar Air Flow Cabinet* (Astec HLF 1200L), lemari pendingin (Toshiba), mikropipet, mikroskop, neraca kasar (Sun), neraca listrik (Vibra AJ), oven listrik (Fisher scientific), penangas air (Yenaco), pencadang logam, petri dish, pinset, pipet mikro (Eppendorf), rotary evaporator (Buchi 461), seperangkat alat kromatografi lapis tipis, seperangkat alat penetapan kadar air, tanur, spektrofotometer inframerah, spektrofotometer ultraviolet, kromatografi gas/kromatografi cair–spektrometer massa.

Bahan-Bahan yang Digunakan

Bahan tumbuhan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi bawang sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) dapat dilihat pada gambar 1. Bahan kimia yang digunakan kecuali dinyatakan lain adalah berkualitas pro analisis



Gambar 1: (a) Tumbuhan Bawang Sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.)
(b) Umbi Bawang Sabrang (*Eleutherinae bulbus*).

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara purposif, yaitu tanpa membandingkan dengan tumbuhan serupa dari daerah lain. Sampel yang digunakan adalah umbi bawang Sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) segar, diambil dari jalan Bunga Rampe V kelurahan Simalingkar B kecamatan Medan Tuntungan.

Identifikasi tumbuhan

Identifikasi tumbuhan dilakukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia – Pusat Penelitian Biologi, Bogor.

Pengolahan sampel

Sebanyak 5 kg umbi bawang Sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) segar dibersihkan dari kotoran dengan cara mencucinya dengan air bersih, ditiriskan, lalu diiris tipis, ditimbang, kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan di udara terbuka yang terlindung dari sinar matahari langsung. Sampel dianggap kering bila sudah rapuh (diremas menjadi hancur), lalu sampel kering diserbuk dengan menggunakan blender dan ditimbang berat serbuk keringnya.

Pembuatan Larutan Pereaksi

Pembuatan larutan pereaksi menurut Depkes RI (1995) asam klorida 2N, Asam sulfat 2N, Bouchardat pereaksi, kloralhidrat, Meyer pereaksi, Molish pereaksi, natrium hidroksida 2N, timbal (II) asetat 0,4M; asam sulfat 50% dalam methanol, besi (III) klorida 1% menurut E. Merck (1978); Dragendorff pereaksi menurut Zweig dan Sherma (1987); Liebermann-Burchard pereaksi menurut Harborne (1987).

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan terhadap serbuk umbi bawang Sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) meliputi pemeriksaan senyawa golongan alkaloid, flavonoid, glikosida, glikosida antrakinon, saponin (Depkes 1995); tanin, glikosida sianogenik, dan triterpenoid/steroid (Farnsworth 1966).

Pemeriksaan Alkaloid

Sebanyak 0,5 g serbuk simplisia ditambahkan 1 ml asam klorida 2 N dan 9 ml air suling, dipanaskan di atas penangas air selama 2 menit, didinginkan dan disaring. Filtrat yang diperoleh dipakai untuk tes alkaloid. Diambil 3 tabung reaksi, lalu masing-masing dimasukkan 0,5 ml filtrat. Pada masing-masing tabung reaksi ditambahkan 2 tetes pereaksi Mayer, Bouchardat dan Dragendorff. Alkaloida positif jika terjadi endapan atau kekeruhan.

Pemeriksaan Glikosida

Sebanyak 3 g serbuk simplisia disari dengan 30 ml campuran etanol 96% dengan air (7:3) direfluks selama 10 menit, didinginkan dan disaring. Kemudian diambil 20 ml filtrat ditambahkan 25 ml air suling dan 25 ml timbal (II) asetat 0,4 M, dikocok, didiamkan selama 5 menit lalu disaring. Filtrat disari dengan 20 ml campuran kloroform dan isopropanol (3:2), dilakukan berulang sebanyak 3 kali. Kumpulan sari air diuapkan pada suhu tidak lebih dari 50°C. Sisanya dilarutkan dalam 2 ml metanol. Larutan sisa digunakan untuk percobaan:

Sebanyak 0,1 ml larutan percobaan dimasukkan dalam tabung reaksi dan diuapkan di atas penangas air. Pada sisa ditambahkan 2 ml air dan 5 tetes pereaksi Molish. Kemudian secara perlahan-lahan ditambahkan 2 ml asam sulfat pekat melalui dinding tabung, terbentuk cincin warna ungu pada batas antara kedua cairan menunjukkan adanya ikatan gula.

Pemeriksaan Glikosida Antrakinon

Sebanyak 0,2 g serbuk simplisia ditambahkan 5 ml asam sulfat 2 N, dipanaskan sebentar setelah dingin ditambahkan 10 ml benzen, dikocok dan didiamkan. Lapisan benzen dipisahkan dan disaring lalu dikocok lapisan benzene dengan 2 ml natrium hidroksida 2 N, didiamkan. Lapisan air berwarna merah dan lapisan benzen tidak berwarna menunjukkan adanya antrakinon.

Pemeriksaan Saponin

Sebanyak 0,5 g serbuk simplisia dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 10 ml air panas, didinginkan dan kemudian dikocok kuat-kuat selama 10 detik. Jika terbentuk buih yang mantap selama tidak kurang dari 10 menit, setinggi 1 cm sampai 10 cm dan tidak hilang dengan penambahan 1 tetes asam klorida 2 N menunjukkan adanya saponin.

Pemeriksaan Flavonoid

Sebanyak 0,5 g serbuk simplisia ditambahkan 10 ml metanol, direfluks selama 10 menit, disaring panas melalui kertas saring. Filtrat diencerkan dengan 10 ml air. Setelah dingin ditambahkan 5 ml eter minyak tanah, dikocok hati-hati, lalu didiamkan sebentar. Kemudian diambil lapisan metanol, diuapkan pada suhu 40°C, sisanya dilarutkan dalam 5 ml etil asetat, disaring. Filtratnya digunakan untuk flavonoida dengan cara berikut:

1. Sebanyak 1 ml filtrat diuapkan sampai kering, sisa dilarutkan dalam 2 ml etanol 96% lalu ditambah serbuk 2,5 g serbuk seng dan 2 ml asam klorida 2N, didiamkan selama 1 menit. Kemudian ditambahkan 10 tetes asam klorida pekat, jika dalam waktu 2-5 menit terjadi warna merah intensif menunjukkan adanya flavonoid.
2. Sebanyak 1 ml larutan percobaan diuapkan sampai kering, sisa dilarutkan dalam 1 ml etanol 96%, ditambah 0,1 g serbuk magnesium dan 10 tetes asam klorida pekat, jika terjadi warna kuning jingga menunjukkan adanya flavonoid.

Pemeriksaan Tanin

Sebanyak 1 g serbuk simplisia dididihkan selama 3 menit dalam 100 ml air suling lalu didinginkan dan disaring. Filtrat ditambahkan 1-2

tetes pereaksi besi (III) klorida 1% (b/v), jika terjadi warna biru kehitaman atau hijau kehitaman menunjukkan adanya tanin.

Pemeriksaan Triterpenoid/steroid

Sebanyak 1 g serbuk simplisia dimaserasi dengan 20 ml *n*-heksan selama 2 jam, disaring, filtrat diuapkan dan sisanya ditambahkan pereaksi Liebermann-Burchard. Jika terbentuk warna ungu atau merah yang berubah menjadi biru ungu atau biru hijau menunjukkan adanya triterpenoid/steroid.

Pembuatan Ekstrak

Pembuatan ekstrak dilakukan dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 80%.

Cara kerja:

Sebanyak 2 kg serbuk kering umbi bawang sabrang dimaserasi pada empat buah wadah kaca berwarna gelap dengan pelarut etanol 80% sampai seluruh serbuk terendam, ditutup dan disimpan pada suhu kamar selama 5 hari terlindung dari cahaya, sambil sering diaduk. Kemudian disaring sehingga didapat maserat. Ampas dimaserasi kembali dengan etanol 80% menggunakan prosedur yang sama, maserasi dilakukan sebanyak 3 kali. Seluruh maserat digabung dan dipekatkan dengan bantuan alat *rotary evaporator* pada temperatur tidak lebih dari 50°C sampai diperoleh ekstrak kental, kemudian dikeringkan dengan *freeze dryer*.

Pengujian Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri terhadap fraksi *n*-heksan, etil asetat dan fraksi sisa dilakukan dengan metode difusi agar menggunakan pencadang logam, bakteri yang digunakan adalah bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), *Propionibacterium acne*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*.

Pengenceran Ekstrak

Ekstrak etanol umbi bawang sabrang ditimbang sebanyak 200 mg lalu dilarutkan dalam labu tentukur 10 ml, diperoleh konsentrasi 20 mg/ml kemudian dibuat pengenceran selanjutnya hingga diperoleh ekstrak dengan konsentrasi 10 mg/ml dan 5 mg/ml.

Sterilisasi Alat

Alat-alat dan bahan-bahan untuk pemeriksaan mikrobiologi harus disterilkan terlebih dahulu sebelum dipakai. Alat-alat gelas disterilkan di

oven pada suhu 170°C selama 1-2 jam dan alat-alat jenis lainnya disterilkan di autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, jarum ose dibakar dengan lampu spiritus.

Media Nutrient Agar (NA)

Komposisi: Beef Extract 3 g
Peptone 5 g
Agar 15 g
Air suling sampai 1 L

Cara pembuatan:

Sebanyak 23 g serbuk NA dilarutkan dalam air suling hingga 1 liter dengan bantuan pemanasan sampai semua bahan larut sempurna. Kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Difco Laboratories 1977).

Larutan NaCl 0,9%

Komposisi: Natrium Klorida 9 g
Air suling hingga 1000 ml

Cara pembuatan:

Ditimbang natrium klorida 0,9 gram lalu dilarutkan dalam air suling sedikit demi sedikit dalam labu ukur 100 ml sampai larut sempurna. Lalu ditambahkan air suling sampai garis tanda. Disterilkan di autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Difco Laboratories 1977).

Mueller Hinton Agar (MHA)

Komposisi: beef infusion 3 g
Bacto-casamino acids 5 g
Pati 1,5 g
Bacto agar 17 g

Cara pembuatan:

Sebanyak 38 g campuran bahan diatas disuspensikan ke dalam 1 liter air suling steril. Dipanaskan di atas penangas air sampai bahan larut sempurna. Dalam keadaan panas larutan tersebut dituangkan kedalam tabung reaksi steril, ditutup, disterilkan dalam autoklaf pada temperatur 116°C selama 10 menit (Difco Laboratories 1977).

Pembuatan Agar Miring

Kedalam tabung reaksi steril dimasukkan 3 ml media NA steril, didiamkan pada temperatur kamar sampai sediaan membeku pada posisi miring kira-kira 45°. Kemudian disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 5°C.

Peremajaan Bakteri

Satu koloni bakteri diambil dengan menggunakan jarum ose steril, lalu ditanam pada media *nutrient agar* miring dengan cara menggores. Kemudian diinkubasi dalam inkubator pada suhu 36-37°C selama 18-24 jam (Ditjen POM 1995).

Pembuatan Inokulum

Koloni bakteri diambil dari stok kultur dengan jarum ose steril lalu disuspensikan dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml larutan NaCl 0,9%. Kemudian diukur kekeruhan larutan pada panjang gelombang 580 nm sampai diperoleh transmitan 25% (Ditjen POM 1995).

Pengujian Antibakteri

Cara kerja:

Sebanyak 0,1 ml inokulum bakteri dicampur homogen dengan 15 ml MHA dicawan petri steril, kemudian dibiarkan sampai media memadat. Pada media yang telah padat ditanam cincin pencadang logam, kemudian pada masing-masing pencadang dimasukkan masing-masing ekstrak berbagai konsentrasi dan kontrol (etanol 96%). Kemudian diinkubasi pada suhu 36-37°C selama 18-24 jam. Selanjutnya masing-masing petri diukur diameter daerah bening disekitar cincin pencadang menggunakan jangka sorong. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali (Ditjen POM 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi tumbuhan yang dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi, LIPI, Bogor adalah tumbuhan bawang sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) suku Iridaceae.

Pada serbuk simplisia umbi bawang sabrang yang ditambah dengan pereaksi Dragendorff memberikan warna jingga kecoklatan, dengan pereaksi Bouchardat memberikan warna kuning kecoklatan, sedangkan dengan pereaksi Mayer terbentuk adanya kekeruhan dan endapan putih, ini menunjukkan adanya senyawa alkaloid. Penambahan serbuk Mg dan serbuk Zn dengan asam klorida pekat memberikan warna merah, menunjukkan adanya senyawa flavonoid. Skrining glikosida ditunjukkan dengan penambahan pereaksi Molish dan asam sulfat pekat dimana terbentuk cincin ungu, sedangkan dengan penambahan Fehling A dan Fehling B sama banyak terbentuk endapan berwarna merah bata.

Skrining saponin menghasilkan busa yang stabil dan tidak hilang dengan penambahan HCL 2 N. Penambahan FeCl₃ 10% memberikan warna hijau yang menunjukkan adanya senyawa tanin. Penambahan Liebermann-Burchard memberikan warna ungu menunjukkan adanya triterpenoid. Pemeriksaan antraknon glikosida terbentuk warna merah pada lapisan air, sedangkan lapisan benzen berwarna kuning menunjukkan adanya antraknon glikosida. Hasil pemeriksaan skrining

fitokimia dari serbuk simplisia umbi bawang sabrang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1:
Hasil Skrining Fitokimia Serbuk Simplisia Umbi Bawang Sabrang

No.	Skrining	Hasil
1	Alkaloid	+
2	Flavonoid	+
3	Glikosida	+
4	Saponin	+
5	Antrakinon glikosida	+
6	Sianogenik glikosida	-
7	Tanin	+
8	Triterpenoid/Steroid	+

Keterangan: (+) = mengandung golongan senyawa, (-) = tidak mengandung golongan senyawa.

Hasil uji efek antibakteri ekstrak etanol dan konsentrasi hambat minimum (KHM) umbi bawang sabrang (*Eleutherine palmifolia* Merr.) untuk bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), *Propionibacterium acne*, *Streptococcus pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dapat dilihat pada Tabel 2. Efek antibakteri dan KHM ekstrak etanol umbi bawang sabrang terhadap bakteri gram positif lebih besar dibandingkan gram negatif. Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi 20 mg/ml untuk bakteri gram positif, yaitu : *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*

Micrococcus luteus, *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), *Propionibacterium acne*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* masing-masing daya hambatnya adalah 14,90 mg/ml; 15,60 mg/ml; 12,20 mg/ml; 15,00 mg/ml; 13,00 mg/ml; 15,35 mg/ml; 14,00 mg/ml; 16,00 mg/ml lebih besar daripada bakteri gram negatif, yaitu *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* dengan diameter hambat masing-masing adalah 10,00 mg/ml dan 9,35 mg/ml. Konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak etanol umbi

bawang sabrang terhadap bakteri gram negatif adalah 10 mg/ml karena pada konsentrasi 5 mg/ml ekstrak etanol umbi bawang sabrang tidak memberikan diameter hambat dan untuk bakteri gram positif, yaitu bakteri *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis* memberikan KHM pada konsentrasi 5 mg/ml karena untuk konsentrasi rendah selanjutnya sudah tidak memberikan diameter hambat, sementara untuk bakteri *Micrococcus luteus*, MRSA, *Propionibacterium acne*, *Staphylococcus aureus* memberikan konsentrasi hambat minimum pada konsentrasi 10 m/ml dan untuk konsentrasi 5 mg/ml sudah tidak memberikan diameter hambat.

Tabel 2:
Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol umbi bawang sabrang
(*Eleutherine palmifolia* Merr.)

No.	Bakteri	Diameter Hambat Masing-Masing Zona Bakteri (mm)*		
		20 mg/ml	10 mg/ml	5 mg/ml
Bakteri gram (+)				
	<i>Bacillus subtilis</i>	14,90	11,00	10,50
	<i>Bacillus pumilus</i>	15,60	11,90	11,00
	<i>Micrococcus luteus</i>	12,20	12,00	-
	<i>Methicillin-resistant Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	15,00	14,40	-
	<i>Propionibacterium acne</i>	13,00	10,00	-
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	15,35	15,00	10,60
	<i>Staphylococcus aureus</i>	14,00	12,50	-
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	16,00	14,00	12,30
Bakteri gram (-)				
	<i>Escherichia coli</i>	12,65	10,00	-
	<i>Salmonella typhi</i>	12,00	9,35	-

Ket : - tidak memberikan daya hambat, blanko (etanol 96%) : tidak memberikan daya hambat pada semua bakteri, * : hasil rata-rata tiga kali pengujian.

Bakteri gram negatif dilaporkan lebih resisten terhadap pemberian antibiotik. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi tanaman obat yang efektif memiliki spektrum yang luas untuk mengatasi berbagai penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme (Khanna dan Kannabiran 2008). Hasil skrining serbuk simplisia umbi bawang sabrang (Tabel 1) menunjukkan terdapat golongan senyawa kimia alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, antraknon glikosida, tanin dan triterpenoid/steroid. Menurut Khanna dan Kannabiran (2008), saponin merupakan golongan senyawa obat yang memiliki efek antibakteri terhadap gram negatif. Beberapa hasil penelitian menunjukkan senyawa terpenoid memiliki aktivitas sebagai antibakteri yaitu monoterpenoid linalool, diterpenoid (-) *hardwicklic acid*, phytol, triterpenoid saponin dan triterpenoid glikosida (Gunawan *et al* 2008). Golongan senyawa kimia tanin dan flavonoid juga dilaporkan memiliki efek antimikoba (Boussaada *et al* 2007). Alkaloid dan antrakuinon juga dilaporkan memiliki khasiat sebagai antibakteri pada beberapa jenis bakteri, antara lain *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter* dan *Clostridium* (Rahman 2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Arung, E.T., Irawan Wijaya Kusuma, Enih Rosamah. 2009. Evaluation of Medicinal Plants From Central Kalimantan for Antimelanogenesis. *J Nat Med.* 63:473-480.
- Boussaada, Olfa, Jihene Chriaa, Rym Nabli, Samia Ammar. 2008. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Methanol Extracts of *Evax pygmaea* (Asteraceae) Growing Wild in Tunisia. *World J Microbiol Biotechnol* (24): 1289-1296.
- Depkes RI. 1995a. *Farmakope Indonesia*. Edisi IV. Jakarta: Dirjen POM.
- Depkes RI. (1995)b. *Materia Medika Indonesia*. Jilid VI. Jakarta: Dirjen POM.
- Difco Laboratories. 1977. *Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiology and Clinical Laboratory Procedures*. 9th ed. Detroit Michigan: Difco Laboratories, pp 32, 64.
- Farnsworth, N.R. 1996. Biologycal and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmaceutical Science*. Chicago. 55(3): 257-259, 263.

- Galingging, R.Y. 2009. *Bawang Dayak (Eleutherine palmifolia) Sebagai Tanaman Obat Multifungsi*. Warta Penelitian dan Pengembangan 15(3): 2-4.
- Gunawan, I.W.G., Bawa, G I G A., dan Sutrisnayanti, N.L. 2008. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid yang Aktif Antibakteri pada Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* Linn). Jurnal Kimia 2 (1): 31-39.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia*. Penerjemah: Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Bandung: Penerbit ITB, pp 10-11, 49, 70-72, 76, 84-85, 94, 99.
- Hayet, Edziri, Mastouri Maha, Ammar Samia, Matieu Mata. 2008. Antimicrobial, Antioxidant, and Antiviral activities of *Retama roetam*(Forssk.) Webb Flowers Frowing in Tunisia. *World j Micrcobiol Biotechnol*. 24: 2933-2940.
- Ifesan, B.O., Sunisa Siripungvutikorm, dan Supayung Piyawan Voravuthikunchai. 2009. Application of *Eleutherine americana* Crude Extract in Homemade Salad Dressing. *Journal of Food Protection*. 7(3): 650-655.
- Khanna, V. G., Krishnan Kanna Biran. (2008). Antimicrobial Activity of Saponin Fractions of the Leaves of *Gymnea sylvestre* and *Eclipta prostrata*. *World J Microbiol Biotechnol*. 24: 2737-2740.
- Kusuma, I. W., Arung, E. T., Rosamah, E., Purwatiningsih, S., Kuspradini, H., Syafrizal, Astuti, J., Kim, Y., and Shimizu, K. (2010). *Antidermatophyte and Antimelanogenesis Compound From Eleutherine Americana grown in Indonesia*. Published Online 13 February 2010.
- Merck, E. dan Darmstadt. 1978. *Dyeing Reagents for Thin Later and Paper Chromatography*. Germany: Brinkman Instruments, pp 95.
- Nawawi, As'an, Winarsih Rachmawati, dan Anggi Aryadi. 2010. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Kuinon dari Simplisia Umbi Bawang Sabrang (*Eleutherine americana* Merr.). www.bawang%20tiwai/penelitian-obat-bahan-alam-paper%20mahasiswa%20ITB.html.
- Panzani, S.W. 2009. An Examination of Antibacterial and Antifungal Properties of Constituents described in Traditional Ulster Cures and Remedies. *The ulster medicinal society*. 78(1): 13-15.
- Rahman, A.S. 2010. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* Linneus) dan Waktu Penyimpanan Terhadap Kualitas Daging Sapi. *Skripsi*, pp xvii.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Sukadana, I.M., Sri Rahayu, dan N. K. Juliarti. 2008. Aktivitas Antibakteri Senyawa Golongan Triterpenoid dari Biji Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Kimia*. 2(1): hal. 15-18.
- Zweig, G dan Sherma, J. 1987. *CRC Handbook of Chromatography General Data and Principles*. Vol II. Baton Rouge: CRS Press, Inc, pp 113.
- .

ETNOBOTANI TUMBUHAN HERBA SEBAGAI TUMBUHAN OBAT – OBATAN PADA MASYARAKAT KARO DI DESA TELAGAH KABUPATEN LANGKAT

**T. Alief Aththorick¹, Dede Setiadi², Y. Purwanto³,
dan Edi Guhardja²**

¹ Departemen Biologi FMIPA USU sebagai kontak person;
email: talief@lycos.com, Hp.08126597246

² Departemen Biologi FMIPA IPB

³ Puslit Biologi Bidang Botani LIPI

Abstrak

Penelitian tentang etnobotani tumbuhan herba sebagai tumbuhan obat – obatan telah dilakukan pada masyarakat Karo yang tinggal di Desa Telagah Kabupaten Langkat Sumatera Utara. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jenis – jenis tumbuhan obat yang digunakan masyarakat Karo dalam proses pengobatan. Metode pengumpulan data dilakukan secara partisipatif atau *Participatory Ethnobotanical Appraisal* (PEA) yang meliputi wawancara mendalam dan semi terstruktur (Grandstaff & Grandstaff, 1987) dan observasi partisipatif dengan metode *transect walk* dengan masyarakat sebagai pemandu (Martin, 1995). Hasil penelitian menunjukkan Di Desa Telagah Kabupaten Langkat terdapat 62 jenis tumbuhan herba yang digunakan masyarakat Karo sebagai tumbuhan obat, masih terdapat hubungan yang kuat antara masyarakat Karo dengan lingkungan hutannya khususnya sumberdaya tumbuhan herba dan terdapat 10 jenis tumbuhan herba yang paling penting bagi masyarakat Karo sebagai tumbuhan obat.

Kata kunci: Etnobotani, Tumbuhan herba, Masyarakat Karo

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu bentuk interaksi antara masyarakat dengan ekosistemnya adalah kearifan penggunaan tumbuh-tumbuhan dalam pengobatan tradisional. Menurut Survei Sosial Ekonomi Nasional pada tahun 1999 20,5% penduduk Indonesia menggunakan obat tradisional, jumlah ini meningkat tahun 2001 menjadi 31,7% (Moeloek, 2006). Hampir setiap orang Indonesia pernah menggunakan tumbuhan obat, baik ketika masih bayi, kanak-kanak, maupun setelah dewasa (Zein, 2005). Keuntungan menggunakan obat tradisional adalah kemudahan dalam

memperolehnya, aman, murah dan dapat diramu sendiri meskipun mekanisme kerjanya secara ilmiah belum banyak diketahui. Pengetahuan penggunaan tumbuhan obat ini adalah berdasarkan pengalaman dan kebiasaan generasi sebelumnya yang diwariskan secara turun temurun. Studi etnobotani tumbuhan obat menurut suku tertentu bertujuan untuk mengungkapkan dan mendokumentasikan pengetahuan dan potensi sumberdaya tumbuhan obat suatu masyarakat serta upaya pelestarian dan pengembangannya (Raynor & Kostka, 2003; Quansah, 2004).

Suku Karo merupakan salah satu etnis di Sumatera Utara yang tersebar di berbagai wilayah melintasi beberapa kabupaten mulai dari dataran rendah sampai pegunungan. Sebagian besar masyarakat ini hidup sebagai petani dan pada umumnya memiliki ladang yang berdekatan dengan hutan. Salah satu ciri khas masyarakat Karo yang menonjol adalah keahlian sebagian warganya dalam pengobatan tradisional. Hal ini terbukti dengan banyaknya Guru atau Tabib yang dapat dijumpai pada masyarakat Karo seperti Dukun Patah Pergendangan atau Kem Kem, Dukun Beranak, Oukup (aromaterapi), maupun Tabib yang dapat mengobati berbagai macam penyakit. Di desa-desa pedalaman yang berdekatan dengan hutan alam, sering dapat dijumpai beberapa orang yang ahli dalam pengobatan tradisional yang dipanggil dengan sebutan "Guru atau Tabib". Praktek pengobatan ini menggunakan tumbuhan dari hutan sebagai bahan utama baik secara tunggal maupun dalam bentuk ramuan atau racikan.

Masyarakat Karo yang menghuni berbagai keragaman *altitude* mulai dari hutan dataran rendah, dataran tinggi sampai hutan pegunungan akan memiliki bentuk pemanfaatan tumbuhan obat yang berbeda pula, sehingga diduga masyarakat Karo memiliki pengetahuan tumbuhan obat-obatan yang sangat kaya dan luas. Namun demikian, laju kerusakan hutan yang sangat tinggi, regenerasi keturunan dan derasnya arus modernisasi mengancam kelestarian nilai-nilai kearifan pengobatan tradisional ini. Sejauh ini belum pernah dilaporkan adanya studi tentang etnobotani tumbuhan obat masyarakat Karo, sehingga untuk melestarikan dan mengembangkan pengetahuan yang sangat berharga ini perlu segera dilakukan penelitian etnobotani tumbuhan obat masyarakat Karo.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jenis – jenis tumbuhan obat yang digunakan masyarakat Karo dalam proses pengobatan. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan rujukan ilmiah bagi upaya pelestarian dan pengembangan tumbuhan obat khususnya di Sumatera Utara. Hasil penelitian ini dapat pula digunakan oleh pihak-pihak yang ingin meningkatkan wawasan dan keahlian mereka dalam penggunaan tumbuhan sebagai bahan obat-obatan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Desa Telaga Kecamatan Sei Bingei Kabupaten Langkat. Dusun – dusun yang dipilih adalah dusun – dusun yang berbatasan langsung dengan kawasan hutan Taman Nasional Gunung Leuser ada sebanyak 4 buah yaitu Dusun Kuta Belkih, Dusun Perteguhan, Dusun Pamah Simelir dan Dusun Telaga A.

Nara Sumber

Untuk menggali informasi tentang kegunaan tumbuhan obat dan cara penggunaannya digunakan informan kunci yaitu para tabib dan warga masyarakat yang pernah terlibat langsung dengan pengobatan tradisional. Informan kunci ini diketahui berdasarkan saran – saran dari para tokoh adat atau masyarakat yang telah dilakukan pendekatan pada waktu survei awal sebelumnya. Kemudian dilakukan observasi lapangan untuk mengoleksi spesimen tumbuhan obat berdasarkan informasi dari tabib. Metode pengumpulan informasi dilakukan secara partisipatif atau *Participatory Ethnobotanical Appraisal* (PEA) yang meliputi :

1. Wawancara mendalam dan semi terstruktur (Grandstaff & Grandstaff, 1987).
2. Observasi partisipatif dengan metode *transect walk* dengan masyarakat sebagai pemandu (Martin, 1995).

Analisis Data

Untuk melihat pentingnya pemanfaatan tiap jenis tumbuhan bagi masyarakat digunakan indeks kepentingan budaya (*index of cultural significance, ICS*) dari Turner (1988) yang telah dimodifikasi berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$ICS = \sum_{i=1}^n (q_1 \times i_1 \times e_1)_{n1} + (q_2 \times i_2 \times e_2)_{n2} + \dots + (q_n \times i_n \times e_n)_{nn}$$

Keterangan:

ICS = *index of culiural significance*, adalah jumlah dari perhitungan pemanfaatan suatu jenis tumbuhan dari 1 hingga n , dimana n menunjukkan pemanfaatan ke- n (terakhir); i adalah nilai 1 hingga ke n .

Pemberian skor untuk tiap jenis penggunaan (q) tumbuhan adalah sebagai berikut:

Tumbuhan untuk pengobatan penyakit dalam	= 5
Tumbuhan untuk pengobatan ISPA dan THT	= 4
Tumbuhan untuk pengobatan luka atau patah tulang	= 3
Tumbuhan untuk pengobatan penyakit mata	= 2
Tumbuhan untuk pengobatan penyakit kulit	= 1

Pemberian skor untuk intensitas (i) penggunaan tumbuhan adalah sebagai berikut:

Sering (digunakan paling sedikit 1x dalam seminggu)	= 5
Sedang (rata – rata penggunaan 1 x dalam sebulan)	= 4
Musiman (tergantung musim terjadinya wabah/penyakit)	= 3
Jarang (digunakan 1x dalam 1 tahun sampai 5 tahun)	= 2
Sangat jarang	= 1

Pemberian skor untuk tingkat kesukaan (e) tumbuhan adalah sebagai berikut:

Sangat disukai atau merupakan pilihan utama (tiada jenis pengganti)	= 2
Disukai namun terdapat jenis pengganti	= 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-Jenis Tumbuhan Obat

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan tabib diketahui terdapat 62 jenis tumbuhan herba yang tergolong dalam 33 suku yang dimanfaatkan oleh masyarakat Karo di Desa Telagah untuk bahan obat-obatan. Tumbuhan herba tersebut digunakan untuk mengobati 24 jenis penyakit diantaranya demam, sakit perut, flu, masuk angin, malaria, sakit mata, panas dalam dan lain sebagainya. Penggunaan yang dominan adalah untuk pengobatan penyakit diare (10 jenis), demam (9 jenis), sakit mata (8 jenis), masuk angin dan flu (6 jenis). Jenis - jenis tumbuhan herba yang dimanfaatkan oleh masyarakat Karo di Desa Telagah sebagai tumbuhan obat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1:
Jenis-jenis Tumbuhan Herba yang Dimanfaatkan Sebagai Obat-obatan

No	Famili	Nama Latin	Nama Daerah	Kegunaan	Bagian yang di gunakan	Cara Pemanfaatan
1.	Achantaceae	<i>Justicia gandarusa</i>	Sangka sempilet	Obat diare	Akar, Daun	Dihaluskan , di tempelkan ke perut
2.		<i>Justicia sp</i>	Besi-besi	Obat diare	Daun	Dihaluskan semua bahan-bahannya, di balurkan keseluruh badan
3.		<i>Rostellularia sp</i>	Satu ternaba	Obat Demam	Daun, Batang,	Dihaluskan, di peras airnya, diminum
4.		<i>Peristophe bivalvis</i>	Gara mata	Obat masuk angin	Akar, Daun	Diramu dengan Tumbuhan lainnya, di balurkan keseluruh tubuh
5.	Amaranthaceae	<i>Amaranthus ticolor</i>	Bayam utan	Penambah Darah	Batang, daun	di sayur
6.	Araceae	<i>Hamalomena monandra</i>	Langge	Obat Malaria	Umbi	Dimasak, dimakan
7.		<i>Schismatoglottis convolvula</i>	Birah merah	Obat Tetes Mata	Bunga	Bunganya diremas dalam air, ditetaskan ke mata
8.		<i>Colocasia Gigantea</i>	Birah	Obat Gatal-Gatal	Umbi	di gosok ke daerah yang gatal

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

No	Famili	Nama Latin	Nama Daerah	Kegunaan	Bagian yang di gunakan	Cara Pemanfaatan
9.	Asteraceae	<i>Mikania micrantha.</i>	Jala-jala	Obat luka	Daun	di haluskan, ditempelkan pada luka
0.		<i>Eupatorium odoratum</i>	Peseng	Obat Luka	Daun	diremas-remas, ditempelkan ke luka
				Obat diare	Daun	Daun dimakan
1.		<i>Spilanthes fusca</i>	Pesil	Obat diare	Daun muda	di ramu dengan tumbuhan yang lainnya, di balurkan ke badan
2.	Asteraceae	<i>Clibadium sp</i>	Singkerbeng	Obat Cacing	Daun, bunga	dihaluskan, di oleskan diatas perut
3.		<i>Emilia Grandiflora</i>	Calin cayoo	Obat Demam Anak	Daun	Dimasak tambah garam sedikit, dimakan bersama nasi
4.		<i>Centella asiatica</i>	Pegagan	Obat Batuk	Akar, Daun	di ramu dengan tumbuhan yang lainnya, di minum
5.		<i>Hydrocotyle javanica</i>	Garang gersing bunga	Obat Flu	Daun	Diramu dengan bahan-bahan obat yang lain, diminum
6.	Balsaminaceae	<i>Impatiens spl</i>	Bunga pancur	Obat Sesak Napas Obat Flu	Akar, Daun, bunga	Diramu dengan bahan-bahan Tumbuhan lainnya, di minum
7.		<i>Impatiens sp2</i>	Sari ging-ging	Obat Flu	Daun, bunga	Diramu dengan bahan-bahan Tumbuhan lainnya, di minum
8.		<i>Impatiens balsamina</i>	Pacar air	Obat Lembam	Daun	dihaluskan, ditempel ke bagian yang luka
9.		<i>Impatiens javensis</i>	Bunga kiung	Obat Demam Anak	Batang, daun	Di haluskan, di kompreskan
0.	Buxaceae	<i>Lobelia angulata</i>	Sigarang-garang	Obat Flu	Daun, buah	Di haluskan, dicampur dengan obat yang lainnya
1.		<i>Costus speciosus</i>	Tabar-tabar	Obat Panas Dalam	Akar, Daun	Dihaluskan, di ramu dengan yang lainnya, dibulat-bulatkan, dikeringkan, di oleskan ke bagian yang sakit
				Obat masuk angin Obat Tetes Mata	Batang	Batang muda dikerok, airnya di teteskan ke mata

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

No	Famili	Nama Latin	Nama Daerah	Kegunaan	Bagian yang di gunakan	Cara Pemanfaatan
2.	Cyatheaceae	<i>Cyathea latebrosa</i>	Paku mawas	Obat Patah Tulang	Batang muda	Batang muda dimasak atau di bakar, dimakan
3.	Cyperaceae	<i>Koeleria sp</i>	Kisik	Obat masuk angin	Daun	Diramu dengan bahan-bahan Tumbuhan lainnya, di minum
4.	Convolvilaceae	<i>Ipomea batatas</i>	Gadung jalar	Obat Bisul	Daun	Daun dihaluskan dengan bahan yang lain, di tempelkan di bagian mana yang sakit
5.	Elaeocarpaceae	<i>Muntingia sp</i>	Rabah-rabah	Panas Dalam		
6.	Gesneriaceae	<i>Achimenes grandiflora</i>	Barok-barok	Obat Infeksi Telinga	Daun, bunga	Diremas-remas, airnya oleskan di bagian telinga
7.	Lauraceae	<i>Cinnamomum sp.</i>	Mambo	Obat diare	Buah	Diramu dengan bahan-bahan Tumbuhan lainnya, di masak, airnya di minum
8.	Lamiaceae	<i>Coleus amboinicus</i>	Terbangun hijau	Obat Batuk	Daun	Diremas-remas di dalam air, lalu diminum
9.		<i>Hiptis capitata</i>	Siberani	Diare	Daun	Diremas ditambah abudapur dan garam sedikit kemudian dimakan
0.	Lorantaceae	<i>Dendrophthoe sp</i>	Steram	Obat Flu	Daun	Diramu dengan bahan-bahan Tumbuhan lainnya, di minum
1.		<i>Urena lobata</i>	Sibagori	Obat Sakit Kepala	Daun	Daun diramu dengan bahan-bahan tumbuhan lainnya, di minum
				Obat Demam	Daun	
2.	Melastomaceae	<i>Marumia nemarosa</i>	Kawil-kawil	Obat diare	Daun	Di remas-remas, digosok dengan abu, diletakkan diatas perut
3.		<i>Phyllagathis griffithii</i>	Tanda langkup	Obat Mata Rabun	Daun	Daun di rendam di dalam wajan selama 10 ment, ditetaskan ke mata
4.	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Galoh/pisang	Obat luka	Daun	Bongkolnya di haluskan, di tempelkan ke luka
5.	Orchidaceae	<i>Macodes sp</i>	Surat dibata	Obat Demam	Daun	Dihaluskan, dikompreskan atau diminum air perasannya
6.	Papilionaceae	<i>Indigofera suffruticosa</i>	Tellep	Obat Untuk Amandel	Daun	Di haluskan, dioleskan ke bagian leher
7.	Piperaceae	<i>Piper crocatum</i>	Jaga-jaga	Obat Tetes Mata	Daun	Daun di remas-remas didalam air, ditetaskan ke mata

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

No	Famili	Nama Latin	Nama Daerah	Kegunaan	Bagian yang di gunakan	Cara Pemanfaatan
8.	Palantaginaceae	<i>Plantago mayor</i>	Patah tulang	Obat patah tulang	Daun	Daun dilewatkan diatas api, di olesi dengan minyak goreng, di tempelkan pada kaki.
9.	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i>	Alang-alang	Obat Sakit Mata	Daun	Dihaluskan, ditempel ke bagian dekat mata
0.		<i>Dactyloctenium sp</i>	Padang teguh	Obat Untuk Luka	Daun	Di haluskan ditambah dengan kapur sirih, di olean ke luka
1.		<i>Bouteloua sp</i>	Kambing bajar	Obat Batuk Obat Panas Dalam	Daun Umbi	Dihaluskan, dimasak sampai tinggal satu gelas, di minum
2.	Portulacaceae	<i>Portula sp</i>	Krah pandang	Obat Cacing	Daun	Dihaluskan, ditempelkan ke atas perut
3.	Poligalaceae	<i>Poligala sp</i>	Kacilando	Obat demam	Daun	Dihaluskan, dikompreskan atau diminum air perasannya
4.	Rubiaceae	<i>Santofilum sp</i>	Tongkap brigat	Obat Demam	Daun	Dihaluskan, dikompreskan atau diminum air perasannya
5.		<i>Taremma pulchia</i>	Stekap	Obat Demam	Daun	di remas-remas didalam air, dimasak, di minum atau mandikan
6.		<i>Argostemma involucratum</i>	Lancing Kerangen	Obat maag Obat Demam Minyak Urut	Daun Daun Daun	Di remas-remas didalam air hangat, di minum Di haluskan, di kompreskan daun di olesi dengan minyak goreng, diremas-remas
7.		<i>Ophiorrhiza communis</i>	Jarum-jarum sifat kundul	Obat diare	Daun	Daun muda dimakan
8.		<i>Greenea corymbosa</i>	Pucuk ring-ring	Obat Patah Tulang	Daun	Daunnya direbus dengan 2 gelas air sampai tinggal segelas, diminum
9.		<i>Greenea sp.</i>	Pucuk ring-ring	Obat Patah Tulang	Daun	Daunnya direbus dengan 2 gelas air sampai tinggal segelas, diminum
0.		<i>Pavetta sp</i>	Sira-sira	Obat Infeksi Telinga	Daun	Daunnya di kunyah dengan garam, di semburkan dekat telinga
1.	Solanaceae	<i>Solanum torvum</i>	Rimbang	Obat Sakit Mata	Buah	Dimasak, dimakan
2.		<i>Physalis peruviana</i>	Culpa-culpa	Obat Penyakit Lever	Daun	Daunnya direbus dengan 2 gelas air

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

No	Famili	Nama Latin	Nama Daerah	Kegunaan	Bagian yang di gunakan	Cara Pemanfaatan
						sampai tinggal segelas, diminum
3.		<i>Capsicum frutescens</i>	Cina	Obat Infeksi Telinga	Daun	Pucuknya dihaluskan, dioleskan di sekitar telinga
				Obat Panas Dalam	Daun	Diramu dengan obat yang lain, diminum
4.	Scophulariaceae	<i>Lindernia ruelloides</i>	Cucur-cucur	Obat Flu	Daun	Diramu dengan bahan-bahan obat yang lain, diminum
5.	Ulmaceae	<i>Celtis sp.</i>	Cang-cang duri	Obat masuk angin	Daun	Diramu dengan bahan-bahan obat yang lain, diminum
6.	Urticaceae	<i>Boehmeria glomerulifera</i>	Perdit	Obat Sakit Kepala	Buah	di haluskan, direbus, dimandikan
				Obat Panas Dalam	Daun	di haluskan, direbus, dimandikan
7.		<i>Laportea sp</i>	Galunggung	Obat Masuk Angin	Daun	daun sebanyak 5-6 lembar di remas di dalam air yang sudah didinginkan, diminum,
				Obat Malaria	Daun	
8.		<i>Cypholopus sp</i>	Pega-peg	Obat Kanker	Daun	Dihaluskan, diramu dengan bahan yang lain, diminum
9.	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Ratah bunga	Obat diare	Daun	Diramu dengan bahan-bahan obat yang lain, diminum
0.	Vitaceae	<i>Vitis gracilis</i>	Gagatan harimau	Obat diare	Daun	Di makan
1.	Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i>	Bahing gara	Obat Luka	Umbi	Di haluskan, diperas airnya, diminum
				masuk angin	Umbi	
				Obat Sakit Mata	Umbi	Di kunyah disebarkan ke dekat mata
2.		<i>Hedychium coronarium</i>	Bunga encole	Obat Tetes Mata	Batang muda	di kerok batangnya, diperas, airnya ditetaskan ke mata

Suku tumbuhan herba yang banyak digunakan sebagai tumbuhan obat adalah Rubiaceae 7 jenis, Asteraceae 5 jenis, Achantaceae dan Balsaminaceae 4 jenis dan suku Solanaceae, Araceae, Poaceae dan Urticaceae masing-masing 3 jenis. Bagian tumbuhan yang digunakan untuk obat-obatan adalah akar, umbi, batang, pucuk, bunga, dan buah. Bagian - bagian tersebut ada yang dapat langsung digunakan

sebagai obat tunggal dan ada pula yang dalam bentuk ramuan melalui proses pengolahan. Bagian tumbuhan yang paling banyak digunakan adalah daun, dimana dari 62 jenis tumbuhan obat 57 jenis menggunakan daunnya. Hal ini disebabkan beberapa faktor, pertama; pada daun terakumulasi senyawa metabolit sekunder yang paling penting sebagai bahan obat seperti tanin, alkaloid, minyak atsiri dan senyawa organik lainnya, kedua; jumlah daun lebih banyak dibanding bagian organ lain, ketiga; daun merupakan bahan yang mudah diperoleh dan diracik untuk di jadikan sebagai bahan obat.

Pemanfaatan tumbuhan herba untuk bahan obat-obatan sampai sekarang masih terus dilakukan oleh masyarakat Karo di Desa Telagah, walaupun sudah ada pengobatan modern. Obat tradisional masih digunakan oleh masyarakat Karo karena lokasi sarana kesehatan jauh sekitar 80 Km, dan masih belum optimalnya pelayanan kesehatan di Desa telagah, sehingga masyarakat Karo di Desa Telagah lebih suka berobat ke tabib kampung dan menggunakan obat-obatan tradisional. Hal ini menunjukkan masyarakat Karo di Desa Telagah masih memiliki hubungan yang sangat kuat dengan lingkungan hutannya khususnya sumberdaya tumbuhan herba sebagai bahan obat – obatan. Hubungan yang kuat ini merupakan nilai positif bagi masyarakat Karo untuk tetap menjaga kelestarian hutannya.

Indeks Kepentingan Budaya (ICS)

Berdasarkan jenis kegunaan, intensitas pemakaian dan tingkat kesukaan dapat diketahui jenis – jenis tumbuhan herba yang paling penting bagi masyarakat untuk digunakan sebagai tumbuhan obat. Hasil penghitungan nilai ICS menunjukkan terdapat 10 jenis tumbuhan yang memiliki nilai ICS tertinggi (tabel 2.).

Tabel 2:
Index of Cultural Significance (ICS) Pada Suku Karo Di Desa Telagah

No	Nama Lokal	Nama Latin	ICS
1.	Lancing kerangen	<i>Argostemma involucreatum</i>	76
2.	Peseng	<i>Eupatorium odoratum</i>	46
3.	Galunggung	<i>Laportea sp</i>	40
4.	Bahinggara	<i>Zingiber officinale</i>	40
5.	Garang gersing bunga	<i>Hydrocotyle javanica</i>	40
6.	Sibagori	<i>Urena lobata</i>	35
7.	Tabar – tabar	<i>Costus speciosus</i>	34
8.	Cina	<i>Capsicum frutescens</i>	32
9.	Perdit	<i>Boehmeria glomerulifera</i>	27
10.	Padang Teguh	<i>Dactyloctenium sp</i>	21

Tabel 2 menunjukkan 10 jenis tumbuhan herba terpenting bagi masyarakat Karo Desa Telagah sebagai tumbuhan obat. Lancing kerangen (*Argostemma involucreatum*) merupakan jenis tumbuhan herba yang paling sering digunakan oleh masyarakat Karo Desa Telagah sebagai tumbuhan herba. Jenis ini memiliki nilai ICS tertinggi yaitu 76, diikuti berturut – turut oleh peseng (*Eupatorium odoratum*) ICS 46, galunggung (*Laportea sp*), Bahinggara (*Zingiber officinale*), dan garang gersing bunga (*Hydrocotyle javanica*) ICS 40, dan seterusnya.

KESIMPULAN

1. Di Desa Telagah Kabupaten Langkat terdapat 62 jenis tumbuhan herba yang digunakan masyarakat Karo sebagai tumbuhan obat.
2. Masih terdapat hubungan yang kuat antara masyarakat Karo dengan lingkungan hutannya khususnya sumberdaya tumbuhan herba.
3. 10 jenis tumbuhan herba yang paling penting bagi masyarakat Karo sebagai tumbuhan obat adalah Lancing kerangen (*Argostemma involucreatum*), peseng (*Eupatorium odoratum*), galunggung (*Laportea sp*), Bahinggara (*Zingiber officinale*), garang gersing bunga (*Hydrocotyle javanica*), sibagori (*Urena lobata*), tabar – tabar (*Costus speciosus*), cina (*Capsicum frutescens*), perdit (*Boehmeria glomerulifera*) dan padang teguh (*Dactyloctenium sp*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, A. 2002. Inventarisasi Tumbuhan Obat TNKS : Kajian dalam Perspektif Etnofarmakologis dan Budaya. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*. Vol. 1, No. 1, Januari 2002.
- Grandstaff, S. W. & T. B. Grandstaff. 1987. Semi Structure Interviewing by Multidicipline Teams in RRA. *KKU Prociding* : 69 – 88.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid I. Badan Litbang Kehutanan. Dephut RI. Jakarta.
- Martin, G. J. 1995. Ethnobotany. Chapman and Hall. London.
- Moeloe, F. A. 2006. Herbal and Traditional Medicine : Nationale Perspectives and Policies in Indonesia. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*. Vol. 5, No.1, Januari 2006.
- Quansah, N. 2004. The Neglected Key to Successful Biodiversity Conservation and Appropriate Development : Local Traditional Knowledge. *Ethnobotany Research & Applications*. 2 : 89 – 91.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

- Raynor, B. & M. Kostka. 2003. Back to the Future : Using Traditional Knowledge to Strengthen Biodiversity Conservation in Pohnpei, Federated States of Micronesia. *Ethnobotany Research & Applications*. 1 : 55 – 63.
- Zein, U. 2005. Pemanfaatan Tumbuhan Obat Dalam Upaya Pemeliharaan Kesehatan. *e-USU Repository*. Universitas Sumatera Utara.

ISOLASI ALKALOID QUINOLIZIDIN TIPE *ORMOSIA* DARI TUMBUHAN *ORMOSIA*

M. Pandapotan Nasution

Departemen Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU Medan 20155
e-mail : martua97@yahoo.co.id

Abstrak

Tumbuhan tribus primitif dari suku Papilionaceae diketahui kaya mengandung alkaloid golongan quinolizidin. Khusus tumbuhan dari marga *Ormosia* mengandung alkaloid quinolizidin dari tipe *Ormosia* sehingga dapat dijadikan sebagai penanda taksonomi (*taxonomic marker*) untuk tumbuhan marga *Ormosia*. Alkaloid golongan quinolizidin menarik perhatian karena beberapa di antaranya menunjukkan aktivitas biologis sehingga dapat menjadi sumber obat yang potensial.

Dalam penelitian ini telah dilakukan isolasi senyawa alkaloid golongan quinolizidin dari biji tumbuhan *Ormosia krugii* Urban dari suku Pailionaceae. Isolasi diawali oleh ekstraksi dengan maserasi dilanjutkan dengan pengocokan asam-basa menghasilkan ekstrak alkaloid kasar. Pemisahan dan pemurnian alkaloid dilakukan dengan kromatografi kolom. Penentuan struktur kimia dari isolat dilakukan dengan analisis spektrum sinar ultra ungu, infra merah, spektrum massa dan spektroskopi resonansi magnet inti satu dan dua dimensi.

Beberapa alkaloid dari golongan quinolizidin telah diisolasi dan salah satunya adalah sebuah senyawa alkaloid quinolizidin tipe *Ormosia* yakni sebuah isomer ormosinin.

Kata kunci: Alkaloid quinolizidin, *Ormosia*, Papilionaceae, *taxonomic marker*, Ormosinin

PENDAHULUAN

Leguminosae merupakan familia tumbuhan bunga (Spermatophyta) terbesar ketiga sesudah Asteraceae dan Orchidaceae. Banyak di antara species-species Leguminosae yang mempunyai nilai ekonomi seperti makanan (kacang-kacangan), penghasil kayu, minyak, zat warna, gom, dan resin. Akarnya mengikat nitrogen menyuburkan tanah. Selain itu, beberapa species Papilionaceae dari tribus yang primitif dikenal kaya mengandung alkaloid dari golongan quinolizidin. Alkaloid golongan ini memiliki beberapa aktivitas biologis seperti kardiotonik, antarritmia, uterotonik, hipotensif, antipiretik, antimikroba dan

teratogenik sehingga sangat berpotensi sebagai sumber obat baru. Kandungan alkaloid golongan quinolizidin hanya terdapat pada Papilionaceae dengan penyebaran yang lebih sempit hanya pada tribus-tribus yang primitif saja seperti Sophoreae, Euchresteae, Dalbergieae, Thermopsidae, dan Genisteae. Tumbuhan marga *Ormosia* termasuk tribus Sophoreae. Marga *Ormosia* secara khusus mengandung alkaloid quinolizidin dari tipe *Ormosia* sehingga dapat dijadikan sebagai *marker* untuk marga ini. Kajian tentang kandungan kimia tumbuh-tumbuhan ini akan membantu memberikan pemahaman yang lebih baik tentang penyebaran alkaloid quinolizidin dari tipr *Ormosia* sehingga bermanfaat sebagai penanda taksonomi (*marker*), disamping membantu pencarian zat aktif biologis (*biologically active compounds*) dalam rangka pencarian obat baru (*drug discovery*).

CARA KERJA

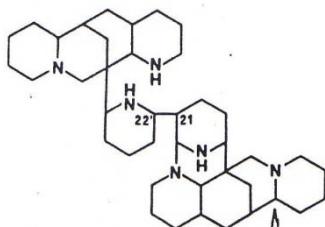
Biji dari buah yang masak dari tumbuhan *Ormosia krugii* sebanyak 10 kg dihaluskan, lalu dimaserasi dengan pelarut metanol 80 %. Pelarut sari metanol diuapkan dengan penguap pusing vakum (*rotavapor*) sampai diperoleh sari kental. Terhadap sari kental ini kemudian dilakukan penarikan alkaloid dengan metode pengocokan asam-basa (metode penarikan alkaloid) sehingga diperoleh sari alkaloid kasar (*crude alkaloidal extract*). Sari kasar alkaloid difraksinasi berulang (*repeated column fractionation*) dengan kromatografi kolom dengan fasa diam silika gel dan fasa gerak kloroform-metanol-amonia (85 : 15 : 1) sehingga diperoleh sebuah alkaloid quinolizidin dari tipe *Ormosia*. Penentuan struktur kimia dilakukan dengan analisis spektrum sinar ultra ungu/sinar tampak (uv/vis), spektrum sinar infra merah (IR), spektrum massa (MS), dan spektrum resonansi magnet inti (NMR) satu dan dua dimensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat yang diperoleh berupa satu senyawa tunggal bersifat amorf berwarna kekuningan. Kromatogram KLT fasa diam silika gel memberikan harga Rf 0,14 (pelarut 1), Rf 0,13 (pelarut 2), dan Rf 0,97 (pelarut 3). Kromatografi gas (GC) fasa diam DB-5 RRt 1,62. Pemutaran bidang polarisasi cahaya $[\alpha]_D^{20} = + 28^{\circ}$ (c 0,05, MeOH). Spektrum UV $\lambda_{\max}$ (MeOH). 219 nm (log ϵ 3,52). Spektrum IR $\nu_{\max}$ (KBr) 3237 (NH), 2925, 2850, 2798, 2770 (*trans*-quinolizidine), 1441, 1109, 753 cm^{-1} . Spektrum $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CDCl_3) 3,360 ppm (bs), 3,025 ppm (bd, $J = 10,75$ Hz), 2,699 ppm (d, $J = 9,77$ Hz), 2,50 – 0,90 ppm (m) (CH_2 dan CH). Spektrum $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, CDCl_3) 73,60 ppm (CH), 64,04 ppm (CH), 63,08 ppm ((CH), 62,91 ppm (CH), 61,16 ppm (CH), 59,52 ppm (CH_2), 55, 48 ppm (CH_2), 55,14 ppm (CH_2) 54,88 ppm (CH), 50,44 ppm (CH_2), 46,81 ppm (CH_2), 40,21 ppm (CH_2), 36,96 ppm

(CH₂), 35,97 ppm (CH), 35,70 ppm (CH), 35,16 ppm (CH), 33,96 ppm (CH₂), 32,33 ppm (CH₂), 32,10 ppm (CH₂), 31,05 ppm (CH₂), 30,33 ppm (2 CH₂'s), 29,82 ppm (CH₂), 27,34 (CH), 26,90 ppm (CH), 26,65 ppm (CH₂), 25,55 ppm (CH₂), 25,36 ppm (CH₂), 25,28 ppm (CH₂), 25,20 ppm (CH₂), 25,02 ppm (CH₂), 24,05 ppm (CH₂), 23,85 ppm (CH₂), 21,54 ppm (CH₂), 21,43 ppm (CH₂), 21,02 ppm (CH₂), 18,71 ppm (CH₂). Spektrum massa EI-MS 70 eV, *m/z* (%), 630 (M⁺, sesuai dengan rumus C₄₀H₆₆N₆, tidak terlihat), 315 (21, monomer C₂₀H₃₃N₃), 272 (10), 217 (100), 190 (14), 175 (9), 162 (6) 98 (26). Spektrum massa CI-MS 120 eV, *m/z* (%), 631 ([M+1]⁺, sesuai dengan rumus C₄₀H₆₇N₆, ion molekuler terprotonasi, 16), 316 ([M/2+1]⁺ 100).

Isolat ini merupakan senyawa tunggal murni yang dikuatkan oleh noda tunggal pada kromatogram KLT dan sebuah puncak tunggal pada kromatogram gas (GC). Kepastian isolat ini adalah alkaloid quinolizidin dari tipe *Ormosia* adalah dari spektrum massa (MS) yang memberikan M⁺ 630 sma yang berarti molekul mempunyai atom-C berjumlah 40, selanjutnya pecah menjadi monomernya yang memiliki atom-C berjumlah 20. Alkaloid quinolizidin dengan jumlah atom-C 20 buah dan 40 buah hanya tipe *Ormosia*, sedangkan tipe lain memiliki atom-C 15 buah. Sepanjang yang diketahui, hanya alkaloid dari tipe *Ormosia* yang ada dalam bentuk dimer sehingga atom-C berjumlah dua kali lipat. Alkaloid quinolizidin dibiosintesis dari kadaverin sebagai unit C5-nya, sehingga alkaloid quinolizidin mempunyai jumlah atom-C kelipatan 5.



DAFTAR PUSTAKA

- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York: Columbia University Press, pp 587-601
- Kinghorn, A.D. dan Balandrin, M.F. 1984. Quinolizidine Alkaloids of the Leguminosae: Structural types, Analysis, Chemotaxonomy, and Biological Activities. Dalam *Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives*, volume 2, ed. S.W. Ppelletier. New York: John Wiley & Sons, pp 104-148

ALKALOID GOLONGAN QUINOLIZIDIN SEBAGAI PENANDA TAKSONOMIK TUMBUHAN TRIBUS PRIMITIF SUKU PAPILIONACEAE

M. Pandapotan Nasution

Departemen Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU Medan 20155
e-mail : martua97@yahoo.co.id

Abstrak

Spesies-spesies tumbuhan Papilionaceae mempunyai kecepatan evolusi yang tidak sama. Tribus yang lebih lambat (*primitive*) tingkat evolusinya umumnya berupa pohon sedangkan tribus dengan tingkat evolusi yang lebih cepat (*advanced*) merupakan tumbuhan herba. Alkaloid golongan quinolizidin hanya dijumpai pada tribus-tribus yang primitif dan tidak pada tribus yang lebih maju evolusinya. Bahkan alkaloid quinolizidin dari tipe *Ormosia* hanya ditemukan pada marga *Ormosia* sehingga menjadi ciri khas bagi marga ini. Kajian tentang kandungan kimia spesies-spesies ini dapat membantu memberikan kepastian kedudukan mereka secara taksonomi.

Di samping bermanfaat secara taksonomi, kajian penyebaran kandungan kimia alkaloid golongan quinolizidin sangat membantu melakukan prediksi dan menentukan langkah dalam upaya pencarian senyawa-senyawa berkhasiat obat (*drug discovery*) dari sumber tumbuhan. Senyawa alkaloid golongan quinolizidin menarik perhatian karena ternyata alkaloid golongan ini menunjukkan beberapa aktivitas biologis yang bermanfaat sehingga dapat menjadi sumber obat-obatan yang potensial. Ada yang bersifat hipotensif, antiaritmia, antipiretik, antelmintik, insektisida, diuretik, oksitosik, antikanker, dan teratogenik.

Dalam kajian ini dibahas penyebaran alkaloida golongan quinolizidin pada tribus-tribus primitif dari anak suku Papilionoideae, variasi struktur kimianya, signifikansinya sebagai penanda taksonomik (*taxonomic marker*) dalam anak suku Papilionoideae. Pengetahuan tentang kandungan kimia ini sangat bermanfaat untuk membantu mengatasi kesulitan yang disebabkan oleh tidak memadainya data genetik yang tersedia, atau, karena ketidak tegasan ciri morfologis yang ada, sehingga penentuan kedudukan suatu spesies dalam marga atau tribus sulit disepakati.

Kata kunci: Papilionaceae, tribus primitif, alkaloid golongan quinolizidin, *taxonomic marker*

EVOLUSI TUMBUHAN SUKU LEGUMINOSAE

Suku tumbuhan Leguminosae terbagi 3 anaksuku yakni Mimosoideae, Caesalpinioideae dan Papilionoideae. Di antara ke tiga anaksuku ini maka Mimosoideae merupakan yang paling primitif tingkat evolusinya dan Papilionoideae merupakan yang paling cepat (*advanced*). Perbedaan tingkat evolusi ini dapat juga dilihat dari morfologinya. Bentuk bunga kupu-kupu yang monosimetris dari Papilionoideae dan sifat herbaseus tumbuhannya menunjukkan tingkat evolusi yang *advanced*. Caesalpinioideae sudah lebih banyak berupa pohon (*arboreus*) dengan bentuk bunga sudah mulai monosimetris. Sedangkan anaksuku Mimosoideae lebih banyak berupa pohon dengan beberapa spesiesnya yang herbaseus. Bunga monosimetris seperti terdapat pada anaksuku Papilionoideae merupakan salah satu ciri tumbuhan yang mempunyai tingkat evolusi relatif tinggi apalagi disertai habitus yang herbaseus. Spesies kacang-kacangan umumnya sudah bersifat herbaseus.

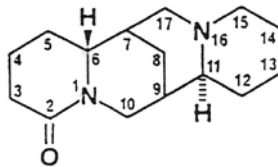
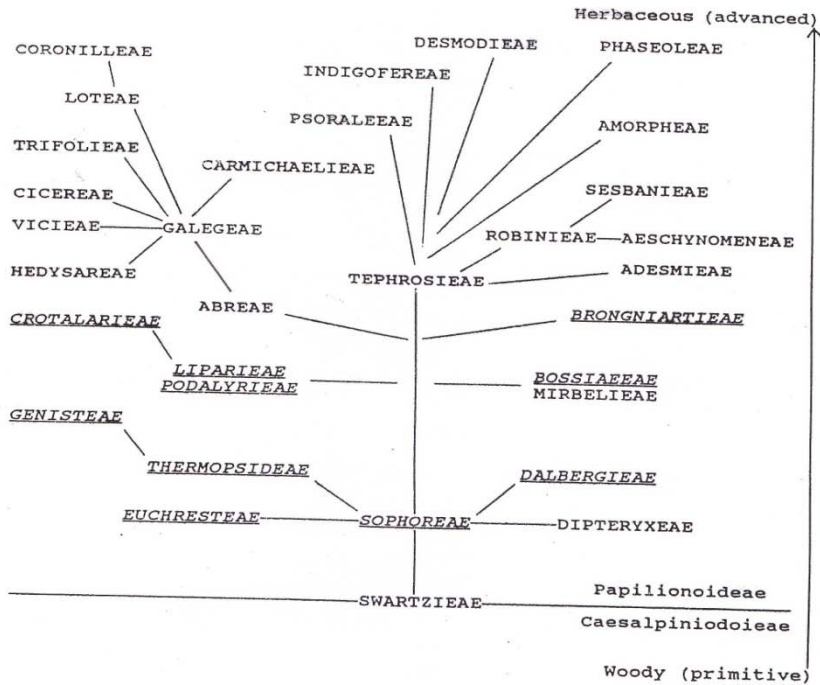
TINGKAT EVOLUSI DAN HUBUNGAN KEKERABATAN ANTARA TRIBUS-TRIBUS ANAKSUKU PAPILIONOIDEAE

Species-species dari anak suku Papilionoideae tidak sama pula kecepatan evolusinya. Walau sama-sama mempunyai bunga bentuk kupu-kupu yang monosimetris tetapi ada kelompok yang berupa pohon dan kelompok yang bersifat herbaseus. Tumbuh-tumbuhan yang berupa pohon pada umumnya adalah dari tribus yang primitif, sedangkan yang herbaseus adalah dari tribus yang relatif lebih *advanced*. Tribus-tribus yang primitif adalah Sophoreae, Euchrestae, Thermopsidae, Dalbergiae, Genisteae. Tribus-tribus ini banyak berupa pohon. Sedangkan tribus-tribus Desmodieae, Phaseoleae, Loteae, Amorpheae, Coronilleae, Trifolieae, Viciae yang umumnya bukan pohon, termasuk ke dalam kelompok yang *advanced*. Alkaloid quinolizidin hanya terdapat pada tribus yang relatif primitif, yaitu pada tribus yang ditulis miring dan bergaris bawah.

PENYEBARAN ALKALOID GOLONGAN QUINOLIZIDIN PADA ANAKSUKU PAPILIONOIDEAE

Seperti disebutkan di atas bahwa hanya tumbuh-tumbuhan anaksuku Papilionoideae dari tribus-tribus yang relatif primitif saja yang mengandung alkaloid quinolizidin, sedangkan tumbuh-tumbuhan yang termasuk tribus yang *advanced* tidak mengandung alkaloid ini. Hal ini sangat menarik dari sudut taksonomi. Ternyata keberadaan alkaloid quinolizidin mengikuti garis kekerabatan genetika walaupun di dalam anaksuku Papilionoideae sendiri. Tribus yang lebih primitif umumnya berupa pohon, sedangkan yang *advanced* berupa herba. Spesies kacang-

kacangan yang umumnya herba tidak mengandung alkaloid quinolizidin sama sekali.



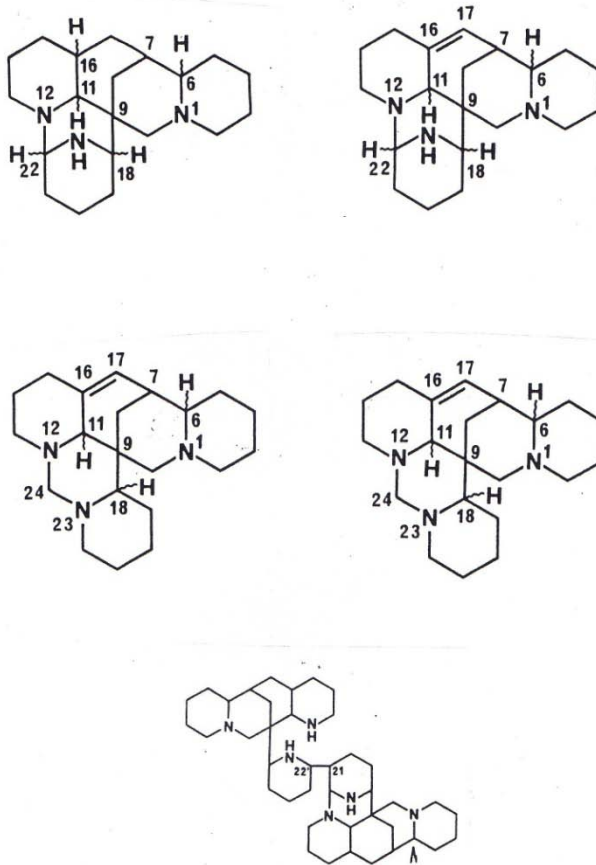
Alkaloid quinolizidin

Tribus-tribus Phaseoleae, Loteae, Amorpheae, Coronilleae, Trifolieae, dan Vicieae tidak mengandung alkaloid ini. Tribus-tribus yang lebih primitif seperti Sophoreae, Euphorbiae, Thermopsidae, Dalbergieae, Genisteae terkenal kaya alkaloid ini.

ALKALOID TIPE ORMOSIA PADA MARGA ORMOSIA DAN PERANNYA SEBAGAI PENANDA TAKSONOMIK (*TAXONOMIC MARKER*)

Yang lebih menarik lagi adalah keberadaan alkaloid quinolizidin dari tipe *Ormosia*. Disebut tipe *Ormosia* karena hanya pada genus

Ormosia saja terdapat alkaloid tipe ini. Keterbatasan penyebaran alkaloid ini hanya pada taksa tertentu sangat baik dijadikan sebagai penanda (*marker*). Kandungan kimia tumbuhan adalah fenotip yang merupakan ungkapan genotip. Pengkajian kandungan kimia secara tidak langsung merupakan pengumpulan informasi tentang genetika suatu takson. Dengan demikian pemahaman kandungan kimia tumbuhan dapat dipakai membantu masalah taksonomi. Memang tidak semua masalah taksonomi bisa dipecahkan dengan bantuan data kimia. Tetapi sekurang-kurangnya alkaloid tipe *Ormosia* ini dapat membantu pada marga (*genus*) *Ormosia*. Pada tingkat *species* lebih sedikit terjadi masalah, tetapi pada tingkat *genus* mulai banyak terjadi ketidaksepakatan mengenai kedudukan suatu tumbuhan apakah masuk *genus* tertentu atau masuk *genus* yang lain, sehingga sering menimbulkan kebingungan dan memunculkan sinonim-sinonim.



Alkaloida quinolizidin tipe *Ormosia*.

STUDI KESESUAIAN HABITAT DAN PEMETAAN KAWASAN PERLINDUNGAN GAJAH (*ELEPHANT SUNCTUARY*) DI HUTAN TERGANGGU SEBAGAI LANGKAH MENGURANGI KONFLIK GAJAH DENGAN MANUSIA

(Suitability Analysis and Mapping of Elephant Sunctuary in Disturbance Forest for Human- Elephant Conflict Solution)

Abdullah, Djufri, dan Asiah M.D.

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Syiah Kuala

Abstrak

Kesalahan dalam pengelolaan habitat gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus* TEMMINCK, 1847) telah menyebabkan hewan ini mencari makanan di daerah lain di sekitar habitatnya. Kondisi ini berpotensi menimbulkan konflik di lokasi sekitar habitat dan mengancam kelangsungan hidupnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemetaan kawasan perlindungan gajah berdasarkan penggunaan sumber daya dan faktor habitat yang mempertimbangkan faktor pembatas habitat. Pengamatan data lapangan penelitian dilakukan di Hutan Lindung Aceh Besar Provinsi Aceh selama Mei-Agustus 2010. Metode penelitian meliputi: (1) kajian penggunaan habitat dan sumber daya secara ekologis oleh gajah dengan pengamatan langsung dalam habitatnya; (2) pemetaan kawasan perlindungan gajah dengan teknik Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengetahui luas habitat yang sesuai (*suitable*); dan (3) menyusun strategi penggunaan sumber daya dan faktor habitat. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan sumber daya dan faktor habitat berdasarkan distribusi feses dalam habitat dan hubungannya dengan ketersediaan sumber daya dan faktor habitat yang digunakan adalah hutan primer dengan penutupan tajuk sangat rapat (88-100%), memiliki sangat banyak tumbuhan pakan (>75%), tidak ada herbivor besar dan predator, kemiringan landai (0-20°), dekat dengan hutan primer (0-5 m) dan jauh dari sumber gangguan (>1.500 m). Berdasarkan *suitability analysis* dengan faktor koreksi *time budget* diperoleh habitat yang *suitable* seluas 143.678,60 ha (21,82%) yang dapat menampung 16,56 ekor gajah. Strategi penggunaan sumberdaya dan faktor habitat oleh gajah Sumatera diperoleh strategi penggunaan ruang, gajah menggunakan ruang habitat spesifik (hutan tertutup basah

permanen dengan aksesibilitas tinggi) dan strategi mewartu (musim hujan-kemarau) adalah gajah memaksimalkan penggunaan waktu aktif makan dan menghindari pembatas dalam habitat. Berdasarkan analisis kesesuaian habitat dan penggunaan habitat menunjukkan bahwa gajah Sumatera membutuhkan habitat yang sesuai atau kawasan perlindungan gajah untuk kesintasannya.

Kata kunci: Analisis kesesuaian habitat, pemetaan habitat, gajah Sumatran

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Kelangsungan hidup populasi gajah Sumatera dapat dianggap tidak menentu karena tingginya tekanan dan gangguan, serta kurangnya pengetahuan tentang bagaimana cara hidup gajah di habitat aslinya yang dibutuhkan sebagai acuan pengelolaan populasi alami. Pengetahuan ekologis tentang bagaimana strategi gajah menggunakan habitat dan sumber daya masih sangat terbatas (Krebs, 1996; Elton, 1996; Hamilton dkk., 2005; Blake dkk., 2007). Pemilihan lokasi untuk beraktivitas, mencari makan, dan menentukan waktu makan yang tepat dipengaruhi oleh berbagai faktor pembatas dalam habitat (Soeriatmadja, 1982; Sukumar, 1989; Nyhus dan Tilson, 2004; Abdullah dkk., 2005). Ketersediaan habitat dan sumber daya yang dipengaruhi oleh musim, aksesibilitas dan gangguan sangat menentukan bagaimana gajah menggunakan habitat dan sumber dayanya. Berbagai faktor habitat dan sumber daya yang beroperasi di alam, perlu diidentifikasi di lapangan sesuai dengan kebutuhan gajah, yang akan sangat diperlukan dalam penentuan kesesuaian habitat. Habitat yang sesuai bagi kehidupan gajah, yang menjamin aktivitas gajah secara normal (Stilling, 1992; Nyhus dan Tilson, 2004; Shannon dkk., 2006), digunakan sebagai dasar untuk penentuan luasan habitat yang efektif untuk menampung populasi yang berkelanjutan.

Perumusan masalah

Ketika habitat tidak lagi sesuai dengan kebutuhan gajah, maka hewan ini akan keluar dari habitat menuju kawasan di sekitarnya misalnya perkebunan, perladangan atau pemukiman penduduk sehingga menimbulkan konflik dengan manusia (Seidensticker, 1984). Seperti diketahui, gajah Sumatera membutuhkan jumlah konsumsi makanan yang banyak untuk mencukupi kebutuhan energi sesuai dengan ukuran tubuhnya yang besar (Seidensticker, 1984). Ketika kebutuhan makanan yang tinggi tidak lagi terpenuhi oleh habitat, sementara potensi pakan

yang tinggi tersedia di sekitar habitat, mendorong gajah untuk keluar dari habitatnya untuk memanfaatkan sumber daya makanan yang tersedia di kawasan budidaya untuk memenuhi kekurangan makanan. Hal ini dapat memicu terjadinya peningkatan konflik dengan manusia. Masalah kelangsungan hidup populasi gajah Sumatera yang dianggap tidak menentu seperti diungkapkan di atas berusaha dijawab dalam penelitian ini. Bagaimana strategi gajah menggunakan habitat yang memiliki faktor pembatas, sumber daya yang fluktuatif, dan gangguan yang terus menerus secara meruang dan mewaktu untuk menjamin kelangsungan hidup populasi.

Tingkat konflik gajah-manusia yang makin meningkat, maka kajian tentang kesesuaian habitat sangat dibutuhkan untuk mengkaji apakah pemetaan ketersediaan habitat yang sesuai masih memadai untuk kelangsungan hidup populasi gajah Sumatera.

Tinjauan Pustaka

Penggunaan Habitat

Penggunaan habitat merupakan proses ekologi yang masih sangat kurang dipahami. Distribusi hewan tidak dapat dijumpai di sembarangan tempat. Seleksi alam mengembangkan sistem sensori hewan untuk mengenal habitat yang sesuai. Habitat yang sesuai ditandai oleh adanya makanan yang disukai dan kondisi lingkungan habitat yang cocok. Dalam habitat yang kurang sesuai (*marginal*) hewan memiliki hambatan aksesibilitas dan keterbatasan sumber daya (Krebs, 1994). Gajah menggunakan habitat dengan membentuk daerah jelajah (*home range*) yang relatif luas dengan topografi datar hingga bergelombang (Syahnan dan Supriana, 1988). Kebutuhan ruang habitat gajah ditentukan oleh heterogenitas topografi dan ketersediaan sumber daya yang ada di dalamnya. Unit habitat yang banyak sumber daya dan ruang yang sesuai bagi gajah dibutuhkan lebih kecil dibandingkan habitat yang kurang sumber daya. Penelitian yang dilakukan di Hutan Malaysia mendapatkan daya dukung kawasan hutan sekunder ($0,27 \text{ ekor/km}^2$) lebih besar daripada daya dukung hutan primer ($0,12 \text{ ekor/km}^2$) (Santiapillai dan Suprahman, 1984). Penelitian yang dilakukan oleh Hedges dkk., (2002) menemukan jumlah populasi gajah di Taman Nasional Way Kambas menemukan sebesar 0.575 ind/km dan di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan sebesar 0.028 ind/km . Dalam habitat aslinya gajah Sumatera menyukai tempat tinggal berupa daerah berhutan rapat dan daerah yang terbuka dengan rumput atau semak (Alikodra, 1985). Perkiraan produksi pakan menentukan jumlah hewan yang dapat bertahan hidup dalam suatu habitat.

Kesesuaian Habitat (*habitat suitability*)

Kelayakan habitat merupakan kondisi habitat yang dipilih atau disenangi (*preferred*) oleh hewan untuk melakukan berbagai aktivitas hariannya dan dapat menampung ukuran populasi yang bertahan hidup (*viable population size*) karena dalam unit habitat tersedia kebutuhan sumber daya dan ruang dengan aksesibilitas tinggi (McFarland, 1985; Armbruster dkk., 1999). Distribusi dan kelimpahan hewan dipengaruhi susunan spasial dari habitat yang sesuai dalam skala landscape. Faktor yang menentukan kesesuaian habitat untuk unit habitat yang digunakan oleh gajah seperti daerah jelajah (*home range* adalah perbedaan pola spasial (*spatial pattern*)). Kesesuaian habitat berkurang dalam habitat yang terfragmentasi yang ditandai dengan berkurangnya habitat utuh (*continuous habitat*). Kondisi ini dapat mengurangi konektivitas di antara metapopulasi, makin tinggi jarak koneksi antar bercak makanan (*patch*) habitat yang sesuai, maka rekolonisasi di antara populasi yang bertahan makin berkurang (Riitters dkk., 1997). Kelayakan habitat gajah Sumatera merupakan kondisi habitat sesuai dengan kebutuhan hidup gajah yang menyediakan sumber makanan dan ruang yang cukup (Ben-Shahar, 1990).

Kesesuaian habitat dapat diprediksikan dengan menggabungkan dan memetakan berbagai variabel habitat yang sesuai. Ketersediaan makanan, air dan faktor pembatas yang berfungsi menentukan aksesibilitas sumber daya dan preferensi habitat yang menghasilkan indeks kualitas habitat. Dalam unit habitat yang memiliki nilai yang paling tinggi memiliki peluang yang tinggi mendapat hewan. Kualitas habitat di daerah yang kontinyu lebih baik dibandingkan daerah habitat yang terfragmentasi atau terpisah. Beberapa variabel habitat yang disusun menghasilkan Indeks Kesesuaian Habitat (*Habitat Suitability Index, HIS*). Nilai ini dapat menjelaskan kualitas habitat selanjutnya disebut sebagai Kawasan Perlindungan Gajah (*Elephant Sanctuary*) (Coughenour, 2008).

Tujuan Penelitian

- (1) Mengkaji penggunaan sumber daya dan faktor habitat;
- (2) Mengkaji preferensi habitat dan ekologi makan (preferensi pakan dan jumlah makan harian);
- (3) Mengkaji kesesuaian habitat dan ukuran populasi berdasarkan luas lokasi makan (*feeding patch*);
- (4) Memetakan kawasan perlindungan gajah di hutan terganggu (*elephant sanctuary*)

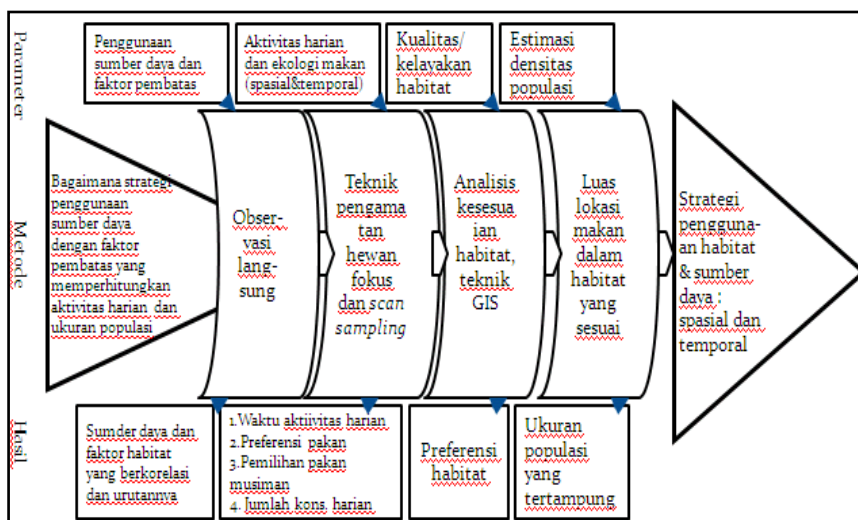
Manfaat Penelitian

- (1) Penelitian ini dapat memberikan informasi ekologis tentang teknik estimasi, luas dan distribusi Kawasan Perlindungan Gajah di Hutan Provinsi Aceh

- (2) Memberikan model pengelolaan *in situ* penting untuk mencegah timbulnya konflik gajah-manusia.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi: (1) kajian penggunaan habitat dan sumber daya secara ekologis oleh gajah dengan pengamatan langsung dalam habitatnya; (2) pemetaan kawasan perlindungan gajah dengan teknik Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengetahui luas habitat yang sesuai (*suitable*); dan (3) menyusun strategi penggunaan sumber daya dan faktor habitat



Gambar 1: Bagas ringkasan metode penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Habitat dan Sumber Daya

Penelitian diawali dengan mengidentifikasi dan mengelompokkan kelas sumber daya dan faktor habitat untuk digunakan dalam analisis lanjutan. Penggunaan sumber daya merupakan adanya bahan-bahan yang dikonsumsi atau digunakan oleh gajah dalam habitat untuk kebutuhan makan dan pemeliharaan tubuh. Sumber daya meliputi ketersediaan makanan, air, pohon menggesekkan badan dan kulit pohon. Selain sumber daya, faktor habitat yang sering digunakan atau yang bersifat membatasi gajah dalam mendapatkan sumber daya dan ruang ditentukan hubungannya dengan distribusi feses dalam habitat.

Berdasarkan distribusi feses dalam setiap kelas sumber daya dan faktor habitat diperoleh sembilan variabel habitat yang berhubungan dengan penggunaan habitat gajah Sumatera dengan kondisi kelas yang

sering digunakan masing-masing (Tabel 1), sedangkan dua variabel habitat yang tidak memiliki korelasi kuat antara variabel habitat dengan penggunaannya oleh gajah tidak diperhitungkan dalam analisis selanjutnya adalah jarak sumber air dan ketinggian lahan. Gajah Sumatera tidak mempertimbangkan jarak ke air dalam hutan primer disebabkan dalam hutan topis Sumatera di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam sangat dapat dengan mudah menemukan sumber air. Ketinggian lahan juga tidak berperan dalam penggunaan habitat karena gajah membutuhkan daerah yang cenderung datar.

Variabel habitat yang sangat menentukan dalam pemilihan habitat gajah Sumatera adalah jarak ke hutan primer dan kemiringan lahan. Jarak hutan primer dibutuhkan gajah karena gajah banyak melakukan aktivitasnya di hutan primer seperti interaksi sosial, menghindari dari musuh, reproduksi dan aktivitas makan. Keberadaan hutan primer penting bagi gajah Sumatera karena menyediakan sumber daya dan ruang yang sesuai (Hedges dkk., 2002). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Seidenticker (1984) juga menyebutkan bahwa gajah Sumatera membutuhkan hutan primer sebagai tempat untuk bernaung dan beristirahat. Gajah kurang mempertimbangkan ketersediaan air dan makanan sebagai faktor habitat utama dalam memilih habitat di hutan tropis karena ketersediaan air dan pakan dalam hutan tropis dapat ditemukan dengan mudah dalam semua tipe habitat. Berbeda dengan megaherbivor yang terdapat di habitat hutan Afrika, yang sangat mempertimbangkan faktor ketersediaan sumber pakan dalam memilih habitatnya. Penelitian yang dilakukan oleh Mwangi dan Western (1998) di Taman Nasional Nakuru, Kenya menyebutkan bahwa megaherbivor Afrika, termasuk gajah sangat mempertimbangkan lokasi habitat yang terdapat distribusi sumber makanan. Penentuan faktor habitat sangat penting bagi gajah dalam memilih habitat. Hal ini juga telah dilakukan di Hutan Xishuangbanna, Cina untuk menentukan kualitas habitat gajah dengan menggunakan parameter fisik habitat yang menyebutkan bahwa faktor vegetasi sangat diperhitungkan oleh gajah dalam memilih habitat (Zhixi dkk., 1995). Keberadaan hutan primer sangat penting dalam memilih habitat oleh gajah di hutan tropis, karena gajah Sumatera tidak bertahan lama di terik matahari (Mukhtar, 1989).

Tabel 1:
Urutan dan kondisi habitat yang sering digunakan gajah

Variabel habitat	Nilai F	P	Kondisi yang sering digunakan
Jarak ke hutan primer	39,044	0,001	Dekat (0-5 m)
Kemiringan lahan	18,808	0,001	Landai (0-20 ⁰)
Ketersediaan pohon gesek badan	11,211	0,001	Banyak (>5 pohon/plot)

Variabel habitat	Nilai F	P	Kondisi yang sering digunakan
Kehadiran herbivore	8,097	0,001	Tidak ada
Jarak gangguan	7,884	0,001	Sangat jauh (>1500 m)
Ketersediaan kulit pohon	6,079	0,006	Banyak (>3 pohon/plot)
Penutupan tajuk	5,624	0,002	Sangat rapat (88-100%)
Kehadiran predator	5,264	0,010	Tidak ada
Ketersediaan tumbuhan pakan	4,143	0,025	Sangat banyak (>75%)

Analisis Penggunaan Sumber Daya dan Faktor Habitat Musiman

Berdasarkan uji statistik distribusi feces dalam habitat selama musim hujan dan musim kemarau menunjukkan bahwa distribusi feces selama musim hujan dan musim kemarau tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, kecuali untuk variabel habitat ketersediaan tumbuhan pakan dan kehadiran herbivor. Tidak adanya perbedaan distribusi feces dalam variabel habitat disebabkan bahwa secara umum kondisi ekologis hutan hujan tropis memiliki kesetimbangan ekologis sepanjang tahun (*evergreen*) (Stiling, 1992), sehingga kondisi faktor habitat ketersediaan sumber daya relatif stabil. Distribusi feces dalam habitat dengan variabel ketersediaan tumbuhan pakan berbeda dalam habitat karena ketersediaan tumbuhan pakan yang mudah dijumpai dan merata pada musim hujan. Keadaan ini memudahkan bagi gajah untuk mendapatkan lokasi makan yang didominasi oleh tumbuhan pakan. Pada musim hujan, kehadiran jenis semak dan rumput dan tumbuhan cepat tumbuh (muda) banyak dalam habitat hutan sekunder dan padang rumput (Hall dkk., 1993). Distribusi feces dalam habitat dengan faktor habitat kehadiran herbivor juga berbeda nyata disebabkan oleh kehadiran kerbau yang dilepaskan oleh pengembala kerbau sekitar hutan setelah musim tanam padi.

Preferensi Habitat dan Analisis Kesesuaian Habitat

Analisis kesesuaian habitat dilakukan dengan menggunakan konsep evaluasi habitat dengan analisis kesesuaian habitat dilakukan dengan menggunakan Teknik Sistem Informasi Geografis. yang telah lama dikembangkan (Riqqi, 2000). Dalam analisis kesesuaian habitat ini digunakan berbagai indikasi penggunaan dan ketersediaan faktor lingkungan sebagai persyaratan habitat bagi gajah Sumatera yang diperoleh dari data lapangan dan analisis peta. Data ketersediaan sumber daya dan faktor lingkungan disajikan dalam bentuk peta tematik, selanjutnya ditumpang-susunkan untuk mendapatkan luas unit habitat yang sesuai bagi gajah Sumatera.

Adapun tahapan yang dilakukan dalam analisis kesesuaian habitat adalah sebagai berikut:

- (1) *Pembobotan (scoring)*: pada tahap ini setiap parameter dan kelas penggunaan sumber daya dan faktor habitat diberikan nilai (*scoring*) berdasarkan urutan kepentingan atau pengaruhnya terhadap penggunaan sumber daya dan faktor habitat oleh gajah Sumatera.

Tabel 2:
Pembobotan variabel habitat

Bobot tiap variabel/ Nilai kelas	Jarak primer	Kemiripan	Pohon gesek bodan	Pohon Herbivor	Gangguan	Kult pohon	Tajuk	Predator	Pakan	Tipe hutan	Indeks kesesuaian habitat	Kualitas habitat
	39.04	18.81	11.21	8.10	7.88	6.08	5.62	5.26	4.14	3.58		
N1	6.73	6.61	2.84	1.79	3.38	2.66	2.57	1.59	1.39	1.69	355-528	Baik
N2	2.47	5.70	1.53	1.13	2.23	1.80	1.51	1.01	1.30	1.36	177-354	Sedang
N3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.23	1.00	1.43	1.00	1.00	1.22	0-176	Buruk
N4					1.00		1.00			1.00		

Keterangan: N1, N2, N3 dan N4 : Nilai kelas berdasarkan proporsi feses tiap kelas

Nilai penting atau bobot variabel habitat diperoleh dari nilai analisis variansi feses tiap variabel habitat dan nilai kelas berdasarkan proporsi feses tiap kelas. Kualitas habitat diperoleh berdasarkan indeks kesesuaian habitat. Indeks kesesuaian habitat merupakan jumlah dari hasil perkalian semua bobot nilai penting dengan nilai proporsi feses tiap kelas variabel habitat. Indeks ini selanjutnya dibagi menjadi tiga kelas kualitas habitat (Tabel 2).

Pembobotan variabel habitat untuk menentukan kelayakan habitat telah dilakukan gajah Asia di Xishungbanna, Cina (Zhixi dkk., 1995) dan penentuan preferensi habitat di Hutan Alpin Swiss (Graf dkk., 2005).

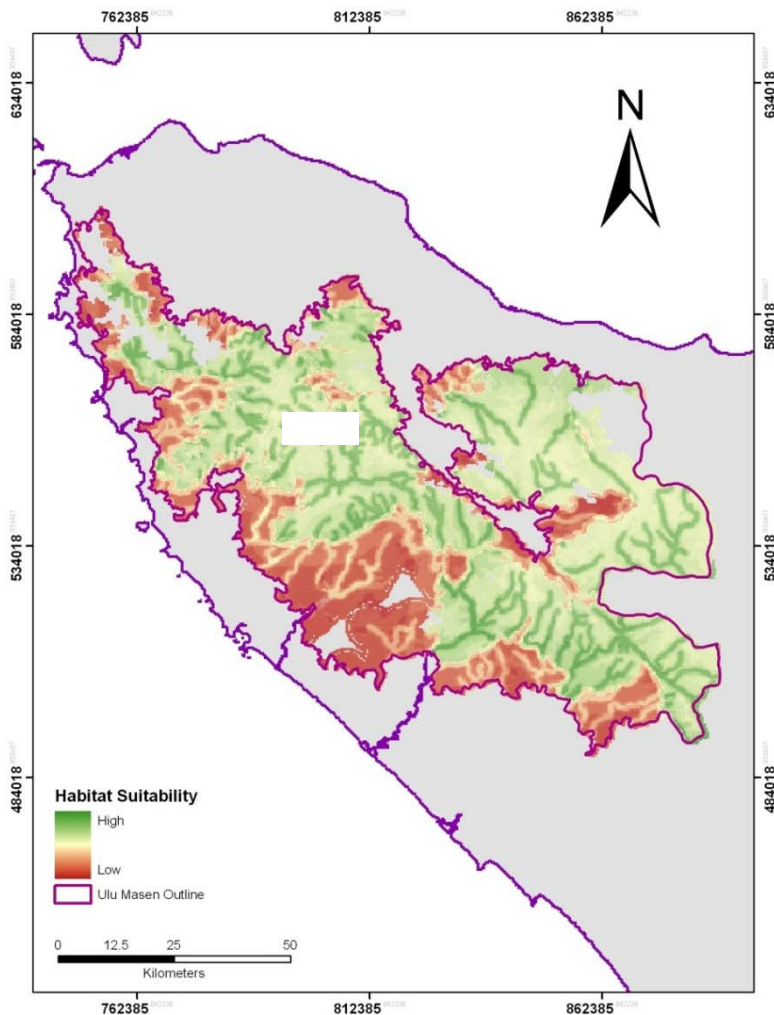
- (2) *Pembuatan peta tematik (thematic map)* : setiap parameter penggunaan sumber daya dan faktor habitat dan kelasnya masing-masing dibangun dalam peta tematik. Peta ini memberikan informasi pembagian kelas dengan nilainya masing-masing. Setiap kelas mendapatkan nilai secara proporsional. Pembagian kelas dilakukan berdasarkan korelasi distribusi feses dengan setiap parameter penggunaan sumber daya dan faktor habitat.
- (3) *Penumpang-tindihan (overlay) peta tematik* : penumpang-tindihan (*overlay*) dilakukan dengan menggunakan *software ArcGIS 9,0 for Windows* terhadap semua peta tematik yang telah diberikan bobot secara proporsional untuk setiap variabel/kelas dari masing-masing parameter tersebut untuk mendapatkan peta hasil kesesuaian habitat.

Hasil analisis kesesuaian habitat diperoleh luas unit habitat yang sesuai (*suitable*) dengan kategori baik yaitu unit habitat yang telah menggabungkan semua variabel habitat (sumber daya dan faktor pembatas) sebesar 143.678,60 ha atau 21.82 % dan kategori sedang yaitu tersedia makan dan dapat diakses, namun tidak terdapat lokasi reproduksi/istirahat sebesar 347.594,28 ha (52,79 %) (Tabel 3). Setelah dikoreksi dengan lokasi dan waktu melakukan aktivitas (*time budget*) yang mana gajah hanya melakukan aktivitas reproduksi dan istirahat di habitat dengan kualitas baik yang berada di hutan primer, maka diperoleh habitat gajah Sumatera yang sesuai (*suitable*) hanya dalam habitat dengan kualitas baik. Dalam habitat ini gajah dapat hidup secara layak tersedia ruang dan sumber daya cukup untuk melakukan semua aktivitas untuk dapat bertahan hidup dalam habitatnya.

Tabel 3:
Pengelompokan kualitas habitat

No	Kualitas habitat	Kesesuaian habitat	Luas area (ha)	Presentase
1	Buruk	Tidak sesuai	167.236,65	25,40
2	Sedang	Tidak sesuai	347.594,28	52,79
3	Baik	Sesuai	143.678,60	21,82
	Total		658.509,53	100%

Unit habitat yang sesuai (*suitable*) digunakan oleh gajah untuk melakukan aktivitas hariannya. Jika habitat yang sesuai terpisah jauh dengan lokasi sesuai yang lain menyebabkan terbentuk daerah habitat yang tidak sesuai. Berdasarkan pengalaman yang diperoleh di daerah lain seperti di Hutan Tesonilo Provinsi Riau (Abdullah dkk., 2005); Ghat Barat di India (Sukumar, 1990; Vidya dkk., 2005) menyebutkan hanya gajah menggunakan habitat yang sesuai. Hanya beberapa gajah saja yang melewati daerah habitat yang tidak sesuai. Daerah yang tidak sesuai dapat berfungsi sebagai hambatan (*barrier*) bagi bagi dalam melintasi suatu kawasan habitat. Bahkan gajah betina dan gajah kelompok memilih menetap di dalam daerah jelajah (*home range*), sedangkan gajah jantan kadang dapat melintasi daerah penghubung yang tidak sesuai (Sukumar, 1989).



Gambar 2. Peta hasil analisis kesesuaian habitat

Aktivitas Harian dan Ekologi Makan

Aktivitas harian gajah diamati secara langsung dengan teknik *scan sampling* terhadap gajah soliter dan kelompok yang ditemukan dalam habitat. Pengamatan dilakukan terhadap kelompok gajah yang terdiri dari 3-4 ekor gajah selama enam hari di Cagar Alam Jantho Kabupaten Aceh Besar, diperoleh bahwa gajah lebih banyak melakukan aktivitasnya di hutan primer untuk istirahat (94,87%), interaksi atau reproduksi (100%), menggosokkan badan dan merawat anak (*parental care*) (85,71%) dan makan (29,11%). Gajah menggunakan sebagian besar waktunya untuk makan (80,56%), berjalan (5,73%), istirahat (6,77%),

menggesekkan badan dan merawat anak (*parental care*) (1,22%). Berdasarkan waktu dan lokasi melakukan aktivitas (*time budget*) ini menjelaskan bahwa gajah Sumatera sangat membutuhkan tipe hutan primer yang digunakan untuk melakukan sebagian besar aktivitas hariannya (Mukhtar, 1989; Hedges dkk., 2002). Penelitian yang dilakukan Bulte dkk., (2006) di Taman Nasional Amboseli, Kenya, menyebutkan bahwa gajah membutuhkan lokasi naungan untuk beristirahat&reproduksi dan berinteraksi sosial. Sisa waktunya dihabiskan di hutan sekunder dan padang rumput untuk makan dan berjalan. Gajah menggunakan semua tipe hutan dalam melakukan aktivitas harian, namun kebutuhan hutan primer dapat menjadi faktor koreksi kebutuhan habitat gajah. Secara umum, gajah Asia lebih sering berada di hutan primer untuk beraktivitas (Eisenberg dkk., 1990; Chen dkk., 2006).

Gajah termasuk hewan yang sedikit sekali menggunakan waktunya untuk beristirahat. Gajah beristirahat dua kali sehari, yaitu pada tengah malam dan siang hari. Pada malam hari, gajah sering tidur dengan merebahkan diri ke samping tubuhnya di hutan primer. Sementara itu, pada siang hari gajah istirahat sambil berdiri di bawah pohon yang rindang. Perbedaan perilaku ini diduga berkaitan dengan adanya ancaman. Pada siang hari, apabila kondisi lingkungan kurang aman, maka gajah akan memilih tidur sambil berdiri yang berfungsi sebagai perilaku siaga terhadap munculnya gangguan. Waktu istirahat biasanya dimanfaatkan oleh gajah untuk berkubang dan menggesekkan badan ke pohon. Pada saat musim kawin, gajah jantan akan memanfaatkan waktu istirahatnya untuk menarik perhatian gajah betina (Sukumar, 1989; Eisenberg dkk., 1990). Rerata jumlah konsumsi harian gajah Sumatera di Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh adalah $308,22 \pm 8,92$ kg berat basah tumbuhan pakan. Jumlah konsumsi harian ini lebih besar dari jumlah konsumsi harian di peroleh oleh beberapa peneliti sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jenis vegetasi yang dikonsumsi di satu tempat dengan tempat lain dan adanya perbedaan waktu menggunakan tipe habitat. Gajah membutuhkan makanan dalam jumlah yang banyak sehingga selain menggunakan hutan primer, gajah juga menggunakan hutan terbuka (hutan sekunder, padang rumput) untuk memenuhi kebutuhan hariannya. Penelitian yang dilakukan oleh Santiapillai (1984) menyebutkan jumlah konsumsi harian gajah Asia sebesar 150 kg berat basah. Menurut Lekagul dan McNeely (1975) jumlah konsumsi harian gajah Asia di alam 250 kg, sedangkan penelitian yang dilakukan Zulkarnain (1993) di Aceh menyebutkan jumlah konsumsi harian sebesar 300 kg. Jumlah konsumsi harian gajah berbeda untuk setiap daerah hutan yang sangat di pengaruhi oleh vegetasi penyusun habitat dan topografi kawasan yang menjadi habitat gajah. Jumlah konsumsi harian ini yang besar mengharuskan gajah melakukan

aktivitas makan aktif, namun keberadaan gajah dalam kondisi habitat yang terfragmentasi menyebabkan gajah sulit memenuhi kebutuhan makan hariannya. Di hutan Sumatera khususnya di Kawasan Hutan Lindung Provinsi Aceh, habitat gajah semakin sempit, sehingga gajah kesulitan untuk mencukupi kebutuhan makan hariannya yang menyebabkan gajah sering keluar dari habitatnya.

Preferensi Pakan

Preferensi pakan ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan terhadap jumlah dan jenis tumbuhan yang dimakan. Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan sebanyak 81 jenis tumbuhan yang dimakan gajah Sumatera dalam Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh dengan indeks preferensi antara 0,40 sampai 2,71 (Gambar 4), sedangkan yang memiliki nilai preferensi sebanyak 61 jenis. Jenis tumbuhan yang paling sering dimakan oleh gajah Sumatera di Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh adalah cempedak (*Artocarpus commendo*) (2,71), Tampu (*Macaranga* sp), pinang hutan (*Areca* sp (1,93), pisang hutan (*Musa acuminata*) (1,79), rotan gelang (*Calamus* sp) (1,79), semantung bulan (*Artocarpus* sp) (1,73) dan rotan umbut (*Calamus caesius*) (1,70), sedangkan tumbuhan pakan yang kurang disukai adalah paku pucuk (*Dieranopteris pubigera*) (0,48) dan Mang kanang (*Macaranga mangayi*) (0,48). Jenis tumbuhan pakan yang sering dipilih oleh gajah karena mengenyangkan, mudah ditemukan, strukturnya mudah ditangani dan rasanya tidak ekstrim (pahit).

Berdasarkan indeks preferensi pakan yang diperoleh dari tiap spesies tumbuhan pakan, dapat diketahui famili tumbuhan yang paling sering dimakan gajah Sumatera. Jenis tumbuhan pakan yang dimakan gajah di Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh dapat dikelompokkan ke dalam 26 famili. Adapun famili yang memiliki proporsi tertinggi adalah : Moraceae, 18,74% (11 spesies), Poaceae, 15,64% (14 spesies), Arecaceae, 14,52% (9 spesies), Euphorbiaceae, 9,96% (6 spesies) dan Mimosaceae, 6,26% (4 spesies). Kelima famili memiliki proporsi sebesar 53, 15% dari total famili dan jenis yang dimakan.

Pemilihan suatu jenis makanan dapat berarti bahwa jenis makanan itu lebih banyak diperlukan dibandingkan dengan jenis-jenis makanan lain di habitatnya, namun beberapa preferensi makanan juga dipengaruhi oleh ketersediaannya di habitat, jika ketersediaan makanan itu melimpah maka dikonsumsi lebih banyak atau sebaliknya (Lehner, 1996). Gajah juga memperhitungkan waktu yang dihabiskan untuk menangani makanan dengan yang diperoleh dari makanan tersebut. Biasanya jenis tumbuhan yang mudah ditangani seperti pisang hutan,

pinang, sukun atau cempedak dan rumput-rumputan. Setelah didapat jenis tumbuhan tertentu, misalnya pisang hutan, maka gajah merobohkan batang dan membuka bagian kulit terluar hingga diperoleh bagian batang yang muda. Bagian ini dimakan sampai habis. Penanganan makan dilakukan secara sendiri-sendiri (*soliter*), namun untuk mendapatkan lokasi yang tersedia makanan dilakukan secara berkelompok yang dipimpin oleh betina tua.

Berbagai studi tentang kebiasaan makan gajah Asia menunjukkan adanya variasi jenis tumbuhan dalam diet pada satu daerah dengan daerah lain (Haryanto, 1984; Sukumar, 1989; Sukmantoro, 2001). Jenis makanan gajah yang ditemukan pada satu tempat tidak dapat diekstrapolasi terhadap daerah lain (Sukumar dan Khrisnamurthy, 1987; Sukumar, 1989). Penelitian yang dilakukan oleh Chen dkk., (2006) di Cagar Alam Nasional Shangyong, Xishuangbanna, China, menggunakan metode observasi lapangan langsung dan analisis kotoran (*dung*) selama dua tahun (1998-2000) menemukan 106 spesies tumbuhan yang dimakan oleh gajah Asia.

Estimasi Populasi Berdasarkan Luas Lokasi Makan

Estimasi populasi gajah yang lebih ideal dilakukan dengan mempertimbangkan luas lokasi makan (*feeding patch*) karena cara ini telah mempertimbangkan kebutuhan ruang lokasi mencari makan dan strategi penggunaan habitat. Luas lokasi makan harian diukur dengan merekam luas lokasi makan selama satu hari. Berdasarkan luas harian ditentukan luas lokasi makan selama satu musim. Selanjutnya indeks luas lokasi makan ditentukan dengan cara membandingkan luas lokasi mencari makan selama satu musim dengan jumlah gajah yang menggunakan lokasi tersebut. Selanjutnya untuk mendapatkan estimasi populasi dalam habitat yang sesuai ditentukan dengan cara mengalikan daya dukung musiman (indeks luas lokasi mencari makan) dengan luas habitat yang sesuai diperoleh daya dukung musiman berdasarkan luas lokasi mencari makan diperoleh 0,000115 ind/ha. Estimasi populasi gajah dalam habitat diperoleh ukuran populasi sebesar 16,56 ekor gajah yang terdapat dalam Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh dengan kondisi habitat yang sesuai (*suitable*) (Tabel 4). Beberapa asumsi yang digunakan dalam estimasi ini adalah :

- (1) Gajah berpindah dari satu lokasi makan ke lokasi makan yang baru dalam waktu kira-kira enam hari (waktu yang sering digunakan di suatu lokasi makan)
- (2) Lokasi makan gajah dalam habitat yang heterogen dan luas lokasi makan dalam sama (musim bulan basah dan bulan kering);

- (3) Gajah dapat kembali ke lokasi makan awal dalam selang waktu musiman (waktu yang dibutuhkan untuk regenerasi pertumbuhan tumbuhan pakan);
- (4) Untuk menjaga dan meningkat populasi gajah yang dapat bertahan dengan ukuran populasi ≥ 50 ekor gajah) diperlukan penambahan luas habitat yang memiliki kriteria habitat baik.
- (5) Estimasi Daya dukung habitat yang dilakukan di Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh berusaha mendapat estimasi yang lebih kritis dengan mempertimbangkan kebutuhan ekologis gajah Sumatera (ruang melakukan aktivitas, lokasi mencari makanan, menghindari dari musuh, lokasi beristirahat dan reproduksi) dan waktu dan lokasi melakukan aktivitas harian berdasarkan strategi menggunakan habitat dan sumber daya. Variabel habitat yang diperkirakan berhubungan dengan penggunaan habitat gajah meliputi kebutuhan sumber daya (ketersediaan makanan, ketersediaan kulit pohon, pohon menggesekkan badan) dan konstrain atau pembatas (kemiringan, ketinggian, jarak gangguan, jarak sumber air, jarak hutan primer, kehadiran herbivor besar dan predator). Penggunaan habitat dan sumber daya merupakan hasil dari perilaku harian yang secara utuh yang telah mempertimbangkan resiko dan hasil yang diperoleh dalam memenuhi kebutuhan hariannya (Krebs dan Davies, 1978; Eisenberg dkk., 1990; Stilling, 1992; Chen dkk., 2006).

Tabel 4:
Estimasi populasi gajah berdasarkan luas lokasi pakan

Lokasi mencari makan ke.	Luas <i>feeding patch</i> harian (ha)	Kebutuhan ruang harian (ha/ind/hari)	DD (ind/ha/hari)	kebutuhan ruang musiman (ha/ind/180hari)	DD musiman(ind/ha)	Estimasi populasi dalam habitat sesuai (ind)
I	80,87	40,44	0,02473	8674,95	0,000115	16,56
II	94,99	47,49	0,02106			
III	65,01	65,01	0,01538			
IV	122,66	40,89	0,02446			
V	143,07	71,53	0,01398			
VI	153,86	153,86	0,00650			
Luas habitat yang tumpang-tindih	130,31					
Total	153,86	153,86	0,00650			

Estimasi populasi dalam Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh diperoleh 16,56 ekor gajah dalam habitat yang sesuai seluas 143.678,6 ha (21,82%) dari total luas kawasan 658.509,53 ha. Ukuran populasi yang tertampung dalam habitat sangat kecil, kondisi ini menggambarkan bahwa secara keseluruhan telah mengalami penurunan kualitas habitat sehingga tidak mampu menampung jumlah populasi yang dapat berlangsung hidup dalam waktu lama. Hal ini karena kualitas habitat yang tidak sesuai lebih luas yaitu kondisi habitat yang terdiri dari hutan sekunder dan padang rumput atau ilalang yang hanya digunakan gajah untuk melintas ke kawasan lain. Menurut pengamatan yang dilakukan oleh Nyhus dan Tilson (2004) di Taman Nasional Way Kambas juga menyebutkan bahwa menggunakan habitat hutan primer sedangkan padang rumput hanya digunakan untuk menuju ke unit habitat lain. dengan ukuran populasi minimal 50 ekor gajah. Ukuran populasi minimum yang dapat bertahan (*minimum viable populasi size*) dalam habitat bagi hewan besar adalah 50 ekor (Akcaya, 2000). Kondisi habitat dan ukuran populasi yang tertampung sangat kecil sehingga dapat menyebabkan berkurangnya populasi bahkan menuju kepunahan.

KESIMPULAN

1. Kesimpulan

- a. Pemetaan kawasan perlindungan gajah berdasarkan analisis kesesuaian habitat ditemukan bahwa hanya sebagian kecil (21.82 % setara dengan 143.678 ha yang sesuai untuk habitat gajah Sumatera yang diperkirakan berjumlah 16-17 ekor, sehingga perkiraan daya tampung habitat adalah 0,11 individu/km².
- b. Untuk menjamin keberlangsungan hidup gajah dalam ukuran populasi minimum (*minimum viable population size*) yang diasumsikan lebih dari 50 ekor maka Kawasan tersebut direhabilitasi untuk habitat gajah sekurangnya mencapai luas 500.000 ha untuk dapat disebut sebagai daerah perlindungan gajah (*elephant sanctuary*).

2. Saran

- a. Estimasi kelayakan dan luas habitat yang sesuai bagi gajah Sumatera dilakukan dengan mempertimbangkan variabel habitat penting bagi gajah dan menggunakan analisis kesesuaian habitat yang belum pernah digunakan sebelumnya;
- b. Keberadaan gajah yang melebihi jumlah yang tertampung di Kawasan Hutan Lindung di Aceh saat ini (110-120 ekor) telah menimbulkan konflik gajah-manusia-lahan sekitarnya. Hal ini dapat diatasi dengan cara meningkatkan kualitas habitat rendah menjadi kualitas baik.

3. Rekomendasi

- (1) Estimasi kelayakan dan luas habitat yang sesuai bagi gajah Sumatera dilakukan dengan mempertimbangkan variabel habitat penting bagi gajah dan menggunakan analisis kesesuaian habitat yang belum pernah digunakan sebelumnya;
- (2) Kawasan Hutan lindung Kabupaten Aceh Besar Prov Aceh telah mengalami penurunan kualitas sebagai habitat gajah dan tidak dapat menampung populasi minimum yang viable (50 ekor) sehingga dibutuhkan peningkatan kualitas habitat sesuai menjadi 433.812,2 ha atau dapat disebut daerah gajah (*elephant sanctuary*).
- (3) Keberadaan gajah yang melebihi jumlah yang tertampung di Kawasan Hutan Lindung di Aceh saat ini (110-120 ekor) telah menimbulkan konflik gajah-manusia-lahan sekitarnya. Hal ini dapat diatasi dengan cara meningkatkan kualitas habitat rendah menjadi kualitas baik.

Ucapan Terima kasih

Penulis secara khusus menyampaikan ucapan terima kasih pula kepada DP2M-Dirjen DIKTI Kemendiknas, Kepala Laboratorium Biologi FKIP Universitas Syiah Kuala, seluruh jajaran pimpinan dan stafnya, Kepala Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Departemen Kehutanan Provinsi Aceh, Dinas Kehutanan Provinsi NAD dan Polisi Hutan dari BKSDA Jantho dan PLG Saree (Pak Zol, Pak Agus dkk.).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Devi N. Choesin dan A. Sjarmidi (2005) : Estimation of Habitat Carrying Capacity of Sumatran elephant (*Elephas maximus sumatranus* TEMMINCK, 1847) in Tessonilo Forest, Riau Province, *Jurnal Ekologi dan Biodiversitas*, ITB Bandung. 4(2), 37-41.
- Azad, M. (2006) Mammal diversity and conservation in a secondary forest in Peninsular Malaysia. *Biodiversity and Conservation*, **15**, 1013-1025.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Konstant, W.R., Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G., & Hilton-Taylor, C. (2002) Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology*, **16**, 909-923.
- Guisan, A. & Thuiller, W. (2005) Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, **8**, 993-1009.

- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, **135**, 147-186.
- Harcourt, A.H. (1999) Biogeographic relationships of primates on South-East Asian islands. *Global Ecology and Biogeography*, **8**, 55-61.
- Hedges, S., Tyson, M.J., Sitompul, A.F., Kinnaird, M.F., Gunaryadi, D., & Aslan (2005) Distribution, status, and conservation needs of Asian elephants (*Elephas maximus*) in Lampung Province, Sumatra, Indonesia. *Biological Conservation*, **124**, 35-48.
- Hedges, S., Tyson, M., Sitompul, A., Gunaryadi, D., Aslan, Kinnaird, M., (2002) : Sumatran Elephant Population Survey in Lampung Province, Sumatra, Indonesia, *A report to the National Geographic Society (grant number: 7060-01)*, WCS Sumatran Elephant Project, 20 December 2002.
- Hirzel, A. & Guisan, A. (2002) Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling. *Ecological Modelling*, **157**, 331-341.
- Hirzel, A.H., Le Lay, G., Helfer, V., Randin, C., & Guisan, A. (2006) Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling*, **199**, 142-152.
- Kinnaird, M.F., Sanderson, E.W., O'Brien, T.G., Wibisono, H.T., & Woolmer, G. (2003) Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals. *Conservation Biology*, **17**, 245-257.
- Mukhtar, A.S. and Sumama, Y., (1994) : Feeding and Movement Pattern of Sumatran Elephants in Kawasan Pelestarian Alam Way Kambas, Propinsi Lampung. *Buletin Penelitian Kehutanan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, 12-15.
- Sukumar, R., (1989) : *The Asian Elephant: Ecology and Management*. Cambridge University Press. New York, 21-40.
- Sukumar, R., (1990) : Ecology of The Asian Elephant in Southern India. II. Feeding Habits and Crop Raiding Pattern, *Journal of Tropical Ecology*. **6**, 33-53.

KOMPOSISI KOMUNITAS MAKROFAUNA TANAH PADA BIOTOP HUTAN DAN LAHAN PERTANIAN YANG DIBERI PUPUK ORGANIK DAN ANORGANIK SEBAGAI BIOINDIKATOR KESUBURAN TANAH

Arlen Hanel John

Departemen Biologi FMIPA USU
Jalan Bioteknologi No. 1 Kampus USU Medan
arlenjohn@yahoo.com

Abstrak

Penelitian **Komposisi Komunitas Makrofauna Tanah Pada Biotop Hutan dan Lahan Pertanian Yang Diberi Pupuk Organik Dan Anorganik Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah** telah dilakukan di Desa Semangat Gunung, Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo pada bulan November 2010. Sampel diambil dari biotop areal hutan, biotop areal pertanian organik, dan biotop areal pertanian an-organik dengan metode *Kuadrat*. Setiap lokasi ditentukan 15 titik sampel, sebagai ulangan, untuk masing-masing titik sampel ditentukan dengan metode *purposive random sampling*. Sampel diidentifikasi di Laboratorium Taksonomi Hewan FMIPA USU. Dari hasil penelitian didapatkan tiga filum makrofauna tanah, yaitu filum Annelida yang terdiri dari 1 klas, 1 ordo, 3 famili dan 5 genus, filum Arthropoda yang terdiri dari 3 klas, yaitu klas Arachnida yang terdiri dari 1 ordo, 2 famili dan 2 genus, klas Chilopoda yang terdiri dari 1 ordo, 1 famili dan 1 genus, dan klas Insekta terdiri dari 4 ordo, 8 famili dan 8 genus, filum Molusca yang terdiri dari 1 klas, 1 ordo, 1 famili dan 1 genus. Pada biotop pertanian organik didapatkan 13 jenis makrofauna tanah, biotop hutan 9 jenis, sedangkan pada biotop pertanian an-organik 3 jenis. Kepadatan populasi tertinggi dari jenis *Blatta* sp, yaitu 28,56 individu/900 cm² yang terdapat pada Biotop Hutan, dan *Pontoscolex corethrurus* yaitu 28,56 individu/900 cm² yang terdapat pada Biotop pertanian organik. Komposisi komunitas tertinggi pada biotop hutan didapatkan dari jenis *Blatta* sp, pada biotop pertanian organik didapatkan dari jenis *Pontoscolex corethrurus*, dan pada biotop pertanian anorganik didapatkan dari jenis *Pheretima elongate*. Jenis makrofauna tanah yang dapat digunakan sebagai bioindikator kesuburan tanah adalah dari jenis *Pontoscolex corethrurus* dan *Pheretima elongata* karena memiliki nilai $KR \geq 10\%$ dan $FK \geq 25\%$.

Kata kunci: Makrofauna tanah, biotop, bioindikator, *Pontoscolex corethrurus*, *Pheretima elongate*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Karo merupakan salah satu daerah sentra sayuran dan buah-buahan di Propinsi Sumatera Utara yang menyuplai kebutuhan daerah perkotaan/kabupaten di Sumatera Utara, bahkan sampai ke Propinsi Aceh, Riau, Kepulauan Riau, Sumatera Barat, Jambi, dsb serta kebutuhan hotel-hotel di daerah pariwisata.

Kabupaten Karo memiliki iklim yang sejuk dan cocok sebagai lahan pertanian sayuran dataran tinggi. Jenis sayuran yang banyak dihasilkan daerah ini adalah kol, kentang, petsai, sawi, wortel, cabe, tomat dan bawang daun. Selain tanaman sayur daerah ini juga dikenal sebagai penghasil jeruk, kopi, kulit manis dan aren (BPS. Kab. Karo, 2009).

Kegiatan pertanian masyarakat di Kabupaten Karo pada umumnya masih menggunakan pupuk kimia, namun demikian juga sudah didapatkan yang telah menggunakan variasi pupuk kimia dengan pupuk organik. Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat merusak sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Keadaan ini akan merugikan, baik untuk ekosistem alam maupun kesejahteraan petani. Kartini (2000) menyatakan bahwa dalam upaya mengatasi kerusakan tanah, maka faktor-faktor tanah baik fisik, kimiawi maupun biologi tanah perlu dibenahi agar produksi tanaman dapat dipertahankan dengan baik. Dengan demikian maka perlu dilakukan pengkajian pemupukan khususnya pemberian pupuk organik pada tanah mengingat kadar C-organik tanah yang dikelola petani secara umum rendah.

Narayana (2010) menyatakan bahwa pemakaian pupuk organik sebaiknya digunakan secara terpadu bersama pupuk kimia untuk meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman secara berkelanjutan dan ramah lingkungan, karena pupuk organik mengandung unsur hara rendah, seperti Nitrogen < 5%, sedangkan pupuk hasil pabrik 45%, sehingga tidak dapat menggantikan fungsi pupuk kimia/sintetis. Selanjutnya dijelaskan bahwa pupuk organik itu baik digunakan sebagai pembenah tanah, baik kondisi fisik, kimia maupun biologi tanah, diantaranya adalah makrofauna tanah.

Beberapa peneliti menyatakan bahwa pengolahan tanah secara intensif, pemupukan dan penanaman secara monokultur pada sistem pertanian konvensional dapat menyebabkan penurunan secara nyata biodiversitas makrofauna tanah (Crossley et al., 1992; Paoletti et al., 1992; Pankhrust, 1994 dalam Dewi (2001).

Para petani di Kabupaten Karo mengupayakan berbagai cara untuk meningkatkan hasil pertaniannya. Cara-cara tersebut diantaranya dengan penggunaan pupuk kimia dan ada juga yang memvariasikan penggunaan pupuk kimia dan organik untuk menambah kesuburan.

Namun pemakaian pupuk kimia yang cenderung berlebihan akan menimbulkan pengaruh buruk terhadap makrofauna tanah (Barnes *et al*, 1978). Sejauh ini belum diketahui bagaimanakah **Komposisi Komunitas Makrofauna Tanah pada Biotop Hutan dan Lahan Pertanian yang Diberi Pupuk Organik dan Anorganik sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah.**

BAHAN DAN METODA

Metoda Penelitian

Penentuan lokasi dan plot sampling dilakukan dengan menggunakan metoda "Purposive Random Sampling" yaitu plot sampling ditentukan secara acak pada dua areal tanah pertanian, pada Desa Semangat Gunung. Sedangkan pengambilan sampel makrofauna tanah dilakukan dengan metode Kuadrat dan Metoda Sortir Tangan (Hand Sorting).

Pelaksanaan Penelitian

1. Pengambilan Sampel Makrofauna Tanah

1.1. Metode Kuadrat dan Hand Sortir

Pada masing-masing areal dibuat sebanyak 15 plot yang berukuran 30 x 30 cm, dengan jarak antara setiap kuadrat 10 m. Tanah dari tiap kuadrat diambil dengan kedalaman 20 cm dan tanahnya dimasukkan ke dalam goni (karung plastik). Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 06.00-09.00 WIB. Selanjutnya tanah langsung disortir untuk mendapatkan Makrofauna tanah. Makrofauna tanah yang didapat dikumpulkan dan dibersihkan dengan air serta dihitung jumlahnya, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dan diawetkan dengan formalin 4%, selanjutnya dibawa ke Laboratorium Sistematika Hewan FMIPA USU Medan untuk diidentifikasi dan dihitung jumlah individu dari masing-masing jenis yang didapatkan, metoda ini cukup efektif seperti yang dilakukan oleh Zischi (1962), Nelson (1962) Axellsen *dkk* (1971), Adianto (1977, 1983), dan Suin (1982, 1988, 1994).

1.2. Identifikasi Spesies Makrofauna Tanah

Sampel Makrofauna tanah yang telah diawetkan terlebih dahulu dikelompokkan sesuai dengan jenisnya, selanjutnya dideterminasi dan diidentifikasi dengan melihat morfologi dengan bantuan lup, mikroskop stereo binokuler serta menggunakan beberapa buku acuan seperti ; Edwards & Lofty (1977), Dindal (1990), Borror (1992). Suin (1997).

2. Pengukuran Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Tanah pada masing-masing kuadrat diukur kelembaban relatif, suhu, pH, kadar organik dan kadar air. Pengukuran kelembaban relatif,

suhu, pH tanah dilakukan sebelum tanah diambil dari kuadrat tersebut. Kelembaban relatif dan pH diukur dengan menggunakan *Soil Tester* dan suhu tanah diukur pada bagian permukaan dengan kedalaman 10 cm menggunakan Soil Thermometer.

Pengukuran Bahan organik tanah, termasuk unsur N, P, K, C organik dan kadar air tanah, dilakukan di Laboratorium Riset & Teknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Tanah yang di dapat dibersihkan dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan tanah lainnya yang masih terdapat, kemudian diaduk-aduk sampai rata dan diambil sebagian untuk dianalisis dengan metode sebagai berikut :

PARAMETER	SATUAN	METODE
N total	%	Kjeldhal
P tersedia	ppm	Bray II
K-dd	me/100 g	Ekstraksi NH ₄ OAC pH 7
C organik	%	Walkley & Balck

Pengukuran Kadar Air Tanah

Tanah yang telah disortir hewan tanah dibersihkan dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan tanah lainnya yang masih ada, kemudian diaduk-aduk sampai rata dan diambil sebanyak 20 gram tanah untuk dianalisis. Selanjutnya sampel tanah ini dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam sehingga beratnya konstan dan ditentukan kadar air tanahnya dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air tanah (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan: A = Berat basah tanah
 B = Berat konstan tanah

Analisis Data

Jenis Makrofauna tanah dan jumlah individu masing-masing jenis yang di dapatkan dihitung : Kepadatan populasi, Kepadatan Relatif masing-masing jenis, Frekuensi kehadiran, dan komposisi komunitas (Wallwork, 1970); (Southwood, 1966 *dalam* Suin 1994) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

a. Kepadatan populasi (K)

$$K = \frac{\text{Jml. individu suatu jenis}}{\text{Jml. unit sampel}}$$

b. Kepadatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\text{Kepadatan suatu jenis}}{\text{Jml. kepadatan semua jenis}} \times 100\%$$

c. Frekuensi Kehadiran (FK)

$$FK = \frac{\text{Jml. plot sampel yang ditempati suatu jenis}}{\text{Jml. total unit sampel}} \times 100\%$$

dimana :

- 0-25% = konstansinya sangat jarang
- 25-50% = konstansinya jarang
- 50%-75% = konstansinya sering
- >75% = konstansinya sangat sering (Suin,1998)

- a. Komposisi Komunitas : ditentukan dengan cara mengurutkan nilai KR tertinggi sampai terendah.
- b. Bioindikator : Mendapatkan spesies/jenis indikator dilakukan dengan mendapatkan spesies/jenis yang memiliki nilai KR > 10 % dan FK > 25 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Makrofauna tanah

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada biotop hutan, areal pertanian organik dan anorganik di Desa Semangat Gunung, Kecamatan Merdeka, Kabupaten Tanah Karo didapatkan beberapa jenis makrofauna tanah seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Pada Tabel 4.1 terlihat bahwa makrofauna tanah yang didapatkan terdiri dari 3 phylum, 5 kelas, 8 ordo, 15 family dan 17 spesies/jenis. Spesies/jenis yang paling banyak didapatkan adalah pada lokasi II (biotop pertanian organik), yaitu sebanyak 13 (tiga belas) spesies, yaitu *Pontoscholex corethrurus*, *Megascolex sp4*, *Pheretima elongate*, *Drawida sp*, *Oxyopes sp*, *Geophilus sp*, *Chelnitis sp*, *Calasoma sp*, *Geomysaprinus sp*, *Helops sp*, *Forficula sp*, *Grillus sp* dan *Zonitoides sp*, dan diikuti pada biotop hutan sebanyak 9 (sembilan) spesies, yaitu *Megascolex sp4*, *Pheretima elongate*, *Oxyopes sp*, *Dolomedes sp*, *Blatta sp*, *Phyllopaga sp*, *Forficula sp*, *Grillus sp* dan *Zonitoides sp*. Sedangkan pada lokasi II (biotop pertanian anorganik) hanya didapatkan sebanyak 3 (tiga) spesies, yaitu *Megascolex sp6*, *Pheretima elongata* dan Larva *Phyllopaga sp*.

Tabel 4.1:
Makrofauna Tanah yang didapatkan pada Biotop Hutan dan Pertanian (Organik, dan Anorganik) di desa Semangat Gunung

Phylum/ Kelas	Ordo	Family	Spesies/Jenis	Lokasi		
				I	II	III
Annelida/						
1. Chaetopoda	Oligochaeta	Glossocoelcidae	1. <i>Pontoscolex corethrurus</i>	-	+	-
		Megascolecidae	2. <i>Megascolex</i> sp 4	+	+	-
			3. <i>Megascolex</i> sp 6	-	-	+
			4. <i>Pheretima elongata</i>	+	+	+
		Moniligastridae	5. <i>Drawida</i> sp	-	+	-
Arthropoda:						
1. Arachnida	Araneae	Oxyopidae	6. <i>Oxyopes</i> sp	+	+	-
		Pisauridae	7. <i>Dolomedes</i> sp	+		
2. Chilopoda	Geophilomorpha	Geophilidae	8. <i>Geophilus</i> sp		+	-
3. Insecta	Blattaria	Blattidae	9. <i>Blatta</i> sp	+	-	-
	Coleoptera	Coccinellidae	10. <i>Chelonitis</i> sp		+	-
		Scarabaeidae	11. <i>Phyllopaga</i> sp (Larva)	+	-	+
		Carabidae	12. <i>Calosoma</i> sp		+	-
		Histeridae	13. <i>Geomyzaprinus</i> sp		+	-
		Teneobronidae	14. <i>Helops</i> sp		+	-
	Dermaptera	Forficulidae	15. <i>Forficula</i> sp	+	+	-
	Orthoptera	Grilidae	16. <i>Grillus</i> sp	+	+	-
Mollusca/						
1. Gastropoda	Geophila	Vitrinidae	17. <i>Zonitoides</i> sp	+	+	-
Jumlah				9	13	3

Keterangan: Lokasi I = Biotop Hutan; Lokasi II = Biotop pertanian organik; Lokasi III = Biotop pertanian an-organik.

Banyaknya genus makrofauna tanah yang didapatkan pada lokasi II diduga karena bahan organik (8,03 %) dan kadar air (39,96 %) yang lebih tinggi, bila dibandingkan dengan lokasi III yang memiliki bahan organik 3,75 % dan kadar air 29,21 % (Tabel 4.3), dan sedikit lebih tinggi bila dibandingkan dengan lokasi I (biotop hutan). Hal ini sesuai dengan pernyataan Notohadiprawiro (1998) komunitas yang kaya akan nutrisi mempunyai banyak organisme. Sedikitnya jumlah genus yang didapatkan di lokasi III disamping disebabkan rendahnya kandungan kadar organik tanah juga disebabkan oleh kadar air yang rendah pula. Suin (1997) menyatakan bahwa kadar air tanah sangat menentukan kehidupan hewan tanah. Umumnya pada tanah yang rendah kadar airnya keberadaan hewan tanahnya juga rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem/pelaksanaan pertanian organik dapat mendukung keberadaan dan kehidupan makro fauna tanah serta mampu meningkatkan kesuburan tanah.

Tim Sintesis Kebijakan (2008) menyatakan bahwa penggunaan bahan organik ditujukan untuk memperoleh/menyediakan sumber energi dan nutrisi bagi biota tanah, sehingga keanekaragaman biota tanah terjaga dan dapat menjalankan perannya dalam membantu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Setiap jenis biota tanah memerlukan senyawa organik yang berbeda dengan jenis biota lainnya, sehingga diperlukan keanekaragaman tanaman sebagai sumber organik.

Atmojo (2003) menjelaskan bahwa bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro-fauna tanah. Penambahan bahan

organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi fauna tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa biota tanah yang berperan dalam dekomposisi bahan organik diantaranya adalah fauna tanah yang tergolong dalam protozoa, nematoda, insekta, dan cacing tanah. Fauna tanah ini berperan dalam proses humifikasi dan mineralisasi atau pelepasan hara, bahkan ikut bertanggung jawab terhadap pemeliharaan struktur tanah (Tian, 1997). Fauna tanah ini saling berinteraksi dengan kebutuhannya akan bahan organik, karena bahan organik menyediakan energi untuk tumbuh dan bahan organik memberikan karbon sebagai sumber energi.

Kegiatan pertanian konvensional (anorganik) yang hanya berorientasi pada pemaksimalan hasil dengan mengandalkan bahan kimia berupa pupuk dan biosida secara terus-menerus mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Hal ini antara lain ditunjukkan oleh hara tanah yang cepat terkuras, keseimbangan hara dalam tanah terganggu, keanekaragaman hayati tanah menurun, biomassa fauna tanah menurun, fluktuasi populasi grup-grup fauna tanah dominan meningkat, proses dekomposisi sisa-sisa organik terhambat (Tim Sintesis Kebijakan, 2008). Selanjutnya dijelaskan bahwa kemunduran fisik, kimia, dan hayati tanah pada sebagian besar sistem pertanian konvensional dalam jangka panjang merupakan salah satu masalah serius bagi keberlanjutan usaha tani.

Kepadatan dan Frekuensi Kehadiran Makrofauna Tanah

Dari hasil analisis data jumlah individu dan kehadiran masing-masing jenis makrofauna tanah pada 3 (tiga) biotop, yaitu biotop hutan, pertanian organik dan anorganik di Desa Semangat Gunung didapatkan nilai kepadatan dan frekuensi yang cukup bervariasi, seperti terlihat pada Tabel 4.2.

Dari Tabel 4.2. terlihat bahwa nilai kepadatan populasi makrofauna tanah yang paling banyak didapatkan adalah pada lokasi II (pertanian organik), yaitu sebanyak 112,61 individu/m² bila dibandingkan dengan lokasi I, apalagi lokasi III (anorganik) yang paling rendah, yaitu sebesar 25,38 individu/m². Keadaan ini disebabkan oleh sistem pengolahan tanah, dimana pada lokasi II sama sekali tidak menggunakan pupuk dan pestisida kimia (pertanian organik), sehingga keberadaan jenis makrofauna tanah lebih stabil dan berinteraksi positif dengan faktor fisik-kimia tanah. Sedangkan pada lokasi III (pertanian anorganik) banyak menggunakan bahan kimia (pupuk dan pestisida) dalam kegiatan pertanian, hal ini berpengaruh jelek terhadap keberadaan dan kepadatan populasi makrofauna tanah, serta sifat fisik-kimia tanah.

Tabel 4.2:
Nilai Kepadatan (ind/m), KR (%) dan FK (%) Jenis Makrofauna Tanah
yang di dapatkan pada Biotop Hutan, Pertanian Organik, dan Anorganik di
Desa Semangat Gunung

Genus/Jenis	Lokasi/Biotop								
	I			II (Organik)			III (Anorganik)		
	K	KR	FK	K	KR	FK	K	KR	FK
1. <i>Pontoscolex corethrurus</i>	-	-	-	28,56	25,36	42,85	-	-	-
2. <i>Megascolex</i> sp 4	15,87	14,71	28,57	4,76	4,22	28,57	-	-	-
3. <i>Megascolex</i> sp 6	-	-	-	-	-	-	7,93	31,24	14,28
4. <i>Pheretima elongata</i>	7,93	7,35	28,57	15,87	14,09	28,57	15,87	62,52	14,28
5. <i>Drawida</i> sp	-	-	-	6,34	5,63	14,28	-	-	-
6. <i>Oxyopes</i> sp	6,34	5,87	42,85	1,58	1,40	14,28	-	-	-
7. <i>Dolomedes</i> sp	7,93	-	28,57	-	-	-	-	-	-
8. <i>Geophilus</i> sp	-	-	-	6,34	5,63	14,28	-	-	-
9. <i>Blatta</i> sp	28,57	26,48	42,85	-	-	-	-	-	-
10. <i>Chelonitis</i> sp	-	-	-	6,34	5,63	14,28	-	-	-
11. <i>Phyllopaga</i> sp	6,34	5,87	42,85	-	-	-	1,58	6,24	14,28
12. <i>Calasoma</i> sp	-	-	-	6,34	5,63	28,57	-	-	-
13. <i>Geomyszaprinus</i> sp	-	-	-	1,58	1,40	14,28	-	-	-
14. <i>Helops</i> sp	-	-	-	6,34	5,63	14,28	-	-	-
15. <i>Forficula</i> sp	15,87	14,71	42,85	4,76	4,22	28,57	-	-	-
16. <i>Grillus</i> sp	7,93	7,35	28,57	12,69	11,26	42,85	-	-	-
17. <i>Zonitoides</i> sp	11,11	10,29	42,85	11,11	9,86	28,57	-	-	-
Jumlah	107,89			112,61	100,00		25,38	100,00	
Jumlah Jenis		9			13			3	

Tingginya nilai kepadatan populasi makrofauna tanah yang didapatkan pada lokasi II dan I sangat erat kaitannya dengan kondisi sifat fisik-kimia tanah, dimana sifat fisik-kimia tanah pada lokasi II dan I ini tergolong baik bagi kehidupan dan perkembangbiakan makrofauna tanah, seperti pH tanah berkisar antara 6,65-6,95 (netral), temperatur tanah (19-20,50 °C), kelembaban tanah (50-80 %), kadar air tanah (39,9 %), serta sifat kimia tanah lainnya, seperti unsur C-organik, N-total, C/N, bahan organik, P-Bray II dan K-exch dengan kategori sedang hingga sangat tinggi, sedangkan pada lokasi III dengan kategori rendah hingga sangat tinggi (Tabel 4.3).

Menurut Tim Sintesis Kebijakan (2008) kegiatan pertanian anorganik dengan mengandalkan bahan kimia berupa pupuk dan biosida secara terusmenerus mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Hal ini antara lain ditunjukkan oleh hara tanah yang cepat terkuras, keseimbangan hara dalam tanah terganggu, keanekaragaman hayati tanah menurun, biomassa fauna tanah menurun, fluktuasi populasi grup-grup fauna tanah dominan meningkat, proses dekomposisi sisa-sisa organik terhambat, dan kadar unsur toksik bagi tanaman seperti Al pada lahan kering masam meningkat sehingga produktivitas lahan menurun.

Crossley *et al.* (1992), Paoletti *et al.* (1992), dan Pankhurst (1994) menyatakan bahwa pengolahan tanah secara intensif, pemupukan dan penanaman secara monokultur pada sistem pertanian anorganik (konvensional) dapat menyebabkan terjadinya penurunan biodiversitas makrofauna tanah. Keadaan ini menunjukkan bahwa sistem pertanian organik sangat bermanfaat untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan keanekaragaman dan kepadatan populasi biota tanah.

Berdasarkan nilai kepadatan makrofauna tanah ditemukan cacing tanah dari jenis *Pontoscolex corethrurus* memiliki kepadatan tertinggi pada lokasi II, yaitu sebanyak 28,56 individu/m², tetapi cacing tanah ini tidak ditemukan pada lokasi I (hutan), dan lokasi III (pertanian anorganik), keadaan ini menunjukkan bahwa kondisi fisik-kimia dan biotik areal pertanian organik dapat mendukung keberadaan dan kehidupannya, sedangkan kondisi fisik-kimia dan biotik areal pertanian anorganik merupakan faktor pembatas bagi cacing tanah ini. Suin (1988) menyatakan bahwa cacing tanah dari jenis *Pontoscolex corethrurus* banyak ditemukan pada tanah padang rumput dan semak belukar yang memiliki pH tanah netral (6,4-7), serta tidak ditemukan di tanah hutan, dan tidak menyukai tanah dengan pH < 6,4, serta telah tercemar oleh bahan-bahan kimia, seperti debu semen, pupuk dan pestisida kimia yang banyak digunakan dalam dunia pertanian. Sedangkan cacing tanah dari jenis *Pheretima elongata* lebih menyukai tanah yang agak asam, dan sering ditemukan pada tanah dengan pH 5,5 – 6,5.

Edwards (1998) menyatakan bahwa penambahan pupuk berdampak positif terhadap biomas dan jumlah cacing tanah pada padang rumput dan lahan pertanian. Namun demikian cacing tanah umumnya lebih respon terhadap pupuk organik dibandingkan pupuk anorganik, sehingga keberadaan dan nilai kepadatannya lebih tinggi pada lahan yang diberi pupuk organik.

Menurut Tim Sintesis Kebijakan (2008) fauna tanah, seperti Oligochaeta (cacing tanah), Collembola, dan Acarina (serangga) berperan dalam dekomposisi bahan organik, distribusi hara, pencampuran tanah, dan pembentukan agregat tanah. Cacing tanah yang dalam siklus hidupnya dapat membuat lobang dalam tanah dapat mencegah pemadatan tanah, mempertebal tanah lapisan atas, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara, sehingga kesuburan/kualitas tanah dapat dipertahankan. Selanjutnya Olechowicz (1987) dalam Musyafa (2004) menemukan ada hubungan yang kuat antara kesuburan tanah, jumlah dan biomas makrofauna tanah.

Tabel 4.3:
Faktor Fisik-Kimia Tanah pada Biotop Hutan, Pertanian Organik, dan Anorganik di Desa Semangat Gunung

Fisik-Kimia Tanah	Satuan	Lokasi/Biotop		
		I (Hutan)	II (Organik)	III (Anorganik)
1. Temperatur	⁰ C	18,5-19,5	19 – 20,50	20 - 21
2. pH	-	6,55 – 6,85	6,65 – 6,95	5,8 – 6,4
3. Kelembaban	%	53 - 85	55 - 80	80 - 100
4. Kadar Air	%	38,20	39,96	29,21
5. C-organik	%	4,40***	4,67***	2,18*
6. N-total	%	0,37**	0,36**	0,24**

Fisik-Kimia Tanah	Satuan	Lokasi/Biotop		
		I (Hutan)	II (Organik)	III (Anorganik)
7. C/N	--	11,89**	12,97**	9,08*
8. Bahan Organik	%	7,57***	8,03***	3,75**
9. P-Bray II	ppm	117,38****	56,09****	180,35****
10. K-exch	me/100	2,63**	2,56**	2,37**

Keterangan: * = Rendah; ** = Sedang; *** = Tinggi; **** = Sangat Tinggi

Secara umum jumlah kepadatan populasi makrofauna tanah pada lokasi II jauh lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi III. Hal ini disebabkan karena biotop areal lokasi II mengandung bahan organik yang tinggi, kelembaban relatif tanah yang tinggi, pH netral, serta kadar air tanah yang cukup tinggi pula (Tabel 4.3). Adianto (1993) menjelaskan bahwa faktor yang menentukan keanekaan jenis dan kepadatan populasi fauna tanah di suatu habitat ialah sifat fisik-kimia tanah dan tipe vegetasi serta manajemen tanahnya, tetapi yang sangat menentukan adalah tersedianya air dan cukupnya makanan. Hal ini diduga karena faktor kimia dari lingkungan (kadar organik) yang lebih tinggi pada lokasi II dari pada lokasi III, maupun dari lokasi I. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suin (1997) bahwa materi organik dan pH tanah sangat menentukan kepadatan organisme. Materi organik mempunyai pengaruh besar pada sifat tanah karena dapat menyebabkan tanah menjadi gembur, meningkatkan kemampuan mengikat air, meningkatkan absorpsi kation dan juga sebagai ketersediaan unsur hara.

Berdasarkan frekuensi kehadiran (FK) makrofauna tanah yang ditemukan pada lokasi II tergolong sangat jarang hingga jarang, sedangkan makrofauna tanah yang ditemukan pada lokasi III tergolong sangat jarang, keadaan ini disebabkan karena proses pengolahan lahan yang dilakukan, seperti penyiangan, pemupukan turut menentukan frekuensi kehadiran makrofauna tanah pada suatu habitat.

Pengelolaan lahan merupakan salah satu hal terpenting dalam mencapai hasil yang optimal dan berkelanjutan. Oleh karena itu, pengelolaan lahan (tanah) harus diupayakan tanpa menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan maupun menurunkan kualitas sumber daya lahan, dan sebaiknya diarahkan pada perbaikan struktur fisik, komposisi kimia, dan aktivitas biota tanah yang optimum bagi tanaman. Dengan demikian, interaksi antara komponen-komponen biotik dan abiotik tanah pada lahan memberikan keseimbangan yang optimal bagi ketersediaan hara dalam tanah, yang selanjutnya menjamin keberlangsungan produktivitas lahan, dan keberhasilan usaha tani (Tim Sintesis Kebijakan, 2008).

Komposisi Makro Fauna Tanah pada Lokasi Penelitian

Berdasarkan nilai kepadatan relatif (lihat Tabel 4.2) dengan mengurutkannya dari nilai yang tertinggi sampai yang terendah, didapatkan komposisi jenis makro fauna tanah antara lokasi penelitian boleh dikatakan bervariasi. Hal ini terlihat dimana pada setiap lokasi penelitian komposisi fauna tanahnya tidak ada yang sama. Keadaan ini mungkin disebabkan adanya perbedaan toleransi masing-masing genus fauna tanah terhadap perbedaan kondisi fisik dan kimia tanah, serta keberadaan jenis di masing-masing lokasi penelitian. Komposisi fauna tanah pada setiap lokasi penelitian terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4:
Komposisi (Urutan) Masing-Masing Makro Fauna Tanah pada Lokasi Penelitian

Genus/Jenis	Lokasi/Biotop		
	I (Hutan)	II (Organik)	III (Anorganik)
	Komposisi	Komposisi	Komposisi
1. <i>Pontoscolex corethrurus</i>	-	1	-
2. <i>Megascolex</i> sp 4	2	6	-
3. <i>Megascolex</i> sp 6	-	-	2
4. <i>Pheretima elongata</i>	4	2	1
5. <i>Drawida</i> sp	-	5	-
6. <i>Oxyopes</i> sp	5	7	-
7. <i>Dolomedes</i> sp	4	-	-
8. <i>Geophilus</i> sp	-	5	-
9. <i>Blatta</i> sp	1	-	-
10. <i>Chelonitis</i> sp	-	5	-
11. <i>Phyllopaga</i> sp	5	-	3
12. <i>Calasoma</i> sp	-	5	-
13. <i>Geomysaprinus</i> sp	-	7	-
14. <i>Helops</i> sp	-	5	-
15. <i>Forficula</i> sp	2	6	-
16. <i>Grillus</i> sp	4	3	-
17. <i>Zonitoides</i> sp	3	4	-

Dari tabel di atas terlihat bahwa komposisi makro fauna tanah pada lokasi penelitian cukup bervariasi. Umumnya pada ke tiga lokasi ditemukan golongan cacing tanah dalam jumlah yang cukup besar pada beberapa genus tertentu, seperti pada lokasi II yang banyak ditemukan adalah cacing tanah dari jenis *Pontoscolex* sp, dan *Pheretima elongata*, serta *Grillus* sp (jengkrak), dan pada lokasi I yang banyak ditemukan adalah dari jenis *Blatta* sp (kecoa tanah), *Megascolex* sp4, dan *forficula* sp, sedangkan pada lokasi III yang termasuk banyak ditemukan juga dari jenis cacing tanah, yaitu *Pheretima elongata* dan *Megascolex* sp 6. Hal

ini disebabkan karena pengelolaan dan penggunaan lahan. Keadaan ini sesuai dengan yang dinyatakan Lavelle, (1994) bahwa perbedaan penggunaan lahan akan mempengaruhi populasi dan komposisi makrofauna tanah.

Makro Fauna Tanah yang Memiliki Nilai KR > 10 % dan FK > 25 % dan Dapat Digunakan sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah pada Lokasi Penelitian

Berdasarkan nilai Kepadatan Relatif (KR) $\geq 10\%$ dan Frekuensi Kehadiran (FK) $\geq 25\%$, terlihat bahwa makrofauna tanah yang memenuhi nilai di atas hanya didapatkan pada lokasi I dan II (Tabel 4.2 dan 4.5), yaitu dari jenis cacing tanah *Megascolex* sp4, *Blatta* sp, *Forficula* sp, dan *Zonitoides* sp (pada Lokasi I), dan pada lokasi II, yaitu dari jenis cacing tanah (*Pontoscolex* sp dan *Drawida* sp), serta dari jenis jengkrak (*Grillus* sp), sedangkan pada lokasi III tidak ditemukan adanya makrofauna tanah yang memiliki nilai KR > 10 % dan FK > 25 %. Menurut Suin (1997) hewan tanah yang frekuensi kehadirannya tinggi umumnya kepadatan relatifnya tinggi pula. Selanjutnya dijelaskan apabila nilai KR (%) $\geq 10\%$ dan FK (%) $\geq 25\%$ menunjukkan bahwa hewan tersebut dapat hidup dan berkembang dengan baik di habitatnya.

Tabel 4.5:
Nilai KR (%) $\geq 10\%$ dan FK (%) $\geq 25\%$ Fauna Tanah yang Didapatkan pada Lokasi I Penelitian

No.	Genus/Jenis	Lokasi I		Lokasi II	
		KR	FK	KR	FK
1.	<i>Pontoscolex</i> sp	-	-	25,36	42,85
2.	<i>Megascolex</i> sp4	14,71	28,57	-	-
3.	<i>Pheretima elongata</i>	-	-	14,09	28,57
4.	<i>Blatta</i> sp	26,48	42,85	-	-
5.	<i>Forficula</i> sp	14,71	42,85	-	-
6.	<i>Grillus</i> sp	-	-	11,26	42,85
7.	<i>Zonitoides</i> sp	10,29	42,85	-	-

Terdapatnya makrofauna tanah masing-masing 4 (empat) dan 3 (tiga) jenis yang memiliki nilai KR (%) $\geq 10\%$ dan FK (%) $\geq 25\%$ pada lokasi I dan II jika dibandingkan dengan lokasi III, terutama jenis cacing tanah dapat dijadikan sebagai bioindikator kesuburan tanah, karena kepadatan populasi dan frekuensi kehadiran cacing tanah ini menunjukkan areal hutan dan pertanian organik ini kondisinya lebih stabil bila dibandingkan dengan areal pertanian anorganik, karena perlakuan pertanian anorganik pada areal pertanian akan memberi pengaruh terhadap faktor fisik-kimia tanah.

Ansyori (2004) menyatakan bahwa tindakan budidaya pertanian mempengaruhi populasi cacing tanah dan sebaliknya. Pola penggunaan lahan mempunyai pengaruh yang kuat terhadap populasi, biomas dan keanekaragaman cacing tanah. Cacing tanah sering merupakan komponen utama biomas makrofauna di dalam tanah. Hal ini disebabkan cacing tanah hidup kontak langsung dengan tanah dan memiliki kontribusi penting terhadap proses siklus unsur hara di dalam lapisan tanah, tempat akar tanaman terkonsentrasi. Selain itu lubang yang dibuat cacing tanah sering merupakan proporsi utama ruang pori makro di dalam tanah, sehingga cacing tanah dapat secara nyata mempengaruhi kondisi tanah yang berhubungan dengan hasil tanaman.

Aktivitas pertanian seperti pengolahan tanah, pemupukan, dan aplikasi pestisida kimia dapat mempengaruhi kehidupan cacing tanah. Penurunan jumlah cacing tanah di areal pertanian lebih diperburuk lagi oleh predatornya selama dan setelah pengolahan tanah, seperti kumbang tanah, burung gagak, burung camar, dan binatang lainnya. Menurut Olfert *et al.* (2002) dalam Ansyori (2004), kualitas tanah berhubungan secara tertutup dan tercermin dari aktivitas, diversitas, dan populasi mikroflora dan fauna tanah, seperti cacing tanah (*earthworm*). Hal ini penting sebagai indikator biologi keberlanjutan produksi dalam arti luas. Berkaitan dengan uraian di atas cacing tanah dapat dipertimbangkan sebagai indikator yang tepat bagi penggunaan lahan dan kesuburan tanah, apalagi dari berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan sebagian besar keberadaan dan kepadatan populasi cacing tanah mengindikasikan tanah pertanian tersebut subur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan terhadap **"Komposisi Komunitas Makrofauna Tanah pada Biotop Hutan dan Lahan Pertanian yang Diberi Pupuk Organik dan Anorganik sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah"** dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Didapatkan jenis makrofauna tanah yang terbanyak pada lokasi II (13 jenis), dan diikuti pada lokasi I (9 jenis), dan yang paling sedikit pada lokasi III (3 jenis).
- 2) Pertanian organik memberikan pengaruh positif terhadap Komposisi Komunitas (keberadaan jenis, kepadatan populasi dan frekuensi kehadiran) makrofauna tanah.
- 3) Didapatkan jenis makrofauna tanah yang dapat digunakan sebagai Bioindikator kesuburan tanah yang berguna untuk pengembangan indeks biotik (budidaya dan aplikasi) di masa mendatang, yaitu dari spesies *Pontoscolex corethrurus*, *Pheretima elongate*, *Blatta* sp dan *Grillus* sp.

Saran

- 1) Pihak petani tanaman sayuran dan buah-buahan sebaiknya melakukan pertanian organik, dengan menggunakan pupuk dan pestisida organik, selain untuk mengurangi biaya pembelian pupuk dan pestisida buatan (kimia), juga mengurangi penurunan kualitas dan daya dukung lingkungan (lahan).
- 2) Diperlukan penelitian lebih lanjut dan mendalam guna mendapatkan teknologi yang diperlukan untuk pemanfaatan biota (makrofauna) tanah meliputi seleksi spesies unggul, pemeliharaan, perbanyakan, dan penggunaannya kembali pada waktu dan tempat yang tepat

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, 1993. *Biologi Pertanian* (Pupuk kandang, pupuk organik nabati dan insektisida). Edisi ke dua. Penerbit Alumni-Anggota IKAPI. Bandung.
- Ansyori, 2004. Potensi Cacing Tanah Sebagai Alternatif Bio-Indikator Pertanian Berkelanjutan. Makalah Pengantar Ke Falsafah Sains. Sekolah Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor. rudycr.com/PPS702-ipb/08234/ansyori.pdf. Diakses tgl 16 Oktober 2010.
- Atmojo S.W., 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. suntoro.staff.uns.ac.id. Diakses tgl 16 oktober 2010.
- Barnes, R.D. Warren, I.W., Claude, A.V. 1978. *General Zoology*. WB. Saunders Company. London. P. 923
- Borror, D.J., Triplehorn, C. A., and Johnson, N. F. 1992. *Pengenalan pelajaran Serangga* (diterjemahkan oleh Soetiyono, P. Dan Mukayat, D. B.). Universitas Gadjah Mada press. Yogyakarta.
- Biro Pusat Statistik Kab. Karo. 2009. Kabupaten Karo dalam Angka. BPS Kab.Karo, Kabanjahe. hlm. 12-13, 128 -130
- Crossley Jr. DA, Mueller BR & Perdue JC. 1992. Biodiversity of microarthopds in agricultural soil: *relations to processes*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40,37-46
- Dewi W., 2001. Biodiversitas Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan, *Jurnal Fakultas Pertanian*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Dindal, D.L., 1990. *Soil Biology Guide*. John Willey and Sons, New York, Chichester, Brisbane.
- Edwards, C.A. 1998. *Earthworm Ecology*. St. Lucie Press. Washington, DC. 389.
- Kartini, L. 2000. Pertanian Organik Sebagai Pertanian Masa Depan. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian dalam Upaya Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. BPTP Bali, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor. Hal. 98-105).
- Lavelle, P., M. Dangerfield, C. fargoso, V. Eschenbremer, D. Lopez-haernandes, B. Pashanashi, and L. Brussard. 1994. "The Relationship between Soil Macrofauna and Tropical Soil Fertility". In Woomer, P.L., and N. Swift (Eds) *The Biological management of tropical Soil Fertility*. John Wiley and Sons. Chichester. p.237 - 240
- Musyafa, 2004. Peranan Makrofauna Tanah dalam Proses Dekomposisi Serasah *Acacia mangium* Willd. B I O D I V E R S I T A S Volume 6, Nomor 1 Tahun 2005. halaman: 63-65. www.unsjournals.com. Diakses tgl 16 Oktober 2010.
- Narayana IGB, 2010. Nitrogen Pupuk Organik Rendah, Kepala Bidang Produksi Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali
- Pankhurst CE. 1994. Biological Indicators of Soil Health and Sustainable Productivity. In D.J. Greenland and I. Szabolcs (eds). *Soil Resiliense and Sustainable Land Use*. CAB International. Oxon.
- Paoletti MG, Pimentel D, Stinner BR, & Stinner D. 1992. Agroecosystem Biodiversity: Matching production and conservation biology. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40, 3-23.
- Suin, M.N., 1988. Populasi Hewan Tanah di Sekitar Pabrik Semen Serta Kemungkinannya Bagi Pemantauan Kualitas Tanah. Disertasi (S3) ITB-Bandung (Tidak dipublikasikan).
-, 1997. Ekologi Hewan Tanah. Bumi Aksara Jakarta, Bekerja Sama dengan Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati Institut Teknologi Bandung.
- Tian, G., L. Brussard, B.T., Kang and M.J. Swift, 1997. Soil Fauna-Mediated Decomposition Of Plant Residues Under Contreined Environmental And Residue Quality Condition. In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, Department of Biological Sciences. (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 125-134. Wey College, University of London, UK.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan National Achievement with Global Reach"

Wallwork, J.A., 1970. Ecology of Soil Animal. Mc. Graw Hill Book Company. London.

Tim Sintesis Kebijakan, 2008. Pemanfaatan Biota Tanah Untuk Keberlanjutan Produktivitas Pertanian Lahan Kering Masam, Pengembangan Inovasi Pertanian I (2) , 2008: 157-163. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor. www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/ip012089.pdf. Diakses tgl 16 Oktober 2010.

EKOLOGI SERANGGA WERENG (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA) PADA SINGGANG-SINGGANG TANAMAN PADI DI KABUPATEN DELI SERDANG – SUMATERA UTARA

Binari Manurung dan Lestari Sihombing

Jurusan Biologi-Universitas Negeri Medan
Jln. Williem Iskandar Psr V Medan Estate (20221)
binari44@hotmail.com

Abstrak

Penelitian yang mengkaji ekologi serangga wereng (Hemiptera: Auchenorrhyncha) pada singgang-singgang tanaman padi yang terdapat pada empat kecamatan (Tanjung Morawa, Lubuk Pakam, Galang, dan Beringin) di kabupaten Deli Serdang - Sumatera Utara telah dilakukan dari bulan April hingga Mei tahun 2010. Sampel wereng dikumpulkan dengan menggunakan jala serangga. Pada setiap lokasi penelitian dilakukan empat kali pengambilan sampel, masing-masing 250 jala pada setiap sampling. Hasil penelitian menunjukkan, pada singgang-singgang tanaman padi ditemukan minimal sembilan jenis serangga wereng yakni: *Nephotettix virescens*, *Nephotettix nigropictus*, *Recilia dorsalis*, *Cicadulina* sp., *Cofana* sp., *Cicadellid* sp., *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera* dan *Oliarus* sp. Kelimpahan tertinggi *Nephotettix virescens*, *Nephotettix nigropictus*, *Recilia dorsalis*, *Cicadulina* sp., *Cofana* sp., *Cicadellid* sp., dan *Oliarus* sp ditemukan di kecamatan Tanjung Morawa sedangkan untuk *Nilaparvata lugens* di kecamatan Beringin dan *Cicadellid* sp. di kecamatan Lubuk Pakam. Kelimpahan dan distribusi *Sogatella furcifera* pada ke empat kecamatan relatif sama. Uji Kruskal-Wallis menunjukkan kelimpahan wereng hijau *Nephotettix spp.* yang terdapat pada ke empat kecamatan berbeda sangat signifikan ($H=15,74$; $P > 0.01$), demikian juga halnya dengan wereng loreng *Recilia dorsalis* berbeda signifikan ($H=7,85$; $P > 0,05$), sedangkan untuk wereng cokelat *Nilaparvata lugens* tidak berbeda secara signifikan ($H=2,89$; $P < 0,05$). Hasil penelitian ini mengkonfirmasi potensi dan kontribusi singgang-singgang tanaman padi dalam mempertahankan kehadiran dan kelestarian hidup berbagai jenis wereng pada ekosistem persawahan. Sehubungan dengan itu pemusnahan singgang-singgang tanaman padi sedini mungkin sangat perlu dilaksanakan untuk meminimalisasi serangan wereng pada musim tanam padi berikutnya.

Kata kunci: Ekologi, serangga wereng, singgang-singgang padi, kabupaten Deli Serdang

PENDAHULUAN

Kabupaten Deli Serdang termasuk salah satu lumbung beras di Propinsi Sumatera Utara. Sehubungan dengan itu beberapa kali kabupaten tersebut telah berhasil mencapai daerah swasembada beras. Hal itu misalnya terjadi pada tahun 1998 dan 1999 yang lalu dengan produk beras masing-masing mencapai 511.126 ton dan 521.322 ton (Anonymous, 2009).

Disamping sebagai daerah swasembada beras, kabupaten Deli Serdang dikenal juga sebagai daerah endemik hama padi. Hal itu terjadi, karena hampir tiap tahun di daerah ini terjadi serangan organisme pengganggu tanaman terhadap tanaman padi, terutama dari kelompok serangga wereng, khususnya wereng coklat dan wereng hijau. Serangan itu acapkali terjadi di kecamatan Galang, Beringin, Lubuk Pakam, dan Tanjung Morawa. Luas serangan hama wereng pada bulan Desember tahun 2006 yang lalu misalnya mencapai 1.957 hektar. Serangan hama wereng tersebut juga terjadi di kecamatan Dolok Masihul yang juga masih termasuk ke dalam Kabupaten Deli Serdang pada waktu sebelum pemekaran. Pada bulan Juni tahun 2010 yang lalu serangan hama wereng itu kembali lagi terjadi (Manurung, 2010).

Kemampuan mengendalikan serangan hama wereng terhadap tanaman padi yang terdapat di Indonesia pada setiap musim tanam dan di kabupaten Deli Serdang khususnya, pada dasarnya sangat tergantung dari tersedianya berbagai data dasar mengenai perikehidupan dari wereng-wereng tersebut. Salah satu dari data dasar itu dan sangat penting peranannya adalah data ekologi. Dalam hal ini menyangkut keanekaragaman, kelimpahan dan distribusinya pada ekosistem persawahan. Hingga saat ini data ekologi dari wereng-wereng yang terdapat di Indonesia, di Propinsi Sumatera Utara dan di kabupaten Deli Serdang khususnya, apalagi yang terdapat pada singgang-singgang tanaman padi masih sangat terbatas (band. Soehardjan, 1973; Siwi & Roechan, 1983 dan Holdom *et al.*, 1989). Sementara itu, pengamatan di lapangan menunjukkan para petani yang ada di kabupaten Deli Serdang masih seringkali melakukan praktek pembiaran singgang-singgang (sisasisa, turiang, tanggul-tanggul) tanaman padi untuk jangka waktu yang relatif lama di persawahan sesudah masa panen.

Sehubungan dengan permasalahan di atas, suatu penelitian yang mengkaji ekologi dari serangga wereng pada singgang-singgang tanaman padi yang terdapat di kabupaten Deli Serdang telah dilakukan. Dalam hal ini penelitian ini sekaligus juga bertujuan untuk mengkonfirmasi peranan ataupun kontribusi singgang-singgang padi dalam mempertahankan kehadiran aneka ragam wereng pada ekosistem persawahan sebelum hadirnya tanaman padi pada musim tanam berikutnya.

CARA KERJA

Pengambilan ataupun koleksi serangga wereng di lapangan mengacu kepada metode yang dikemukakan oleh Manurung *et al.* (2004 dan 2005). Dalam hal ini sampel serangga ditangkap dengan cara mengayunkan jala/jaring serangga pada singgang-singgang tanaman padi yang terdapat di empat kecamatan di kabupaten Deli Serdang. Adapun nama keempat kecamatan beserta dengan desa dimana sampel wereng di jaring adalah Tanjung Morawa (Desa TG. Baru dan Bangun Sari), Lubuk Pakam (Desa BSP dan Paluh Kemiri), Galang (Desa Jaharun B) dan kecamatan Beringin (Desa Sidodadi Ramunia). Sampling pada setiap lokasi penelitian dilakukan sebanyak empat kali dan wereng hasil dari setiap sampling merupakan hasil dari 250 kali ayunan. Pengambilan sampel wereng berlangsung dari bulan April hingga Mei 2010 dan dilakukan pada siang hari ketika cuaca cerah dengan suhu sekitar 31-32°C. Wereng yang berhasil di jaring kemudian di masukkan ke dalam botol-botol sampel yang berisi alkohol 70% setelah terlebih dahulu dibius dengan menggunakan kloroform. Sampel wereng selanjutnya dibawa ke laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Universitas Negeri Medan untuk diidentifikasi dan dinumerasi. Identifikasi wereng dilakukan dengan menggunakan bantuan mikroskop stereo sedangkan penentuan spesiesnya mengacu kepada Baehaki (1993), Wilson & Claridge (1991), dan Departemen Pertanian (1982). Selanjutnya, untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan dari jumlah/kelimpahan wereng yang terdapat pada singgang-singgang tanaman padi pada keempat kecamatan yang terdapat di kabupaten Deli Serdang diuji dengan menggunakan uji statistik Kruskal-Wallis (Zar, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman

Dari penelitian yang telah dilakukan ditemukan minimal sembilan jenis wereng yang hidup berkolonisasi pada singgang-singgang tanaman padi yang terdapat di kabupaten Deli Serdang-Sumatera Utara. Adapun kesembilan taksa wereng itu adalah *Nephotettix virescens*, *Nephotettix nigropictus*, *Recilia dorsalis*, *Cicadulina sp.*, *Cofana sp.*, *Cicadellid sp.*, *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera* dan *Oliarus sp.* Kesembilan taksa wereng tersebut juga dapat ditemukan pada keempat kecamatan yang menjadi lokasi penelitian. Itu berarti sebaran horizontal dari kesembilan taksa wereng itu pada singgang-singgang padi pada keempat kecamatan yang terdapat di kabupaten Deli Serdang relatif sama. Keanekaragaman wereng yang diperoleh pada penelitian ini relatif tidak jauh berbeda dengan jenis-jenis wereng yang terdapat pada tanaman padi di berbagai Negara di Asia Tenggara sebagaimana telah dilaporkan oleh Wilson & Claridge (1991). Enam jenis dari wereng yang ditemukan

itu (yakni: *Nephotettix virescens*, *Nephotettix nigropictus*, *Recilia dorsalis*, *Cicadulina sp.*, *Cofana sp.*, *Cicadellid sp*) termasuk ke dalam kelompok wereng daun (leaf hopper, Cicadellidae), sedangkan tiga jenis lainnya (yakni: *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera* dan *Oliarus sp*) termasuk kedalam kelompok wereng batang (plant hopper, Fulgoroidea). Jika ditinjau dari segi nilai ekonominya bagi pertanian, jenis-jenis wereng yang ditemukan pada singgang-singgang tanaman padi yang terdapat di kabupaten Deli Serdang tersebut termasuk jenis-jenis wereng yang sangat penting. Dalam hal ini, wereng hijau *Nephotettix virescens* dan *Nephotettix nigropictus* serta wereng loreng *Recilia dorsalis* merupakan vector virus tungro ataupun waika yang dapat menyebabkan tanaman padi berpenyakit tungro ataupun habang sehingga dapat menyebabkan gagal panen. Sedangkan wereng cokelat *Nilaparvata lugens* merupakan vector virus "*rice grassy stunt*" (penyakit kerdil rumput) dan "*ragged stunt*" (penyakit kerdil hampa) serta dapat menyebabkan "*hopperburn*" pada tanaman padi (Baehaki, 1993; Wilson & Claridge, 1991; Nault & Ammar, 1989 dan Departemen Pertanian, 1982).

Kelimpahan

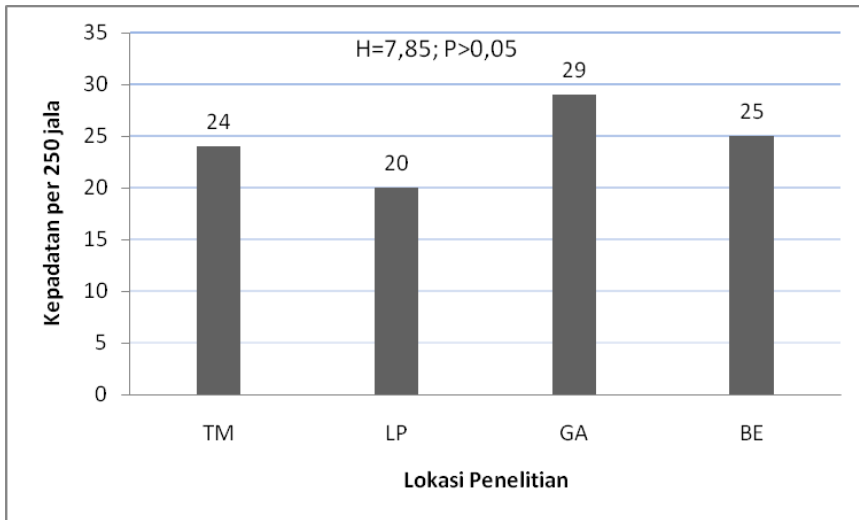
Ditinjau dari segi kelimpahan, wereng yang berhasil ditangkap selama penelitian pada keempat kecamatan yang terdapat di Kabupaten Deli Serdang berjumlah 1451 individu. Kelimpahan total untuk kecamatan Tanjung Morawa, Lubuk Pakam, Galang, dan Beringin masing-masing adalah 504, 396, 256, dan 295 individu. Didasarkan atas data tersebut tampak kelimpahan tertinggi wereng ditemukan di kecamatan Tanjung Morawa, disusul kecamatan Lubuk Pakam, sedangkan terendah di kecamatan Galang. Hasil ini tampaknya mendukung apa yang telah dikemukakan oleh Manurung (2010) bahwa Kabupaten Deli Serdang dan yang berbatasan dengannya yakni Kabupaten Serdang Bedagai merupakan daerah endemik wereng. Sementara itu jika ditinjau dari per takson, kelimpahan masing masing kesembilan takson wereng yang ditemukan itu adalah sebagaiberikut: *Recilia dorsalis* 388 individu, *Nephotettix virescens* 192 individu, *Nephotettix nigropictus* 48 individu, *Cofana sp.* 54 individu, *Cicadulina sp.* 521 individu, *Sogatella furcifera* 10 individu, *Oliarus sp.* 13 individu, *Nilaparvata lugens* 56 individu dan *Cicadellid sp.* 169 individu. Jadi selama penelitian, jenis wereng yang kelimpahannya paling banyak ditemukan di singgang-singgang tanaman padi adalah *Cicadulina sp.* sedangkan yang relatif sedikit adalah jenis *Oliarus sp.* Selanjutnya, didasarkan atas nilai rata-rata, kelimpahan tertinggi wereng *Nephotettix virescens*, *Nephotettix nigropictus*, *Recilia dorsalis*, *Cicadulina sp.*, *Cofana sp.*, *Cicadellid sp.*, dan *Oliarus sp* ditemukan di kecamatan

Tanjung Morawa, masing-masing 20, 5, 24, 57, dan 2 individu per 250 jala. Untuk *Nilaparvata lugens*, kelimpahan tertingginya ditemukan di kecamatan Beringin sedangkan *Cicadellid sp* di kecamatan Lubuk Pakam, masing-masing 6 dan 16 individu per 250 jala. Sementara itu, kelimpahan dan distribusi wereng punggung putih *Sogatella furcifera* pada ke empat kecamatan justru relatif sama, yakni 1 individu per 250 jala. Hadirnya berbagai jenis wereng pada singgang-singgang tanaman padi dengan data kelimpahan sebagaimana yang telah dikemukakan di atas, menunjukkan betapa besarnya potensi ataupun kontribusi singgang-singgang tersebut dalam mempertahankan kehadiran dan keberlangsungan hidup aneka ragam wereng yang memiliki nilai ekonomi penting bagi pertanian. Berperannya singgang-singgang padi bahkan beberapa jenis rumput dalam mempertahankan kelestarian hidup berbagai jenis wereng telah dikemukakan oleh Rismunandar (1993). Manurung *et al.* (2004) juga telah melaporkan kontribusi singgang-singgang tanaman gandum dalam mempertahankan aneka ragam wereng yang akan menyerang tanaman gandum pada musim tanam berikutnya. Sehubungan dengan itu maka telah disarankan agar singgang-singgang gandum yang ada setelah masa panen dimusnahkan secepat mungkin untuk meminimalisasi serangan wereng terhadap tanaman gandum pada musim tanam berikutnya. Hal yang sama harus dilakukan para petani padi yang ada di kabupaten Deli Serdang bilamana serangan wereng ingin diminimalisasi pada masa tanam padi berikutnya. Dengan tindakan seperti itu para petani secara langsung telah mengurangi ketersediaan pakan wereng di lapangan yang akan berdampak kepada penurunan jumlah populasinya dan pemutusan siklus hidupnya.

Kajian kelimpahan secara statistik dari tiga taksa wereng yang memiliki nilai ekonomi khusus bagi pertanian (yakni: Wereng loreng *Recilia dorsalis*, wereng hijau *Nephotettix spp* dan wereng cokelat *Nilaparvata lugens*) pada empat kecamatan yang terdapat di Deli Serdang lebih lanjut dapat diungkapkan sebagai-berikut:

a. Wereng loreng *Recilia dorsalis*

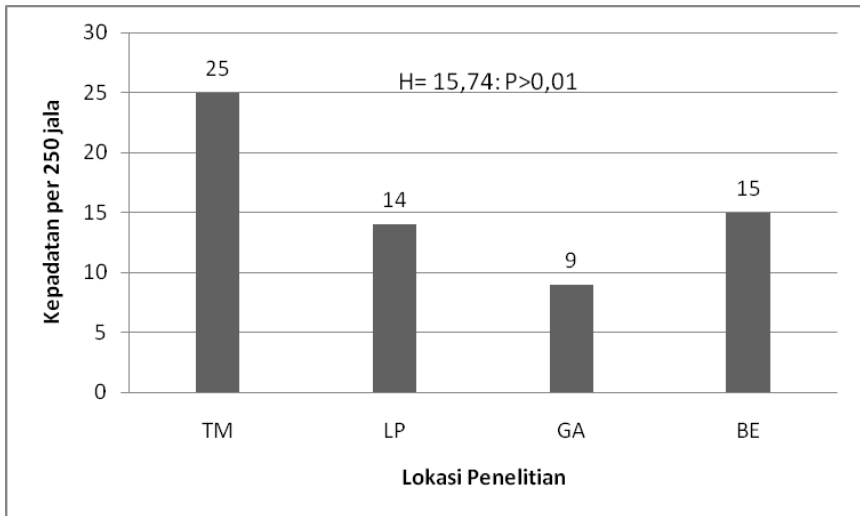
Wereng loreng *Recilia dorsalis* atau disebut juga sebagai wereng zigzag disamping dikenal sebagai vektor tungro/waika (Wilson & Claridge, 1991) juga sebagai vektor penyakit daun jingga atau "*orange leaf*" (Departemen Pertanian, 1982). Kerapatan rata-rata jenis wereng ini per 250 jala di kecamatan Tanjung Morawa, Lubuk Pakam, Galang dan Beringin masing-masing adalah 24, 20, 29 dan 25 individu (Gambar 1). Itu berarti kelimpahan wereng tersebut lebih tinggi di kecamatan Galang. Berdasarkan uji Kruskal-Wallis, kelimpahannya antar keempat kecamatan yang terdapat di kabupaten Deli Serdang berbeda secara signifikan ($H=7,8$; $P > 0.05$).



Gambar 1: Distribusi dan kepadatan rata-rata wereng loreng *Recilia dorsalis* pada singgang- singgang tanaman padi pada empat kecamatan (TM=Tanjung Morawa, LP=LubukPakam, GA=Galang dan BE=Beringin) yang terdapat di kabupaten Deli Serdang pada musim tanam tahun 2010

b. Wereng hijau *Nephotettix spp.*

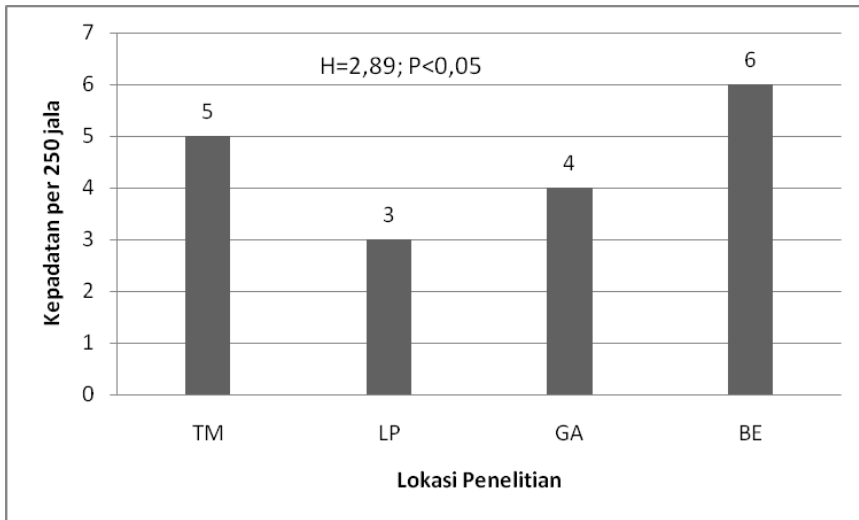
Wereng hijau yang ditemukan pada singgang-singgang tanaman padi di empat kecamatan yang berada di kabupaten Deli Serdang terdiri atas dua jenis yakni *Nephotettix virescens* dan *Nephotettix nigropictus*. Jumlah *N. virescens* (192 individu) yang diperoleh selama penelitian lebih banyak dibandingkan dengan jumlah *N. nigropictus* (48 individu). Sebagai wereng yang berperan dalam menularkan penyakit kerdil padi, kerdil padi kuning dan tungro pada tanaman padi (Wilson & Claridge, 1991), kepadatan rata-ratanya per 250 jala pada singgang-singgang padi di kecamatan Tanjung Morawa, Lubuk Pakam, Galang dan Beringin masing-masing adalah 25, 14, 9 dan 15 individu (Gambar 2). Tampak bahwa kelimpahan tertinggi wereng hijau *Nephotettix spp.* ditemukan di kecamatan Tanjung Morawa. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan jumlah wereng hijau tersebut pada singgang-singgang tanaman padi pada keempat kecamatan yang terdapat di kabupaten Deli Serdang berbeda secara sangat signifikan ($H=15,74$; $P>0,01$).



Gambar 2: Distribusi dan kepadatan rata-rata wereng hijau *Nephotettix spp.* pada singgang-singgang tanaman padi pada empat kecamatan (TM=Tanjung Morawa, LP=Lubuk Pakam, GA=Galang dan BE=Beringin) yang terdapat di kabupaten Deli Serdang pada musim tanam tahun 2010

c. Wereng cokelat *Nilaparvata lugens*

Wereng cokelat *Nilaparvata lugens* dikenal sebagai vektor penyakit kerdil rumput (grassy stunt) dan kerdil hampa (ragged stunt). Pada serangan yang berat, wereng cokelat menyebabkan tanaman padi menjadi layu dan akhirnya mati kekeringan seperti terbakar yang lebih dikenal dengan sebutan *hopperburn* ((Wilson & Claridge, 1991; Baehaki, 1993 dan Departemen Pertanian, 1982). Wereng cokelat yang berhasil dikoleksi selama penelitian terdiri dari dua bentuk yakni makroptera (bersayap penuh) dan brakhiptera (bersayap tak penuh). Jumlah total wereng cokelat yang berhasil dijaring selama penelitian untuk empat kecamatan di kabupaten Deli Serdang, yakni Tanjung Morawa, Lubuk Pakam, Galang dan Beringin masing-masing adalah 16, 9, 14 dan 17 individu atau kira-kira 5, 3, 4 dan 6 individu per 250 jala (Gambar 3). Berdasarkan uji Kruskal-Wallis, kelimpahan ataupun kerapatan wereng coklat yang terdapat pada singgang-singgang tanaman padi yang ada pada keempat kecamatan di wilayah kabupaten Deli Serdang tidak berbeda secara signifikan ($H=2,89$; $P<0,05$).



Gambar 3. Distribusi dan kepadatan rata-rata wereng cokelat *Nilaparvata lugens* pada singgang-singgang tanaman padi pada empat kecamatan (TM=Tanjung Morawa, LP=Lubuk Pakam, GA=Galang dan BE=Beringin) yang terdapat di kabupaten Deli Serdang pada musim tanam tahun 2010

Terjadinya perbedaan yang signifikan maupun tak signifikan dari distribusi dan kelimpahan serangga wereng pada keempat kecamatan yang ada di kabupaten Deli Serdang sebagaimana disebutkan di atas, hal itu tentu saja erat kaitannya dengan perbedaan dan kesamaan faktor-faktor pembatas yang bekerja membatasi kehadiran dan keberhasilan hidup masing-masing jenis wereng. Dua diantara faktor pembatas itu dan besar peranannya adalah ketersediaan makanan (jenis dan jumlahnya) serta iklim (suhu) pada lokasi dimana suatu serangga berada (Degen *et al*, 1999 dan Baker *et al*. 2000).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2009. Profil Deli Serdang (<http://www.deliserdang.go.id/profil-deliserdang.html>.) Diakses pada tanggal 30 Desember 2010.
- Baker R.H.A., C.E. Sansford, C.H. Jarvis, R.J.C. Cannon, A. Macleod, and K.F.A. Walters. 2000. The role of climatic mapping in predicting the potential geographical distribution of non-indigenous pests under current and future climates. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 82: 57 – 71.

- Baehaki. 1993. *Berbagai Hama Serangga Tanaman Padi*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Degen, T., E. Stadler, and P.R. Ellis. 1999. Host Plant Susceptibility to the Carrot fly, *Psylla rosae*: 1. Acceptability of various host species to ovipositing females. *Annals of Applied Biology*. 134: 1 – 11.
- Depatemen Pertanian. 1982. *Petunjuk Bergambar Hama dan Penyakit Tanaman Padi*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan.
- Holdom, D.G., Taylor, P.S., Mackey-Wood, R.J., Ramos, M.E & R.S. Soper. 1989. Field studies on rice planthoppers (Hom. Delphacidae) and their natural enemies in Indonesia. *Journal of Applied Entomology* 107, 118-129.
- Manurung, B. 2010. Mengantisipasi Serangan Hama Wereng. *Harian Waspada* Tanggal 13 Juli 2010. hal. C11.
- Manurung, B., Witsack, W., Mehner, S., Gruentzig, M & Fuchs, E. 2004. The epidemiology of *wheat dwarf virus* in relation to occurrence of the leafhopper *Psammotettix alienus* in Middle-Germany. *Virus Research* 100 (1): 109-113.
- Manurung, B., Witsack, W., Mehner, S., Gruentzig, M & Fuchs, E. 2005. Studies on biology and population dynamics of the leafhopper *Psammotettix alienus* Dahlb. (Homoptera: Auchenorrhyncha) as vector of *wheat dwarf virus* (WDV) in Saxony-Anhalt, Germany. *J. Plant. Dis. Protec.* 112 (5): 497-507.
- Nault, L.R & A.D. Ammar. 1989. Leafhopper and planthopper transmission of plant viruses. *Ann. Rev. Entomol.* 34: 503-529.
- Rismunandar. 1993. *Hama Tanaman Pangan dan Pembasmiannya*. Bandung: Sinar Baru Aglesindo.
- Siwi,S.S & M. Roechan. 1983. Species composition and distribution of green leafhoppers *Nephotettix spp.* and the spread of rice tungro virus disease in Indonesia. In, W.J. Knight., N.C. Pant., T.S. Robertson & M.R. Wilson (Eds.) *Proceedings of 1st International Workshop on Leafhoppers and Planthoppers of Economic Importance*. Commonwealth Institute of Entomology, London, pp. 263-276.
- Soehardjan, M. 1973. Observations on leafhoppers and planthoppers on rice in West Java. *Central Research Institute Agriculture Bogor, Indonesia* 3, 1-10.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice – Hall Inc.

Wilson, M.R. dan M.F. Claridge. 1991. *Handbook for the identification of leafhoppers and planthoppers of rice*. Wallingford-UK: CAB International.

ANALYSIS OF VEGETATION IN BEACH OF WEST ACEH AFTER TSUNAMI

Djufri

Prodi Pend. Biologi FKIP Unsyiah

Abstract

The objectives of this research were; to acquired of vegetation in Banda Aceh beach after tsunami, to find expression about of composition, association, species diversity index (H'), similarity index (IS), and species distribution pattern. The stage of research were; observation and segmentation of study area. The size of study area is 420 ha, and sample area is 10% of population. The station of sampling is (a). Meulaboh District Beach (MDB). For each of sampling location a given ten sampling quadrat with five replication. total sample are 50 quadrats. The observed variable is number of species, absolute diversity, absolute frequency, and absolute dominance. The calculated of importance value used formula is $DR + FR + DMR$., and calculated of species diversity index with Shannon-Wiener formula. The category of species diversity index is; if $H' < 1$ very low category, $H' > 1-2$ low category, $H' > 2-3$ median category, and $H' > 3-4$ high category. The result of this research are; (a). The vegetation physiognomy in Meulaboh District Beach, were fundamental changed after tsunami, (b). The planting of mangrove species in Aceh West Beach didn't resulted yet optimalization, (c). Dominance of tree in Aceh West Beach were *Casuarina equisetifolia*, and *Cocos nucifera*, dominance of underbrush were *Calatropis gigantea*, and *Vernonia cinerea*, and dominance of herbs species were *Ipomoea pescaprae*, and *Chloris barbata* (4). For the moment effort necessary of serious reclamation in Aceh West Beach after tsunami specific.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pantai Barat Aceh merupakan salah satu kawasan terparah dilanda tsunami pada tanggal 24 Desember 2006. Akibat tsunami tersebut membuat keadaan pantai berubah, sehingga banyak sekali tumbuhan yang mati dan hanya beberapa jenis pohon yang masih bisa bertahan hidup pada kondisi tersebut.

Keadaan yang demikian mempengaruhi vegetasi yang ada di sepanjang pantai Barat Aceh. Perubahan yang dimaksud baik dalam hal komposisi, jumlah, maupun keanekaragaman jenisnya. Penelitian tentang

analisis kualitas vegetasi di kawasan sepanjang pantai Barat Aceh sangat penting dilakukan mengingat belum ada penelitian tentang perubahan vegetasi sepanjang pantai Barat Aceh Pasca tsunami 26 Desember 2004.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penelitian ini diharapkan memberikan informasi yang mendasar tentang perubahan kualitas vegetasi di sepanjang pantai Barat Aceh pasca tsunami yang dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan kawasan pantai ditinjau dari aspek vegetasi. Selanjutnya data tersebut dapat digunakan sebagai informasi awal untuk melakukan langkah-langkah yang kongkrit untuk melakukan upaya reboisasi di kawasan sepanjang pantai Barat Aceh, sehingga fungsi pantai dapat dipertahankan sebagaimana mestinya.

Mengingat begitu dahsatnya dampak tsunami terhadap vegetasi di sepanjang pantai Barat Aceh maka dipandang perlu dilakukan riset yang serius dan mendalam untuk memperoleh informasi tentang kualitas vegetasi khususnya di daerah yang terkena tsunami baik ditinjau dari aspek komposisi vegetasi penyusun pantai maupun dari aspek kualitas vegetasi (Indeks Keanekaragaman). Pengungkapan data dasar tersebut berfungsi sebagai indikator tentang kualitas vegetasi di sepanjang pantai Barat Aceh yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu dasar (*basic science*) yang berperan sebagai fondasi atau pilar utama pengembangan ilmu terapan (*applied science*) bagi pihak-pihak yang membutuhkannya seperti Dinas Kehutanan dan BKSDA Provinsi Aceh.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang komposisi vegetasi di kawasan sepanjang pantai Barat Aceh pasca tsunami, sekaligus dilakukan analisis tentang kualitas vegetasi yang berfungsi untuk mempertahankan daerah sekitar, terutama pasca tsunami 2004. Selain itu penelitian ini diharapkan mengungkapkan tentang perubahan vegetasi sepanjang pantai Barat Aceh pasca tsunami.

Penelitian ini mengungkapkan informasi dasar tentang kualitas vegetasi disepanjang pantai Barat Aceh mencakup komposisi, dan indeks keanekaragaman sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam rangka pengelolaan fungsi ekosistem pantai terutama pasca tsunami.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung mulai Mei 2010 sampai Nopember 2010. Pengambilan sampel dilakukan di sepanjang pantai Barat Aceh.

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spesies tumbuhan yang ditemukan di sepanjang pantai Barat Aceh, alkohol

70%, kertas label, etiket gantung, herbarium press, kaleng penyimpanan herbarium, meteran, dan GPS.

Metode Penelitian

Sebelum dilakukan pengambilan sampel, terlebih dahulu dilakukan observasi dan pembuatan stasiun pengamatan (*segmentasi*). Luas seluruh kawasan mencapai 150 ha, dari luas keseluruhan tersebut diambil sampel 10%, penetapan ini berdasarkan pertimbangan bahwa masing-masing stasiun pengamatan adalah homogen. Dengan demikian, unit sampel penelitian ini adalah 15 ha. Dari 15 ha dibedakan atas 3 stasiun pengamatan berdasarkan karakter pantai yaitu (a). Pantai Daerah Meulaboh selanjutnya disebut PDM. Selanjutnya pada setiap stasiun pengamatan dicuplik sampel sebanyak 5 kuadrat sampel, dengan demikian diperoleh kuadrat sampel (ulangan) sebanyak 50 kuadrat. Penentuan jumlah kuadrat dengan teknik seri tiga (Syafei, 1994), dan penentuan luas kuadrat sampel berdasarkan teknik kurva minimum area (Barbour *et al.*, 1987; Setiadi, 2001) dan penentuan jumlah kuadrat sampel menggunakan teknik seri tiga (Syafei, 1994).

Variabel yang diamati mencakup jumlah spesies, nilai Kerapatan Mutlak (KM), Frekuensi Mutlak (FM), dan Dominansi Mutlak (DM). Pengenalan spesies di lapangan mengacu pada buku Backer & Bakhuizen (1963, 1965, 1968); Steenis (1978); dan Soerjani, dkk. (1987). Teknik pengambilan sampling disajikan pada Gambar 1.

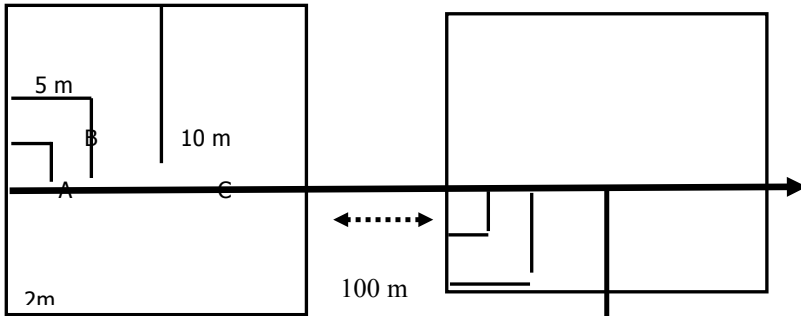
Metode Kuadrat

Penentuan Petak Sampling. Pengambilan data yang luas arealnya belum diketahui, paling efektif menggunakan cara transek. Cara ini paling baik untuk mempelajari perubahan stratifikasi vegetasi menurut topografi dan elevasi.

Pada areal sampling dibuat transek yang terdiri atas petak ukur per transek (Gambar 1). Transek dibuat memanjang memotong topografi dengan jarak antara transek 100 meter. Setiap transek dibagi dalam petak-petak ukur 20 m x 20 m, selanjutnya petak ukur dibagi dalam empat bagian yang sama besar, setiap bagian dilakukan pengukuran pada semua tingkatan bentuk pertumbuhan sebagai berikut :

- Petak contoh berukuran 20 m x 20 m digunakan untuk tingkat pohon (diameter pohon > 20 cm), liana epifit, parasit, serta pohon inang.
- Petak contoh berukuran 10 m x 10 m digunakan untuk tingkat tiang (diameter pohon 10-20 cm).
- Petak contoh berukuran 5 m x 5 m digunakan untuk tingkat pancang (diameter pohon < 10 cm, tinggi > 1,5 m).

- Petak contoh berukuran 2 m x 2 m, digunakan untuk tingkat semai (*seedling*) untuk tinggi tumbuhan < 1,5 cm) dan tumbuhan bawah penutup tanah
- Pengukuran diameter batang dilakukan pada ketinggian kira-kira setinggi dada atau 1,3 m di atas permukaan tanah
- Parameter-parameter yang dicatat adalah nama spesies tumbuhan, diameter batang, densitas spesies, frekuensi spesies, dan dominasi spesies.



Gambar 1: Desain jalur pengamatan vegetasi dengan kombinasi metode transek dan kuadrat

Keterangan Gambar:

- Jalur A (lebar 2 m) dengan petak-petak 2 m x 2 m
- Jalur B (lebar 5 m) dengan petak-petak 5 m x 5 m
- Jalur C (lebar 10 m) dengan petak-petak 10 m x 10 m
- Jalur D (lebar 20 m) dengan petak-petak 20 m x 20 m

Untuk menghitung Nilai Penting (NP) setiap spesies digunakan rumus menurut Cox (2001); Shukla & Chandell (1982) sebagai berikut :
 $NP = \text{Frekuensi Relatif (FR)} + \text{Kerapatan Relatif (KR)} + \text{Dominansi Relatif (DR)}$. Hasil perhitungan nilai penting selanjutnya digunakan sebagai nilai untuk mengetahui besarnya Indeks Keanekaragaman Spesies (H') pada suatu komunitas dengan menggunakan rumus berikut : (Barbour *et al.*, 1987). Data diolah menggunakan Program *Ecological Methodology* 2nd edition (Krebs, 2000).

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i) \ln(p_i)$$

dimana : $p_i = n_i/N$

n_i = Jumlah nilai penting satu spesies

N = Jumlah nilai penting seluruh spesies

$\ln$ = Logaritme natural (bilangan alami)

Agar nilai Indeks Keanekaragaman Spesies (H') Shanon-Wiever dapat ditafsirkan maknanya maka digunakan kriteria sebagai berikut : (Barbour *et al.*, 1987; Djufri, 2003). Nilai H' biasanya berkisar dari 0-7. Jika $H' = < 1$ kategori sangat rendah, Jika $H' = > 1-2$ kategori rendah, Jika $H' = > 2-3$ kategori sedang (*medium*), Jika $H' = > 3-4$ kategori tinggi, dan jika $H' = > 4$ kategori sangat tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Pantai Daerah Meulaboh

Kondisi Pantai Daerah Meulaboh pasca tsunami sangat parah, sebab sebagian besar spesies yang dulu hadir di pantai tersebut saat ini sudah hilang. Kondisi pantai ini pasca tsunami mengalami perubahan bentang alam yang sangat berbeda dengan kondisi sebelum tsunami.

Sebelum tsunami, pantai ini menjadi salah satu pantai yang diminati warga masyarakat untuk berkreasi, karena disamping pantainya yang menarik dan terbentang luas, di tempat ini juga dijumpai beberapa spesies pantai berupa pohon, perdu, dan herba khususnya dijadikan sebagai tempat berteduh. Beberapa spesies yang dijumpai di tempat sebelum tsunami antara lain; waru laut (*Hibiscus rosasinensis*), kelapa (*Cocos nucifera*), cemara (*Casuarina equisetifolia*), kedondong laut (*Polycias fruticosa*), bakau (*Rhizophora mucronata*), dan kulur (*Artocarpus altilis*) dari kelompok pohon, dan nyawon (*Eupatorium odoratum*), pandan laut (*Pandanus tectorius*), biduri (*Calotropis gigantea*), bulu babi (*Theprosia candida*), beluntas (*Plucea indica*), harendong (*Melastoma malabatricum*), putri malu besar (*Mimosa virgatus*) dari kelompok perdu, dan tapak kuda (*Ipomoea prescaprae*), rumput laut (*Spinifex littoralis*), jarong lelaki (*Stachytarpetta indica*), teki (*Cyperus rotundus*), sida gori (*Sida rhombifolia*), belulang (*Eleusine indica*), kacangan (*Desmodium triflorum*), cagak langit (*Tridax procumbens*), ceplukan (*Physalis angulata*), babadotan (*Ageratum conyzoides*), gelagah (*Sacharum spontanoium*), dan meniran (*Phyllantus debilis*). Spesies tersebut di atas pernah diteliti oleh Djufri (2003) dalam penelitian sebelumnya pada saat belum terjadi bencana tsunami.

Namun saat ini spesies yang disebutkan di atas sudah tidak ditemukan lagi, akibat peristiwa tsunami yang menyebabkan luas daratan di pantai ini jauh berkurang dari sebelumnya terutama di kawasan yang diteliti, namun tidak semua pantai Daerah Meulaboh demikian adanya. Kondisi umum Pantai Daerah Meulaboh disajikan pada Gambar 2

Sejalan dengan program Rehabilitasi wilayah pantai pasca tsunami di Provinsi Aceh, maka sebagian besar kawasan Pantai Daerah Meulaboh telah dilakukan penanaman spesies bakau (*Rhizopora mucronata*). Penanaman tersebut dimaksudkan sebagai barier penahan abrasi pantai ke daerah pemukiman dan juga berguna sebagai wilayah

tanggul hijau (*belt green*) sebagai upaya untuk memulihkan kembali kondisi Pantai Daerah Meulaboh, meskipun spesies yang ditanaman bersifat tegakan murni yang hanya terdiri dari satu spesies. Kondisi keberhasilan penanaman spesies bakau pada kawasan ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Kenampakan luar vegetasi di wilayah studi (a). Tegakan kelapa (*Cocos nucifera*), (b). Tegakan gelagah (*Sacharum spontaneum*), (c). Tegakan sukun (*Artocarpus altilis*), dan (d). Tegakan bakau (*Rhizopor mucronata*)

Berdasarkan data pada Gambar 2. di atas dapat dikemukakan bahwa tingkat keberhasilan penanaman bakau pada kawasan Pantai Daerah Meulaboh belum menunjukkan tingkat keberhasilan yang memuaskan, karena sudah hampir 5 tahun kondisinya belum menggembirakan, baik ditinjau dari laju pertumbuhannya, maupun luas penutupan wilayahnya (*covered*). Hal ini kemungkinan disebabkan karena lemahnya pemeliharaan terhadap tanaman bakau tersebut atau bisa juga disebabkan karena salah dalam memilih spesies yang cocok hidup di tempat tersebut.

Bila dikaitkan dengan kehadiran vegetasi di pantai yang peranannya sangat penting, maka perlu dilakukan upaya yang serius

untuk melakukan rehabilitasi Pantai Daerah Meulaboh melalui penanaman beberapa spesies yang cocok secara kontiniu dengan pengawasan dan pemantauan yang kontiniu pula, baik oleh Dinas Konservasi Sumber Daya (KSDA) maupun oleh Dinas Kehutanan, sehingga secara perlahan kondisi Pantai Daerah Meulaboh dapat membaik terutama dikaitkan dengan komponen vegetasi, sebagai salah satu komponen penting suatu pantai, terutama ditinjau dari fungsi ekologis.

Bila ditinjau dari aspek klimaks vegetasi disepanjang pantai Meulaboh dimasa mendatang tentu belum menggembirakan, mengingat secara alami spesies yang dominan cenderung berupa starata herba seperti gelagah (*Sacharaum spontanium*), dan rumput obor (*Fimbristilis longifolia*), kedua spesies ini tentu tidak terlalu baik sebagai vegetasi pantai yang dalam hal menahan laju abrasi pantai pada kawasan tersebut.

Secara umum bentang alam kawasan penelitian khususnya di desa Lhok Bubon Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat merupakan vegetasi pantai (ketinggian 0 m dpl) yang didominasi oleh kelapa (*Cocos nucifera*) dengan penutupan mencapai 50% dari luas kawasan, bakau (*Rhizophra mucronata*) dengan penutupan mencapai 20% dari luas kawasan, gelagah (*Saccarum spontaneum*) dengan penutupan kawasan mencapai 10% dari luas kawasan waru laut (*Hibiscus tilaceus*) dengan penutupan mencapai 10% dari luas kawasan, kulur (*Artocarpus altilis*) dengan penutupan mencapai 5% dari luas kawasan, dan anting-anting (*Gautheria punctata*) dengan penutupan kawasan mencapai 5% dari luas kawasan.

Selain komunitas vegetasi pantai, hasil survei menunjukkan bahwa di sepanjang jalan disekitar wilayah penelitian melewati tipe komunitas perkarangan rumah penduduk. Tanaman perkarangan yang dijumpai antara lain; mangga (*Mangifera indica*), jambu air (*Syzigium aquaticum*), belimbing wuluh (*Averhoa carambola*), kembang kertas (*Baugenvilea spectabilis*), kenikir (*Tegetes erecta*), pisang (*Musa paradisiaca*), dan lain-lain.

Kelompok Herba

Berdasarkan hasil sampling vegetasi di lokasi studi, maka diperoleh data tentang jumlah spesies, nilai penting, dan indeks keanekaragaman spesies herba, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat ditunjukkan bahwa kelompok tumbuhan herba yang mendominasi di lokasi penelitian di desa Lhok Bubon adalah familia Poaceae 27,70%, kemudian Asteraceae 22,22%. Sedangkan yang lainnya hanya diwakili oleh 2 spesies (11,11%) dan 1 spesies (5,55%). Kelompok familia Poaceae dan Asteraceae yang

dijumpai di jalur jalan tersebut merupakan spesies umum yang banyak dijumpai di tempat lain, dan bukan merupakan spesies yang dilindungi.

Tabel 1:
Rata-rata nilai penting (%) dan indeks keanekaragaman spesies Herba (2m²) di wilayah studi

NO.	SPESES	NAMA DAERAH	FAMILIA	NP (%)	H'
1.	<i>Saccarum spontaneum</i>	gelagah	POACEAE	28,32	0,1346
2.	<i>Eleusine indica</i>	belulang	POACEAE	26,02	0,1868
3.	<i>Cyperus pygmaeus</i>	teki payung	POACEAE	19,58	0,1952
4.	<i>Sporobolus diander</i>	cakar ayam	POACEAE	15,52	0,1330
5.	<i>Eragrostis tenella</i>	empritan	POACEAE	10,78	0,1929
6.	<i>Crotalaria setriata</i>	orok-orok	FABACEAE	12,30	0,1314
7.	<i>Ageratum conizoiedes</i>	babadotan	ASTERACEAE	13,21	0,1644
8.	<i>Eclypta prostata</i>	urang-aring	ASTERACEAE	10,49	0,1012
9.	<i>Synedrella nudiflora</i>	gletengan	ASTERACEAE	14,55	0,1726
10.	<i>Panicum repens</i>	jajagoan	POACEAE	12,71	0,1031
11.	<i>Sida rhombifolia</i>	sidagori	MALVACEAE	9,06	0,1142
12.	<i>Urena lobata</i>	pulutan	MALVACEAE	13,74	0,1346
13.	<i>Nephrolepis radicans</i>	paku rawa	OLEANDRACEAE	5,15	0,0894
14.	<i>Euphorbia hirta</i>	patikan kebo	EUPHORBIACEAE	13,06	0,1142
15.	<i>Desmodium heterophyllum</i>	kacangan	FABACEAE	17,02	0,1868
16.	<i>Stachytarpetta indica</i>	jarong lelaki	LAMIACEAE	17,30	0,1455
17.	<i>Mimosa pudica</i>	putri malu	MIMOSACEAE	23,61	0,2154
18.	<i>Cyperus rotundus</i>	teki	CYPERACEAE	21,89	0,1804
INDEKS KEANEKARAGAM SPESES (H')				2,8057	

Bila ditinjau dari aspek Nilai Penting (NP) maka kelompok herba yang mendominasi kawasan tersebut adalah *Saccarum spontaneum*, (28,32), *Eleusine indica* (26,02) dan *Cyperus pygmaeus* (19,58). Secara ekologi ke tiga spesies tersebut di atas paling berperan dalam menentukan dinamika spesies di tempat tersebut, namun bila ditinjau dari aspek peranannya dalam mempertahankan erosi tanah, maka ke tiga spesies tersebut mempunyai kemampuan relatif sama dengan spesies lainnya.

Bila ditinjau dari aspek nilai Keanekaragaman spesies (H') kelompok herba di wilayah studi tergolong dalam kategori sedang (2,8057). Secara teori kawasan ini mempunyai komposisi spesies dengan nilai Indeks Keanekaragaman cukup baik dan perlu dipertahankan.

Kelompok Perdu

Berdasarkan hasil sampling vegetasi di lokasi studi, maka diperoleh data tentang jumlah spesies, nilai penting, dan indeks keanekaragaman spesies perdu, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat ditunjukkan bahwa untuk kelompok perdu di wilayah studi desa Lhok Bubon didominasi oleh familia Asteraceae (33,33%), sedangkan familia yang lainnya hanya

dijumpai 1 spesies (16,67%). Familia Asteraceae merupakan spesies yang banyak dijumpai di kawasan lainnya, dan kelompok ini tidak termasuk spesies yang dilindungi.

Tabel 2:
Rata-Rata Nilai Penting (%) dan Indeks Keanekaragaman Kelompok Perdu (5m²)

NO.	SPESES	NAMA DAERAH	FAMILIA	NP (%)	H'
1.	<i>Gautheria punctata</i>	anting-anting	LYRTACEAE	21,07	0,2024
2.	<i>Lantana camara</i>	temblek ayam	VERBENACEAE	23,74	0,1847
3.	<i>Eupatorium odoratum</i>	kerinyuh	ASTERACEA	58,85	0,3256
4.	<i>Vernonia cineria</i>	salasi	ASTERACEAE	61,52	0,3188
5.	<i>Ziziphus rotundifolia</i>	bekol	LAMNACEAE	52,85	0,3034
6.	<i>Melastoma malabatricum</i>	harendong	MELASTOMATAACEAE	54,19	0,3114
INDEKS KEANEKARAGAM SPESES (H')					1,8667

Bila ditinjau dari aspek Nilai Penting (NP) maka kelompok perdu yang mendominasi wilayah studi di desa Lhok Bubon adalah *Vernonia cineria* (61,52). *Eupatorium odoratum* (58,85%). Secara ekologi ke dua spesies tersebut di atas paling berperan dalam menentukan dinamika spesies di tempat tersebut, namun bila ditinjau dari aspek peranannya dalam mempertahankan erosi tanah, maka ke dua spesies tersebut tidak penting.

Bila ditinjau dari aspek nilai Keanekaragaman spesies (H') kelompok Perdu di wilayah studi desa Lhok Bubon tergolong dalam kategori rendah (1,8667). Secara teori kawasan ini mempunyai komposisi spesies dengan nilai Indeks Keanekaragaman rendah.

Kelompok Pohon

Berdasarkan hasil sampling vegetasi di lokasi studi, diperoleh data tentang jumlah spesies, nilai penting, dan indeks keanekaragaman spesies pohon, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3:
Rata-rata nilai penting (%) dan indeks keanekaragaman kelompok pohon (10 m²)

NO.	SPESES	NAMA DAERAH	FAMILIA	NP (%)	H'
1.	<i>Cocos nucifera</i>	kelapa	ARECACEAE	150	0,2242
2.	<i>Artocarpus altilis</i>	sukon	MORACEAE	60	0,2807
3.	<i>Rhizophora mucronata</i>	bakau	RHIZOPHORACEAE	50	0,5014
4.	<i>Hibiscus tilaceus</i>	waru laut	MALVACEAE	25	0,3266
5.	<i>Vitex pubescens</i>	laban	VERBENACEAE	15	0,3017
INDEKS KEANEKARAGAM SPESES (H')					1,6346

Bila ditinjau dari aspek Nilai Penting (NP) maka kelompok pohon yang mendominasi wilayah studi khusus di desa Lhok Bubon adalah kelapa (*Cocos nucifer*) dengan NP (150%) dan sukun (*Artocarpus altilis*) dengan NP 60%. Secara ekologi ke dua spesies tersebut di atas paling berperan dalam menentukan dinamika spesies di tempat tersebut, namun bila ditinjau dari aspek peranannya dalam mempertahankan erosi tanah, maka ke dua spesies tersebut tidak penting. Bila ditinjau dari aspek nilai Keanekaragaman spesies (H') kelompok Pohon di wilayah studi khusus desa Lhok Bubon tergolong dalam kategori rendah (1,6346). Secara teori kawasan ini mempunyai komposisi spesies dengan nilai Indeks Keanekaragaman rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan:

1. Fisiognomi vegetasi Pantai Daerah Meulaboh telah mengalami perubahan mendasar pasca tsunami, klimaks vegetasi antara lain gelagah, bakau, dan kelapa.
2. Upaya penanaman mangrove di wilayah Pantai barat Aceh belum memberikan hasil yang optimal.
3. Berdasarkan nilai penting spesies maka kawasan Pantai Daerah Meulaboh didominasi oleh *Sacharum sponataneum* dan *Eleusine indica* (kelompok herba), *Vernonia cinerea* dan *Eupatorium odoratum* (kelompok perdu), *Cocos nucifera* dan *Artocarpus altilis* (kelompok pohon).
4. Mengacu pada nilai indeks keanekaragaman baik untuk strata pohon, perdu, dan herba, maka kawasan Pantai Daerah Meulaboh, perlu dilakukan upaya pengelolaan keanekaragaman melalui program reboisasi, terutama kawasan yang terkena dampak tsunami yang serius.

Saran

Berhubung karena penelitian ini terbatas pada pendataan tentang kondisi vegetasi pada kawasan pantai Barat Aceh, maka dipandang perlu melakukan penelitian lebih lanjut, khususnya menganalisis tentang tingkat keberhasilan pelaksanaan penghijauan dan reklamasi di kawasan pantai Barat Aceh pasca tsunami.

DAFTAR PUSTAKA

Amin Setyo Leksono. 2007. *Ekologi (Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif)*. Bayumedia Publishing. Malang.

- Anwar, C. 1991. Pertumbuhan Anakan Shorea Pada media Beberapa Tingkat Usia Tegakan Acasia Mangium Wilid. *Buletin Penelitian Hutan*, no. 554. Pusat Penelitian Hutan dan Pengembangan Hutan
- Barbour , G.M., J.K. Burk and W.D. Pitts. *Terrestrial Plant Ecology*. New York. : The Benyamin/Cummings Publishing Company.
- Cox, G.W. (2002). *Laboratory Manual of General Ecology*. USA : WM.C. Brown Company Publisher.
- Djufri. 2002. Penentuan Pola Distribusi, Asosiasi, dan Interaksi Spesies Tumbuhan Khususnya Padang Rumput di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Biodiversitas*. Journal of Biological Diversity. 3 (1): 181-188.
- _____. 2003. REVIEW: *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del. dan Permasalahannya di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Biodiversitas*. 4(2): 96-104.
- _____. 2004. REVIEW: Invasi Spesies Ekstotik Akasia Berduri (*Acacia nilotica*) (L.) Willd. ex Del. di Taman Nasional Baluran Jawa Timur: Ancaman terhadap Eksistensi Savana. *ENVIRO*. 4(2): 88-96.
- _____. Setiadi, D. Guhardja, E. Qayim, I. 2005. Pengaruh Kerapatan Tegakan Akasia (*Acacia nilotica*) (L.) Willd. ex Del. terhadap Komposisi dan Keanekaragaman Tumbuhan Bawah di Savana Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Jurnal Analisis Lingkungan*. 2(1): 135-145.
- _____. 2006. Analisis Vegetasi di Bawah Tegakan Akasia (*Acacia nilotica*) di Taman nasional Baluran Banyuwangi jawa Timur.
- _____. 2006. Analisis Vegetasi di Savana Tanpa Tegakan Akasia (*Acacia nilotica*) di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Jurnal Forum Pasca*. 29 (14): 261-275.
- Ewusie, J.Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika*. Bandung: ITB.
- Heddy, S.K. Metty. 1994. *Prinsip-Prinsip Dasar Ekologi*. Jakarta: PT Grafindo Pesada.
- Gold-Smith. (1986). *Discription and Analysis of Vegetation. Dalam Methods in Plant Ecology*. (eds. Chapman, S.B. & P.D. Moore). Blacwell Scientific Publication, Oxford, London.
- Greig-P. Smith. 1983. *Quantitative Plant Ecology*. Third Edition. University Press. Iowa, USA.

- Krebs, C.J. 2002. *Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second Edition. Harper & Row, publisher. New York Hagerstown San Francisco, London.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. (1988). *Statistical Ecology*. United States of America
- Melati Ferianita Fachrul. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Michael, P. 1994. *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Mueller-Dombois, D & H.H. Ellenberg. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecol* N.A.S. 1980. *Firewood crops. Scrub and tree species for energy production*. National Academy of Sciences. Washington, DC.
- Reynolds, J.A. and Carter, J.O. 1990. Woody Weeds in Central Western Queensland in : *Proceedings 6 th Biennial Conference, Australian Rangelands Society*. Carnarvon, Western Australia. Pp. 304-306.
- Samingan, T. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sastroutomo, S,S. 1990. *Ekologi Gulma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suarni, T. 1995. Keragaman Tumbuhan di Pantai dalam wilayah Kota Madya Banda Aceh Provinsi Daerah Istimewa Aceh, *Skripsi*. Banda Aceh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Syiah Kuala.
- Steenis. C G. G. J. 1992. *Flora untuk Sekolah di Indonesia*. Diterjemahkan oleh Moesa Surjowinoto. Bandung: Pradya Paramita.
- Shukla, R.S. & P.S. Chandel. (1982). *Plant Ecology*. New Delhi : S. Chand & Company, Ltd. Ram Nagar.
- Steel, R.C.D. and J.M. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistic; A Biometric Approach*. Mc-Graw-Hill, Tokyo.
- Syafei, E.S. (1994). *Pengantar Ekologi Tumbuhan*. ITB, Bandung.
- Tisdell, Clem. (1999). *Biodiversity, Conservation and Sustainable Development. Principles and Practices With Asian Examples*. Edward Elgar Cheltenham, U.K. Northampton, MA, USA.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Tjitrosoepomo, G. 1981. *Taksonomi Umum* (Dasar-Dasar Taksonomi Tumbuhan). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wahab, H. 2002. *Ekologi Tumbuhan*. Diklat Kuliah. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Wirakusuma, S. 2003. *Pengetahuan Ilmu-Ilmu Lingkungan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

KAWASAN KONSERVASI ACEH DAN PEMANFAATANNYA DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI KONSERVASI

Evi apriana¹, Achmad Munandar², Nuryani Y Rustaman², dan
Hertien Koosbandiah Surtikanti²

¹. Pend. Biologi Universitas Serambi Mekkah Banda Aceh,
Jln. Tgk. Imum Lueng Bata, Jl. Syiah Kuala Lr. Arwana No. 4 Jambo Tape
Banda Aceh 23126. eviapriana@yahoo.co.id,

². Prodi IPA Sekolah Pascasarjana UPI Bandung

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan kawasan konservasi Aceh dan pemanfaatannya dalam pembelajaran biologi konservasi. Penelitian ini menerapkan desain Penelitian Kualitatif (*Qualitative Research*), dilakukan menggunakan metode observasi langsung pada kawasan konservasi Aceh dan wawancara mendalam (*deep interview*) dengan informan (*key person*) pengelola kawasan konservasi Aceh. Dari observasi dan wawancara diperoleh hasil bahwa kawasan konservasi Aceh terdiri dari Kawasan Konservasi Hutan Ulu Masen, Taman Wisata Alam dan Taman Wisata Laut Pulau Weh, Taman Wisata Alam Kepulauan Banyak, Taman Buru Lingga Isaq, Tahura Pocut Meurah Intan, Pusat Latihan Gajah Aceh – Saree, Cagar Alam Serbajadi, Cagar Alam Pinus Jantho, Suaka Margasatwa Rawa Singkil, Taman Nasional Gunung Leuser. Pemanfaatan kawasan konservasi Aceh dalam pembelajaran biologi konservasi dapat dilakukan dengan metode kerja ilmiah melalui observasi dan eksperimen pada laboratorium lapangan (*field laboratorium*), agar mahasiswa mempunyai kapasitas dan tingkat kesadaran yang tinggi terhadap biologi konservasi.

Kata kunci: Kawasan konservasi Aceh, hutan Ulu Masen, taman wisata alam, taman wisata laut, taman buru, cagar alam, suaka margasatwa, taman nasional, pembelajaran biologi konservasi

PENDAHULUAN

Kebebasan masyarakat Aceh untuk mengeksplorasi SDA (misalnya penjarahan hutan) akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Dampak pertama adalah kerusakan habitat dan kerusakan

hutan (Dewi, 2008); dampak kedua hilangnya hutan adalah terjadinya bencana banjir di musim hujan, tanah longsor, dan kekeringan di musim kemarau (Alikodra, 1987), frekuensi bencana banjir yang melanda provinsi Aceh setiap tahun terus meningkat (Walhi, 2009); dampak ketiga adalah konflik satwa liar diantaranya gajah dan harimau yang masuk ke perkampungan masyarakat (Pepe, 2009; Rully, 2007).

Walaupun ada kerusakan lingkungan, sudah dilakukan usaha konservasi oleh *Fauna Flora International Aceh Programme* (FFIAP) bekerjasama dengan Badan Konservasi Alam-Aceh, pemerintahan kabupaten, tokoh tradisional dan masyarakat yaitu perlindungan satwa-satwa endemik dan kawasan konservasi Aceh (Balai Konservasi Provinsi NAD, 2007); perlindungan terhadap area hutan 'Ulu Masen' seluas 750.000 hektar atau 7.388 km² meliputi lima kabupaten di Aceh Utara-Barat (sejak 2003) dan memastikan konservasi jangka panjang terhadap keanekaragaman hayati yang dimiliki (Anonymous, 2006; Arifien, 2008; Anonymous, 2009). Upaya untuk melakukan konservasi alam dapat dilakukan melalui pendidikan dari mulai taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi (Munandar, 2009). Dalam hal ini akan diteliti kawasan konservasi Aceh dan pemanfaatannya dalam pembelajaran biologi konservasi.

CARA KERJA

Penelitian ini menerapkan desain Penelitian Kualitatif (*Qualitative Research*) (Creswell, 2008), dilakukan menggunakan metode observasi langsung pada kawasan konservasi Aceh dan wawancara mendalam (*deep interview*) dengan informan (*key person*) pengelola kawasan konservasi Aceh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari observasi dan wawancara diperoleh hasil bahwa kawasan konservasi Aceh terdiri dari :

Kawasan Konservasi Hutan Ulu Masen

Koordinat : Hutan Ulu Masen terletak membujur dari 95°15' sampai dengan 96°30' T dan melintang dari 4°25' sampai dengan 5°29' U. Luas total : Hampir 750.000 ha atau 7500 km² yang hampir sama luasnya dengan kepulauan Riau. Ulu Masen terletak di lima (5) Kabupaten : Kabupaten Aceh Besar, Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Aceh Barat, Kabupaten Pidie dan Kabupaten Pidie Jaya.

Hutan Ulu Masen merupakan rumah bagi satwa terancam punah Sumatra seperti : Rimueng/Harimau Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*); Kukang (*Nycticebus coucang*); Siamang (*Symphalangus syndactylus*); Kambing batu (*Capricornis sumatraensis*); Cagoe/Beruang madu

(*Helarctos malayanus*); Reungkah/Kedih (*Presbytis thomasi*); Ke/Rangkong Papan (*Buceros bicornis*); dan Gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus*).

Taman Wisata Alam dan Taman Wisata Laut Pulau Weh

Taman Wisata Alam dan Taman Wisata Laut Pulau Weh Sabang terletak di Pulau Weh Kota Sabang. Ditunjuk berdasarkan SK Menteri Pertanian No.928/Kpts/Um/2/1982 dengan luas TWA 1.300 Ha dan TWL 2.600 Ha termasuk Pulau Seulako dan Pulau Rubiah. Di Pulau Weh inilah terdapat Tugu Nol Kilometer Indonesia.

TWA Pulau Weh Sabang merupakan ekosistem hutan pantai, hutan mangrove, hutan hujan tropis dataran rendah. Sedangkan TWL Pulau Weh Sabang merupakan ekosistem terumbu karang. Jenis karang antara lain karang meja (*Acropora sp.*), *Pocilla vernicosa*, *Seriatopora*. Jenis ikan terdiri dari parrotfish (*Scarus sp.*), Terompetfish (*Aulostomus chinensis*), Stingray (*Manta sp.*) dan Moorish idol (*Zanclus cenecens*). Jenis flora diantaranya *Avicenia alba*, *Sonneratia sp.*, *Rhizophora sp.*, *Hibiscus tiliaceus* (waru laut), *Ficus benjamina* (Beringin), *Pterospermum sp.* (Bayur), *Callamus sp.* (Rotan), *Litsea sp.* (medang) dll. Sedangkan jenis fauna didominasi oleh *Macaca fascicularis* (monyet ekor panjang), *Presbytis cristata* (Lutung), *Varanus salvator* (biawak), *Hystrix brachiura* (Landak), *Phyton sp.* (Ular piton), *Sus scrofa* (Babi hutan), *Haliastur indus* (Elang laut), *Ardea sumatrana* (Cangak abu), *Callocalia sp.* (Walet), *Cypsiurus battasiensis* (Burung layang-layang), *Treron vernans* (Punai), dan lain-lain.

Taman Wisata Alam Kepulauan Banyak

Kepulauan Banyak terdiri dari 99 buah pulau besar dan kecil, diantaranya Pulau Balai, Pulau Tuanku, Pulau Nibung dan Pulau Bengkuru. Kawasan ini ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam berdasarkan SK Menteri Kehutanan No. 596/Kpts-II/1996 tanggal 16 September 1996 dengan luas 227.500 Ha.

Hutan di Kepulauan Banyak umumnya terdiri atas hutan mangrove, hutan pantai dan hutan tropis dataran rendah. Jenis-jenis penyusun hutan mangrove antara lain bakau (*Rhizophora sp.*), api-api (*Avicennia sp.*), tancang (*Bruguiera sp.*) dan pedada (*Sonneratia sp.*). Formasi hutan pantai didominasi oleh Waru Laut (*Hibiscus tiliaceus*), Keben (*Barringtonia asiatica*) dan Ketapang (*Terminalia cattapa*). Daerah yang memiliki potensi keanekaragaman ekosistem karang yang tinggi terletak pada perairan antara teluk Nibung dan Pulau Bengkaru, perairan sebelah timur bagian selatan Pulau Tuanku dan Pulau Bengkaru. Jenis-jenis karang penyusunnya antara lain karang jamur (*Fungia sp.*), karang otak (*Loophylla sp.*), karang daun (*Montipora foliosa*), karang api

(*Millepora dichotoma*), karang biru (*Heliopora sp.*) dan karang kipas laut (*Suberqorqia sp.*).

Jenis satwa penting diantaranya Penyu hijau (*Chelonia midas*), Penyu Sisik (*Eretmochelys imbricata*) dan Penyu Belimbing (*Dermochelys coriacea*). Pada umumnya penyu tersebut naik ke pantai untuk bertelur antara bulan Januari hingga Juni dengan rata-rata 50 - 100 ekor per malam.

Taman Buru Lingga Isaq

Kawasan ini terletak di kawasan Kecamatan Takengon dan Kecamatan Linge, Kabupaten Daerah Tingkat II Aceh Tengah. Secara geografis terletak antara 4 15' 4 60" LU dan 96 52' 40" 97 15' BT. Ditunjuk berdasarkan SK Menteri Pertanian No. 70/Kpts/Um/2/1978 dengan luas 80.000 Ha. Di dalam kawasan ini terdapat padang rumput jenis ilalang, hutan pinus dan hutan hujan tropis dengan stratum yang lengkap dengan luas 16.000 Ha.

Jenis-jenis satwa liar yang dapat dijumpai secara langsung maupun tidak langsung (track suara, kotoran dan bau serta tanda-tanda lainnya), diantaranya adalah owa (*Hylobates syndatylus*), orang utan (*Pongo pygmaeus*), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), lutung (*Presbytis cristata*), babi hutan (*Sus sp.*), rusa sambar (*Cervus unicolor*), kijang (*Muntiacus muntjak*), gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus*), harimau Sumatra (*Panthera tigris sumatrana*), napu (*Trangulus napu*), macan dahan (*Neofelis nebulosa*), kambing hutan (*Capricornis sumatraensis*), dan Rangkong (*Buceros rhinoceros*), dan lain-lain.

Sedangkan jenis flora diantaranya *Schima walichii* (Puspa), *Laportea microstigma* (Jelatang), *Colocasia esculenta* (Keladi Hutan), *Callamus sp.* (Rotan), *Hopea sp.* (Cengal), *Koompassia malaccensis* (Kompas), *Engelhardia spicata* (Medang kuning) dll. Sementara jenis satwa yang diijinkan untuk diburu adalah babi hutan (*Sus sp.*).

Tahura Pocut Meurah Intan

Kawasan ini terletak di Kecamatan Seulimum, Kabupaten Daerah Tingkat II Aceh Besar dan Kecamatan Padang Tiji, Kabupaten Daerah Tingkat II Pidie dengan luas kawasan 6.220 Ha. Ditunjuk berdasarkan SK Menteri Kehutanan No. 1/Kpts-II/1998 tanggal 5 Januari 1998. Secara geografis terletak antara 05 25' 15" 05 26' 30" LU dan 95 45' 25" BT. Jenis tanah umumnya adalah jenis Podsolik merah kuning dari bahan induk aluvial.

Vegetasi penyusunnya antara lain pinus (*Pinus merkusii Strain Aceh*). Kayu hitam (*Diospyros sp.*), meranti (*Shorea sp.*) tampu

(*Macaranga triloba*), merawan (*Michelia montana*), ulin (*Litsea sp.*), kenanga (*Canangium odoratum*), dan ara (*Ficus sp.*).

Jenis satwa terdiri dari rusa sambar (*Cervus unicolor*), gajah sumatra (*Elephas maximus sumatranus*), kijang (*Muntiacus muntjak*), kera ekor panjang (*Macaca fascicularis*), siamang (*Hylobates syndactylus*), trenggiling vanica, dan masih banyak lagi keragaman satwa di kawasan ini.

Pusat Latihan Gajah Aceh – Saree

Pusat Latihan Gajah Aceh - Saree terletak di jalan Banda Aceh - Medan dengan letak lokasi yang sangat strategis di pinggir jalan. Pusat Latihan Gajah Aceh - Saree pada saat ini memiliki gajah peliharaan sejumlah 41 ekor, diantaranya masih dalam tahap penjinakan. Selain sebagai tempat pelatihan gajah, Pusat Latihan Gajah Aceh - Saree juga banyak dikunjungi sebagai tempat wisata warga Banda Aceh dan warga daerah lain terutama oleh pengguna jalan yang melintas di jalan raya Banda Aceh - Medan. Pengunjung bahkan dapat menikmati atraksi dan menikmati keliling area Pusat Latihan Gajah dengan menunggang gajah. Fasilitas-fasilitas yang terdapat di Pusat Latihan Gajah Aceh - Saree antara lain: Guest house, Pusat informasi, Lapangan atraksi Gajah, Barak perawat dan pawang Gajah, Kios cinderamata, Kios tanaman hias, Kios oleh-oleh khas Saree, dll.

Cagar Alam Serbajadi

Cagar Alam Serbajadi terletak di Desa Rantau Panjang, Kecamatan Serbajadi, Kabupaten Daerah Tingkat II Aceh Timur dan secara geografis terletak antara 04 27' 04 29' LU dan 97 38' 40" BT. Merupakan ekosistem hutan hujan tropis dataran rendah yang masih utuh. Cagar Alam ini terkenal karena keberadaan *Rafflesia Atjehensis*. Selain itu, jenis flora dan fauna yang mendominasi sangatlah beragam dan menarik. Jenis flora diantaranya *Laportea microstigma* (Jelatang), *Schima walichii* (Puspa), *Colocasia esculenta* (Keladi hutan), *Callamus sp.* (Rotan), *Hopea sp.* (Cengal), *Engelhardia spicata* (Medang kuning) dan lain-lain. Sedangkan jenis fauna didominasi oleh *Cervus unicolor* (Rusa sambar), *Muntiacus muntjak* (Kijang), *Elephas maximus sumatranus* (Gajah sumatra), *Panthera tigris Sumatraensis* (Harimau sumatra), *Buceros rhinocerus* (Burung rangkong) dan lain-lain.

Cagar Alam Pinus Jantho

Cagar Alam Jantho terletak di Jantho Kabupaten Daerah Tingkat II Aceh Besar, dikukuhkan sebagai Cagar Pinus Jantho dengan SK Menteri Kehutanan No. 186/Kpts-II/84 tanggal 4 Oktober 1984. Luas kawasan 16.640 Ha. Merupakan habitat (*Pinus merkusii*) strain Aceh

yang membentuk tegakan murni pada daerah-daerah tertentu dengan tinggi pohon antara 30 - 70 meter. Jenis flora diantaranya *Pinus merkusii* (Pinus), *Schima walichii* (Puspa), *Laportea microstigma* (Jelatang), *Colocasia esculenta* (Keladi Hutan), *Hopea sp.* (Cengal), *Engelhardia spicata* (Medang kuning) dan lain-lain.

Sedangkan jenis fauna didominasi oleh *Cervus unicolor* (Rusa sambar), *Muntiacus muntjak* (Kijang), *Trangulus napu* (Napu), *Elephas maximus sumatranus* (Gajah sumatra), *Hylobates lar* (serudung), *Panthera tigris Sumatraensis* (Harimau sumatra) dan lain-lain. Merupakan hulu dari sungai Krueng Aceh yang merupakan sumber air dari PDAM Kota Banda Aceh.

Suaka Margasatwa Rawa Singkil

Suaka Margasatwa Rawa Singkil terletak di Kabupaten Daerah Tingkat II Aceh Singkil. Luas kawasan 102.500 Ha. Ditunjuk berdasarkan SK Menteri Kehutanan No.166/Kpts-11/1999 tanggal 28 Februari 1998.

Suaka Margasatwa Rawa Singkil merupakan ekosistem hutan rawa dan hutan tropis dataran rendah. Vegetasi didominasi oleh famili Dipterocarpaceae antara lain meranti (*Shorea sp.*), Kapur (*Dryobalanops aromatica*) dan vegetasi rawa lainnya.

Jenis fauna antara lain gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus*), harimau Sumatra (*Panthera tigris Sumatraensis*) dan orang utan (*Pongo abelii*). Reptil antara lain ular piton (*Phyton reticulus*), buaya (*Crocodylus sp.*), dan biawak (*Varanus sp.*). Burung terdiri dari rangkong (*Buceros rhinoceros*), kuau (*Argusianus*), gagak hitam (*Corvus corax*), kuntul (*Egreta sp.*), ayam hutan (*Galus galus*).

Taman Nasional Gunung Leuser

Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) terletak di perbatasan provinsi Aceh dan provinsi Sumatera Utara, meliputi wilayah-wilayah Kabupaten Aceh Tenggara, Aceh Singkil, Aceh Selatan, Gayo Lues (wilayah Aceh) dan Langkat (wilayah Sumatera Utara).

Taman nasional ini mengambil nama dari Gunung Leuser yang menjulang tinggi dengan ketinggian 3404 meter di atas permukaan laut. TNGL meliputi ekosistem alam dari pantai sampai pengunungan tinggi yang diliputi oleh hutan tropis. TNGL merupakan perwakilan tipe ekosistem hutan pantai, dan hutan hujan tropika dataran rendah sampai pengunungan. Dengan ciri hampir seluruh kawasan ditutupi oleh lebatnya hutan *Dipterocarpaceae* dengan beberapa sungai dan air terjun. Didalamnya juga terdapat tumbuhan langka dan khas yaitu daun payung raksasa, bunga rafflesia serta *Rhizanthus zippelii* yang merupakan varian bunga terbesar dengan diameter 1,5 meter. Selain itu juga terdapat

tumbuhan yang unik yaitu ara atau tumbuhan pencekik. Demikian juga dengan satwa liar, langka dan dilindungi, antara lain mawas, orang hutan, siamang, gajah, badak dan harimau Sumatera, kambing hutan, rangkong, rusa sambar dan kucing hutan.

Dari wawancara dengan pengelola kawasan konservasi Aceh diperoleh hasil bahwa pengelolaan kawasan konservasi yang telah dilakukan meliputi alokasi tugas dan pemilihan staf, pengelolaan staf, pelaporan, inspeksi dan pengawasan, pemeliharaan bangunan fisik dan gudang, patroli, latihan kedinasan, jasa konsesi, pengawasan penggunaan sumber daya, penegakan hukum; biaya yang dibutuhkan dalam pengelolaan kawasan konservasi dirasakan masih sangat kurang dengan alokasi anggaran yang relatif kecil; hambatan/kendala yang dihadapi adalah kurangnya jumlah staf ahli pengelola di lapangan, penegakan hukum masih sulit diterapkan apalagi bila berhubungan dengan pejabat dan pemerintah, kesejahteraan pengelola masih rendah dan belum mendapat perhatian pemerintah; saran-saran perbaikan kepada pemerintah dan masyarakat adalah sebaiknya pemerintah dapat meningkatkan alokasi anggaran dan kesejahteraan hidup pengelola, memperbanyak pelatihan konservasi bagi pengelola, pendidik dan masyarakat, mempromosikan kawasan konservasi sebagai ekowisata sehingga dapat menambah pemasukan dana.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa pemerintah Aceh sekarang sudah sadar akan kepentingan konservasi lingkungan hidup dan salah satu contoh upaya mereka untuk mengikuti gerakan konservasi adalah kenyataan bahwa mereka mulai membentuk beberapa wilayah taman nasional di seluruh Aceh. Akan tetapi, hasil upaya konservasi bentuk taman nasional, tergantung erat atas kerjasama masyarakat lokal, dan apalagi, kerjasama itu tergantung atas sikap, kesadaran, dan konteks budaya masyarakat itu.

Kegiatan konservasi alam ini bertujuan untuk mempertahankan spesies-spesies flora dan fauna agar tetap lestari dan berfungsi sebagai sumber gen (DNA, pembawa sifat). Setiap kategori kawasan konservasi memiliki fungsi, karakteristik, dan manajemen yang berbeda karena memiliki tujuan penetapan dan pengelolaan yang berbeda. Akan tetapi semua kawasan konservasi mempunyai fungsi pokok yang sama yaitu pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya.

Penggunaan nama gunung Ulu Masen sebagai nama kawasan hutan di bagian utara provinsi Aceh dianggap mewakili satu kesatuan ekosistem hutan sehingga memudahkan sosialisasi kawasan tersebut yang bertujuan untuk pelestarian dan perlindungan jasa lingkungan agar bermanfaat bagi masyarakat Aceh secara berkelanjutan. Kawasan konservasi Hutan Ulu Masen tersebut merupakan sumber daya alam Aceh yang sangat bernilai. *No forest means no future* merupakan ungkapan

yang akhir-akhir ini sering dikemukakan oleh Menteri Kehutanan Indonesia. Ungkapan tersebut mengingatkan bahwa hutan merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Selain sebagai penyedia bahan baku, hutan berfungsi sebagai sumber plasma nutfah dan sistem penunjang kehidupan yang tidak tergantikan. Misalnya sebagai penyedia oksigen dan penyerap karbondioksida melalui proses fotosintesis, penyerap dan penyaring polutan, pemelihara keseimbangan siklus hidrologi dan stabilitas iklim.

Hutan merupakan *national heritage for the global benefit*, Aceh yang dianugrahi hutan luas dengan keanekaragaman hayati tinggi memikul tanggung jawab moral untuk menjaga kelestarian fungsi hutan sebagai sumber plasma nutfah dan sistem penunjang kehidupan, tidak saja bagi rakyat Aceh tetapi juga bagi kepentingan Indonesia dan dunia. Dalam hal ini, upaya Aceh telah cukup nyata yakni dengan membangun sistem kawasan konservasi.

Taman buru sebagai kawasan konservasi merupakan kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat wisata berburu. Menurut Rahardjo (1991), disamping memenuhi kriteria taman wisata, taman buru harus memenuhi kriteria sebagai berikut: populasi satwa yang diburu terjamin kelestariannya, artinya dinamika populasi satwa tersebut dapat dimonitor dengan baik, dan satwa buru dapat bereproduksi dengan baik.

Dalam konteks Aceh, cagar alam yang harus dijaga kesinambungannya adalah Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL). Dalam kontalasi tatanan dunia global sekarang ini, TNGL tidak saja menjadi milik dan kepentingan masyarakat lokal di Aceh, atau masyarakat Indonesia dalam skala nasional semata. Bahkan TNGL adalah milik masyarakat dunia. Hutan dengan segala isi hayatinya yang ada di TNGL adalah sangat penting bagi paru-paru bumi. Jadi, masyarakat dunia berkewajiban memelihara kelestarian hayati tersebut demi kelangsungan kehidupan di planet bumi.

Dalam konteks pelestarian ekosistem lingkungan di Aceh, terutama Taman Nasional Gunung Leuser, semua pihak harus memahami lingkungan dalam definisi luas. Dan tentu saja Qanun pelestarian lingkungan sangat mendesak disahkan, mengingat tindakan melawan hukum di hutan nyaris tidak terbendung lagi dengan perangkat hukum yang ada sekarang. Penyebaran polisi hutan ke kawasan konservasi alam, diyakini belum mampu menghentikan pembalakan liar, *illegal logging* dan tindakan perusakan hutan lainnya. Akhirnya, semua pihak harus kita ajak untuk mau mengatakan "*Save Our Forest*", "*Stop Illegal Logging*".

Hal ini senada dengan pendapat Dudley dalam Sukardi, dkk., (2005) dalam Buku Korupsi dan *Illegal Logging*, menyatakan ada tiga faktor yang menyebabkan suburnya *illegal logging* pada tingkat lokal dan yang memungkinkan illegal meluas dengan cepat yaitu: (1) faktor-faktor

yang berkaitan dengan nilai-nilai masyarakat dan situasi penduduk di desa-desa dekat hutan; (2) faktor-faktor ekonomi suplay dan demand berkaitan dengan industri penebangan kayu; (3) faktor-faktor yang berkaitan dengan pengusaha, kolusi dengan para politisi dan pemimpin setempat.

Pembangunan kawasan konservasi di Aceh masih dihadapkan pada berbagai gangguan dan ancaman yang menyebabkan kerusakan dan kawasan konservasi belum dapat berfungsi secara optimal. Berbagai bentuk gangguan dan ancaman terhadap kawasan konservasi adalah: pencurian dan penebangan liar, perambahan, peredaran dan perdagangan flora dan fauna secara illegal, perburuan liar, penangkapan melebihi quota, dan penyelundupan flora dan fauna langka dan dilindungi. Departemen Kehutanan dan Perkebunan (2000a) menyatakan bahwa salah satu kelemahan dalam pengelolaan kawasan konservasi adalah peranan pemerintah daerah dalam konservasi alam sangat minim. Hal ini disebabkan pengelolaan kawasan konservasi masih bersifat sentralistik dan pembagian wewenang dengan pemerintah daerah belum jelas.

Menurut Undang-Undang Nomor 22 tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah, konservasi merupakan kewenangan pemerintah (pusat) dan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 25 tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi sebagai Daerah Otonom dinyatakan bahwa: penetapan kriteria dan standar pengurusan; penetapan kriteria dan standar inventarisasi, pengukuhan dan penatagunaan; penetapan kriteria dan standar pembentukan wilayah, sampai penyelenggaraan pengelolaan kawasan suaka alam, kawasan pelesatarian alam, dan taman buru merupakan kewenangan pusat. Karena semua kewenangan berada pada pusat maka tidak ada lagi yang menjadi kewenangan daerah. Oleh karena itu peranan pemerintah daerah menjadi minim.

Permasalahan pengelolaan SDA dan kawasan konservasi juga masih menghadapi kendala pendanaan bagi kegiatan perlindungan dan penyelamatan lingkungan. Alokasi anggaran belanja pemerintah untuk sektor pengelolaan lingkungan hidup masih tergolong kecil, meskipun sektor tersebut diakui sebagai salah satu prioritas nasional. Dalam Anggaran Pemerintah, dana alokasi khusus hanya dialokasikan untuk kegiatan reboisasi sedangkan kebutuhan kegiatan lainnya untuk perbaikan kualitas lingkungan hidup belum dapat dibiayai secara optimal.

Pemerintah Aceh menggariskan *kebijaksanaan* dan melakukan tindakan yang mendorong ditingkatkannya upaya pelestarian kemampuan kawasan konservasi untuk menunjang pembangunan yang berkesinambungan. Pemerintah berkewajiban menumbuhkan dan mengembangkan *kesadaran masyarakat* akan tanggung-jawabnya dalam

pengelolaan kawasan konservasi melalui penyuluhan, bimbingan, pendidikan, dan penelitian tentang lingkungan hidup.

Dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan biologi konservasi, untuk menarik dan meningkatkan minat dan motivasi mahasiswa menjaga lingkungan, sebaiknya diterapkan pembelajaran biologi konservasi dengan pendekatan kontekstual berbasis kearifan lokal. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Apriana, Munandar, Rustaman, dan Surtikanti (2010) bahwa kearifan lokal masih ada, masih melekat dalam kehidupan sebagian masyarakat Aceh, dan harus dipertahankan melalui perkuliahan Biologi Konservasi. Kearifan lokal/adat Aceh meliputi adat hutan, adat bersawah, adat perkebunan, adat berkebun sayuran/palawija (*meulampoih*), adat berladang, adat berburu, adat mengambil sarang burung walet (*cok umpung cicem*), adat mengambil madu lebah (*cok meunisan uno*), adat beternak hewan, adat terhadap makhluk hidup lainnya, dan adat menambang hasil bumi.

Penerapan pendekatan kontekstual berbasis kearifan lokal dalam pembelajaran biologi konservasi agar dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa, seyogianya dosen mengupayakan pembelajaran biologi konservasi yang efektif, terintegrasi dalam perkuliahan dan kegiatan lapangan yang mampu memperjelas pembelajaran di kelas, mengembangkan literasi lingkungan sampai pada tindakan konservasinya.

Dalam pembelajaran melalui pendekatan kontekstual berbasis kearifan lokal sebaiknya dosen melibatkan konteks yang sesuai isu-isu lingkungan Aceh, kearifan lokal/adat Aceh, komponen pendekatan kontekstual, dan metode yang bervariasi sehingga lebih memudahkan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan.

Pemanfaatan kawasan konservasi Aceh dalam pembelajaran biologi konservasi dapat dilakukan dengan metode kerja ilmiah melalui observasi dan eksperimen pada laboratorium lapangan (*field laboratorium*), agar mahasiswa mempunyai kapasitas dan tingkat kesadaran yang tinggi terhadap biologi konservasi. Pemilihan kawasan konservasi yang akan dikunjungi disesuaikan dengan lokasi sekolah (TK, SD, SMP, SMA, PT) yang berdekatan dengan kawasan konservasi, atau disesuaikan dengan jenis keanekaragaman hayati yang ada di dalam kawasan konservasi untuk dapat diobservasi dan diamati secara langsung oleh siswa dan mahasiswa.

KESIMPULAN

Kawasan konservasi Aceh terdiri dari Kawasan Konservasi Hutan Ulu Masen, Taman Wisata Alam dan Taman Wisata Laut Pulau Weh, Taman Wisata Alam Kepulauan Banyak, Taman Buru Lingga Isaq, Tahura Pocut Meurah Intan, Pusat Latihan Gajah Aceh – Saree, Cagar

Alam Serbajadi, Cagar Alam Pinus Jantho, Suaka Margasatwa Rawa Singkil, Taman Nasional Gunung Leuser. Pemanfaatan kawasan konservasi Aceh dalam pembelajaran biologi konservasi dapat dilakukan dengan metode kerja ilmiah melalui observasi dan eksperimen pada laboratorium lapangan (*field laboratorium*), agar mahasiswa mempunyai kapasitas dan tingkat kesadaran yang tinggi terhadap biologi konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H.S. (1987). *Pengelolaan Satwa Liar dalam Rangka Mempertahankan Keanekaragaman Hayati Indonesia PAU Ilmu Hayati*. Bogor: IPB.
- Anonimous. (2006). *Program FFI Aceh* [Online]. Tersedia: <http://www.ffi.or.id>. [21 September 2009].
- _____. (2009). *About Ulu Masen* [Online]. Tersedia: <http://www.ffi.or.id>. [1 Juni 2009].
- Apriana, E., Munandar, A., Rustaman, N.Y., Surtikanti, H.K. (2010). *Kearifan Lokal Masyarakat di sekitar Hutan Ulu Masen (Local Wisdom of the Community around the Ulu Masen Forest)*. Proceeding of the 4th International Seminar on Science Education “Curriculum Development of Science Education in 21th Century”. Halaman B₅₋₁ – B₅₋₁₀ (85 – 94). ISBN: 978-979-99232-3-3. 30 Oktober 2010.
- Arifien. (2008). *Fauna & Flora International Aceh Program* [Online]. Tersedia : <http://www.ffi.or.id>. [1 Juni 2009].
- Balai Konservasi Provinsi NAD. (2007). *Kawasan Konservasi Provinsi NAD*. Banda Aceh.
- Creswell, J.W. (2008). *Educational Research Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Third Edition. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan. (2000). *Program Pembangunan Nasional (Propenas) Perlindungan dan Konservasi Alam Tahun 2000-2004*. Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Direktorat Jenderal Perlindungan dan Konservasi Alam. Jakarta.
- Dewi, V.M. (2008). *Banjir Aceh Akibat Rusaknya Hutan* [Online]. Tersedia : <http://www.republika.co.id>. [26 September 2009].
- Munandar, A., dkk., (2009). *Konservasi Fauna Indonesia*. Bandung: Rizqi Press.

- Pepe. (2009). *Monitoring and Protection* [Online]. Tersedia : <http://www.ffi.or.id>. [1 Juni 2009].
- Rahardjo, T.S. (1991). Country Report: Indonesia. Some Aspects of Nature Conservation in Indonesia. *Workshop Proceedings Second Asian School on Conservation Biology. Conservation and Restoration of Rain Forest in Asia*. Sampurno Kadarsan et al. (ed). Life Sciences Inter University Center Faculty of Graduate Studies. Bogor Agricultural University. Bogor.
- Rully. (2007). *Harimau Turun Gunung, 28 Ekor Lembu Jadi Santapan*. Bulletin ULU MASEN Fauna & Flora International-Aceh Programme. Edisi 1 Januari 2007. Banda Aceh.
- Walhi. (2009). *Banjir 'Ancaman Klasik Masyarakat Aceh'* [Online]. Tersedia : <http://www.ffi.or.id>. [26 September 2009].

DISTRIBUSI DAN STRATIFIKASI ALTITUDINAL JENIS ANGGREK EPIFIT DI HUTAN GUNUNG SINABUNG KABUPATEN KARO SUMATERA UTARA

Kaniwa Berliani

Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Sumatera Utara,
Jl. Bioteknologi No.1 Padang Bulan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia
kaniwa.berliani@yahoo.com

Abstrak

Penelitian tentang distribusi dan stratifikasi altitudinal anggrek epifit di hutan Gunung Sinabung telah dilakukan dari bulan Januari 2008 sampai April 2008. Lokasi penelitian ditentukan secara *purposive sampling* dengan memperhatikan faktor topografi, kemiringan, dan keragaman vegetasi, sedangkan pengumpulan data vegetasi menggunakan metode garis berpetak yang dibagi atas enam lokasi yang berbeda interval ketinggiannya (1400-1500 m dpl; 1500-1600 m dpl; 1600-1700 m dpl; 1700-1800 m dpl; 1800-1900 m dpl; 1900-2000 m dpl), tiap lokasi dibuat plot berukuran 10 m x 150 m yang dibagi menjadi 15 subplot berukuran 10 m x 10 m, sehingga seluruh plot berjumlah 90. Dari hasil penelitian diperoleh 37 jenis anggrek epifit yang termasuk dalam 17 genera dengan jumlah individu sebanyak 4643/ 0,9 ha. Genus yang diperoleh, ada 4 genera yang memiliki jumlah jenis yang tinggi yaitu *Bulbophyllum* 7 spesies, *Dendrochilum* 5 spesies, *Dendrobium* 4 spesies, dan *Eria* 3 spesies. Struktur anggrek epifit pada lokasi I didominasi oleh genus *Bulbophyllum* dengan komposisi sebanyak 6 genera 9 jenis dan 939 individu. Lokasi II didominasi oleh genus *Bulbophyllum* dengan komposisi sebanyak 9 genera, 15 jenis dan 315 individu. Lokasi III didominasi oleh genus *Bulbophyllum* dengan komposisi 12 genera, 18 jenis dan 579 individu. Lokasi IV didominasi oleh genus *Bulbophyllum* dengan komposisi sebanyak 10 genera, 16 jenis dan 610 individu. Lokasi V didominasi oleh genus *Bulbophyllum* dengan komposisi sebanyak 9 genera, 15 jenis anggrek epifit dan 941 individu. Lokasi VI didominasi oleh genus *Bulbophyllum* dengan komposisi sebanyak 9 genera, 19 jenis dan 1259 individu anggrek epifit. Spesies *Bulbophyllum angustifolium* berada di stratifikasi tengah dan atas pada ketinggian 1400 – 2000 m dpl dan ada di stratifikasi bawah hanya pada ketinggian 1800 – 1900 m dpl. Spesies ini penyebarannya sangat luas mulai dari ketinggian 1400 – 2000 m dpl. Hampir setiap lokasi penelitian jenis *Bulbophyllum angustifolium* merupakan jenis yang dominan kecuali pada lokasi II. Lokasi yang mempunyai Indeks Keanekaragaman tertinggi yaitu pada lokasi III

sebesar 2.559. Nilai Indeks Keseragaman pada tiap lokasi memiliki keseragaman yang tinggi, yakni lokasi I:0.945, lokasi II:0.878, lokasi III:0.885, lokasi VI: 0.777, lokasi V: 0.815, dan lokasi VI: 0.753. Kesamaan jenis anggrek epifit antara lokasi pengamatan di jalur pendakian Gunung Sinabung secara keseluruhan tergolong rendah karena tidak ada yang mencapai kesamaan $\geq 75\%$.

Kata kunci: Anggrek epifit, distribusi dan stratifikasi, Gunung Sinabung

PENDAHULUAN

Kawasan hutan Gunung Sinabung terletak pada $03^{\circ}11'' - 03^{\circ}12''$ BT dan $98^{\circ}22'' - 98^{\circ}24''$ LU, yang berada pada ketinggian $\pm 1400 - 2450$ m di atas permukaan laut merupakan gunung tertinggi di Sumatera Utara. Kawasan Gunung Sinabung diketahui masih terdapat hutan primer dengan keanekaragaman tumbuhan yang tinggi. Salah satunya adalah anggrek epifit, tersebar mulai dari ketinggian 1400 m dpl di hutan pegunungan bawah sampai 2000 m dpl di hutan pegunungan atas.

Sejauh ini masih belum ada informasi bagaimana distribusi dan stratifikasi altitudinal jenis anggrek epifit di hutan Gunung Sinabung, Kabupaten Karo, Sumatera Utara untuk mendukung upaya pengelolaan ekosistem Gunung Sinabung, sehingga perlu diketahui terlebih dahulu data dasar tentang kekayaan flora termasuk salah satunya adalah anggrek epifit dengan harapan anggrek dapat terjaga kelestariannya.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di hutan Gunung Sinabung Kabupaten Karo. Pelaksanaan penelitian di mulai bulan Januari 2008 sampai April 2008.

Penelitian dilakukan mulai dari hutan pegunungan bawah pada ketinggian 1400 m dpl sampai hutan pegunungan atas pada ketinggian 2000 m dpl. Lokasi penelitian ditentukan secara *purposive sampling* dengan memperhatikan faktor topografi, kemiringan, dan keragaman vegetasi, sedangkan pengamatan vegetasi menggunakan metode garis berpetak. Pada jarak ketinggian 1400 m dpl sampai 2000 m dpl dibuat interval ketinggian 100 m sehingga pada seluruh lokasi penelitian terdapat 6 interval ketinggian. Selanjutnya pada masing-masing interval ketinggian dibuat plot berukuran 10 m x 150 m yang dibagi menjadi 15 subplot berukuran 10 m x 10 m, sehingga seluruh plot berjumlah 90.

Pada masing-masing subplot tersebut dilakukan pencatatan jenis-jenis anggrek epifit, jumlah individu dan letak stratifikasi yang dijumpai. Menurut Aththorick *et al.* (2007), menyatakan bahwa penempel anggrek dengan stratifikasi bawah, tengah dan atas.

Masing-masing jenis dikoleksi dan diberi label gantung bernomor dan dicatat deskripsi ciri-ciri morfologinya. Spesimen diawetkan dengan alkohol 70% yang terlebih dahulu disusun dalam lipatan kertas koran dan memasukkannya ke dalam kantong plastik. Spesimen nantinya akan diidentifikasi di laboratorium. Pada lokasi pengamatan, dilakukan pengukuran faktor fisik lingkungan.

Untuk mengetahui stratifikasi jenis anggrek epifit dibuat tabulasi data dari setiap petak contoh penelitian dimana jenis-jenis anggrek tersebut ditemukan dan untuk mengetahui distribusi dan jenis-jenis anggrek epifit yang dominan dilokasi penelitian dilakukan analisis data menurut Kusmana (2004).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Jenis-Jenis Anggrek Epifit

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada enam lokasi ketinggian di jalur pendakian hutan Gunung Sinabung Kabupaten Karo Sumatera Utara ditemukan 37 jenis anggrek epifit yang termasuk dalam 17 genus dengan jumlah individu sebanyak 4643/ 0.9 ha. Jenis anggrek epifit ini tersebar di sepanjang jalur pendakian Gunung Sinabung mulai dari ketinggian 1400 m dpl sampai dengan ketinggian 2000 m dpl.

Comber (2001), menyatakan genus *Bulbophyllum* dapat ditemui dari ketinggian 250 m dpl sampai ketinggian 1900 m dpl. Widhiastuti *et al.* (2007), menyatakan spesies *Bulbophyllum angustifolium* tumbuh pada daerah yang terbuka dengan intensitas cahaya yang cukup pada ketinggian 1400 – 2100 m dpl di hutan Gunung Sinabung.

Anggrek merupakan tanaman epifit yang mampu melakukan proses fotosintesis untuk pertumbuhan dirinya. Dengan demikian berdasarkan kondisi fisik lingkungan pada intensitas cahaya 175 – 390.6 lux m mendukung untuk pertumbuhan genus *Bulbophyllum* yang memerlukan intensitas cahaya yang cukup.

Jumlah individu terbanyak dan jumlah jenis tertinggi didapatkan pada genus *Bulbophyllum* dengan 1680 individu. Hal ini disebabkan karena genus *Bulbophyllum* yang umum dijumpai sepanjang jalur pendakian dari ketinggian 1400 m dpl sampai ketinggian 2000 m dpl yang mampu beradaptasi dan mampu tersebar secara merata serta tumbuh dengan baik dengan kondisi lingkungan yang keras sehingga memiliki jumlah individu yang banyak.

Genus *Bulbophyllum* memiliki jumlah jenis yang tinggi yang menandakan banyaknya jenis-jenis dari genus ini yang umum ditemukan pada hutan Gunung Sinabung. Selain itu menurut Nicholls (2008), genus *Bulbophyllum* memiliki habitat yang bervariasi antara lain pada daerah yang bersuhu hangat di hutan hujan, daerah yang kering di hutan hujan dan daerah yang basah di hutan *sclerophyll*.

Genus *Dendrochilum* memiliki jumlah jenis anggrek epifit kedua terbanyak namun tidak diikuti dengan jumlah individu yang banyak pula. Hal ini diduga karena faktor lingkungan yang kurang cocok dengan syarat tumbuh dari jenis tersebut.

Dari 37 jenis anggrek epifit yang ditemukan pada lokasi penelitian, menurut Comber (2001) diketahui beberapa anggrek yang endemik di Sumatera Utara yaitu *Cleistoma rhycolabium*, *Dendrobium sidikalangense*, *Dendrochilum dewildei*, *Dendrochilum teleense* dan *Schoenorchis sumatrana*. Anggrek endemik adalah anggrek yang hanya terdapat pada tempat tertentu dengan batas wilayah yang relatif sempit dan tidak terdapat di wilayah lain.

Distribusi dan Komposisi Jenis Anggrek Epifit

Jenis-jenis anggrek epifit pada keenam lokasi relatif berubah. Jenis-jenis anggrek epifit tersebar mulai dari interval ketinggian 1400 - 2000 m dpl dan masing-masing jenis anggrek epifit memiliki pola distribusi yang berbeda-beda. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa ada jenis anggrek epifit yang distribusinya luas sehingga dapat ditemukan pada setiap interval ketinggian dan ada jenis anggrek epifit yang distribusinya sempit hanya dapat ditemukan pada satu atau dua interval ketinggian saja pada zona hutan pegunungan bawah.

Berdasarkan Tabel 1, diketahui penyebaran anggrek epifit mulai dari ketinggian 1400- 2000 m dpl (I- VI). Penyebaran anggrek epifit dari interval I sampai VI cenderung semakin tinggi. Jenis anggrek epifit yang memiliki penyebaran yang luas di hutan Gunung Sinabung adalah *Bulbophyllum angustifolium* yang ada pada interval I sampai VI. Hal ini menunjukkan tingkat penyebaran dan adaptasi yang luas dari spesies tersebut terhadap kondisi fisik lingkungan seperti kelembaban dan kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan penyebaran biji anggrek

Penyebaran jenis-jenis anggrek epifit beranekaragam pada setiap interval ketinggian. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor iklim yang mendukung pertumbuhan anggrek. Menurut Kusuma (2004) bahwa selain melalui bunga, tumbuhan berkembangbiak dengan menyebarkan biji. Biji-biji ini harus tersebar cukup jauh dari induknya agar tidak terjadi perebutan makanan antara induk dan tanaman baru yang akan tumbuh kelak. Selanjutnya MacKinnon (1989), menyatakan bahwa sebagian besar epifit dipencarkan oleh angin. Biji-biji anggrek yang kecil diterbangkan angin sampai jarak yang sangat jauh. Anwar *et al* (1984) menambahkan bahwa biji-biji anggrek biasanya mudah dipencarkan oleh tupai atau burung, cukup tahan terhadap cahaya matahari langsung dan pertumbuhan semai yang cepat. Hal ini menyebabkan jenis-jenis anggrek mempunyai penyebaran yang luas. Spesies yang penyebarannya sempit

mungkin dipengaruhi oleh sifat toleransi jenis-jenis anggrek tersebut terhadap ketinggian. Menurut Whitten (2003), menyatakan bahwa di daerah hutan pegunungan semakin tinggi suatu daerah suhu udara turun rata-rata 6° C per 1000 m. Dwidjoseputro (1983), menambahkan meskipun sinar ada cukup dan CO₂ pun tidak kurang, akan tetapi kegiatan fotosintesis akan terhambat jika suhu tetap rendah. Komposisi vegetasi anggrek epifit bervariasi pada setiap interval ketinggian hal ini mungkin disebabkan adanya perubahan faktor lingkungan seiring dengan naiknya ketinggian tempat. Menurut Arief (1994), bahwa pada hutan pegunungan pohon mempunyai satu stratum dimana semakin tinggi dari permukaan laut semakin rendah pohon-pohon yang dijumpai. Jenis pepohonan yang tumbuh sangat miskin akan spesies tetapi kaya akan epifit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa di lokasi VI pada ketinggian 1900-2000 m dpl pohon yang merupakan habitat anggrek epifit sudah mulai berkurang namun jenis anggrek epifit dan jumlah individu yang ditemukan semakin banyak. Selain itu karena kondisi kemiringan lebih terjal sehingga pohon yang ditemukan sudah jarang namun intensitas cahaya yang masuk cukup banyak dan dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis.

Anggrek epifit mulai dari ketinggian 1400-2000 m dpl akan bertambah jenis dan jumlah individunya sesuai dengan tinggi dari permukaan laut. Selain itu dari ketinggian 1400-2000 m dpl pada setiap lokasi genus *Bulbophyllum* memiliki komposisi vegetatif yang paling tinggi. Menurut Marliya (2008), genus *Bulbophyllum* termasuk anggrek epifit yang dapat dijumpai pada batang pohon yang berada diketinggian 1400 – 2100 m dpl di hutan Gunung Sinabung.

Tabel 1:
Distribusi Spesies Anggrek Epifit pada Ketinggian 1400-2000 m dpl

No	Genus	Spesies	Lokasi						Jumlah
			I	II	III	IV	V	VI	
1	Appendicula	<i>Appendicula pauciflora</i> Bl.	-	-	60	47	71	73	251
2		<i>A. ramosa</i> Blume.	-	-	27	116	141	-	284
3	Bulbophyllum	<i>Bulbophyllum angustifolium</i> Lindl.	177	37	114	183	218	238	967
4		<i>B. flavidiflorum</i> Carr.	-	11	-	23	-	3	37
5		<i>B. gibbosum</i> (Bl) Lindl.	-	23	-	-	30	-	53
6		<i>B. lobii</i> Lindl.	50	-	-	-	-	-	50
7		<i>Bulbophyllum</i> sp. 1	-	-	-	-	22	145	167
8		<i>Bulbophyllum</i> sp. 2	154	39	21	-	-	-	214
9		<i>Bulbophyllum</i> sp. 3	148	15	29	-	-	-	192
10	Ceratostylis	<i>Ceratostylis graminea</i> Blume.	73	50	-	-	-	5	128
11		<i>C. subulata</i> Blume.	-	30	12	15	6	12	75

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

No	Genus	Spesies	Lokasi						Jumlah
			I	II	III	IV	V	VI	
12	Cleistoma	<i>Cleistoma rhyncholabium</i> Garay.	-	36	2	35	-	-	73
13		<i>Cleistoma</i> sp.	-	2	-	-	-	-	2
14	Coelogyne	<i>Coelogyne</i> sp.	93	-	14	-	-	-	107
15	Cymbidium	<i>Cymbidium dayanum</i> Rchb.F.	124	-	35	9	-	-	168
16	Dendrobium	<i>Dendrobium concinnum</i> Miq.	-	-	-	16	-	20	36
17		<i>D. minutigibbum</i> J.J.Sm	-	-	-	-	-	48	48
18		<i>D. nudum</i> (Bl) Lindl.	-	-	-	-	200	254	454
19		<i>D. sidikalangense</i> Dauncey	-	-	-	2	-	-	2
20	Dendrochilum	<i>Dendrochilum cornutum</i> Bl	98	-	-	-	-	14	112
21		<i>D. dewildei</i> J.J.Wood	-	-	-	8	21	8	37
22		<i>D. teleense</i> J.J.Wood	-	34	27	1	-	-	62
23		<i>Dendrochilum</i> sp.1	-	-	6	-	-	22	28
24		<i>Dendrochilum</i> sp.2	-	-	-	2	-	30	32
25	Eria	<i>Eria acuminata</i> (Bl). Lindl.	-	-	26	-	22	-	48
26		<i>E. flavescens</i> (Blume) Lindl.	-	-	-	18	51	194	263
27		<i>E. pachystachya</i> Lindl.	-	26	85	103	76	128	418
28	Liparis	<i>Liparis pallida</i> (Blume) Lindl.	-	-	30	30	3	39	102
29	Oberonia	<i>Oberonia falcata</i> King.	22	1	39	-	4	-	66
30		<i>O. lutsyana</i> J.J.Sm.	-	-	36	-	25	-	61
31	Pholidota	<i>Pholidota gibbosa</i> (Bl) Lindl.	-	-	-	-	-	5	5
32		<i>P. globosa</i> (Bl) Lindl.	-	-	13	-	-	19	32
33	Phreatia	<i>Phreatia laxiflora</i> (Blume) Lindl.	-	-	-	2	-	2	4
34	Podochilus	<i>Podochilus lucences</i> Bl.	-	-	-	-	51	-	51
35	Pteroceras	<i>Pteroceras pallidum</i> (Bl.) Lindl.	-	3	-	-	-	-	3
36	Schoenorchis	<i>Schoenorchis sumatrana</i> J.J.Sm.	-	2	-	-	-	-	3
37	Thrixspermum	<i>Thrixspermum</i> sp.	-	5	3	-	-	-	8
		Jumlah individu	939	315	579	610	941	1259	4643

Keterangan:

- : Tidak ditemukan

I : Ketinggian 1400 – 1500 m dpl

II : Ketinggian 1500 – 1600 m dpl

III : Ketinggian 1600 – 1700 m dpl

IV : Ketinggian 1700 – 1800 m dpl

V : Ketinggian 1800 – 1900 m dpl

VI : Ketinggian 1900 – 2000 m dpl

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

2000 mdpl			
	<i>Appendicula pauciflora</i> Bl.	<i>Dendrobium concinnum</i> Miq.	<i>Dendrochilum</i> sp.2
	<i>Bulbophyllum angustifolium</i> Lindl.	<i>Dendrobium minutigibbum</i> J.J.Sm	<i>Eria flavescens</i> (Blume) Lindl.
	<i>Bulbophyllum flavidiflorum</i> Carr.	<i>Dendrobium nudum</i> (Bl) Lindl.	<i>Eria pachystachya</i> Lindl.
	<i>Bulbophyllum</i> sp.1	<i>Dendrochilum cornutum</i> Bl	<i>Liparis pallida</i> (Blume) Lindl.
	<i>Ceratostylis graminea</i> Blume.	<i>Dendrochilum dewildei</i> J.J.Wood	<i>Pholidota gibbosa</i> (Bl) Lindl.
	<i>Ceratostylis subulata</i> Blume.	<i>Dendrochilum</i> sp.1	<i>Pholidota globosa</i> (Bl) Lindl.
	<i>Phreatia laxiflora</i> (Blume) Lindl.		
1900 mdpl			
	<i>Appendicula pauciflora</i> Bl.	<i>Ceratostylis subulata</i> Blume.	<i>Eria pachystachya</i> Lindl.
	<i>Appendicula ramosa</i> Blume.	<i>Dendrobium nudum</i> (Bl)Lindl.	<i>Liparis pallida</i> (Blume) Lindl.
	<i>Bulbophyllum angustifolium</i> Lindl.	<i>Dendrochilum dewildei</i> J.J.Wood	<i>Oberonia falcata</i> King.
	<i>Bulbophyllum gibbosum</i> (Blume) Lindl.	<i>Eria acuminata</i> (Bl). Lindl.	<i>Oberonia lutsyana</i> J.J.Sm.
	<i>Bulbophyllum</i> sp.1	<i>Eria flavescens</i> (Blume) Lindl.	<i>Podochilus lucences</i> Bl.
1800 mdpl			
	<i>Appendicula pauciflora</i> Bl.	<i>Ceratostylis subulata</i> Blume.	<i>Dendrobium sidikalangense</i> Dauncey
	<i>Appendicula ramosa</i> Blume.	<i>Cleistoma rhycolabium</i> Garay	<i>Dendrochilum dewildei</i> J.J.Wood
	<i>Bulbophyllum angustifolium</i> Lindl.	<i>Cymbidium dayanum</i> Rchb.F.	<i>Dendrochilum teleense</i> J.J.Wood.
			<i>Eria flavescens</i> (Blume)Lindl.
			<i>Eria pachystachya</i> Lindl.
			<i>Liparis pallida</i> (Blume) Lindl.

Gambar 1. Distribusi Jenis Anggrek Epifit pada Altitudinal yang berbeda

Stratifikasi Jenis Anggrek Epifit

Kawasan Hutan Gunung Sinabung dari ketinggian 1400 sampai 2000 m dpl merupakan hutan pegunungan bawah. Hutan ini memiliki pohon-pohon yang tinggi dan udara yang lembab sehingga merupakan habitat yang sesuai bagi pertumbuhan anggrek epifit. Soeriaatmadja (1989), menyatakan epifit paling banyak ditemukan pada kondisi lingkungan dengan kelembaban yang tinggi. Epifit ada yang menyenangi tempat-tempat terlindung tetapi ada juga yang menyenangi tempat terbuka.

Stratifikasi adalah kajian berdasarkan pembagian strata keberadaan anggrek epifit pada batang pohon. Tabel 2 diatas, menjelaskan tentang stratifikasi jenis anggrek epifit di jalur pendakian Gunung Sinabung.

Irwanto (2006), menyatakankan bahwa di dalam masing-masing synusia dua kelompok utama dapat dikenali, suatu photophytic atau kelompok yang memerlukan matahari , menyesuaikan diri secara morfologi maupun fisiologi dengan iklim mikro dari kanopi hutan, dan skiophytic atau kelompok yang memerlukan keteduhan, menyesuaikan diri dengan daerah yang lebih dingin, lebih gelap dan lebih lembab pada iklim mikro dari kanopi hutan, meskipun demikian perbedaan ini tidak pernah absolut.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa stratifikasi jenis anggrek epifit pada pohon inangnya yang bertekstur kulit kasar dan mengandung tanah sebagai unsur hara, kebanyakan berada di tengah dan atas. Sedangkan untuk jenis-jenis anggrek dengan stratifikasi bawah hanya beberapa saja yaitu *Appendicula ramosa*, *Bulbophyllum angustifolium*, *Dendrobium nudum* dan *Eria acuminata*.

Tabel 2;
Stratifikasi Jenis-jenis Anggrek Epifit pada Ketinggian 1400-2000 mdpl di Gunung Sinabung

Spesies	Lokasi																	
	I			II			III			IV			V			VI		
	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A	B	T	A
<i>Appendicula pauciflora</i> Bl.								√	√		√	√		√	√		√	
<i>A. ramosa</i> Blume.								√	√		√	√	√	√	√			
<i>Bulbophyllum angustifolium</i> Lindl.				√		√		√	√		√	√	√	√	√		√	√
<i>B. flavidiflorum</i> Carr.						√					√						√	
<i>B. gibbosum</i> (Bl.) Lindl.					√	√								√				
<i>B. lobii</i> Lindl.		√	√															
<i>Bulbophyllum</i> sp. 1													√	√			√	√
<i>Bulbophyllum</i> sp. 2		√	√			√		√	√									
<i>Bulbophyllum</i> sp. 3		√	√			√		√	√									
<i>Cerastostylis graminea</i> Blume.			√			√		√	√		√			√	√		√	√
<i>C. subulata</i> Blume.						√		√	√		√			√	√		√	√
<i>Cleistoma rhyncholabium</i> Garay.					√	√		√	√		√							
<i>Cleistoma</i> sp.						√												
<i>Coelogyne</i> sp.		√						√										
<i>Cymbidium dayanum</i> Rehb.F.		√	√					√			√							
<i>Dendrobium concinnum</i> Miq.										√							√	√
<i>D. minutigibbum</i> J.J.Sm																	√	√
<i>D. nudum</i> (Bl.) Lindl.													√	√	√	√	√	√
<i>D. sidikalangense</i> Dauncey											√							
<i>Dendrochilum cornutum</i> Bl			√														√	
<i>D. dewildei</i> J.J.Wood										√		√	√	√	√			
<i>D. teleense</i> J.J.Wood					√			√		√								
<i>Dendrochilum</i> sp. 1								√									√	
<i>Dendrochilum</i> sp. 2										√							√	
<i>Eria acuminata</i> (Bl.) Lindl.								√				√						
<i>E. flavescens</i> (Blume) Lindl.										√	√	√	√	√			√	√
<i>E. pachystachya</i> Lindl.						√		√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
<i>Liparis pallida</i> (Blume) Lindl.								√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
<i>Oberonia falcata</i> King.		√				√		√	√					√				
<i>O. lutsyana</i> J.J.Sm.								√	√				√					
<i>Pholidota gibbosa</i> (Bl.) Lindl.																	√	
<i>P. globosa</i> (Bl.) Lindl.								√									√	
<i>Phreatia laxiflora</i> (Blume) Lindl.										√							√	
<i>Podochilus lucences</i> Bl.													√	√				
<i>Pteroceras pallidum</i> (Bl.) Lindl.						√												
<i>Schoenorchis sumatrana</i> J.J.Sm.					√													
<i>Thrixspermum</i> sp.						√			√									

Keterangan

√ : Stratifikasi B : Bawah T : Tengah A : Atas
 I : Ketinggian 1400 – 1500 m dpl IV : Ketinggian 1700 – 1800 m dpl
 II : Ketinggian 1500 – 1600 m dpl V : Ketinggian 1800 – 1900 m dpl
 III : Ketinggian 1600 – 1700 m dpl VI : Ketinggian 1900 – 2000 m dpl

Perbedaan stratifikasi anggrek epifit pada setiap ketinggian disebabkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi pola stratifikasi. Faktor-faktor tersebut antara lain tipe perakaran anggrek, struktur kulit batang pohon atau percabangan pohon inangnya dan faktor lingkungan

mikro seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya yang berbeda-beda pada masing-masing strata pohon di ketinggian tertentu.

Indeks Nilai Penting

Bila dilihat dari indeks nilai penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi I sampai lokasi VI, tidak terlalu tampak adanya perbedaan nilai yang cukup mencolok. Hampir setiap lokasi penelitian jenis *Bulbophyllum angustifolium* merupakan jenis yang dominan kecuali pada lokasi II. Spesies ini dapat beradaptasi mulai dari ketinggian 1400-2000 m dpl dengan perbedaan kondisi lingkungan pada tiap lokasi penelitian

Indeks Keanekaragaman dan Indeks Keseragaman

Lokasi yang mempunyai indeks Keanekaragaman tertinggi yaitu pada lokasi III sebesar 2.559. Hal ini menunjukkan jumlah jenis diantara jumlah total individu seluruh jenis anggrek epifit yang ada tinggi, artinya ratio jumlah individu suatu jenis dengan jumlah total individu seluruh jenis tinggi.

Nilai Indeks Keseragaman didapat dengan membandingkan nilai H' dengan total jumlah jenis atau genus ($\ln S$) yang terdapat pada suatu lokasi. Berkurang atau turunnya nilai Indeks Keseragaman dari lokasi pada ketinggian 1400-2000 m dpl mungkin disebabkan faktor fisik lingkungan yang berbeda pada setiap lokasi ketinggian dan sifat anggrek epifit yang menyukai habitat tertentu. Menurut Krebs (1985), bahwa keseragaman rendah bila $0 < E < 0,5$ dan keseragaman tinggi apabila $0,5 < E < 1$. Dengan demikian nilai Indeks Keseragaman pada tiap lokasi memiliki keseragaman yang tinggi.

Indeks Similaritas

Indeks Similaritas (Indeks Kesamaan) menunjukkan adanya kesamaan spesies anggrek epifit pada masing-masing ketinggian di penelitian. Menurut Krebs (1985), Indeks Kesamaan berguna untuk mengetahui seberapa besar kesamaan organisme hidup di dua tempat yang berbeda dan juga dapat digunakan untuk mengetahui penyebarannya. Semakin besar IS maka jenis yang sama pada lokasi yang berbeda semakin banyak. Dari hasil analisis data yang dilakukan antara komunitas anggrek epifit pada lokasi I sampai lokasi VI

Kesamaan anggrek epifit antara lokasi pengamatan di jalur pendakian Gunung Sinabung secara keseluruhan tergolong rendah karena tidak ada yang mencapai kesamaan $\geq 75\%$. Nilai IS yang rendah ini menunjukkan bahwa anggrek epifit antara lokasi yang satu dengan yang lain tidak ada yang persis sama.

KESIMPULAN

- a. Ditemukan 37 jenis anggrek epifit yang termasuk dalam 17 genus dengan jumlah individu sebanyak 4643/ 0,9 ha.
- b. Jenis-jenis anggrek epifit tersebar mulai dari interval ketinggian 1400 - 2000 m dpl dan masing-masing jenis anggrek epifit memiliki pola distribusi yang beda-beda.
- c. Spesies *Bulbophyllum angustifolium* berada di stratifikasi tengah dan atas pada ketinggian 1400 – 2000 m dpl dan ada di stratifikasi bawah hanya pada ketinggian 1800 – 1900 m dpl. Spesies ini penyebarannya sangat luas mulai dari ketinggian 1400 – 2000 m dpl.
- d. Indeks Nilai Penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi I yaitu *Bulbophyllum angustifolium* (33,136 %), *Bulbophyllum* sp.3 (32,904 %), *Bulbophyllum* sp.2 (30,686 %), *Cymbidium dayanum* (27,491 %), dan *Dendrochilum cornutum* (21,491 %).
- e. Indeks Nilai Penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi II yaitu *Ceratostylis graminea* (28,917 %), *Bulbophyllum angustifolium* (24,790 %), *Bulbophyllum* sp.2 (21,077 %), *Cleistoma rhyncholabium* (20,124%), dan *Eria pachystachya* (16,950 %).
- f. Indeks Nilai Penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi III yaitu *Bulbophyllum angustifolium* (30,791 %), *Eria pachystachya* (28,016 %), *Appendicula pauciflora* (25,920 %), *Oberonia falcata* (13,403 %), dan *Bulbophyllum* sp. 2 (12,517 %).
- g. Indeks Nilai Penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi IV yaitu *Bulbophyllum angustifolium* (54,094 %), *Appendicula ramosa* (37,076 %), *Eria pachystachya* (36,937 %), *Appendicula pauciflora* (17,728 %) dan *Liparis pallida* (10,933 %).
- h. Indeks Nilai Penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi V yaitu *Bulbophyllum angustifolium* (42,035 %), *Dendrobium nudum* (30,688 %), *Appendicula ramosa* (28,192 %), *Eria pachystachya* (19,398 %), dan *Appendicula pauciflora* (15,092 %).
- i. Indeks Nilai Penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi VI yaitu *Bulbophyllum angustifolium* (37,653 %), *Eria flavescens* (29,471 %), *Bulbophyllum* sp.1 (25,579 %), *Dendrobium nudum* (24,862 %) dan *Eria pachystachya* (24,228 %).
- j. Indeks Nilai Penting lima jenis yang tertinggi pada lokasi I sampai VI, tidak terlalu tampak adanya perbedaan nilai yang cukup mencolok. Hampir setiap lokasi penelitian jenis *Bulbophyllum angustifolium* merupakan jenis yang dominan kecuali pada lokasi II.
- k. Lokasi yang mempunyai indeks Keanekaragaman tertinggi yaitu pada lokasi III sebesar 2.559
- l. Nilai Indeks Keseragaman tertinggi terdapat pada lokasi I yaitu 0.945, sedangkan lokasi VI memiliki Nilai Indeks Keseragaman terkecil yaitu 0.753.

- m. Kesamaan anggrek epifit antara lokasi pengamatan di jalur pendakian Gunung Sinabung secara keseluruhan tergolong rendah karena tidak ada yang mencapai kesamaan $\geq 75\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, J., S. J. Damanik., A.J. Whitten & N. Hisyam. 1984. *Ekologi Ekosistem Sumatera*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Arief, A. 1994. *Hutan, Hakikat dan Pengaruhnya Terhadap Lingkungan*. Ed.1. Cet.1. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Aththorick, T.A., E. S. Siregar & S. Hartanti. 2007. *Kekayaan Jenis Makroepifit di Hutan Telaga Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) Kabupaten Langkat*. Jurnal Biologi Sumatera Vol. 2. No.1. Departemen Biologi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Comber, J. B. 2001. *Orchids of Sumatera*. Singapore: Singapore Botanic Gardens. Singapore.
- Dwidjoseputro, D. 1983. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Penerbit PT Gramedia Jakarta. Jakarta.
- Irwanto. 2006. Struktur Hutan. www.irwantoshut.com. (2 Mei 2008).
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third Edition. Harper & Row Publishers Inc. New York.
- Kusmana, C. 2004. *Metode Survey Vegetasi*. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Mackinnon, K., G. Hatta., H. Halim., A. Mangalik. 1989. *Ekologi Kalimantan*. Alih bahasa Gembong Tjitrosoepomo. Prenhallindo. Jakarta
- Marliya. 2008. Inventarisasi Jenis-Jenis Anggrek di Hutan Gunung Sinabung dan Taman Wisata Alam Deleng Lancuk Kabupaten Karo Sumatera Utara. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Penelitian Mahasiswa MIPA S1. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Widhiastuti, R., T.A., Aththorick & Marliya. 2007. *Tumbuhan Anggrek Hutan Gunung Sinabung*. Penerbit Pustaka Bangsa Press. Medan.

POLA PENYEBARAN *GELOINA EROSA* DALAM KOMUNITAS NIPAH (*Nypa fruticans*) EKOSISTEM MANGROVE PESISIR BARAT KABUPATEN ACEH BESAR

M. Ali S.

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNSYIAH BANDA ACEH
ali_sarong@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk pola penyebaran *Geloina erosa* dalam komunitas nipah kawasan ekosistem mangrove Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar. Penelitian dilakukan di ekosistem mangrove Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar, pada bulan Juni sampai Agustus 2009. Kawasan penelitian dibagi ke dalam tiga lokasi dengan cara purposive yaitu lokasi I ekosistem mangrove Sungai Leupung, II ekosistem mangrove Sungai Reuleng dan lokasi III ekosistem mangrove Sungai Lhok Kulam. Setiap bulan dan masing-masing lokasi ditetapkan plot secara acak sebanyak 10 plot, dengan ukuran setiap plot 50x50 cm. Semua plot dirusak lalu dimasukkan ke dalam ayakan bertingkat, untuk dipisahkan *G. erosa* dari lumpur. Pola penyebaran dianalisis dengan rumus indek morisita. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa indek morisita berkisar antara 3.00 sampai 28.15. Dengan demikian pola penyebaran *G. erosa* dalam komunitas nipah ekosistem mangrove Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar berlangsung secara kelompok.

PENDAHULUAN

Kawasan pesisir terdapat berbagai ekosistem, tempat hidup berbagai biota. Salah satu ekosistem yang sangat kompleks adalah ekosistem mangrove, yang disusun oleh berbagai species tumbuhan diantaranya adalah berumbang (*Sonneratia* sp.) dan nipah (*Nypa fruticans*). Dalam ekosistem ini hidup berbagai hewan daratan dan hewan perairan, salah satu diantaranya adalah kerang mangrove *Geloina erosa* (Morton, 2004).

Kawasan Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar terdapat ekosistem mangrove, yang disusun oleh berbagai species tumbuhan diantaranya adalah *Sonneratia vaseolaris*, *Acanthus* sp., *Acrosticum auretum*, *Fimbristylis* sp., dan *Nypa fruticans* (Sarong, 2010). Ekosistem mangrove ini terdapat pada kawasan Sungai Leupung, Reuleng, Lhok Kulam, Pulot,

dan kawasan Samsawang. Semua kawasan mangrove yang terdapat di masing-masing sungai ini, didominasi oleh *Nypa fruticans*.

Ekosistem mangrove Sungai Leupung, Reuleng dan ekosistem Sungai Lhok Kulam, didominasi oleh komunitas *Nypa fruticans*. Nipah ini tumbuh pada kawasan sungai, yang memiliki perairan dengan salinitas payau, dan berada di kawasan aliran sungai. Dalam komunitas nipah ini hidup berbagai biota perairan seperti kerang *G. erosa*.

Penyebaran kerang mangrove *G. erosa*, tergantung dari karakteristik tumbuhan dan lingkungannya. Pada kawasan yang didominasi oleh *Rhizophora* sp., penyebaran *G. erosa* terjadi secara acak. *Geloina erosa* menyebar dalam kawasan dasar perairan di sekitar akar atau di sekitar bongkol *Rhizophora* sp.

Kawasan ekosistem mangrove Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar yang didominasi oleh *Nypa fruticans*, kondisi lingkungan perairan memiliki karakteristik tersendiri jika dibandingkan dengan kawasan yang lain di ekosistem mangrove. Dasar perairan didominasi oleh sedimen dengan tekstur sedimen adalah lempung berpasir (Sarong, 2006). Tekstur sedimen seperti ini merupakan salah satu kawasan dasar perairan yang cocok bagi kehidupan *G. erosa*, di dalam suatu ekosistem mangrove (Sarong, 2007).

Sebagai kawasan ekosistem yang memiliki ciri karakteristik sendiri jika dibandingkan dengan kawasan yang lain, kawasan ini memiliki nilai tersendiri bagi kehidupan *G. erosa*. Kawasan ekosistem mangrove yang disusun oleh komunitas nipah, memiliki lingkungan dasar perairan dengan sistem perakaran yang unik. Nipah (*Nypa fruticans*) memiliki akar serabut yang dapat mengikat sedimen dengan kokoh, sehingga dengan adanya ikatan yang kuat ini menyebabkan dasar perairan sulit terkikis oleh air. Ini merupakan salah satu kawasan yang cocok bagi kehidupan *G. erosa*, terutama pada waktu masih larva.

Aktivitas pertumbuhan dan perkembangan *G. erosa* setelah terjadi fertilisasi di dalam badan air, berlangsung secara planktonik dan benthik. Larva trochofor tumbuh dengan baik di dalam badan air, dan setelah menjadi veliger akan mencari tempat di dasar perairan untuk menetap. Larva veliger ini akan mencari kawasan yang cocok sebagai tempat hidupnya, terutama kawasan yang memiliki bulu akar dan tersedianya makanan yang cukup.

Larva veliger setelah menetap di dasar perairan (Morton, 1984), akan terus tumbuh dengan baik sehingga menjadi spat (kerang muda). Spat menetap di dasar perairan sampai menjadi kerang dewasa, dan bersifat sebagai benthos yang tetap hidup di dasar perairan. Semua kegiatan hidupnya berlangsung secara normal di dasar perairan, tanpa adanya proses pemindahan tempat.

Adanya bulu-bulu akar dari rumpun nipah ditambah dengan kondisi perairan yang teraungi, menjadi salah satu pilihan utama bagi kehidupan *G. erosa*. Kondisi ini dapat membuat pola penyebaran *G. erosa* di dasar perairan berlangsung secara berkelompok, teratur atau berlangsung secara acak.

Proses penyebaran secara berkelompok dapat berlangsung dengan baik di suatu dasar perairan, jika kondisi habitat memungkinkan untuk ini. Dengan kondisi rumpun nipah yang memiliki bulu-bulu akar yang banyak, dapat mengundang berbagai biota lain hidup di kawasan ini. Hadirnya biota di kawasan perakaran nipah ini, dapat menjadi sebagai sumber makanan bagi *G. erosa*. Dengan kondisi seperti ini, banyak larva juvenil dari *G. erosa* hidup secara berkelompok di dasar perairan dalam komunitas nipah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola penyebaran *G. erosa* di komunitas nipah, kawasan ekosistem mangrove Pesisir Barat kabupaten Aceh Besar. Adanya penelitian ini dapat menjadi bahan masukan bagi semua pihak, terutama yang mendalami tentang moluska.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai bulan Agustus 2009. Tempat penelitian dilakukan di dalam komunitas nipah, kawasan ekosistem mangrove Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar. Kawasan penelitian dibagi ke dalam tiga lokasi pengamatan yang dilakukan dengan cara purposive (Narbuko, 2005) yaitu lokasi I kawasan ekosistem mangrove Sungai Leupung, II Sungai Reuleng dan lokasi III kawasan ekosistem mangrove Sungai Lhok Kulam.

Penetapan Plot Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pada rentang waktu pengambilan contoh setiap lokasi diletakkan plot cuplikan contoh berukuran 50cm x 50cm, dan diletakkan secara acak. Pengambilan contoh menggunakan metode transek kuadrat dengan menyaring (MTKDS). Semua area plot cuplikan contoh dirusak, dan semua sedimen di dalam masing-masing plot diambil dengan cangkul dan disaring (Fandeli, 1995). Proses pengambilan contoh pada rentang waktu penelitian dilakukan sebanyak 12 plot cuplikan contoh pada setiap lokasi selama tiga bulan, dan dalam sebulan diambil sebanyak empat cuplikan contoh pada masing-masing lokasi.

Peletakan plot cuplikan contoh sampling pada waktu pengambilan contoh, dilakukan pada masing-masing lokasi penelitian yaitu di kawasan ekosistem mangrove Sungai Leupung, ekosistem mangrove Sungai Reuleng dan kawasan ekosistem mangrove Sungai Lhok Kulam. Pengambilan contoh cuplikan sampling dilakukan secara

berpindah-pindah pada setiap bulan, akan tetapi tetap pada lokasi yang sama. Pengambilan sampling seperti ini berpedoman pada proses pengambilan yang telah dilakukan Frankovich (2005) yang mengambil data dengan plot berpindah-pindah, akan tetapi masih dalam lokasi yang sama.

Analisis Data

Pengambilan contoh yang dilakukan pada waktu penelitian Juni sampai Agustus 2009, dianalisis pola distribusi dari *G. erosa*. Pola distribusi *G. erosa* di dasar perairan ekosistem mangrove kawasan Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar, dianalisis dengan mempergunakan rumus Morisita (Barus *et al.* 2001) adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{(N \sum X^2 - \sum X)^2}{\sum X^2 - \sum X}$$

I adalah Indek Morisita, N adalah jumlah seluruh plot, X adalah jumlah individu pada setiap plot dan $X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$. Kriteria yang dipergunakan didasari pada Barus *et al.* (2001) mengatakan bahwa apabila nilai $I = 1$ berarti distribusi species tersebut random, jika $I > 1$ distribusi species tersebut berkelompok dan jika $I < 1$ distribusi species tersebut beraturan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis pola penyebaran *G. erosa* di masing-masing lokasi pada waktu pengambilan contoh Juni sampai Agustus 2009, maka diperoleh indek morisita bervariasi. Indek Morisita yang diperoleh berkisar antara 3.00-28.15, seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1:
Pola penyebaran *Geloina erosa* dalam komunitas *Nypa fruticans* kawasan ekosistem mangrove pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar

Plot pengamatan	Lokasi I		Lokasi II		Lokasi III	
	Indek Morisita	Pola penyebaran	Indek Morisita	Pola penyebaran	Indek Morisita	Pola penyebaran
1	5.46		12.96		3.50	
2	3.00		4.50		5.67	
3	4.60		5.58		4.91	
4	5.58		5.22		3.31	
5	3.00		8.05		3.00	
6	8.76	Berkelompok	6.50	Berkelompok	4.71	Berkelompok
7	8.08		28.15		5.00	
8	6.43		10.38		6.50	
9	8.90		8.16		4.29	
10	6.26		18.03		4.00	
11	3.67		10.52		4.75	
12	6.83		12.77		5.88	

Hasil analisis data dengan mempergunakan indeks morisita menunjukkan bahwa pola penyebaran populasi *G. erosa* pada rentang waktu Juni sampai Agustus 2009 di kawasan Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar, terjadi secara berkelompok. Indikasi ini ditunjukkan dengan hasil pengamatan pada setiap waktu dan pada setiap lokasi pengamatan. Disamping itu hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa Indeks Morisita lebih besar dari 1 ($I > 1$).

Terjadinya proses penyebaran *G. erosa* secara berkelompok, pada awalnya terjadi dari proses fertilisasi yang berlangsung di dalam badan air. Setelah induk melepaskan sperma atau ovum ke lingkungan perairan, maka akan terjadi pembuahan yang menghasilkan larva trochophore, kemudian menjadi veliger (Suwignyo, 2005). Larva trochophore dan veliger bersifat planktonik (meroplankton), yang kurang aktif dan mengikuti arus air pada waktu pasang ke arah daratan. Setelah itu larva veliger yang memiliki silia (juvenil) dan mencari tempat menetap di dasar perairan, dan berubah menjadi kerang muda (spat) yang bersifat sebagai bentos (Morton, 1985).

G. erosa memiliki pola penyebaran secara berkelompok, dan kerang ini ditemukan pada suatu area dalam jumlah yang banyak. Penyebarannya terjadi di sekitar rumpun dan bongkol tumbuhan *N. fruticans*, yang dinaungi oleh pelepah dari nipah tersebut. Kehadiran *G. erosa* terutama yang dewasa (induk) di kawasan perairan ekosistem mangrove secara berkelompok, diduga akan memudahkan induk untuk melakukan pemijahan. Induk dapat melakukan pemijahan karena adanya perubahan faktor lingkungan terutama faktor suhu, pasang surut dan salinitas (Suwignyo *et al.*, 2005 dan Winanto, 1996). Adanya perubahan suhu dan salinitas merangsang induk *G. erosa*, untuk mengeluarkan sperma atau ovum ke badan air (Baron, 1992). Induk mencari tempat yang lebih dekat dengan badan air, sehingga pada waktu terjadi pasang maka induk dapat langsung terangsang dan melepaskan sperma atau ovum ke badan air karena perubahan faktor lingkungan (Baron, 1992 dan Asikin 1985).

Rumpun nipah memiliki berbagai ciri utama, diantaranya adalah adanya akar serabut dengan bulu-bulu akarnya (WPI, 2008). Pada bulu-bulu akar ini terkumpul serasah tumbuhan, yang dapat dimanfaatkan oleh hewan dasar perairan sebagai makanannya terutama oleh kerang yang hidup di sekitarnya (Noor *et al.*, 2006). Apalagi pada bulu-bulu akar ini terdapat berbagai plankton, yang terdiri dari fitoplankton dan zooplankton. Kedua kelompok plankton ini diduga sebagai faktor yang dapat menyebabkan *G. erosa* yang dapat hidup berkelompok, membentuk suatu koloni dari juvenil, spat (kerang muda) sampai menjadi dewasa.

Keberadaan nipah yang membentuk rumpun di dalam suatu kawasan di ekosistem mangrove, juga dapat memberikan dampak yang

positif bagi kehidupan *G. erosa*. Rumpun nipah yang memiliki pelepah di sekitar pohonnya, dapat membuat arus air yang masuk ke kawasan ini menjadi lambat. Akibat air yang lambat dapat membuat partikel-partikel yang terbawa air, mengendap di dasar perairan di sekitar rumpun nipah. Ini merupakan kawasan yang cocok bagi *G. erosa*, karena dalam kondisi arus yang lamban larvanya yang bersifat sebagai plankton tidak jauh terbawa arus. *G. erosa* dapat hidup dengan baik di dalam rumpun nipah, ataupun yang dilindungi oleh pelepah nipah yang ada di dalam rumpun nipah.

Adanya rumpun nipah yang memiliki pelepah di sekitarnya, dapat menaungi kawasan perairan di sekitarnya (WPI, 2008). Akibatnya sinar matahari tidak langsung menyinari kawasan perairan. Dampak dari tidak sampainya sinar matahari langsung ke badan air, menyebabkan kondisi suhu air dan sedimen tidak terlalu tinggi. Kondisi ini cocok bagi kehidupan *G. erosa*, yang memiliki suhu yang optimum bagi kehidupan *G. erosa*. Dengan kondisi seperti ini menyebabkan *G. erosa* dapat hidup berkelompok dengan baik di dalam rumpun nipah, dalam suatu ekosistem mangrove. Kordi (2007) mengatakan bahwa dalam suatu perairan yang terdapat suhu yang optimum yaitu suhu 25-32° C, maka kawasan ini cocok bagi kehidupan kerang mangrove.

Kawasan ekosistem mangrove Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar yang didominasi oleh *N. fruticans* perlu dipertahankan, dilindungi dan ditetapkan sebagai kawasan konservasi. Hal ini diperlukan untuk menjaga kawasan ini sebagai kawasan utama bagi pertumbuhan dan perkembangan *G. erosa*, baik sebagai tempat penyebaran induk maupun tempat berkembangnya larva (juvenil). Induk yang menghasilkan individu baru perlu dilindungi untuk pengembangan sumberdaya kerang jangka panjang (DKP, 2007), sehingga induk dapat terlindungi. Dahuri (2004) menyebutkan bahwa kawasan konservasi merupakan kawasan perlindungan species unik (endemik), tempat tumbuh dan memijah berbagai biota, kawasan yang mengandung berbagai atribut biologi dan atribut ekologi yang sangat penting bagi kelangsungan hidup organisme di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin T. 1985. Budidaya kerang darah. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Baron J. 1992. Reproductive cycles of the Bivalve Molluscs *Atractodea striata* (Gmelin), *Gafrarium tumidum* Roding and *Anadara scapha* (L) in New Caledonia. *J. Mar. Freshwater Res*, 43: 393-402.

- Barus TA, J Arjuna, A Zuliyanti, JH Martopo, dan J Betrit. 2001. *Organisme perairan (bentos dan plankton)*. Medan: Unit Managemen Loser Medan dan Universitas Sumatera Utara.
- Dahuri R, J Rais, SP Ginting, dan MJ Sitepu. 2004. *Pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- DKP [Departemen Kelautan dan Perikanan]. 2007. *Pedoman penyusunan zonasi kawasan pesisir dan laut*. Jakarta: Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil.
- Fandeli C. 1995. Analisis mengenai dampak lingkungan prinsip dasar dan pemapannya dalam pembangunan. Yogyakarta: Liberty.
- Frankovich TA, and JC Ziemen. 2005. A temporal investigation of grazer dynamics, nutrients, seagrass leaf productivity and epiphyte standing stock. *J. Estuaries*, 28: 41-52.
- Kordi KMG, dan AB Tancang. 2007. *Pengelolaan kualitas air dalam budidaya perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Morton B. 1984. A Review of *Polymesoda (Geloina)* Gray 1842 (Bivalvia: Corbiculacea) from Indo-Fasific Mangroves. *J. Asian Marine1*: 77-86.
- Morton B. 1985. The reproductive strategy of the mangrove bivalve *Polymesoda (Geloina) erosa* (Bivalvia: Corbiculoidea) in Hongkong. *Jurnal Malacological review*. Whitmore Lake MI 1-2: 83-89.
- Morton B. 1988. The population structure and age of *Polymesoda (Geloina) erosa* (Bivalvia: Corbiculacea) from Hongkong Mangrove. *J. Asian Marine Biology* 5: 107-113.
- Narbuko C, A Achmadi. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Noor YR, M Khazali, dan INN Suryadipura. 2006. *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetlands International Indonesia Program.
- Sarong MA, M Boer, R Dahuri, dan Y Wardiatno. 2006. Studi morfometrik dan nilai sosial budaya *G. erosa* dalam masyarakat Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar. *J. Mon Mata*, 4: 73-76.
- Sarong MA, M Boer, R Dahuri, Y Wardiatno, dan S Sukimin. 2007. Pemanfaatan *Geloina erosa* dalam Masyarakat Leupung kawasan pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar. *J. Ichthyos*, 6: 41-44.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

- Sarong MA, M Boer, R Dahuri, Y Wardiatno, dan M. Kamal. 2010. Pengelolaan kerang mangrove *Geloina erosa* (Solander 1879) berdasarkan aspek Biologi di Kawasan Pesisir Barat Kabupaten Aceh Besar. [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Suwignyo S, B Widigdo, Y Wardiatno, dan M Krisanti. 2005. *Avertebrata air* jilid 1. Depok: Penebar Swadaya.
- Winanto T. 2002. Memproduksi benih tiram mutiara. Jakarta: Penebar Swadaya.

STUDI REKRUTMEN JUVENIL KARANG TERHADAP POLA GEOMORFOLOGI DAN SUBSTRAT DI PERAIRAN SABANG, PROVINSI ACEH

Muhammad Nasir

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, Indonesia
nasir.muhd@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang rekrutmen karang (juvenil karang) pasca tsunami di Teluk Pelabuhan Pulau Rubiah Sabang NAD. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis dan kelimpahan karang baru yang tumbuh pasca tsunami. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Transek Kuadrat yang terdiri atas 10 lajur transek sepanjang 30 meter dengan masing-masing transek terdiri dari 10 petak kuadrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks keragaman jenis rekrut karang pada lokasi penelitian adalah 3,778 (tinggi), sedangkan kepadatan rekrut karang pada kedalaman 1-3 meter, berkisar antara 3,6 – 5,6 koloni/m² dengan jumlah rata-rata 4,54 koloni/m². Kepadatan koloni rekrut karang pada kawasan yang berbatu cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan berpasir. Persentase penutupan karang hidup sebelum tsunami adalah 64,2% (baik), sedangkan sesudah tsunami adalah 16,91% (buruk). Persentase penutupan unsur abiotik lebih tinggi dibandingkan dengan persentase penutupan karang hidup sesudah tsunami. Parameter kualitas air yang diukur di lokasi penelitian menunjukkan bahwa kualitas air di lokasi tersebut masih dalam kondisi baik.

Kata kunci: Rekrutmen karang, tsunami, transek kuadrat, *living cover*.

PENDAHULUAN

Kelompok organisme yang dapat dijadikan indikator terhadap perubahan kondisi laut dan kawasan persisir antaranya adalah terumbu karang. Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hampir sepanjang pantai Taman Wisata Laut Pulau Rubiah ditumbuhi oleh terumbu karang. Terumbu karang adalah salah satu penunjang ekonomi yang cukup vital bagi negara-negara yang berada di daerah tropis. Terumbu karang dengan produktifitas yang tinggi dan merupakan potensi sumber protein yang esensial bagi kehidupan

manusia. Juga merupakan sumber pemasukan devisa negara melalui banyaknya perkembangan industri pariwisata. Semua hal tersebut merupakan potensi pemasukan bagi negara-negara berkembang.

Keberadaan terumbu karang dalam rantai makanan merupakan hal yang sangat unik dan rumit karena terjadi hubungan timbal balik yang kompleks antara komponen hewan dan tumbuhan dalam ekosistem terumbu karang. Ekosistem terumbu karang dibangun juga oleh biota-biota lain seperti : ikan, crustaea, molusca, polichaeta, porifera, tunicata, berbagai jenis plankton dan echinodermata (Nybakken, 1997).

Gelombang pasang tsunami yang melanda provinsi NAD diyakini sangat mempengaruhi viabilitas dari terumbu karang. Maka, dirasa sangat perlu untuk memonitor dan mengevaluasi kondisi baik berupa pertumbuhan maupun perkembangan dari terumbu karang serta mengkaji sejauh mana pengaruh morfologi pantai terhadap penyebaran jenis-jenis karang yang baru tumbuh. Sehingga dapat menentukan kawasan yang sesuai dilakukan transplantasi karang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh morfologi dan substrat terhadap penyebaran jenis karang terutama karang yang baru tumbuh pasca tsunami. Hasil penelitian yang didapat diharapkan dapat menjadi deskripsi kondisi terumbu karang berdasarkan perubahan geomorfologi pantai. Hasil penelitian dapat digunakan untuk menyusun program kegiatan pelestarian Taman Wisata Laut dan daerah sekitarnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret 2007 sampai dengan November 2007 bertempat di rataan terumbu karang perairan Teluk Pelabuhan Iboih Sabang, Provinsi Aceh (Gambar 1).

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah snorkel, petak kuadrat 1 x 1 m², fin, kapal boat untuk transportasi, kamera foto bawah air (Cannon S60), meteran, sarung tangan, alat tulis bawah air, tabel pengamatan, *secchi disc*, *hand refractometer*, DO meter, termometer dan kaca pembesar. Bahan-bahan yang digunakan adalah Aquades dan formalin. Untuk mengidentifikasi jenis dan struktur koloni karang digunakan buku identifikasi karang dan gambar dari berbagai *life form* karang (Veron, 1986).

Metode Kerja

Metode yang digunakan untuk pengamatan rekrutmen karang dalam penelitian ini adalah metode Transek Kuadrat (Suharsono, 1998) yaitu dengan menyelam pada lokasi penelitian yang telah ditentukan. Lokasi penelitian terdiri atas 10 lajur transek dan masing-masing lajur

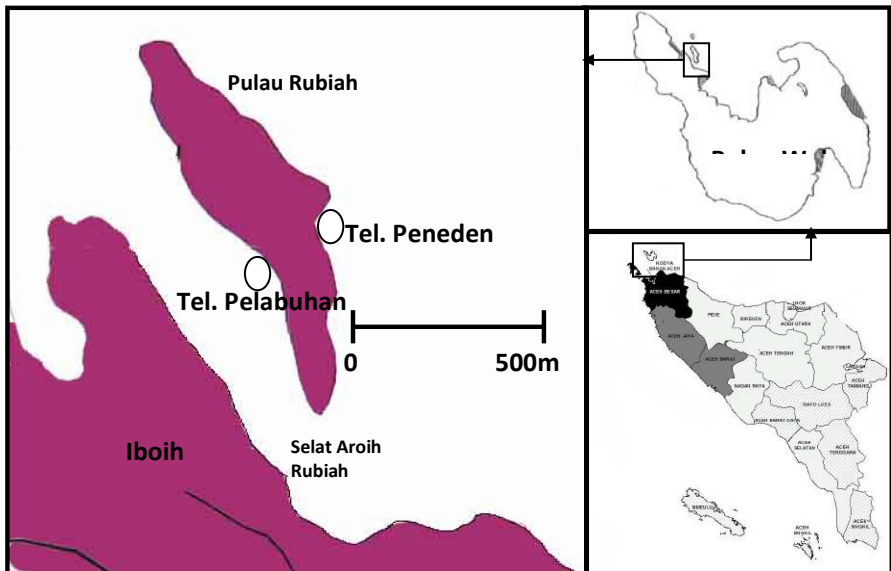
transek terdiri dari sepuluh petak kuadrat. Lajur transek memiliki panjang 30 meter sejajar garis pantai. Pada tiap lokasi dilakukan pengambilan data di kedalaman perairan 1-3 meter.

Parameter yang Diamati

Adapun yang menjadi parameter-parameter dalam penelitian ini adalah:

- a. Parameter untuk rekrutmen karang yaitu :
 1. Persentase tutupan karang pada habitat alami
 2. Keragaman jenis rekrut karang
 3. Kepadatan jenis rekrut karang
- b. Parameter untuk pengamatan faktor Fisika-Kimia perairan

Parameter fisika-kimia perairan yang akan diukur dalam penelitian ini meliputi parameter fisika yaitu suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kecerahan, sedangkan parameter kimia yang diukur dalam penelitian ini adalah *Dissolved Oxygen* (DO), pH dan salinitas (ppm).



Gambar 1: Peta Pulau Weh, Sabang serta menunjukkan lokasi Penelitian Teluk Pelabuhan Pulau Rubiah.

Analisis data

Indeks keragaman jenis rekrut karang. Keragaman jenis rekrut karang yang terdapat pada substrat dihitung dengan menggunakan rumus indeks keragaman jenis Shannon-Weaver (H') (Shannon and Weaver, 1963).

$$(H') = -\sum P_i \log_2 P_i$$

Dimana; H' = Indeks keragaman

P_i = n_i / N

n_i = Jumlah total spesies ke i

N = Jumlah total seluruh spesies

(Shannon and Weaver, 1963)

Kepadatan rekrut karang. Kepadatan relatif jenis rekrutmen karang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Ursatm p}}$$

(Odum, 1973)

Persentase tutupan relatif karang. Persentase tutupan karang relatif di hitung menggunakan metode Transek kuadrat yaitu dengan rumus persentase penutupan.

$$\text{Persentase Penutupan} = \frac{\text{Luas area tertutup}}{\text{Luas total}} \times 100\%$$

(Giyanto *et al.*, 1998)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Terumbu Karang di Lokasi Penelitian

Hasil pengamatan rekrutmen karang pada substrat alami yang telah dilaksanakan di Teluk Pelabuhan Iboih, Sabang sejak bulan Maret hingga November 2007, diperoleh 1 ordo, 5 famili dan 7 genus dengan 18 spesies rekrut karang yang dapat dilihat pada Tabel 1.

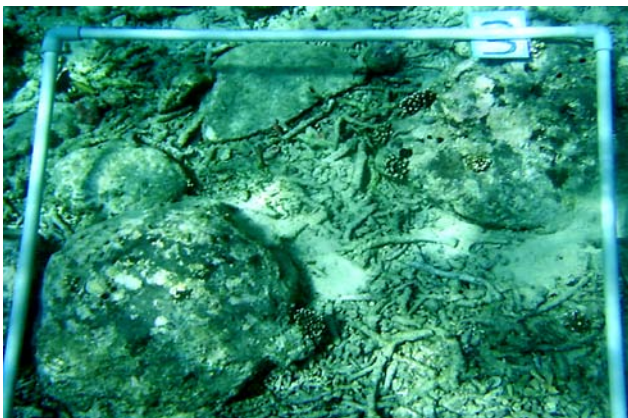
Tabel 1:
Rekrut karang yang didapatkan di lokasi penelitian

Ordo	Familia	Genus	Spesies
Scleractinia	Acroporidae	Acropora	<i>Acropora polifera</i>
			<i>Acropora tenuis</i>
			<i>Acropora millepora</i>
			<i>Acropora digitifera</i>
			<i>Acropora humilis</i>
			<i>Acropora bushyensis</i>

Ordo	Familia	Genus	Spesies
			<i>Acropora danai</i>
			<i>Acropora</i> sp.
		Montipora	<i>Montipora venosa</i>
			<i>Montipora digitata</i>
			<i>Montopora</i> sp.
	Pocilloporidae	Pocillopora	<i>Pocillopora demicornis</i>
		Seriatopora	<i>Seriatopora hystrix</i>
	Favidae	Goniastrea	<i>Goniastrea</i> sp.
			<i>Porites lutea</i>
	Poritidae	Porites	<i>Porites annae</i>
			<i>Porites</i> sp.
	Pectinidae	Pectinia	<i>Pectinia lactuta</i>

Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa, familia Acroporidae sangat dominan ditemukan pada lokasi penelitian. Pertumbuhan famili Acroporidae juga sangat didukung oleh keberadaan substrat tempat menempel karang baru sesuai untuk famili tersebut.

Kondisi sebelum tsunami pada kawasan ini dinyakini banyak ditumbuhi oleh famili ini karena dari hasil survey banyak dijumpai patahan karang famili Acroporidae Hal ini dapat dibuktikan dengan banyak patahan karang (*rubble*) umumnya berasal dari patahan karang Acropora (Gambar 2). Menurut Lalamentik dan Rondo (1994) bahwa, genus Acropora dikenal sebagai golongan karang yang rapuh dan sangat peka terhadap perubahan lingkungan yang drastis.



Gambar 2: Keberadaan patahan karang yang disebabkan oleh hantaman tsunami

Tabel 2:
Hasil penelitian kondisi terumbu karang di Teluk Pelabuhan Sabang

No.	Kategori	Rata-rata
1.	Indeks Keragaman Jenis Rekrut Karang (H')	3,778
2.	Kepadatan Rekrut Karang (koloni/transek)	4,54
3.	Persentase <i>living cover</i> rekrut karang (%)	16.91
4.	Persentase penutupan karang mati (%)	11.32
5.	Persentase penutupan unsur abiotik (%)	71.78

Indeks Keragaman Jenis Rekrut Karang

Indeks keragaman jenis rekrut karang pada lokasi penelitian adalah 3,778 (Tabel 2) yang dikategorikan dalam kondisi tinggi. Keanekaragaman dapat menggambarkan kondisi komunitas. Secara umum, semakin tinggi indeks keanekaragaman berarti komunitas tersebut semakin beragam. Keragaman yang tinggi menyebabkan komunitas tersebut lebih stabil dibanding dengan komunitas dengan keanekaragaman rendah. Menurunnya indeks keragaman menunjukkan adanya gangguan pada ekosistem tersebut.

Salah satu penyebab tingginya keragaman jenis rekrutmen karang di Teluk Pelabuhan Sabang kemungkinan karena larva karang yang dibawa oleh arus berasal dari ekosistem terumbu karang di bagian utara Teluk Pelabuhan yang berbatasan langsung dengan Selat Malaka, walaupun larva karang tersebut dapat berasal dari lautan Selat Malaka. Penyebaran larva karang menurut Hagman (2003) menjelaskan bahwa larva planktonik karang akan sangat potensial untuk terpencair ke daerah terumbu yang sangat jauh (dapat mencapai ribuan kilometer). Planula kemudian akan menempel pada substrat yang cocok dan tumbuh menjadi koloni baru.

Penyebab lain tingginya keragaman jenis karang rekrutmen pada lokasi penelitian diduga karena tingginya kelimpahan kelompok herbivora berupa bulu babi dan ikan-ikan karang. Menurut Rudi (2006), kehadiran herbivora sangat diperlukan dalam menjaga keseimbangan didalam ekosistem terumbu karang terutama dalam kaitannya dengan makroalga. Tanpa hadirnya herbivora, maka karang akan kalah berkompetisi dengan makroalga dan bila tidak adanya kontrol dari makroalga, maka kelompok makroalga tertentu akan tumbuh dengan cepat (*blooming*).

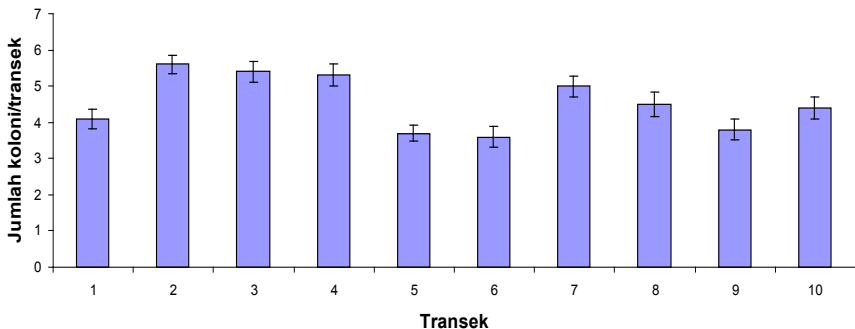
Kepadatan Rekrut Karang

Karang yang bersifat sesil (menetap) untuk kemudian tumbuh menjadi dewasa, sangat ditentukan oleh ketersediaan substrat. Hasil penelitian kepadatan rekrut karang pada kedalaman 1-3 meter,

memperlihatkan bahwa rata-rata kepadatan rekrut karang berkisar antara 3,6 – 5,6 koloni/m² dengan jumlah rata-rata 4,54 koloni/ m²

Kepadatan rekrut karang tertinggi diperoleh pada transek 2 dengan jumlah kepadatan 5,6 koloni/ m², sedangkan kepadatan rekrut karang terendah diperoleh pada transek 6 dengan nilai 3,6 koloni/ m² (Gambar 3). Perbedaan tinggi rendahnya rekrut karang pada kedua transek ini diduga disebabkan karena perbedaan jumlah substrat yang ditempati hewan karang. Dari hasil pengamatan, transek 2 lebih banyak dijumpai substrat seperti batu dan puing-puing beton bekas bangunan yang dibawa arus balik gelombang tsunami akhir tahun 2004 lalu. Sedangkan pada transek 6, lebih dominan dijumpai pasir dan pecahan karang yang sudah mati.

Selain itu, faktor kecerahan dan cahaya juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan karang. Karang merupakan organisme yang bersimbiosis dengan *zooxanthellae*, oleh sebab itu cahaya sangat dibutuhkan untuk proses fotosintesis organisme simbiotiknya tersebut. Pernyataan ini sesuai dengan Small and Adey (2001), yang telah menguji bahwa kurangnya intensitas cahaya membuat organisme simbion (*Zooxanthellae*) didalam tubuh karang tidak dapat hidup dengan baik dan optimal dalam melakukan fotosintesis.



Gambar 3: Grafik kepadatan rata-rata rekrut karang (jumlah individu/ unit sampel)

Persentase Penutupan Rekrutmen Karang

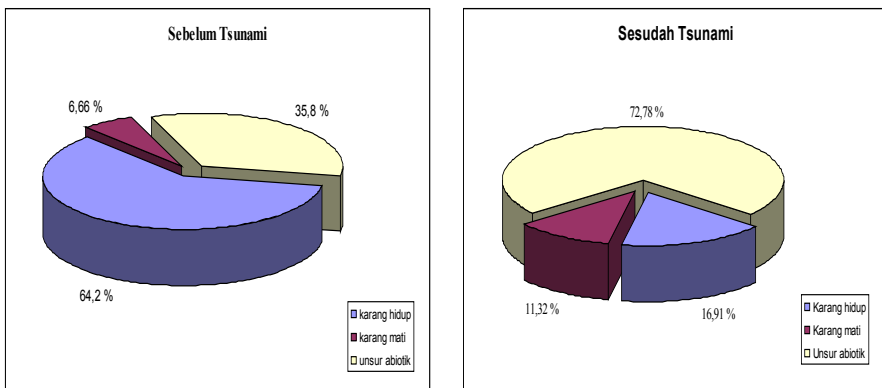
Gempa dan gelombang tsunami yang terjadi pada akhir tahun 2004, telah mengakibatkan penambahan unsur abiotik dan karang-karang mati pada lokasi penelitian. Arus datang dan arus balik gelombang tsunami menyebabkan hancur dan terhempasnya terumbu karang tersebut. Selain itu, aktifitas manusia seperti menyelam dan menjadikan

tempat tersebut sebagai jalur transportasi air juga telah mengakibatkan berkurangnya karang hidup (*living cover*).

Persentase *Living Cover* Rekrut Karang

Persentase penutupan karang hidup sesudah tsunami pada kedalaman 1-3 meter mencapai 5,71 - 41,16 dengan nilai rata-rata 16,91 yang dikategorikan dalam kondisi buruk. Rendahnya penutupan karang pada lokasi penelitian kemungkinan disebabkan karena proses rekrutmen baru saja terjadi, dan proses rekrutmen itu sendiri memerlukan waktu yang masih bertahun-tahun setelah terumbu karang mengalami kerusakan. Selain itu, rendahnya persentase penutupan karang juga disebabkan adanya masyarakat yang melakukan penjarangan ikan sehingga karang rekrutmen yang baru menempel terlepas dan mengalami kematian. Harapan pada masa yang akan datang penutupan karang hidup (*living cover*) pada lokasi ini akan kembali seperti semula seperti yang dilaporkan Ridwan (1998).

Berdasarkan hasil pengamatan, persentase penutupan karang hidup tertinggi diperoleh pada transek 2 yaitu sebesar 41,16 % yang dapat dikategorikan dalam kondisi sedang, sedangkan penutupan karang hidup terendah diperoleh pada transek 6 yaitu sebesar 5,71 % yang dapat dikategorikan dalam kondisi buruk. Rendahnya persentase penutupan karang hidup pada transek 6 disebabkan karena banyak terdapat hamparan pasir. Selain itu, pada transek 6 ini juga sering dijadikan tempat sandaran kapal boat bagi wisatawan yang ingin melakukan snorkling (menyelam) sehingga dapat menyebabkan gangguan bagi karang rekrutmen.



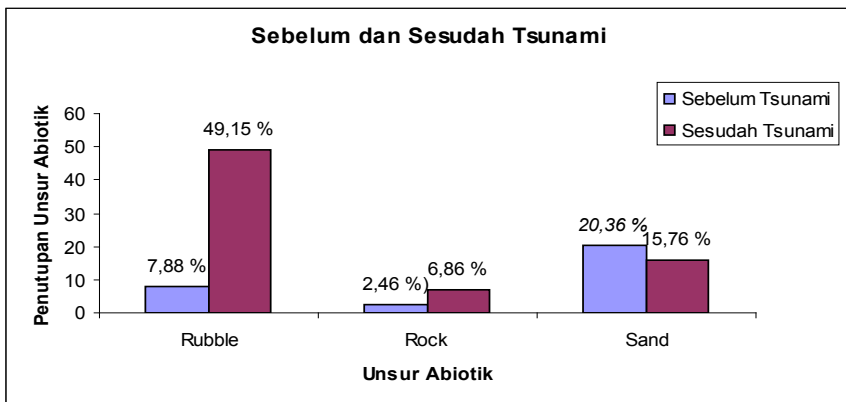
Gambar 4: Perbandingan persentase penutupan terumbu karang sebelum (Ridwan,1998) dan sesudah tsunami pada kedalaman 1-3 meter

Persentase Penutupan Unsur Abiotik

Persentase penutupan unsur abiotik pada kedalaman 1-3 m sesudah tsunami mengalami peningkatan yang terdiri dari batuan (*rock*), patahan karang (*rubble*), sedangkan pasir (*sand*) mengalami penurunan. *Rubble* merupakan unsur abiotik yang paling dominan dijumpai sesudah tsunami yaitu 49,15 %. Berdasarkan hasil penelitian Ridwan (1998) sebelum tsunami, persentase penutupan *rubble* hanya 7,88 %, sedangkan sesudah tsunami mengalami peningkatan sebesar 41,27 %. Penambahan unsur abiotik ini terjadi akibat pengaruh gelombang tsunami, aktifitas manusia serta pengaruh arus datang dan arus balik itu sendiri. Perbandingan persentase penutupan unsur abiotik sebelum dan sesudah tsunami pada kedalaman 1-3 m dapat dilihat pada Gambar 5.

Pasir (*sand*) sebelum tsunami pada kedalaman 31 m persentasenya mencapai 20,36 % (Ridwan 1998). Sesudah tsunami persentase pasir (*Sand*) berkurang menjadi 15,76% (Gambar 4). Persentase Pasir (*Sand*) yang tertinggi diperoleh pada transek 6 dengan nilai 31,32 % sedangkan pada transek 1 tidak ditemukan pasir (*Sand*) sama sekali. Hal ini terjadi karena dasar laut pada lokasi tersebut dipenuhi oleh patahan karang.

Persentase penutupan batuan (*rock*) pada kedalaman 1-3 m sebelum tsunami berkisar 2,46 % (Ridwan,1998), sedangkan sesudah tsunami mengalami peningkatan yaitu 6,86 %. Bebatuan (*Rock*) adalah sustrat yang stabil dan sangat tahan terhadap hempasan gelombang. Meningkatnya bebatuan (*Rock*) sesudah tsunami berhubungan erat dengan banyaknya karang yang hancur akibat tsunami. Koloni karang yang dahulunya tumbuh di atas bebatuan (*Rock*) kini banyak yang menghilang. Bebatuan (*Rock*) yang ditemukan sesudah tsunami kebanyakan gundul walaupun terkadang masih menyisakan sedikit bekas koloni karang di bagian atasnya.



Gambar 5: Kondisi unsur abiotik pada lokasi penelitian sebelum (Ridwan, 1998) dan sesudah tsunami pada kedalaman 1 – 3 m

Faktor Pembatas Pertumbuhan Karang

Kecepatan pertumbuhan karang sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan hidup mereka berada. Kondisi lingkungan perairan yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu air, salinitas, cahaya, derajat keasaman dan oksigen terlarut. Rata-rata hasil pengukuran parameter fisika-kimia dapat di lihat dalam Tabel 3.

Tabel 3:
Hasil pengukuran nilai rata-rata parameter fisika-kimia di Teluk Pelabuhan Sabang

No.	Faktor Pembatas	Rata-rata hasil pengukuran
1	Suhu (°C)	31,2
2	Kecerahan (m)	Maks (3 m)
3	Salinitas (‰)	33,3
4	Derajat keasaman (pH)	7,74
5	Oksigen terlarut (mg/L)	8,1

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang rekrutmen karang pasca tsunami di Teluk Pelabuhan Sabang, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian, familia Acroporidae sangat dominan ditemukan pada lokasi penelitian. Hal ini kemungkinan kawasan penelitian sangat sesuai untuk pertumbuhan karang Acroporidae.
2. Indeks keragaman jenis rekrut karang pada lokasi penelitian di kategorikan dalam kondisi tinggi yaitu $H' = 3,778$.
3. Hasil penelitian kepadatan rekrut karang pada kedalaman 1-3 meter berkisar antara 3,6 – 5,6 koloni/m² dengan jumlah rata-rata 4,54 koloni/m².

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional atas dukungan dana penelitian. Ucapan terima kasih pula disampaikan kepada Abdullah dan Rita Miani yang telah banyak membantu dalam pengambilan data lapangan dan analisa data, serta semua pihak-pihak yang ikut serta membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Giyanto, M.I., T.H. Yosephine dan Rahmat. 1998. *Buku Panduan Entri Data Terumbu Karang*. Puslitbang LIPI, Jakarta.
- Hagman D. 2003. *Coral Reproduction*. www.flowergarden.nos.noaa.gov. [20 Agustus 2007].

- Lalamentik, L. Th. X dan M. Rondo, 1994. *Ekosistem Terumbu Karang Pulau Bunaken*. Fakultas Perikanan Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Nybakken, J. W. 1997. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Terj. dari *Marine Biology: An Ecological Approach*, oleh Eidman, M., Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo, & S.Sukardjo. 1992. dari. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Odum, E.P. 1973. *Dasar-dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ridwan. 1998. Kondisi Komunitas Koloni Karang di Rataan Terumbu Karang Pulau Rubiah Kotamadya Sabang. *Skripsi*. FMIPA Unsyiah, Banda Aceh.
- Rudi, E. 2006. Rekrutmen Karang (Skleraktinia) di Ekosistem Terumbu Karang, Kepulauan Seribu DKI Jakarta "*Disertasi*". IPB, Bogor.
- Suharsono. 1998. *Buku Materi Terumbu Karang Dalam Rangka Pelatihan Dosen di Universitas Syiah Kuala Aceh*. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta.
- Shannon, C.E. and Weaver, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illionis.
- Small, A. M. & Adey, W. H. (2001). Reef corals, zooxanthellae and free-living algae: a microcosm study that demonstrates synergy between calcification and primary production. *Ecological Engineering*, **16**: 443-457
- Veron, J.E.N. 1986. *Coral of Australia and the Indo-Pacific*. Angus & Robertson Publisher. Australia.

KOMUNITAS FITOPLANKTON SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI BELAWAN

Mayang Sari Yeanny

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sumatera Utara, Jl. Bioteknologi No.1 Kampus USU Padang Bulan
Medan – 20155/E-mail : mayang_sy@yahoo.com/
Hp.0819855680/081349750016

Abstrak

Sungai Belawan merupakan sungai yang sangat penting bagi warga Medan dan sekitarnya. Adanya berbagai aktivitas masyarakat seperti : domestik, industri, hotel dan pariwisata tersebut menyebabkan kondisi perairan tersebut menurun sepanjang tahun. Salah satu pendekatan dengan konsep bioindikator dengan mengetahui Kelimpahan, Kelimpahan Relatif, Frekuensi Kehadiran, Keseragaman, Dominansi, dan Keanekaragaman fitoplankton. Serta Pengukuran kualitas air yaitu, suhu, penetrasi cahaya, intensitas cahaya, pH, DO, BOD₅, COD, menggunakan metode Purposive Random Sampling dengan 5 stasiun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyusun komunitas fitoplankton adalah kelas Chlorophyceae, Bacillariophyceae dan Cyanophyceae sebanyak 27 genus fitoplankton. Kelimpahan individu fitoplankton berkisar 2612-17755 ind/L. Kelimpahan fitoplankton tertinggi pada genus *Sphaeroplea* sebesar 2122,45 ind/m² (K), 11,95 % (KR) dan 100 % (FK) pada stasiun V, dan terendah pada genus *Volvox*, *Stauroneis* (Stasiun I), *Navicula* (Stasiun II), dan *Gyrosigma* (Stasiun IV) sebesar 163,27 (K), 0,92 % (KR) dan 66,67 % (FK). Nilai keanekaragaman berkisar 2,15- 2,58 dikategorikan keanekaragaman rendah sampai sedang dan termasuk kondisi tercemar ringan. Nilai keseragaman fitoplankton rendah. Ini berarti ada fitoplankton yang mendominasi relatif tinggi yaitu *Sphaeroplea* dan *Asterionella*. Kualitas air yang berpengaruh keanekaragaman fitoplankton sebagai bioindikator adalah oksigen terlarut (DO).

Kata kunci: Fitoplankton, kualitas Air, bioindikator, sungai Belawan

PENDAHULUAN

Sungai Belawan adalah sungai utama yang melintasi kota Medan dimana aliran sungai melewati kawasan pemukiman, industri, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), PDAM dan pertambangan. Dengan adanya aktivitas tersebut limbah langsung dibuang kebadan

perairan, sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan perairannya. Pemanfaatan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah merupakan dampak dari aktivitas masyarakat terhadap lingkungan yang dapat menyebabkan perubahan faktor lingkungan sehingga akan berakibat buruk bagi kehidupan biota air. Berubahnya kualitas suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan biota yang hidup di perairan tersebut.

Biota yang hidupnya berada di perairan Sungai Belawan seperti fitoplankton yang merupakan produsen perairan beserta produktivitasnya, yang digunakan untuk bioindikator lingkungan. Dengan sifat demikian, perubahan lingkungan mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman biota air. Kelimpahan dan keanekaragaman ini sangat tergantung pada toleransi dan sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan.

Perubahan terhadap kualitas perairan erat kaitannya dengan potensi perairan ditinjau dari kelimpahan fitoplankton. Keberadaan fitoplankton di suatu perairan dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan. Fitoplankton dapat dijadikan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan suatu perairan. Fitoplankton merupakan penyumbang oksigen terbesar di dalam perairan. Pentingnya peranan fitoplankton sebagai pengikat awal energi matahari menjadikan fitoplankton berperan penting dalam kehidupan suatu perairan.

Keberadaan fitoplankton dapat dijadikan indikator kualitas suatu perairan yakni gambaran tentang banyak atau sedikitnya jenis-jenis fitoplankton yang hidup di perairan dan jenis-jenis yang mendominasi, adanya jenis fitoplankton yang dapat hidup karena zat-zat yang sedang blooming, dapat memberikan gambaran keadaan perairan yang sesungguhnya.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat komunitas fitoplankton sebagai bioindikator terhadap kualitas perairan Sungai Belawan dengan berbagai pendekatan yaitu :

- (1) mengetahui struktur komunitas fitoplankton meliputi : kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi fitoplankton.
- (2) hubungan antara fitoplankton dengan kualitas air.
- (3) mengetahui pencemaran perairan dengan menggunakan fitoplankton sebagai bioindikator.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan 12-13 Juni 2010. Dalam penentuan daerah sampling diambil 5 lokasi berdasarkan perbedaan aktivitas masyarakat dengan 3 kali ulangan, yaitu mulai dari hulu sampai muara sungai Belawan.

1. Pengambilan Sampel Kualitas Air

Dari kualitas air yang diukur dapat dilihat pada tabel berikut :

No.	Kualitas Air	Alat	Tempat Pengukuran
1.	Suhu	Termometer	In-situ
2.	Penetrasi Cahaya	Keping Secchi	In-situ
3.	Intensitas Cahaya	Luxmeter	In-situ
4.	PH	pH air	In-situ
5.	DO {Oksigen Terlarut}	Metode Winkler	In-situ
6.	BOD	Metode Winkler & inkubasi	Laboratorium
7.	COD	Metode Refluks	Laboratorium

2. Pengambilan sampel Fitoplankton

Sampel diambil menggunakan ember bervolume 5 liter sebanyak 5 kali dimasukkan ke **plankton net**. Sampel yang tertampung dalam plankton net dituangkan kedalam botol film, selanjutnya ditetesi lugol sebanyak 2 tetes. Plankton diamati dibawah mikroskop dan diidentifikasi dengan menggunakan buku acuan identifikasi menurut Edmondson (1963), Bold & Wynne (1985), Pennak (1978) dan streble Krauter (1988). Selanjutnya Fitoplankton dilihat Kelimpahan (K), Kelimpahan Relatif (KR), Frekuensi Kehadiran (FK), Keseragaman (E), Dominansi(D), Keanekaragaman (H') fitoplankton dan Indeks Sabrofitas, sehingga dapat dilihat bagaimana keadaan sungai tersebut. Dianalisis untuk mengetahui tingkat pencemaran sungai Belawan tersebut.

3. Analisis Data

Kelimpahan (K)

$$K = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{W}$$

dengan: K = kelimpahan plankton perliter

T = Luas Penampang Permukaan Haemocytometer

L = Luas satu lapang pandang

P = Jumlah Plankter yang dicacah

p = Jumlah lapang yang diamati

V = Volume konsentrasi plankton pada bucket

v = Volume konsentrasi dibawah gelas penutup

W = Volume air media yang disaring dengan planktonet

Kelimpahan Relatif (KR)

$$K = \frac{n_i}{\sum N} \times 100\%$$

dengan : n_i = jumlah individu suatu jenis
 $\sum N$ = total seluruh individu

Frekwensi Kehadiran (FK)

$$FK = \frac{\text{Jumlah plot ditempati suatu jenis}}{\text{Jumlah total plot}} \times 100\%$$

dengan : FK= 0-25 . (Sangat jarang)
 25-50 . (Jarang)
 50-75 . (banyak)
 >75 . (Sangat banyak)

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

dengan: H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
 P_i = n_i/N (perbandingan jumlah individu (suatu jenis dengan seluruh jenis)
 $\ln$ = logaritma natural

Indeks Ekuitabilitas(E)

$$E = \frac{H'}{H_{MAX}}$$

dengan: H' = indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*(H')
 H_{max} = indeks keanekaragaman maximum
 E = Indeks Keseragaman

Indeks Dominansi (D)

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i^2}{N}$$

dengan: D = indeks dominansi Simpson
 ni = jumlah individu suatu jenis
 N = jumlah total individu
 S = genera

4. Hubungan Kualitas Air dengan Fitoplankton

Setelah didapatkan data lingkungan seperti suhu, Penetrasi cahaya, Intensitas cahaya, pH, DO, BOD, COD, kandungan substrat organik kemudian diuji secara statistik hubungan dengan fitoplankton menggunakan analisis korelasi SPSS Ver. 13, sehingga dapat dilihat bagaimana keadaan sungai tersebut. Dianalisis untuk mengetahui tingkat pencemaran sungai Belawan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kualitas Air Sungai Belawan

Hasil yang didapatkan komunitas fitoplankton sebagai bio-indikator kualitas perairan sungai Belawan didapatkan hasil seperti Tabel 1.

Tabel 1:
Nilai rata-rata kualitas air di sungai Belawan

No	Parameter	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV	Stasiun V
1.	Suhu (°C)	28	29	28	28	29
2.	Penetrasi Cahaya (cm)	51	74	62	60	30
3.	Intensitas Cahaya (Cd)	244	267	228	573	143
4.	Kecepatan Arus (dtk/m)	24	71	24	42	17
5.	pH	7,86	7,93	7,50	7,60	7,63
6.	DO (Mg/l)	8,4	6,8	6,8	4,8	4,7
7.	BOD ₅ (Mg/l)	1,40	0,70	1,70	1,05	1,05
8.	COD(Mg/l)	15,488	9,152	10,342	18,304	24,800

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa **suhu air** di keempat stasiun berkisar 28-29 °C, dengan suhu tertinggi pada stasiun II dan V yang merupakan pemukiman dan muara sungai. Namun secara keseluruhan suhu relatif sama. **Penetrasi cahaya** berkisar 30-74 cm dengan penetrasi cahaya tertinggi di stasiun II, hal ini disebabkan daerah tersebut lebih terbuka (sedikit ditumbuhi tumbuhan), yang mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi cahaya lebih mudah masuk ke badan air. **Intensitas cahaya** berkisar 143-573 Candela dengan intensitas cahaya tertinggi di stasiun IV, hal ini karena kemampuan cahaya untuk mengabsorpsi cukup tinggi. **PH** berkisar 7,60–7,93 dengan pH yang tertinggi distasiun II yang merupakan daerah pabrik. Namun secara keseluruhan pH hampir sama.

Oksigen terlarut (DO) berkisar 4,7-8,4 mg/l dengan oksigen terlarut tertinggi di stasiun I, hal ini disebabkan kondisi lingkungan yang

cukup mendukung sehingga fotosintesis berjalan baik untuk menyumbangkan banyak oksigen di perairan tersebut. **Biological Oxygen Demand (BOD)₅** berkisar 0,70-1,70 mg/l dengan BOD₅ tertinggi di stasiun III yang merupakan daerah pemukiman padat penduduk banyak mengeluarkan limbah domestik berupa bahan organik sehingga oksigen digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik tersebut. **Chemical Oxygen Demand (COD)** berkisar 9,152–24,800 mg/l dengan COD tertinggi di Stasiun IV merupakan daerah muara tempat berkumpulnya substrat dari hulu sungai menyebabkan kandungan organik lebih tinggi sehingga oksigen untuk menguraikan organik tersebut secara kimia juga tinggi.

2. Nilai Kelimpahan (K) (ind/m²), Kelimpahan Relatif (Kr) (%) dan Frekuensi Kehadiran (Fk) (%) Fitoplankton di Sungai Belawan.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh Nilai Kelimpahan (K) (ind/m²), Kelimpahan Relatif (Kr) (%) dan Frekuensi Kehadiran (Fk) (%) Fitoplankton di Sungai Belawan pada Tabel 2.

Tabel 2:
Nilai Kelimpahan (K) (ind/m²), Kelimpahan Relatif (Kr) (%) dan Frekuensi Kehadiran (Fk) (%) Fitoplankton di Sungai Belawan pada Stasiun I dan II.

No.	Taksa	Stasiun 1			Stasiun 2		
		K	Kr (%)	Fk	K	Kr	Fk
I	Chlorophyta						
A	Chlorophyceae						
	1. Chaetosphaeridium						
	2. Closteriopsis						
	3. Gonatozygon	204,08	769,23.	100,00	285,71	10,94	66,67
	4. Oocardium	326,53	12,31.	66,67	326,53	12,50	33,33
	5. Pediatrstrum						
	6. Schroederia						
	7. Sphaeroplea						
	8. Stigeoclonium				163,27	6,25	66,67
	9. Trochiscia						
	10. Volvox	81,63	3,08.	66,67			
	11. Zygnema	448,98	16,92.	66,67	326,53	12,50	100,00
II	Chrysophyta						
B	Bacillariophyceae						

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

No.	Taksa	Stasiun 1			Stasiun 2		
		K	Kr (%)	Fk	K	Kr	Fk
	12. Asterionella						
	13. Gomphonema				204,08	7,81	66,67
	14. Coscinodiscus						
	15. Cylindrotheca						
	16. Gyrosigma						
	17. Mastogloia				285,71	10,94	100,00
	18. Melosira						
	19. Navicula	244,90	9,23.	100,00	367,35	14,06	66,67
	20. Nitzschia	367,35	13,85.	66,67			
	21. Stauroneis	81,63	3,08.	33,33	285,71	10,94	66,67
	22. Surirella						
	23. Synedra	204,08	7,69.	33,33			
	24. Tabellaria						
III	Cyanophyta						
C	Cyanophyceae						
	25. Aphanizomenon	163,27	6,15.	33,33			
	26. Coelosphaerium						
	27. Oscillatoria	530,61	20,00.	100,00	367,35	14,06	66,67
	Jumlah	2653,06	100.00.		2612,24	100,00	

Tabel 3:
Nilai Kelimpahan (K) (ind/m²), Kelimpahan Relatif (Kr) (%) dan Frekuensi Kehadiran (Fk) (%) Fitoplankton di Sungai Belawan pada Stasiun III, IV dan V

No.	Taksa	Stasiun 3			Stasiun 4			Stasiun 5		
		K	Kr	Fk	K	Kr	Fk	K	Kr	Fk
I	Chlorophyta									
A	Chlorophyceae									
	1. Chaetosphaeridium							1836,73	10,34	100,00
	2. Closteriopsis							1020,41	5,75	66,67
	3. Gonatozygon	693,88	22,97	66,67						
	4. Oocardium									
	5. Pediatrurn				367,35	8,91	66,67	1755,10	9,89	100,00
	6. Schroederia				163,27	3,96	33,33	285,71	1,61	33,33

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

No.	Taksa	Stasiun 3			Stasiun 4			Stasiun 5		
		K	Kr	Fk	K	Kr	Fk	K	Kr	Fk
	7. <i>Sphaeroplea</i>				204,08	4,95	33,33	2122,45	11,95	100,00
	8. <i>Stigeoclonium</i>									
	9. <i>Trochiscia</i>							367,35	2,07	33,33
	10. <i>Volvox</i>	285,71	9,46	66,67						
	11. <i>Zygnema</i>									
II	Chrysophyta									
B	Bacillariophyceae									
	12. <i>Asterionella</i>				612,24	14,85	100,00	2000,00	11,26	100,00
	13. <i>Gomphonema</i>	204,08	6,76	33,33	367,35	8,91	66,67	163,27	0,92	66,67
	14. <i>Coscinodiscus</i>				326,53	7,92	100,00	1510,20	8,51	100,00
	15. <i>Cylindrotheca</i>	163,27	5,41	100,00						
	16. <i>Gyrosigma</i>				81,63	1,98	33,33	489,80	2,76	66,67
	17. <i>Mastogloia</i>	367,35	12,16	100,00						
	18. <i>Melosira</i>				612,24	14,85	66,67	1755,10	9,89	66,67
	19. <i>Navicula</i>	81,63	2,70	33,33						
	20. <i>Nitzschia</i>	244,90	8,11	33,33						
	21. <i>Stauroneis</i>				326,53	7,92	66,67	163,27	0,92	33,33
	22. <i>Surirella</i>							163,27	0,92	66,67
	23. <i>Synedra</i>	448,98	14,86	66,67	163,27	3,96	33,33	244,90	1,38	100,00
	24. <i>Tabellaria</i>				204,08	4,95	33,33	1346,94	7,59	100,00
III	Cyanophyta									
C	Cyanophyceae									
	25. <i>Aphanizomenon</i>	367,35	12,16	100,00						
	26. <i>Coelosphaerium</i>							1673,47	9,43	100,00
	27. <i>Oscillatoria</i>	163,27	5,41	33,33	693,88	16,83	100,00	857,14	4,83	100,00
	Jumlah	3020,41	100,00		4122,45	100,00		17755,10	100,00	

Secara keseluruhan sungai Belawan didapatkan bahwa genus *Sphaeroplea* dengan nilai Kelimpahan, Kelimpahan relatif dan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 2122,45 ind/m² (K), 11,95 % (KR) dan 100 % (FK) pada stasiun V, dan terendah pada genus *Volvox* , *Stauroneis* (Stasiun I) , *Navicula* (Stasiun II), dan *Gyrosigma* (Stasiun IV) sebesar 163,27 (K), 0,92 % (KR) dan 66,67 % (FK).

4. Nilai Keanekaragaman (H^1) dan Keseragaman (E) di Sungai Belawan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diketahui Nilai Keanekaragaman (H^1) dan Keseragaman (E) di sungai Belawan sebagai berikut :

Tabel 4:
Nilai Keanekaragaman (H^1) dan Keseragaman fitoplankton (E) di sungai Belawan

	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV	Stasiun V
H^1	2,15	2,28	2,16	2,58	2,56
E	0,18	0,19	0,23	0,21	0,21

Dari Tabel 4 dapat dilihat nilai keanekaragaman (H^1) tertinggi pada stasiun IV sebesar 2,58 dan terendah pada stasiun I sebesar 2,15. Keanekaragaman fitoplankton di 5 stasiun tergolong rendah sampai sedang. Menurut Krebs (1985), keanekaragaman rendah bila $0 < (H^1) < 2,302$, keanekaragaman sedang bila $2,302 < (H^1) < 6,907$, dan keanekaragaman tinggi bila $(H^1) > 6,907$.

Dilihat dari nilai keanekaragaman stasiun I - V tergolong tercemar ringan, Menurut Lee *et al.*, (1978), nilai keanekaragaman (H^1) pada perairan dikatakan tercemar berat bila $(H^1) < 1$, tercemar sedang (H^1) 1,0-1,5, sedangkan tercemar ringan bila $(H^1) > 2,0$.

Nilai keseragaman (E) berkisar 0,18 – 0,23 dengan nilai keseragaman tertinggi pada stasiun III, terendah stasiun I. Menurut Krebs (1985) nilai keseragaman (E) berkisar 0-1, bila nilai mendekati 0 berarti keseragaman rendah karena adanya jenis yang mendominasi seperti *Sphaeroplea* dan *Asterionella*. Hal ini berarti jumlah individu pada jenis tidak seragam dan merata.

5. Nilai Analisis Korelasi

Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air yang dikorelasikan dengan Nilai keanekaragaman (Diversitas Shannon-Wiener) maka diperoleh nilai korelasi seperti pada Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5:
Nilai Analisis Korelasi yang Diperoleh antara parameter kualitas air dengan keanekaragaman fitoplankton

No.	Parameter	Keanekaragaman (H^1)
1.	Suhu ($^{\circ}$ C)	0,32
2.	Penetrasi Cahaya (cm)	-0,43
3.	Intensitas Cahaya (Cd)	0,41
4.	Kecepatan Arus (dtk/m)	0,02
5.	pH	-0,31
6.	DO (Mg/l)	0,94
7.	BOD ₅ (Mg/l)	0,52
8.	COD(Mg/l)	0,75

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa DO berpengaruh terhadap keanekaragaman fitoplankton sebagai bioindikator. Dimana DO selama penelitian berkisar 0,2-4,4 mg/L, nilai ini sebagian stasiun jauh dari kebutuhan organisme air dan sebagian lagi cukup mendukung kebutuhan fitoplankton (Rudiyanti, 2009), Sehingga DO mempunyai hubungan yang sangat kuat terhadap keanekaragaman fitoplankton.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan tentang Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Sungai Belawan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Fitoplankton yang didapatkan sebanyak 27 genus terdiri dari 3 kelas, dan 3 ordo.
2. Kelimpahan fitoplankton tertinggi pada genus *Sphaeroplea* dengan nilai Kelimpahan, Kelimpahan relatif dan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 2122,45 ind/m² (K), 11,95 % (KR) dan 100 % (FK) pada stasiun V, dan terendah pada genus *Volvox*, *Stauroneis* (Stasiun I), *Navicula* (Stasiun II), dan *Gyrosigma* (Stasiun IV) sebesar 163,27 (K), 0,92 % (KR) dan 66,67 % (FK).
3. Nilai keanekaragaman (H^1) tertinggi pada stasiun IV sebesar 2,58 dan terendah pada stasiun I sebesar 2,15. Keanekaragaman fitoplankton di 5 stasiun tergolong rendah sampai sedang.
4. Nilai keseragaman (E) tertinggi pada stasiun III sebesar 0,23 dan terendah stasiun I sebesar 0,18. Keseragaman tergolong rendah.
5. Tingkat pencemaran berdasarkan nilai keanekaragaman stasiun I- V tergolong tercemar ringan.
6. Fitoplankton yang mendominasi *Sphaeroplea* dan *Asterionella*.
7. Kualitas air yang berpengaruh keanekaragaman fitoplankton sebagai bioindikator adalah oksigen terlarut (DO).

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat terlaksana atas bantuan dan kontribusi berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi pada penelitian ini, terutama pada DIPA USU dengan program Penelitian Strategis Nasional 2010 yang telah memberikan bantuan dana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Cetakan ke-2 UGM Press, Yogyakarta. 10-14.
- Edmonson, W.T. 1963. *Fresh Water Biology*. Second Edition. Jhon Willey & Sons, inc., New York.pp. 274-285.

- Graham L.E. and Wilcox L.W. (2000), *Algae*. University Of Wisconsin Prentice –Hall Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Isnansetyo Alim dan Kurniastuty (1995), *Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton. Pakan Alam untuk pembenihan organism laut*, Kanisius, Yogyakarta.
- Lalli, C.M. & T.R. Persons. 1993. *Biological Oceanography : An Introduction*. Pergamon Press, New York. pp.186-187
- Nagel, V. P. 1989. Bildbestimmung-schlüssel der Saprobien. Gustav Fisher Verlag Stuttgart. 15-16.
- Naughton, S. J & L. Larry. 1990. *Ekologi Umum*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 165-166.
- Odum, E. P. 1994. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 373,397.
- Payne, A.I. 1986. *The Ecology of Tropical Lakes and Rivers*. John Wiley & Sons, New York. pp.75-83.
- Rudiyanti, S., 2009. Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol. 4, No.2, 2009 : 46-52.
- Sastrawijaya, A.T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta, Jakarta. 35,83-87.
- Thoba, H., 2002. Kelimpahan Plankton di Perairan Bangka- Belitung dan Laut Cina Selatan, Sumatera , Makara, Sains, Vol.8 No. 3, Desember 2004 : 96-102.
- Whitten, A. J, N. Hisyam, J. Anwar & S. J. Damanik. 1987. *The Ecology of Sumatera*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 192,209.

PERILAKU MAKAN LUTUNG KELABU (*TRACHYPITHECUS CRISTATUS*, RAFFLES 1812) DI HUTAN MANGROVE KECAMATAN GEBANG KABUPATEN LANGKAT

Pindi Patana¹, Onrizal¹, dan Marlin Andika²

¹ Staf Pengajar Departemen Kehutanan USU,
Jl. Tri Dharma Ujung No.1 Medan, email: pindipatana@gmail.com

² Mahasiswa Program Studi Budidaya Hutan,
Jl. Tri Dharma Ujung No.1 Medan,

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mempelajari perilaku makan lutung dan ketersediaan jenis pakan lutung kelabu jantan dan betina yang terdapat di hutan mangrove Kecamatan Gebang. Metode pengamatan pada penelitian ini menggunakan metode *focal animal sampling*. Peubah yang diamati dalam aktivitas harian makan lutung meliputi pemilihan jenis pakan. Untuk menduga ketersediaan pakan dilakukan analisis vegetasi dengan menggunakan metode kombinasi antara metode jalur dengan metode garis berpetak. Data yang telah diamati dianalisis secara kuantitatif dan deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lutung dalam satu hari rata-rata menggunakan waktu untuk aktivitas makan 14,34%, sedangkan aktivitas lain meliputi bergerak berpindah 28,03%, hubungan sosial 12,75%, beristirahat 33,61%, membersihkan diri 10,82%, dan 0,42% untuk kegiatan eliminasi. Lutung menyukai jenis pakan daun yang masih muda atau pucuk. Jenis pakan yang digunakan adalah daun, kulit kayu, dan bahkan serangga. Jenis-jenis pakan tersebut antara lain buah prepat (*Soneratia caseolaris*), daun dan kulit kayu gendurusa (*Morinda citrifolia*), daun kimia/seruni (*Wedelia biflora*), daun dan kulit kayu bakau (*Rhizophora apiculata*), ceplukan (*Passiflora foetida*), pedang-pedangan (*Derris trifolia*), nipah (*Nypa fructicans*).

Kata kunci: Perilaku makan, lutung kelabu, hutan mangrove, Kecamatan Gebang

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan formasi hutan yang tumbuh dan berkembang pada daerah landai di muara sungai dan pesisir pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Selain ditumbuhi oleh berbagai vegetasi yang khas, hutan mangrove merupakan habitat bagi berbagai

fauna, baik fauna khas mangrove maupun fauna yang berasosiasi dengan mangrove. Berbagai fauna tersebut menjadikan mangrove sebagai tempat tinggal, mencari makan, bermain atau tempat berkembang biak.

Lutung kelabu adalah salah satu satwa liar yang dilindungi, sesuai dengan SK Menteri Kehutanan dan Perkebunan No. 733/kpts-II/1999. IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resource*) menyatakan status konservasi lutung kelabu adalah *near threatened* (IUCN, 2008) Populasi lutung dialam mengalami penurunan setiap tahun yang disebabkan oleh tingginya tingkat perburuan untuk diperdagangkan serta berkurangnya habitat akibat perusakan dan bencana alam (Wirdateti *et al.*, 2009).

Lutung kelabu memiliki warna rambut yang hampir semuanya didominasi hitam keperakan. Warna kulit muka hitam atau abu-abu tua serta memiliki panjang tubuh jantan dan betina dewasa berkisar antara 470-550 mm, panjang ekor antara 600-750 mm. Lutung ini memiliki berat tubuh baik jantan atau betina dewasa berkisar antara 4,5- 15 Kg. Di Sumatera, warna hitam makin berkurang untuk individu-individu yang terdapat dibagian utara, sehingga warna kelabu tampak semakin jelas (Supriatna dan Wahyono, 2000).

Lutung kelabu tersebar di Sumatera Utara, Kalimantan Utara dan Semenanjung Malaysia. Lutung sering dijumpai pada hutan-hutan dataran rendah, rawa-rawa dan daerah pasang surut, terutama di sepanjang tepian sungai, namun kadang-kadang lutung ini dijumpai di daerah perkebunan karet, hutan primer pegunungan atau hutan sekunder daerah perbukitan hingga 600 meter diatas permukaan laut (Supriatna dan Wahyono, 2000). Pakan merupakan komponen habitat yang paling nyata. Di daerah penelitian termasuk wilayah tropis dimana di daerah ini terdapat dua musim hujan atau basah dan musim kering, untuk ketersediaan pakan sendiri tergantung pada jenis pohon yang berbunga dan berbuah pada waktu tertentu. Di hutan tropis pola berbunga dan berbuah pohon tidak mengikuti daur tahunan yang tetap seperti pada spesies pohon di daerah iklim sedang (Galdikas, 1978). Tiap jenis satwa mempunyai kesukaan untuk memilih pakannya, kesukaan pakan ini berhubungan dengan selera.

Hutan mangrove Kecamatan Gebang merupakan salah satu kawasan hutan yang terdapat Wilayah Kabupaten Langkat Sumatera Utara yang sangat penting fungsinya baik secara ekonomi dan ekologi, termasuk habitat bagi lutung dan satwa lainnya. Kawasan hutan mangrove Desa Pulau Banyak Kecamatan Gebang yang menjadi objek penelitian terletak antara Lintang Utara : $03^{\circ} 14' 00''$ – $04^{\circ} 13' 00''$ dan Bujur Timur: $97^{\circ} 52' 00''$ – $98^{\circ} 45' 00''$ dan terletak pada 0 – 4 meter di atas permukaan laut. Hutan mangrove bagi lutung sendiri memiliki fungsi sebagai tempat tinggal, beraktivitas, berkembang biak dan tentunya sebagai sumber pakan. Adapun data mengenai sumber pakan

lutung ini baik jenis tumbuhan maupun organisme lain sangat diperlukan untuk melihat ketersediaan makanan apakah mengalami kekurangan atau masih cukup tersedia mengingat sekitar hutan tersebut mengalami sedikit kerusakan akibat pembukaan perkebunan, pertanian dan tambak.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan pelestarian hutan mangrove agar tidak terjadi kerusakan yang berat sehingga jenis, populasi satwa dan sumber pakan di hutan tersebut tidak berkurang. Oleh sebab itu ekosistem mangrove tersebut layak dipertahankan sebagai bagian dari kawasan lindung. Mengingat data perilaku dan ketersediaan pakan lutung kelabu di Sumatera Utara belum tersedia, maka penelitian ini penting untuk dilakukan sebagai salah satu dasar pengelolaan kawasan mangrove dan arti penting kawasan mangrove bagi kelestarian satwa liar.

CARA KERJA

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan hutan mangrove Kwala Gebang Kecamatan Gebang Kabupaten Langkat. Penelitian ini dilakukan mulai Maret sampai Mei 2010. Pengamatan terhadap fokal selama 15 hari dengan ketentuan masing-masing individu baik jantan dan betina diberi waktu selama 5 hari. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah: (1) perilaku makan meliputi data aktivitas harian lutung yang didalamnya bergerak pindah (*M = moving*), istirahat (*R = resting*), makan (*F = feeding*), membuat sarang (*N = nesting*), sosial (*S = Social*), membersihkan diri (*G = Grooming*), eliminasi (*E = Eliminasi*), (2) kecepatan makan lutung jantan dan betina, (3) komposisi makanan meliputi identifikasi jenis tumbuhan ditemukan dan bagian tumbuhan yang mana yang dimakan, (4) Analisis vegetasi, melihat ketersediaan pakan.

Metode yang digunakan dalam pengambilan data untuk mengetahui perilaku makan lutung adalah *focal animal sampling* (Altman, 1974 dalam Basalamah, 2006). Untuk melihat ketersediaan pakan lutung dengan cara menganalisis vegetasi. Analisis vegetasi dilakukan dengan menggunakan metode jalur dengan metode garis berpetak. Ukuran permudaan yang digunakan dalam kegiatan analisis vegetasi hutan mangrove adalah sebagai berikut: (a). Semai: permudaan mulai dari kecambah sampai anakan setinggi kurang dari 1,5 m, (b). Pancang: permudaan dengan setinggi lebih dari 1,5 m sampai anakan berdiameter kurang dari 10 cm, dan (c). Pohon: pohon berdiameter 10 cm atau lebih. Analisis vegetasi untuk melihat struktur dan komposisi jenis dengan menghitung kerapatan relatif (KR), frekuensi relatif (FR) dan dominansi relatif (DR), sehingga diperoleh indeks nilai penting (INP) yang merupakan penjumlahan dari ketiganya. Untuk mengetahui keanekaragaman vegetasi dapat dipergunakan Indeks Shannon-Wiener:

$$(H') = -\sum (p_i \ln p_i)$$

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman
 p_i = proporsi nilai penting ke-i
 $\ln$ = Logaritma natural
 n_i = Jumlah individu jenis ke-i
 N = Jumlah individu semua jenis

dimana: $p_i = \frac{n_i}{N}$

Analisis data perilaku makan yang diperoleh akan menggunakan uji statistik non-parametrik. Hal ini untuk melihat perbandingan antara lutung jantan dan betina dewasa dengan rumus:

$$u1 = n1 \cdot n2 + \frac{n1(n1+1)}{2} - R1$$

$$u2 = n2 \cdot n1 + \frac{n2(n2+1)}{2} - R2$$

dimana:

u = Jenis fokal
 $n1$ = Banyak waktu makan jantan
 $n2$ = Banyak waktu makan betina
 R = Jumlah rangking

Hasil yang diperoleh untuk kecepatan makan merupakan perbandingan kecepatan makan antara lutung jantan dan lutung betina dewasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perilaku Makan

Selama penelitian terdapat 10 individu dalam 1 populasi lutung kelabu (*Trachypithecus cristatus* Raffles 1812), dan yang berhasil diamati sebanyak 3 individu, terdiri dari 2 betina dewasa dan 1 jantan dewasa (Table 1). Lama pengamatan tiap masing-masing individu sama yaitu 5 hari atau ± 60 jam. Seluruh individu tersebut dibedakan satu sama lain dengan mengidentifikasi atau memperhatikan karekteristik khusus yang dimiliki masing-masing individu.

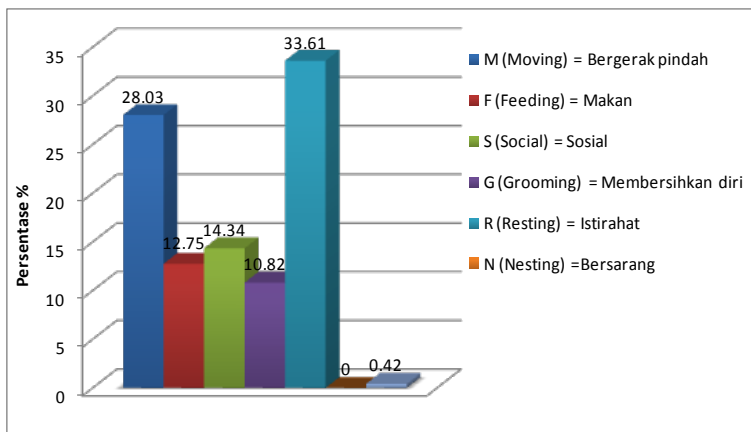
Tabel 1:
Karakteristik lutung jantan dan betina yang diamati

Nama lutung	Jenis kelamin	Estimasi taraf perkembangan	Ciri fisik dan perilaku
Avi	Betina (♀)	Dewasa	Tubuh sedikit gemuk dan ekor yang buntung
Becky	Betina (♀)	Dewasa	Tubuh yang sedikit kurus dan bulu sedikit gelap
Janu	Jantan (♂)	Dewasa	Tubuh besar, suara yang khas dan memiliki bulu yang teratur

Sumber: observasi lapangan (2010)

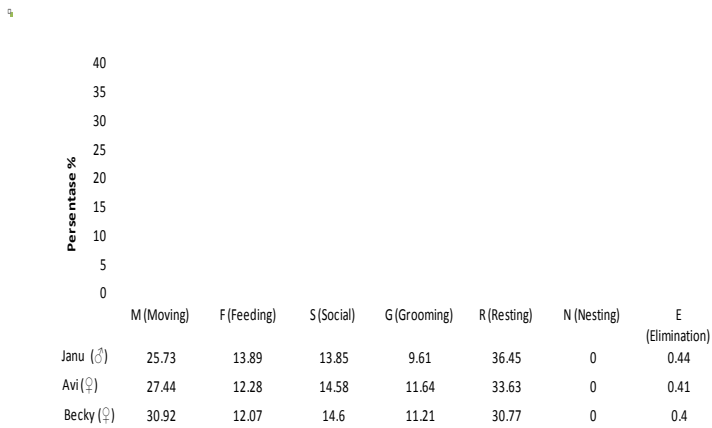
Aktivitas harian lutung kelabu terdiri dari makan, bergerak pindah, istirahat, sosial, membersihkan diri dan eliminasi. Lutung merupakan hewan diurnal yang memiliki pola perilaku harian secara umum sama dengan jenis primata diurnal yang lain, untuk itu selama pengamatan lutung memulai aktivitas pada pagi hari dilanjutkan dengan bergerak mencari makan, dan pada sore hari mencari tempat untuk tidur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prayogo (2006), bahwa lutung memulai aktivitas bergerak berpindah, sosial dan mencari makan setelah bangun pagi. Lokasi, jenis kelamin, umur, suhu, kelembaban udara serta ketersediaan pakan merupakan faktor yang mempengaruhi aktivitas lutung.

Persentase rata-rata aktivitas harian lutung paling besar adalah istirahat (33,61%), sedangkan aktivitas makan hanya 12, 75%. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh persentase rata-rata aktivitas lutung secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Persentase aktivitas harian lutung selama pengamatan

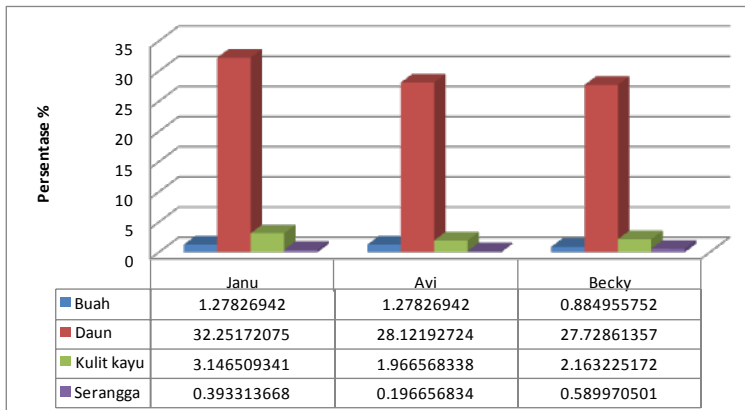
Pada umumnya aktivitas harian lutung dapat bervariasi setiap hari dan bahkan setiap bulan, namun perbedaan antar individu pada jenis kelamin yang berbeda tidak terlihat terdapat perbedaan yang cukup besar, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Persentase aktivitas harian lutung berdasarkan jenis kelamin

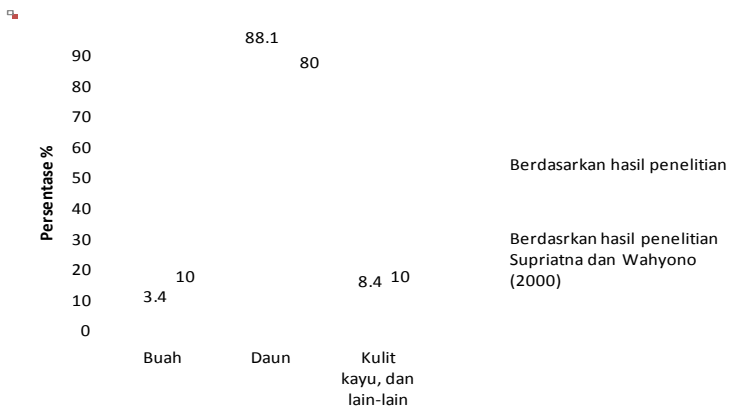
Pada saat musim kering atau disiang hari terjadi peningkatan waktu istirahat serta penurunan makan dan bergerak berpindah dan kembali mencari makan hingga sore. Aktivitas istirahat tertinggi umumnya terjadi pukul 10.30 – 14.00 WIB. Pada saat lutung melakukan aktivitas istirahat diasumsikan lutung tersebut tidak bergerak, sedangkan ketika lutung melakukan aktivitas lain (makan, eliminasi, sosial, dan bergerak berpindah) lutung melakukan pergerakan. Waktu istirahat penting dilakukan oleh lutung dan primata lainnya untuk mencerna dedaunan yang telah dikonsumsi (Alikodra, 1990). Aktivitas istirahat biasa dilakukan lutung setelah selesai melakukan aktivitas makan, ketika suhu udara tinggi dan pada waktu sore hari.

Berdasarkan pengamatan untuk persentase bagian yang dimakan pada tiap lutung tidak terlalu berbeda. Persentase daun merupakan bagian yang dimakan lutung sangat berbeda dengan persentase yang sangat tinggi dari yang lainnya. Untuk lebih jelas dapat dilihat persentase bagian yang dimakan pada tiap lutung pada Gambar 3.



Gambar 3: Persentase jenis pakan yang dimakan pada tiap focal

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lutung secara umum lebih banyak memakan daun dari pada buah, kulit kayu, maupun serangga. Hasil penelitian ini didukung oleh Supriatna dan Wahyono (2000) bahwa umumnya lutung lebih banyak memakan daun dari pada yang lainnya. Berikut hasil persentase pakan yang dimakan lutung berdasarkan hasil penelitian maupun hasil penelitian sebelumnya dapat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4: Persentase pakan lutung berdasarkan beberapa hasil penelitian

Selama pengamatan untuk aktivitas makan antara lutung jantan dan betina nilai persentasenya tidak terlalu banyak perbedaan. Hasil persentase untuk aktivitas makan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2:
Waktu makan lutung jantan dan betina selama waktu penelitian

Nama Lutung	Waktu makan hari ke-										Rata-rata waktu makan	
	I		II		III		IV		V			
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
Janu (♂)	72	14	65	11,5	85	16	77	12,6	80	15,2	379	13,8
Avi (♀)	61	11,5	69	13,5	57	10,7	73	13,5	65	11,9	325	12,2
Becky (♀)	66	11,8	68	12,6	70	13,6	54	9,7	68	12,4	326	12

Keterangan: Fr = frekuensi, % = persentase

Tabel 3:
Perhitungan Uji Mann-Whitney waktu makan antara lutung jantan dan betina

No	Janu (♂)		Avi (♀)	
	% waktu makan	Rangking	% waktu makan	Rangking
1	14,09001957	8	11,50943396	2
2	11,5248227	3	13,58267717	7
3	16,03773585	10	10,79545455	1
4	12,60229133	5	13,56877323	6
5	15,23809524	9	11,94852941	4
	R1 = 35		R2a = 20	

No	Janu (♂)		Becky (♀)	
	% waktu makan	Rangking	% waktu makan	Rangking
1	14,09001957	8	11,89189189	3
2	11,5248227	2	12,6394052	6
3	16,03773585	10	13,61867704	7
4	12,60229133	5	9,764918626	1
5	15,23809524	9	12,47706422	4
	R1 = 34		R2b = 21	

[Lutung janu dan Avi] $u_1 = n_1.n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 = 5 (5) + \frac{5(5+1)}{2} - 35 = 5$

$u_2 = n_2.n_1 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_{2a} = 5 (5) + \frac{5(5+1)}{2} - 20 = 20$

$u_{tabel} = 4; u_{hitung} > u_{tabel} \ ; \ 5 > 4$

Ho diterima (Ho = tidak ada perbedaan; H₁ = ada perbedaan)

Kesimpulan:
 Tidak ada perbedaan waktu makan antara lutung jantan dan betina.

$$[\text{Lutung Janu dan Becky}] \quad u_1 = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 = 5(5) + \frac{5(5+1)}{2} - 34 = 6$$

$$u_2 = n_2 \cdot n_1 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_{2b} = 5(5) + \frac{5(5+1)}{2} - 21 = 19$$

$$u_{\text{tabel}} = 4; \quad u_{\text{hitung}} > u_{\text{tabel}} \quad ; \quad 6 > 4$$

Ho diterima (Ho = tidak ada perbedaan; H₁ = ada perbedaan)

Kesimpulan:

Tidak ada perbedaan waktu makan antara lutung jantan dan betina.

Komposisi makanan lutung di lokasi penelitian terdiri dari daun (daun muda dan daun tua), buah, kulit kayu dan serangga. Daun merupakan pakan utama, hal ini terbukti sebesar 88,10% dari aktivitas makan dipergunakan untuk mengkonsumsi daun, selebihnya dipergunakan untuk mengkonsumsi buah, kulit kayu dan serangga yang merupakan makanan tambahan. Pada penelitian ini jenis pakan yang dimakan lutung jantan dan betina tidak berbeda jauh. Keanekaragaman jenis pakan di lokasi penelitian ditemukan Janu dan Becky sedikit lebih banyak jika dibandingkan lutung Avi, perbedaan ini disebabkan faktor jenis pakan yang disukai masing-masing yang berbeda dan jelajah Janu sedikit lebih luas dan memiliki lebih banyak jenis pohon atau tumbuhan. Kecepatan makan per bagian yang dibandingkan dengan jenis pakan yang sama antara lutung jantan dan betina disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4:
Perbandingan kecepatan makan lutung jantan dan betina

Jenis Pakan	Nama Latin	Bagian	Kecepatan makan/bagian (dtk)		
			Janu (jantan)	Avi (betina)	Becky (betina)
Prepat	<i>Soneratia caseolaris</i>	Daun	19,1	19,7	18,7
Prepat	<i>Soneratia caseolaris</i>	Buah	64,1	50	51,8
Prepat	<i>Soneratia caseolaris</i>	Kulit	71,6	18	43,6
Gendorusa	<i>Morinda citrifolia</i>	Daun	17,3	16	18,4
Nipah	<i>Nypa fruticans</i>	Kulit	65	87	67,7
Duri kait	<i>Caesalpinia bonduc</i>	Daun	13,4	10,6	13,9
Kimia/ Seruni	<i>Wedelia biflora</i>	Daun	14,4	14,8	14,3
Nasi-nasian	<i>Dalbergia menoides</i>	Daun	15,2	12,8	12,6
Bakau	<i>Rhizophora apiculata</i>	Daun	23,4	26,1	39,5
Air-airan	<i>Ryssopterys timoriensis</i>	Daun	16,7	16,4	16,7
Anggur rotan	<i>Glochidion littorale</i>	Daun	20,2	37	14,3

Sumber: pengolahan data (2010)

Kecepatan makan lutung untuk jenis pakan dengan aktivitas makan paling lama untuk satu bagian adalah kulit nipah (*Nypa fructicans*) yaitu sekitar 65-87 detik, sedangkan jenis pakan yang paling cepat dimakan adalah daun duri kait (*Caesalpinia bonduc*) yaitu sekitar 10,6-13,9 detik. Tidak terdapat perbedaan nyata antara lutung jantan dan betina. Lutung melakukan aktivitas makan dilakukan dengan cara duduk diatas pohon atau tumbuhan lain dan memakan pakan dengan cara mengambil pakan dengan kedua tangan dan memasukkannya kedalam mulut sampai pakan tersebut hampir semuanya habis. Hasil penelitian Nurwulan (2002), yang menyatakan bahwa lutung biasanya makan dengan posisi tubuh bergelantungan diatas pohon. Pakan yang dimakan lutung biasanya langsung dimakan ditempat atau dekat tempat meletakkan pakan, jarang sekali pakan yang diberikan dibawa ke tempat lain untuk dimakan, kecuali saat makan dekat dengan individu yang dianggap akan membahayakan.

Ketersediaan Pakan

Analisis vegetasi dilakukan dengan metode kombinasi antara metode jalur dengan metode garis berpetak, dimana petak yang diletakkan tegak lurus garis pantai menuju daratan dengan luas petak 120 m x 80 m didapat 95 plot. Dari petak ukur tersebut ditemukan 24 spesies tumbuhan dan yang merupakan pakan lutung terdiri dari 15 jenis tumbuhan yang merupakan pakan lutung. Hasil analisis vegetasi untuk indeks nilai penting (INP) dan indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener pada tingkat pertumbuhan semai, pancang, tiang, dan pohon disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5:
Indeks nilai penting dan indeks keanekaragaman jenis pada tingkatan tumbuhan

Tingkat pertumbuhan	Nama tumbuhan	Nama latin	INP (%)	Shannon-Wiener
Semai	Air-airan	<i>Ryssopterys timoriensis</i>	26,82	0,33
	Kimia/ Seruni	<i>Wedelia biflora</i>	24,12	0,30
	Ceplukan	<i>Passiflora foetida</i>	10,56	0,07
	Rumput nipon	<i>Ipomoea gracilis</i>	10,97	0,10
Pancang	Anggur rotan	<i>Glochidion littorale</i>	2,20	0,02
	Nasi-nasian	<i>Dalbergia menoeides</i>	3,72	0,01
	Duri kait	<i>Caesalpinia bonduc</i>	7,13	0,04
	Pedang-pedangan	<i>Derris trifolia</i>	5,40	0,03
	Bluntas	<i>Pluchea indica</i>	15,06	0,19
	Jeruju	<i>Acanthus ilicifolius</i>	29,62	0,07
	Tris-trisan	<i>Phragmites karka</i>	12,48	0,10
	Paku laut	<i>Acrostichum aureum</i>	19,65	0,23

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

Tingkat pertumbuhan	Nama tumbuhan	Nama latin	INP (%)	Shannon-Wiener
	Rotan hutan	<i>Paspalum vaginatum</i>	2,29	0,05
	Jeruju putih Waru	<i>Acanthus ebracteatus</i> <i>Hibiscus tiliaceus</i>	8,55	0,06
	Keladi air	<i>Cryptocoryne ciliata</i>	2,49	0,04
	Senggani / Kluruk	<i>Melastoma candidum</i>	8,42	0,04
	Bluntas	<i>Osbornia octodonta</i>	10,43	0,07
			15,06	0,19
		Total	200	1,73
Pancang	Bakau	<i>Rhizophora apiculata</i>	30,80	0,12
	Anggur rotan	<i>Glochidion littorale</i>	34,38	0,31
	Prepat	<i>Soneratia caseolaris</i>	44,70	0,31
	Gendorusa	<i>Morinda citrifolia</i>	21,55	0,19
	Kirai	<i>Allophylus cobbe</i>	22,94	0,19
	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	80,11	0,33
	Buta-buta	<i>Excoecaria agallocha</i>	37,76	0,24
	Nipah	<i>Nypa frucyicans</i>	96,71	0,33
	Putat laut	<i>Barringtonia astatica</i>	27,73	0,24
		Total	300	1,56
Pohon	Bakau	<i>Rhizophora apiculata</i>	40,930	0,12
	Anggur rotan	<i>Glochidion littorale</i>	42,053	0,20
	Prepat	<i>Soneratia caseolaris</i>	155,312	0,21
	Gendorusa	<i>Morinda citrifolia</i>	17,478	0,04
	Buta-buta	<i>Excoecaria agallocha</i>	39,518	0,18
	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	4,706	0,07
		Total	300	0,82

Sumber: pengolahan data (2010)

Komposisi tumbuhan di hutan mangrove Desa Kwala Gebang Kecamatan Gebang, memperlihatkan bahwa indeks nilai penting (INP) untuk tingkat pohon INP tertinggi adalah prepat (*Soneratia caseolaris*), sedangkan tingkat pancang adalah nipah (*Nypa fructicans*) dan tingkat semai jeruju (*Acanthus ilicifolius*). Prepat memiliki kelimpahan yang tinggi pada lokasi tersebut, banyak ditemukan dan mendominasi jenis tanaman khusus pohon, begitu pula dengan jenis tumbuhan jeruju di daerah habitat lutung. Faktor utama tingginya nilai INP prepat dan jeruju karena lokasi tersebut merupakan asosiasi mangrove. Nilai INP terendah untuk tingkat semai adalah anggur rotan (*Glochidion littorale*), pancang adalah Gendorusa (*Morinda citrifolia*) dan tingkat pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*).

Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener pada tingkat semai adalah 1,73 yang artinya keanekaragaman jenis pada semai adalah

rendah. Pada tingkat pancang adalah 1,56 yang artinya keanekaragaman jenisnya rendah dan pada tingkat pohon adalah 0,82 yang artinya keanekaragaman jenisnya rendah pula. Menurut Barbour et al (1987) dalam Onrizal (2007) yang menyatakan bahwa nilai H' berkisar antara 0-7 dengan kriteria: (a) 0-2 tergolong rendah, (b) 2-3 tergolong sedang, dan (c) 3 atau lebih tergolong tinggi.

Hasil perhitungan INP dan Shannon-Wiener menunjukan bahwa lokasi lutung tersebut memiliki ketersediaan pakan yang tergolong mencukupi dengan tingkat keanekaragaman jenis yang sedikit. Dari hasil penelitian untuk pemanfaatan bagian tumbuhan sebagai pakan lutung yang diperoleh dari analisis vegetasi dan aktivitas makan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6:
Nama tumbuhan dan bagian tumbuhan yang dimakan lutung

No	Nama tumbuhan	Nama latin	Bagian yang dimakan
1	Prepat	<i>Soneratia caseolaris</i>	Fr, L, Bk
2	Gendorusa	<i>Morinda citrifolia</i>	L, Bk
3	Nipah	<i>Nypa fruticans</i>	L, Bk
4	Duri kait	<i>Caesalpinia bonduc</i>	L
5	Kimia/ Seruni	<i>Wedelia biflora</i>	L
6	Nasi-nasian	<i>Dalbergia menoeides</i>	L, Sd
7	Bakau	<i>Rhizophora apiculata</i>	L, Bk
8	Air-airan	<i>Ryssopterys timoriensis</i>	L
9	Ceplukan	<i>Passiflora foetida</i>	L
10	Rumput nipon	<i>Ipomoea gracilis</i>	L
11	Pedang-pedangan	<i>Derris trifolia</i>	L
12	Anggur rotan	<i>Glochidion littorale</i>	L
13	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	L, Bk
14	Paku laut	<i>Acroctichum aureum</i>	L
15	Putat laut	<i>Barringtonia astatica</i>	L

Keterangan: Fr (*fruit*)= buah, L (*leave*) = daun, Fl (*flower*)= bunga, Bk (*bark*) = kulit kayu, Sd (*seed*)= biji.

Adanya ketersediaan pakan lutung kelabu di kawasan hutan mangrove Gebang, menunjukkan nilai penting kawasan tersebut secara ekologis. Di samping itu keberadaan satwa liar yang dilindungi juga diharapkan dapat bersinergi dalam upaya konservasi jenis satwa secara khusus dan habitat satwa secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Basalamah, F. 2006. *Studi Perilaku, Daerah Jelajah dan Aktivitas Harian pada Orangutan Sumatera (Pongo Pygmaeus Abelli) di Stasiun Penelitian Ketambe Aceh Tenggara*. Skripsi. Jakarta : Fakultas Biologi, Universitas Nasional.
- Galdikas, B.M.F. 1978. *Adaptasi Orangutan di Suaka Tanjung Puting Kalimantan Tengah*. Penerjemah C. Sugiarto. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- IUCN 2008. 2008. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. [16 Januari 2010].
- Nurwulan, N. 2002. *Pola pemberian pakan lutung perak Kalimantan (Trachypithecus villosus) di Taman Margasatwa Ragunan*. Laporan Magang. Bogor: Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Onrizal. 2007. *Teknik Pengenalan & Analisis Vegetasi Hutan Mangrove*. Buku Panduan Praktek Pengenalan dan Pengelolaan Hutan (P3H). Medan: Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian USU.
- Prayogo, H. 2006. *Kajian tingkah laku dan analisis pakan lutung perak (Trachypithecus cristatus) di Pusat Primata Schmutzer Taman Margasatwa Ragunan*. Tesis. Bogor: Program Studi Primatologi, Institut Pertanian Bogor.
- Supriatna, J dan Wahyono. 2000. *Panduan Lapangan Primata Indonesia*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Wirdateti, A.N., Pratiwi, D., Diapari., Tjakradidjaja, A.S. Tjakradidjaja. 2009. Perilaku Harian pada Lutung Kelabu Betina (*Trachypithecus cristatus*) di Penangkaran PPS-Ciawi, Gadog. *Zoo Indonesia* 18(1): 33-40.

ANALISIS SPASIAL WILAYAH BERPOTENSI UNTUK BUDIDAYA LEBAH MADU DALAM PERSPEKTIF SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Siti Latifah

PS Kehutanan, F. Pertanian USU
kehutanan_tifa@yahoo.co.id

Abstrak

Perlebahan merupakan rangkaian kegiatan pemanfaatan lebah dan produk-produknya serta vegetasi penunjangnya untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya bagi kepentingan masyarakat dengan memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Perlebahan dapat membantu peningkatan produksi tanaman pertanian terutama buah-buahan dan sayur-sayuran oleh karena meningkatnya penyerbukan tanaman atas bantuan serangga lebah. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengetahui dan memetakan wilayah-wilayah berpotensi untuk dijadikan tempat budidaya madu sebagai bahan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan areal dan kawasan hutan. Persyaratan lokasi yang baik untuk budidaya lebah madu adalah disekitar tempat pemeliharaan lebah tersedia cukup tanaman pakan lebah, tempat terbuka, wilayah dengan kelerengan 15-25%, jarak dengan sumber air minimal 200-300 meter, jauh dari keramaian, polusi dan pencemaran.

Kata kunci: Perlebahan, wilayah berpotensi, analisis spasial, SIG

PENDAHULUAN

Hutan sebagai pendukung kesehatan hidup manusia yang bernilai tinggi, harus dilihat sebagai penghasil multi-produk, baik kayu maupun non-kayu hendaknya dikelola totalitas dengan pendekatan multi-sistem silvikultur. Salah satu produk hutan non kayu adalah madu (perlebahan). Melalui perlebahan dapat member nilai lebih untuk hasil hutan non kayu (Zuhud, 2008). Indonesia dikenal memiliki potensi yang cukup besar dalam pengembangan perlebahan yang berupa kekayaan sumber daya alam hayati seperti berbagai jenis lebah asli Indonesia dan beraneka ragam jenis tumbuhan sebagai sumber pakan lebah, kondisi agroklimat tropis, dan jumlah penduduk yang tinggi.

Menurut hasil Sensus tahun 2000, jumlah penduduk Indonesia pada tahun 1999 adalah 202 juta orang dan pada tahun 2001 diperkirakan akan meningkat menjadi 210 juta orang. Pada saat ini konsumsi madu di

Indonesia masih tergolong rendah diperkirakan 15 gram/orang/tahun. Dengan demikian pada tahun 2001 kebutuhan madu sebesar 3.150 ton. Selain itu, kebutuhan akan bahan baku madu untuk bahan dasar obat-obatan, kosmetik, diperkirakan juga terus meningkat.

Tingkat permintaan tersebut belum dapat diimbangi oleh peningkatan produksi madu dalam negeri. Produksi madu dalam periode lima tahun dari tahun 1996 hingga 2000 mengalami fluktuasi dengan produksi terendah 1.538 ton pada tahun 1999 dan produksi tertinggi sebesar 2.824 pada tahun 1998. Dalam kurun waktu itu Indonesia mengalami kekurangan madu dan untuk menutupi kekurangan ini dilakukan impor madu yang berasal dari beberapa negara seperti Vietnam, RRC dan Australia (Dephut, 2001)

Disamping itu produksi maupun ekspor madu dunia mengalami peningkatan pula, dengan melihat kondisi ini maka dapat dikatakan bahwa usaha perlembahan di millenium ketiga terlihat cerah dan prospektif baik dari sisi pemenuhan kebutuhan dalam negeri maupun ekspor.

Berbagai masalah yang dihadapi dalam pengembangan perlembahan meliputi bidang produksi, pemasaran, permodalan, penelitian dan pengembangan serta kelembagaan dan peraturan perundangan. Dalam makalah ini titik berat masalah difokuskan pada masalah produksi khususnya penentuan wilayah berpotensi untuk pengembangan perlembahan.

PEMBAHASAN

A. Perlembahan

Lebah merupakan insekta penghasil madu yang telah lama dikenal manusia. Lebah menghasilkan produk yang sangat dibutuhkan untuk dunia kesehatan yaitu royal jelly, pollen, malam (lilin) dan sebagainya.

Indonesia dikenal memiliki potensi yang cukup besar dalam pengembangan perlembahan yang berupa kekayaan sumber daya alam hayati seperti berbagai jenis lebah asli Indonesia dan beraneka ragam jenis tumbuhan sebagai sumber pakan lebah, kondisi agroklimat tropis, dan jumlah penduduk yang tinggi. Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki jenis lebah asli paling banyak di dunia. Jenis lebah asli tersebut yaitu:

A. Lebah hutan (*Apis dorsata*).

Jenis lebah ini merupakan jenis lebah yang belum dapat dibudidayakan, umumnya hidup secara alami di hutan Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan kepulauan Nusa Tenggara. Sampai saat ini lebah hutan merupakan jenis lebah yang penting bagi perlembahan Indonesia karena kontribusinya berupa produksi madu yang cukup tinggi,

disamping itu kegiatan pemungutan madu lebah hutan merupakan salah satu peluang kegiatan bagi masyarakat di sekitar hutan.

B. Lebah Lokal (*Apis cerana*)

A. cerana merupakan species lebah lokal yang umum dibudidayakan oleh masyarakat di pedesaan sebagai kegiatan sampingan. Meskipun produktifitasnya tergolong rendah, namun lebah ini sangat cocok dikembangkan untuk peningkatan kesejahteraan dan gizi masyarakat karena mudah diperoleh dan harganya relatif rendah.

C. Lebah Kerdil (*Apis florea*)

Keberadaan lebah ini menjadi perdebatan ilmiah, karena hanya ditemukan spesimennya di museum. Sedangkan di lapangan, saat ini tidak pernah dilaporkan keberadaannya.

D. Lebah Kerdil/Kecil (*Apis andreniformis*)

Jenis lebah ini mirip dengan *A. florea*, dengan membuat sarang tunggal pada semak – semak. Produktivitas lebah ini tergolong rendah dan kurang begitu ekonomis dilihat dari produksi madunya. Penyebaran lebah ini dilaporkan terdapat di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Nusa Tenggara.

E. Lebah Merah (*Apis koschevnikovi*)

Jenis lebah ini sedikit lebih besar dari *A. cerana* dengan warna bulu yang kemerahan, hingga kini belum diusahakan secara komersial dan penyebarannya terdapat di Kalimantan dan Sumatera.

F. Lebah Gunung (*Apis nuluensis*)

Jenis lebah ini juga masih menjadi perdebatan keberadaannya di Indonesia. Sejauh ini sudah dilaporkan keberadaannya di dataran tinggi Serawak, namun diduga terdapat pula di Kalimantan. Ukuran lebah ini hampir sama dengan *A. cerana*.

G. Lebah Lokal Sulawesi (*Apis nigrocincta*)

Jenis lebah ini mirip dengan *A. cerana* dan hanya terdapat di Sulawesi, hanya warna tubuhnya lebih kuning.

H. Lebah Tanpa Sengat (*Trigona spp*)

Lebah ini merupakan lebah asli Asia dari genus *trigona* yang memiliki karakteristik spesifik yaitu madu yang dihasilkan mempunyai rasa asam namun tahan terhadap fermentasi dan bersifat jarang sekali hijrah serta harga produk madunya lebih tinggi dibandingkan dengan madu produk lebah genus *Apis*.

Tanaman Pakan Lebah

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang memiliki keaneka ragam hayati yang sangat tinggi, baik berupa tumbuhan alam maupun tanaman hasil budidaya. Berbagai jenis vegetasi yang ada merupakan tumbuhan penghasil pollen dan nektar sebagai sumber pakan lebah. Beberapa tumbuhan yang potensial dan telah dikenal sebagai sumber pakan lebah seperti tanaman kehutanan (kaliandra, aren, petai, eukaliptus dll), tanaman buah-buahan (rambuatan, kelengkeng, durian, mangga, dll), tanaman perkebunan/industri (kapok randu, kelapa, karet, dll)

Syarat Lokasi Perlebaran

Tutupan Lahan. Kita ketahui bahwa yang menjadi pakan lebah adalah bunga-bunga dari tanaman pertanian ataupun tanaman kehutanan. Maka, sebaiknya kegiatan budidaya lebah madu dilakukan di sekitar lahan pertanian atau tanaman kehutanan. Bisa juga ditenakkan di lahan agroforestri.

Ketinggian Tempat. Wilayah subtropis Indonesia sangat ideal untuk mengembangkan biakan dan membudidayakan lebah, karena rata-rata suhu udaranya 26°C - 35°C . Sedangkan untuk dataran yang ketinggiannya di atas 1.000 meter dari permukaan laut kurang cocok untuk pembudidayaan lebah, karena suhu udaranya dibawah 15°C . Hal ini akan menyebabkan lebah malas keluar sarang dan memilih bermain-main di dalam sarang, yang akan mengakibatkan kekurangan bahan makanan karena lebah pekerja (betina) enggan mencari nektar dan tepung sari. Lokasi yang cocok untuk beternak lebah madu ini adalah di lereng pegunungan atau dataran tinggi yang bersuhu normal (di atas 25°C).

Tidak semua jenis lebah bisa hidup pada berbagai ketinggian, hal ini erat kaitannya dengan suhu dan sumber pakannya. Ada jenis lebah yang bisa hidup sampai ketinggian 1200 mdpl dan ada yang bisa hidup pada berbagai ketinggian tertentu. Seperti *Apis laboriosa* jenis lebah ini hanya terdapat di pegunungan Himalaya pada ketinggian tempat lebih dari 1.200 m dari permukaan laut (dpl), jenis *Apis andreniformis* hanya bisa ditemukan sampai pada ketinggian 500 mdpl.

Kelerengan Tempat. Kelerengan suatu tempat mempengaruhi keberadaan lebah. Semakin tinggi kelerengan, maka kelembaban juga semakin tinggi, tetapi, lebah menghendaki tempat yang tidak terlalu lembab dan tidak terlalu kering, yang pasti lebah mampu menciptakan kondisi lembab disekitarnya apabila air di daerah tersebut tersedia dan cuaca mendukung. Kondisi yang terlalu lembab bisa mengakibatkan timbulnya bakteri maupun jamur disekitar sarang yang dapat berakibat terhadap pembusukan telur dan berkurangnya kesehatan lebah. (Bina

Apiari, 2010). Kelerengan tempat yang cocok untuk ternak lebah madu adalah kelerengan pada kelas yang sedang, yaitu 15%-25%.

Jarak dari Sungai. Lokasi peternakan lebah tidak boleh terlalu panas atau terlalu dingin karena dapat mempengaruhi produksi madu. Jarak antar stup hendaknya paling sedikit dua meter. Jarak lokasi dengan sumber air (sungai) minimal 200-300 meter agar memudahkan lebah menyejukkan sarangnya di musim kemarau. (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Jarak dari Pemukiman. Kegiatan manusia yang tak lepas dari polusi dan pencemaran sebaiknya dihindarkan dari stup-stup tempat lebah berada. Jika lebah berada di tempat yang banyak terjadi polusi, maka lebah akan kesulitan untuk menjangkau sumber-sumber makanan yang jaraknya jauh karena kurang peka terhadap penciumannya.. Untuk itu, tempat budidaya lebah madu sebaiknya berada di daerah yang jauh dari pemukiman dan aktivitas manusia. Tetapi, stup-stup lebah harus dipantau setiap harinya layaknya hewan ternak lainnya.

Sistem Informasi Geografi (SIG)

Sistem informasi geografis merupakan suatu sistem berbasis komputer, yang dipergunakan untuk menyimpan, mengolah, mengelola dan menganalisa data baik data spasial maupun data alphanumerik serta menyajikan informasi secara visual.. Karena data yang dikelola dalam basis data ini berkaitan dengan ruang atau posisi geografis data dimaksud, maka data ini disebut data spasial. Penggunaan SIG dalam analisa spasial utamanya digunakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan pencarian lokasi dan luas areal yang sesuai dengan kriteria tertentu, atau pencarian data dan informasi yang ada pada suatu tempat dan lokasi tertentu (Apan, 1999).

Analisis Spasial Wilayah Berpotensi untuk Budidaya Lebah

Aplikasi SIG dalam mengestimasi wilayah-wilayah berpotensi perlembaan dilakukan dengan menganalisa persyaratan lokasi yang baik untuk budidaya madu (Wayan, 2005). Pada aplikasi ini, kita melihat potensi wilayah untuk budidaya madu dari berbagai aspek berdasarkan data penunjang, dan pengalaman lapang peternak lebah. Suatu daerah dikategorikan berpotensi untuk produksi lebah madu potensial apabila secara biofisik lebah bisa memproduksi madu yang baik, dan secara infrastruktur dan secara legal masyarakat bisa dijangkau oleh masyarakat untuk pemanenan.

Proses pengolahan data dasar dilakukan dengan membuat kelas – kelas pada kriteria wilayah yang berpotensi untuk budidaya lebah madu. Kawasan yang berpotensi untuk budidaya lebah madu diperoleh dengan cara *weighted overlay*, berdasarkan skema pembobotan yang dibuat

berdasarkan pengalaman pemodel (Tabel 1). Hasil *weighted overlay* nilai-nilai kawasan yang berpotensi akan diklasifikasikan berdasarkan skor dari masing-masing variabel. Penentuan skor dari masing-masing variabel diperoleh dengan metode skoring. Besarnya nilai skoring dan bobot penilaian berdasarkan asumsi dari tingkat kepentingan persyaratan lokasi yang mendukung produktivitas lebah madu. Wilayah yang berpotensi untuk budidaya lebah madu dievaluasi dengan pendekatan persamaan sebagai berikut :

$$V = a[LU] + b[S] + c[K] + d[J] + e[JS]$$

Keterangan :

- V = Wilayah yang berpotensi untuk budidaya lebah madu
- LU = *Land Use* (penggunaan lahan)
- S = *Slope* (kelerengan)
- K = Ketinggian
- J = Jarak Dari Pemukiman
- JS = Jarak Dari Sungai
- a, b, c, d, e = konstanta

Bobot dan skor untuk persyaratan lokasi perlebahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1:
Persyaratan lokasi untuk estimasi kawasan yang berpotensi dalam budidaya lebah madu

No	Persyaratan lokasi	Bobot	skor
1	Kelerengan (%)	1	
	0-8		3
	8-15		7
	15-25		9
	>40		1
2	Ketinggian tempat (mdpl)	2	
	140- 200		3
	200-500		7
	500-1000		9
	1000-1400		5
	>1400		1
3	Jarak Dari Pemukiman(m)	2	
	0-200		1
	200-400		3
	400-600		5
	600-800		7
	>800		9

No	Persyaratan lokasi	Bobot	skor
4	Jarak dari sungai (m)	3	
	0-200		9
	200-400		7
	400-600		5
	600-800		3
	>800		1
5	Penutupan lahan	3	
	Lahan kosong		1
	Badan air		2
	Pemukiman		3
	Semak belukar		5
	Hutan		7
	Pertanian lahan kering		9

Hasil penjumlahan skor (skor akhir) selanjutnya diklasifikasikan untuk menentukan wilayah yang berpotensi untuk budidaya lebah madu, dimana:

Skor Akhir = (1*[skor kelerengan])+(2*[skor ketinggian])+ (3*[skor jarak dari pemukiman] + (3*[skor jarak dari sungai])+ (3*[skor tutupan lahan])+

Hasil skoring akan menentukan kriteria mana yang memiliki pengaruh terbesar terhadap tempat yang berpotensi untuk budidaya lebah madu. Adapun beberapa kriteria dan sub kriteria dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil scoring akhir selanjutnya diklasifikasikan lagi sesuai dengan kebutuhan, misalnya dibuat menjadi 3 kelas. Contoh hasil akhir dari pengkelasan daerah yang berpotensi untuk budidaya lebah madu dapat dilihat pada Tabel 2.

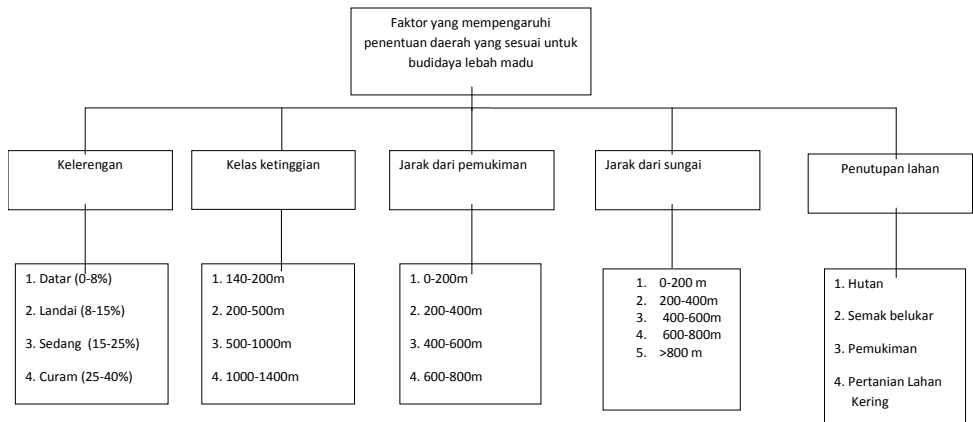
Tabel 2:
Kelas potensi daerah untuk budidaya lebah madu

No,	Skor	Kelas
1	≤ 50	Rendah
2	50-74	Sedang
3	> 74	Tinggi

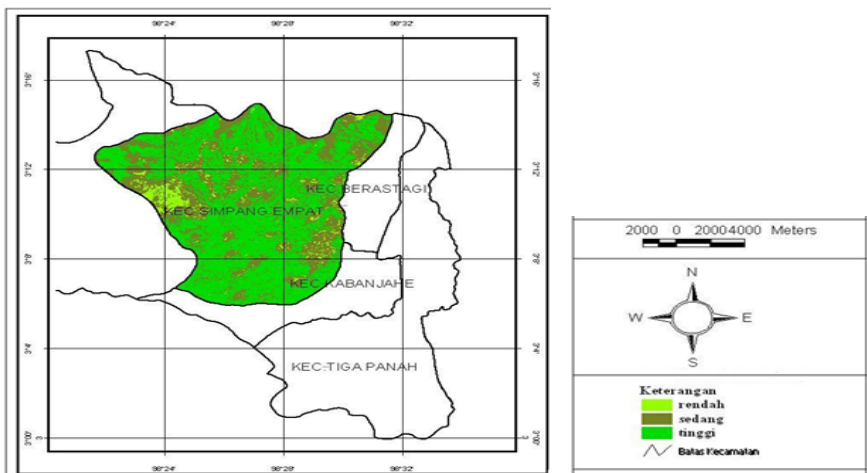
Contoh distribusi spasial daerah yang berpotensi untuk budidaya lebah madu dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil yang diperoleh sangat tergantung kepada asumsi yang dipakai, semakin dekat asumsi yang dipakai dengan kenyataan , semakin akurat estimasi yang dihasilkan. Keterbatasan data juga mempengaruhi

hasil estimasi, contoh: citra yang tertutup awan dan ketiadaan peta kontur untuk sebagian area menjadi faktor penghambat dalam mendapatkan estimasi dari seluruh area.



Gambar 1: Kriteria dan Sub criteria



Gambar 2:
Sebaran daerah berpotensi untuk budidaya lebah madu

KESIMPULAN

Sebagai salah satu upaya dalam pengembangan perlebahan perlu dilakukan pembangunan data dasar di bidang perlebahan seperti perencanaan penentuan wilayah berpotensi untuk perlebahan. Kriteria untuk persyaratan daerah berpotensi perlebahan dapat diestimasi dengan mempertimbangkan kondisi kelerengan, tinggi tempat, jarak lokasi dari

pemukiman, jarak dari sungai, serta tipe penutupan lahan. Aplikasi SIG dalam pembangunan data dasar tersebut diharapkan dapat meningkatkan proses efisiensi pekerjaan.

SARAN

Pemetakan wilayah-wilayah berpotensi untuk dijadikan tempat budidaya lebah madu dapat menjadi bahan informasi bagi pihak yang membutuhkan dalam perencanaan budidaya lebah madu. Perlu dilakukan verifikasi lapang untuk menduga daerah –daerah berpotensi bagi pembudidayaan lebah madu mengingat nilai ekonomi yang tinggi dapat diperoleh dari hasil hutan non kayu melalui lebah madu tanpa harus merusak kayunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apan, A. A., 1999. *GIS Applications in Tropical Forestry*. Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland, Toowoomba, Queensland, Australia.
- Bantayan, N.C. 2006. *Gis in the Philippines : Principles and Applications in Forestry and Natural Resources*. First Edition. Published by PARRFI and AKECU. Philippines
- Departemen Kehutanan. 2001. <http://www.dephut.go.id/informasi/HUMAS/Lebah.htm>
- Budianto, Eko. 2002. *Sistem Informasi Geografis Menggunakan Arc View GIS*. Penerbit ANDI.Yogyakarta.
- Perhimpunan Hanjuang Mahardika Nusantara 2009. Kondisi Perlebahan Di Indonesia. <Http://Hanjuang-Mahardika.Blogspot.Com/2009/02/perlebahan-di-indonesia.html>
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Budidaya Beternak Lebah Madu*. Nuansa Aulia. Bandung.
- Wayan, I. N. 2005. *Belajar Sendiri Menganalisis Data Spasial Dengan ArcView GIS 3.3 Untuk Pemula*. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Zuhud, EAM. 2008. *Potensi Hutan Tropika Indonesia sebagai Penyangga Bahan Obat Alam untuk Kesehatan Bangsa*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

AGE-SPECIFIC LIFE TABLE OF LIME BUTTERFLY *PAPILIO DEMOLEUS* L. (LEPIDOPTERA: PAPILIONIDAE) IN THE TROPICAL FRUITS FARM

Suwarno

*Dept. of Biology Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Syiah Kuala
University*

Jl. Syekh Abdur Rauf No. 3 Darussalam, Banda Aceh 23111, e-mail.
j_suwarno@yahoo.com

Abstract

Age-specific life table of *Papilio demoleus* L. (Lepidoptera: Papilionidae) was investigated for four months (April to July 2006) in the tropical fruits farm, Tasek Gelugor, Pulau Pinang, Malaysia. Development of *P. demoleus* was observed alternate day. Survivorship (from egg to adult) of *P. demoleus* was 2.15%. The mortality (q_x) of larvae *P. demoleus* was different in each stage, where the highest mortality was found in the fifth instar larvae (78.15%). Predators caused the highest mortality in all stages (90.88%), except the pupal stage. The most important mortality agents in the eggs and young larvae of *P. demoleus* were spiders, meanwhile in the older larvae were *Sycanus dichotomus* and *Podisus* sp. Two of vertebrates, the birds and garden lizard also play important role on decreasing of population of *P. demoleus*, particularly in late instar. *Ooencyrtus papilioni* and *Pteromalus puparum* were the parasitoids which attack the eggs and pupae of *P. demoleus*, respectively.

Keywords: Age-specific life table, *Papilio demoleus*, larvae, predators and parasitoids.

INTRODUCTION

In ecological study, life table is a most important analytical tool, which provides detailed information of population dynamics to generate simple but more informative statistics (Ali & Rizvi, 2010). It also gives a comprehensive description of development, survival, and reproduction of a population (Southwood & Henderson, 2000). Age-specific life table shows organism's mortality or survival rate as a function of age and help in the construction of survival curves. Such curves in turn are useful for detecting weak links (most susceptible or vulnerable stages) in life history of a pest (Norris *et al.*, 2003) that can be exploited for control purposes.

In nature, mortality in many insect species occurs before the adult stage is reached. Each factor causes mortality at different life stage and species of insects. Some factors may cause mortality only in egg stage or larval stage, while other factors could cause mortality at both stages (Yu *et al.*, 2005). Predators and parasitoids were the important mortality agent for immature stage of the insects (Stefanescu *et al.*, 2006)

Papilio demoleus was reported in many countries as a serious pest on *Citrus* farm such as in Pakistan (Munir, 2004), Indonesia (Matsumoto and Noerdjito, 1996) and Malaysia (Malaysian Tropical Fruit Information System, 2004). Furthermore, *P. demoleus* could be a serious citrus pest throughout the Caribbean and Florida (Homziak & Homziak, 2006).

In Malaysia this pest is gaining important. Based on observations at several *Citrus* plantations in Malaysian Peninsular, it was found that *P. demoleus* attacked citrus plants. *Papilio demoleus* attacked the citrus plantations throughout the year and its populations fluctuate depending on several factors such as natural enemies, food resources and weather.

A greater understanding of caterpillar behavioral ecology and naturally occurring mortality agents will enhance our abilities to effectively manage caterpillar populations. The objectives of this study were, to construct the age-specific life tables of *P. demoleus* and to identify the mortality factors of various life stages of the butterflies.

MATERIALS AND METHODS

Description of study site

The study of age-specific life table of *P. demoleus* were conducted in the tropical fruits farm, Tasek Gelugor, Pulau Pinang, Malaysia, located at 5° 28' 60 North latitude, and 100° 30' 0 East longitude. In the farm was planted several tropical fruits, such as star fruit (*Averrhoa carambola*), citrus (*Citrus microcarpha* and *C. reticulata*), mango (*Mangifera indica*), guava (*Psidium guajava*), jackfruit (*Artocarpus integra*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), sour sop (*Annona muricata*), water apple (*Psidium aquatica*), etc.

In the east part of farm, 210 (50-75 cm height) seedlings of *Citrus reticulata* were planted in six rows, with each row containing 35 seedlings that were planted in 4.5 m between the rows. Regular farming practices, such as fertilization, irrigation, and insecticidal applications were carried out to ensure a proper and healthy growth. A month prior to observation, insecticide applications were terminated and weeding was carried out manually.

Life table data collection

The study of the age-specific life tables of *P. demoleus* was conducted from April to July 2006. Before the start of observation, all immature stages of *P. demoleus* was removed from the seedling of citrus. The number of eggs oviposited, surviving larvae, dead eggs and larvae and their mortality factors in the study area were determined by direct counting (Suwarno, 2010) every alternate days because the minimum durations of the egg, first and second instar larva stadia were two days. All stages of larvae and their respective causes of mortalities (egg, first to fifth instar, pupae and emerging adult) were recorded (Okolle, 2007).

Mature eggs and pupae with signs of parasitism (dark upper surface of eggs and black spot on the pupae) were taken to the laboratory until the natural enemies emerged (Munir, 2004; Okolle, 2007).

Life Table Construction and Analysis

To obtain complete information of each life stage of *P. demoleus* life tables was constructed using the data from continuous field observations on all stages of life cycles. The data of all generations in each season were pooled at the end of observation into respective stages (Southwood & Henderson, 2000). Causes of mortality were recorded from the observations. Then, the age specific life table was constructed. The life table calculation followed the method of Southwood & Henderson (2000). In this study, the data were summarized into columns of life table analysis whereby:

X = age interval

l_x = number of living individuals at the start of age.

d_x = number of dying individuals during the stage interval X to $X+1$

D'_x = number of deaths from different agents

q'_x = mortality from different agent (D'_x / l_x)

q_x = total mortality of each stage ($q'_{x1} + q'_{x2} + q'_{x3} + \dots + q'_{xn}$)

s = survival during the stage interval ($1 - q_x$)

Life table data were subjected to "key-factor" analysis. In this study, the key factor analysis, were carried out following Ali & Rizvi (2010), whereby:

$$K = k_e + k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_p$$

Where:

K = total generation mortality

k_e = mortality of eggs

k_1 = mortality of first instar larvae

k_2 = mortality of second instar larvae

k_3 = mortality of third instar larvae

k_4 = mortality of fourth instar larvae

k_5 = mortality of fifth instar larvae

k_p = mortality of pupa

Mortality Agents Analysis

The egg mortality factor was divided into six categories followed of Suwarno (2010). First, if the eggshell was broken or there was a remnant of shell with no leaf damage around the egg shell, the mortality factor was classified as caused by predators. Second, if the egg has a black spot with the absence of a red spot on its upper area and it did not hatch until the third observation (5 or 6 days), the egg was taken to the laboratory and kept in plastic vials for up to 10 days. Parasitoids would likely emerge from the egg. Therefore the mortality factor in this case was considered as parasitoids. Third, if no parasitoids emerge from the egg, it would be dissected under a light microscope. Sometimes parasitoids may fail to develop inside the eggs and the eggs too failed to hatch. Here, parasitoids were also the cause of the egg mortality. However, when no parasitoid was found after dissection, the egg was considered as failed to hatch due to natural causes. Fourth, in the absence of both eggshell and damaged leaves around eggs but there were heavy or moderate rainfalls two days prior to the observation; mortality was classified as caused by rain. Meanwhile, in the absence of damaged leaves and rain or there was only light rain on two preceding days before the observation, the mortality was categorized as first instar mortality. Fifth subsequently, broken eggs that fell to the ground or went missing were considered dead due to human error. Finally, for the eggs found on the ground or which were missing due to attack by leaf feeders such as curculionid beetle and grasshopper they considered eaten by this insects hence then mortality factor.

For the larval stage, four mortality factors were identified; predator, parasitoid, rain, and human error. The characteristics of the last three factors were similar to those described for the egg stage. Predations in the larvae were concluded through several evidences, such as the presence of larval fluid or larval skin or dead larval bodies on the host plant (Suwarno, 2010). Predators, such as spiders and ants usually lived together with the larvae on the same plant.

Predators and parasitoids were the major mortality agents in the pupal stage. Missing pupae were classified as being killed by the predators. The presence of black spots on the pupal body was an indicator of parasitism. Pupa was collected from the field and kept in a plastic vial in the laboratory until a parasitoid emerged. The parasitoid and predator were identified to the lowest possible taxa using keys of Zhang *et al.*

(2005) and Hayat & Khan (2007). The spiders were identified using Comstock (1971). They were also compared to several available photographs in various websites on the internet.

Data Analysis

The data of life table were analysed descriptively followed the method of Southwood & Henderson (2000). The number of mortality and survivorship of each stage were analysed in percentages.

RESULTS AND DISCUSSION

In the present study showed that *P. polytes* suffered high mortality during its immature stages as fewer adults were finally emerged at the end of the life cycle. Percentages of eggs of *P. demoleus* that successfully developed to adults was 2.15% (Figure 1). The mortality of the fifth instar larvae *P. demoleus* was 78.15%, higher than in other stages. Furthermore, mortality of the first and second instars larvae was lower than the third and fourth instars (Table 1). Survivorship of egg turn to adult was varied in various generation. The similar results were reported by Feeny *et al.* (1997) on *Papilio polyxenes*. They stated that the environmental condition and host plant were determined the survivorship of those butterflies.

The survivorship of the immature stages of *P. demoleus* was determined by several biotic and abiotic factors. Predators, parasitoids, and rain were the important factors of mortality in immature stages of *P. demoleus*. Predators caused 90.88% mortality of *P. demoleus* followed by parasitoids 4.73% and rain 3.04% (Figure 2). The similar results were found on previously observed in January to March 2006 during the dry season (Suwarno, 2010).

It was evident that two kinds of natural enemies, predators and parasitoids that observed in this study were very significant in determining the survivorship of the immature stages. This two biotic agents were also found to be the main mortality factors acting upon immature stages of *Iphicides podalirius* (Stefanescu *et al.*, 2006).

The presence of many kinds of predators such as spiders, assassin bugs (Reduviidae), tettigonids, praying mantis, birds and garden lizard in this fruits farm resulted in high predation on the immature stages of *P. demoleus*. Similar occurrences were observed for black swallowtail butterfly (Fenny *et al.*, 1997), whereby there was a higher frequency of predation during the feeding period.

Generally the mortality of the young larvae were caused by the spiders. The spiders from the family Salticidae, Oxyopidae (especially *Oxyopes* sp.) and Thomisidae contributed significant amount of young larval mortality of *P. demoleus*. They preferred the younger instars (L1-

L3) for their prey because of size suitability and easier handling of the smaller larvae.

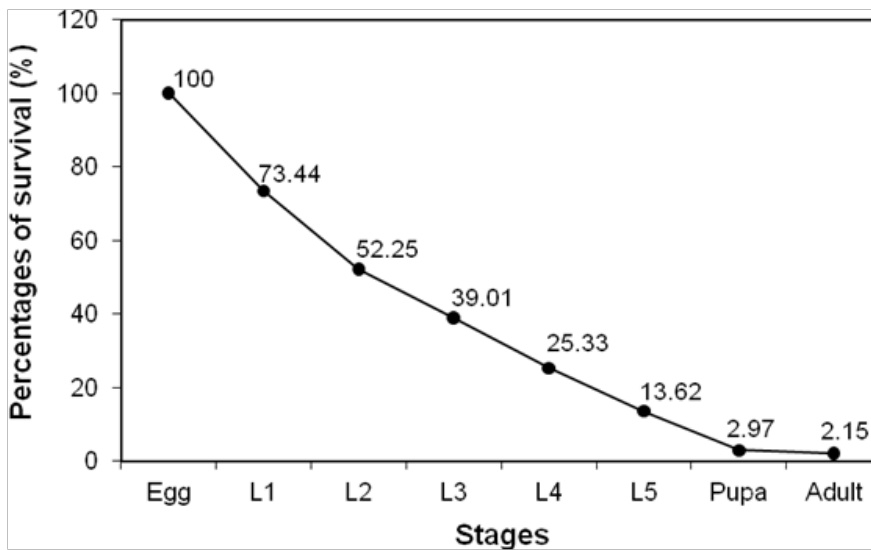


Figure 1: Survivalship curves for *Papilio demoleus* pin tropical fruits farm, Tasek Gelugor, Pulau Pinang, Malaysia

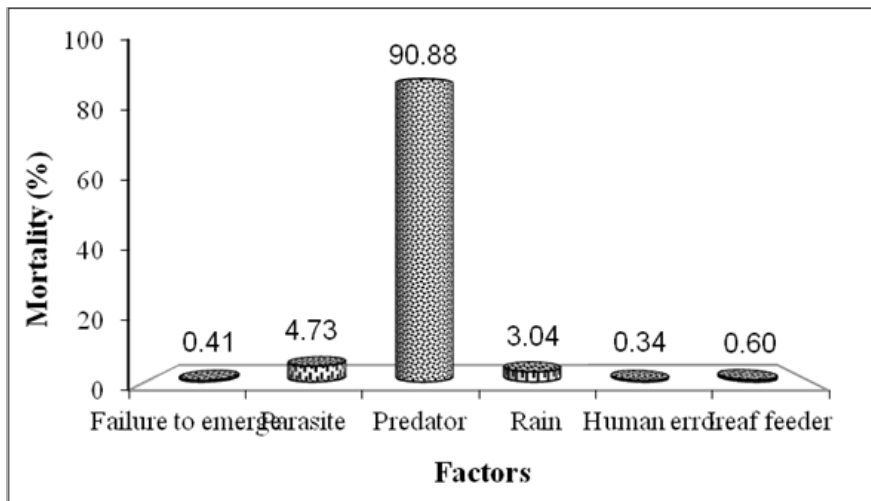


Figure 2: Percentage mortality of a. *Papilio demoleus* in tropical fruits farm, Tasek Gelugor, Pulau Pinang, Malaysia due to various factors.

Table 1:
The life table of *Papilio demoleus* in tropical fruits farm, Tasek Gelugor, Pulau Pinang, Malaysia.

X	l_x	$d_x F$	D'_x	q'_x	s	$k\text{-value}$ -[ln(s)]
Egg	979	Failure to hatch Rain Predator Parasitoid Leaf feeder Human error	4 4 239 27 6 1	0.004 0.004 0.244 0.028 0.006 0.001	0.713	0.338
L1	698	Rain Predator (Oxyopidae, Salticidae, Thomisidae) Leaf feeder Human error	6 294 0 1	0.009 0.421 0 0.001	0.569	0.564
L2	397	Predator (Oxyopidae, Salticidae, Thomisidae, Tettigonidae, praying mantis, <i>Podisus</i> sp., birds)	165	0.416	0.584	0.538
L3	232	Predator (Oxyopidae, Salticidae, Thomisidae, Tettigonidae, praying mantis, <i>Podisus</i> sp., <i>S. dichotomus</i> , birds)	70	0.302	0.698	0.360
L4	162	Predator Birds + Praying mantis + <i>C. versicolor</i> <i>S. dichotomus</i> + <i>Podisus</i> sp.	39 25	0.241 0.154	0.605	0.503
L5	98	Predator Birds + Praying mantis + <i>C. versicolor</i> <i>S. dichotomus</i> + <i>Podisus</i> sp.	31 37	0.316 0.378	0.306	1.184
Pupa	30	Predator Birds + <i>C. versicolor</i> <i>S. dichotomus</i> Parasitoid <i>P. puparum</i>	6 2 5	0.200 0.067 0.167	0.567	0.567
Total killing power ($\sum k\text{-value}$)						4.054

During the study we observed a small bodied Oxyopidae and Thomisidae have stronger preference for the first and second instars of *P. demoleus*. *Oxyopes elegans* and *O. quadrifasciatus* in the family Oxyopidae were the commonest spider in the citrus field. Both spiders were very active and attacked the first and second instars. Thomisidae and Oxyopidae have already been identified in agro ecosystem for a number of years and they ate approximately 9. 37 first instar *H. armigera* per spider per day (Pearce *et al.*, 2004).

Salticidae which are bigger in size than Oxyopidae and Thomisidae preferred the first to third instars of *P. demoleus*, when the larvae were actively moving or feeding. Furthermore, Pfannenstiel (2008) reported Salticidae is the diurnal jumping spiders that also attacked the eggs of lepidopteran in the field crops. Meanwhile, in laboratory study,

this spider ate 9.67 first instar larvae of *H. armigera* per spider per day (Pearce *et al.*, 2004).

Meanwhile, *Sycanus dichotomus* (Heteroptera: Reduviidae), *Podius* sp. (Heteroptera: Pentatomidae), praying mantis, birds and *Calotes versicolor* (garden lizard) were the mortality factor of the fourth and fifth instars. Mortality of fifth instar larvae was higher than other stages. Since the duration of this instar was longer, they were more exposed to the predators and parasitoids. Similarly, the highest mean rate of mortality of *Bemisia tabaci* on field-grown cassava in Uganda (Asiimwe *et al.*, 2007) were observed in the late instar larvae.

The adult of *S. dichotomus* and *Podisus* sp. were very active and the major predator for the fifth instars. *Sycanus dichotomus* was more active and bigger than *Podisus* sp. Both of predators would search for the fifth instars larvae on all citrus seedlings and contributed to 40-50% mortalities of this stage. *Sycanus dichotomus* and *Podisus* sp. fed on larvae by inserting its rostrum through the cuticle of the larvae and extracted the internal tissue. After feeding on one larva, it would search for another. The dead larva changed to black after several hours. Zulkifli *et al.* (1998) reported that *S. dichotomus* is a common predator usually found in oil palm plantation. It is an important predator of nettle caterpillars and bagworms.

Parasitoid was the second most important mortality factor of *P. demoleus*. *Ooencyrtus papilionis* and *Pteromalus puparum* are an egg and pupal parasitoid, respectively. The females of *O. papilionis* oviposited their eggs on freshly egg of *P. demoleus*. According to Okolle (2007), egg parasitoids generally preferred the new eggs and they have very sensitive chemical sensors while detecting their preys.

The gregarious parasitoid, *Pteromalus puparum* attack the late fifth instar, prepupa and new pupa of *P. polytes*. This parasitoid caused high mortality and it was the major mortality factor of pupal stage. Earlier studies also found *P. puparum* in pupa of many other species of *Papilio* (Munir, 2004). Suwarno (2010) reported that *P. puparum* was the main mortality factor of the pupal stage of *P. demoleus* in January to March.

On the other hand, rainfall caused considerable amount of mortality of the egg and young instars larvae of *P. demoleus*. Small body sizes during these stages, they were easily washed away by the rain. Heavy rain significantly contributes mortalities to egg and young instar of *P. demoleus*. Similar results were found on *P. polyxenes* (Feeny *et al.*, 1997), and *Byasa impediens* (Xiushan *et al.*, 2006). The late instar larvae and pupae were less affected by rain because they strongly adhered to the leaves or stems of the host plants. According to Hawkins *et al.* (1997) heavy rain presumably was more detrimental to the young instars, while natural enemies killed both the young and older instars of phytophagous insects.

REFERENCES

- Ali A, Rizvi PQ. 2010. Age and stage specific life table of *Coccinella septemmaculata* (Coleoptera: Coccinellidae) at varying temperature. *World Journal of Agriculture Sciences* 6(3): 286-273.
- Assimwe P, Acaat JS, Otim M, Gerling D, Kyamanywa S, Legg JP. 2007. Life-table analysis of mortality factors affecting populations of *Bemisia tabaci* on cassava in Uganda. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 122: 37-44.
- Comstock JH. 1971. *The spider book*. W.J. Gertsch (ed). Ithaca. Cornell University Press. Pp.729.
- Feeny P, Stadler E, Ahman I, Carter M. 1997. Effect of plant odor on oviposition by the black swallowtail butterfly, *Papilio polyxenes* (Lepidoptera: Papilionidae). *Journal of Insect Behavior* 2(6): 803-827.
- Hawkins BA, Cornell HV, Hochberg ME. 1997. Predators, parasitoids, and pathogens as mortality agents in phytophagous insect populations. *Ecology* 78 (7): 2145-2152.
- Hayat M, Khan FR. 2007. Descriptions of four new species of *Ooencyrtus* Asmead (Hymenoptera: Encyrtidae), with records of seven known species from India. *Biosystematica* 1(1): 31-36
- Homziak NT, Homziak J. 2006. *Papilio demoleus* (Lepidoptera: Papilionidae): A new record for the United States, Commonwealth of Puerto Rico. *Florida Entomologist* 89(4): 485-488.
- Malaysian Tropical Fruit Information System: *Papilio demoleus*. (2004). [Online], [Accessed 29th October 2010]. Available from World Wide Web <http://www.myfruits.org/FMPro?-db=data.fp5&-format=pnd template.html>.
- Matsumoto K, Noerdjito WA. 1996. Establishment of *Papilio demoleus* L. (Papilionidae) in Java. *Journal of Lepidoptera Society* 50:139-140.
- Munir A. 2004. *Bionomic studies of common mormon, Papilio polytes L. in comparison with citrus butterfly, Papilio demoleus L. (Lepidoptera: Papilionidae) from Lower Sindh, Pakistan*. PhD thesis. Karachi: University of Karachi.

- Norris RF, Caswell-Chen EP, Kogan M. 2003. *Concepts in Integrated Pest Management*. Upper Saddle River, New Jersey. Prentice Hall. Pp.586.
- Okolle NJ. 2007. *Population dynamics, within-field and within-plant distribution of the banana skipper (Erionota thrax L.) (Lepidoptera: Hesperidae) and its parasitoids, in Penang, Malaysia*, PhD Thesis. Penang: Universiti Sains Malaysia.
- Pearce S, Hebron WM, Raven RJ, Zalucki MP, Hassan E. 2004. Spider fauna of soybean crops in south-east Queensland and their potential as predators of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). *Australian Journal of Entomology* 43: 57- 65.
- Pfannenstiel RS. 2008. Spider predators of Lepidoptera eggs in south Texas field crops. *Biological Control* 46: 202-208.
- Southwood TRE, Henderson PA. 2000. *Ecological Methods*. 3rd edition. Oxford: Blackwell Science. pp. 404-461.
- Stefanescu C, Jubany J, Dantart J. 2006. Egg-laying by butterfly *Iphicides podalirius* (Lepidoptera, Papilionidae) on alien plants: a broadening of host range or oviposition mistakes?. *Animal Biodiversity and Conservation* 29 (1): 83-90.
- Suwarno. 2010. The life table of swallowtail butterfly *Papilio demoleus* L. (Lepidoptera: Papilionidae) in Taman Firdaue orchard. *Biospectrum* 6(1): 1-9.
- Yu JZ, Chi H, Chen BH. 2005. Life table and predation of *Lemnia bipagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproductive rate and preadult survivorship. *Annual of the Entomology Society of America* 98 (4): 475-482.
- Xiushan L, Yalin Z, Youqing L, Josef S. 2006. Life history, life table, habitat, and conservation of *Byasa impediens* (Lepidoptera: Papilionidae). *Acta Ecologia Sinica* 26(10): 3184-3197.
- Zhang YZ, Li W, Huang DW. 2005. A taxonomic study of Chinese species of *Ooencyrtus* (Insecta: Hymenoptera: Encyrtidae). *Zoological Studies* 44(3): 347-360.
- Zulkifli M, Norman K, Basri MW. 2004. Life cycle of *Sycanus dichotomus* (Hemiptera: Pentatomidae) - A common predator of bagworm in oil palm. *Journal of Oil Palm Research* 16(2): 50-56.

TIPE-TIPE VEGETASI KAWASAN PENGENDAPAN TAILING PT. FREEPORT INDONESIA KABUPATEN MIMIKA, PAPUA

Syaiful Eddy¹⁾, Indra Yustian²⁾, dan Zulkifli Dahlan²⁾

¹⁾Dosen FMIPA-Biologi Universitas PGRI Palembang,
Jl. Jend. A. Yani 9/10 Ulu Palembang,
email: syaifuleddy@gmail.com

²⁾Dosen FMIPA-Biologi Universitas Sriwijaya

Abstrak

Analisis struktur dan komposisi vegetasi kawasan pengendapan tailing PT. Freeport Indonesia (PT-FI) dapat menggambarkan tipe dan profil vegetasi yang ada, serta pola suksesi yang terjadi pada kawasan tersebut. Dalam penelitian ini data vegetasi dikumpulkan melalui metode observasi lapangan pada area pengendapan tailing PT-FI (area Tanggul Ganda) yang terbagi dua, yaitu area Tanggul Barat Lama dan Tanggul Barat Baru yang luasnya sekitar 268 ha. Penelitian ini membagi area Tanggul Ganda menjadi 17 blok, terdiri dari 6 blok di area Tanggul Barat Lama dan 11 blok di area Tanggul Barat Baru. Keseluruhan blok tersebut berdasarkan survey awal dibagi menjadi 3 tipe vegetasi, yaitu hutan sekunder, padang rumput *Phragmites karka* dan area transisi antara keduanya. Data vegetasi diperoleh melalui metode transek berupa garis berpetak. Pengamatan dilakukan pada setiap tingkat pertumbuhan vegetasi yang dikelompokkan menjadi 4 tingkat, yaitu semai dan tumbuhan bawah, pancang, tiang dan pohon. Pengelompokan tipe vegetasi dilakukan dengan analisis klaster yang menghubungkan antara faktor lingkungan dan faktor vegetasi. Data lingkungan diperoleh dari analisis tanah yang meliputi tekstur, ukuran partikel, pH dan kandungan unsur hara tanah (total N, P, K, Na, Ca, Mg, C-organik dan KTK). Selama periode penelitian lapangan pada bulan April s/d Juli 2009, diperoleh hasil bahwa tipe vegetasi yang menyusun area Tanggul Ganda terbagi menjadi tiga tipe, yaitu tipe Casuarina-*Phragmites*, tipe Casuarina-Pandanus, serta tipe Pandanus-Casuarina. Suksesi vegetasi di wilayah Tanggul Ganda dimulai dari padang rumput *Phragmites karka* menuju ke hutan sekunder, dimana pola suksesi vegetasi blok-blok Tanggul Barat Baru cenderung menuju ke pola suksesi blok-blok Tanggul Barat Lama.

Kata kunci: Tipe-tipe vegetasi, area pengendapan tailing PT-FI

PENDAHULUAN

Freeport McMoRan Copper & Gold Inc. merupakan salah satu perusahaan pertambangan mineral emas, perak dan tembaga terbesar di dunia, yang usaha pertambangannya dijalankan oleh anak perusahaannya di Indonesia yaitu PT Freeport Indonesia (PT-FI). Kegiatan operasional PT-FI berlokasi di Provinsi Papua, pada wilayah proyek yang terbentang dari kompleks tambang Grasberg, hingga ke sarana pelabuhan di pantai Laut Arafura. Koridor kegiatan operasional ini, dari selatan ke utara, melintasi kawasan hutan bakau di daerah pesisir, hutan sagu, hutan hujan tropis, hutan awan, serta wilayah subalpin, dalam jarak yang relatif pendek yaitu sepanjang 130 km (PT-FI, 2006a).

Sebagaimana perusahaan tambang lainnya, PT-FI juga menghasilkan tailing sebagai sisa dari kegiatan penambangan yang juga dikenal dengan istilah pasir sisa tambang (sirsat). Tailing merupakan residu yang berasal dari sisa pengolahan bijih setelah target mineral utama dipisahkan dan biasanya terdiri atas beraneka ukuran butir. Menurut Herman (2006), ketika tailing dibuang dalam bentuk bubur, fraksi pasir cenderung mengendap di sekitar titik pembuangan dan lumpur akan mengendap jauh dari titik pembuangan sebagai suspensi dalam waktu lama.

PT-FI memanfaatkan sebuah daerah aliran sungai untuk mengalirkan tailing menuju daerah pengendapan di kawasan dataran rendah Ajkwa yang telah direkayasa dan dimodifikasi yang dinamakan *Modified Ajkwa Deposition Area/Mod-ADA*. Daerah pengendapan tersebut adalah bagian dari bantaran banjir sungai seluas ± 45.000 ha, yang dikelola khusus untuk mengendapkan tailing (PT-FI, 2000 dalam Taberima, 2008).

Pada sisi barat Mod-ADA terdapat area yang tidak lagi dialiri tailing karena telah dipisahkan oleh sebuah tanggul baru di bagian barat. Area di antara tanggul barat lama dan baru kemudian disebut area Tanggul Ganda (*Double Levee*) dengan luas mencapai 1.500 ha (Taberima, 2008). Tujuan pembangunan tanggul barat baru adalah untuk memperkecil kemungkinan resiko banjir di kota Timika dan mengembalikan fungsi Sungai Ajkwa, sehingga tersedia sumber air bersih di sepanjang perbatasan timur wilayah Timika. Selain fungsinya juga untuk meningkatkan kapasitas sedimentasi di area pengendapan tailing aktif. Tidak adanya pengaruh langsung aliran tailing menyebabkan kawasan Tanggul Ganda berkembang menjadi kawasan relatif stabil. Proses pembentukan tanah dari partikel sedimen tailing juga berlangsung baik pada kawasan ini (Taberima, 2008). Perkembangan tanah yang terjadi diperlihatkan dengan tumbuhnya berbagai jenis dan tipe vegetasi yang berlangsung secara alami didalam kawasan. Perkembangan suksesi vegetasi alami yang ada menyebabkan perusahaan mulai

mengembangkannya sebagai kawasan pemantauan suksesi alami pada wilayah ModADA dan proyek pengembangan reklamasi di lahan tailing.

Hasil studi inventarisasi tumbuhan yang dilakukan Kilmaskossu (2002) di beberapa lokasi dalam area Tanggul Ganda dengan tujuan melihat agens penyebaran tumbuhan-tumbuhan telah berhasil mendata sebanyak 264 spesies ditemukan hadir secara alami di dalam Tanggul Ganda. Survei di 15 lokasi terpilih di dalam Tanggul Ganda oleh Sinaga dan Puradyatmika (2006) mengidentifikasi sebanyak 506 jenis tumbuhan terdiri dari 36 jenis tumbuhan paku-pakuan (*Pterydophyta*) dan 470 jenis tumbuhan berbiji. Keberadaan vegetasi hasil suksesi alami di area Tanggul Ganda tidak terlepas dari keberadaan hutan di sekitarnya yang masih terjaga dengan baik sehingga menjadi tempat asal benih (*seed bank*) untuk selanjutnya disebar melalui perantara satwa liar, angin dan air ke area tailing.

Namun, baik Kilmaskossu (2002) maupun Sinaga dan Puradyatmika (2006) belum melakukan analisis vegetasi guna menentukan tipe-tipe vegetasi yang ada di area Tanggul Ganda. Analisis terhadap struktur dan komposisi vegetasi di kawasan pengendapan tailing area Tanggul Ganda, akan membantu menentukan tipe dan profil vegetasi, serta pola suksesi yang terjadi pada kawasan tersebut. Makin kompleks vegetasi tingkat pohon pada suatu hutan, maka makin beranekaragam pula jenis makhluk hidup yang berasosiasi di dalamnya dan akan menyediakan iklim mikro yang baik bagi jenis-jenis lainnya. Informasi yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi manajemen perusahaan dalam mengembangkan kebijakannya untuk mengelola kawasan pengendapan tailing, baik pada area Tanggul Ganda maupun area-area lainnya.

CARA KERJA

Penelitian dilaksanakan selama April hingga Juli 2009, berlokasi di kawasan pengendapan tailing Tanggul Ganda PT-FI yang luas wilayah mencapai 268 ha (Gambar 1 dan Tabel 1). Plot-plot sampel ditentukan melalui metode transek berupa garis berpetak yang dimodifikasi dari Indriyanto (2006).

Dalam penelitian ini area Tanggul Ganda di bagi menjadi 17 blok, terdiri dari 6 blok di area Tanggul Barat Lama dan 11 blok di area Tanggul Barat Baru (Tabel 1). Pembagian ini dilakukan berdasarkan blok-blok ulangan yang dibuat oleh PT-FI sebagai area pemantauan revegetasi, dimana antar blok yang berdekatan sebagian besar terfragmentasi oleh akses jalan. Secara garis besar keseluruhan blok pada area Tanggul Ganda dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu area reklamasi dan area suksesi alami.

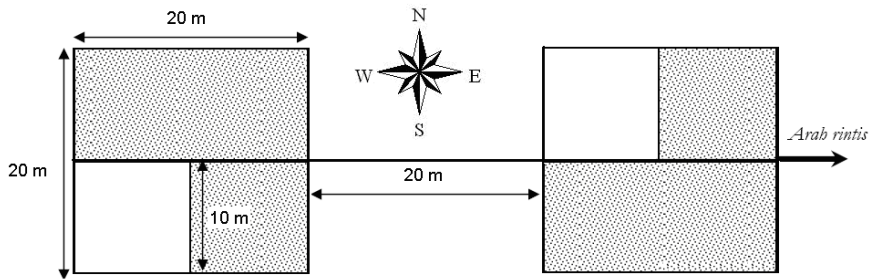
Garis transek ditentukan letaknya secara sistematis, dimana jarak antar garis transek dan panjang garis transek maksimum masing-masing adalah 200 m. Tiap-tiap lokasi dibuat garis-garis transek dari arah barat-timur. Luas plot untuk masing-masing tingkat pertumbuhan adalah sebagai berikut: semai (*seedlings*) dan tumbuhan bawah (*cover plants*) dengan ukuran petak 2 x 2 m, pancang (*saplings*) dengan ukuran petak 5 x 5 m, tiang/*poles* atau pohon kecil (DBH 10-20 cm) dengan ukuran petak 10 x 10 m dan pohon/*trees* (DBH > 20 cm) dengan ukuran petak 20 x 20 m (Gambar 2). Dalam setiap plot dilakukan pengamatan terhadap masing-masing tingkat pertumbuhan.

Parameter yang diamati untuk masing-masing tingkat pertumbuhan yang ditemukan dalam plot meliputi jenis, jumlah individu tiap jenis dan luas basal area (untuk tingkat tiang dan pohon). Data lingkungan tanah pada setiap blok pengamatan meliputi tekstur tanah, pH tanah dan kandungan unsur hara tanah yang meliputi total N, P, K, Na, Ca, Mg dan KTK.

Berdasarkan identifikasi awal blok-blok penelitian, maka vegetasi wilayah Tanggul Ganda dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu padang rumput *Phragmites*, hutan sekunder dan area transisi antar keduanya. Data vegetasi yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengetahui kerapatan jenis, kerapatan relatif, dominansi jenis, dominansi relatif, frekuensi jenis dan frekuensi relatif serta Indeks Nilai Penting (INP). Keanekaragaman jenis setiap kawasan digambarkan dengan indeks Shannon (Odum, 1998). Kesamaan komunitas (*Index Similarity Sorensen/ISS*) antar kawasan dianalisis dengan menggunakan rumus Sorensen (Fachrul, 2007).

Tabel 1:
Pembagian blok pada area Tanggul Ganda PT-FL.

No	Wilayah	Nama Blok	Kode Blok	Status Area	Luas Area (ha)
1	Tanggul Barat Lama	Blok 1	B1BL	Reklamasi	20
2	Tanggul Barat Lama	Blok 2	B2BL	Suksesi alami	36
3	Tanggul Barat Lama	Blok 3	B3BL	Suksesi alami	20
4	Tanggul Barat Lama	Blok 4	B4BL	Suksesi alami	12
5	Tanggul Barat Lama	Blok 5	B5BL	Suksesi alami	12
6	Tanggul Barat Lama	Blok 6	B6BL	Suksesi alami	8
7	Tanggul Barat Baru	Blok 1	B1BB	Suksesi alami	16
8	Tanggul Barat Baru	Blok 2	B2BB	Suksesi alami	8
9	Tanggul Barat Baru	Blok 3	B3BB	Suksesi alami	8
10	Tanggul Barat Baru	Blok 4	B4BB	Suksesi alami	8
11	Tanggul Barat Baru	Blok 5	B5BB	Suksesi alami	8
12	Tanggul Barat Baru	Blok 6	B6BB	Suksesi alami	8
13	Tanggul Barat Baru	Blok 7	B7BB	Suksesi alami	8
14	Tanggul Barat Baru	Blok 8	B8BB	Suksesi alami	8
15	Tanggul Barat Baru	Blok 9	B9BB	Suksesi alami	20
16	Tanggul Barat Baru	Blok 10	B10BB	Suksesi alami	28
17	Tanggul Barat Baru	Blok 11	B11BB	Reklamasi	40
J u m l a h					268



Gambar 1: Model plot untuk pengamatan vegetasi tingkat pohon dan tiang dengan arah rintis dari barat ke timur (Sumber: Indriyanto, 2006)

Data yang diperoleh berupa data fisik tanah (proporsi ukuran partikel tanah), kimia tanah (pH, N-total, P, K, Na, Ca, Mg, KTK dan C-organik) dan vegetasi (jumlah spesies, kerapatan dan indeks keanekaragaman komunitas) diolah dengan analisis kluster menggunakan program SPSS versi 10.0. Hasil yang diperoleh berupa dendrogram yang menjelaskan pengaruh faktor lingkungan terhadap pembentukan tipe-tipe vegetasi. Tipe vegetasi ditentukan dengan nama tumbuhan yang dominan melalui INP. Stratifikasi dan profil vegetasi digambarkan dengan membuat diagram profil vegetasi secara vertikal dan horizontal untuk tingkat pertumbuhan pohon dan tiang dari transek berukuran 20 x 60 m, dimana lokasinya ditetapkan pada garis transek yang dianggap dapat mewakili blok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadaan Fisik dan Kimia Tanah di Wilayah Tanggul Ganda

Tanah pada wilayah penelitian memiliki tekstur yang beraneka ragam, mulai dari tekstur yang halus berupa debu dan lempung, sampai tekstur kasar berupa pasir. Berdasarkan hasil pemeriksaan Laboratorium Lingkungan PT-FI tahun 2009, ukuran partikel tanah halus ($<2 \mu\text{m}$) pada wilayah penelitian memiliki jumlah terkecil yaitu rata-rata sekitar 4,05%, sedangkan ukuran partikel sedang ($2-53 \mu\text{m}$) rata-rata sekitar 46,33% dan partikel kasar ($53-2000 \mu\text{m}$) rata-rata sekitar 49,61%. Ini menunjukkan proporsi ukuran partikel tanah sedang dan kasar cukup tinggi.

Kandungan kimia tanah pada lokasi penelitian menunjukkan kandungan N-total yang sangat rendah ($<0,1\%$) yaitu rata-rata hanya sebesar 0,07%, kandungan C-organik tergolong sangat rendah ($<1\%$) dengan rata-rata hanya sebesar 0,61% dan kandungan P menurut metode NaHCO_3 tergolong sangat rendah ($\leq 7 \text{ mg/kg}$) yaitu rata-rata hanya sebesar 5,69 mg/kg. Sementara itu kandungan K tergolong rendah ($\leq 1,30 \text{ cmol/kg}$) dengan rata-rata sebesar 0,17 cmol/kg dan Na juga tergolong

rendah (0,10-0,30 cmol/kg) dengan rata-rata 0,29 cmol/kg. Nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) juga tergolong rendah (5-16 cmol/kg) yaitu rata-rata sebesar 5,00 cmol/kg. Sedangkan kandungan Ca tergolong sedang (6-10 cmol/kg) dengan rata-rata sebesar 7,62 cmol/kg dan Mg juga tergolong sedang (1,1-2,0 cmol/kg) dengan rata-rata 1,44 cmol/kg. Sementara itu pH tanah tergolong netral yaitu rata-rata sebesar 7,53. Pengkategorian tinggi rendahnya kandungan kimia tanah ini mengikuti Krishna (2002), Madjid (2009) dan Hodges (2009).

Dari hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa secara umum wilayah penelitian memiliki kandungan unsur hara yang rendah. Selain itu juga rendahnya jumlah partikel tanah halus (liat) mengakibatkan luas permukaan partikel per satuan bobot menjadi kecil. Hal ini mengakibatkan KTK tanah rendah, sehingga kesuburan tanahpun menjadi rendah. Hal ini sejalan dengan apa yang dikemukakan Sinaga dan Puradyatmika (2006), bahwa kendala utama pada pertumbuhan tanaman di area Tanggul Ganda adalah reaksi tanah yang agak alkalis sehingga berdampak terhadap rendahnya ketersediaan P dan sebagian unsur mikro. Selain itu, kandungan N, P, K serta bahan organik yang sangat rendah berpengaruh pada rendahnya KTK yang merupakan komponen kesuburan utama. Menurut Hodges (2009), tanah yang memiliki KTK rendah umumnya memiliki kandungan liat dan bahan organik yang rendah dan memiliki kapasitas menyimpan air yang rendah.

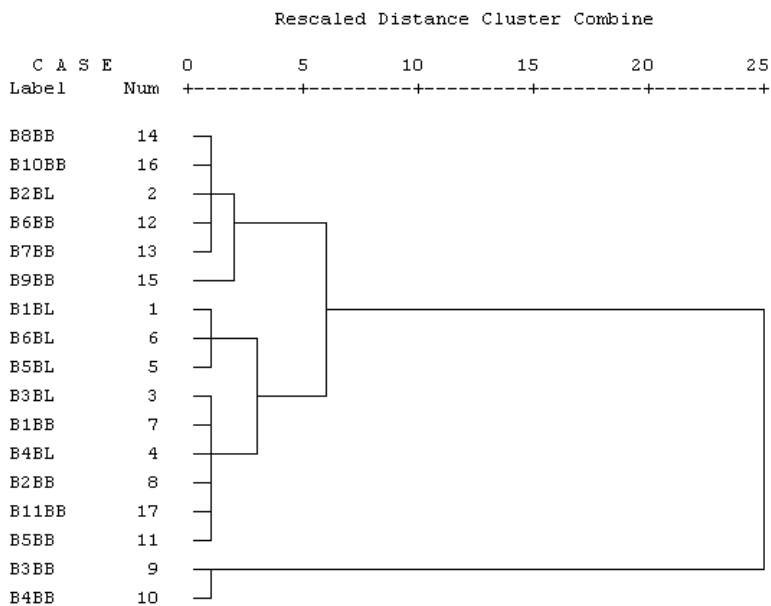
A. Tipe-tipe Vegetasi Area Tanggul Ganda

Hasil identifikasi spesies untuk tingkat pohon diperoleh sebanyak 30 spesies tergolong ke dalam 16 familia, tingkat tiang sebanyak 38 spesies tergolong ke dalam 15 familia, tingkat pancang sebanyak 51 spesies tergolong ke dalam 19 familia serta tingkat semai dan tumbuhan bawah sebanyak 120 spesies tergolong ke dalam 49 familia. Hal ini menunjukkan walaupun tailing memiliki kandungan unsur hara yang tergolong rendah, namun mampu berperan sebagai media penyokong pertumbuhan vegetasi. Keberadaan vegetasi di area Tanggul Ganda tidak terlepas dari keberadaan hutan di sekitarnya yang masih terjaga dengan baik sehingga menjadi tempat asal benih (*seed bank*) untuk selanjutnya disebar melalui perantaraan satwa liar, angin dan air ke area tailing.

Dendrogram pada Gambar 3 diperoleh dari hubungan data faktor lingkungan yang terdiri dari faktor fisika tanah (proporsi ukuran partikel tanah) dan kimia tanah (pH, N-total, P, K, Na, Ca, Mg, KTK dan C-organik) dengan faktor vegetasi tiap tingkat pertumbuhan (jumlah spesies, kerapatan dan Indeks Keanekaragaman Komunitas) melalui analisis kluster dengan menggunakan program SPSS versi 10.0. Hasil ini menunjukkan bahwa vegetasi yang menyusun area Tanggul Ganda dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Kelompok I terdiri atas B2BL,

B6BB, B7BB, B8BB, B9BB dan B10BB, Kelompok II terdiri atas B1BL, B3BL, B4BL, B5BL, B6BL, B1BB, B2BB, B5BB dan B11BB serta Kelompok III terdiri atas B3BB dan B4BB.

Kelompok I terdiri atas 6 blok, dimana terlihat bahwa blok-blok Tanggul Barat Baru yang berdekatan (B6BB, B7BB, B8BB, B9BB dan B10BB) mengelompok menjadi satu klaster. Hal ini menunjukkan bahwa blok-blok tersebut memiliki kemiripan karakter fisik kimia tanah dan vegetasi penyusunnya. Ekosistem-ekosistem yang berdekatan memiliki karakteristik yang cenderung sama karena dipengaruhi oleh faktor-faktor yang relatif sama, baik fisik, kimia maupun biologi. B2BL yang terletak di Tanggul Barat Lama juga memiliki karakter yang mirip dengan kelima blok di atas. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan vegetasi kelima blok di Tanggul Barat Baru tersebut mengarah ke bentuk yang ada pada blok Tanggul Barat Lama, mengingat vegetasi Tanggul Barat Lama lebih dulu ada dari pada vegetasi Tanggul Barat Baru.



Gambar 3: Dendrogram hasil analisis klaster antara faktor fisika tanah (proporsi ukuran partikel tanah) dan kimia tanah (pH, N-total, P, K, Na, Ca, Mg, KTK dan C-organik) terhadap faktor vegetasi (jumlah spesies, kerapatan dan Indeks Keanekaragaman Komunitas)

Dari 6 blok yang ada pada kelompok I, 5 diantaranya memiliki tipe vegetasi yang sama yaitu tipe transisi (B2BL, B6BB, B7BB, B9BB dan B10BB), sedangkan B8BB memiliki tipe padang rumput

Phragmites karka. Hal ini mengindikasikan bahwa B8BB memiliki kecenderungan untuk berkembang menjadi tipe transisi karena karakteristik fisik, kimia dan vegetasi penyusunnya cenderung sama dengan 5 blok lainnya.

Casuarina equisetifolia L. merupakan spesies paling dominan pada kelompok I dengan rata-rata INP tertinggi yaitu 146,5% (tingkat pohon), disamping juga hadir pada tingkat tiang dengan INP 44,2%. Selain itu juga spesies ini tersebar hampir pada semua blok, dimana terdapat pada 5 blok dari 6 blok yang ada. Sementara itu *Phragmites karka* merupakan spesies tingkat tumbuhan bawah yang kodominan dengan rata-rata INP 58,5% (terbesar kedua dari seluruh tingkat pertumbuhan) dan tersebar pada semua blok yang ada di kelompok I. Berdasarkan hasil ini maka vegetasi penyusun kelompok I (hasil analisis klaster) dapat dikategorikan sebagai vegetasi tipe *Casuarina-Phragmites*.

Kelompok II terdiri atas 9 blok, dimana blok-blok Tanggul Barat Lama (B1BL, B3BL, B4BL, B5BL dan B6BL) mengelompok menjadi satu. Hal ini menunjukkan bahwa kelima blok tersebut memiliki karakteristik fisik kimia tanah dan vegetasi penyusunnya yang mirip. Ini dapat disebabkan karena wilayah kelima blok ini (Tanggul Barat Lama) memiliki umur yang relatif sama karena di bangun pada periode yang sama yaitu tahun 1994. Sementara itu beberapa blok Tanggul Barat Baru, yaitu B1BB, B2BB, B5BB dan B11BB juga mengelompok menjadi satu dengan kelima blok Tanggul Barat Lama tersebut. Hal ini mengindikasikan perkembangan blok Tanggul Barat Baru mengarah ke bentuk yang ada pada blok Tanggul Barat Lama.

Suatu hal yang menarik bahwa seluruh tipe vegetasi hutan sekunder (B6BL, B1BB dan B11BB) mengelompok menjadi satu pada kelompok II. Hal ini menunjukkan kemiripan ketiga blok tersebut, baik fisik, kimia tanah maupun vegetasi penyusunnya. Sedangkan blok-blok lainnya (B1BL, B3BL, B4BL, B5BL, B2BB dan B5BB) seluruhnya tergolong ke dalam tipe vegetasi transisi. Hal ini menunjukkan bahwa keenam blok dengan tipe vegetasi transisi tersebut cenderung untuk berkembang menjadi tipe vegetasi hutan sekunder.

Casuarina equisetifolia L. merupakan spesies paling dominan pada kelompok II dengan rata-rata INP tertinggi yaitu sebesar 84,2% (tingkat pohon) dan 67,0% (tingkat tiang). Spesies ini tersebar pada 5 blok dari 9 blok yang ada. *Pandanus lauterbahii* K. Schum. & Warb merupakan spesies kodominan dimana secara keseluruhan memiliki rata-rata INP terbesar kedua yaitu 54,0% (tingkat pohon), disamping juga hadir pada tingkat tiang dengan INP 28,5%. Spesies ini tersebar hampir pada semua blok yang ada di kelompok II, dimana menempati 8 blok dari 9 blok yang ada. Berdasarkan hasil ini maka vegetasi penyusun kelompok

II (hasil analisis klaster) dapat dikategorikan sebagai vegetasi tipe Casuarina-Pandanus.

Kelompok III terdiri atas dua blok yaitu B3BB dan B4BB, dimana kedua blok ini saling bersebelahan. Pada dasarnya kedua blok ini masih didominasi oleh rumput *Phragmites karka*, hanya saja pada B4BB telah ditemukan tingkat pohon dan tiang sementara pada B3BB belum ditemukan. Hal ini disebabkan karena tanah pada B3BB sebagian masih tergenang permanen sehingga kurang cocok untuk jenis tumbuhan berkayu. Walaupun demikian ada kecenderungan B3BB akan berkembang menjadi vegetasi tipe transisi, mengingat B3BB mengelompok dengan B4BB yang bertipe vegetasi transisi.

Pandanus lauterbahii K. Schum. & Warb merupakan spesies dominan pada kelompok III dengan rata-rata INP terbesar yaitu 70,6% (tingkat tiang), disamping juga hadir pada tingkat pohon dengan rata-rata INP sebesar 15,6%. Sementara itu *Casuarina equisetifolia* L. merupakan spesies kodominan, dimana untuk seluruh tingkat pertumbuhan memiliki rata-rata INP terbesar kedua yaitu 48,8% (tingkat tiang), disamping juga hadir pada tingkat pohon dengan INP 46,9%. Berdasarkan hasil ini maka vegetasi penyusun kelompok III (hasil analisis klaster) dapat dikategorikan sebagai vegetasi tipe Pandanus-Casuarina.

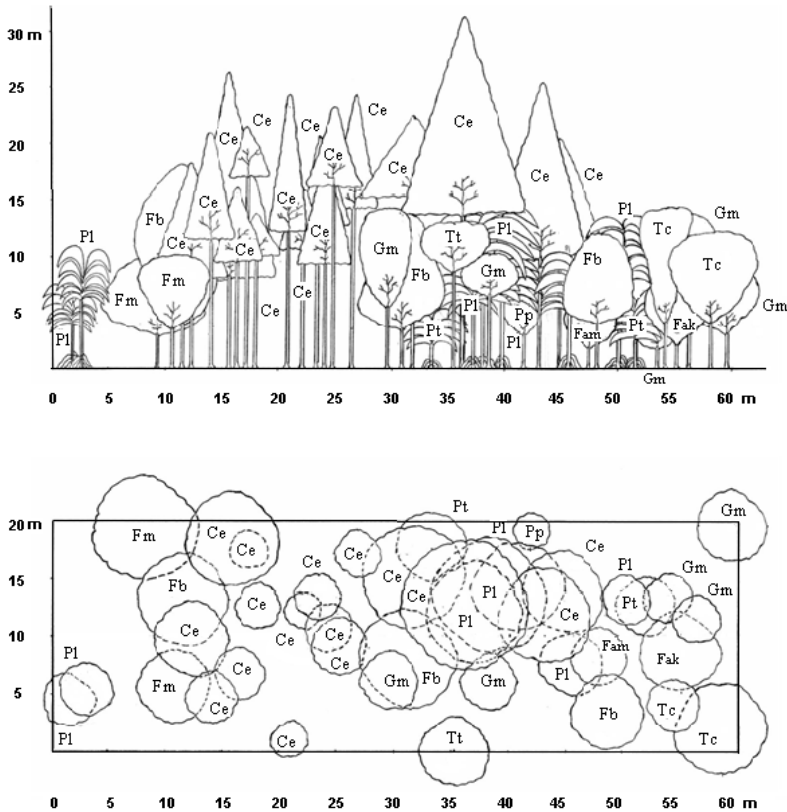
Berdasarkan hasil perhitungan ISS diperoleh bahwa blok-blok yang tergabung dalam satu kelompok klaster rata-rata memiliki nilai $ISS \geq 60\%$. Nilai ISS yang tinggi pada blok-blok dengan kelompok yang sama dalam analisis klaster menunjukkan kemiripan karakter baik substrat maupun jenis tumbuhan penyusunnya. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan suksesi alami blok-blok Tanggul Barat Baru menuju ke arah bentuk suksesi blok-blok Tanggul Barat Lama.

B. Diagram Profil Vegetasi

Berdasarkan pembagian tipe vegetasi hasil analisis klaster, maka dipilih tiga blok untuk menggambarkan profil vegetasi yang dianggap mewakili area Tanggul Ganda. Blok-blok tersebut adalah B1BL (tipe Casuarina-Pandanus), B4BB (tipe Pandanus-Casuarina) dan B10BB (Casuarina-Phragmites).

B1BL merupakan area yang terletak di Tanggul Barat Lama bagian utara, dimana area ini merupakan area reklamasi PT-FI yang telah berkembang karena telah dihuni berbagai macam tumbuhan. Wilayah ini tergolong ke dalam tipe vegetasi Casuarina-Pandanus. Gambar 4 menunjukkan diagram profil vegetasi B1BL yang terdiri atas 11 spesies, dimana terlihat bahwa *Casuarina equisetifolia* L. cukup mendominasi area ini. Dominasi ini ditunjukkan dari tinggi batang dan luas tajuk, dimana spesies ini tingginya rata-rata melebihi spesies lainnya dengan tajuk yang cukup luas. Hal ini sangat penting bagi spesies-spesies

tumbuhan dalam kompetisinya untuk mendapatkan cahaya matahari yang cukup guna melangsungkan fotosintesis. Selain itu juga penyebaran tegakan pada blok ini terlihat cukup merata terutama *Casuarina equisetifolia* L. Hal ini dapat dipahami karena area ini merupakan area reklamasi yang ditanami *Casuarina equisetifolia* L.



Gambar 4: Diagram profil Blok 1 Tanggul Barat Lama (B1BL) yang merupakan wilayah reklamasi dengan tipe vegetasi Casuarina-Pandanus. Keterangan: *Pt* = *Pandanus lauterbachii* K. Schum. & Warb, *Fm* = *Ficus melinocarpa*, *Fb* = *Ficus benjamina* L., *Ce* = *Casuarina equisetifolia* L., *Gm* = *Glochidion macrocarpa*, *Tt* = *Timonius timon*, *Pt* = *Pandanus tectorius* Sol, *Pp* = *Pometia pinata*, *Fam* = *Ficus armiti* Miq., *Fak* = *Ficus armiti* King., *Tc* = *Terminalia catappa*.

Menurut Irwanto (2006), *Casuarina equisetifolia* L. paling cocok tumbuh pada tanah berpasir dan toleran pada tanah yang kurang unsur hara, serta tumbuh baik pada tanah dengan pH 5,0-9,5. Pada area reklamasi, PT-FI melakukan penanaman *Casuarina equisetifolia* L.

sebagai usaha untuk penghijauan dan memperbaiki kondisi tanah, sehingga penyebaran spesies ini cukup merata. Reklamasi dilakukan sebagai langkah awal untuk menghutankan kembali wilayah Tanggul Ganda.

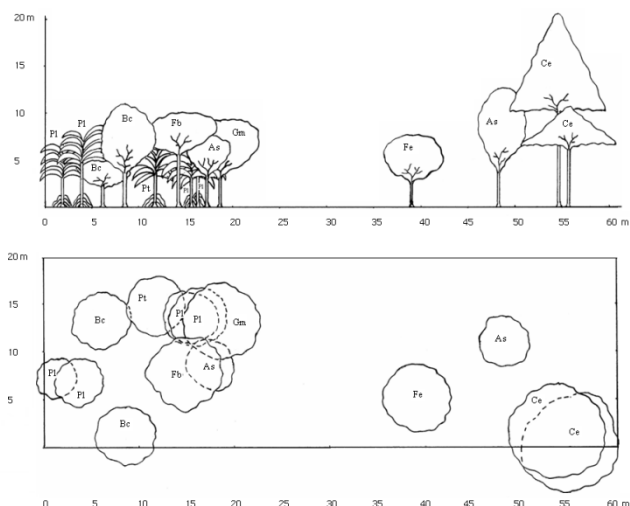
Selain *Casuarina equisetifolia* L., tumbuhan yang cukup dominan pada diagram profil ini adalah dari genus *Pandanus* dan *Ficus*. *Pandanus* yang hadir pada diagram ini ada dua spesies yaitu *Pandanus lauterbahii* K. Schum. & Warb dan *Pandanus tectorius* Sol. Sementara itu *Ficus* yang ditemukan ada empat spesies, yaitu *Ficus melinocarpa*, *Ficus benjamina* L., *Ficus armiti* Miq. dan *Ficus armiti* King. Hasil ini menunjukkan bahwa kawasan reklamasi yang awalnya ditanami dengan *Casuarina* telah menyediakan iklim mikro guna menyokong pertumbuhan jenis-jenis lainnya.

B4BB merupakan area yang terletak di Tanggul Barat Baru dimana area ini adalah area suksesi alami yang memiliki tipe vegetasi *Pandanus-Casuarina*. Berdasarkan diagram profil B4BB (Gambar 5) terlihat bahwa kerapatan vegetasi tingkat pohon dan tiang pada area ini masih jarang, dimana hanya dihuni oleh 8 spesies.

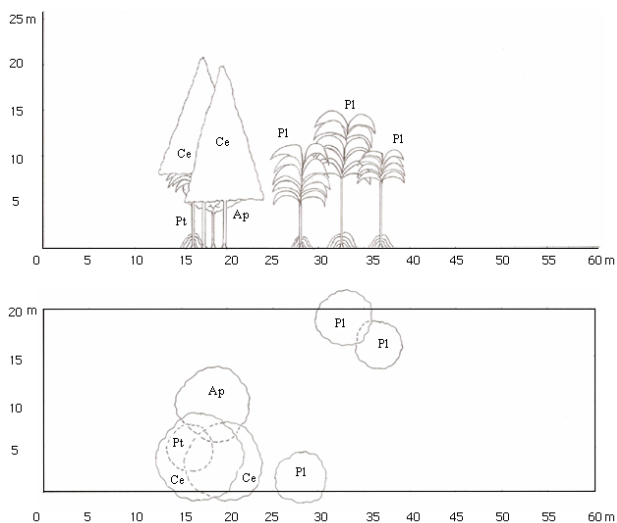
Diagram profil B4BB tersusun atas 14 pohon, dimana *Pandanus lauterbahii* K. Schum. & Warb merupakan spesies yang cukup dominan. Menurut Stone (1982) dalam Rahayu *et al.* (2008), bahwa genus *Pandanus* merupakan anggota *Pandanaceae* yang paling luas persebarannya dan kisaran habitat yang ditempatinya. Akibat masih jarang pohon pada area ini, naungan yang terbentuk juga masih relatif kecil. Walaupun demikian hasil ini memberikan indikasi bahwa ada pergerakan suksesi alami yang awalnya hanya berupa padang rumput *Phragmites karka* kini telah dihuni oleh spesies-spesies pohon.

B10BB adalah area yang terletak di Tanggul Barat Baru, merupakan area suksesi alami yang memiliki tipe vegetasi *Casuarina-Phragmites*. Berdasarkan diagram profil B10BB (Gambar 6), kerapatan vegetasi tingkat pohon dan tiang pada area ini masih jarang, dimana hanya dihuni oleh 4 spesies. Suksesi alami pada area ini memang baru memasuki tahap awal, dimana masih didominasi oleh rumput *Phragmites karka* sebagai tumbuhan pionir. Menurut Lembaga Biologi Nasional (1980), *Phragmites karka* tumbuh dengan baik pada substrat yang basah, lembab dan berlumpur (rawa-rawa), seperti substrat pada wilayah ini. Diagram profil B10BB hanya tersusun atas 7 pohon, dimana *Pandanus lauterbahii* K. Schum. & Warb paling banyak yaitu 3 pohon. Walaupun demikian hadirnya tumbuhan jenis pohon di wilayah ini memberikan indikasi bahwa fisik kimia tanah masih mendukung untuk pertumbuhan jenis-jenis pohon tertentu.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”



Gambar 5: Diagram profil Blok 4 Tanggul Barat Baru (B4BB) yang merupakan wilayah suksesi alami dengan tipe vegetasi Pandanus-Casuarina. Keterangan: Pl = *Pandanus lauterbahii* K. Schum. & Warb, Bc = *Breynia cernua*, Pt = *Pandanus tectorius* Sol., Fb = *Ficus benjamina* L., As = *Alstonia scholaris* (L.) R. Br., Gm = *Glochidion macrocarpa*, Fe = *Ficus elastica*, Ce = *Casuarina equisetifolia* L.



Gambar 6. Diagram profil Blok 10 Tanggul Barat Baru (B10BB) yang merupakan wilayah suksesi alami dengan tipe vegetasi Casuarina-Phragmites. Keterangan: Ce = *Casuarina equisetifolia* L., Pt = *Pandanus tectorius* Sol, Pl = *Pandanus lauterbahii* K. Schum. & Warb, Ap = *Artocarpus fretessi* Hassk

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

- a. Tipe-tipe vegetasi yang terbentuk di kawasan Tanggul Ganda terdiri dari tiga tipe, yaitu tipe Casuarina-Pandanus, tipe Pandanus-Casuarina dan tipe Casuarina-Phragmites.
- b. Suksesi vegetasi di wilayah Tanggul Ganda dimulai dari padang rumput *Phragmites karka* menuju ke hutan sekunder.
- c. Terdapat kecenderungan pola suksesi vegetasi blok-blok Tanggul Barat Baru menuju ke pola suksesi blok-blok Tanggul Barat Lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Fachrul, M.F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Herman D.Z. 2006. Tinjauan terhadap *Tailing* Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Biji Logam, *Jurnal Geologi Indonesia* 1(1): 31-36.
- Hodges, S.C. 2009. *Soil Fertility Basics*. Soil Science Extension. North Carolina State University. (Online version), (<http://www.soil.ncsu.edu>, diakses 28 November 2009).
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Irwanto. 2006. *Penggunaan Tanaman Actinorhizal Casuarina equisetifolia L. pada Rehabilitasi Lahan Alang-alang dengan Sistem Agroforestri*. Yogyakarta. (Online version), (www.irwantosht.com, diakses 18 Oktober 2009).
- Kilmaskossu, M.St.E. 2002. *Plant Invasion and Succession on Mine Tailings in a Tropical Rain Forest Area of Papua, Indonesia*. Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Krishna, K.R. 2002. *Soil Fertility and Crop Production*. Science Publishers, Inc. Enfield, New Hampshire.
- Lembaga Biologi Nasional. 1980. *Jenis Rumput Dataran Rendah*. Lembaga Biologi Nasional-LIPI. Bogor.
- Madjid, A. 2009. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Bahan Kuliah Online. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- PT-FI. 2006. *Pengaliran Tailing melalui Sungai*. (Online version), (www.PT-FI.comwww. fcx.com, diakses 15 September 2008).
- Rahayu, M., Sunarti, S. dan Keim, A.P. 2008. Kajian Etnobotani Pandan Samak (*Pandanus odoratissimus* L.f.): Pemanfaatan dan Peranannya dalam Usaha Menunjang Penghasilan Keluarga di Ujung Kulon, Banten, *Biodiversitas* (Online version) 9(4): 310-313, (<http://www.unsjournals.com>, diakses 16 November 2009).
- Setiabudi, F. 2005. *Backscatter Characterization of Multi-Temporal Radarsat Imagery In Ajkwa Tailing Deposition Area (Papua, Indonesia)*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sinaga, N.I. dan Puradyatmika, P. 2006. *Keragaman Flora di Area Pengendapan Pasir Sisa Tambang "Tanggul Ganda"*. PT. Freeport Indonesia. Papua.
- Taberima, S. 2008. *Perkembangan Tanah dari Tailing Di ModADA PT-FI: Aspek Reklamasi dan Suksesi Alami*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.

LAJU DEKOMPOSISI SERASAH DAUN *Rhizophora mucronata* PADA BERBAGAI TINGKAT SALINITAS

(THE RATE OF THE DECOMPOSITION OF *Rhizophora mucronata* LEAF LITTER AT VARIOUS SALINITY LEVEL)

Yunasfi

Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan
yunasfijamhar@yahoo.co.id

Abstrak

Serasah yang mengalami dekomposisi memberikan sumbangan bahan organik yang dapat berperan dalam mempertahankan kesuburan tanah dan merupakan sumber pakan bagi berbagai jenis ikan dan organisme lain di ekosistem mangrove. Proses dekomposisi serasah dapat dipengaruhi oleh salinitas disamping faktor hewan dan mikroorganisme seperti cacing, siput, bakteri, fungi dan faktor lingkungan seperti tipe tanah dan pH air. Kegiatan penelitian ini dilakukan di kawasan hutan mangrove Sicanang Belawan dari bulan Agustus sampai dengan Desember 2009. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh salinitas terhadap laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* pada berbagai tingkat salinitas. Dekomposisi paling cepat terjadi pada serasah daun *R. mucronata* yang ditempatkan pada tingkat salinitas 0 – 10 ppt, yaitu 6.80/tahun (residence time = 0.15 tahun). Laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* yang ditempatkan pada tingkat salinitas 10 – 20 ppt dan 20 – 30 ppt dan > 30 ppt, yaitu berturut-turut 5,91, 4,99 dan 3,98 (lama terdapat 0.16, 0.20 and 0.25). Bobot kering serasah daun *R. mucronata* rata-rata yang mengalami dekomposisi pada tingkat salinitas 0 – 10 ppt, 10 – 20 ppt, 20 – 30 ppt dan > 30 ppt masing-masingnya adalah 2,44 gram, 3,63 gram, 5,73 gram dan 8,84 gram.

Kata kunci: Dekomposisi, mangrove, *Rhizophora mucronata*, salinitas, serasah daun

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ekosistem mangrove merupakan sumberdaya alam yang memberikan banyak keuntungan bagi manusia, antara lain

produktivitasnya yang tinggi serta kemampuannya memelihara kawasan pesisir. Selain dapat memberikan fungsi ekologis, mangrove juga dapat memberikan fungsi ekonomis dan sosial yang sangat penting dalam pembangunan kehidupan masyarakat di kawasan pesisir.

Aliran energi di ekosistem mangrove bermula dari daun. Daun memegang peran penting dan merupakan sumber nutrisi sebagai awal rantai makanan. Pada ekosistem mangrove, rantai makanan yang terjadi adalah rantai makanan detritus. Sumber utama detritus berasal dari daun-daun dan ranting-ranting yang telah membusuk. Daun-daun yang gugur akan didekomposisi oleh berbagai jenis bakteri dan fungi. Bakteri dan fungi ini akan dimakan oleh sebagian Protozoa dan Avertebrata lainnya dan kemudian Protozoa dan Avertebrata tersebut akan dimakan oleh karnivor sedang, selanjutnya karnivor sedang ini dimakan oleh karnivor yang lebih tinggi (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Serasah yang jatuh di lantai hutan mangrove mengalami proses dekomposisi baik secara fisik maupun biologis, yang dapat menyuburkan kawasan pesisir. Serasah yang sudah terdekomposisi tersebut berguna untuk menjaga kesuburan tanah mangrove dan merupakan sumber pakan untuk berbagai jenis ikan dan Avertebrata melalui rantai makanan *fitoplankton* dan *zooplankton* sehingga keberlangsungan populasi ikan, kerang, udang dan lainnya dapat tetap terjaga. Serasah mangrove yang terdekomposisi akan menghasilkan unsur hara yang diserap oleh tanaman dan digunakan oleh jasad renik di lantai hutan dan sebagian lagi akan terlarut dan terbawa air surut ke perairan sekitarnya (Suwarno, 1985 diacu oleh Rismunandar, 2000).

Proses dekomposisi dimulai dari proses penghancuran yang dilakukan oleh makrobentos terhadap tumbuhan dan sisa bahan organik mati selanjutnya menjadi ukuran yang lebih kecil. Kemudian dilanjutkan dengan proses biologi yang dilakukan oleh bakteri dan fungi untuk menguraikan partikel-partikel organik. Proses dekomposisi oleh bakteri dan fungi sebagai dekomposer dibantu oleh enzim yang dapat menguraikan bahan organik menjadi protein, karbohidrat dan lain-lain (Sunarto, 2003).

Daun yang jatuh ke lantai hutan menjadi serasah yang selanjutnya akan mengalami dekomposisi. Serasah yang mengalami dekomposisi menghasilkan unsur hara yang digunakan tumbuhan untuk hidup dan berkembang, serta menjadi sumber pakan bagi ikan dan Avertebrata.

Sebagai suatu proses yang dinamis, dekomposisi memiliki dimensi kecepatan yang mungkin berbeda dari waktu ke waktu tergantung faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor tersebut umumnya adalah faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dekomposer disamping faktor bahan yang akan didekomposisi. Proses

dekomposisi bahan organik secara alami akan berhenti bila faktor-faktor pembatasnya tidak tersedia atau telah dihabiskan dalam proses dekomposisi itu sendiri. Oksigen dan bahan organik, menjadi faktor kendali dalam proses dekomposisi. Kedua faktor ini terutama oksigen merupakan faktor kritis bagi dekomposisi aerobik. Ketersediaan bahan organik yang berlimpah mungkin tidak berarti banyak dalam mendukung dekomposisi bila faktor lain seperti oksigen tersedia dalam kondisi terbatas (Sunarto, 2003).

Perubahan secara fisik maupun secara kimiawi yang sederhana oleh mikroorganisme tanah disebut sebagai proses dekomposisi (pembusukan atau pelapukan) atau kadang-kadang disebut mineralisasi. Hasil proses dekomposisi sangat membantu tersedianya zat-zat organik tanah yang merupakan hara bagi tanaman. Apabila residu tanaman dan hewan dimasukkan ke dalam tanah atau dikumpulkan sebagai kompos, di bawah kondisi yang lembab dan serasi yang menguntungkan atau baik, maka bahan-bahan tersebut akan diserang oleh sejumlah besar mikroorganisme yang beragam, antara lain bakteri, fungi, protozoa, cacing dan larva serangga. Sebagai suatu hasil kegiatan organisme-organisme tersebut, bagian-bagian residu tanaman dan hewan yang terdiri atas unsur-unsur kimiawi, terutama karbon, nitrogen, fosfor dengan cepat dibebaskan dalam bentuk-bentuk yang tersedia bagi pertumbuhan tanaman. Proses tersebut pada mulanya berlangsung cepat dan selanjutnya berlangsung secara berangsur-angsur atau perlahan-lahan, kecepatan dekomposisi tergantung atas sifat/keadaan residu serta lokasi dekomposisi itu berlangsung. Jika kandungan nitrogen pada residu itu rendah, unsur itu untuk sementara waktu tidak dibebaskan, sehingga belum tersedia bagi pertumbuhan tanaman (Mulyani dkk., 1991).

Kerentanan bahan organik juga memberi andil terhadap percepatan dekomposisi. Dekomposisi merupakan proses yang panjang yang dapat terjadi baik secara fisika, kimia maupun biologis, oleh karena itu kemudahan bahan organik untuk terdekomposisi menjadi pendukung proses tersebut. Semakin rentan suatu bahan organik yang akan didekomposisi maka akan semakin cepat proses dekomposisi yang terjadi. Demikian pula ukuran bahan organik, semakin besar ukuran bahan organiknya maka akan semakin lama proses dekomposisi terjadi, dan hal ini berarti mempercepat akumulasi bahan organik (Sunarto, 2003).

Menurut Mulyani, dkk., (1991) dekomposisi bahan-bahan tanaman yang cepat didukung dan diperlancar oleh kondisi-kondisi berikut :

1. Kandungan lignin dan lilin yang rendah dalam bahan tanaman
2. Ketersediaan nitrogen yang memadai atau mencukupi
3. Kondisi yang baik bagi proses kehancuran secara kimiawi

4. pH yang baik atau menguntungkan
5. Aerasi yang baik dan disertai kondisi kelembaban yang memadai. Kondisi-kondisi aerobik berpengaruh terhadap populasi bakteri, yang juga berpengaruh terhadap ketersediaan nitrogen
6. Suhu yang tinggi, biasanya berkisar pada 30⁰C sampai 45⁰C.

R. mucronata merupakan salah satu jenis tumbuhan yang terdapat di kawasan pada ekosistem mangrove. *R. mucronata* menyukai rawa-rawa mangrove, tepi pantai yang berlumpur, atau di sepanjang tepian sungai pasang surut. *R. mucronata*, memperlihatkan toleransi yang tinggi terhadap kisaran salinitas, mampu tumbuh di rawa air tawar (payau) hingga di substrat yang berkadar garam sangat tinggi.

Hutan mangrove merupakan habitat yang unik dan memiliki ciri-ciri khusus, sebagai berikut : tanahnya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari atau hanya tergenang pada saat pasang pertama; tempat tersebut menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat, daerahnya terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat, airnya berkadar garam (bersalinitas) payau (2 – 22 ppt) hingga asin (LPP Mangrove, 2008).

Salinitas didefinisikan sebagai berat zat padat terlarut dalam gram per kilogram air laut, jika zat padat telah dikeringkan sampai beratnya tetap pada 480 ⁰C. Singkatnya salinitas adalah berat garam dalam gram per kilogram air laut. Salinitas ditentukan dengan mengukur klor yang takarannya adalah klorinitas. Salinitas dapat juga diukur melalui konduktivitas air laut. Alat-alat elektronik canggih menggunakan prinsip konduktivitas ini untuk menentukan salinitas Salinitas optimum yang dibutuhkan mangrove untuk tumbuh berkisar antara 10-30 ppt. Salinitas secara langsung dapat mempengaruhi laju pertumbuhan dan zonasi mangrove, hal ini terkait dengan frekuensi penggenangan. Salinitas air akan meningkat jika pada siang hari cuaca panas dan dalam keadaan pasang. Salinitas air tanah lebih rendah dari salinitas air (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Salinitas merupakan satu diantara beberapa faktor lingkungan yang berperan dalam proses dekomposisi serasah (daun, ranting, cabang, bunga, buah dan buah). Selain itu secara umum salinitas juga Sangat berpengaruh terhadap terhadap kehidupan dan pembentukan zonasi mangrove. Sejauh mana salinitas berperan dalam proses dekomposisi serasah daun perlu dipelajari. Berdasarkan uraian di atas telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata*

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* pada berbagai tingkat salinitas.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk (1). Sebagai acuan penentu lokasi yang sesuai untuk budidaya ikan dan udang pada kawasan ekosistem mangrove dan (2). Sebagai satu acuan dalam pengelolaan ekosistem mangrove untuk menentukan zonasi pemanfaatan kawasan mangrove.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian yang diajukan adalah laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* yang ditempatkan tingkat salinitas < 30 lebih cepat dibanding laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* yang ditempatkan pada tingkat salinitas >30 ppt

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan hutan mangrove Sicanang Belawan, Medan, Sumatera Utara. Penimbangan serasah dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Penelitian di lapangan dilaksanakan bulan Agustus sampai Desember 2009.

Kawasan tambak lokasi penelitian terletak pada posisi 03⁰-45'-00''LU dan 98⁰-40'-00''BT. Suhu rata-rata di sekitar kawasan adalah 26-29⁰C. Arus yang masuk kearah darat sangat dipengaruhi oleh sungai Belawan dan sungai Deli, sedangkan arus kearah laut dipengaruhi oleh selat Malaka. Kecepatan arus masuk mencapai 3 knot (m/det) dengan kecepatan terkecil sekitar 0,2 knot (m/det).

Bahan dan Alat

Bahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini adalah serasah daun *R. mucronata* yang diambil dari kawasan hutan mangrove Sicanang Belawan Medan. Peralatan yang digunakan meliputi : *Hand refractometer*, oven dan timbangan analitik, kantong serasah (*litter bag*) yang berukuran 40 x 30 cm yang terbuat dari nilon, kantong plastik dengan ukuran ¼ kg, tali plastik (rafia), patok bambu, amplop sampel, dan lain-lain.

Prosedur Penelitian

Penentuan Zona Salinitas

Penentuan zona salinitas dilakukan dengan pengukuran tingkat salinitas yang dilakukan dari arah darat menuju ke laut dengan menggunakan *Hand refractometer*. Lokasi penelitian terdiri atas 4 zona yaitu, zona 1 dengan salinitas 0-10 ppt, zona 2 dengan salinitas 10-20 ppt, zona 3 dengan salinitas 20-30 ppt, dan zona 4 dengan salinitas > 30 ppt.

Pengambilan Sampel Serasah Daun

Pengambilan serasah daun *R. mucronata* dilakukan di beberapa lokasi pada kawasan hutan mangrove Sicanang Begawan. Pengambilan serasah langsung dilakukan dari lantai hutan. Kemudian serasah daun *R. mucronata* dimasukkan ke dalam kantong plastik/karung plastik dan dibawa ke laboratorium untuk ditimbang.

Selanjutnya serasah daun *R. mucronata* yang sudah dimasukkan kedalam kantong serasah dengan berat 50 gram untuk setiap kantong serasah. Kantong serasah dipasang pada setiap zona salinitas yang telah ditentukan dengan jumlah total 48 kantong serasah. Di setiap zona salinitas diletakkan 12 kantong serasah secara acak. Semua kantong serasah tersebut diikatkan pada bambu agar tidak terbawa arus pasang.

Pengambilan kantong serasah dilakukan 15 hari sekali, sebanyak 3 buah kantong berisi sisa serasah untuk setiap zona salinitas selama 60 hari. Kemudian serasah daun *R. mucronata* dari kantong serasah tersebut dikeluarkan dan ditiriskan (dikeringanginkan), untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong kertas HVS Folio. Kantong kertas yang berisi serasah daun *R. mucronata* tersebut dimasukkan kedalam oven bersuhu 105 °C selama 3 x 24 jam. Setelah dioven serasah tersebut ditimbang untuk mengetahui bobot keringnya. Laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* dihitung dari penyusutan bobot serasah yang terdekomposisi dalam satu satuan waktu. Sebagai kontrol digunakan serasah yang tidak ditempatkan di lapangan.

Analisis Data

Laju Dekomposisi Serasah Daun *R. mucronata*

Pendugaan nilai laju dekomposisi serasah dilakukan menurut persamaan berikut (Olson, 1963) :

$$X_t / X_0 = e^{-kt}$$

Keterangan: X_t = Berat serasah setelah periode pengamatan ke-t
 X_0 = Berat serasah awal
 e = Bilangan logaritma natural (2,72)
 t = Periode pengamatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Laju Dekomposisi

Serasah daun *R. mucronata* yang mengalami dekomposisi mulai dari hari ke-15 sampai hari ke-60 mengalami penurunan bobot kering. Perubahan bobot kering serasah daun *R. mucronata* dari keempat tingkat salinitas menunjukkan bahwa tingkat salinitas 0 – 10 ppt lebih cepat

terdekomposisi sehingga laju dekomposisinya lebih tinggi daripada tingkat salinitas yang lainnya. Sedangkan untuk tingkat salinitas > 30 ppt serasah daun *R. mucronata* lebih lambat terdekomposisi sehingga laju dekomposisinya lebih kecil daripada tingkat salinitas yang lainnya. Laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* pada tingkat salinitas 0-10 ppt, 10-20 ppt, 20-30 ppt, dan >30 ppt dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1:
Laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* pada berbagai tingkat salinitas

No.	Tingkat Salinitas	K (tahun ⁻¹)	Lama masa serasah terdapat (tahun)
1.	0-10 ppt	6,80	0,15
2.	10-20 ppt	5,91	0,16
3.	20-30 ppt	4,99	0,20
4.	>30 ppt	3,98	0,25

Serasah daun *R. mucronata* yang ditempatkan pada tingkat salinitas >30 ppt menunjukkan nilai laju dekomposisi terkecil. Adapun Serasah daun *R. mucronata* yang ditempatkan pada tingkat salinitas 0 – 10 ppt menunjukkan nilai laju dekomposisi terbesar. Menurut Mulyani dkk., (1991), proses dekomposisi pada mulanya berlangsung cepat dan selanjutnya berlangsung secara berangsur-angsur atau perlahan-lahan, kecepatan dekomposisi tergantung atas sifat/keadaan residu serta kondisi dimana dekomposisi itu berlangsung.

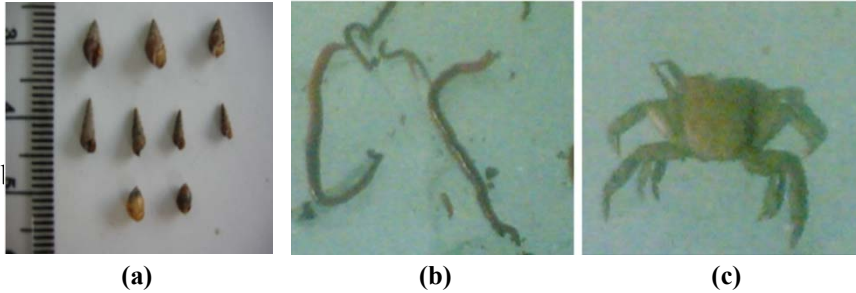
Sisa serasah daun *R. mucronata* yang telah mengalami dekomposisi dari hari ke-15 sampai hari ke-60 mengalami penurunan bobot basah dan bobot kering. Penurunan bobot basah dan bobot kering dapat dilihat dari perubahan bentuk yang menunjukkan cercaan daun *R. mucronata* pada hari ke-60.

Makrobentos termasuk salah satu dekomposer awal yang merobek-robek atau mencacah sisa-sisa daun yang kemudian dikeluarkan kembali sebagai kotoran setelah itu dilanjutkan oleh bakteri dan fungi untuk menguraikan bahan organik menjadi protein dan karbohidrat. Tabel 2 menunjukkan beberapa jenis makrobentos yang terdapat di dalam serasah daun *R. mucronata*. Pada kantong berisi serasah yang ditempatkan pada tingkat salinitas 0 – 10 ppt lebih banyak ditemui makrobentos daripada tingkat salinitas yang lainnya.

Tabel 2:
Jenis-jenis makrobentos yang ditemukan di dalam kantong serasah daun *R. mucronata*

Kelas	Ordo	Genus
Gastropoda	Mesogastropoda	Eubonia, Telescopium
	Basammatophora	Pupoides
Crustaceae	Decapada	Chiromantes
Turbellaria	Macrostromida	Microstromum

Jenis makrobentos yang terdapat pada serasah daun *R. mucronata* yang mengalami dekomposisi dapat dilihat dalam Gambar 1. Menunjukkan bahwa makrobentos berperan dalam dekomposisi bahan organik menjadi sisa-sisa atau partikel yang lebih kecil dan dikeluarkan kembali sebagai kotoran.



Gambar 1: Makrobentos yang ditemukan di dalam kantong serasah daun *R. mucronata*. Siput laut (a) cacing (b), dan kepiting (c)

Pembahasan

Laju dekomposisi dan sisa bobot kering rata-rata serasah daun *R. mucronata* selama pengamatan 60 hari pada berbagai tingkat salinitas menunjukkan perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh terhadap proses dekomposisi karena serasah yang ditempatkan di dalam kantong serasah pada masing-masing tingkat salinitas mengalami penurunan bobot kering serasah daun yang bervariasi.

Penurunan bobot kering dan laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* yang tertinggi terjadi pada tingkat salinitas >30 ppt dan yang paling lama terdekomposisi adalah pada tingkat salinitas 20-30 ppt. Setiap minggu terjadi perubahan bobot serasah daun *R. mucronata* di dalam kantong serasah. Diduga hal ini diakibatkan oleh keberadaan makrobentos yang membutuhkan bahan makanan dan berperan sebagai dekomposer yang tinggi serta faktor lingkungan yang mempengaruhi akibat pasang surut air laut.

Bobot kering sisa serasah daun *R. mucronata* rata-rata pada pengamatan hari ke-60 berbeda-beda pada tingkat salinitas, yaitu 2,44 gram pada salinitas 0-10 ppt, 3,63 gram pada salinitas 10-20 ppt, 5,73 gram pada salinitas 20-30 ppt, dan 8,84 gram pada salinitas >30 ppt. Serasah yang paling cepat terdekomposisi adalah serasah yang berada pada tingkat salinitas 0 – 10 ppt. Terjadinya laju dekomposisi yang cepat pada salinitas 0 – 10 ppt, diduga pada tingkat salinitas ini merupakan kondisi yang cocok bagi organisme dan mikroorganisme untuk dapat tumbuh dan

berkembang dengan baik. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Damanik dkk., (2011) bahwa pada tingkat salinitas 0 – 10 ppt ditemukan jumlah jenis fungi yang lebih banyak disbanding jumlah jenis fungi yang terdapat pada salinitas 10 – 20 dan 20 – 30 ppt. Hasil ini menunjukkan bahwa ada kemungkinan berbagai jenis fungi ikut berperan dalam mempercepat proses dekomposisi selain keberaaan makrobentos.

Berdasarkan pengamatan visual beberapa kantong serasah yang berisi daun *R. mucronata* mulai berlumut, artinya terjadi proses humifikasi. Proses humifikasi menunjukkan adanya pengaruh keadaan iklim atau keadaan lingkungan. Menurut Kononova (1961) diacu oleh Rismunandar (2000), terjadinya proses humifikasi tergantung pada kondisi tanah, tumbuhan penutup, aktivitas mikroorganisme tanah dan fauna tanah, pengaruh iklim, serta aktivitas manusia.

Menurut Sunarto (2003), kecepatan proses dekomposisi pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan. Faktor-faktor lingkungan tersebut umumnya mempengaruhi pertumbuhan dekomposer. Menurut Swift dkk., (1979) kelembaban tanah merupakan faktor terbesar yang menyebabkan variasi daerah di dalam kegiatan pengurai.

Selain kelembaban tanah, faktor lain yang membantu laju dekomposisi adalah oksigen. Oksigen diperlukan dekomposer untuk mendekomposisikan bahan organik dimana dekomposer ini sangat besar peranannya. Berawal dari anaerobik yang mencacah bahan organik menjadi partikel kecil kemudian dilanjutkan oleh aerobik membutuhkan oksigen dan sama-sama melakukan proses dekomposisi. Aktivitas pasang surut air laut juga dapat membantu terjadinya proses dekomposisi melalui pelapukan secara lambat dan dapat menghancurkan bahan organik. Selain itu, salinitas juga dapat berperan dalam membantu proses dekomposisi karena salinitas juga dapat menentukan kelimpahan jumlah makrobentos.

Makrobentos yang terdapat di dalam kantong serasah yaitu kelas Gastropoda, Crustaceae, dan Turbellaria, banyaknya makrobentos di dalam kantong serasah dipengaruhi oleh tingkat salinitas. Laju dekomposisi serasah dipengaruhi oleh organisme pengurai dalam proses dekomposisi dimana makroorganisme dan mikroorganisme membantu dalam penguraian bahan organik. Menurut Notohadiprawiro (1999) bahwa laju dekomposisi bahan organik ditentukan oleh faktor bahan organik dan lingkungan yang mempengaruhi aktivitas makroorganisme dimana mikroorganisme membantu dalam proses perombakan bahan organik dalam tanah. Makrobentos dapat hidup dan membentuk koloni di hutan mangrove. Kehidupan beberapa makrobentos dipengaruhi oleh tinggi rendahnya salinitas. Menurut Arifin (2003), organisme yang hidup di perairan pada umumnya menghadapi masalah kadar salinitas yang selalu berubah-ubah.

Makrobentos berperan dalam dekomposer awal yang akan mencacah sisa-sisa bagian pohon. Cacing maupun kepiting dalam kantong serasah yang memanfaatkan sisa-sisa daun yang kemudian dikeluarkan lagi sebagai kotoran. Menurut Arifin (2003) kehidupan makrobentos membutuhkan habitat berlumpur yang terdapat perakaran pohon. Makrobentos yang terdapat pada lingkungan yang sesuai akan dapat memberikan peran yang besar dalam proses dekomposisi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* pada tingkat salinitas 0 – 10 ppt lebih cepat dibandingkan dengan laju dekomposisi pada tingkat salinitas 10 – 20 ppt, 20 – 30 ppt dan >30 ppt. Kecepatan laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata* pada salinitas 0 – 10 ppt lebih banyak disebabkan oleh keberadaan dekomposer berupa makrobentos yang lebih banyak dibanding tingkat salinitas lainnya.

Saran

Untuk lebih mendukung hasil penelitian yang diperoleh sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan analisis unsure hara C dan N untuk mengetahui C/N ratio yang juga berpengaruh terhadap kecepatan laju dekomposisi serasah daun *R. mucronata*. Selain itu perlu dilakukan penelitian tentang keanekaragaman jenis fungi dan bakteri yang terdapat pada serasah daun *R. mucronata* yang mengalami dekomposisi pada berbagai tingkat salinitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A. Hutan Mangrove, Fungsi dan Manfaatnya. Penerbit Kanisius, Yogyakarta <http://book.google.co.id> [4 Januari 2010].
- Damanik, A. Y., Yunasfi dan D. Suryanto. 2011. Jenis-Jenis Fungi yang Berasosiasi pada Proses Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia marina* (Forsk) vierh Setelah Aplikasi Fungi *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., *Penicillium* sp. Pada Berbagai Tingkat Salinitas di Desa Sicanang Belawan. Skripsi. Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. Medan
- [LPP Mangrove] Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove. 2008. Ekosistem mangrove di Indonesia. <http://imred.89m.com/?q=content/ekosistem-mangrove-di-indonesia> [20 Agustus 2008]
- Mulyani, M, Kartasapoetra, A.G, Sastroatmodjo, S. 1991. Mikrobiologi Tanah. PT. Rineka Cipta. Jakarta

- Notohadiprawiro, T. 1998. Tanah dan Lingkungan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta
- Olson, J. S. 1963. Energy Storage and the Balance of Producer and Decomposer in Ecological Systems. *Ecology* 44 : 322-331
- Rismunandar. 2000. Laju Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia marina* pada Berbagai Tingkat Salinitas (Studi Kasus di Kawasan Hutan Mangrove Blanakan, RPH Tegal Tangkil, BKPH Ciasem-Pamanukan, KPH Purwakarta, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat). Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2001. Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Sunarto. 2003. Peranan Dekomposisi dalam Proses Produksi pada Ekosistem Laut. Pengantar Falsafah Sains, Program Pascasarjana/S3 IPB. Bogor
http://tumoutou.net/702_07134/sunarto.pdf [19 Agustus 2009]
- Swift, M.J., J.W. Heal dan J.M. Anderson. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell. Oxford, UK.

EKSPLORASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA (CMA) INDIGENOUS YANG BERASOSIASI DENGAN *Begonia resecta* DI HUTAN PENDIDIKAN DAN PENELITIAN BIOLOGI (HPPB)

Zozy Aneloi Noli, Netty W.S., dan Esti Maitika Sari

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas Padang Sumatra Barat
zozya@yahoo.com

Abstrak

Penelitian tentang Esplorasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Indigenous yang Berasosiasi dengan Tanaman *Begonia resecta* L. telah dilakukan dari bulan Mei sampai Oktober 2009 di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi, Rumah Kaca, dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Kultur Jaringan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Laboratorium Bioteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman CMA yang berasosiasi dengan rizosfer akar tanaman *Begonia resecta* di Hutan Penelitian dan Pendidikan Biologi (HPPB). Penelitian ini menggunakan metode survey untuk pengambilan sampel. Dari hasil penelitian ditemukan 3 genus CMA yaitu genus *Glomus*, *Acaulospora* dan *Gigaspora*. Jumlah spora CMA Indigenous yang paling banyak ditemukan dilapangan adalah genus *Acaulospora* dan setelah dilakukan trapping dengan menggunakan tanaman inang *Zea mays*, didapatkan jumlah spora paling tinggi pada genus *Glomus*, diikuti oleh *Acaulospora* dan *Gigaspora*.

Kata kunci: *Begonia resecta*, Mikoriza, HPPB

PENDAHULUAN

Mikoriza merupakan struktur yang terbentuk karena asosiasi simbiosis mutualisme antara cendawan tanah dengan akar tanaman tingkat tinggi (Brundrett *et al.*, 1996). Sedikitnya terdapat lima manfaat mikoriza bagi perkembangan tanaman yang menjadi inangnya, yaitu meningkatkan absorpsi hara dari dalam tanah, sebagai penghalang biologis terhadap infeksi patogen akar, meningkatkan ketahanan inang terhadap kekeringan, meningkatkan hormon pemacu tumbuh, dan menjamin terselenggaranya siklus biogeokimia (Nuhamara, 1994). Dalam

hubungan simbiosis ini, cendawan mendapatkan keuntungan nutrisi (karbohidrat dan zat tumbuh lainnya) untuk keperluan hidupnya dari akar tanaman (Smith dan Read, 1997).

Mikoriza dapat dibedakan menjadi dua tipe yang jelas perbedaannya pada susunan anatomi infeksiya, yaitu tipe Ektomikoriza dan tipe Endomikoriza yang biasanya juga disebut CMA (Cendawan mikoriza Arbuskula). Islami dan Utomo (1995) mengatakan bahwa tipe ektomikoriza adalah cendawan yang strukturnya membentuk banyak cabang pada rambut akar tanaman pohon. Tipe endomikoriza, jamurnya tidak membentuk suatu selubung luar tetapi hidup di dalam sel-sel akar (intraseluler) dan membentuk hubungan langsung antar sel-sel akar dan tanah sekitarnya. Dalam bentuk ini hifa cendawan melakukan penetrasi ke bagian yang lebih dalam dari akar, ke dalam lapisan-lapisan akar tertentu dan ke dalam sel-sel, dan hanya sedikit hubungannya dengan miselium di dalam tanah. Hifa cendawan menginvasi korteks akar tanpa mematikannya (Setiadi, 1998).

Penelitian tentang pemanfaatan mikoriza telah dilakukan pada beberapa jenis tanaman pertanian, perkebunan dan kehutanan antara lain pada tanaman jagung (Abdullah, 2005), kelapa sawit (Widiastuti, 2005), padi gogo (Kabirun, 2005), kentang (Yelianti, 2005), jahe (Trisilawati, 1999), tebu (Sanusi, 2003) dan lain-lain. Pada umumnya mikoriza memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan tanaman tersebut.

Saat ini kajian banyak difokuskan pada upaya eksplorasi keanekaragaman mikoriza populasi asli (indigenous). Delvian (2003) melakukan penelitian tentang keanekaragaman CMA di hutan pantai dan potensi pemanfaatannya untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati. Hasil penelitiannya memperlihatkan efektivitas dari CMA indigenous tersebut dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pada kondisi cekaman salinitas. Hasil penelitian Noli (2005) memperoleh isolat indigenos terpilih dari rizosfir tanaman teh (*Camellia sinensis*) dan Angelina (2008) di Hutan Penelitian dan Pendidikan Biologi (HPPB) Universitas Andalas diperoleh lima genus CMA yang berasosiasi dengan 15 jenis tanaman Zingiberaceae. Isolat yang diperoleh diharapkan berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati khusus untuk tanaman Zingiberaceae.

Pada penelitian ini dilakukan upaya eksplorasi CMA pada tanaman hias di HPPB terutama dari rizosfir tanaman *Begonia resecta* untuk memperoleh isolat-isolat unggul sebagai biofertilizer.

CARA KERJA

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei sampai Oktober 2009 di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB) Universitas Andalas

Padang, Rumah Kaca, dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Kultur Jaringan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan di lanjutkan di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Metoda Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan disepanjang aliran sungai di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB) secara purposive sampling. Untuk isolasi CMA digunakan metode penyaringan basah (Wet Sieving Method). Untuk identifikasi CMA terlebih dahulu dilakukan trapping penangkaran CMA dengan menggunakan “metode open pot culture”

Alat dan Bahan

Alat-alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah alat-alat dan bahan yang dibutuhkan untuk isolasi dan perbanyakan mikoriza.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian terdiri dari beberapa tahap kerja, yaitu:

1. Pengambilan sampel di lapangan
Pengambilan contoh tanah dilakukan dari rizosfir akar tanaman *Begonia resecta* di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB)
2. Isolasi spora
Isolasi spora dilakukan dengan metoda penyaringan basah (Wet Sieving Method).
3. Trapping/ penangkaran CMA
4. Pengamatan
Parameter yang diamati adalah:
 - a. Derajat Infeksi CMA
 - b. Jumlah Spora dan Identifikasi
5. Analisis Data
Data persentase derajat infeksi CMA, Jumlah Spora dan Identifikasi jenis CMA yang berasosiasi dengan *Begonia resecta* disajikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang Eksplorasi CMA Indigenous Yang Berasosiasi dengan *Begonia resecta* L. Di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB) maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Jumlah Spora CMA dan Kolonisasi CMA Indigenous Dari Lapangan

Dari pengamatan yang telah dilakukan diperoleh hasil yaitu dari 16 lokasi pengambilan sampel pada rizosfer akar tanaman *Begonia resecta* ditemukan 3 genus CMA Indigenous yaitu genus *Glomus*, *Acaulospora* dan *Gigaspora*. Jumlah spora yang paling banyak ditemukan adalah genus *Acaulospora* dengan jumlah 439 spora, diikuti oleh *Glomus* dengan jumlah 322 spora dan *Gigaspora* dengan jumlah 41 spora.

Genus CMA yang ditemukan bervariasi jenis dan jumlahnya. Bervariasinya jumlah spora yang didapatkan disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi seperti faktor kesesuaian antara cendawan dengan tanaman inang dan juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu tanah, kelembaban tanah, pH tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dinyatakan oleh Brundrett dkk (1996) bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi tanaman inang biasanya juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan CMA.

2. Jumlah Spora CMA dan Kolonisasi CMA Indigenous setelah di Trapping

Setelah dilakukan trapping menggunakan tanaman inang *Zea mays* diperoleh jumlah hasil seperti disajikan pada Tabel 1. dibawah ini.

Lokasi pengambilan sampel	Jumlah dan jenis mikoriza yang ditemukan			% kolonisasi
	<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Gigaspora</i>	
Lokasi 1	19	35	3	50 (sedang)
Lokasi 2	22	11	3	5 (Sangat rendah)
Lokasi 3	30	2	3	20 (Rendah)
Lokasi 4	15	33	5	20 (Rendah)
Lokasi 5	27	15	3	40 (Sedang)
Lokasi 6	11	41	-	40 (Sedang)
Lokasi 7	32	21	3	30 (Sedang)
Lokasi 8	15	21	-	10 (Rendah)
Lokasi 9	29	16	-	50 (Sedang)
Lokasi 10	45	17	2	20 (Rendah)
Lokasi 11	22	35	5	20 (Rendah)
Lokasi 12	29	33	3	40 (sedang)
Lokasi 13	11	25	2	80 (Sangat tinggi)
Lokasi 14	19	29	3	40 (Sedang)
Lokasi 15	17	36	2	70 (Tinggi)
Lokasi 16	42	13	-	10 (Rendah)

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa jumlah spora CMA tanaman *Begonia resecta* dari hasil trapping dengan tanaman *Zea mays* yang telah dilakukan selama 2 bulan memiliki jumlah spora yang bervariasi. Bervariasinya jumlah spora yang didapatkan disebabkan karena beberapa

faktor antara lain: sampel tanah awal yang digunakan dalam trapping. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa sampel tanah dari lokasi yang berbeda memperlihatkan kepadatan spora yang berbeda pula sehingga setelah dilakukan trapping memperlihatkan jumlah spora yang berbeda. Sedangkan tujuan melakukan trapping ini adalah untuk mengetahui atau melihat spora yang benar-benar berasosiasi dengan tanaman *Begonia resecta* itu sendiri.

Persentasi kolonisasi CMA asal rizozfir *B. resecta* dari hasil trapping menggunakan tanaman inang *Zea mays* memperlihatkan perbedaan dengan persentasi kolonisasi berkisar antara 5% - 80%. Hal ini menunjukkan potensi infektifitas dari masing-masing isolat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., Y. Musa dan Feranita H. 2005. *Perbanyakan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada Berbagai Varietas Jagung (Zea mays L.) dan Pemanfaatannya Pada Dua Varietas Tebu (Saccharum officinarum L.)*. J. Sains & Teknologi Vol. 5. No. 1: 12-20.
- Angelina, M. 2008. *Identifikasi cendawan Mikoriza Arbuskula yang Berasosiasi dengan Famili Zingiberaceae di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi*. FMIPA Biologi Universitas Andalas.
- Brundrett, N., B. Bougher, T. Dell, Grove and N. Malajazuk. 1996. *Working With Micorrhizas In Forestry and Agriculture*. Australian Centre for Int. Agric. Research. Canberra. Pp. 162-171.
- Delvian. 2006. *Peranan Ekologi Dan Agronomi Cendawan Mikoriza Arbuskula*. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Islami, T. dan W.H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Noli, Z.A. 2005. *Isolasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Dari Tiga Ordo Tanah Perkebunan Teh (Camellia sinensis (O) L. Kuntze) di Jawa Barat*. Prosiding Seminar dan Workshop: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pada Lahan Marginal. Asosiasi Mikoriza Indonesia. Jambi 9-10 Mei 2005.
- Nuhamara, S. T. 1994. *Peranan Mikoriza untuk Reklamasi Lahan Kritis*. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 67.

- Setiadi. 1998. *Fungi Mikoriza Arbuskula dan Prospeknya sebagai Pupuk Biologis. Prosiding Workshop Aplikasi Cendawan Mikoriza Arbuskula pada Tanaman Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan. Asosiasi Mikoriza Indonesia. PAU Bioteknologi IPB. The British Council.*
- Smith, S.E. and D.J.Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis Second Edition.* Academic Press. London.
- Widiastuti, H., E. Guhardja, N. Soekarno, L.K. Darusman, D.H.Goenadi dan S. Smith. 2002. *Optimasi Simbiosis Cendawan Mikoriza Arbuskula Acaulospora tuberculata dan Gigaspora margarita pada Bibit Kelapa Sawit di Tanah Masam. Menara Perkebunan, 70(2), 50-57.*
- Yelianti, U. 2005. *Isolasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Dari Rizosfer Tanaman Kentang dan Potensinya Sebagai Pupuk Hayati. Prosiding Seminar dan Workshop: Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pada Lahan Marginal. Asosiasi Mikoriza Indonesia. Jambi 9-10 Mei 2005.*

EKSISTENSI 10 JENIS SEMAI PADA VEGETASI GAMBUT TERGANGGU DI BENTANGAN SUNGAI SERKAP KABUPATEN PELALAWAN PROPINSI RIAU

***(The Existence of 10 Species of Seedlings in the
Destruction Peatland Vegetation
in the River Stretch Serkap Pelalawan Regency Riau
Province)***

***PW. Titisari dan **Elfis**

*Biologi FMIPA dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau
(UMRI) Pekanbaru

**Biologi FKIP Universitas Islam Riau (UIR) Pekanbaru

Abstract

This research to purposes at the types of seedling that could potentially survive in the destruction peatland vegetation due to clearing of forest areas. This research method uses a simulation model of the input micro-climate, edafis and interactions of plant adaptation to the existence of tillers. Based on the result showed 10 types of seedling that dominate the Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia* spp.), Bintangur (*Calophyllum inophyllide* King.), Punak (*Tetramerista glabra* Miq.), Ambacang (*Mangifera faetida* Laur.), Suntai (*Palaquium burekii* H.J.L.), Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.), and Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.). The existence of the opening of canopy from logging, increasing the intensity of solar radiation coming into the forest floor will stimulate the growth of ten species. The abundance of habbit of 10 species, when viewed from the needs and nature botanisnya solar radiation, especially its seeds are small and form a winged seeds and the large number of seedlings with the opening of the forest canopy, then this show is an indication of 10 types of species that exist.

Keywords: Seed existence, peatland vegetation

PENDAHULUAN

Terbentuknya celah pada tajuk hutan akibat pembukaan hutan akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim mikro di bawah tegakan

hutan yang terbuka, pada celah yang terbentuk tersebut suhu udara akan naik bersamaan dengan meningkatnya sinar matahari yang sampai ke lantai hutan dan menurunnya kelembaban. Kelembaban yang lebih rendah akan dapat membatasi pembentukan dan pertumbuhan beberapa jenis. Pada hutan rawa gambut yang merupakan tipe hutan formasi klimatis, faktor iklim mempengaruhi pembentukan dan suksesi vegetasi, khususnya temperatur, kelembaban, intensitas cahaya dan angin.

Perubahan-perubahan formasi struktur hutan rawa gambut yang disebabkan oleh penebangan dan pembukaan hutan akan menyebabkan terjadinya perubahan pada iklim mikro dan tanah hutan rawa gambut jika kalau dilihat dari angka perubahan atau persentase perubahan mungkin terlihat kecil tetapi pengaruh pada kehidupan tumbuhan sangat besar dan hal ini akan mempengaruhi keadaan habitat yang kecenderungannya akan mengakibatkan terjadinya perubahan ekologis struktur tegakan dan komposisi jenis hutan rawa gambut.

Pengaruh pembukaan hutan terhadap eksistensi jenis, eksistensi ini disebabkan oleh perilaku jenis itu sendiri dalam beradaptasi terhadap lingkungan yang berbeda dari lingkungan semula. Pembukaan hutan telah menyebabkan dinamika persaingan antara individu-individu atau antar jenis di dalam lingkungan yang bersangkutan, adaptasi ada yang bersifat sementara maupun yang bersifat tetap pola adaptasi ini dimungkinkan karena individu atau jenis tersebut mempunyai toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan.

CARA KERJA

Penelitian dilaksanakan Maret sampai dengan September 2010 di areal bekas HPH PT. Yos Raya Timber Kabupaten Pelalawan Propinsi Riau. Petak contoh ditetapkan berdasarkan lamanya terjadi pembukaan hutan, yaitu Et+3 bulan (RKT 2010), Et+1 tahun (RKT 2009), Et+3 tahun (RKT 2007), Et+5 tahun (RKT 2005), Et+7 tahun (RKT 2003), Et+10 tahun (RKT 2000) dan Et+12 tahun (RKT 1998).

Dominasi jenis digambarkan melalui Indeks Nilai Penting (INP) yang merupakan jumlah dari Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR) dan Dominasi Relatif (DR), INP adalah angka yang menggambarkan tingkatan penguasaan suatu jenis dalam vegetasinya, hal ini akan menggambarkan bentuk komunitas yang ada (Mueller-Dumbois and Ellenberg, 1974; Cox, 1972).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi tanah hutan rawa gambut merupakan faktor pembatas yang membuat tidak banyak jenis tumbuhan yang dapat bertahan hidup di hutan rawa gambut. Dari 46 jenis tumbuhan yang dijumpai pada petak penelitian, hanya 39 jenis yang dijumpai pada tingkat tiang dan pohon.

Jumlah jenis yang ditemukan sebanyak 46 jenis tumbuhan ini tidak berbeda jauh dengan jenis yang ditemukan Kongse (1995) pada penelitian di daerah rawa gambut Riau sebanyak 47 jenis, dan Istomo (1994) serta Koesmawadi (1996) sebanyak 41 jenis dari 39 jenis tumbuhan di areal hutan rawa gambut Kalimantan Tengah.

Komposisi jenis pada areal penelitian pada berbagai tingkat permudaan di tujuh kondisi hutan rawa gambut bekas tebangan termasuk hutan rawa gambut primer didominasi oleh 10 jenis tumbuhan yaitu Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*), Bintangur (*Calophyllum inophyllide* King.), Punak (*Tetramerista glabra* Miq.), Ambacang (*Mangifera faetida* Laur.), Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.), Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.), dan Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.).

Perbedaan komposisi jenis antar komunitas hutan pada lokasi penelitian ini, erat kaitannya dengan keanekaragaman jenis pada masing-masing komunitas hutan, sebab komposisi jenis yang ditunjukkan oleh Indeks Nilai Penting (INP) merupakan penjumlahan dari faktor (nilai) kerapatan (kelimpahan) relatif, frekuensi relatif dan dominasi relatif.

Tingginya jumlah jenis semai pada areal bekas tebangan di Et+1 tahun sebesar 33.137 ind/ha, di Et+3 tahun sebesar 22.666 ind/ha, dan di Et+5 tahun sebesar 38.850 ind/ha yang disebabkan sebagai akibat terbukanya areal tutupan tajuk sebagai dampak dari penebangan, yang mengakibatkan regenerasi semai berjalan dengan cepat akibat lebih banyaknya sinar matahari yang mencapai lantai hutan (Tabel 1).

Tabel 1:
Kerapatan (n/ha) Permudaan Alam pada Hutan Rawa Gambut Primer dan Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan

Kondisi hutan	Semai (n/ha)
Hutan Primer	34.375
Et+1 tahun	33.137
Et+3 tahun	22.666
Et+5 tahun	38.850
Et+7 tahun	17.004
Et+10 tahun	27.076
Et+12 tahun	30.146

Pertumbuhan dan regenerasi semai ini akan semakin meningkat sejalan dengan berjalannya waktu sampai menuju jumlah maksimal untuk kemudian akan menurun sejalan dengan meningkatnya tingkat persaingan terhadap ruang, caya dan hara sehingga hanya jenis jenis yang memiliki daya adaptasi tinggilah yang akan mampu bertahan. Hal inilah yang menyebabkan jumlah semai pada areal bekas tebangan di Et+7 tahun

sebesar 17.004 ind/ha, dan di Et+10 tahun sebesar 27.076 ind/ha, tetapi mulai Et+12 tahun terdapat kenaikan kembali jumlah semai sebesar 30.146 ind/ha yang mendekati kondisi di HP sebesar 34.375 ind/ha yang menunjukkan kondisi semai yang eksis.

Tabel 2:
Indeks Kesamaan Komunitas Tingkat Semai Hutan Rawa Gambut Primer dan Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan Berdasarkan *Sorensen Similarity Index*

Kondisi hutan	Indek Kesamaan Komunitas						
	HP	Et+1 tahun	Et+3 tahun	Et+5 tahun	Et+7 tahun	Et+10 tahun	Et+12 tahun
HP	-	80,85	82,60	78,26	84,44	80,85	85,10
Et+1 tahun	-	-	89,79	77,55	83,33	88,00	84,00
Et+3 tahun	-	-	-	75,00	93,61	89,79	89,79
Et+5 tahun	-	-	-	-	76,59	73,46	77,55
Et+7 tahun	-	-	-	-	-	76,56	95,83
Et+10 tahun	-	-	-	-	-	-	92,00
Et+12 tahun	-	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan *Sorensen Similarity Index* seluruh kondisi hutan yang dibandingkan memiliki indeks kesamaan komunitas yang, dimana disemua kondisi hutan tersebut memiliki indeks kesamaan diatas 70,00% ke atas, tingkat semai yang memiliki indeks terbesar adalah di Et+12 tahun sebesar 95,83%, sedangkan yang memiliki indeks terendah adalah di Et+10 tahun yaitu sebesar 73,46%.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa indeks kesamaan komunitas antara hutan rawa gambut primer dan hutan rawa gambut bekas tebangan relatif sama. Kimmins (1987) dan Kusmana dan Istomo (1995) menyatakan bahwa dua komunitas dikatakan relatif sama apabila memiliki nilai indek kesamaan (*Indeks of Similiarity/IS*) $\geq 70\%$. Hasil penelitian hutan rawa gambut Anderson (1976) di Kalimantan dan Sumatera serta penelitian hutan rawa gambut Lamounier, *et al.*, (1984) di Propinsi Riau juga mendapatkan hasil yang sama dimana indeks kesamaan komunitas antara hutan rawa gambut primer dengan hutan rawa gambut terdegradasi. Koesmawadi (1996) menyatakan bahwa hal ini disebabkan jumlah jenis tumbuhan hutan rawa gambut yang tidak kaya jika dibandingkan dengan hutan tanah kering.

Tabel 3 menunjukan bahwa untuk semai, yang mendominasi pada pada seluruh lokasi penelitian adalah Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), dengan INP tertinggi di Et+1 tahun sebesar 64,19%, di HP sebesar 63,81%, di Et+10 tahun sebesar 51,37%, di Et+12 tahun sebesar 49,52%, di Et+3 tahun sebesar 45,35%, di Et+7 tahun sebesar 42,12% dan terkecil di Et+5 tahun sebesar 38,43%. Dari 10 jenis semai dominan

yang INP nya terendah adalah Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) di Et+12 tahun sebesar 5,03%, Et+10 tahun sebesar 4,12%, di Et+5 tahun sebesar 3,52%, di Et+7 tahun sebesar 3,42%, dan di Et+3 tahun sebesar 2,91%, kecuali di di Et+1 tahun sebesar 9,38% yang merupakan INP tertinggi untuk jenis ini. Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) INP terendahnya di Et+5 tahun sebesar 2,02%, di Et+7 tahun sebesar 2,34%, di Et+1 tahun sebesar 2,37%, di HP sebesar 3,82%, di Et+10 tahun sebesar 4,25%, di Et+3 tahun sebesar 4,36% dan tertinggi di Et+12 tahun sebesar 4,83%. Berdasarkan pengamatan di lapangan, tingginya INP Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) disebabkan karena tumbuhan ini serta Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.) termasuk tumbuhan yang mempunyai semitoleransi terhadap cahaya matahari, sehingga dengan terbukanya tajuk akan memicu benih untuk berkecambah, hal ini ditunjukkan dengan besarnya jumlah semai tersebut pada Et+1 tahun s/d Et+ 12 tahun, kecuali pada Et+5 tahun dimana INP nya turun/rendah.

Dari 10 jenis semai, hanya Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) yang bersifat intoleran, walaupun INP nya relatif besar dibanding dengan 5 jenis semai lain, tetapi dari hasil pengamatan di lapangan, semai Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) banyak tumbuh di sela-sela pohon besar yang tajuknya cukup luas. Selain itu rendahnya INP Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) disebabkan oleh jumlah pohon induk yang sedikit sehingga jumlah biji yang akan berkecambah menjadi semai juga sedikit.

Tabel 3:
Indek Nilai Penting (%) 10 Jenis Dominan Semai pada Berbagai Kondisi Hutan

No	Jenis	Kondisi hutan						
		Hutan Primer	Et+1 tahun	Et+3 tahun	Et+5 tahun	Et+7 tahun	Et+10 tahun	Et+12 tahun
1	<i>Calophyllum inophylide</i> King. Bintangur	21,90	9,39	7,18	13,18	7,26	7,21	8,14
2	<i>Comnosperma macrophyla</i> Hook.f. Terantang	37,83	23,33	9,61	21,78	9,07	13,26	17,21
3	<i>Eugenia</i> sp. Kelat	22,37	2,34	23,17	4,05	11,21	9,28	6,21
4	<i>Fragraec fragrans</i> Roxb. Trembasah	3,82	2,37	4,36	2,02	2,34	4,25	4,83
5	<i>Mangifera faetida</i> Laur. Ambacang	8,34	24,61	1,94	25,94	12,52	6,31	7,11
6	<i>Palaquium burkii</i> H.J.L. Suntai	6,93	4,47	16,94	10,91	8,52	9,13,	11,31

No	Jenis	Kondisi hutan						
		Hutan Primer	Et+1 tahun	Et+3 tahun	Et+5 tahun	Et+7 tahun	Et+10 tahun	Et+12 tahun
7	<i>Shorea parvifolia</i> Dyer. Meranti Rawa	63,81	64,19	45,35	38,43	42,12	51,37	49,52
8	<i>Shorea teysmannia</i> Dyer. Meranti Bunga	6,29	2,55	3,19	15,04	6,04	11,83	13,22
9	<i>Tetrameristra glabra</i> Miq. Punak	8,49	2,37	3,59	7,81	3,14	12,12	5,17
10	<i>Urandra scorpiodes</i> Pulle. Pasir-pasir	2,47	9,38	2,91	3,52	3,42	4,12	5,03

Berdasarkan variasi besarnya INP pada 10 jenis semai dominan pada berdasarkan kondisi hutan, INP tertinggi berada di HP, Et+1 tahun, Et+5 tahun, dan Et+12 tahun pada semai jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terentang (*Connosperma macrophylla* Hook.f.), dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.). Pada jenis Ambacang (*Mangifera faetida* Laur.) dan Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) di Et+5 tahun merupakan kondisi hutan yang optimal untuk semaian kedua jenis tersebut, hal ini ditunjukan dengan tingginya INP yaitu sebesar 25,94% dan 15,04% dibandingkan dengan HP sebesar 8,34% dan 6,29%. Tetapi pada jenis Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) dan Kelat (*Eugenia* sp.) justru pada Et+5 tahun nilai INP semainya menurun yaitu sebesar 2,02% dan 4,05% dan meningkat kembali pada Et+7 tahun, tetapi khusus pada Kelat (*Eugenia* sp.) menurun kembali pada Et+10 tahun dan semakin mengecil pada Et+12 tahun. Berdasarkan Tabel 2, terlihat tidak semua jenis INP nya konsisten naik, ada kecendrungan naik turun pada berbagai kondisi hutan, hal ini amat dipengaruhi oleh toleransi semai masing-masing jenis terhadap faktor iklim mikro.

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa keanekaragaman jenis untuk semua tingkat pertumbuhan pada lokasi penelitian tergolong ke dalam klasifikasi rendah. Keadaan ini sama seperti dilaporkan oleh Koesmawadi (1996) dari hasil penelitiannya yang dilakukan pada hutan rawa gambut di Kalimantan Tengah dimana nilai indeks keanekaragaman jenis tumbuhan termasuk ke dalam klasifikasi rendah (nilai $H' < 2$).

Komposisi jenis pada hutan rawa gambut tersebut berdasarkan perhitungan nilai INP menunjukan adanya pergantian dominasi jenis, baik pada hutan rawa gambut primer maupun hutan rawa gambut bekas tebangan. Pergantian dominasi jenis ini menggambarkan reaksi suatu jenis tumbuhan terhadap lingkungan. Jenis-jenis yang mendominasi komunitas tertentu belum tentu selamanya mendominasi komunitas yang bersangkutan atau komunitas lainnya. Hasil perhitungan nilai INP pada

hutan rawa gambut primer, untuk tingkat semai, pancang, tiang dan pohon didominasi oleh jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terentang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.)

Dominasi 10 jenis utama pada seluruh tingkat, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- (1) Pada waktu tingkat semai, jenis yang tidak tahan naungan cahaya (intolerant) seperti Terentang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.), Kelat (*Eugenia spp.*), Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.), Punak (*Tetramerista glabra* Miq.) dan Ambacang (*Mangifera faetida* Laur.) dan jenis yang memerlukan cahaya pada waktu semai dan pancang (semi toleran) seperti Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) memerlukan radiasi matahari. Berdasarkan hasil pengukuran pada hutan primer diperoleh gambaran bahwa dengan penutupan tajuk sebesar 90%, intensitas radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan sebesar 25%. Kondisi ini merupakan kondisi yang memungkinkan tumbuhnya semai yang berkembang dengan baik. Dengan adanya perubahan intensitas radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan, maka terjadi persaingan dengan jenis-jenis lain yang sesuai dengan kebutuhan cahaya pada masing-masing jenis. Keagresifan jenis lain terhadap pengaruh intensitas radiasi matahari, memungkinkan semai menjelang tingkat pancang kalah bersaing, sehingga semai tersebut banyak yang mati. Hal ini terjadi pada kasus Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) dimana pada tingkat semai dan pancang termasuk satu dari 10 jenis dominan, tetapi mulai tingkat tiang dan pohon dikalahkan oleh jenis Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.). Dengan demikian radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan semai dan pancang Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.). Hal ini sekaligus menandakan bahwa untuk jenis Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) pada waktu semai perlu naungan, setelah dewasa membutuhkan cahaya penuh atau bersifat semi toleran.
- (2) Persaingan pada tingkat pancang oleh intensitas radiasi matahari. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, biji-biji Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terentang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) untuk tumbuh tidak terlepas dari profil lahan yang bersangkutan. Semai Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terentang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) terlihat tumbuh pada sela-sela tonjolan akar pohon atau pada sela-sela

tumbuhan lain yang tidak tergenang air. Kemudian menjelang fase berikutnya yaitu pada tingkat pancang terjadi persaingan intensitas radiasi matahari dengan jenis lain. Karena terjadi persaingan dengan jenis lain maka Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) pada fase pancang kerapatannya berkurang.

Pada Tabel 3 besarnya INP semai Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.) pada Et+3 tahun sampai Et+10 tahun berdasarkan hasil pengamatan dilapangan disebabkan semai berkelompok di bawah naungan kanopi di pohon induk dan pohon yang lain. Besarnya INP semai Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) di Et+1 tahun juga disebabkan semai berkelompok di bawah naungan kanopi di pohon induk dan pohon yang lain.

Menurut Pratiwi (2009), Rozari (1987), Suzuki, et.al. (1992), Suwarso (1997), Wijayanti (1993), kelimpahan semai 10 jenis tumbuhan dominan bila dilihat dari kebutuhan radiasi sinar matahari serta interaksi dengan faktor iklim lain seperti suhu udara dan kelembaban udara dan sifat botanisnya, terutama bentuk bijinya dan banyaknya jumlah anakan dengan terbukanya tajuk hutan, maka hal ini menunjukkan indikasi 10 jenis jenis tersebut merupakan jenis yang mempunyai ciri :

- 1) Biji Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.), Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.), umumnya kecil, disebarkan oleh burung.
- 2) Morfologi biji yang bersayap pada Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) memudahkan disebarkan oleh angin
- 3) Kelat (*Eugenia sp.*), Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) mempunyai dormansi yang lama pada tanah hutan (berkecambah bila terdapat sinar matahari).
- 4) Semai memerlukan cahaya, tumbuh dengan cepat, kecuali pada Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.), Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.), dan Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.).
- 5) Perbandingan buah dan bunga relatif tinggi

Terdapat keunikan tersendiri antara hutan rawa gambut dengan hutan tanah kering, pada hutan primer rawa gambut jumlah semai relatif banyak, sedangkan pada hutan primer tanah kering, justru jumlah semai semakin menurun jika dibandingkan dengan Et+1 tahun sampai Et+3 tahun (Koesmawadi, 1996; Endom dan Basari, 1999 dan Hidayat, 2001).

Adanya pembukaan tajuk akibat penebangan, bertambahnya intensitas radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan akan merangsang

pertumbuhan keenam jenis tersebut. Sehingga anakan dari keenam dapat tumbuh dengan cepat dibandingkan dengan jenis lain. Oleh karena itu pada hutan rawa gambut bekas tebangan untuk tingkat semai didominasi oleh 10 jenis dominan tersebut. Kelimpahan 10 jenis tersebut, apabila dilihat dari kebutuhan radiasi matahari serta sifat botanisnya, terutama bijinya yang kecil-kecil serta bentuk biji yang bersayap dan banyaknya jumlah semaian dengan terbukanya tajuk hutan, maka hal ini menunjukkan indikasi 10 jenis tersebut merupakan jenis yang eksis (Anderson, 1983; Daryono, 2000; Indrawan, 2000; Sudirman, 2003).

Membandingkan keanekaragaman jenis pada masing-masing komunitas hutan, memperlihatkan suatu fenomena dimana keanekaragaman jenis tumbuhan pada HP tidak lebih tinggi jika dibandingkan dengan hutan bekas tebangan yang umurnya relatif lama (Et+12 tahun), dan hutan yang baru ditebang (Et+1 tahun dan Et+3 tahun) umumnya memiliki keanekaragaman jenis yang relatif rendah dibandingkan komunitas hutan yang lain. Keadaan ini relatif sama seperti beberapa hasil penelitian sebelumnya (Karhana, 1994; Kongse, 1995; Idris, 1996; Wibowo, 1999; Indrawan, 2000; Hidayat, 2001 dan Sudirman, 2002) bahwa keanekaragaman jenis permudaan pada areal bekas tebangan lebih tinggi jika dibandingkan dengan hutan primer.

Tingginya keanekaragaman jenis ini disebabkan oleh proses suksesi sekunder yang terjadi pada hutan yang terganggu dalam hal ini akibat adanya pembukaan hutan hutan menyebabkan terjadinya pergeseran-pergeseran jenis, adanya invasi jenis baru yang sebelumnya tidak ditemukan. Pergeseran-pergeseran jenis ini merupakan bentuk kemampuan jenis untuk hidup dan beradaptasi terhadap lingkungan pada hutan yang mengalami gangguan tersebut.

Membandingkan komposisi jenis pada setiap komunitas hutan yang dipelajari, menunjukkan adanya perbedaan antar masing-masing komunitas hutan tersebut. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh jenis-jenis dominan yang berbeda pada masing-masing komunitas hutan. Mengkaji adanya perbedaan komposisi jenis antar komunitas hutan pada lokasi penelitian ini, erat kaitannya dengan keanekaragaman jenis pada masing-masing komunitas hutan, sebab komposisi jenis yang ditunjukkan oleh indeks nilai penting (INP) merupakan penjumlahan dari faktor (nilai) kerapatan (kelimpahan) relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif.

Dalam kaitan ini, seperti dikemukakan oleh Soeriaatmadja (1985) bahwa keanekaragaman jenis dari suatu komunitas tidak cukup diterangkan oleh kekayaan jenis, tetapi juga oleh kelimpahan relatif (*relative abundance*) dari masing-masing populasi, yang akan memberikan gambaran mengenai ekuitabilitas (*equitability*).

Keanekaragaman lebih besar bilamana ekuitabilitas lebih besar, yaitu jika populasi-populasi itu merata satu sama lain dalam kelimpahannya. Jika hanya beberapa jenis saja yang melimpah, sedangkan yang lain sangat jarang (ekuitabilitas rendah), maka keanekaragaman jenis tersebut termasuk rendah.

Jenis dominan merupakan jenis yang mempunyai indeks nilai penting tertinggi di dalam lingkungan yang ditempati. Nilai indeks penting relatif tersebut merupakan suatu pendekatan nilai penguasaan ekologis suatu jenis terhadap lingkungan komunitasnya. Besarnya nilai tersebut dapat berdasarkan satu atau lebih dari nilai-nilai frekuensi kerapatan, luas bidang dasar batang ataupun luas penutupan tajuknya (Whittaker, 1975).

Menurut Indrawan (2000) tingginya keanekaragaman jenis pada hutan-hutan bekas tebangan pada tingkat permudaan dibandingkan dengan hutan primer karena keanekaragaman jenis tumbuhan pada areal bekas tebangan telah diinvasi oleh jenis-jenis pionir (fenomena tepi hutan) dan komunitas hutan bekas tebangan sedang mengalami suksesi sekunder menuju hutan klimaks.

Hardjowigeno (1997) mengemukakan bahwa kegiatan pembukaan hutan di hutan rawa gambut primer akan mengurangi atau bahkan menghilangkan sumber bahan organik bagi pembentukan tanah gambut. Dekomposisi bahan organik yang berjalan terus menerus tidak dapat diimbangi oleh penambahan bahan organik dari serasah hutan yang jumlahnya semakin sedikit sehingga keseimbangan dalam ekosistem hutan rawa gambut terganggu. Selain itu akibat penebangan hutan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim mikro dan habitat.

Berdasarkan *Shannon-Weiner Diversity Index* polanya adalah $HP > Et+5 \text{ tahun} > Et+1 \text{ tahun} > Et+7 \text{ tahun} > Et+3 \text{ tahun} > Et+10 \text{ tahun} > Et+12 \text{ tahun}$. Berdasarkan pola terlihat bahwa semakin lama usia etet terbang semakin kecil nilai indeksnya, hal ini disebabkan oleh persaingan antar jenis terhadap tempat tumbuh serta responnya terhadap iklim mikro. Hal ini disebabkan karena pada hutan rawa gambut hanya jenis-jenis yang mempunyai toleransi tinggi terhadap tempat tumbuh yang mampu eksis.

Banyak faktor yang mempengaruhi eksis tidaknya respon jenis terhadap faktor lingkungan. Whitten *et al.*, (2001) menyatakan bahwa toleransi suatu jenis komunitas vegetasi hutan rawa gambut sangat ditentukan oleh respon jenis terhadap rendahnya pH tanah yang umumnya dibawah 4.0, topografi gambut, kedalaman gambut, dan naik turunnya muka air tanah yang berkaitan dengan kesuburan tanah hutan rawa gambut.

Penurunan *Shannon-Weiner Diversity Index* pada HP yang terjadi pada seluruh tingkat pertumbuhan diduga lebih diakibatkan sebagai hasil proses seleksi alami menuju tingkat klimaks. Komunitas pada hutan rawa gambut, merupakan suatu komunitas yang spesifik bila dibandingkan dengan komunitas pada hutan hujan dataran rendah. Keadaan ini dicirikan dengan keadaan tempat tumbuh serta toleransi jenis terhadap kondisi lingkungan (Koesmawadi, 1996; Endom dan Basari, 1999 dan Hidayat, 2001).

Ricklefs (1973) menyatakan suatu komunitas dapat berubah komposisinya, sekalipun dalam kondisi keseimbangan, sebab energi dan hara selalu melewati komunitas. Perubahan progresif yang melibatkan perubahan mendasar dan bertahap pada struktur dan fungsi komunitas disebut dengan fenomena suksesi ekologis. Suksesi dikatakan berhenti apabila komunitas telah mencapai klimaks, yaitu keadaan dimana struktur komunitas telah stabil dan tidak lagi terjadi perubahan mendasar.

Odum (1995) menyatakan perubahan melalui proses suksesi meningkatkan kemampuan adaptasi system dengan menggunakan sumberdaya. Dalam proses suksesi kadang-kadang terjadi retrogresi atau regresi, yakni periode dimana aset sumberdaya menurun karena suatu sebab tertentu.

Pola sebaran individu jenis-jenis tumbuhan yang terdapat pada hutan rawa gambut di lokasi penelitian, pada umumnya mengikuti pola sebaran acak (*random*). Namun terdapat beberapa jenis yang mempunyai pola sebaran kelompok dan pola sebaran seragam. Pola penyebaran jenis-jenis tumbuhan yang terdapat pada hutan rawa gambut di lokasi penelitian tertera pada Tabel 4.

Pada tingkat semai, Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) mempunyai variasi pola penyebaran pada HP dan Et+12 tahun berbentuk acak, selanjutnya mulai dari Et+1 tahun sampai Et+10 tahun polan penyebarannya berbentuk kelompok. Pola penyebaran Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.) mirip dengan Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) yaitu membentuk pola kelompok, kecuali pada Et+1 tahun polanya berbentuk acak. Pola penyebaran Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.) semuanya acak, kecuali pada waktu Et+10 tahun polanya kelompok. Pola penyebaran Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) pada dasarnya hampir sama dengan Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.) yaitu berpola acak kecuali di di Et+7 tahun dan Et+10 tahun berbentuk kelompok. Sedangkan pada Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.) pola sebarannya berubah dari acak di HP, Et+1 tahun dan Et+3 tahun ke pola kelompok pada Et+5 tahun, Et+7 tahun dan Et+10 tahun, kemudian pada Et+12 tahun kembali ke pola acak.

Tabel 4:
Pola Penyebaran 5 Jenis Semai Dominan pada Hutan Rawa Gambut Primer dan Hutan Rawa Gambut Terganggu Berdasarkan *Morishita Aggregation Index*

Jenis	Kondisi hutan						
	Hutan Primer	Et + 1 tahun	Et + 3 tahun	Et + 5 tahun	Et + 7 tahun	Et+10 tahun	Et+12 tahun
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer. Meranti Rawa	ack	klp	klp	klp	klp	klp	ack
<i>Palaquium burckii</i> H.J.L. Suntai	ack	ack	klp	klp	klp	klp	ack
<i>Comnosperma macrophylla</i> Hook.f. Terantang	ack	ack	ack	ack	ack	ack	ack
<i>Calophyllum inophylide</i> King. Bintangur	ack	ack	ack	ack	klp	klp	ack
<i>Tetramerista glabra</i> Miq. Punak	ack	ack	ack	klp	klp	klp	ack

Keterangan: ack = acak klp = kelompok

Pola sebaran yang didapat dari hutan rawa gambut merupakan kunci penting untuk memahami keberadaan dan kelimpahan jenis-jenis tumbuhan (Niyama *et al.*, 1999). Manokaran *et al.*, (1992) mengungkapkan berdasarkan penelitian mengenai pola sebaran jenis di Hutan Cadangan Pasoh Peninsular Malaysia, bahwa sebaran spasial yang terjadi pada jenis tergantung pada topografi tanah hutan rawa gambut. kelembaban tanah, posisi pohon induk, dan celah kanopi (yang mempengaruhi besarnya prosentase intensitas radiasi yang masuk ke lantai hutan).

Terdapat pola variasi penyebaran lima jenis utama pada berbagai tingkat pertumbuhan dan kondisi hutan. Jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) membentuk pola penyebaran acak pada kondisi HP dan Et+12 tahun, tetapi pada kondisi Et+1 tahun sampai Et+10 tahun membentuk pola kelompok.

Jenis Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.) membentuk pola penyebaran acak pada kondisi HP, Et+1 tahun dan Et+12 tahun, tetapi pada kondisi Et+3 tahun sampai Et+10 tahun membentuk pola kelompok. Jenis Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.) membentuk pola penyebaran acak pada seluruh kondisi hutan.

Pada jenis Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) dan Punak (*Tetramerista glabra* Miq.) membentuk pola penyebaran acak pada kondisi HP, Et+1 tahun sampai dengan Et+5 tahun, tetapi pada kondisi Et+10 tahun dan Et+12 tahun membentuk pola kelompok.

Pengaruh pembukaan hutan terhadap pola sebaran jenis pohon, ternyata menimbulkan adanya beberapa jenis yang mengalami perubahan dalam pola sebaran. Perubahan pola sebaran ini disebabkan oleh perilaku jenis itu sendiri dalam beradaptasi terhadap lingkungan yang berbeda dari lingkungan semula. Beberapa jenis yang mengalami perubahan pola sebaran sementara, setelah 12 tahun akan kembali ke pola sebaran semula. Apabila lingkungannya telah stabil dan mendekati keadaan semula, dimungkinkan suatu jenis tumbuhan beradaptasi kembali.

Perubahan pola sebaran lima jenis yang paling dominan (Tabel 4), ada yang bersifat sementara maupun yang tetap, dari hasil pengamatan di lapangan hal ini disebabkan masih adanya pohon induk, oleh karena itu sebaran semaian kesepuluh jenis akan mengikuti sebaran induknya, sehingga pola sebarannya dimungkinkan mempunyai pola sebaran tetap, atau acak. Sedangkan untuk jenis lainnya dimungkinkan bahwa jenis tersebut mempunyai toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan, akibatnya adanya pembukaan hutan tidak mempengaruhi pada pola sebaran.

Menurut Ludwig dan Reynold (1988) faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran organisme antara lain faktor; (a) *vectorial*, yaitu faktor lingkungan, (b) *reproductive*, yaitu faktor regenerasi, (c) *social*, yaitu faktor sosial, dan (d) *coactive*, yaitu faktor persaingan dan merupakan faktor yang paling banyak mempengaruhi penyebaran vegetasi.

Leigh (1982) menyatakan bahwa penyebaran pohon dipengaruhi oleh (a) suatu jenis dapat tumbuh dan berkembang disuatu daerah karena telah melalui persaingan, (b) suatu jenis dapat tumbuh karena jenis yang berbeda menempati habitat yang berbeda, (c) suatu jenis dapat berkembang karena perbedaan tanggapan setiap jenis terhadap pembukaan tajuk, dan (d) suatu jenis dapat tumbuh dan berkembang karena terjadi perbedaan tanggapan dari faktor-faktor reproduksi pohon terhadap perubahan lingkungan.

Menurut Soerianegara dan Indrawan (1984), perbedaan jenis tanah, sifat-sifat serta keadaannya seringkali mempengaruhi penyebaran tumbuh-tumbuhan, menyebabkan terjadinya vegetasi yang berlainan serta mempengaruhi kesuburan dan produktivitas hutan. Sementara itu Loucks *et al.*, (1981) mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi komposisi vegetasi yaitu : 1) status hara tanah dan kadar air tanah, serta 2) dinamika vegetasi.

McNaughton dan Wolf (1990) mengemukakan bahwa pada berbagai jenis, penyebaran (dispersi) dihasilkan oleh interaksi antara pergerakan dan peluang individu tersebut untuk dapat hidup di suatu tempat tertentu. Selain itu pola penyebaran juga bisa tergantung pada

beberapa perubahan dan perluasan kemampuan organisme untuk hidup dan berkembang biak pada suatu daerah.

Dengan demikian aktivitas pembukaan hutan pengaruhnya terhadap pola sebaran suatu jenis, sifatnya ada yang bersifat sementara, kembali ke keadaan semula atau menyimpang dari keadaan semula atau tidak mempengaruhi terhadap pola sebaran suatu jenis. Seperti yang dikemukakan oleh Sumitro (1980) dan Suryadi *et al.*, (2002) bahwa adanya penebangan dapat menyebabkan guncangan yang akan menyebabkan terjadinya perubahan struktur vegetasi. Struktur ini dapat terjadi tidak menyimpang dari keadaan semula, tetapi dapat juga jauh menyimpang atau bahkan berubah sama sekali. Terjadinya perubahan ini disebabkan oleh perubahan lingkungan sebagai akibat adanya pembukaan hutan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, K. 1995. *Pengaruh Penerapan Penebangan Konvensional terhadap Pengaturan Hasil Hutan Tidak Seumur*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Andriesse, J.P. 1984. *Tropical lowland peats in South East Asia*. Communication 63. Departement Agricultural Resources of the Royal Tropical Institute. Amsterdam.
- Andriesse, J.P. 1988. Nature and management of tropical peat soils. *FAO Soils Bull.* 59. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Anderson, J.A.R. 1983. The Tropical Peat Swamps of Western Malaesia. In: Gore, A.J.P. (Ed), *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor*. 4B regional studies. Elsevier, Amsterdam.
- Appanah, S., G. Weiland, H. Bossed and H. Krieger. 1990. Are tropical rain forests non-renewable ? An enquiry thrhough modeling. *J.of Trop. Forest Science* 2 (4): 331-348
- Appanah, S. 1997. *Peat Swamp Forests of Peninsular Malaysia: The Endangered Ecosystem*. Mimeo. Forest Department Sarawak
- Bakri, B. 2000. *Penyusunan Model Simulasi dalam Penetapan Nilai Tegakan Hutan Alam Produksi*. Tesis Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Daryono. 2000. *Kondisi hutan setelah penebangan dan pemilihan jenis pohon yang sesuai untuk rehabilitasi dan pengembangan hutan tanaman di hutan rawa gambut*. Prosiding Seminar Pengelolaan Hutan Rawa Gambut. Balai Teknologi Reboisasi. Bogor.

- Endom, W. dan Z. Basari. 1999. *Penetapan Ambang Batas Kerusakan Tegakan, Erosi Tanah dan Iklim Mikro*. Laporan Proyek Pusat Penelitian Puslitbang Hasil Hutan, Bogor.
- Endom, W. dan Z. Basari. 2001. Klasifikasi kerusakan tegakan tinggal, erosi tanah dan iklim mikro untuk penetapan ambang batas dalam pemanenan tebang pilih di hutan alam. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 19 (2): 69 – 88.
- Hardjowigeno, S. 1997. *Ilmu Tanah*. Penerbit PT. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hidayat, N. 2001. *Keragaan Beberapa Sifat Dimensi Tegakan Pada Hutan Rawa Gambut yang Dikelola dengan Sistem Tebang Pilih Indonesia*. Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Idris, M.M. 1996. *Dampak Penebangan di Hutan Produksi Terbatas Terhadap Erosi Tanah serta Permudaan Alam*. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Indrawan, A. 2000. *Perkembangan suksesi pada hutan alam setelah penebangan dalam sistim TPTI*. Disertasi. Program Pascasarjana IPB. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Karhana, A.C. 1994. *Implementasi Sistim Silvikultur TPTI pada Hutan Rawa Gambut di Propinsi Riau*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Koesmawadi, N. 1996. *Evaluasi Permudaan Alam pada Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan Hak Pengusahaan Hutan (Studi kasus di Areal HPH PT. Murni Jaya Sempurna (PT. MJS) Bintang Arut Kalimantan Tengah)*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kongse, I. 1995. *Permudaan Alam pada Lahan Gambut Bekas Tebangan di Propinsi Riau*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Leigh, G.H. 1982. study on growth, mortality and recruitment of tree species in peat swamp forest Central Kalimantan. *J. Trop. For. Sci.* 2(1): 118-132.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynold. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. John Willey and Sons. New York.
- Manokaran, P.E., S. Ibrahim, and P. H. Chong. 1992. Floristic composition of Virgin Jungle Reserve (VJR) at Kuala Langat South peat swamp forest, Selangor, Malaysia. *Malayan Nature Journal*, 46: 85-95.

- McNaughton, S.J. and L.L.Wolf. 1990. *Ekologi Umum*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Mueller-Dubois, D. and D.H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Niyama, S., S. Ibrahim, and H. Ismail. 1999. The impacts of the present landuse on peat swamp forests in Peninsular Malaysia. *Malayan Forester*, 54(3): 315–324.
- Odum, E.P. 1992. *Ekologi*. Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
- Oliver, C. D.&Larson, B. C. 1990. *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill Publishing Company, New York.
- Retnowati, E. 1997. *Dampak Penebangan Terhadap Keanekaragaman Tumbuhan di Hutan Produksi*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ricklefs, R.E. 1973. *Ecology*. Thomas Nelson and Sons Ltd. London
- Soerianegara, I. dan A. Indrawan. 93 *Ekologi Hutan Indonesia*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sudirman. 2002. *Permudaan Alam dan Tegakan Tinggal di Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sumitro. 1980. *Pembinaan dan Pengembangan Tebang Pilih Indonesia*. Kerjasama Dinas Kehutanan Propinsi Kalimantan Timur dengan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Suryadi R., H.S. Farida dan A. Zikri. 2002. Pengaruh pembinaan tegakan hutan alam bekas tebangan terhadap komposisi dan struktur tegakan tinggal. *Buletin Penelitian Hasil Hutan (15) 1*: 24-35.
- Suzuki, K., A.B. Zahari and H. Masrom. 1992. *Vegetation dynamics on the peat swamps at Muara, Malaysia*. In. Y. Aminuddin (ed.) Tropical Peat Proc. of The Int. Symp. In Tropics, Peatland. Kuching Serawak, Malaysia. 269-299.
- Suwarso. 1997. *Kerusakan Vegetasi Hutan Rawa Akibat Penebangan Liar di Selapan Kabupaten Ogan Komering Ilir*. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Whittaker, H.R. 1970. *Communities and Ecosystem*. The MacMillan Co. London.
- Whitten, A.J., S.J. Damanik, J. Anwar dan H. Hisyam. 1988. *Ekologi Sumatra*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

- Wibisono, I.T.C., L. Siboro dan I.N.N. Suryadiputra. 2005. *Panduan Rehabilitasi dan Teknik Silvikultur di Lahan Gambut*. Wetlands International-Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC). Bogor.
- Wibowo. 1999. *Plants diversity of peat swamp forest in Riau Province, Sumatra*. Proceedings of the International Symposium on: Tropical Peat Lands Bogor, Indonesia.

PREFERENSI EKOLOGIS JENIS DOMINAN SEMAI PADA VEGETASI GAMBUT TERGANGGU DI BENTANGAN SUNGAI SERKAP KABUPATEN PELALAWAN PROPINSI RIAU

***(Ecological Preferences of Dominant type seedling
in the destruction peatland vegetation in the River
Stretch Serkap Pelalawan Regency Riau Province)***

Elfis* dan P.W. Titisari**

*Biologi-Universitas Islam Riau Pekanbaru-elfisuir@ymail.com

**Biologi-Universitas Muhammadiyah Pekanbaru

Abstract

This research to purposes at changes in ecological preferences of dominant seedlings the types of seedling in the destruction peatland vegetation due to clearing of forest areas. This research method uses a simulation model of the input micro-climate, edafis and interactions of plant adaptation to the existence of tillers. Microclimate factors and chemical properties that affect seedling importance value index linearly composed of eight climatic factors, six factors of peat swamp forest soil chemistry at a depth of 30 cm and seven factors of peat swamp forest soil chemistry at a depth of 60 cm. Of the 21 species of micro-climate factors and chemical properties that affect seedling important value index which is the effect of the C-organic content of soil at a depth of 30 cm ($r = 0.941$) and air humidity of 5 cm from ground level on the east ($r = 0.804$), whereas the smallest effect is the water content of the field at a depth of 60 cm ($r = 0.634$) and N content at a depth of 60 cm ($r = 0.638$).

Keywords: Ecological preferences, peatland vegetation

PENDAHULUAN

Terbentuknya celah pada tajuk hutan akibat pembukaan hutan gambut akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim mikro di bawah tegakan yang terbuka tersebut, pada celah yang terbentuk tersebut suhu udara akan naik bersamaan dengan meningkatnya sinar matahari yang sampai ke lantai hutan dan menurunnya kelembaban. Kelembaban yang lebih rendah akan dapat membatasi pembentukan dan pertumbuhan beberapa jenis. Pada hutan rawa gambut yang merupakan tipe hutan

formasi klimatis, faktor iklim mempengaruhi pembentukan dan suksesi vegetasi, khususnya temperatur, kelembaban, intensitas cahaya dan angin. Keadaan sifat tanah hutan rawa gambut merupakan faktor pembatas bagi kehadiran jenis-jenis tumbuhan tertentu.

Perubahan-perubahan formasi struktur hutan rawa gambut yang disebabkan oleh penebangan dan pembukaan hutan yang menyebabkan terjadinya perubahan pada iklim mikro dan tanah hutan rawa gambut yang kalau dilihat dari angka perubahan atau persentase perubahan mungkin terlihat kecil tetapi pengaruh pada kehidupan tumbuhan sangat besar dan hal ini akan mempengaruhi keadaan habitat yang kecenderungannya akan mengakibatkan terjadinya perubahan preferensi ekologis struktur tegakan dan komposisi jenis hutan rawa gambut.

Pengaruh pembukaan hutan terhadap pola sebaran jenis, ternyata menimbulkan adanya beberapa jenis yang mengalami perubahan dalam pola sebaran. Perubahan pola sebaran ini disebabkan oleh perilaku jenis itu sendiri dalam beradaptasi terhadap lingkungan yang berbeda dari lingkungan semula. Penebangan hutan telah menyebabkan dinamika persaingan antara individu-individu di dalam lingkungan yang bersangkutan. Perubahan pola sebaran, ada yang bersifat sementara maupun yang bersifat menyimpang akan terdapat jenis tumbuhan yang mempunyai pola sebaran tetap dan ada yang acak, pola sebaran ini dimungkinkan jenis tersebut mempunyai toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan.

Preferensi ekologis adalah respon tumbuhan yang direfleksikan melalui dinamika pertumbuhan. Preferensi ekologis suatu jenis tumbuhan bersifat khas untuk masing-masing tumbuhan walaupun hidup pada tempat yang sama. Faktor-faktor yang menentukan preferensi ekologis tumbuhan di hutan rawa gambut adalah iklim mikro dan sifat-sifat tanah rawa gambut yang diantaranya adalah sifat kimia tanah hutan rawa gambut. Preferensi ekologis menggambarkan eksistensi atau ketahanan hidup tumbuhan terhadap tekanan lingkungan tumbuhnya. Pada penelitian ini yang menjadi tekanan terhadap lingkungan tumbuh adalah pembukaan hutan yang akan mempengaruhi perubahan iklim, khususnya iklim mikro dan sifat kimia tanah hutan rawa gambut hutan rawa gambut, khususnya dinamika hara.

CARA KERJA

Penelitian dilaksanakan Maret sampai dengan September 2010 di areal bekas HPH PT. Yos Raya Timber Kabupaten Pelalawan Propinsi Riau. Petak contoh ditetapkan berdasarkan lamanya terjadi pembukaan hutan, yaitu Et+3 bulan (RKT 2010), Et+1 tahun (RKT 2009), Et+3 tahun (RKT 2007), Et+5 tahun (RKT 2005), Et+7 tahun (RKT 2003), Et+10 tahun (RKT 2000) dan Et+12 tahun (RKT 1998).

Pada masing-masing titik tersebut di lakukan pengukuran sifat kimia tanah hutan rawa gambut yang meliputi pH, C-organik, N-total, P, Ca, Mg, K, Na, Total Basa, KTK, KB, selain sifat kimia tanah juga dianalisis Kadar Air Tanah dan Kadar Air Lapang pada kedalaman (0 – 30) cm dan (31 – 60) cm.

Pengamatan dan pengukuran iklim mikro hutan rawa gambut hanya dilakukan terhadap parameter yang dianggap parameter kunci untuk kepentingan regenerasi hutan rawa gambut, yaitu : (1) intensitas radiasi matahari, (2) suhu udara di sisi timur dan barat, (3) kelembaban udara di sisi timur dan barat, dan (4) suhu tanah. Intensitas radiasi matahari yang diukur adalah intensitas radiasi yang sampai ke lantai hutan. Suhu dan kelembaban udara yang diukur adalah suhu udara dan kelembaban udara pada bagian bawah lapisan tajuk, lapisan batang dan 5 cm di atas tanah lantai hutan di sisi timur dan barat. Keempat parameter di atas diukur pada titik pengukuran yang sama. Pengukuran parameter iklim mikro hutan rawa gambut dilaksanakan setiap hari sebanyak sebelas kali pengukuran (rentang antara pukul 06.39 – 17.39) berdasarkan waktu setempat (Wst), yang dimulai pada tanggal 1 Maret sampai 30 September 2010 atau selama 22 minggu pengamatan.

Dominasi preferensi digambarkan melalui Indeks Nilai Penting (INP) yang merupakan jumlah dari Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR) dan Dominasi Relatif (DR), INP adalah angka yang menggambarkan tingkatan penguasaan suatu jenis dalam vegetasinya, hal ini akan menggambarkan bentuk komunitas yang ada (Mueller-Dumbois and Ellenberg, 1974; Cox, 1972).

Untuk mengetahui preferensi ekologis jenis dominan berdasarkan parameter-parameter sifat kimia tanah hutan rawa gambut dan iklim mikro, dilakukan analisis korelasi komponen utama (*Principal Component Analysis/PCA*) dan regresi komponen utama (*Principal Component Regression/PCR*), hal ini mengingat dapat terjadi suatu jenis individu yang dominan preferensi ekologisnya ditentukan oleh salah satu atau lebih dari parameter-parameter iklim mikro dan sifat kimia tanah hutan rawa gambut (Koesmawadi, 1996; Bakri, 2000; Hidayat, 2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi tanah hutan rawa gambut merupakan faktor pembatas yang membuat tidak banyak jenis tumbuhan yang dapat bertahan hidup di hutan rawa gambut. Dari 46 jenis tumbuhan yang dijumpai pada petak penelitian, hanya 39 jenis yang dijumpai pada tingkat tiang dan pohon. Jumlah jenis yang ditemukan sebanyak 46 jenis tumbuhan ini tidak berbeda jauh dengan jenis yang ditemukan Kongse (1995) pada penelitian di daerah rawa gambut Riau sebanyak 47 jenis, dan Istomo (1994) serta

Koesmawadi (1996) sebanyak 41 jenis dari 39 jenis tumbuhan di areal hutan rawa gambut Kalimantan Tengah.

Komposisi vegetasi pada areal penelitian pada berbagai tingkat permudaan di tujuh kondisi hutan rawa gambut bekas tebangan termasuk hutan rawa gambut primer didominasi oleh 10 jenis tumbuhan yaitu Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terentang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*), Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.), Punak (*Tetramerista glabra* Miq.), Ambacang (*Mangifera faetida* Laur.), Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.), Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.), dan Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.). Hal ini terjadi akibat sifat fisiologis dan daya adaptasi yang tinggi oleh jenis-jenis tersebut terhadap keadaan tanah rawa gambut. Jacobs (1988) menyatakan bahwa faktor pertumbuhan dasar tumbuhan dapat diantaranya adalah keadaan fisik tanah dan kandungan hara-hara yang terdapat dalam tanah.

Perbedaan komposisi jenis antar komunitas hutan pada lokasi penelitian ini, erat kaitannya dengan keanekaragaman jenis pada masing-masing komunitas hutan, sebab komposisi jenis yang ditunjukkan oleh Indeks Nilai Penting (INP) merupakan penjumlahan dari faktor (nilai) kerapatan (kelimpahan) relatif, frekuensi relatif dan dominasi relatif.

Tingginya jumlah jenis semai pada areal bekas tebangan di Et+1 tahun sebesar 33.137 ind/ha, di Et+3 tahun sebesar 22.666 ind/ha, dan di Et+5 tahun sebesar 38.850 ind/ha yang disebabkan sebagai akibat terbukanya areal tutupan tajuk sebagai dampak dari penebangan, yang mengakibatkan regenerasi semai berjalan dengan cepat akibat lebih banyaknya sinar matahari yang mencapai lantai hutan. Sedangkan rendahnya semai pada Et+1 bulan, lebih diakibatkan oleh kematian sewaktu pelaksanaan pembukaan hutan (Tabel 1).

Tabel 1:
Kerapatan (n/ha) Permudaan Alam pada Hutan Rawa Gambut Primer dan Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan

	Semai (n/ha)
Hutan Primer	34.375
Et+1 tahun	33.137
Et+3 tahun	22.666
Et+5 tahun	38.850
Et+7 tahun	17.004
Et+10 tahun	27.076
Et+12 tahun	30.146

Pertumbuhan dan regenerasi semai ini akan semakin meningkat sejalan dengan berjalannya waktu sampai menuju jumlah maksimal untuk kemudian akan menurun sejalan dengan meningkatnya tingkat persaingan terhadap ruang, caya dan hara sehingga hanya jenis-jenis yang memiliki daya adaptasi tinggilah yang akan mampu bertahan. Hal inilah yang menyebabkan jumlah semai pada areal bekas tebangan di Et+7 tahun sebesar 17.004 ind/ha, dan di Et+10 tahun sebesar 27.076 ind/ha, tetapi mulai Et+12 tahun terdapat kenaikan kembali jumlah semai sebesar 30.146 ind/ha yang mendekati kondisi di HP sebesar 34.375 ind/ha yang menunjukkan kondisi semai yang eksis.

Dominasi 10 jenis utama pada seluruh tingkat, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- (1) Pada waktu tingkat semai, jenis yang tidak tahan naungan cahaya (intolerant) seperti Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.), Trembasah (*Fragraea fragrans* Roxb.), Kelat (*Eugenia spp.*), Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.), Punak (*Tetramerista glabra* Miq.) dan Ambacang (*Mangifera faetida* Laur.) dan jenis yang memerlukan cahaya pada waktu semai dan pancang (semi toleran) seperti Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) memerlukan radiasi matahari. Berdasarkan hasil pengukuran pada hutan primer diperoleh gambaran bahwa dengan penutupan tajuk sebesar 90%, intensitas radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan sebesar 25%. Kondisi ini merupakan kondisi yang memungkinkan tumbuhnya semai yang berkembang dengan baik. Dengan adanya perubahan intensitas radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan, maka terjadi persaingan dengan jenis-jenis lain yang sesuai dengan kebutuhan cahaya pada masing-masing jenis. Keagresifan jenis lain terhadap pengaruh intensitas radiasi matahari, memungkinkan semai menjelang tingkat pancang kalah bersaing, sehingga semai tersebut banyak yang mati. Hal ini terjadi pada kasus Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) dimana pada tingkat semai dan pancang termasuk satu dari 10 jenis dominan, tetapi mulai tingkat tiang dan pohon dikalahkan oleh jenis Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.). Dengan demikian radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan semai dan pancang Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.). Hal ini sekaligus menandakan bahwa untuk jenis Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) pada waktu semai perlu naungan, setelah dewasa membutuhkan cahaya penuh atau bersifat semi toleran.
- (2) Persaingan pada tingkat pancang oleh intensitas radiasi matahari. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, biji-biji Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophylla*

Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) untuk tumbuh tidak terlepas dari profil lahan yang bersangkutan. Semai Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) terlihat tumbuh pada sela-sela tonjolan akar pohon atau pada sela-sela tumbuhan lain yang tidak tergenang air. Kemudian menjelang fase berikutnya yaitu pada tingkat pancang terjadi persaingan intensitas radiasi matahari dengan jenis lain. Karena terjadi persaingan dengan jenis lain maka Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) pada fase pancang kerapatannya berkurang.

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa keanekaragaman jenis untuk semua tingkat pertumbuhan pada lokasi penelitian tergolong ke dalam klasifikasi rendah. Keadaan ini sama seperti dilaporkan oleh Koesmawadi (1996) dari hasil penelitiannya yang dilakukan pada hutan rawa gambut di Kalimantan Tengah dimana nilai indek keanekaragaman jenis tumbuhan termasuk ke dalam klasifikasi rendah (nilai $H' < 2$).

Komposisi jenis pada hutan rawa gambut tersebut berdasarkan perhitungan nilai INP menunjukan adanya pergantian dominasi jenis, baik pada hutan rawa gambut primer maupun hutan rawa gambut bekas tebangan. Pergantian dominasi jenis ini menggambarkan reaksi suatu jenis tumbuhan terhadap lingkungan. Jenis-jenis yang mendominasi komunitas tertentu belum tentu selamanya mendominasi komunitas yang bersangkutan atau komunitas lainnya. Hasil perhitungan nilai INP pada hutan rawa gambut primer, untuk tingkat semai, pancang, tiang dan pohon didominasi oleh jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Kelat (*Eugenia spp.*) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.).

Terdapat keunikan tersendiri antara hutan rawa gambut dengan hutan tanah kering, pada hutan primer rawa gambut jumlah semai relatif banyak, sedangkan pada hutan primer tanah kering, justru jumlah semai semakin menurun jika dibandingkan dengan Et+1 tahun sampai Et+3 tahun (Koesmawadi, 1996; Endom dan Basari, 1999 dan Hidayat, 2001).

Adanya pembukaan tajuk akibat penebangan, bertambahnya intensitas radiasi matahari yang masuk ke lantai hutan akan merangsang pertumbuhan keenam jenis tersebut. Sehingga anakan dari keenam dapat tumbuh dengan cepat dibandingkan dengan jenis lain. Oleh karena itu pada hutan rawa gambut bekas tebangan untuk tingkat semai didominasi oleh 10 jenis dominan tersebut. Kelimpahan 10 jenis tersebut, apabila

dilihat dari kebutuhan radiasi matahari serta sifat botanisnya, terutama bijinya yang kecil-kecil serta bentuk biji yang bersayap dan banyaknya jumlah semai dengan terbukanya tajuk hutan, maka hal ini menunjukkan indikasi 10 jenis tersebut merupakan jenis yang eksis (Anderson, 1983; Daryono, 2000; Indrawan, 2000; Sudirman, 2003).

Tabel 2:
Indek Nilai Penting (%) 10 Jenis Dominan Semai pada Berbagai Kondisi Hutan

No	Jenis	Kondisi hutan						
		Hutan Primer	Et+1 tahun	Et+3 tahun	Et+5 tahun	Et+7 tahun	Et+10 tahun	Et+12 tahun
1	<i>Calophyllum inophylide</i> King. Bintangur	21,90	9,39	7,18	13,18	7,26	7,21	8,14
2	<i>Comnosperma macrophyla</i> Hook.f. Terantang	37,83	23,33	9,61	21,78	9,07	13,26	17,21
3	<i>Eugenia</i> sp. Kelat	22,37	2,34	23,17	4,05	11,21	9,28	6,21
4	<i>Fragraec fragrans</i> Roxb. Trembasah	3,82	2,37	4,36	2,02	2,34	4,25	4,83
5	<i>Mangifera faetida</i> Laur. Ambacang	8,34	24,61	1,94	25,94	12,52	6,31	7,11
6	<i>Palaquium burkii</i> H.J.L. Suntai	6,93	4,47	16,94	10,91	8,52	9,13	11,31
7	<i>Shorea parvifolia</i> Dyer. Meranti Rawa	63,81	64,19	45,35	38,43	42,12	51,37	49,52
8	<i>Shorea teysmannia</i> Dyer. Meranti Bunga	6,29	2,55	3,19	15,04	6,04	11,83	13,22
9	<i>Tetrameristra glabra</i> Miq. Punak	8,49	2,37	3,59	7,81	3,14	12,12	5,17
10	<i>Urandra scorpiodes</i> Pulle. Pasir-pasir	2,47	9,38	2,91	3,52	3,42	4,12	5,03

Membandingkan keanekaragaman jenis pada masing-masing komunitas hutan, memperlihatkan suatu fenomena dimana keanekaragaman jenis tumbuhan pada HP tidak lebih tinggi jika dibandingkan dengan hutan bekas tebangan yang umurnya relatif lama (Et+12 tahun), dan hutan yang baru ditebang (Et+1 tahun dan Et+3 tahun) umumnya memiliki keanekaragaman jenis yang relatif rendah dibandingkan komunitas hutan yang lain. Keadaan ini relatif sama seperti beberapa hasil penelitian sebelumnya (Karhana, 1994; Kongse, 1995; Idris, 1996; Wibowo, 1999; Indrawan, 2000; Hidayat, 2001 dan Sudirman, 2002) bahwa keanekaragaman jenis permudaan pada areal bekas tebangan lebih tinggi jika dibandingkan dengan hutan primer.

Tingginya keanekaragaman jenis ini disebabkan oleh proses suksesi sekunder yang terjadi pada hutan yang terganggu dalam hal ini akibat adanya pembukaan hutan hutan menyebabkan terjadinya pergeseran-pergeseran jenis, adanya invasi jenis baru yang sebelumnya tidak ditemukan. Pergeseran-pergeseran jenis ini merupakan bentuk

kemampuan jenis untuk hidup dan beradaptasi terhadap lingkungan pada hutan yang mengalami gangguan tersebut.

Membandingkan komposisi jenis pada setiap komunitas hutan yang dipelajari, menunjukkan adanya perbedaan antar masing-masing komunitas hutan tersebut. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh jenis-jenis dominan yang berbeda pada masing-masing komunitas hutan. Mengkaji adanya perbedaan komposisi jenis antar komunitas hutan pada lokasi penelitian ini, erat kaitannya dengan keanekaragaman jenis pada masing-masing komunitas hutan, sebab komposisi jenis yang ditunjukkan oleh indeks nilai penting (INP) merupakan penjumlahan dari faktor (nilai) kerapatan (kelimpahan) relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif.

Dalam kaitan ini, seperti dikemukakan oleh Soeriaatmadja (1985) bahwa keanekaragaman jenis dari suatu komunitas tidak cukup diterangkan oleh kekayaan jenis, tetapi juga oleh kelimpahan relatif (*relative abundance*) dari masing-masing populasi, yang akan memberikan gambaran mengenai ekuitabilitas (*equitability*). Keanekaragaman lebih besar bilamana ekuitabilitas lebih besar, yaitu jika populasi-populasi itu merata satu sama lain dalam kelimpahannya. Jika hanya beberapa jenis saja yang melimpah, sedangkan yang lain sangat jarang (ekuitalitas rendah), maka keanekaragaman jenis tersebut termasuk rendah.

Jenis dominan merupakan jenis yang mempunyai indeks nilai penting tertinggi di dalam lingkungan yang ditempati. Nilai indeks penting relatif tersebut merupakan suatu pendekatan nilai penguasaan ekologis suatu jenis terhadap lingkungan komunitasnya. Besarnya nilai tersebut dapat berdasarkan satu atau lebih dari nilai-nilai frekuensi kerapatan, luas bidang dasar batang ataupun luas penutupan tajuknya (Whittaker, 1975).

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) terdiri dari delapan faktor iklim, enam faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm dan tujuh faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 60 cm seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Dari 21 jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) yang paling besar pengaruhnya adalah kandungan C-organik tanah pada kedalaman 30 cm ($r = 0,941$) dan kelembaban udara 5 cm dari permukaan tanah disisi timur ($r = 0,804$), sedangkan yang paling kecil pengaruhnya adalah kadar air lapang pada kedalaman 60 cm ($r = 0,634$) dan kandungan N pada kedalaman 60 cm ($r = 0,638$).

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Terentang (*Comnosperma macrophylla*

Hook.f.) terdiri dari delapan faktor iklim mikro, satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm dan satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 60 cm seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Dari 10 jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.) yang paling besar pengaruhnya adalah kandungan C-organik tanah pada kedalaman 30 cm ($r = 0,937$) dan yang paling kecil pengaruhnya adalah kadar air tanah pada kedalaman 60 cm ($r = 0,637$) dan suhu tanah pada kedalaman 30 cm ($r = 0,649$).

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) terdiri dari enam faktor iklim mikro, satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm dan satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 60 cm seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Dari sembilan jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) yang paling besar pengaruhnya adalah kandungan C-organik tanah pada kedalaman 30 cm ($r = 0,855$) dan kelembaban udara lapisan tajuk disisi barat ($r = 0,841$), sedangkan yang paling kecil pengaruhnya adalah intensitas sinar matahari sebelah timur ($r = 0,639$).

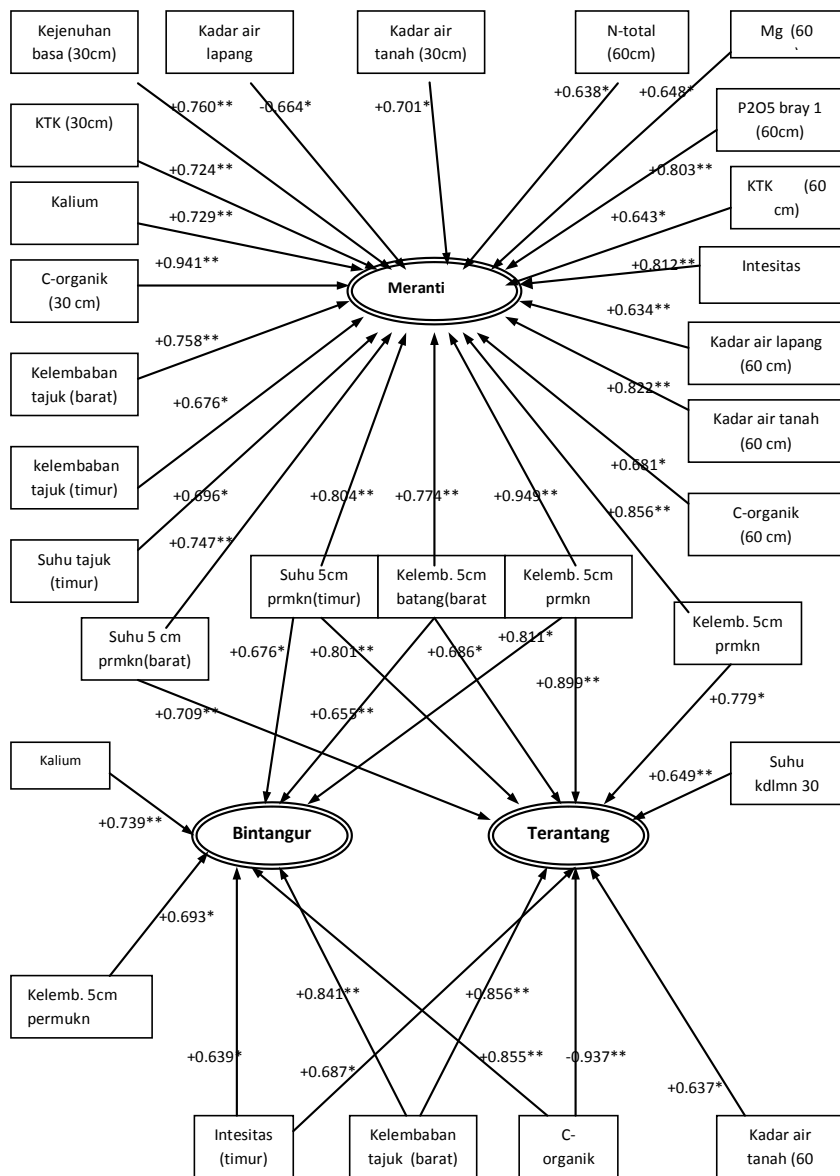
Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.) terdiri dari delapan faktor iklim dan satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 60 cm seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Dari sembilan jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.) yang paling besar pengaruhnya adalah suhu tanah pada kedalaman 30 cm ($r = 0,811$), sedangkan pengaruhnya faktor-faktor yang lainnya relatif kecil.

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Ambacang (*Mangifera foetida* Laur.) terdiri dari 13 faktor iklim, satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm dan satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 60 cm seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Dari 15 jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Ambacang (*Mangifera foetida* Laur.) yang paling besar pengaruhnya adalah kelembaban tajuk disisi barat ($r = 0,951$), sedangkan yang pengaruhnya paling kecil adalah suhu tajuk disisi timur ($r = 0,634$) dan K pada kedalaman 30 cm ($r = 0,637$).

Prosiding Seminar Nasional Biologi:
“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

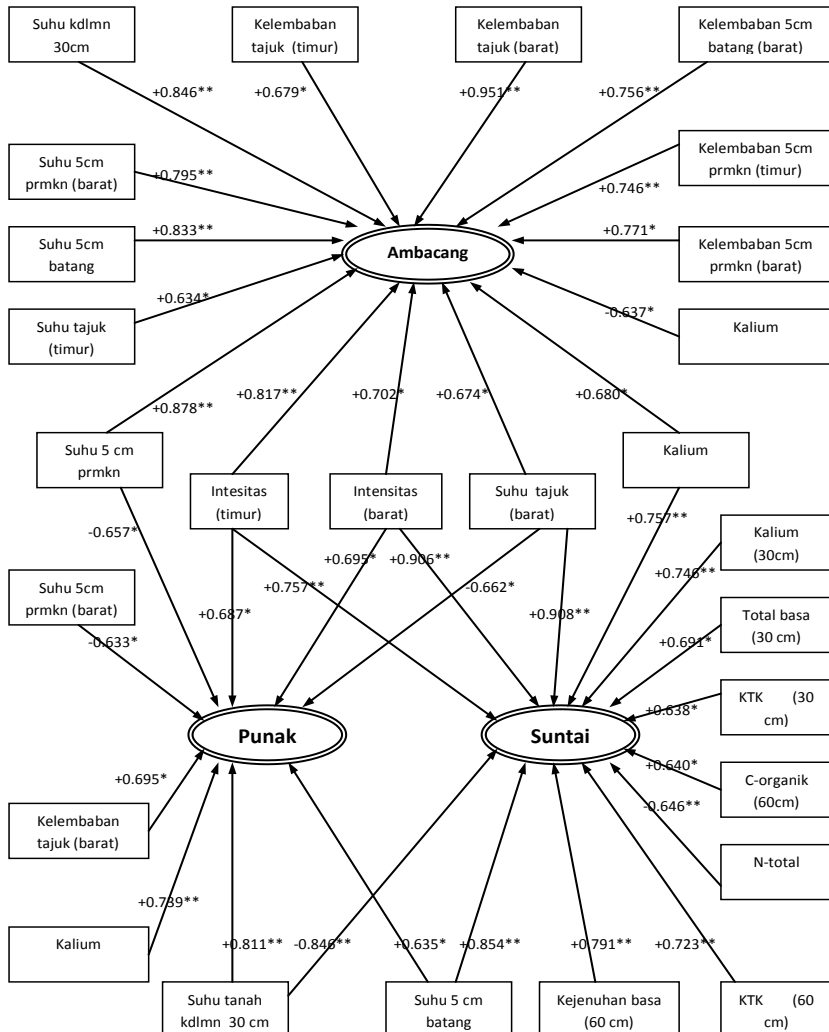


*signifikan pada tingkat kepercayaan 90%

**signifikan pada tingkat kepercayaan 95%

Gambar 1: Faktor–faktor iklim mikro dan sifat kimia tanah hutan rawa gambut yang mempengaruhi INP semai jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Commosperma macrophyla* Hook.f.), Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.)

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Suntai (*Palaquium burkii* H.J.L.) terdiri dari lima faktor iklim, tiga faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm dan empat faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 60 cm seperti yang terlihat pada Gambar 2.



*signifikan pada tingkat kepercayaan 90%
 **signifikan pada tingkat kepercayaan 95%

Gambar 2: Faktor-faktor iklim mikro dan sifat kimia tanah hutan rawa gambut yang mempengaruhi INP semai jenis Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.), Ambacang (*Mangifera foetida* Laur.), Suntai (*Palaquium burkii* H.J.L.)

Dari 12 jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Suntai (*Paladium burkii* H.J.L.) yang paling besar pengaruhnya adalah intensitas radiasi matahari disisi Barat ($r = 0,986$) dan suhu udara lapisan tajuk disisi barat ($r = 0,908$), sedangkan yang pengaruhnya paling kecil adalah KTK pada kedalaman 30 cm ($r = 0,638$) dan kandungan C-organik pada kedalaman 60 cm ($r = 0,640$).

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) terdiri dari sembilan faktor iklim dan dua faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Dari 11 jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) yang paling besar pengaruhnya adalah suhu udara 5 cm dari batang disisi timur ($r = 0,893$) dan disisi barat ($r = 0,897$) serta suhu udara lapisan tajuk disisi barat ($r = 0,892$), sedangkan yang pengaruhnya paling kecil adalah suhu udara 5 cm dari permukaan tanah disisi timur ($r = 0,627$) dan kandungan Mg pada kedalaman 30 cm ($r = 0,627$).

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) terdiri dari tiga faktor iklim dan satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Dari empat jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) yang paling besar pengaruhnya adalah suhu udara 5 cm dari batang disisi barat ($r = 0,723$), sedangkan yang pengaruhnya paling kecil adalah kandungan Mg pada kedalaman 30 cm ($r = 0,629$).

Faktor-faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi secara linier INP semai jenis Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) terdiri dari satu faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 30 cm dan dua faktor kimia tanah hutan rawa gambut pada kedalaman 60 cm seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Dari tiga jenis faktor iklim mikro dan kimia tanah yang mempengaruhi INP semai jenis Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) yang paling besar pengaruhnya adalah kandungan Mg pada kedalaman 60 cm ($r = 0,765$), sedangkan yang pengaruhnya paling kecil adalah kandungan N-total pada kedalaman 30 cm ($r = 0,642$).

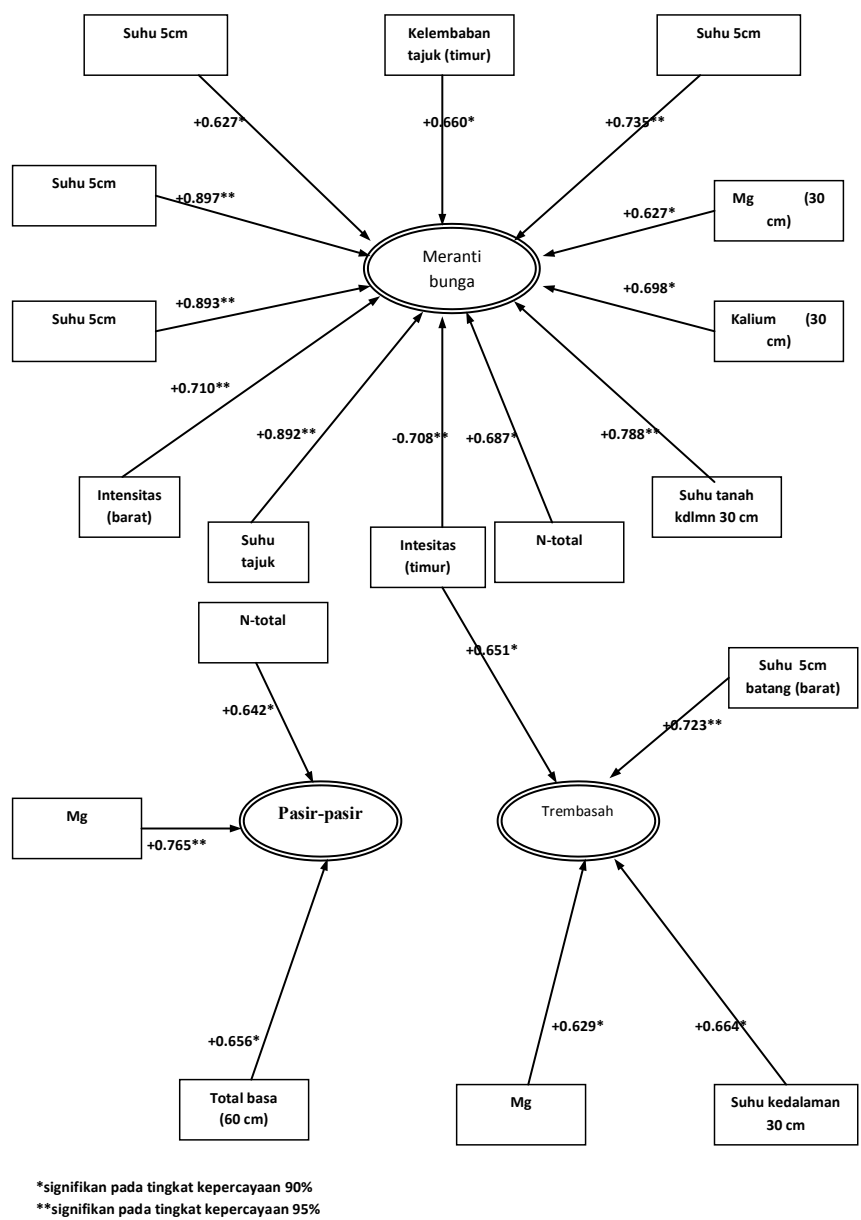
Menurut Indrawan (2000) tingginya keanekaragaman jenis pada hutan-hutan bekas tebangan pada tingkat permudaan dibandingkan dengan hutan primer karena keanekaragaman jenis tumbuhan pada areal bekas tebangan telah diinvasi oleh jenis-jenis pionir (fenomena tepi hutan) dan komunitas hutan bekas tebangan sedang mengalami suksesi sekunder menuju hutan klimaks.

Hardjowigeno (1997) mengemukakan bahwa kegiatan pembukaan hutan di hutan rawa gambut primer akan mengurangi atau bahkan menghilangkan sumber bahan organik bagi pembentukan tanah gambut. Dekomposisi bahan organik yang berjalan terus menerus tidak dapat diimbangi oleh penambahan bahan organik dari serasah hutan yang jumlahnya semakin sedikit sehingga keseimbangan dalam ekosistem hutan rawa gambut terganggu. Selain itu akibat penebangan hutan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim mikro dan habitat.

Dari hasil analisis regresi untuk mengetahui preferensi ekologis, dapat diketahui bahwa jenis-jenis tumbuhan yang mendominasi pada hutan rawa gambut. Keadaan dimana sepuluh jenis tumbuhan tersebut preferensinya dipengaruhi oleh iklim mikro dan sifat-sifat kimia tanah hutan rawa gambut, baik untuk tingkat semai, pancang, tiang dan pohon. Tingkat pohon sudah cukup *established* dan memiliki toleransi yang tinggi dalam merespon kondisi lingkungan dimana tumbuhan tersebut tumbuh. Sedangkan tumbuhan pada tingkat semai dan pancang memiliki toleransi yang kecil dan memiliki kepekaan yang tinggi terhadap kondisi lingkungan hidupnya.

Disamping itu karakteristik fisiologis jenis juga diduga merupakan faktor yang menyebabkan tumbuhan memiliki toleransi yang besar dalam merespon keadaan kondisi lingkungan hidupnya, sehingga jenis tumbuhan tertentu dapat hidup dan berkembang dengan baik pada berbagai kondisi lingkungan tempat tumbuh (Wawancara pribadi dengan Pratiwi dan Harsono, 2009). Oliver dan Larson (1995) mengemukakan bahwa suatu jenis dapat survival dengan lingkungan fisik yang tersedia tergantung pada karakteristik jenis dan karakteristik lingkungan tersebut. Suatu jenis dapat berkompetisi dengan baik tergantung pada atribut jenis tersebut, atribut kompetitor-kompetitornya serta karakteristik lingkungannya.

Dalam konteks ini maka jenis-jenis yang preferensi ekologisnya tidak dipengaruhi oleh pH tanah di lokasi penelitian adalah termasuk jenis-jenis yang dapat bertahan hidup dan berkembang pada tanah yang masam. Jenis-jenis dimaksud adalah semua jenis yang dipilih untuk dianalisis yaitu Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terentang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.), Bintangur (*Calophyllum inophyllide* King.), Kelat (*Eugenia* sp.), Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.), Ambacang (*Mangifera foetida* Laur.), Suntai (*Palaquium burkii* H.J.L.), Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.), Trembasah (*Fragraea fragrans* Roxb.) dan Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.).



Gambar 3: Faktor–faktor iklim mikro dan sifat kimia tanah hutan rawa gambut yang mempengaruhi INP semai jenis Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) dan Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.)

Pada tingkat semai seluruh faktor-faktor iklim mikro hutan rawa gambut mempunyai korelasi yang berarti pada taraf signifikansi 90 % dan 95 % terhadap peningkatan kelimpahan semai INP jenis dominan. Faktor-faktor iklim mikro tersebut adalah kelembaban udara 5 cm dari permukaan tanah disisi timur, kadar air tanah pada kedalaman 60 cm, kelembaban udara lapisan tajuk disisi barat, suhu tanah pada kedalaman 30 cm, kelembaban tajuk disisi barat, intensitas intensitas radiasi matahari disisi barat, suhu udara 5 cm dari batang disisi timur dan barat, suhu udara lapisan tajuk disisi barat, dan suhu udara 5 cm dari batang disisi barat. Khusus pada semai jenis Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.), faktor iklim mikro tidak mempengaruhi kelimpahan jenis INP, Utami (2002) dan Pratiwi (2006) menyatakan bahwa semai Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) mempunyai toleransi rendah terhadap perubahan iklim mikro, artinya perubahan iklim mikro tidak mempengaruhi eksistensi semai Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.).

Kaitannya dengan iklim mikro pada tingkat semai yaitu dalam proses pertumbuhan, diketahui bahwa pada tingkat semai yang merupakan fase pertumbuhan yang sensitif, faktor iklim mikro menjadi faktor pemicu untuk perkecambahan dan hal ini menandakan adanya bentuk respon perkembangan dari biji untuk siap berkecambah dan eksis untuk memasuki tahap pancang (Daniel *et.al.*, 1995; Bayong, T.H.K. 1993; Brünig, E.F. 1983; Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1995). Endom dan Basari (2001) menyatakan bahwa iklim mikro merupakan faktor untuk penetapan ambang batas kerusakan hutan.

Hasil penelitian ini tentang pengaruh iklim mikro terhadap preferensi tumbuhan rawa gambut sampai saat ini belum ada, kecuali hanya pada Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Ramin (*Gonystylus bancanus* Miq Kurz) serta beberapa jenis yang lain. Penelitian tentang pengaruh iklim mikro terhadap jenis-jenis tumbuhan rawa gambut yang lain umumnya dilakukan dalam bentuk perlakuan simulasi iklim mikro buatan di kebun-kebun percobaan (Daryono, 2000; Haryanto, 2000; 2003; Wibisono, *et al.*, 2005; Rusmana, *et al.*, 2005). Penelitian pengaruh iklim mikro terhadap preferensi tumbuhan pada hutan bukan gambut telah dilakukan oleh Idris (1996) di Kalimantan Timur.

Perubahan dominasi, khususnya jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.), Kelat (*Eugenia* sp.), Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.), Ambacang (*Mangifera foetida* Laur.), Suntai (*Palaquium burkii* H.J.L.), Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) dan Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) pada fase semai pada berbagai kondisi hutan

disebabkan oleh berbagai faktor perubahan iklim mikro dan perubahan kimia tanah hutan rawa gambut.

Beberapa jenis Dipterocarpaceae mempunyai ciri khas dalam perbungaan, yaitu adanya masa perbungaan serentak dan berkelompok-kelompok, masa perbungaan terjadi pada awal musim hujan. Perbungaan hanya terjadi sekali tiga tahun bahkan ada yang lima tahun sekali, khusus pada jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) dan beberapa jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) yang lain, perbungaan terjadi sekali dua tahun. Bentuk perbungaan seperti ini berpengaruh terhadap ketersediaan biji. Dari jumlah biji yang dihasilkan diperkirakan kurang dari 25% yang berkecambah menjadi semai (Daryono, 2000; 2003; Rusmana, *et al.*, 2005; Wibisono, *et al.*, 2005).

Buah Dipterocarpaceae mempunyai 2-5 helai sayap panjang yang berasal dari sepal yang bermanfaat untuk penyebaran melalui angin. Sayap yang terdapat pada buah Dipterocarpaceae berperan sangat penting karena sayap tersebut memungkinkan mengurangi tingkat kejatuhan buah tersebut ke tanah (karena umumnya pohon Dipterocarpaceae mempunyai ketinggian di atas 30 m). Sayap juga menyebabkan buah yang jatuh tersebut berputar, sehingga memungkinkan jarak jatuh buah bisa menjauh dari pohon induk. Hal ini akan menyebabkan buah mempunyai kesempatan untuk berkecambah dan menjadi semai karena tidak adanya persaingan dengan pohon induk dan besarnya prosentase intensitas radiasi matahari yang didapatkan karena tidak lagi dinaungi oleh kanopi pohon induk disebabkan Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) merupakan jenis semi toleran terhadap penyinaran. Jenis ini masih membutuhkan naungan pada tingkat semai dan pancang, namun saat tingkat tiang dan pohon memerlukan cahaya matahari langsung (Daryono, 2000; 2003; Rusmana, *et al.*, 2005; Wibisono, *et al.*, 2005). Penelitian Burgess (1970,1975) mendapati bahwa pada Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) dari 180.000 biji yang dihasilkan, 54% biji terlempar sampai 80 m dari pohon induk, 83% terlempar sampai 40 m dari pohon induk dan 97% terlempar sampai 20 m dari pohon induk. Dari 180.000 biji yang dihasilkan hanya 8% yang berkecambah menjadi semai sedangkan yang lain tidak berkembang dimana salah satu penyebabnya adalah dimakan kumbang atau serangga di lantai hutan.

Pada jenis Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) dari hasil pengamatan dilapangan umumnya biji terlempar sejauh antara 8 - 37 m dari pohon induk. Jumlah semaian dan pancang secara proporsional terbanyak ditemukan pada sebelah timur dibandingkan dengan sebelah barat, utara atau selatan dari

pohon induk. Semai kedua jenis merupakan toleran cahaya matahari, jika dihubungkan dengan intensitas radiasi matahari pada tujuh kondisi hutan bekas tebangan terdapat hubungan yang berarti yaitu besarnya nilai intensitas radiasi matahari di sebelah timur sebesar 0.789 - 0.892 atau (78 - 89%).

Berdasarkan hasil penelitian Daryono (2000, 2003), Harsono dan Pratiwi (konsultasi pribadi, 2009), tingkat kematian tingkat semai jenis meranti pada hutan rawa gambut bekas tebangan (Et+1 tahun –Et+5 tahun) sangat tinggi yaitu berkisar antara 73 – 84%, umumnya faktor penyebab kematian adalah ketika terjadinya kekeringan di hutan rawa gambut, sehingga akar semai dan pancang hanya menggantung disela-sela serasah dan hal ini menyebabkan kebutuhan terhadap hara menjadi terhambat. Jenis-jenis Dipterocarpaceae amat sukar untuk ditanam di luar daripada kawasan asalnya dan dengan demikian silvikultur yang umumnya dilakukan adalah dengan teknik pencabutan, yaitu dengan mengambil semai yang tumbuh di tempat asal kemudian dipindahkan atau dilakukan penjarangan untuk mengurangi kompetisi antar semai sekaligus digunakan sebagai pengayaan pada areal bekas hutan rawa gambut yang akan diintroduksi dengan jenis meranti-merantian (Haryanto, 1993; 2003; Wibisono, *et al.*, 2005; Rusmana, *et al.*, 2005).

Selain faktor prosentaseutupan tajuk yang mempengaruhi nilai intensitas radiasi matahari, berdasarkan analisis koefisien jalur faktor-faktor lain yang mempengaruhi semai Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.) dan Meranti burung (*Shorea teysmannia* Dyer.) adalah kelembaban udara 5 cm dari permukaan tanah disisi timur, suhu udara 5 cm dari batang disisi dan disisi barat serta suhu udara lapisan tajuk disisi barat.

Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.), Trembasah (*Fragraea fragrans* Roxb.), Kelat (*Eugenia spp.*), Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.), Punak (*Tetramerista glabra* Miq.) dan Ambacang (*Mangifera faetida* Laur.) termasuk jenis semai yang tidak tahan naungan atau menyukai cahaya (intoleran). Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.) berkecambah tanpa masa kedormanan yang panjang, biji berkecambah pada masa antara 27 – 150 hari atau kalau dengan perlakuan silvikultur buatan masa berkecambah setelah 15 – 60 hari setelah di semai (Pratiwi, 2009). Prosentase naungan yang dibutuhkan oleh semai Terantang (*Comnosperma macrophyla* Hook.f.) berkisar antara 50 – 70% (Haryanto, 1993; 2003). Berdasarkan pengamatan di lapangan dan Tabel 2, hal ini ditunjukkan oleh rendahnya INP pada Et+3 tahun dan Et+7 tahun, dimana pada etat tersebut semai paling banyak ditemukan di bawah naungan kanopi pohon induk dan naungan kanopi pohon lainnya sehingga menghambat semai berkecambah akibat ternaungi, sedangkan semai bersifat tidak tahan

naungan atau menyukai cahaya. Sedangkan pada Et+1 tahun, Et+10 tahun dan Et+12 tahun, semai tumbuh pada areal yang tidak ternaungi.

Berdasarkan hasil pengukuran pada hutan rawa gambut primer diperoleh gambaran bahwa dengan penutupan tajuk sebesar 90%, intensitas radiasi matahari yang masuk kelantai hutan sebesar 25%. Kondisi ini merupakan kondisi yang memungkinkan tumbuhnya semai yang berkembang dengan baik. Dengan adanya perubahan radiasi sinar matahari yang masuk kelantai hutan, maka terjadi persaingan dengan jenis lain yang sesuai dengan kebutuhan cahaya pada masing-masing jenis. Keagresipan keenam jenis ini terhadap intensitas radiasi matahari, memungkinkan keenam jenis ini eksis menjelang tingkat pancang. Dengan demikian radiasi sinar matahari yang masuk ke lantai hutan serta interaksinya dengan faktor iklim lain seperti suhu udara dan kelembaban udara serta suhu tanah pada kedalaman 30 cm, berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan semai keenam jenis. Seperti pada Tabel 2 terlihat bahwa pada hutan rawa gambut bekas tebangan 1 tahun, dengan penutupan tajuk sebesar 49,2%, prosentase intensitas radiasi matahari yang masuk kelantai sebesar 78,50 %, didominasi oleh semai enam jenis.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, biji-biji keenam jenis tumbuhan dominan untuk tumbuh tidak terlepas dari profil habitat yang bersangkutan. Semai keenam jenis terlihat tumbuh pada sela-sela tonjolan akar pohon atau pada sela-sela tumbuhan lain yang tidak tergenang air. Kemudian menjelang fase berikutnya yaitu pada tingkat pancang terjadi persaingan terhadap kebutuhan radiasi sinar matahari dengan jenis lain, karena keenam jenis ini lebih agresif maka kemungkinannya kalah bersaing terhadap jenis lain berkurang.

Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.), Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.), dan Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.) termasuk jenis semai yang toleran naungan atau tidak menyukai cahaya, serta bijinya termasuk rekasiltran yang akan mati jika kandungan airnya berkurang akibat kekeringan di tanah serta turunnya permukaan air tanah sehingga kelembaban tanah menjadi lebih kering yang diakibatkan oleh terbukanya tajuk akibat pembukaan hutan. Biji ketiga jenis ini berusia pendek, biasanya hanya beberapa minggu. Pada jenis Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) dan Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.) pembungaan hanya terjadi tiga tahun sekali pada awal musim hujan (Wibisono, *et al.*, 2005; Rusmana, *et al.*, 2005). Lamanya masa pembungaan serta sifat tolerannya terhadap cahaya dan sifat bijinya yang rekalsitrasi menyebabkan kedua jenis ini nilai INP nya termasuk paling rendah dibanding dengan ketujuh jenis dominan yang lain.

Pada Tabel 2 besarnya INP semai Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.) pada Et+3 tahun sampai Et+10 tahun berdasarkan hasil pengamatan di lapangan disebabkan semai berkelompok di bawah

naungan kanopi di pohon induk dan pohon yang lain. Besarnya INP semai Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.) di Et+1 tahun juga disebabkan semai berkelompok di bawah naungan kanopi di pohon induk dan pohon yang lain.

Menurut Pratiwi (2009), Rozari (1987), Suzuki, et.al. (1992), Suwarso (1997), Wijayanti (1993), kelimpahan semai 10 jenis tumbuhan dominan bila dilihat dari kebutuhan radiasi sinar matahari serta interaksi dengan faktor iklim lain seperti suhu udara dan kelembaban udara dan sifat botanisnya, terutama bentuk bijinya dan banyaknya jumlah anakan dengan terbukanya tajuk hutan, maka hal ini menunjukkan indikasi 10 jenis jenis tersebut merupakan jenis yang mempunyai ciri:

- 1) Biji Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.), Suntai (*Palaquium burkii* H.J.L.), umumnya kecil, disebarkan oleh burung.
- 2) Morfologi biji yang bersayap pada Meranti rawa (*Shorea parvifolia* Dyer.), Meranti bunga (*Shorea teysmannia* Dyer.) Terantang (*Comnosperma macrophylla* Hook.f.) dan Bintangur (*Calophyllum inophylide* King.) memudahkan disebarkan oleh angin
- 3) Kelat (*Eugenia* sp.), Punak (*Tetrameristra glabra* Miq.), Trembasah (*Fragraec fragrans* Roxb.) mempunyai dormansi yang lama pada tanah hutan (berkecambah bila terdapat sinar matahari).
- 4) Semai memerlukan cahaya, tumbuh dengan cepat, kecuali pada Pasir-pasir (*Urandra scorpiodes* Pulle.), Darah-darah (*Horsfieldia irya* Warb.), dan Suntai (*Palaquium burckii* H.J.L.).
- 5) Perbandingan buah dan bunga relatif tinggi

Suksesinya adalah dinamis karena jenis berbeda kemampuan perkembangannya dalam lingkungan tertentu, dan jenis yang kurang sesuai hilang dari komunitas. Untuk menjadi pesaing yang berhasil, suatu jenis harus mempunyai sumber biji cukup, tempat perkecambahan biji yang sesuai kondisi, pertumbuhan memadai, dan mempunyai kepekaan besar terhadap penyakit, serangan, atau kerusakan fisik lainnya yang akan merintangi ketahanan hidup. Biji yang kecil serta ringan mempunyai keuntungan kompetitif dapat mencapai areal yang jauh, tetapi situasi tempat jenis tersebut dapat hidup sering terbatas pada tempat tumbuh yang lebih lembab. Biji yang berat tidak terpenjar dengan baik, tetapi jumlah cadangan makan yang lebih banyak memungkinkan perkembangan akar yang cepat untuk pemantapan pada kondisi kering (Daniel *et al.*, 1995).

Peningkatan kerapatan tingkat semai seperti uraian tersebut di atas, diduga kuat karena dengan pembukaan tajuk akibat pembukaan hutan serta terbentuknya drainase-drainase yang digunakan untuk menghanyutkan kayu atau terbentuk sungai-sungai kecil akibat penyaradan kayu, memungkinkan air tanah hutan rawa gambut mengalir

dan menguap sehingga tinggi permukaan air menurun dan terjadi gumpalan-gumpalan serta pengerasan pada tanah hutan rawa gambut. Dengan kondisi tanah hutan rawa gambut yang demikian menyebabkan biji-biji yang jatuh tidak mengalami pembusukan karena tergenang air. Oleh karena itu benih-benih mempunyai kesempatan berkecambah dan tumbuh menjadi anakan sebelum digenangi oleh air. Kondisi penggenangan mempunyai peranan yang penting terhadap kelanjutan pertumbuhan semai. Semai akan mati kalau langsung digenangi oleh air. Selain dugaan di atas, jenis-jenis semai yang butuh cahaya sangat responsif terhadap pembukaan lapisan tajuk.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pada Et+5 tahun jumlah semainya terbesar yaitu 38.850 individu/ha, dan menurun pada Et+7 tahun serta mulai meningkat lagi pada Et+10 tahun dan seterusnya. Dari hasil pengamatan di lapangan di lokasi Et+5 tahun, daerahnya mengering serta dengan pembukaan tajuk 52,00% merupakan kondisi yang optimal untuk perkecambahan. Rendahnya jumlah semai pada Et+7 tahun berdasarkan pengamatan di lapangan disebabkan daerahnya digenangi air yang cukup tinggi walaupun tutupan tajuknya sudah hampir mendekati 50 % (45,30%), sehingga menyebabkan banyak kematian pada tingkat semai. Dengan demikian kehadiran air yang menimbulkan penggenangan pada saat pertumbuhan tingkat semai sangat merugikan. Fenomena yang sama juga terjadi pada hasil penelitian Idris (1996), Kongse (1995), Retnowati (1997), Indrawan (2000) dan Sudirman (2002).

Pada tingkat semai dan pancang, sifat kimia tanah gambut terutama K, Mg, dan Ca mempunyai korelasi positif dengan kelimpahan 10 jenis semai dan pancang. Jadi semakin banyak K dan Ca yang diserap, kelimpahan jenis semai bertambah. Hal ini diduga bahwa sebagaimana dikemukakan Hardjowigeno (1987), fungsi Mg adalah pembentuk klorofil, aktivator sistem enzim dan pembentukan minyak.

Kaitannya dengan unsur Mg diduga dalam proses peningkatan unsur esensial yang diserap oleh 10 jenis semai. Peningkatan unsur esensial tersebut dengan cara pertukaran ion pengasam, yang memungkinkan menurunnya nilai KTK dan meningkatkan nilai KB. Sehingga unsur esensial yang larut dan diserap oleh akar semai dan pancang 10 jenis lebih banyak lagi. Dengan unsur K, kelimpahan semai dan pancang 10 jenis mempunyai toleransi positif. Hal ini dapat dimengerti, bahwa sebagaimana fungsi K yakni : pembentukan karbohidrat, mengaktifkan enzim, mekanisme buka tutup stomata (mengatur pernafasan dan penguapan), proses fisiologi, proses metabolisme dalam sel, mempengaruhi penyerapan unsur-unsur lain, mempertinggi daya tahan terhadap kekeringan, penyakit dan perkembangan akar (Hardjowigeno, 1987) maka kelimpahan jenis semai dan pancang tidak terlepas dari unsur K.

Dalam kaitannya dengan dinamika potensi permudaan, permudaan semai dan pancang pada hutan rawa gambut primer dan bekas tebangan 1 tahun jumlah semainya merupakan yang paling banyak bila dibandingkan dengan jumlah semai pada hutan primer dan bekas tebangan 3 tahun, 5 tahun, 7 tahun, 10 tahun dan 12 tahun. Hal ini dapat dimengerti bahwa jenis-jenis yang terdapat pada hutan rawa gambut terdiri dari jenis-jenis responsif terhadap radiasi sinar matahari. Dengan kondisi intensitas radiasi matahari yang jatuh kelantai hutan sebesar diatas 50 %, merupakan kondisi yang paling cocok untuk pertumbuhan semai dan pancang yang terdapat pada hutan rawa gambut. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Abidin, (1995) bahwa pada hutan rawa gambut di Propinsi Riau, hutan bekas tebangan 1 tahun dan 3 tahun mempunyai kerapatan yang paling tinggi pada tingkat pertumbuhan sapihan. Dengan demikian pada tingkat pertumbuhan pancang merupakan fase yang sangat responsif terhadap keterbukaan tajuk.

Hasil penelitian Koesmawadi (1996) menunjukkan bahwa preferensi ekologis jenis jenis tumbuhan tingkat semai dan pancang pada umumnya dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia tanah gambut, sedangkan jenis tumbuhan pada tingkat tiang umumnya tidak dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia tanah.

Selanjutnya dikemukakan oleh Oliver dan Larson (1995) bahwa pH tanah dipertimbangkan sebagai faktor yang menjadikan suatu jenis menjadi unggul dibandingkan jenis lainnya. Kebanyakan jenis tumbuh secara optimal pada tanah yang sedikit masam, dan umumnya hidup antara pH 4 - 7,5. Beberapa jenis yang ditemukan pada tanah yang sangat masam dan tanah yang netral bukan karena jenis tersebut memang tumbuh baik pada tanah tersebut, tetapi karena mereka secara spesifik dapat bertahan hidup pada kondisi tersebut.

Dari uraian tersebut diatas menunjukkan bahwa suatu jenis tumbuhan mempunyai respon yang berbeda-beda terhadap lingkungan. Seperti yang dikemukakan Soerianegara dan Indrawan (1993) bahwa suatu pohon mempunyai respon yang berbeda terhadap unsur-unsur lingkungan yang berbeda. Komposisi dan kelimpahan jenis dapat berbeda berdasarkan perbedaan tempat dan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, K. 1995. *Pengaruh Penerapan Penebangan Konvensional terhadap Pengaturan Hasil Hutan Tidak Seumur*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Andriesse, J.P. 1984. *Tropical lowland peats in South East Asia*. Communication 63. Departement Agricultural Resources of the Royal Tropical Institute. Amsterdam.
- Andriesse, J.P. 1988. Nature and management of tropical peat soils. *FAO Soils Bull. 59*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Anderson, J.A.R. 1983. The Tropical Peat Swamps of Western Malaesia. In: Gore, A.J.P. (Ed), *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor*. 4B regional studies. Elsevier, Amsterdam.
- Appanah, S., G. Weiland, H. Bossed and H. Krieger. 1990. Are tropical rain forests non-renewable ? An enquiry through modeling. *J.of Trop. Forest Science 2 (4): 331-348*
- Appanah, S. 1997. *Peat Swamp Forests of Peninsular Malaysia: The Endangered Ecosystem*. Mimeo. Forest Department Sarawak
- Bakri, B. 2000. *Penyusunan Model Simulasi dalam Penetapan Nilai Tegakan Hutan Alam Produksi*. Tesis Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bayong, T.H.K. 1987. *Iklim dan Lingkungan*. PT. Cendikia Jaya Utama, Bandung.
- Bayong, T.H.K. 1993. *Hubungan antara Fluktuasi Temperatur dan Kedalaman Tanah*. Laporan Riset No. 13400493, OFP-ITB. Bandung.
- Brünig, E.F. 1983. *Vegetation structure and growth*. In Golley, F.B. (ed.) *Tropical Rain Forest Ecosystems. Structure and function*. Ecosystems of the World 14A. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Burgess, P. F. 1970. *Peat Swamp Forest in Sabah* (Sabah Forest Records No.6). Forest Department, Sabah, Malaysia.
- Burgess, P. F. 1975. Growth responses of dipterocarp seedlings to light. *Malayan Forester: 28: 212-235*.
- Cox, G.W. 1972. *Laboratory Manual of General Ecology*. Wm.C.Brown Company Publisher. Dubuque-Iowa.
- Daniel, T.W., J.A. Helms and F.S. Baker. 1995. *Prinsip-prinsip Silvikultur*. (Terjemahan). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Daryono. 2000. *Kondisi hutan setelah penebangan dan pemilihan jenis pohon yang sesuai untuk rehabilitasi dan pengembangan hutan tanaman di hutan rawa gambut*. Prosiding Seminar Pengelolaan Hutan Rawa Gambut. Balai Teknologi Reboisasi. Bogor.

- Elias. 1993. Kerusakan Tegakan Tinggal pada Hutan Tropika Basah Akibat Pemanenen Kayu dengan Sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia. *Rimba Indonesia* (29) : 13- 24.
- Elias, S. Manan dan U. Rosalina. 1993. *Studi penerapan pedoman Tebang Pilih Indonesia (TPTI) dan Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) di areal HPH PT. Kiani Lestari dan PT. Narkata Rimba Kalimantan Timur*. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Endom, W. dan Z. Basari. 1999. *Penetapan Ambang Batas Kerusakan Tegakan, Erosi Tanah dan Iklim Mikro*. Laporan Proyek Pusat Penelitian Puslitbang Hasil Hutan, Bogor.
- Endom. W. dan Z. Basari. 2001. Perbandingan penyaradan kayu dengan sistem manual dan ekskavator di hutan rawa. Bagian III : Kajian teknis, ekonomis dan ekologis. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 19 (1): 19 – 39.
- Endom, W. dan Z. Basari. 2001. Klasifikasi kerusakan tegakan tinggal, erosi tanah dan iklim mikro untuk penetapan ambang batas dalam pemanenan tebang pilih di hutan alam. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 19 (2): 69 – 88.
- Ewel, J.M. 1980. *Tropical Succession*. Manifold to Maturity Volume 12, Supplement. The Association for Tropical Biology, Inc., Washington State University Press. Pullman. Washington.
- Ewel, J.M. and L. Conce. 1978. *Enviromental Implications on any Species Utilization in The Moist Tropics*. Proc. of Conference on Improved Utilization of Tropical Forest. Forest Prod. Lab. Forest Services. US Dept. of Agriculture, Madison.
- Hardjowigeno, S. 1997. *Ilmu Tanah*. Penerbit PT. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Haryanto. 1993. *Variasi Lokal Tipe Vegetasi dalam Ekosistem Hutan Gambut dan Dampak Pembukaanya di Suaka Margasatwa Danau Pulau Besar dan Danau Bawah Riau*. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Haryanto. 2000. Studi pendahuluan struktur vegetasi hutan gambut di Pulau Padang, Propinsi Riau. *Media Konservasi* II (4) : 29-43.
- Indrawan, A. 2000. *Perkembangan suksesi pada hutan alam setelah penebangan dalam sistim TPTI*. Disertasi. Program Pascasarjana IPB. Bogor. Tidak Dipublikasikan.

- Idris, M.M. 1996. *Dampak Penebangan di Hutan Produksi Terbatas Terhadap Erosi Tanah serta Permudaan Alam*. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Karhana, A.C. 1994. *Implementasi Sistim Silvikultur TPTI pada Hutan Rawa Gambut di Propinsi Riau*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Koesmawadi, N. 1996. *Evaluasi Permudaan Alam pada Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan Hak Pengusahaan Hutan (Studi kasus di Areal HPH PT. Murni Jaya Sempurna (PT. MJS) Bintang Arut Kalimantan Tengah)*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kongse, I. 1995. *Permudaan Alam pada Lahan Gambut Bekas Tebangan di Propinsi Riau*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mueller-Dubois, D. and D.H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Oliver, C. D.&Larson, B. C. 1990. *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill Publishing Company, New York.
- Retnowati, E. 1997. *Dampak Penebangan Terhadap Keanekaragaman Tumbuhan di Hutan Produksi*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rozari, B.M. 1987. *Iklim Mikro di Sekitar Tanaman dan Proses Pembentukannya*. Bahan training Dosen Perguruan Tinggi Indonesia Bagian Barat dalam Bidang Agriklimatologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rusmana, P.B. Santoso dan S. Pandjaitan. 2005. *Teknik Budidaya Beberapa Jenis Pohon Hutan Rawa Gambut*. Dalam Prosiding Seminar Kesiapan Teknologi untuk Mendukung Rehabilitasi Hutan dan Lahan Rawa Gambut di Kalimantan Tengah. Puslitbang Bioteknologi dan Pemuliaan Hasil Hutan. Departemen Kehutanan. Yogyakarta.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. *Fisiologi Tumbuhan* (jilid 1). Penerbit ITB. Bandung.
- Soerianegara, I. dan A. Indrawan. 93 *Ekologi Hutan Indonesia*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sudirman. 2002. *Permudaan Alam dan Tegakan Tinggal di Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Suzuki, K., A.B. Zahari and H. Masrom. 1992. *Vegetation dynamics on the peat swamps at Muara, Malaysia*. In. Y. Aminuddin (ed.) Tropical Peat Proc. of The Int. Symp. In Tropics, Peatland. Kuching Serawak, Malaysia. 269-299.
- Suwarso. 1997. *Kerusakan Vegetasi Hutan Rawa Akibat Penebangan Liar di Selapan Kabupaten Ogan Komering Ilir*. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Whittaker, H.R. 1970. *Communities and Ecosystem*. The MacMillan Co. London.
- Wibisono, I.T.C., L. Siboro dan I.N.N. Suryadiputra. 2005. *Panduan Rehabilitasi dan Teknik Silvikultur di Lahan Gambut*. Wetlands International-Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC). Bogor.
- Wibowo. 1999. *Plants diversity of peat swamp forest in Riau Province, Sumatra*. Proceedings of the International Symposium on: Tropical Peat Lands Bogor, Indonesia.
- Wijayanti. 1993. *Nilai Kerusakan Tegakan Tinggal Akibat Kegiatan Pemanenan Kayu dengan Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) di areal HPH PT. Narkata Rimba Kalimantan Timur*. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

STRUKTUR DAN FUNGSI KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DI PERAIRAN SUNGAI MUSI KOTA PALEMBANG: TELAAH INDIKATOR PENCEMARAN AIR

Hilda Zulkifli, Zazili Hanafiah dan Dian Asih Puspitawati

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya

Email: hilda.zulkifli@yahoo.com

Abstrak

Studi struktur dan fungsi komunitas makrozoobenthos di perairan sungai Musi dalam kota Palembang telah dilakukan untuk mempelajari indikator pencemaran air. Penentuan 6 (enam) stasiun pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode Purposive Random Sampling. Identifikasi sampel makrozoobenthos dilakukan di Laboratorium ekologi, Jurusan Biologi, FMIPA, dan analisa fisiko-kimiawi substrat dasar perairan dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Analisis data dengan Cluster analysis diterapkan untuk melihat keeratan hubungan faktor abiotik dengan Makrozoobenthos sebagai indikator perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunitas makrozoobenthos terdiri dari enam kelas utama: Gastropoda, Polychaeta, Bivalvia, Oligochaeta, Insecta dan Crustacea. Kepadatan berkisar antara 175 – 775 individu/m². Tingkat keanekaragaman tergolong rendah, berkisar antara 0,959-1,36. Jenis *Melanoides* sp dijumpai dominan dan *Amnicola* sp. yang hanya dijumpai pada stasiun pengamatan bagian hilir dari outlet limbah industri pupuk urea menunjukkan bahwa kedua jenis tersebut dapat berfungsi sebagai bioindikator pencemaran bahan organik dengan tekstur substrat lempung liat berlumpur, kandungan amoniak, C-organik dan P-organik tinggi.

Kata kunci: Struktur dan fungsi komunitas makrozoobenthos, bioindikator, sungai Musi Palembang, biomonitoring

PENDAHULUAN

Aliran sungai Musi yang berada dalam wilayah administratif kota Palembang merupakan bagian hilir dari total aliran sungai Musi. yang membelah kota Palembang menjadi dua bagian, dikenal sebagai Seberang Ulu dan Seberang Ilir. Pada bagian hulu aliran ini berlokasi industri petrokimia yang menghasilkan pupuk urea. Industri ini telah memiliki instalasi pengolahan limbah cair dimana limbah cair hasil proses

kemudian dibuang ke perairan sungai Musi. Hewan makrobentos adalah hewan yang hidup di dasar perairan dan biasanya menempel pada dasar substrat sungai yang berupa, batu, pasir, dan lumpur. Struktur komunitas hewan makrobentos dapat diketahui berdasarkan komposisi, kelimpahan, keanekaragaman, distribusi, dan aliran energi di dalamnya.

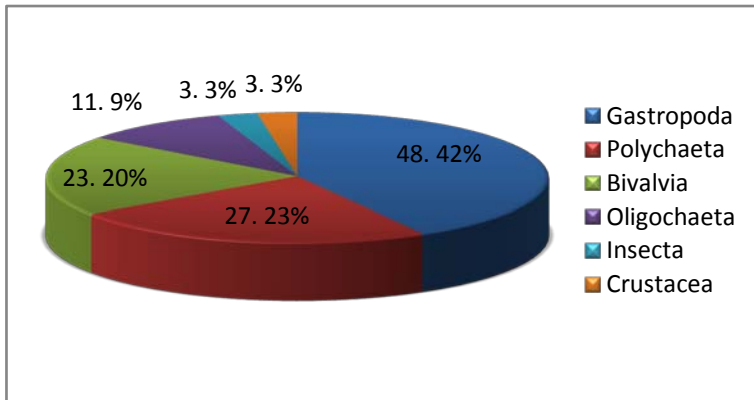
Kelompok makrozoobenthos merupakan kelompok hewan yang relatif menetap di dasar perairan dan kerap digunakan sebagai petunjuk biologis (indikator) kualitas perairan. Pada saat ini penggunaan bioindikator menjadi sangat penting untuk memperlihatkan hubungan antara lingkungan biotik dengan non-biotik. Bioindikator atau indikator ekologis merupakan taksa atau kelompok organisme yang sensitif dan dapat dijadikan petunjuk bahwa mereka dipengaruhi oleh tekanan lingkungan akibat dari kegiatan manusia dan destruksi sistem biotik (McGeoch, 1998 *dalam* Alis dan Fajar, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur dan fungsi komunitas makrozoobenthos di perairan sungai Musi untuk mempelajari kemungkinan jenis makrozoobenthos yang dapat berfungsi sebagai bioindikator kualitas perairan.

METODE

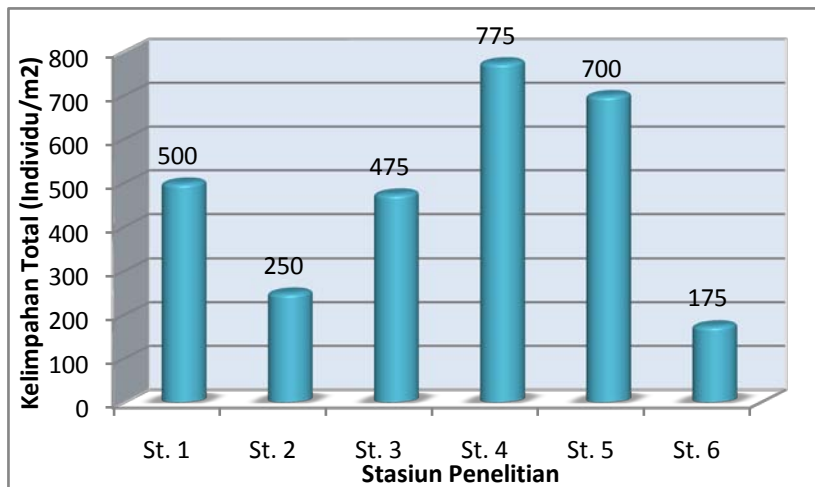
Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2009, pengambilan contoh hewan makrozoobenthos dan substrat dasar perairan dengan menggunakan Eykmann grab dilakukan pada 6 (enam) stasiun secara *purposive radom sampling* terdiri dari 2 stasiun di bagian hulu outlet limbah cair industri pupuk urea, dan 4 stasiun di bagian hilir outlet dengan masing-masing tiga ulangan (Gambar 1). Identifikasi spesimen makrozoobenthos dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA dengan buku identifikasi, *Freshwater Biology* (Edmonson, 1962), *An Introduction to Aquatic Insects of North America*. (Merritt dan Cummins, 1996), *A Guide to Study Freshwaters Biology* (Needham & Needham, 1978), *Freshwater Invertebrates of the United States* (Pennak, 1978), sedangkan analisis substrat (tekstur substrat, pH substrat, kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$, C-Organik dan P-organik) dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Analisis data meliputi parameter struktur komunitas (kelimpahan, keanekaragaman), sedangkan fungsi komunitas ditelaah melalui komposisi dan peran jenis dalam habitat tersebut. Pengukuran parameter fisika perairan (kedalaman, kecerahan, kecepatan arus air) dilakukan secara langsung. Data sebaran komunitas dianalisis dengan *cluster analysis*, dan hubungan antara komunitas makrozoobenthos dengan faktor eksternal dianalisis dengan *Principal Componen Analysis* melalui perangkat lunak program *Statistic 6.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi, komposisi komunitas makrozoobenthos terdiri dari 4 (lima) kelas utama yaitu : Gastropoda (*Melanoides* sp dan *Amnicola* sp) dengan kelimpahan relatif 10,78% Polychaeta (*Namalycastis* sp) dengan kelimpahan relatif 23,53%; Pelecypoda (*Corbicula* sp.) dengan kelimpahan relatif 21,57% dan kelas Oligochaeta (*Tubifex* sp.) dengan kelimpahan relatif terendah 0,78%. (Gambar 1).



Gambar 1: Kelimpahan relatif komunitas makrozoobenthos berdasarkan kelas



Gambar 2: Total kelimpahan komunitas makrozoobenthos per stasiun penelitian

Kelas Gastropoda terdiri dari dua jenis: *Melanoides* sp dan *Amnicola* sp dimana jenis *Melanoides* sp. memiliki kelimpahan total individu terbesar pada seluruh lokasi penelitian (1.050 ind/m^2), diikuti oleh kelas Polychaeta (*Namalycastis* sp.) dan kelas Pelecypoda (*Corbicula* sp.) berturut-turut : 675 ind/ m^2 dan 575 ind/ m^2 . (Tabel 1). Jenis *Amnicola* sp. dari kelas Gastropoda hanya ditemukan pada stasiun 4 (hilir pembuangan *outlet* limbah cair industri) menunjukkan bahwa jenis ini merupakan jenis yang cukup toleran. Kelimpahan individu jenis *Namalycastis* sp. (Kelas Polychaeta) dan jenis *Corbicula* sp. (kelas Pelecypoda) memiliki distribusi yang cukup luas ditandai dengan ditemukannya pada setiap stasiun penelitian. *Corbicula* sp. merupakan jenis yang juga ditemui pada semua stasiun penelitian dengan kelimpahan total 575 ind/ m^2 .

Tabel 1 menunjukkan bahwa kelas Gastropoda, Polychaeta, Pelecypoda merupakan kelas dengan jenis makrozoobenthos dengan sebaran tinggi karena dijumpai pada semua stasiun penelitian. Jenis *Melanoides* (Gastropoda) memiliki kelimpahan tinggi pada stasiun *outlet* limbah industri dan bagian hilirnya. Hal ini menunjukkan bahwa jenis dimaksud merupakan jenis yang toleran pada kondisi ekstim (nilai amoniak, C-organik dan P-organik lebih tinggi dibanding bagian hulu nya (Tabel 2). Stasiun 4 (hilir terdekat *outlet* limbah cair industri) memiliki substrat dengan kandungan amoniak ($52,8 \text{ mg/l}$); C-org ($4,23 \text{ mg/l}$) dan P-org ($2,15 \text{ mg/l}$) lebih tinggi dibandingkan dengan substrat pada stasiun penelitian lainnya. Hal ini diduga berkaitan dengan pembuangan limbah cair industri pupuk urea yang memang mengandung amoniak cukup tinggi.

Jenis *Namalycastis* sp. (Polychaeta) merupakan jenis yang umum terdapat di sungai. Kelompok cacing ini ditemukan pada semua stasiun penelitian membuktikan bahwa jenis ini dapat beradaptasi pada rentang luas kondisi lingkungan. Dalam penelitian jenis ini ditemukan berlimpah (275 ind/m^2) pada stasiun 1 (bagian hulu dari *outlet* limbah industri).

Gammarus sp. (Crustacea) dan *Ephemerella* sp. (Insecta) merupakan kelompok makrozoobenthos yang hanya dijumpai pada stasiun 1 (stasiun dicirikan dengan permukiman penduduk yang padat di sepanjang sungai) dengan kelimpahan yang rendah (75 ind/m^2 dan 25 ind/m^2). Hal ini menunjukkan bahwa jenis ini termasuk kategori jenis yang sensitif sehingga umumnya ditemukan berlimpah pada perairan yang tercemar ringan. Jenis *Tubifex* ditemukan pada stasiun 2 dan 3 yang kaya akan kandungan bahan organik. Penelitian di sungai Musi ini menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman jenis dalam komunitas tergolong rendah pada aliran setelah *outlet* industri (indeks keanekaragaman < 1), hal ini menunjukkan bahwa perairan terpengaruh oleh limbah cair tersebut. Menurut Odum (1993), keanekaragaman yang

rendah ($0 < H' < 2,302$) menunjukkan bahwa dalam komunitas tersebut terjadi tekanan dan stress.

Tabel 1:
Komposisi dan kelimpahan absolut (ind/ m²) komunitas makrozoobenthos di wilayah studi

No	Kelompok Taksa	Lokasi Pengambilan Sampel					
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
Kelas Gastropoda							
1	<i>Melanoides</i> sp	25	25	150	550	300	0
2	<i>Amnicola</i> sp	0	0	0	75	0	75
Kelas Polychaeta							
3	<i>Namalycastis</i> sp	275	50	125	75	75	75
Kelas Pelecypoda							
4	<i>Corbicula</i> sp	100	25	50	50	325	25
Kelas Oligochaeta							
5	<i>Tubifex</i> sp	0	125	150	0	0	0
Kelas Insecta							
6	<i>Aphylla</i> sp	0	25	0	25	0	0
7	<i>Ephemerella</i> sp	25	0	0	0	0	0
Kelas Crustacea							
8	<i>Gammarus</i> sp	75	0	0	0	0	0
Jumlah Jenis		5	5	4	5	3	3
Jumlah Individu		500	250	475	775	700	175
Indeks Keanekaragaman (H')		1,235	1,36	1,316	0,983	0,959	1,004
Indeks Dominansi (D)		0,37	0,32	0,28	0,528	0,41	0,388

Catatan: Stasiun 1: 500 meter ke hulu *outlet*; stasiun 2: 200 meter ke hulu *outlet*
Stasiun 3: 600 meter ke hilir *outlet*; stasiun 4: 900 meter ke hilir *outlet*
Stasiun 5: 1.200 meter ke hilir *outlet*; stasiun 6: dermaga pulau Kemaro

Berdasarkan penelitian Abduh (1998), di perairan sungai Musi sekitar lokasi industri pupuk urea telah ditemukan beberapa jenis makrozoobenthos antara lain adalah *Amnicola* sp., *Gyraulus* sp., *Corbicula* sp., *Nais* sp., *Tubifex* sp., *Aelosoma* sp., *Aphylla* sp., dan *Chironomus* sp. Penelitian Muhajir, 1993, dalam penelitiannya di sungai Cipinang, Jakarta, menyimpulkan bahwa *Chironomus* dan *Tubifex* merupakan jenis invertebrata yang dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air di sungai Cipinang, kedua jenis ini ditemukan dominan pada stasiun 6, 8, dan 10 dengan kelimpahan masing-masing 10 (75%,93,3% dan 62,5%). Kedua jenis tersebut merupakan jenis makrozoobenthos yang toleran pada kondisi kandungan bahan organik perairan tinggi dan akibatnya kandungan oksigen terlarut perairan menjadi sangat rendah sedangkan *Melanoides* dijumpai di stat 2 (56,6%).

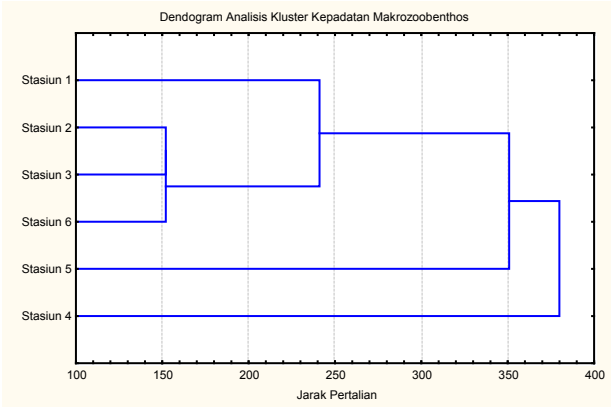
Tabel 2:
Hasil pengukuran kandungan fisikokimia substrat perairan

Stasiun	Parameter Fisika Kimia Substrat dan Perairan					
	Kedalaman	Tekstur Substrat	pH Substrat	NH ₃ -N	C-Organik	P-Organik
1	265	Lempung Liat				
		Berlumpur	5,65	48,86	1,5	0,94
2	241	Lempung				
		Berlumpur	5,69	49,88	1,33	0,86
3	16,7	Lempung Liat				
		Berlumpur	5,59	49,73	1,85	1,31
4	12,5	Lempung Liat				
		Berlumpur	5,08	52,8	4,23	2,15
5	18,6	Lempung Liat				
		Berlumpur	4,85	48,08	2,6	1,3
6	25,5	Lempung Liat				
		Berlumpur	5,28	48,9	2	1,28

Jenis *Ephemerella* sp. hanya dijumpai pada stasiun 1 yang jauh dari *outlet* limbah cair sehingga daerah ini merupakan daerah yang aman. Hal ini sesuai dengan pendapat Mackie (1998) dalam Setiawan (2007) yang menyatakan bahwa beberapa jenis makrozoobenthos dari kelompok EPT (Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera) adalah jenis yang membutuhkan kualitas air dengan kandungan oksigen terlarut yang tinggi. Menurut Cairns dan Dicksons (1981), jenis may-flies (Ephemeroptera), stone-flies (Plecoptera), dan Caddies flies (Tricoptera) banyak ditemukan di air jernih (Cairns dan Dicksons ,1981 dalam Handayani *et al.*, 2001)

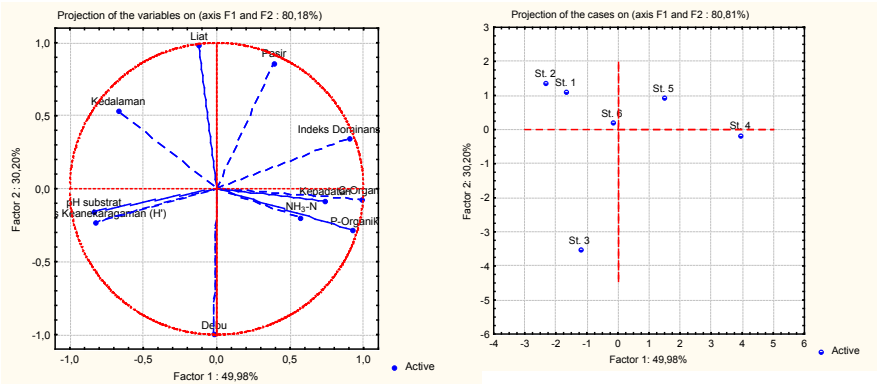
Beberapa jenis makrozoobenthos sejenis juga ditemukan di sungai Lembu, Kabupaten Pasuruan dengan komposisi komunitas makrozoobenthos meliputi : *Oligochaeta* sp., *Tubifex* sp., *Macrobachium resenbergii*, *Paratropus convexus*, *Chironomus* sp., *Helisoma trivolvis*, *Io spinosa* Lea, *Melanoides tuberculata*, *Melanoides torulosa*, *Melanoides riquetii*, *Melanoides clavus*, *Melanoides punctata*, *Melanoides* sp., *Viviparus javanicus*, *Viiviparus subpurpureus*, dan *Thiara* sp. (Rifa, 2007).

Berdasarkan hasil analisis kluster dendogram, seperti yang tampak pada gambar 3, terdapat dua pengelompokan besar hubungan antara kepadatan makrozoobenthos dengan stasiun, yaitu kelompok pertama yang kepadatannya rendah yang terdiri dari stasiun 1, 2, 3 dan 6 (stasiun dengan kelimpahan individu rendah), sedangkan kelompok kedua yaitu stasiun 4 dan 5 (kelompok kelimpahan tinggi). Hal ini mungkin disebabkan karena tingginya kandungan bahan organik (C dan P) dibandingkan dengan stasiun yang lain, sehingga terdapat beberapa spesies tertentu yang bersifat fakultatif dengan jumlah yang melimpah (*Melanoides* sp. dan *Corbicula* sp.).



Gambar 3:
Dendrogram analisis kluster hubungan kepadatan makrozoobenthos dengan stasiun pengambilan sampel

Hubungan antara struktur komunitas makrozoobenthos dan parameter fisika dan kimia sedimen dianalisis dengan menggunakan metode analisis komponen utama (*Principle Component Analysis*) dengan parameter fisika kimia sedimen: kedalaman, tekstur substrat, pH substrat, $\text{NH}_3\text{-N}$ substrat, C-Organik dan P-Organik. Hasil analisis komponen utama (PCA) terhadap matriks korelasi data parameter fisika kimia sedimen menunjukkan adanya pengelompokan stasiun-stasiun pengamatan dengan karakter penciri lingkungan.



Gambar 4:
Grafik analisis komponen utama sumbu faktorial 1 dan 2, (A). Distribusi parameter fisika kimia air. (B). Distribusi stasiun penelitian

Berdasarkan grafik analisis komponen utama dan matriks korelasi, dapat dijelaskan bahwa setiap stasiun dapat dikelompokkan berdasarkan karakter penciri habitatnya. Pengelompokan stasiun hasil PCA menunjukkan adanya tiga pengelompokan yaitu kelompok pertama yang terdiri dari stasiun 1 dan 2, kelompok kedua yang terdiri dari stasiun 3, 5, dan 6, serta kelompok ketiga adalah stasiun 4. Kelompok yang pertama dicirikan oleh sumbu II negatif yaitu pH substrat, kedalaman dan indeks keanekaragaman. Disini terlihat jelas bahwa kedua stasiun tersebut memiliki nilai pH substrat yang lebih tinggi daripada stasiun lainnya, dan kedalaman substrat yang juga lebih tinggi daripada yang lainnya. Namun, nilai pH substrat tidak terlalu berpengaruh nyata terhadap struktur komunitas makrozoobenthos. Faktor yang terlihat berpengaruh pada kelompok yang pertama ini adalah faktor kedalaman yang berpengaruh negatif dengan indeks keanekaragaman. Semakin dalam substrat dasar suatu perairan, maka semakin sedikit jumlah makrozoobenthos yang terdapat pada tempat tersebut. Kelompok kedua dicirikan oleh kedalaman serta fraksi substrat berupa debu, liat dan pasir. Sedangkan kelompok ketiga (stasiun 4), dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$, C-Organik dan P-Organik. Ketiga parameter kimia ini mempengaruhi indeks komunitas biologis seperti kelimpahan dan indeks dominansi.

Kandungan bahan organik yang tinggi akan mempengaruhi kelimpahan organisme, dimana terdapat organisme-organisme tertentu yang tahan terhadap tingginya kandungan bahan organik tersebut, sehingga dominansi oleh spesies tertentu dapat terjadi. Pada stasiun 4 ini spesies yang mendominasi adalah *Melanoides* sp yang kelimpahannya mencapai 70,96 %.

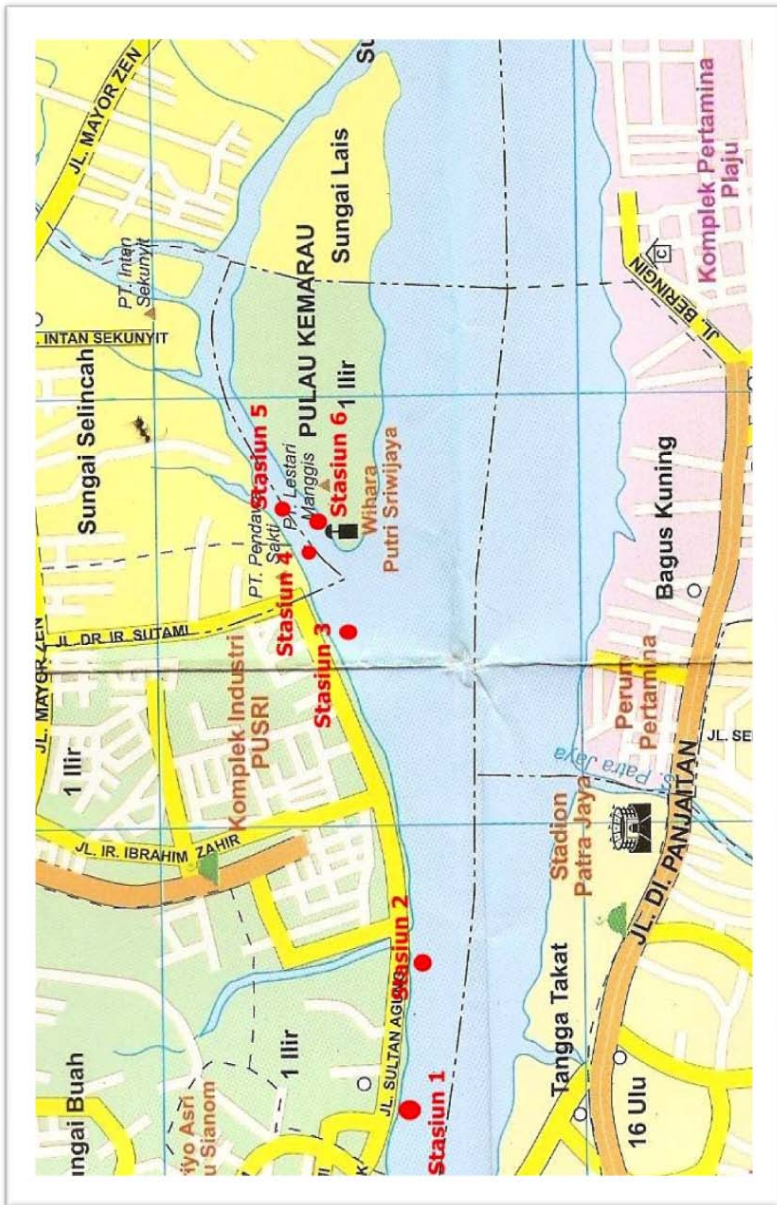
KESIMPULAN

1. Komposisi komunitas makrozoobenthos terdiri atas 6 kelas utama dengan kelimpahan tinggi: Gastropoda; Pelecypoda; Polychaeta, Bivalvia, Oligochaeta dan Insecta.
2. Jenis *Mellanoidea* sp. memiliki kelimpahan total individu terbesar dari seluruh lokasi penelitian (1.050 ind/m²), diikuti oleh kelas Polychaeta (*Namalycaeus* sp.) dan kelas Pelecypoda (*Corbicula* sp.) berturut-turut : 675 ind/m² dan 575 ind/m².
3. Cluster Analysis menunjukkan terdapatnya dua group wilayah : wilayah dengan kelimpahan individu tinggi (stasiun 1,2,3, dan 6) dan wilayah dengan kelimpahan individu rendah (stasiun 4 dan 5).
4. Terdapat pengaruh dari komponen lingkungan (kedalaman air, tekstur substrat, serta kandungan organik dalam substrat) terhadap komposisi dan distribusi komunitas makrozoobenthos.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M. 1998. Makrozoobenthos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Limbah Cair Industri Pupuk Urea PT. PUSRI. *Skripsi FMIPA*. Universitas Sriwijaya. 46 hlm.
- Alis A.K.J., dan B.L. Fajar, 2007. The use of bioindicators to determine the environmental health quality. INEPO Project Competition. Kharisma Bangsa School of Global Education.
- Edmonson, W. T. 1962. *Freshwater Biology*. John Wiley & Sons. New York. hlm 521 -536.
- Emiyarti. 2004. Karakteristik Fisika Kimia Sedimen dan Hubungannya dengan Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Teluk Kendari. *Thesis Sekolah Pasca Sarjana IPB*. Bogor.
- Handayani, S.T., B. Suharto, Marsoedi. 2001. Penentuan Status Kualitas Perairan Sungai Brantas Hulu dengan Biomonitoring Makrozoobenthos: Tinjauan dari Pencemaran Bahan Organik. *Biosain* 1 (1). 30-38.
- Merrit, R. W. & K. W. Cummins. 1996. *An Introduction to Aquatic Insects of North America*. Kenddall Hunt Publishing Company. America. x+849 hlm.
- Muhadjir, M.M. Keanekaragaman invertebrata benthos sebagai indikator kualitas air sungai Cipinang Jakarta, 1993, Program Pascasarjana UI: 92 hal (tidak dipublikasikan)
- Needham, J.G. dan Needham, P. R. 1978. *A Guide to Study Freshwaters Biology*. Hoiden-day inc. San Fransisco. 108 hlm.
- Odum, Eugene P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 687 hlm.
- Rifa H., *Struktur Komunitas Hewan Makrobentos di Sepanjang Sungai Lembu yang Keluar dari Ranu Grati Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan*. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Setiawan, D. 2008. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi*. Tesis. Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Wilhm, J.L. 1975. *Biological Indicators of Pollution*. 375-402 hal. dalam. B.A. Whitton (ed). *River Ecology*. Blackwell Scientisfic publication. Oxford. 735 hal.

Lampiran 1



Lokasi stasiun pengamatan di perairan sungai Musi

ANALISIS KUALITAS SPERMATOZOA PADA BERBAGAI TIPE PEROKOK

Asiah M.D. dan Lianda Fitriani

Prodi Pendidikan Biologi FKIP Unsyiah Email: asiah.daud@yahoo.com

Abstrak

Penelitian "Analisis Kualitas Spermatozoa Pada Berbagai Tipe Perokok" telah dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Provinsi NAD dan Laboratorium Biologi FKIP Unsyiah. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan volume semen, gerak, bentuk, dan jumlah spermatozoa pada masing-masing tipe perokok. Teknik penentuan sampel dilakukan secara *purposive random sampling*. Metode penelitian adalah metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 (empat) perlakuan dan 5 (lima) ulangan. Perlakuan terdiri dari P_1 tipe perokok ringan, P_2 tipe perokok sedang, P_3 tipe perokok berat, dan P_4 tipe perokok sangat berat. Parameter penelitian mencakup volume semen, gerak, bentuk, dan jumlah spermatozoa. Data dianalisis dengan menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANSIRA). Analisis terhadap bentuk spermatozoa dilakukan secara deskriptif dan dilampirkan dalam bentuk gambar. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan volume semen, gerak dan jumlah spermatozoa dari keempat tipe perokok pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$. F_{hitung} untuk volume semen = 12,25, jumlah spermatozoa $F_{hitung} = 4,24$, dan gerak spermatozoa $F_{hitung} = 14,50$. Nilai F_{tabel} pada taraf signifikan 0,05 adalah 3,49. Bentuk spermatozoa abnormal yang terdapat pada masing-masing tipe perokok yaitu Perokok ringan memiliki bentuk spermatozoa ekor panjang dan spermatozoa ekor pendek. Perokok sedang memiliki bentuk spermatozoa kepala besar dan spermatozoa ekor panjang. Perokok berat memiliki spermatozoa kepala dua, spermatozoa ekor panjang, spermatozoa kepala gepeng dan spermatozoa ekor pendek. Perokok sangat berat memiliki bentuk spermatozoa bagian tengah besar, spermatozoa kepala besar, dan spermatozoa kepala dua. Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan volume semen, jumlah spermatozoa dan gerak spermatozoa pada berbagai tipe perokok, sedangkan bentuk spermatozoa perokok tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata kunci: Spermatozoa, Kualitas spermatozoa, Rokok, dan Pengaruh rokok

PENDAHULUAN

Spermatozoa atau sperma adalah sel kelamin pria yang dihasilkan pada tubulus seminiferus testis. Sperma ini dikeluarkan ketika seorang pria mengalami ejakulasi bersama cairan yang disebut semen. Menurut Nugroho (Anonymous, 2006 : 2) terdapat 2 sampai 6 mililiter semen dalam sekali ejakulasi. Dalam satu ejakulat terkandung minimal 20 juta ekor spermatozoa per mililiter-nya.

Terdapat banyak faktor yang dapat menyebabkan kualitas spermatozoa menurun, salah satu adalah zat racun yang terkandung di dalam rokok seperti nikotin, nitrogen dioksida, hidrogen sianida, dan amonia. Rokok berkaitan erat dengan kemampuan reproduksi, yaitu terhadap kemampuan seorang pria untuk menghasilkan spermatozoa yang berkualitas (Basyir, 2006 : 75). Berdasarkan parameter mikroskopis, terdapat tiga faktor yang sangat penting dalam menentukan kualitas spermatozoa yaitu jumlah spermatozoa, gerak spermatozoa, dan bentuk spermatozoa. Menurut standar Badan Kesehatan Dunia (WHO), sel spermatozoa yang normal memiliki kandungan lebih dari 20 juta / cc, bergerak maju, lurus, cepat, memiliki kepala, leher dan ekor yang sempurna (Victor, 2008 : 1).

Menurut Ita (Davinciisdead : 2008) racun dalam rokok dapat masuk ke testis, sehingga mengganggu perkembangan spermatozoa. Partikel tersebut masuk ke darah dan semen. Arjatmo (Basyir, 2006:100) mengatakan, "Seseorang yang merokok selama bertahun-tahun, darahnya akan tercemar oleh nikotin melalui pembuluh darah dibawa ke seluruh tubuh, termasuk ke organ reproduksi. Racun nikotin berpengaruh terhadap spermatogenesis bahkan dapat menetap pada gen dalam spermatozoa".

Berdasarkan jumlah batang rokok yang dihisap per hari, terdapat empat tipe perokok yaitu: 1. Perokok sangat berat ;lebih dari 31 batang per hari dengan selang waktu lima menit, 2. Perokok berat ; jika > 20 batang dan < 32 batang sehari dengan selang waktu berkisar antara 6-30 menit, 3. Perokok sedang ; jika > 10 batang dan < 21 batang sehari dengan selang waktu 31-60 menit, 4. Perokok ringan ; jika menghisap rokok < 11 batang sehari dengan selang waktu 60 menit (Basyir, 2006 : 23).

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa volume semen pada mahasiswa FKIP Unsyiah yang perokok lebih sedikit dibandingkan dengan volume semen mahasiswa yang bukan perokok (Asiah: 2008). Berdasarkan kajian tersebut, maka ingin diteliti lebih lanjut tentang kualitas spermatozoa pada perokok sangat berat, perokok berat, perokok sedang dan perokok ringan. Untuk mengetahui kualitas spermatozoa dari masing-masing tipe perokok, maka dilakukan penelitian

tentang **"Analisis Kualitas Spermatozoa pada Berbagai Tipe Perokok"**.

CARA KERJA

Pengambilan sampel tidak ditentukan menurut waktu dikarenakan sampel yang diambil harus melalui proses onani terlebih dahulu. Semen yang dikeluarkan oleh pendonor ditampung dalam botol sampel dan kemudian dimasukkan ke dalam termos yang telah diberikan batu es. Semen tersebut dibawa ke laboratorium dengan selang waktu maksimal 1 jam. Kemudian diamati volume semen, gerak, bentuk dan jumlah spermatozoa. Dicatat hasilnya dan bandingkan kualitas spermatozoa yang meliputi volume semen, gerak, bentuk, dan jumlah spermatozoa pada keempat tipe perokok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

a. Volume semen

Volume semen perokok pada berbagai perlakuan memiliki volume rata-rata yang berbeda antara berbagai tipe perokok. Pada perokok ringan (P_1) volume rata-rata 5,54 ml. Perokok sedang (P_2) volume rata-rata 3,9 ml. Perokok Berat (P_3) volume rata-rata 4 ml sedangkan perokok sangat berat (P_4) volume rata-rata 2,3 ml (Lampiran Tabel 4.1)

Hasil Analisis Sidik Ragam (Lampiran Tabel 4.2) diperoleh F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , $F_{hitung} = 12,17$ dan $F_{tabel} = 3,49$ pada taraf signifikan 0,05, berarti terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah volume semen pada masing-masing perlakuan.

Untuk mengetahui adanya perbedaan antara perlakuan yang satu dengan yang lain, maka selanjutnya dilakukan uji lanjutan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil uji BNJ (Lampiran Tabel 4.3), terlihat perbedaan yang nyata diperoleh antara P_3 dengan perlakuan lainnya yaitu P_1 , P_2 , P_3 . Masing-masing perlakuan, P_2 (Perokok sedang), P_3 (Perokok berat) dan P_4 (Perokok sangat berat) memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah volume semen perokok.

b. Jumlah Spermatozoa

Jumlah spermatozoa perokok pada masing-masing perlakuan diperoleh rata-rata $P_1 = 65,6$, $P_2 = 63,94$, $P_3 = 38,46$, dan $P_4 = 33$ (Lampiran Tabel 4.4). Hasil Analisis Sidik Ragam pada Tabel 4.5 lampiran diperoleh nilai $F_{hitung} = 4,24 > F_{tabel} = 3,26$ pada taraf 0,05. Hal ini berarti, terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah spermatozoa yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan. Untuk mengetahui adanya perbedaan antara perlakuan, dilakukan uji lanjut dengan uji Beda

Nyata Jujur (BNJ). Hasil uji BNJ pada taraf 0,05 yaitu 34,5. Nilai selisih antar rata perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata pada beberapa perlakuan, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Berdasarkan uji BNJ, terlihat perbedaan yang nyata diperoleh antara P_4 dengan P_1 , P_2 , dan P_3 . Sedangkan P_3 menunjukkan perbedaan yang nyata dengan P_2 dan P_1 . Masing-masing perlakuan P_4 (perokok sangat berat) dan P_3 (perokok berat) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap jumlah spermatozoa perokok.

c. Gerak Spermatozoa

Gerak Spermatozoa pada berbagai tipe perokok diperoleh rata-rata rata-rata gerak spermatozoa perokok pada masing-masing perlakuan berbeda, yaitu pada perokok ringan (P_1) menghasilkan gerak rata-rata 72 % dibandingkan dengan perokok sedang (P_2) yaitu rata-rata 56%. Pada perokok berat (P_3) memiliki gerak spermatozoa dengan rata-rata 36% sedangkan perokok sangat berat (P_4) memiliki gerak spermatozoa yang lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu dengan rata-rata 24%. (Tabel 4.7 Lampiran).

Hasil Analisis Sidik Ragam pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} . Nilai F_{hitung} yang diperoleh adalah 14,50 dan nilai F_{tabel} 3,49 pada taraf signifikan 0,05. Hal ini berarti, terdapat perbedaan yang nyata terhadap gerak spermatozoa yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan.

Hasil uji BNJ pada taraf 0,05 adalah 23,44. Nilai selisih antar rata perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata pada beberapa perlakuan, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.9 lampiran.

Pembahasan

A. Volume semen

Rokok berkaitan erat dengan kemampuan reproduksi. Salah satunya, adalah kemampuan seorang pria untuk menghasilkan spermatozoa yang berkualitas. Kualitas spermatozoa ditentukan oleh banyak faktor. Salah satu faktor penting adalah volume semen.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa jumlah volume semen perokok pada masing-masing perlakuan berbeda. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata volume semen yang diperoleh pada masing-masing tipe perokok. Volume semen rata-rata perokok ringan (P_1) adalah 5,54 ml. Perokok sedang (P_2) memiliki rata-rata volume semen 3,9 ml. Perokok berat (P_3) dengan rata-rata volume semen 4 ml sedangkan perokok sangat berat (P_4) memiliki rata-rata volume semen 2,3 ml. Perokok ringan memiliki jumlah volume semen yang lebih banyak bila dibandingkan dengan ketiga tipe perokok lainnya, sedangkan perokok sangat berat memiliki jumlah volume yang lebih sedikit dari ketiga tipe

lainnya. Normalnya, dalam sekali keluar terdapat 2 sampai 6 mililiter semen. (Anonymous, 2007 : 1).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diperoleh pengaruh nyata terhadap jumlah semen perokok yang dihasilkan pada masing-masing tipe perokok yaitu dengan F_{hitung} sebesar 12,17 (Tabel 4.2 lampiran).

B. Jumlah Spermatozoa

Selain jumlah volume semen yang dihasilkan, jumlah spermatozoa juga penting untuk diketahui. Dalam satu ejakulat, terkandung minimal 20 juta ekor spermatozoa per mililiternya. (Anonymous, 2007 : 3). Dari hasil penelitian terdapat perbedaan antara jumlah spermatozoa perokok yang dihasilkan pada masing-masing tipe perokok. Perokok ringan (P_1) memiliki rata-rata jumlah spermatozoa 65,6 juta/ml sedangkan perokok sedang (P_2) memiliki rata-rata 63,94 juta/ml. Bila dibandingkan dengan kedua tipe perokok sebelumnya, perokok berat hanya memiliki rata-rata jumlah spermatozoa yaitu 38,46 juta/ml sedangkan pada tipe perokok sangat berat (P_4) memiliki rata-rata 33 juta/ml.

Hasil penelitian terlihat bahwa rata-rata jumlah spermatozoa yang paling banyak dimiliki oleh perokok ringan, kemudian diikuti oleh perokok sedang, perokok berat dan perokok sangat berat. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap jumlah spermatozoa menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata pada masing-masing perlakuan yaitu dengan F_{hitung} sebesar 4,24 (Tabel 4.5 lampiran).

C. Gerak Spermatozoa

Selain jumlah spermatozoa, yang tidak kalah penting adalah gerak spermatozoa. Menurut standar WHO (Davinciisdead, 2008 : 1), gerakan spermatozoa yang sehat adalah spermatozoa yang bergerak cepat dan lurus. Minimal 60% harus merupakan spermatozoa yang mampu bergerak (motil).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh rata-rata spermatozoa untuk perokok ringan (P_1) yaitu sebesar 72%. Perokok sedang (P_2) memiliki rata-rata gerak spermatozoa sebesar 56% . Perokok berat (P_3) memiliki rata-rata gerak spermatozoa yang lebih rendah bila dibandingkan dengan rata-rata gerak spermatozoa perokok ringan dan perokok sedang yaitu sebesar 36% sedangkan perokok sangat berat (P_4) memiliki jumlah spermatozoa dengan rata-rata 24%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah persentase gerak spermatozoa antara keempat tipe perokok. Pada perokok ringan (P_1) terdapat gerak spermatozoa yang lebih cepat bila dibandingkan dengan ketiga perokok lainnya. Untuk gerak spermatozoa yang lebih lambat terlihat pada perokok sangat berat (P_4). Sedangkan pada perokok sedang (P_2) dan perokok berat (P_3) memiliki jumlah

persentase gerak spermatozoa diantara persentase perokok ringan dan perokok sangat berat.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terdapat perbedaan yang nyata terhadap jumlah spermatozoa perokok yang terdapat pada masing-masing perlakuan yaitu dengan F_{hitung} sebesar 14,50 (Tabel 4.8 lampiran).

D. Bentuk Spermatozoa

Pada hasil penelitian diperoleh bentuk spermatozoa yang abnormal pada masing-masing perlakuan namun terdapat pula spermatozoa yang normal. Pada perokok ringan (P_1), bentuk spermatozoa abnormal yang terlihat adalah spermatozoa ekor panjang dan spermatozoa ekor pendek. Bentuk spermatozoa abnormal yang terlihat pada perokok sedang (P_2) adalah spermatozoa kepala besar dan spermatozoa ekor panjang. Perokok berat (P_3) memiliki bentuk spermatozoa abnormal seperti spermatozoa kepala dua, spermatozoa ekor panjang dan spermatozoa ekor pendek. Sedangkan pada perokok sangat berat (P_4) bentuk spermatozoa abnormal yang tampak adalah spermatozoa ekor panjang, spermatozoa kepala besar, spermatozoa bagian tengah besar dan spermatozoa yang memiliki kepala dua.

Menurut Yatim (1990 : 51) spermatozoa dapat berbentuk lain dari biasa (spermatozoa abnormal). Bentuk abnormal terjadi karena berbagai macam gangguan dalam spermatogenesis. Contoh spermatozoa orang yang abnormal, misalnya kepala gepeng, kepala raksasa, kepala kecil, bagian tengah besar, kepala dua, ekor pendek, ada sisa sitoplasma yang melekat dan ekor berujung dua.

Bentuk spermatozoa abnormal yang sering dijumpai pada keempat tipe perokok adalah spermatozoa ekor panjang. Sesuai dengan namanya, Spermatozoa tersebut memiliki ekor yang lebih panjang dari bentuk spermatozoa lainnya. Bentuk spermatozoa abnormal lebih banyak dijumpai pada tipe perokok sangat berat (P_4), dimana terdapat empat bentuk spermatozoa yang berbeda antara yang satu dengan yang lainnya. Sedangkan untuk tipe perokok berat (P_3) memiliki tiga bentuk spermatozoa abnormal. Untuk perokok sedang (P_2) dan perokok ringan (P_1) hanya memiliki dua bentuk spermatozoa abnormal seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil simpulan sebagai berikut :

- Terdapat perbedaan kualitas spermatozoa perokok antara perokok ringan, perokok sedang, perokok berat dan perokok sangat berat.
- Perokok sangat berat memiliki volume semen dan jumlah spermatozoa lebih sedikit serta memiliki gerak spermatozoa lebih lambat dibandingkan dengan ketiga tipe perokok lainnya.

- Bentuk spermatozoa abnormal yang terdapat pada berbagai tipe perokok adalah spermatozoa kepala besar, spermatozoa ekor panjang, spermatozoa ekor pendek, spermatozoa bagian tengah besar, spermatozoa kepala gepeng dan spermatozoa yang memiliki dua kepala.

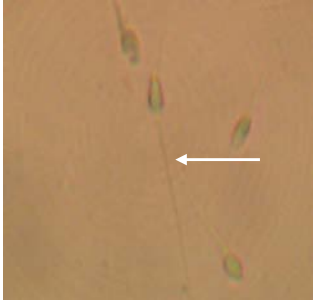
DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2005. Rokok. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Rokok>, diakses tanggal 14 Februari 2009).
- _____. 2006. Spermatozoa. (<http://situs.kesrepro.info/kb/jul/2006/kb02.htm>, diakses tanggal 20 Februari 2009).
- _____. 2006. Spermatozoa yang Sehat. (http://kosmo.vivanews.com/news/read/24006-agar_sperma_suami_sehat, diakses tanggal 6 Maret 2009).
- _____. 2007. Kualitas Spermatozoa. <http://www.kampus.us/archieve/Index.php/t7600.htm>, diakses tanggal 6 Maret 2009).
- _____. 2008. Rokok. (Online). (<http://www.kompas.com>, diakses tanggal 7 Maret 2009).
- Basyir, A. U. 2006. *Mengapa Ragu Tinggalkan Rokok*. Jakarta : Pustaka at-Tazkia.
- Campbell, Reece and Mitchel. 2004. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Davinciisdead. 2008. Kualitas Spermatozoa. (Online). (<http://davinciisdead.wordpress.com>, diakses tanggal 10 Februari 2009).
- Doods, B. 2008. *1440 Alasan Stop Merokok*. Jakarta: Mizan.
- Evariny. 2006. Spermatozoa. (Online). (<http://www.hypno-birthing.web.id>, diakses tanggal 04 Maret 2009).
- Hasan, I dkk. 2007. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Banda Aceh : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Syiah Kuala.
- Asiah. 2008. *Perbandingan Volume Semen Pada Mahasiswa FKIP Unsyiah yang Perokok dan yang Bukan Perokok*. Proseding Semirara MIPA PTN Wilayah Barat, Banda Aceh.
- Guyton. 1996. *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. Jakarta : Buku Kedokteran EGC.
- Nashr, A. K. M. 2008. *Rokok Haram*. Yogyakarta : Citra Risalah.
- Price, S. A dan Lorraine, M. W. 2006. *Patofisiologi*. Jakarta : Buku Kedokteran EGC.
- Yatim, W. 1990. *Reproduksi dan Embryologi*. Bandung : Tarsito.

Lampiran. Foto-foto Penelitian Analisis Kualitas Spermatozoa pada Berbagai Tipe Perokok

I. Hasil Penelitian

A. Spermatozoa Abnormal yang Terdapat Pada Perokok Ringan (P_1) (Perbesaran 40 x 100)

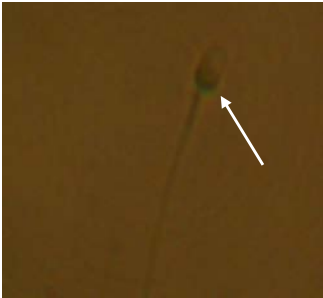


Gambar: Spermatozoa ekor panjang

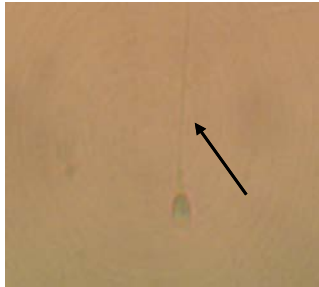


Gambar: Spermatozoa ekor pendek Z

B. Spermatozoa Abnormal yang Terdapat Pada Perokok Sedang (P_2)

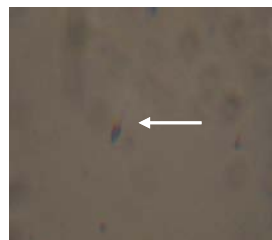
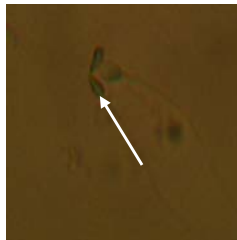


Gambar: Spermatozoa kepala besar



Gambar: Spermatozoa ekor panjang

C. Spermatozoa Abnormal yang Dijumpai Pada Perokok Berat (P_3)

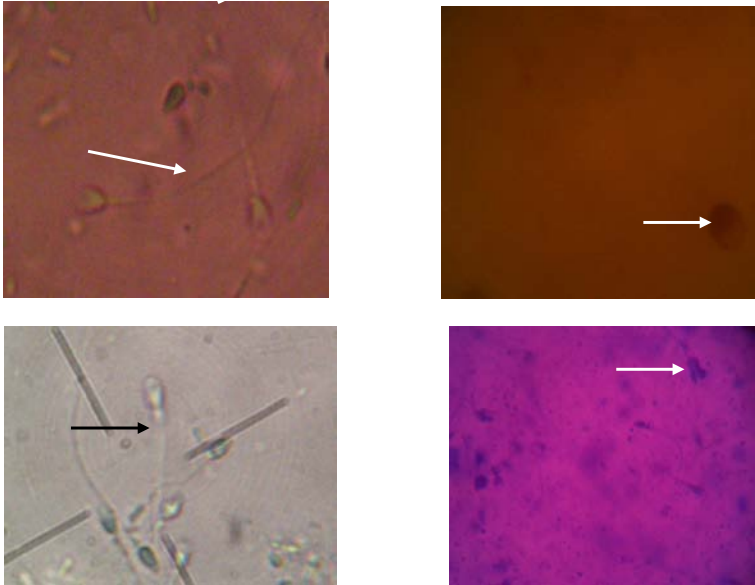


Gambar : Spermatozoa yang memiliki dua kepala, ekor panjang dan kepala gepeng, dan ekor pendek

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

D. Spermatozoa Abnormal yang Terdapat Pada Perokok Sangat Berat (P₄)



Gambar: Spermatozoa Ekor Panjang, kepala besar, bagian tengah besar, dan kepala dua
Perbesaran 40 x 100

UJI AKTIVITAS EKSTRAK ETANOL BUAH ANDALIMAN (*Zanthoxylum acanthopodium* D.C) SECARA *IN VITRO* TERHADAP FERTILITAS MENCIT BETINA (*Mus musculus*)

Emita Sabri, Awaluddin Saragih, dan Mizawarti

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sumatera Utara, Jl. Bioteknologi No.1 Kampus USU Padang Bulan
Medan e-mail: emitasabrisabri@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian Uji aktivitas ekstrak etanol buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* D.C) secara *in vitro* terhadap fertilitas mencit betina (*Mus musculus*). Pengujian aktivitas ekstrak etanol buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) dikelompok menjadi 2 kelompok perlakuan yaitu kelompok pertama pemberian ekstrak etanol yang diberikan pada tahap praimplantasi mulai umur kehamilan 0 hingga 10 hari dan kelompok kedua pasca implantasi umur kehamilan 6 hingga 14 hari. Konsentrasi ekstrak etanol andaliman yang diberikan pada kelompok perlakuan adalah 20.000 ppm, 50.000 ppm, 100.000 ppm dengan pensuspensi CMC 1,5% dengan volume penyuntikan 0,1ml/10 g b.b. secara *gavage*. Pada umur kehamilan yang sama dengan kelompok perlakuan, mencit kontrol diberi pelarut ekstrak andaliman dengan volume dan cara penyuntikan yang sama. Mencit dari kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dipelihara sampai umur kehamilan 18 hari. Selanjutnya pada umur kehamilan 18 hari mencit setiap kelompok perlakuan maupun kontrol dibunuh dengan cara dislokasi leher dan kemudian dibedah. Fetus dikeluarkan dari uterus, kemudian dimasukkan ke dalam larutan fisiologis. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap jumlah implantasi, jumlah fetus hidup, jumlah fetus mati, jumlah embrio resorb dan kelainan perkembangan. Hasil dari penelitian, dari ketiga dosis yang diberikan pada masing-masing kelompok perlakuan umur kehamilan 0-10 memberikan efek kejadian embrio resorb pada ketiga kelompok perlakuan. Kejadian indeks embrio resorb signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol (0.00%) adalah dosis perlakuan 50.000 ppm (92.00%). Selanjutnya pemberian ekstrak etanol dosis 20.000 ppm, 50.000 ppm, 100.000 ppm pada induk mencit umur kehamilan 6-14 hari, bahwa ketiga dosis yang diberikan mempengaruhi perkembangan yang dicerminkan dengan terjadinya penurunan berat badan fetus yang signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Dosis yang efektif terhadap penurunan berat badan adalah dosis 50.000 ppm. Dengan demikian dapat disimpulkan pemberian ekstrak etanol andaliman dapat bersifat antifertilitas dan fetotoksik.

Kata kunci: Buah Andaliman, embrio resorb, antifertilitas, fetotoksik

PENDAHULUAN

Tingkat pertumbuhan penduduk yang lebih tinggi banyak menimbulkan problema, baik secara ekonomi maupun terhadap perkembangan manusia, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Walaupun keluarga berencana sudah dilaksanakan dengan baik melalui pemakaian alat-alat kontrasepsi yang pada umumnya terbuat dari hormon sintetis, namun sering sekali menimbulkan masalah serius bagi pemakainya. Untuk itu, perlu dicari alternatif pengganti antifertilitas hormon sintetis dengan menggunakan bahan alami, terutama perlu digalakkan penggunaan alat kontrasepsi yang dapat dikembangkan dan mempunyai potensi sebagai antifertilitas yang berasal dari tanaman di Indonesia, antara lain Andaliman.

Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) merupakan tanaman yang banyak ditemukan di daerah Sumatera Utara dan selama ini hanya dimanfaatkan sebagai bumbu masak (Siregar, 2003). Tanaman ini mempunyai potensi sebagai tanaman obat karena mengandung berbagai senyawa aromatik dan minyak esensial antara lain Zanthalene dan geraniol asetat yang tidak dijumpai pada tanaman lain (Wijaya, 1999; Wijaya, 2001 dan Katzer, 2004). *Zanthoxylum* spp ditemukan diberbagai negara – negara lain seperti Amerika, Eropa, China dan India dan telah banyak dimanfaatkan sebagai tanaman obat – obatan seperti *Z. piperitum*, *Z. simulans*, *Z. fagara*, *Z. rhoifolium* dan sebagainya (Gonzaga *et al.*, 2003 dan Hur *et al.*, 2003) berfungsi antara lain untuk memperbaiki hati (Park *et al.*, 2003), serta sebagai bakterisida.

Di Indonesia, Andaliman (*Z. acanthopodium*) hanya ditemukan di daerah Sumatera Utara akan tetapi belum dimanfaatkan sebagai tanaman obat - obatan seperti halnya di negara lain. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sabri *et al.* (2005) Andaliman dapat menyebabkan terhambatnya perkembangan embrio dicerminkan meningkatnya kehilangan praimplantasi embrio, selain itu meningkatnya kematian intrauterus berupa embrio resorp. Untuk itu, ingin dilakukan penelitian untuk meningkatkan manfaat andaliman sebagai tanaman obat terutama sebagai antifertilitas yang dilakukan pada hewan uji mencit (*Mus musculus*. L) strain DDW.

CARA KERJA

Pembuatan Ekstrak

Sampel buah Andaliman dicuci dengan bersih lalu ditiriskan, kemudian ditimbang dan dikering anginkan selama beberapa hari hingga sampel kering. Pembuatan ekstrak dilakukan dengan cara perkolasi (Ditjen POM. 1995, Ditjen POM. 2000).

Uji Aktivitas Antifertilitas

Hewan Percobaan. Hewan percobaan yang dipergunakan adalah mencit (*Mus musculus* L.) betina strain DDW. Mencit betina dipelihara dan dikembangkan dan mencit betina yang sedang estrus disatukan dengan mencit jantan selama semalam. Pada keesokan harinya, bila terdapat sumbat vagina maka dinyatakan telah terjadi kopulasi dan dinyatakan hari ke-0 kehamilan (Taylor, 1986). Pemberian pakan dan minum dilakukan setiap hari secara *ad libitum*. Setelah mencit berumur 12 minggu dengan kisaran berat badan 25-30 g, mencit siap untuk diberi perlakuan (Smith, 1988). Jumlah hewan setiap kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol masing-masing terdiri 6 ekor.

Pengujian. Bahan uji yang digunakan berupa ekstrak etanol andaliman yang diberikan pada 2 kelompok hewan uji.

Kelompok pertama: ekstrak etanol andaliman diberikan pada mencit mulai umur kebuntingan 0 hari hingga umur kebuntingan 10 hari, sedangkan kelompok kedua, ekstrak etanol andaliman diberikan pada mencit mulai umur kebuntingan 6 hari hingga umur kebuntingan 14 hari. Ekstrak etanol andaliman yang diberikan pada kedua kelompok perlakuan tersebut masing-masing dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu dengan konsentrasi 20.000 ppm (P1), 50.000 ppm (P2), dan 100.000 ppm (P3), sedangkan kelompok kontrol diberi pelarut perlakuan

Kelompok kedua: Perlakuan ekstrak etanol andaliman diberikan pada mencit mulai umur kebuntingan 6 hari hingga umur kebuntingan 14 hari. Ekstrak etanol andaliman yang diberikan pada kelompok perlakuan dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu dengan konsentrasi 20.000 ppm (P1), 50.000 ppm (P2), dan 100.000 ppm (P3). Sedangkan kelompok kontrol diberi pelarut perlakuan

Pengamatan Hasil *In Vivo*

Pengamatan meliputi jumlah implantasi, jumlah fetus hidup, jumlah fetus mati, jumlah embrio yang di resorpsi, dan kelainan perkembangan. Fetus hidup ditimbang berat badannya. Pemastian embrio yang diresorpsi, uterus ditetesi larutan *ammonium sulphate* 10% selama

10 menit, dibilas dengan air mengalir kemudian ditetesi dengan larutan *hydrochloric acid* 1% dan larutan *potassium ferricyanide* 2% yang ditandai dengan bintik hitam pada uterus (Taylor, 1986).

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara statistik dengan Analisis Varian untuk membandingkan data parametrik kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol. Apabila terdapat perbedaan yang sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji duncan (Gomez & Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan Reproduksi pada Induk Mencit Umur Kebuntingan 0-10 Hari

Hasil perlakuan ekstrak etanol buah andaliman pada induk mencit umur kebuntingan 0-10 hari, masing-masing perlakuan diberi dosis 20.000 ppm, 50.000 ppm dan 100.000 ppm dengan volume pemberian 0.1ml/10g bb yang diberikan secara oral, dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Pengamatan yang dilakukan terhadap penampilan reproduksi induk mencit meliputi jumlah anakan atau jumlah implantasi, jumlah fetus hidup, jumlah fetus mati, dan jumlah embrio resorb serta berat badan fetus hidup.

Dari Tabel 1 tersebut dapat dilihat bahwa jumlah anakan (Gambar 1 dan 2) pada masing-masing kelompok perlakuan induk yang diberi ekstrak etanol diperoleh jumlah anakan cenderung sama bila dibandingkan dengan kelompok kontrol, meskipun pada induk yang diberi perlakuan dosis 20.000 ppm ditemukan jumlah anakan cenderung lebih sedikit (9,60), namun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan antara kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol. Hal ini kemungkinan dikarenakan variasi genetik yang terdapat pada masing-masing induk mencit.

Tabel 1:
Indeks penampilan reproduksi induk mencit yang diberi perlakuan dengan ekstrak etanol pada umur kebuntingan 0-10 hari

Dosis	Jumlah anakan	Indeks Fetus Hidup (%)	Indeks Fetus Mati (%)	Indeks Embrio resorb (%)	Berat badan
Kontrol	11.80	100.00	0.00	0.00	1.12
20.000 ppm	9.60	66.18	0.00	33.82	0.76
50.000 ppm	10.80	8.00	0.00	92.00	0.07
100.000 ppm	11.20	78.00	0.00	22.00	0.96

Selanjutnya hasil pengamatan terhadap jumlah fetus hidup terdapat penurunan jumlah fetus hidup pada kelompok perlakuan 20.000 ppm (66.18%), kelompok perlakuan 50.000 ppm (8.00%), dan kelompok perlakuan 100.000 ppm (78,00%) bila dibandingkan dengan kelompok kontrol. Penurunan jumlah fetus hidup ini berhubungan dengan terjadinya embrio resorb.

Kejadian jumlah embrio resorb pada masing-masing kelompok perlakuan cenderung meningkat yaitu kelompok perlakuan 20.000 ppm (33.82%), kelompok perlakuan 50.000 ppm (92.00%), dan kelompok perlakuan 100.000 ppm (22.00%) bila dibandingkan dengan kelompok kontrol kejadian embrio resorb (0.00%).



Gambar 1: Fetus dalam uterus



Gambar 2: Jumlah anakan mencit

Dari hasil analisis statistik dengan uji Duncan bahwa kejadian embrio resorb, bahwa indeks embrio resorb pada masing-masing kelompok perlakuan menunjukkan peningkatan bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (Tabel 1 dan Gambar 3)), yaitu kelompok perlakuan 20.000 ppm (33.82%), kelompok perlakuan 50.000 ppm (92.00%), dan kelompok perlakuan 100.000 ppm (22.00%) bila dibandingkan dengan kelompok kontrol kejadian embrio resorb (0.00%). Indeks embrio resorb pada kelompok perlakuan 20.000 ppm (33.82%), dan kelompok perlakuan 100.000 ppm (22.00%) tidak berbeda bila dibandingkan dengan kelompok kontrol. Namun indeks embrio resorb pada kelompok perlakuan 50.000 ppm (92.00%) menunjukkan perbedaan apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol (0.00%). Hal ini menggambarkan dosis yang efektif yang menyebabkan embrio resorb adalah dosis 50.000 ppm, karena dengan ditingkatkan pemberian dosis 100.000 ppm pada induk mencit tidak menyebabkan kejadian peningkatan embrio resorb. Kejadian embrio resorb ini berhubungan dengan kandungan senyawa yang terdapat dalam buah andaliman.

Hasil pemeriksaan skrining fitokimia baik pada simplisia maupun pada ekstrak etanol andaliman mengandung golongan senyawa : steroida/triterpenoida, alkaloida, flavonoida dan glikosida. Bila dihubungkan efek farmakologi antifertilitas dengan golongan senyawa

aktif yang dikandungnya, steroida/triterpenoida yang memberikan efek antiinflamasi.

Steroida adalah senyawa bahan aktif alam dengan kerangka dasarnya *siklopentana perhidrofenantrene*, tersebar luas dialam dan mempunyai fungsi fisiologis yang sangat penting, misalnya sebagai kontrasepsi, insektisida, analgesik dan antiinflamasi. Triterpenoida adalah senyawa yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isopren dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C₃₀ asiklik yaitu skualen. Triterpenoid juga merupakan komponen aktif tumbuhan yang digunakan untuk beberapa penyakit seperti diabetes, gangguan kulit, antivirus dan lain-lain. Kedua senyawa ini diidentifikasi melalui skrining fitokimia dengan menggunakan pereaksi Libermann Burchard (campuran Asam asetat anhidrid dan Asam sulfat pekat) . memberikan warna yang hampir sama (Harbone, 1987).

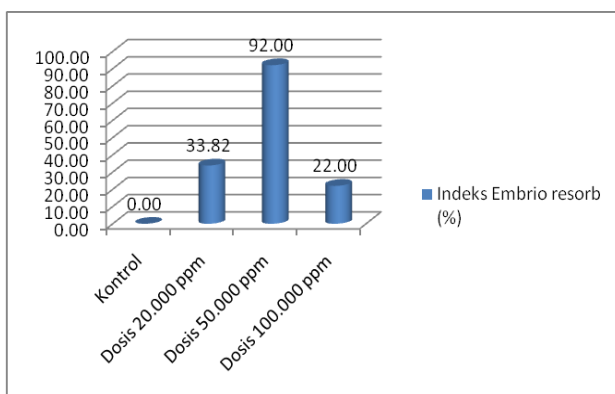
Indeks Embrio Resorb

Duncan^a

VAR00009	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Kontrol	5	.0000	
Dosis 100.000 ppm	5	22.0000	
Dosis 20.000 ppm	5	33.8180	
Dosis 50.000 ppm	5		92.0000
Sig.		.138	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

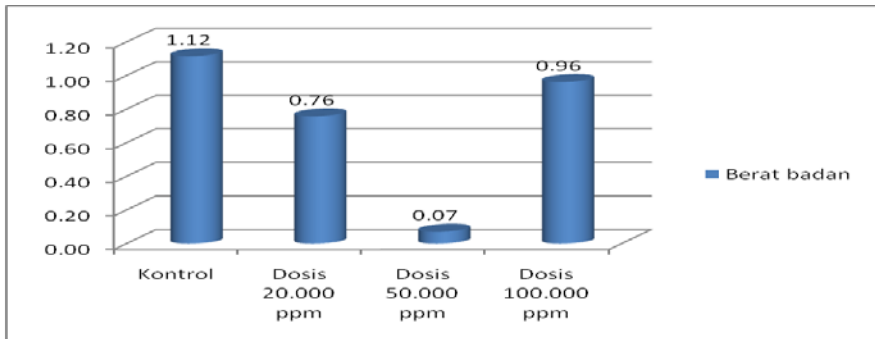
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.



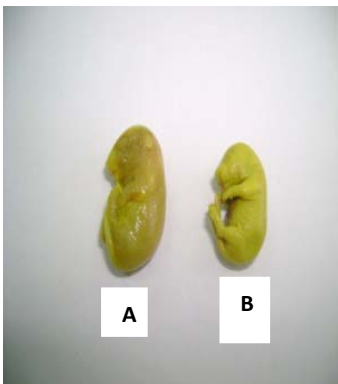
Gambar 3: Grafik Indeks Embrio Resorb Perlakuan 0-10

Pengamatan terhadap berat badan fetus terlihat pada Gambar 4, bahwa pemberian ekstrak andaliman cenderung mempengaruhi penurunan berat badan pada masing-masing kelompok perlakuan bila dibandingkan dengan kelompok kontrol. Penurunan berat baban pada fetus menggambarkan suatu kejadian kelainan perkembangan (Taylor,

1986; Manson & Kang, 1989). Dengan demikian bahwa ekstrak andaliman selain bersifat embrio toksik juga dapat bersifat fetotoksik pada mencit.



Gambar 4. Grafik Berat Badan Fetus



Gambar 5: Fetus resorb



Gambar 6. Embrio resorb



Gambar 7. Fetus dan embrio

Keterangan: A. Kontrol
B. Perlakuan

Penampilan Reproduksi pada Induk Mencit Umur Kebuntingan 6-14 Hari

Hasil perlakuan ekstrak etanol buah andaliman pada induk mencit umur kebuntingan 6 -14 hari. Penampilan Reproduksi Induk Mencit Perlakuan Umur Kebuntingan 6-14 hari masing-masing diberi dosis 20.000 ppm, 50.000 ppm dan 100.000 ppm dengan volume pemberian 0.1ml/10g bb yang diberikan secara oral, dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Pengamatan yang dilakukan terhadap penampilan reproduksi induk mencit meliputi jumlah anakan atau jumlah implantasi, jumlah fetus hidup, jumlah fetus mati, dan jumlah embrio resorb serta berat badan fetus hidup.

Tabel 2:
Penampilan Reproduksi Induk Mencit yang diberi Perlakuan Ekstrak Etanol Umur Kebuntingan 6-14 hari

Dosis	Jumlah anakan	Indeks Fetus Hidup (%)	Indeks Fetus Mati (%)	Indeks Embrio resorb (%)	Berat badan
Kontrol	12.40	97.14	0.00	4.52	1.71
20.000 ppm	10.40	74.67	3.67	23.67	0.90
50.000 ppm	11.40	80.00	0.00	20.00	0.33
100.000 ppm	10.40	70.53	5.30	24.17	0.43

Dari Tabel 2 tersebut di atas dapat dilihat bahwa jumlah anakan pada masing-masing kelompok perlakuan induk yang diberi ekstrak etanol diperoleh jumlah anakan pada kelompok perlakuan 20.000 ppm (10.40), 50.000 ppm (11.40) dan 100.000 ppm (10.40) cenderung sama bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (12.40) dan secara statistik tidak menunjukkan perbedaan jumlah anakan antara kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol.

Selanjutnya prosentase indeks fetus hidup antara kelompok perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol cenderung sama, kelompok perlakuan 20.000 ppm (74.67%), kelompok perlakuan 50.000 ppm (80.00%), dan kelompok perlakuan 100.000 ppm (70.53%) bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (97.14%)

Hasil analisis statistik dengan uji Duncan terhadap embrio resorb pada ketiga kelompok perlakuan 20.000 ppm, 50.000 ppm, 100.000 ppm, terdapat peningkatan indeks embrio resorb bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (Gambar 8). Hal ini kemungkinan senyawa steroida yang terdapat pada buah andaliman masih mempengaruhi terhadap proliferasi sel untuk mencapai tahap morula, sehingga embrio tidak dapat berkembang menjadi fetus meskipun pemberian ekstrak pada induk

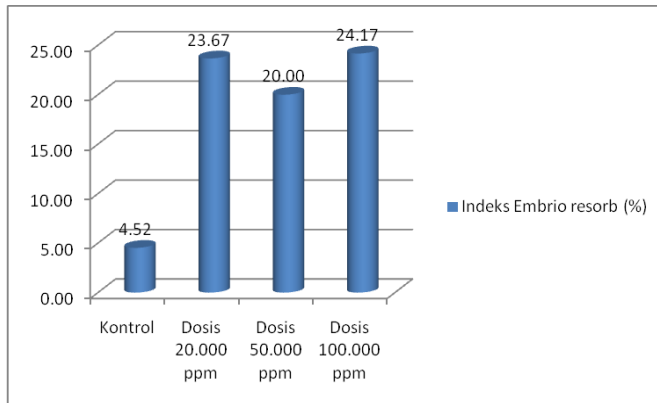
mencit yang sedang bunting pada saat embrio yang telah mengalami awal organogenesis

Indeks Embrio Resorb

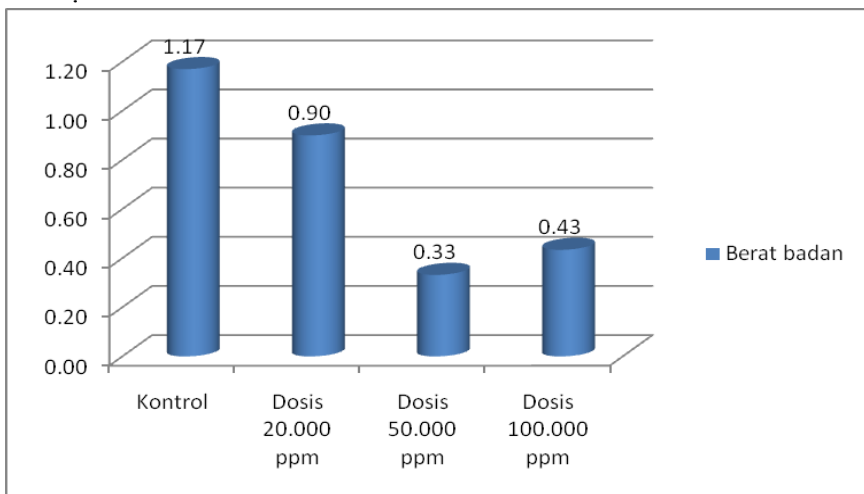
Duncan^a

VAR00009	N	Subset for alpha = .05
Kontrol	5	4.5240
Dosis 50.000 ppm	5	20.0000
Dosis 20.000 ppm	5	23.6660
Dosis 100.000 ppm	5	24.1660
Sig.		.461

Means for groups in homogeneous subsets are displayed
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.



Gambar 8: Grafik Indeks Embrio Resorb Perlakuan 6-14



Gambar 9: Grafik Berat Badan Fetus

Kemudian hasil analisis statistik terhadap berat badan fetus pada kelompok perlakuan 20.000 ppm, 50.000 ppm dan 100.000 ppm bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (Gambar 7 dan 9), terlihat bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan kejadian penurunan berat badan semakin tinggi (0.90, 0.33, dan 0.43) bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (1,17). Dari ketiga dosis perlakuan yang diberikan pada mencit yang sedang bunting 6 – 14 hari, terlihat bahwa dosis 50.000 ppm penurunan berat tinggi. Hal ini menggambarkan bahwa penurunan berat badan akan meningkat tidak disebabkan tingginya dosis perlakuan.

Pada penelitian ini dosis yang efektif menyebabkan penurunan berat badan adalah dosis perlakuan 50.000 ppm. Penurunan berat badan salah satu cerminan kelainan perkembangan. Dengan demikian ekstrak andaliman yang diberikan pada induk mencit yang sedang bunting pada awal organogenesis hingga organogenesis lanjut bersifat toksik pada fetus dan dapat disimpulkan bahwa ekstrak andaliman bersifat fetotoksik. Hal tersebut dapat terjadi mungkin dikarenakan banyaknya senyawa aktif yang ditemukan pada andaliman berupa steroida/triterpenoida, alkaloida, flavonoida dan glikosida.

KESIMPULAN

Hasil sementara pengaruh pemberian ekstrak etanol dan dari buah andaliman yang diberikan pada mencit yang sedang bunting pada perlakuan umur kebuntingan 0-10 hari dengan dosis 50.000 ppm signifikan menyebabkan embrio resorb, perlakuan umur kebuntingan 6-14 hari dosis yang efektif dan signifikan menyebabkan penurunan berat badan adalah dosis 50.000 ppm. Ekstrak etanol andaliman yang diberikan pada induk mencit yang sedang bunting umur 0-10 bersifat embrio toksik dan antifertilitas. Ekstrak etanol andaliman yang diberikan pada induk mencit yang sedang bunting umur 6-14 bersifat fetotoksik.

SARAN

Perlu diteliti lebih lanjut pengaruh toksisitas kronis ekstrak andaliman terhadap jaringan sebelum dilanjutkan ke uji klinis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI yang telah memberikan kepercayaan dan bantuan dana pada program “Sinergi Penelitian dan Pengembangan Bidang Pertanian” (SINTA) hingga selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen POM. 1995. *Materia Medika Indonesia*. Jilid VI. Jakarta. Departemen Kesehatan RI. Hal: 299-304
- Ditjen POM. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Cetakan I. Jakarta, Depkes RI.
- Gonzaga, W de A., AD Weber., SR Giacomelli., II dalcol., SC Hoelzel and AF Morel. 2003. Antibacterial alkaloids from *Zanthoxylum rhoifolium*. *Planta Med.* Vol. 69 No.4: 371 –374.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia, Penuntun cara modern menganalisa tumbuhan*. Penerjemah K. Padmawinata. Ed. II. Bandung ITB, hal. 147.
- Hur, JM., JG. Park., KH. Yang., JC. Park., JR. Park., SS Chun., JS Choi and JW Choi. 2003. Effect of Methanol Extract of *Zanthoxylum piperitum* leaves and its compound, protocatechuic acid, on hepatic drug metabolizing enzymes and lipid peroxidation in Rats. *Biosci Biothechnol Biochem.* Vol. 67 No.5: 945 -950
- Katzer, G., 2004. Sichuan Pepper *Zanthoxylum piperitum/simulans/bungeanum /rhetsa / acanthopodium* and Others. <http://www.ang.klunigraz.ac.at> 02-03-2004
- Manson, J. M. and Kang, Y. J., 1989 . *Methods For Assesing Female Reproductive and Develompment Toxicology In Principles and Methods Of Toxicology* . Second Edition. A.W Hayes Raven Press, Ltd. New York.
- Park, J.C. 2003. Study on the inhibitory effects of Korean Medicinal Plants and Their Main Compounds on the 1,1- diphenyl – 2 – picrylhydrazyl Radical. International. *Journal of Phytotherapy & Phytopharmacology*. Vo. 7 No 1.
- Sabri, E, D. Supriharti dan M. Tanjung. 2005. Potensi tanaman Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* D.C) sebagai antifertilitas dan pengaruhnya terhadap perkembangan embrio. Laporan Penelitian, Dikti Proyek SP4
- Siregar, B.L., 2003. Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) di Sumatera Utara : Deskripsi dan Perkecambahan. *Hayati*: Vol. 10, No. 1.
- Smith, J.B. 1988 . *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan Di Daerah Tropis* . Universitas Indonesia Press, Jakarta. hlm. 37-49.

Taylor, 1986 .*Practical Teratology*. Academic Press, London. pp.14-17

Wijaya, CH., 1999. Andaliman, rempah tradisioal Sumatera Utara dengan aktivitas antioksidan dan antimikrob .*Bul Teknol Industri Pangan*. 10 : 59-61.

_____, 2001. Isolasi dan Identifikasi senyawa Trigeminal Aktif Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC). *Hayati* 7:91-95.

UJI AKTIVITAS VITAMIN A TERHADAP EFEK TERATOGEN WARFARIN PADA FETUS MENCIT PUTIH

Netti Marusin^{1*}, Almahdy A.², dan Herlina Fitri²

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, Padang ²Fakultas Farmasi,
Universitas Andalas, Padang.

*Email: nettimarusin@fmipa.unand.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan uji pengaruh pemberian vitamin A dalam menekan efek teratogen dari warfarin pada mencit putih. Mencit yang telah hamil diberikan vitamin A tiap dua hari secara oral dengan dosis 7,8 UI/20 g BB sebelum masa organogenesis mulai hari ke-0 sampai hari ke-5 kehamilan dan selama masa organogenesis pada hari ke-7 sampai hari ke-15 kehamilan. Pada hari ke delapan belas kehamilan dilakukan laparaktomi, kemudian dua pertiga jumlah fetus direndam dalam larutan merah alizarin dan sisanya dalam larutan bouin's. Hasil penelitian menunjukkan bahwa vitamin A dapat menekan efek teratogen yang disebabkan oleh warfarin pada fetus mencit. Pemberian vitamin A pada masa organogenesis menghasilkan fetus lebih banyak daripada sebelum masa organogenesis. Secara mikroskopik, pemberian vitamin A juga dapat mengurangi efek kerusakan hati fetus yang disebabkan oleh warfarin.

Kata kunci: Vitamin A, warfarin, fetus, mencit putih

PENDAHULUAN

Pemakaian obat pada wanita hamil dapat menimbulkan masalah bukan hanya akibat reaksi obat yang tidak diharapkan pada ibu, tetapi juga pada fetus. Sekitar 50% ibu hamil dan menyusui menggunakan obat-obatan atau suplemen yang sering dikonsumsi pada trimester pertama kehamilan. Zat aktif obat dapat masuk ke peredaran darah janin dan mempengaruhi proses pembentukan organ pada fetus yang akhirnya berefek teratogen. Salah satu obat yang bersifat teratogen adalah warfarin (Baillie *et al.*, 1980).

Warfarin adalah obat antikoagulan oral yang digunakan untuk penyakit dengan kecenderungan timbulnya tromboemboli, antara lain infark miokard, thrombosis vena, dan emboli paru (Ganiswara, 1995; Scheinin *et al.*, 2003). Obat ini menghambat sintesa vitamin K yang

merupakan kofaktor dalam aktivasi faktor pembekuan darah II, VII, IX, dan X (Murray *et al.*, 1997; Wells *et al.*, 2006).

Warfarin merupakan senyawa yang bersifat teratogen. Obat ini mempunyai berat molekul yang kecil yaitu 308,33 g/mol (Farmakope Indonesia, 1995) sehingga dapat melintasi plasenta dan efek kerjanya sebagai antagonis vitamin K dapat mempengaruhi perkembangan embrio dan fetus. Warfarin yang dikonsumsi pada trimester pertama kehamilan dapat menyebabkan terjadinya kelainan pada janin yang dikenal dengan istilah *Fetal Warfarin Syndrom* (FWS).

Cacat lahir yang terjadi berupa *nasal hypoplasia* (kelainan pada skeletal hidung), *short neck* (leher pendek), *brachydactyly* (jari pendek) dan *neonatal bleeding* (Baillie *et al.*, 1980; Mason *et al.*, 1992; Sathienkijkanchai and Wasant, 2005). Kelainan yang ditimbulkan oleh warfarin ini disebabkan oleh stress oksidatif.

Stress oksidatif adalah keadaan dimana tingkat oksigen reaktif intermediate (ROI) yang toksik melebihi pertahanan antioksidan endogen (Allen and Tressini, 2000). Di dalam tubuh ROS cenderung bereaksi dengan jaringan sehingga menimbulkan reaksi berantai yang menyebabkan kerusakan jaringan (Afonso *et al.*, 2007; Agarwal *et al.*, 2005). Stres oksidatif dapat dicegah dan dikurangi dengan asupan antioksidan yang cukup dan optimal ke dalam tubuh.

Antioksidan mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan spesies oksigen reaktif dan mampu menghambat peroksidase lipid pada makanan (Sunarni, 2005). Vitamin A selain berfungsi untuk penglihatan juga berperan sebagai antioksidan yang mampu menangkap senyawa radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai dari ROS di dalam tubuh (BPOM RI, 2005). Vitamin A juga diperlukan untuk sintesa protein, diferensiasi sel, pertumbuhan dan perkembangan embrio (Drake, 2007).

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian uji efek vitamin A terhadap fetus mencit putih betina yang telah diinduksi dengan warfarin sehingga kita dapat memantau apakah ada pengaruh vitamin A dalam menekan efek teratogenik yang ditimbulkan dari penggunaan warfarin. Diharapkan pada penelitian ini, vitamin A dapat berperan dalam mengurangi efek teratogen tersebut.

CARA KERJA

Alat. Kaca objek dan cover glass, alat-alat bedah, mikroskop digital, jarum oral, timbangan analitik, timbangan hewan, kandang mencit, lumpang, stamper, gelas ukur, spatel, pipet tetes, pinset, wadah perendaman fetus, tisu, batang pengaduk, vial, mikrotom putar, inkubator, wadah pewarnaan, dan kamera.

Bahan. Sodium warfarin (Simarc-2[®]), vitamin A, larutan Bouin's (formaldehid 14 %, asam pikrat jenuh, asam asetat glasial), larutan alizarin merah (KOH 1 % dan alizarin merah 6 mg/L), aquadest, air panas, Na CMC 0.5%, NaCl fisiologis, zat warna hematoksilin-eosin, xylol, paraffin, mayer's albumin (putih telur + gliserin), entelan, alkohol absolute, alkohol 50, 60, 70, 80, 90 dan 96%.

Hewan Percobaan. Hewan percobaan yang digunakan adalah mencit putih betina, dengan umur lebih kurang dua bulan dengan berat badan berkisar antara 25-30 gram, sehat, memiliki daur estrus yang teratur yaitu 4-5 hari. Beberapa ekor mencit jantan berumur lebih kurang tiga bulan, sehat dan berat lebih kurang 30 gram (Almahdy, 2007).

Penentuan Dosis. Dosis vitamin A yang digunakan adalah 3000 UI dosis manusia yang dikonversikan pada mencit menjadi 7,8 UI/20g BB dan dosis warfarin adalah 0,8 mg/20g BB mencit berdasarkan LD₅₀ dari warfarin yaitu 60 mg/kg BB mencit.

Pengawinan Hewan Percobaan. Pada masa estrus hewan dikawinkan dengan perbandingan jantan dan betina 1: 4. Mencit jantan dimasukkan ke kandang mencit betina pada pukul empat sore dan dipisahkan lagi besok paginya. Pada pagi harinya dilakukan pemeriksaan sumbat vagina. Sumbat vagina menandakan mencit telah mengalami kopulasi dan berada hari kehamilan ke nol. Mencit yang telah hamil dipisahkan dan yang belum kawin dicampur kembali dengan mencit jantan (Almahdy, 2004).

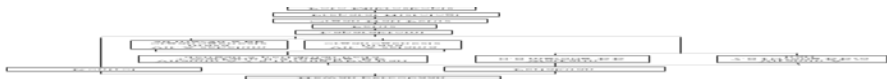
Analisa Data. Dari pengamatan yang dilakukan akan diambil data sebagai berikut : jumlah fetus (jumlah fetus yang hidup dan yang mati), berat badan fetus, jenis cacat dan jumlah fetus yang mengalami cacat (pada larutan Bouin's dan merah alizarin), pengamatan terhadap histopatologi fetus mencit. Data-data hasil penelitian diolah secara statistik menggunakan analisa varian satu arah dan program statistik 8.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pemberian vitamin A selama kehamilan mempengaruhi jumlah fetus secara bermakna ($P < 0,01$). Jumlah fetus pada pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20g BB, vitamin A dosis 7,8 UI/20 g BB, Kombinasi warfarin dosis 0,8 mg/20g BB dengan vitamin A dosis 7,8 UI/20 g BB yang diberikan selama dan sebelum masa organogenesis berturut-turut adalah 10; 44; 36; dan 20, sedangkan pada kontrol negatif adalah 44 (Tabel 1).

Urutan kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1: Urutan kerja pelaksanaan penelitian dimana laparaktomi hari ke-18 kehamilan

Rata-rata berat badan fetus pada kelompok yang diberikan kombinasi warfarin dosis 0,8 mg/20g BB dengan vitamin A dosis 7,8 UI/20 g BB selama dan sebelum masa organogenesis adalah sama, yaitu; 1,21g, sedangkan pada kelompok pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20g BB, vitamin A dosis 7,8 UI/20 g BB dan kelompok kontrol berturut-turut adalah 0,94g; 1,13g, dan 1,15g. Dari analisa statistik diketahui bahwa terlihat perbedaan bermakna pada rata-rata berat badan fetus antara kelompok kontrol dengan kelompok pemberian warfarin saja ($p < 0,05$) (Tabel 2).

Hasil pengamatan secara makroskopis saat laparaktomi tidak memperlihatkan adanya kelainan pada kaki, jari-jari, tulang rangka, ekor, telinga dan langit-langit pada semua kelompok perlakuan. Akan tetapi, pada kelompok yang diberikan warfarin dosis 0,8 mg/20g BB ditemukan 2 fetus yang mati, 1 fetus lambat pertumbuhan dan 1 fetus yang mengalami pendarahan pada bagian kepalanya. Pada kelompok kombinasi warfarin dan vitamin A yang diberikan selama masa organogenesis juga ditemukan 1 fetus yang mengalami pendarahan pada tempat yang sama (Lampiran 1 dan 2).

Pada kelompok pemberian warfarin saja dan kelompok kombinasi warfarin dengan vitamin A yang diberikan sebelum masa organogenesis ditemukan mencit yang mengalami abortus 1 ekor pada hari ke-9 kehamilan (Lampiran 1 dan 2).

Pada kelompok pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20g BB, kombinasi warfarin dosis 0,8 mg/20g BB dengan vitamin A dosis 7,8 UI/20 g BB selama dan sebelum masa organogenesis ditemukan jumlah tapak resorpsi berturut-turut sebanyak 23, 4, dan 14, sedangkan pada kelompok kontrol dan kelompok pemberian vitamin A saja ditemukan 1 dan 3 tapak resorpsi (Lampiran 1 dan 2).

Pengamatan histopatologi terhadap organ hati fetus:

Pengamatan terhadap vena sentralis. Vena sentralis pada hati fetus dari kelompok kontrol melingkar secara utuh dengan sel-sel endotelium yang tersusun rapat. Pemberian warfarin menyebabkan terjadinya lisis pada beberapa sel endotelium. Kombinasi warfarin dan vitamin A yang diberikan sebelum dan selama masa organogenesis dapat membantu mengurangi lisis pada vena sentralis hati fetus yang disebabkan oleh warfarin (Gambar 2A-E.).

Pengamatan terhadap hepatosit. Hepatosit pada hati fetus kontrol dan kelompok perlakuan terlihat mengelilingi vena sentralis akan tetapi susunannya tidak teratur dan batas antara satu sel dengan yang sel lain tidak terlihat jelas (Gambar 2A-E.).

Pengamatan terhadap nukleus. Nukleus pada hati fetus mencit kontrol dan kelompok perlakuan terlihat bulat. Pada kelompok pemberian warfarin beberapa nukleus mulai hilang, sehingga menyebabkan terjadinya sirosis (Gambar 2A-E.).

Pengamatan terhadap sinusoid. Sinusoid pada hati fetus kontrol dan kelompok perlakuan tidak terlihat jelas (Gambar 2A-E.).

Tabel 1:
Jumlah fetus dan tapak resorpsi pada masing-masing kelompok perlakuan

No. Mencit	Jumlah									
	P1		P2		P3		P4		P5	
	Fetus	TR	Fetus	TR	Fetus	TR	Fetus	TR	Fetus	TR
1	8	-	6	-	10	-	8	-	5	5
2	9	-	4	4	8	2	7	1	7	3
3	8	-	-	9	8	-	5	3	*	-
4	10	1	-	10	9	1	8	-	2	6
5	9	-	*	-	9	-	8	-	6	-
Σ X	44	1	10	23	44	3	36	4	20	14

* Induk mati pada hari ke-9 kehamilan

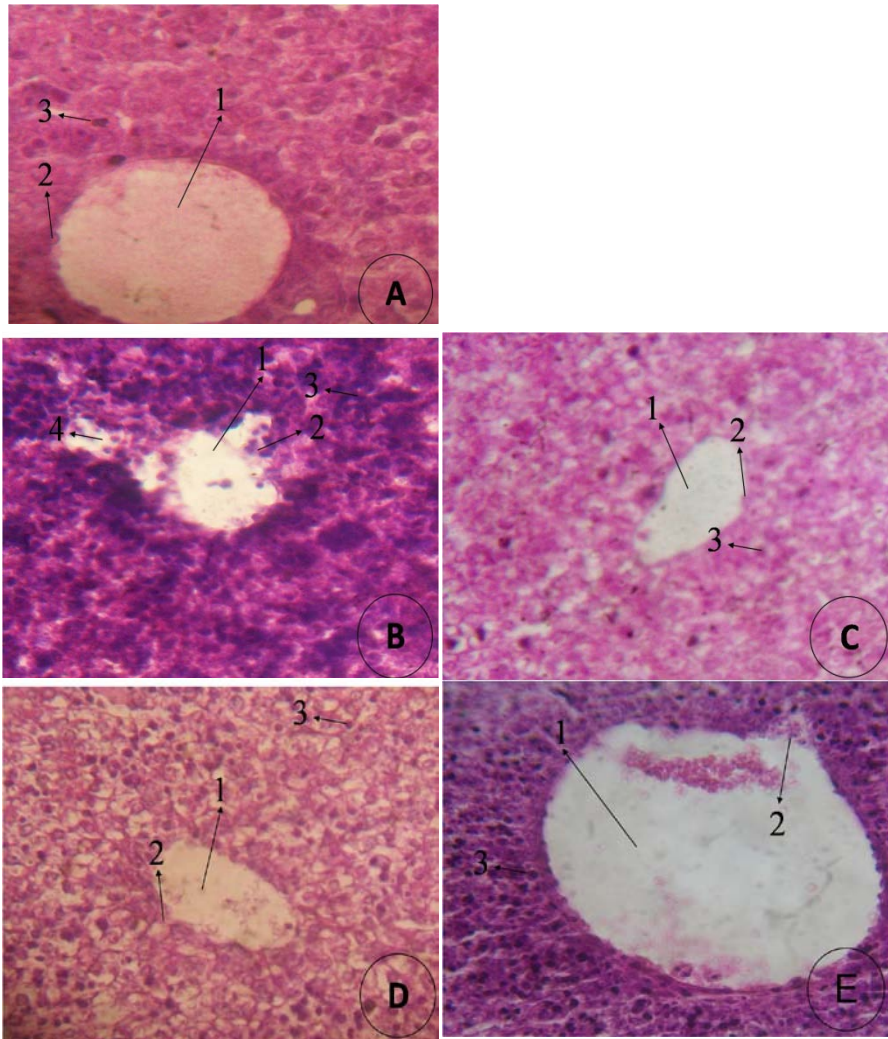
Tabel 2:
Rata-rata berat badan fetus mencit setelah dilaparaktomi pada hari ke-18 kehamilan

Nomor Mencit	Rata-rata berat badan fetus (g)				
	P1	P2	P3	P4	P5
1	1,12	0,91	0,85	1,06	0,98
2	1,28	0,96	1,15	1,36	1,09
3	1,19	-	1,25	1,26	*
4	1,09	-	1,14	1,31	1,48
5	1,07	*	1,24	1,06	1,28
ΣX	5,75±0,09	1,87±0,03	5,64±0,16	6,03±0,14	4,84±0,22
$\overline{X}$	1,15	0,94	1,13	1,21	1,21

* Induk mati pada hari ke-9 kehamilan

Pembahasan

Pada penelitian ini warfarin diberikan pada masa organogenesis yaitu pada hari ke-6 kehamilan. Masa organogenesis dari mencit berada pada hari ke-6 sampai hari ke-15 kehamilan. Dimana, pada masa ini mencit sangat rentan terhadap senyawa teratogen dan senyawa lain yang dapat menimbulkan kerusakan pada jaringan. Sedangkan pada hari ke-1 sampai hari ke-5 kehamilan terdapat sifat totipotensi pada janin yang dapat memperbaiki jaringan yang rusak. Pada hari ke-16 dan seterusnya, senyawa teratogen tidak menimbulkan cacat morfologis, tapi mengakibatkan kelainan fungsional yang tidak dapat dideteksi segera setelah kelahiran (Citrin and Koren, 2009).



Gambar 2: Foto mikroskopis jaringan hati fetus dari induk setelah perlakuan dengan warfarin dan vitamin A dimana; A). Induk kontrol, B). Induk perlakuan Warfarin Dosis 0,8mg/20 g BB, C). Induk perlakuan Vitamin A 7,8 UI/20 g BB, D). Induk perlakuan Warfarin Dosis 0,8 mg/20 g BB dan Vitamin A 7,8 UI/20g BB masa organogenesis dan E). Induk perlakuan Warfarin Dosis 0,8mg/20 g BB dan Vitamin A 7,8 UI/20g BB sebelum organogenesis dimana; 1. Vena sentralis; 2. Sel endotelium; 3. Nukleus; 4. Sirosis

Pengamatan terhadap jumlah fetus pada kelompok kontrol, kelompok pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20g BB, vitamin A dosis 7,8 UI/20 g BB, kombinasi warfarin dosis 0,8 mg/20g BB dengan vitamin A dosis 7,8 UI/20 g BB yang diberikan selama dan sebelum masa organogenesis menghasilkan jumlah fetus berturut-turut adalah 44; 10; 44; 36; dan 20. Pada pemberian warfarin saja terlihat penurunan jumlah fetus dibandingkan dengan kelompok perlakuan lain. Berdasarkan perhitungan statistik, pemberian vitamin A mempengaruhi jumlah fetus mencit secara bermakna ($p < 0,01$). Jumlah fetus pada kelompok pemberian warfarin dan vitamin A sebelum masa organogenesis lebih sedikit dibandingkan kombinasi warfarin dan vitamin A selama masa organogenesis. Jika dibandingkan dengan pemberian vitamin C dan E dapat disimpulkan bahwa kombinasi pemberian warfarin dan vitamin E selama masa organogenesis lebih baik dari penggunaan vitamin A dan C karena lebih banyak menghasilkan fetus.

Pengamatan terhadap berat badan fetus menunjukkan bahwa pemberian vitamin A mempengaruhi berat badan fetus secara bermakna ($p < 0,05$). Dan setelah dilakukan uji lanjut dengan program Statistix 8.0, diketahui kelompok yang berbeda nyata itu terlihat pada kelompok yang diberikan warfarin dosis 0,8 mg/20g BB mencit. Rata-rata berat badan fetus dari kelompok pemberian warfarin saja dengan dosis 0,8 mg/20 g BB mencit lebih kecil dibandingkan dengan kelompok uji lainnya.

Dari hasil pengamatan, kelainan morfologi ditemukan pada pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20 g BB mencit berupa 1 fetus lambat pertumbuhan dan 2 fetus yang mati. Hal ini dapat terjadi karena warfarin dapat melewati plasenta sehingga bisa tertimbun dan terakumulasi pada organ fetus sehingga mengakibatkan kelainan perkembangan pada fetus. Pada kelompok pemberian warfarin saja menghasilkan lebih banyak tapak resorpsi dibandingkan dengan kelompok perlakuan lain. Jumlah tapak resorpsi yang dijumpai pada kelompok pemberian warfarin saja, kelompok kontrol negatif, pemberian vitamin A saja, kombinasi pemberian warfarin dan vitamin A selama dan sebelum masa organogenesis berturut-turut adalah 23, 1, 3, 4, dan 14. Adanya tapak resorpsi (gumpalan merah yang tertanam pada uterus) disebabkan karena pengaruh warfarin pada masa organogenesis, dimana tidak terdapat lagi sifat totipotensi sel sehingga tidak dapat memperbaiki kerusakan yang terjadi dan tidak terjadi perkembangan selanjutnya. Akibatnya fetus mencit mati dan hanya terbentuk gumpalan merah. Kerentanan terhadap agen teratogenik tergantung pada stadium perkembangan organ pada waktu terpapar dan ini juga mempengaruhi jenis cacat.

Selain itu, juga terdapat 1 ekor induk mencit yang mengalami abortus pada kelompok pemberian warfarin saja dan kelompok kombinasi

warfarin dengan vitamin A yang diberikan sebelum masa organogenesis. Abortus terjadi pada hari ketiga setelah pemberian warfarin. Hal ini mungkin karena efek dari warfarin baru tercapai setelah 12-24 jam dan lama efeknya adalah 2-5 hari (Ganiswara, 1995). Pada kelompok pemberian warfarin dan kelompok kombinasi pemberian warfarin dan vitamin A yang diberikan selama masa organogenesis ditemukan satu fetus yang mengalami pendarahan pada bagian kepalanya. Pendarahan mungkin dapat disebabkan karena warfarin memiliki berat molekul kecil, yaitu 308,33 g/mol (Farmakope Indonesia, 1995) sehingga dapat melewati plasenta dan kerjanya sebagai antikoagulan dapat mempengaruhi fetus (Sathienkijanchai and Wasant, 2005).

Persentase kerusakan vena sentralis pada hati fetus mencit dari kelompok pemberian warfarin, kelompok pemberian vitamin A, kelompok kombinasi warfarin dan vitamin A yang diberikan selama dan sebelum masa organogenesis berturut-turut adalah 67,64%; 21,96%; 51,68% dan 56,70%. Kerusakan ini dapat terjadi karena warfarin dapat melewati plasenta, sedangkan pada hati fetus belum terdapat enzim yang bisa memetabolisme zat-zat toksik sehingga terakumulasi pada hati fetus.

Kerusakan hati pada kelompok pemberian warfarin saja dengan dosis 0,8 mg/20 g BB pada hari ke-6 kehamilan tidak hanya berupa lisis pada sel endotelium, tetapi juga dijumpai tingkat kerusakan yang lebih parah yaitu terjadinya sirosis (Gambar 2B). Kerusakan ini disebabkan karena sel membengkak dan mengakibatkan membran sel pecah. Dimana, kerusakan ini bersifat irreversibel sehingga kerusakan yang ditimbulkan tidak hanya pada membran sel saja, tapi juga dapat menyebar ke nukleus dan menyebabkan terjadinya sirosis.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa vitamin A memiliki potensi dalam mengurangi stress oksidatif pada induk mencit dan fetus. Hal ini dapat dilihat dari persentase peningkatan berat badan induk, jumlah dan berat badan fetus, serta persentase kerusakan hati fetus mencit yang disebabkan oleh pemberian warfarin pada induk mencit. Akan tetapi, pada kelompok kombinasi pemberian warfarin dan vitamin A sebelum masa organogenesis terdapat 1 ekor induk mencit yang mengalami abortus dan pada kelompok kombinasi pemberian warfarin dan vitamin A selama masa organogenesis juga terdapat 1 ekor fetus yang mengalami pendarahan pada bagian kepalanya seperti yang dijumpai pada kelompok pemberian warfarin saja. Oleh karena itu, masih belum dapat disimpulkan bahwa vitamin A dapat memperbaiki efek yang ditimbulkan oleh warfarin pada induk dan fetus mencit secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Pemberian warfarin dapat menyebabkan abortus, pendarahan pada fetus, tapak resorpsi yang banyak, fetus mati saat laparaktomi dan fetus lambat pertumbuhan serta kerusakan pada hati fetus menciit.
- 2) Vitamin A dapat mengurangi efek yang merugikan dari warfarin pada induk dan fetus menciit.
- 3) Pemberian vitamin A selama masa organogenesis memiliki aktivitas yang lebih baik dalam mengurangi kerusakan yang ditimbulkan oleh warfarin dibandingkan dengan pemberian vitamin A sebelum masa organogenesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Afonso, V., Champy, R. (2007). Reactive Oxygen Species and Superoxide Dismutases: Role in Joint Diseases. *Sciencedirect*, 74, 324-329.
- Agarwal, A., S. Gupta and R. K. Sharma. (2005). Role of oxidative stress in female reproduction. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 3 (28).
- Allen R. G, Tressini M. (2000). Oxidative Stress and Gene Regulation. *Free Radical Biol Med*, 28, 463-499.
- Almahdy, A., Helmi, A., Vivi D. (2007). Pengaruh Pemberian Vitamin C terhadap Fetus pada Menciit Diabetes. *Jurnal Science dan Teknologi Farmasi*, 12(1), 32-40.
- BPOM RI. (2005). *Mengenal Beberapa Senyawa pada Tanaman yang Berperan sebagai Antiaging*, 6 (3), 7-12.
- Baillie, M., Allen, D and Elkington, A. R. (1980). The Congenital Warfarin Syndrome : A Case Report. *British Jurnal of Ophthalmology*, 64, 633-635.
- Citrin, O.D., Koren, G. (2009). *Human Teratogens: a Critical Evaluation*. Canada: The Motherisk Program, the Hospital for Sick Children.
- Drake V. J. (2007). *Micronutrient Research for Optimum Health*. Oregon State University.
- Farmakope Indonesia (Edisi IV). (1995). Jakarta. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Ganiswara, S. G. (1995). *Farmakologi dan Terapi* (Edisi IV). Jakarta: Gaya Baru.

- Mason, J. D. T., Jardine, A., Gibbin, K. P. (1992). Foetal Warfarin Syndrome - Complex Airway Problem. *The Journal of Laryngology & Otology*, 106, 1098-1099.
- Murray, R. K., Granner, D. K and Mayes, P. A. (1997). *Biokimia Harper* (Edisi 24). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Sathienkijkanchai, A., and P. Wasant. (2005). Fetal Warfarin Syndrome. *J Med Assoc Thai*, 88 (8), 246-250.
- Scheinin, S., Wells, P and Nguyen, J. (2003). Purple-Toe Syndrome: A Complication of Warfarin Therapy. *The Journal of Family Practice*, 59 (10).
- Sunarni, T. (2005). Aktivitas Antioksidan Penangkap Radikal Bebas Beberapa kecambah Dari Biji Tanaman Familia Papilionaceae, *Jurnal Farmasi Indonesia*, 2 (2), 53-61.
- Wells, Barbara G., Joseph T. Dipiro, Terry L. Schwinghammer, Cindi W. Hamilton. (2006). *Pharmacotherapy Handbook Sixth Edition*, Mc Graw Hill.

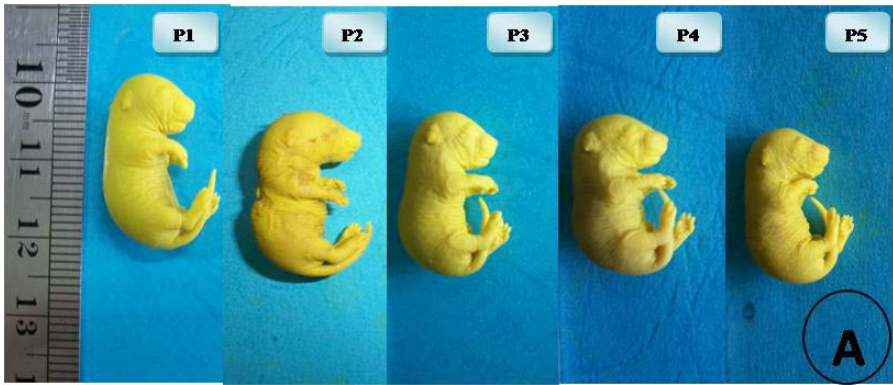
Lampiran 1.

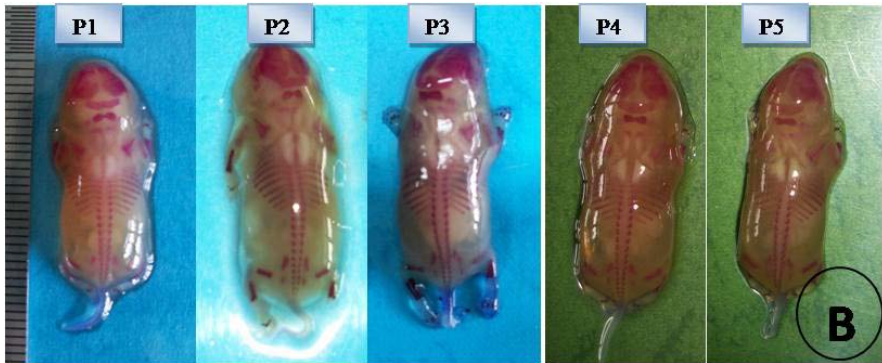
Tabel 3:
Pengamatan fetus secara makroskopis

No	Pengamatan	Kelompok Uji																			
		P1					P2					P3					P4				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Kaki	n	n	n	n	n	n	n	-	-	*	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
2	Jari-jari	n	n	n	n	n	n	n	-	-	*	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
3	Rangka	n	n	n	n	n	n	n	-	-	*	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
4	Ekor	n	n	n	n	n	n	n	-	-	*	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
5	Telinga	n	n	n	n	n	n	n	-	-	*	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
6	Langit-langit	n	n	n	n	n	n	n	-	-	*	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
7	Kelopak mata	n	n	n	n	n	n	n	-	-	*	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
8	Tapak resorpsi	-	-	-	+1	-	-	+4	+9	+10	*	-	+2	-	+1	-	+1	+3	-	+5	+3
9	Mati saat laparaktomi	-	-	-	-	-	+2	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Lambat pertumbuhan	-	-	-	-	-	+1	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Keguguran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
12	pendarahan	-	-	-	-	-	+1	-	-	-	*	-	-	-	-	-	+1	-	-	-	-

*Induk mati pada hari ke-9 kehamilan
P1 = Kelompok kontrol
P2 = Kelompok pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20 g BB mencit pada hari ke-6 kehamilan
P3 = Kelompok pemberian vitamin A 7,8 UI/20 g BB mencit setiap dua hari pada hari ke-0 sampai ke-15 kehamilan
P4 = Kelompok pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20 g BB dan vitamin A 7,8 UI/20g BB mencit selama masa organogenesis
P5 = Kelompok pemberian warfarin dosis 0,8 mg/20 g BB dan vitamin A 7,8 UI/20g BB mencit sebelum masa organogenesis
n = Normal, - = tidak ada, +1, +2 = menunjukkan jumlah

Lampiran 2.





Gambar 3: Foto makroskopis pengamatan fetus mencit A. dengan larutan Bouin's dan B. dengan larutan merah alizarin dimana P1. kontrol, P2. Warfarin Dosis 0,8mg/20 g BB, P3). Vitamin A 7,8 UI/20 g BB, P4). Warfarin Dosis 0,8 mg/20 g BB dan Vitamin A 7,8 UI/20g BB masa organogenesis dan P5). Warfarin Dosis 0,8mg/20 g BB dan Vitamin A 7,8 UI/20g BB sebelum organogenesis.

UJI AGENT ANTI KOLESTEROL CHITOSAN DARI KULIT KEPITING DENGAN CARA BIODEGRADASI ENZIMATIK

Martina Restuati

Dosen Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Medan
Jl. Willièm Iskandar Pasar V Medan Estate (20221)
Trestuati@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, mengisolasi dan mendapatkan senyawa bioaktif N-asetilglukosamin chitosan dari limbah kulit kepiting dengan cara biodegradasi secara enzimatik, dan pemanfaatannya sebagai agent anti kolesterol. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah data senyawa chitosan berupa N-asetilglukosamin dari kulit kepiting dan untuk memperoleh data tentang pemanfaatannya sebagai agent anti kolesterol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum waktu inkubasi chitosan diperoleh 20 jam, kondisi optimum konsentrasi substrat enzim pada 30 mg/ml larutan enzim. Kadar air 2.9 persen dan kadar abu 1,9 persen. Pemberian chitosan kulit kepiting dapat menurunkan kolesterol khususnya trigliserida, pada kontrol, kadar trigliserida darah mencit sebesar 56,6 mg/dl, setelah diberikan kuning telur kadar trigliserida menjadi 66,4 mg/dl (naik 14,45%). Sedangkan pada perlakuan chitosan kulit kepiting, kadar trigliserida sebelum perlakuan adalah 56,6 mg/dl, setelah diberikan kuning telur kadar trigliserida menjadi 67,2 mg/dl (naik 15,77%). Setelah diberikan chitosan kulit kepiting kadar trigliserida menurun menjadi 54,1 mg/dl (turun 19,49%).

Kata kunci: Uji Agent Kolesterol, Chitosan, Biodegradasi enzimatik

PENDAHULUAN

Pengembangan bidang kimia organik bahan alam dan potensinya dalam mengembangkan senyawa kimia dan bioaktifitas bidang farmakologi masih sangat dibutuhkan. Chitosan merupakan turunan dari kitin dimana kitin banyak ditemukan pada arthropoda yang krustaceae (memiliki kerangka luar) seperti kepiting dan lobster. Kitin yang terdapat pada kulit atau cangkang ini masih terikat, dengan mengalami deasetilasi berubah menjadi chitosan yang mampu mengikat kolesterol. Chitosan adalah polimer dengan monomernya adalah heksosa yang memiliki

radikal – radikal seperti NH_2 , CH_2OH , OH , CO , CH_3 bila dipanaskan akan mengalami dekomposisi tanpa memperlihatkan titik didih. Produksi kepiting yang diekspor pada tahun 2007 sebanyak 22.726 ton dalam bentuk tanpa kepala dan kulit, sedangkan yang dikonsumsi dalam negeri diperkirakan jauh lebih banyak. Dengan demikian jumlah hasil samping produksi yang berupa kepala, kulit, ekor maupun kaki rajungan yang umumnya 25-50% dari berat, sangat berlimpah. Hasil samping ini, di Indonesia belum banyak digunakan sehingga hanya menjadi limbah yang mengganggu lingkungan, terutama pengaruh pada bau yang tidak sedap. (Sopiah, 2002).

Pemanfaatan kepiting umumnya baru terbatas untuk keperluan makanan, biasanya hanya dagingnya saja yang diambil sedangkan cangkangnya dibuang dan merupakan limbah pengalengan kepiting yang belum diolah secara maksimal, padahal cangkang kepiting mengandung senyawa chitin yang cukup tinggi. Penggunaan chitin dibatasi oleh sifat-sifat yang tidak larut dan sulit dipisahkan dengan bahan lain terikat terutama dengan protein, sehingga untuk pemanfaatannya chitin perlu diubah terlebih dahulu menjadi chitosan (Marganof, 2003).

Selain itu manfaat chitin dan chitosan di berbagai bidang industri modern cukup banyak, diantaranya dalam industri farmasi, biokimia, bioteknologi, biomedikal, pangan, gizi, kertas, tekstil, pertanian, kosmetik, membran dan kesehatan. Disamping itu, chitin dan chitosan serta turunannya mempunyai sifat sebagai bahan pengemulsi koagulasi dan penebal emulsi (Marganof, 2003).

Penelitian tentang senyawa bioaktif berupa chitosan yang terdapat dalam tubuh hewan krustacea yang banyak terdapat di Sumatera Utara sangat perlu dikembangkan. Kegiatan dilakukan dalam rangka peningkatan kesehatan masyarakat yang sumber dayanya berasal dari limbah perikanan mudah di dapat dan bila limbah tidak dimanfaatkan akan mengganggu kesehatan lingkungan. Pengeksporan kepiting dilakukan dalam keadaan hasil setengah olahan, yaitu berupa daging kepiting yang dikalengkan. Sebelum dikalengkan, kepiting terlebih dahulu dibersihkan dari cangkangnya sehingga dihasilkan berton-ton limbah kulit kepiting setiap bulannya. Limbah ini belum banyak diolah lebih lanjut. Kitin terdapat di alam sebagai komponen struktural dari kerangka luar insekta dan krustasea, juga dinding sel ragi dan jamur. Dimana jumlah relatifnya adalah antara 30-60%. Berdasarkan penelitian terakhir, sumber kitin dalam organisme lautan berkisar antara $10^6 - 10^7$ ton (Yu et al., 1991).

Pemanfaatan senyawa kitin dibatasi oleh sifatnya yang tidak larut dan sulit dipisahkan dengan bahan lain yang terikat, sehingga untuk pemanfaatan lebih lanjut, kitin harus diubah terlebih dahulu menjadi turunannya yaitu N-asetilglukosamin, yang merupakan unit penyusun

kitin, agar dapat digunakan dalam bidang farmasi yaitu sebagai bahan baku farmasi, bioteknologi dan kosmetika.

Dari latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana aktifitas chitosan sebagai agent kolesterol .

CARA KERJA

Pembuatan Chitosan Dengan Cara Degradasi Enzimatik

Proses isolasi chitosan dilakukan melalui tiga tahap yaitu : deproteinasi yaitu pemisahan protein dari kitin, 2. demineralisasi yaitu tahap pemisahan mineral, dan 3. depigmentasi yaitu tahap pemutihan hasil.

Selanjutnya dilakukan karakterisasi chitosan untuk memperoleh data tentang waktu inkubasi optimum, konsentrasi substrat enzim, kadar air, kadar abu,serta spektroskop IR

Pengukuran Kadar Trigliserida Mencit

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan Kadar trigliserida darah mencit. Pencekokan kuning telur dan chitosan dilakukan selama 2 minggu, kemudian diperiksa trigliserida darahnya dengan menggunakan reflotron plus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Waktu inkubasi optimum. adalah waktu terbaik yang diperlukan enzim untuk bereaksi dengan substrat untuk menghasilkan produk yang terbanyak. Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu 4, 8, 12, 16, 20, 24 dan 48 jam. Kondisi optimum yang didapatkan adalah 20 jam, baik untuk yang dilarutkan dalam air maupun dalam HCl. Penentuan waktu inkubasi optimum ini berdasarkan berat produk hasil *freeze dried*

Konsentrasi Substrat Enzim. Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi substrat 10, 20,30, 40 dan 50 mg/ml larutan enzim. Dan didapatkan kondisi optimum pada konsentrasi 30 mg/ml larutan enzim, baik untuk yang dilarutkan dalam air maupun dalam HCl (Novandi, 2003). Penambahan konsentrasi substrat terhadap konsentrasi enzim yang tetap akan menaikkan kecepatan reaksi. Tetapi setelah batas konsentrasi tertentu, tidak terjadi kenaikan kecepatan reaksi walaupun konsentrasi substrat diperbesar. Hal ini terjadi karena pada konsentrasi substrat yang rendah, bagian aktif enzim hanya menampung sedikit substrat. Bila konsentrasi substrat diperbesar, makin banyak substrat yang dapat berhubungan dengan enzim pada bagian aktif tersebut sehingga

kecepatan reaksi akan semakin besar. Tetapi pada saat tertentu, semua bagian aktif enzim akan telah penuh diisi substrat, sehingga walaupun substrat ditambahkan, enzim tidak mempunyai lagi sisi aktif yang masih kosong untuk ditempati substrat (Poedjadi, 1989).

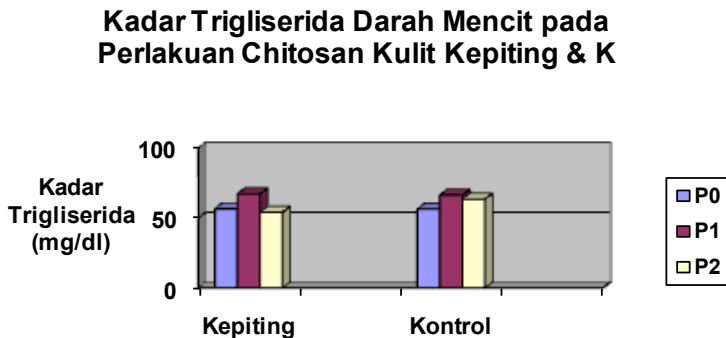
Kadar air. Dari penelitian ini diperoleh kadar air chitosan kulit kepiting hasil biodegradasi enzimatis dengan persentase yang sangat kecil yaitu 2,9 %. Berarti bahwa aktifitas air sangat kecil sehingga bisa dipastikan bahwa chitosan kulit udang hasil enzimatis ini tahan terhadap serangan mikroba yang mampu hidup pada aktifitas atau kadar air yang lebih tinggi (Bucke dan edward, 1985). Cara perhitungan kadar air kitin dapat dilihat pada Lampiran. Adanya kandungan air pada bahan dapat mempengaruhi daya tahan suatu bahan terhadap serangan mikroba, reaksi kimia, hidrolisis, dan reaksi enzimatik (Winarno, 1994). Sampel yang dianalisa sering mengandung air yang jumlahnya tidak menentu. Jumlah air yang terkandung, sering tergantung dari perlakuan yang telah dialami sampel, kelembabano san udara tempat penyimpanannya, dan ukuran partikel (Harjadi, 1986). Semakin kecil ukuran partikel, air yang terserap akan semakin banyak karena luas permukaannya besar (Fritz and Schenk, 1969). Ada dua macam kandungan air, air yang terikat secara fisik dan air yang terikat secara kimia. Untuk menghilangkan air yang terikat secara fisik diperlukan panas rendah, hanya untuk menguapkannya. Jumlah air yang terikat secara fisik tidak tertentu. Sedangkan air yang terikat secara kimia jumlahnya tertentu, menurut suatu perbandingan berat yang tergantung dari macam bahan (Harjadi, 1986). Dengan kadar air chitosan yang rata-rata 2,9% dan masih berada pada standar Protan Lab. Inc. (<10%), berarti chitosan yang diperoleh mempunyai kestabilan optimum dalam penyimpanan

Kadar Abu. Abu adalah sisa tertinggal setelah bahan dibakar sampai bebas karbon. Sisa tertinggal ini merupakan unsur-unsur mineral yang terdapat dalam suatu bahan. Dari serangkaian proses ekstraksi kitin, proses yang berperan penting dalam penentuan kadar abu adalah proses pemisahan mineral dan pencuciannya. Kadar abu pada kitin terutama disebabkan oleh garam-garam anorganik yaitu CaCO_3 dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ yang belum tereliminasi secara sempurna. Proses pengabuan ini dilakukan pada 600°C karena pada suhu tersebut semua senyawa karbon habis terbakar hingga diperoleh abu berwarna putih. Dari penelitian ini didapatkan kadar abu chitosan kulit kepiting hasil biodegradasi enzimatis yang cukup rendah yaitu 1,95 %. Hal disebabkan proses demineralisasi chitosan kulit kepiting sudah efektif karena masih lebih kecil dari kadar abu kitin standar Protan Inc. yaitu 2%, sehingga dapat dikatakan bahwa proses pemisahan mineral dan pencucian yang dilakukan cukup efektif.

Selain itu, dengan kadar abu yang rendah maka kitin yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik seperti dalam bidang kesehatan yang memerlukan kitin dengan kemurnian yang tinggi.

Penambahan enzim lisozim pada kitin dapat menghidrolisis ikatan β (1,4) pada senyawa kitin menjadi unit-unit penyusunnya yaitu N-Asetilglukosamin. Rumus struktur dari N-asetilglukosamin adalah $C_8H_{15}NO_6$. N-asetilglukosamin sangat berguna dalam bidang farmasi yaitu sebagai bahan baku pembuatan antibiotika dan penurunan kolesterol. Berat molekul yang dimilikinya adalah 221,21 J/mol dan suhu yang digunakan untuk penyimpanan senyawa ini agar tetap dalam kondisi yang baik adalah dari 2 – 8 °C. Adapun sifat-sifat dari N-asetilglukosamin adalah mudah larut dalam air, sedikit larut dalam methanol yang dipanaskan, dan tidak larut dalam dietil eter.

Kadar Kolesterol khususnya trigliserida mencit. Hasil penelitian mengenaieftivitas chitosan sebagai agent anti kolesterol dengan melakukan perlakuan pada mencit (*Mus musculus*). Sebelum diberikan perlakuan pemberian chitosan kulit kepiting, dilakukan peningkatan kadar trigliserida darah mencit dengan memberikan kuning telur setiap harinya dengan cara dicekok selama 2 minggu dapat dilihat pada diagram dibawah ini:



Gambar 1: Perbedaan Kadar Trigliserida Darah Mencit Pada Perlakuan Chitosan Kulit Kepiting & Kontrol

Keterangan:

P0 : Kadar Trigliserida Sebelum Perlakuan.

P1 : Kadar Trigliserida Setelah Peningkatan Trigliserida.

P2 : Kadar Trigliserida Setelah Pemberian Chitosan Kulit Kepiting & Kontrol

Pada gambar grafik diatas menunjukkan perbedaan kadar trigliserida darah mencit pada perlakuan Chitosan kulit Kepiting dan

kontrol. Dimana kadar trigliserida dilihat dengan mengukur kadar trigliserida darah mencit awal, setelah peningkatan kadar trigliserida dengan pemberian kuning telur dan pemberian chitosan kulit kepiting.

Pada perlakuan kontrol sebelum diberikan perlakuan (P0), kadar trigliserida sebesar 56,8 mg/dl, kemudian setelah diberi kuning telur selama 2 minggu (P1), kadar trigliserida naik menjadi 66,4 mg/dl (naik sebesar 14,45 %). Kadar trigliserida darah mencit menurun setelah kuning telur tidak diberikan lagi selama 2 minggu (P2) dari 66,4 mg/dl menjadi 63,5 mg/dl (turun sebesar 4,5 %).

Kadar trigliserida darah mencit hasil penelitian ini berkisar 56,6 – 67,2 mg/dl. Pada perlakuan kontrol sebelum diberikan perlakuan kadar trigliserida sebesar 56,8 mg/dl dan pada perlakuan chitosan kulit kepiting sebesar 56,6 mg/dl. Setelah diberikan kuning telur sebanyak 1 gr yang dicekok dengan menggunakan spuid 1 ml selama 2 minggu kadar trigliserida naik. Kadar trigliserida pada perlakuan kontrol sebesar 66,4 mg/dl (naik sebesar 14,45 %) sedangkan pada perlakuan chitosan kulit kepiting kadar trigliserida darahnya sebesar 67,2 mg/dl (naik sebesar 15,77 %).

Hasil analisis menunjukkan bahwa chitosan kulit kepiting berpengaruh terhadap penurunan kadar trigliserida darah mencit. Kadar trigliserida darah mencit pada perlakuan kontrol menurun dari 66,4 mg/dl menjadi 63,5 mg/dl (turun sebesar 4,5 %). Sedangkan perlakuan chitosan kulit kepiting sebesar 67,2 mg/dl menjadi 54,1 mg/dl (turun sebesar 19,49 %).

Prinsip utama menurunkan kadar trigliserida tinggi dalam darah yaitu dengan mengurangi asupan trigliserida dari makanan (trigliserida eksogen), mengurangi trigliserida endogen, mengurangi penyerapan trigliserida dan menambah pembuangan dari usus (Primana, 2008).

Penurunan kadar trigliserida ini disebabkan kemampuan chitosan dalam mengikat lemak dan membuangnya dari saluran pencernaan. Chitosan mempunyai gugus bermuatan positif yang mengikat muatan negatif dalam trigliserida dan asam-asam lemak jenuh. Ikatan yang terbentuk tidak dapat dicerna dan diserap oleh usus halus disebabkan sifat chitosan itu sama dengan serat, sehingga lemak-lemak dari makanan ditepis dan dikeluarkan dari tubuh tidak diserap ke dalam tubuh (Hawab, 2001).

Kulit kepiting mengandung protein (15,60%-23,90%), chitin (18,70%-32,20%) dan kalsium karbonat (53,70%-78,40%). Kandungan chitosan pada kepiting setelah mengalami deasetilasi mencapai 50%-60%, sementara limbah udang menghasilkan 42%-57% (Marganof, 2003).

Pada perlakuan chitosan kulit kepiting, sebelum diberikan perlakuan kadar trigliserida yang didapat sebesar 56,6 mg/dl. Setelah

diberikan kuning telur, kadar trigliserida pun meningkat menjadi 67,2 mg/dl (naik sebesar 15,77 %). Kemudian diberikan chitosan kulit kepiting, kadar trigliserida darah mencit menurun menjadi 54,1 mg/dl (turun sebesar 19,49 %). Ini membuktikan bahwa ada pengaruh pemberian chitosan kulit kepiting terhadap kadar trigliserida darah mencit (*Mus musculus*).

Kadar trigliserida darah mencit menurun setelah tidak ada lagi pemberian kuning telur dari 66,4 mg/dl menjadi 63,5 mg/dl (turun sebesar 4,5 %). Kadar trigliserida darah mencit menurun setelah adanya pemberian chitosan kulit kepiting dari 67,2 mg/dl menjadi 54,1 mg/dl (turun sebesar 19,49 %). Ada perbedaan kadar trigliserida darah mencit (*Mus musculus*) kontrol dan chitosan kulit kepiting. Dimana chitosan kulit kepiting lebih efektif menurunkan kadar trigliserida pada darah mencit.

Hasil analisis menunjukkan bahwa chitosan kulit kepiting berpengaruh terhadap penurunan kadar trigliserida darah mencit. Kadar trigliserida darah mencit pada perlakuan kontrol menurun dari 66,4 mg/dl menjadi 63,5 mg/dl (turun sebesar 4,5 %). Sedangkan perlakuan chitosan kulit kepiting sebesar 67,2 mg/dl menjadi 54,1 mg/dl (turun sebesar 19,49 %).

Prinsip utama menurunkan kadar trigliserida tinggi dalam darah yaitu dengan mengurangi asupan trigliserida dari makanan (trigliserida eksogen), mengurangi trigliserida endogen, mengurangi penyerapan trigliserida dan menambah pembuangan dari usus (Primana, 2008).

Penurunan kadar trigliserida ini disebabkan kemampuan chitosan dalam mengikat lemak dan membuangnya dari saluran pencernaan. Chitosan mempunyai gugus bermuatan positif yang mengikat muatan negatif dalam trigliserida dan asam-asam lemak jenuh. Ikatan yang terbentuk tidak dapat dicerna dan diserap oleh usus halus disebabkan sifat chitosan itu sama dengan serat, sehingga lemak-lemak dari makanan ditepis dan dikeluarkan dari tubuh tidak diserap ke dalam tubuh (Hawab, 2001).

Lipid seperti trigliserida kolesterilester tidak larut dalam air dan ditranspor dalam plasma pada inti partikel (lipoprotein) yang mempunyai suatu cangkang hidrofilik yang terdiri dari fosfolipid dan kolesterol bebas. Lapisan permukaan ini distabilisasi oleh satu atau lebih apolipoprotein yang juga berperan sebagai ligan untuk reseptor permukaan sel. Sekitar dua pertiga lipoprotein plasma disintesis di hati. Trigliserida disekresi ke dalam darah sebagai *very low density lipoprotein (VLDL)*. Di dalam otot dan jaringan adiposa, kapiler-kapiler memiliki suatu enzim yaitu lipoprotein lipase yang menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak; kemudian asam lemak ini memasuki sel otot (untuk energi) dan adiposit (untuk simpanan). Partikel residu yang terdiri dari inti yang kaya

akan kolesterilester (CE) disebut partikel *low density lipoprotein (LDL)* yang menyingkirkan LDL dari plasma melalui endositosis. Penyingkiran LDL yang diperantarai reseptor hati merupakan mekanisme utama untuk mengendalikan kadar LDL plasma. (Davey, 2002).



Gambar: Kepiting



Gambar: Chitosan Kulit Kepiting

Chitosan mempunyai gugus bermuatan positif yang mengikat muatan negatif dalam kolesterol dan asam-asam lemak jenuh. Ikatan yang terbentuk tidak dapat dicerna dan diserap oleh usus halus disebabkan sifat chitosan itu sama dengan serat, sehingga lemak-lemak dari makanan ditepis dan dikeluarkan dari badan tidak diserap ke dalam badan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ternyata bahwa chitosan kulit kepiting yang dibuat dengan cara biodegradasi enzimatik dapat dipakai sebagai agent antikolesterol yaitu menurunkan kolesterol khususnya kadar trigliserida pada darah mencit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2003). Hasil Perikanan Sumatera Utara. Dinas Perikanan Sumatera Utara. Medan
- Brine, C.J. 1987. Introduction Chitin. Accomplishment and Perspectives. In Academic Press, Orlando.
- Baliwati, F., Yayuk, Khomsan, A. Dan Metidwiriani, C., (2004), *Pengantar Pangan dan Gizi*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wootton, (1985), *Ilmu Pangan*, UI Press, Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI, (1989), *Kumpulan Peraturan Perundang – undangan Bidang Kesehatan*, Biro Hukum dan Hubungan Masyarakat DepKes RI, Jakarta.
- Desrosier, N.W., (1988), *Teknologi Pengawetan Pangan*, UI-Press, Jakarta.
- Gaman, P.M. dan Sherington, K.B., (1992), *Ilmu Pangan : Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hawab. M., (2001), *Usaha Kepiting Tradisional*. Penerbit Swadaya, Jakarta.
- Hawab. M., (2001), *Mengurangi Kolesterol dari Kulit Kepiting, Republika* :19 (Dikutip dari Wahyuni, D., (2003), *Pengaruh Pemberian Tepung Kulit Kepiting Terhadap Kadar HDL (High Density Lipoprotein), LDL (Low Density Lipoprotein) dan TGC (Trigliserida) Darah Ayam Broiler*, Skripsi FMIPA UNIMED, Medan.)
- Indra, S., Eresina, D.P., dan Sawariyanto, (2006), *Selamat Tinggal Formalin*, *Majalah Gatra* 10:20-21.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Kastyaanto, W.F.L., (1998), *Membuat Tahu*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Knorr, D. 1984. *Dye Binding Properties of Chitin and Chitosan*.
Journal Food Science. 48: 31 – 33.
- Kurita, K. 1998. Chemistry and Application of Chitin and Chitosan.
Polym. Degrad. Stabil. 59: 117-120.

EFEK LAKTAGOGUM DAUN JINTEN (*coleus amboinicus* L.) PADA TIKUS LAKTASI

Melva Silitonga

*Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr V Medan Estate
melvasilitonga@yahoo.co.id*

Abstract

A study to evaluate the effect of jinten (*Coleus amboinicus* L) leaves extracts on the milk yield, liiter growth, DNA and RNA contents of the mammary glands, and serum levels of thyroxine (T4) and glucose have been conducted using 90 lactating white Wistar rats. Indian borage leaf extracts were administered orally at doses of 0, 20, 40, 60, and 80 g/kg BW. The positif control group were given moloco+b12, and all treatments were appllied once every two days during a periode of 26 days. Effects on milk yield and weight gain of litters have been evaluated using a complete randomized design experiment with 6 treatments and 5 replication, whereas the effect on T4, glucose, DNA and RNA contents of the mammary glands were determined by factorial design experiment, with doses of leaf extracts as the first factor and periode of lactation at day 2. 14, and 28 as the second factor. DNA and RNA contens of the mammary glands were determined using diphenylamine and orsinol reagents, serum T4 by the solid phase radioimmunoassay (RIA), and glucose by "GOD PAP" method. Indian borage leaf extract increased milk yield and weight gain of litters. Milk yield of rats receiving Indian borage leaf extracts was significantly ($p<0.05$) higer than those of the control group at day 12, 14, 18, 20, and 26. Highest milk yield was achieved`by rats receiving moloco+B12 (73.4% higher than control). Highest weight gain of litter was obtain by mothers receiving 80 g/kg BW leaf extract. The effect of leaf extract applied within the lactating period significantly increased DNA and RNA content of mammary glands ($p<0.01$). highest increase was obtained by mother rats receiving leaf extracts at the middle of the lactating period, at dose rates of 40 g/kg BW (DNA 50% ; RNA 69%) and of 60 g/kg BW (DNA 75% ; RNA 75,32%). Rats receiving 20, 40, 60, and 80 g/kg BW Indian borage leaf extract in the middle of lactating period, have lowered T4 (3.78, 20.92, 9.09, and 20.08 per cent respectively) and glucose levels (17.17, 12.15, 37.66 and 39.51 per cent respectively)

Keywords: *Coleus amboinicus*, L., Milk yield, DNA, RNA, mammary gland, T4, glucose

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan produksi air susu ibu (ASI), dewasa ini telah dimanfaatkan beberapa tanaman obat seperti daun katuk, daun dan bunga papaya muda serta jantung pisang. Di daerah Sumatera Utara, daun jinten (*Coleus amboinicus* L.) juga dimanfaatkan oleh ibu-ibu yang sedang menyusui untuk maksud meningkatkan produksi air susu.

Di Indonesia, daun jinten digunakan sebagai obat luka, obat batuk, obat sakit empedu, penguat dinding lambung dan sebagai obat laktagogum atau obat untuk meningkatkan produksi air susu (Sastroamidjojo, 1962; Mardisiswodjo dan Radjamangunsudarso 1975 dan Heyne 1987). Zat-zat yang terkandung dalam daun jinten adalah kalium, kalium oksalat, fenol (isoprofil-o-kresol) dan minyak terbang (Sastroamidjojo, 1962). Kalium yang terkandung di dalamnya berfungsi untuk mempercepat penyembuhan luka, menimbulkan rasa tenang dan meningkatkan nafsu makan (Mardisiswodjo dan Radjamangunsudarso, 1975). Di Sumatera Utara (khususnya Tapanuli Utara) daun jinten (Bangun-bangun) telah lama dimanfaatkan oleh ibu-ibu yang sedang menyusui terutama sejak melahirkan hingga beberapa lama postpartum.

Selama periode laktasi, metabolisme kelenjar mammae akan meningkat, oleh karena itu hormone tiroid sangat berperan. Grosvenor (1961) melaporkan bahwa pemberian T4 sebanyak 3 ug/100 g./hari pada tikus akan meningkatkan produksi air susu sebesar 37 %. Pemberian hormone tiroksin pada sapi laktasi akan meningkatkan metabolisme kelenjar mammae dan aliran darah ke dalam kelenjar tersebut (Davis et al, 1988a). hormone tiroid mampu meningkatkan pengambilan glukosa oleh kelenjar mammae dan glukosa tersebut dimanfaatkan untuk sintesis laktosa, asam lemak dan sebagai sumber energy bagi sel kelenjar (Collier, 1985).

Kandungan DNA merupakan indeks pertumbuhan dan perkembangan kelenjar mammae. Peningkatan aktivitas kelenjar tersebut disertai dengan peningkatan kandungan DNA dan RNA yang tersedia untuk sintesis protein susu. Menurut Knight dan Peaker (1988a), peningkatan produksi air susu pada puncak laktasi melibatkan baik aktivitas sel yang makin tinggi maupun populasi sel yang semakin banyak. Peningkatan kadar DNA dan RNA dalam kelenjar sel mammae dan hati akan meningkatkan ($p < 0.5$) produksi air susu (Nagai dan Sarkar, 1978).

CARA KERJA

Hewan uji yang digunakan adalah tikus putih strain LMR, turunan Wistar, jenis kelamin betina berumur 3 bulan sebanyak 90 ekor, yang masih laktasi pertama. Kandang yang digunakan yaitu bak plastic berukuran 30x20x12 cm³, dilengkapi dengan kawat penutup di bagian

atasnya. Tikus ditempatkan 1 ekor induk dengan anaknya tiap kandang, pakan komersial dalam bentuk tepung (LMR 1991) dan air minum diberikan secara ad. Libitum.

Daun jinten (*Coleus amboinicus* L) yang digunakan yaitu daun yang tidak terlalu tua hingga pucuk daun. Setelah dipetik, daun dibersihkan dan dikeringkan dengan cara mengangin-anginkan selama satu malam. kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven. Daun yang telah kering dihaluskan kemudian diayak. Dengan menambahkan air, diperoleh larutan sesuai dengan perlakuan. Ekstrak diberikan peroral setiap hari dengan menggunakan sonde.

Produksi air susu dan bobot kelompok anak. Sebelum menyusui, anak tikus dipisahkan selama 6 jam dari induknya, dan diijinkan menyusui setelah terlebih dahulu menimbang kelompok anak tersebut dan menyuntik (intraperitoneal) induknya dengan oksitosin 0,1 IU. Produksi air susu diperoleh dari selisih bobot kelompok anak setelah dan sebelum menyusui. Sedangkan peubah bobot kelompok anak diambil dari bobot anak sebelum menyusui. Pengukuran produksi air susu dilakukan selama 26 hari dan bobot anak selama 28 hari.

Kadar DNA dan RNA kelenjar mammae, diukur dalam 3 periode laktasi yaitu hari laktasi ke-2, 14, dan 28. Induk tikus dibunuh dan kelenjar mammae diangkat. Setelah dibersihkan dengan larutan sukrosa 0.25 M dingin, jaringan ditimbang, kemudian disimpan dalam larutan yang sama (beku) hingga dianalisis untuk penentuan kadar DNA dan RNA dengan metode Tucker (1964) dan Moeljohardjo & Purwakusumah (1991).

Untuk penentuan konsentrasi T4 dan glukosa, diambil 3 ml darah dari jantung, serumnya dipisahkan dan disimpan beku (-20°C) hingga diperlukan untuk analisis. Konsentrasi T4 ditentukan dengan teknik radioimmunoassay (RIA) dan glukosa ditentukan dengan metode "GOD PAP".

Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk analisis data produksi air susu dan bobot kelompok anak. Terdiri dari 6 perlakuan (ekstrak daun jinten 0,20, 40, 60, 80 g/kgBB dan moloco+B12 sebagai control positif). Moloco+B12 mengandung ekstrak plasenta 15mg dan vitamin B12 20 mg. pemberian ekstrak daun jinten dan moloco+B12, dilakukan per oral 2 hari sekali selama 26 hari. Untuk T4, Glukosa, DNA dan RNA, data dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap pola factorial. Faktor pertama (A) terdiri dari 6 taraf yaitu keenam perlakuan dan faktor kedua (B) terdiri dari 3 taraf yaitu periode laktasi hari ke-2, 14, dan 28. Data dianalisis dengan anova dan dilanjutkan dengan uji Duncan (Steel and Torrie, 1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Produksi Air Susu

Dibandingkan dengan kontrol pemberian ekstrak daun jinten pada tikus laktasi, meningkatkan ($p < 0.05$) produksi air susu pada hari laktasi ke-12, 14, 18, 20 dan 26, tetapi yang menerima moloco+B12 (kontrol positif) total produksi air susunya masih lebih tinggi. Pemberian ekstrak daun jinten 80 g/kgBB memperlihatkan produksi air susu tertinggi di antara semua perlakuan ekstrak daun jinten dan mencapai puncak laktasi lebih awal dibandingkan dengan semua perlakuan lainnya. Total produksi air susu dari hari laktasi ke-2 hingga ke-26 lebih tinggi 31.12, 7.5, 25.13, 33.74 dan 73.40 persen pada tikus yang menerima ekstrak daun jinten 20, 40, 60, 80 g/kg BB dan moloco+B12 dibandingkan dengan kontrol. Produksi air susu selama penelitian disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 1. Meningkatnya produksi air susu pada induk tikus yang diberi daun jinten secara umum terjadi pada puncak laktasi (hari ke-12). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tucker (1964) yang melaporkan bahwa produksi air susu mulai meningkat pada hari ke 4 laktasi dan mencapai puncak pada hari ke-12. Daun jinten dapat meningkatkan produksi air susu disebabkan adanya kemampuan ekstrak daun jinten untuk meningkatkan proliferasi sel-sel kelenjar mammae sehingga sel-sel tersebut semakin banyak jumlahnya untuk memproduksi air susu. Menurut Nagai, and Sarkar. (1978) proliferasi sel-sel kelenjar mammae terjadi pada saat pertengahan laktasi yaitu hari ke-12, dan saat itu pula terjadi puncak produksi air susu.

2. Bobot Badan Kelompok Anak

Ekstrak daun jinten yang diberikan pada tikus laktasi selain meningkatkan produksi air susu juga meningkatkan pertumbuhan kelompok anak yang mengkonsumsi air susu tersebut. Menurut Cowie dan Folley (1947) pertumbuhan anak tikus sampai hari laktasi ke-20 hanya disebabkan oleh konsumsi air susu dari induknya. Peningkatan pertumbuhan pada semua kelompok anak tikus yang induknya menerima ekstrak daun jinten berbeda nyata ($p < 0.05$) mulai pada hari laktasi ke-20 hingga ke-28. Meningkatnya pertumbuhan kelompok anak tersebut diduga disebabkan oleh kualitas air susu induk yang menerima ekstrak daun jinten lebih baik dibandingkan dengan kualitas air susu induk tikus kontrol dan yang diberi moloco+B12.

Peningkatan bobot badan kelompok anak dari hari laktasi ke-2 hingga ke-28 berturut-turut adalah 425, 476.94, 493.86, 510 dan 408.91 persen pada masing-masing perlakuan ekstrak daun jinten 0, 20, 40, 60, 80 g/kg BB dan moloco+B12.

Tabel 1:
Produksi air susu induk tikus selama penelitian (gram, n = 5 ekor)

Hari ke	Perlakuan daun jinten (gr/kg BB)					
	0	20	40	60	80	Moloco + B12
2	7.20	6.50	2.00	4.30	4.95	3.70
4	3.90	9.25	5.40	12.40	7.50	8.45
6	4.80	8.85	7.55	14.95	12.80	9.25
8	6.50	13.90	10.20	12.45	15.40	13.00
10	18.40	14.65	18.95	14.60	23.50	21.85
12	17.40ab	17.75ab	20.70ab	18.10ab	43.10a	26.05b
14	12.10c	27.50abc	25.05abc	24.85abc	31.10b	37.00a
16	22.75ab	26.75b	10.20ab	13.35ab	17.25ab	46.50a
18	22.50c	27.90b	16.60abc	30.85b	11.80abc	41.00a
20	12.60ab	19.00b	16.90b	15.50b	17.00b	27.30b
22	16.55a	10.40b	7.55ab	11.80bb	5.75a	15.30a
24	3.65b	8.20a	9.10a	12.60a	5.50a	1.90b
26	2.20b	6.95a	11.50a	7.25a	5.70a	1.60b
Total	150.55	197.40ab	161.80b	188.30ab	201.30ab	260.90a

3. Aktivitas dan Perkembangan Kelenjar Mammae Induk Tikus

Kadar DNA dan RNA kelenjar mammae induk tikus yang menerima ekstrak daun jinten meningkat pada pertengahan dan menurun kembali pada akhir laktasi. Secara statistic, peningkatan maupun penurunan ini nyata ($p < 0.01$) dibandingkan dengan kontrol. Analisis statistic memperlihatkan pengaruh faktor waktu yang nyata, sedangkan interaksi antara perlakuan dan faktor waktu tidak nyata mempengaruhi perubahan kadar DNA dan RNA tersebut.

Peningkatan dan penurunan kadar DNA dan RNA kelenjar mammae ini diduga disebabkan pengaruh ekstrak daun jinten dalam meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas memperlambat laju involusi sel epitel kelenjar. Peningkatan produksi air susu pada penelitian ini nampaknya berkaitan dengan peningkatan aktivitas sel-sel kelenjar mammae dan lamanya sel-sel tersebut bertahan hidup. Pada hari laktasi ke-14, kadar DNA meningkat sebesar 40.4, 22.55, 50 dan 75 persen pada kelenjar mammae induk tikus yang menerima ekstrak daun jinten 0, 20, 40 dan 60 g/kg BB (Tabel 3). Penurunan kadar DNA pada kelenjar mammae induk yang menerima ekstrak daun jinten 80 g/kg BB (6%) sejalan dengan mulai menurunnya produksi air susu pada hari laktasi ke-14. Penurunan kadar DNA yang paling cepat terdapat pada kelenjar mammae induk tikus kontrol (45.46%) dan yang menerima moloco+B12 (22.25%), sedangkan penurunan RNA yang paling cepat terdapat pada induk tikus yang diberi ekstrak daun jinten 20 g/kg BB (27.21%) dan moloco+B12 (26.6%).

Tabel 2:
Bobot Badan Kelompok Anak Tikus Selama Penelitian (gram, n = 30 ekor)

Hari Ke	Perlakuan Daun Jinten (g/kg BB)					
	0	20	40	60	80	Moloco+B12
2	146.0	158.2	165.5	159.0	158.7	163.7
4	175.1	186.5	181.0	180.3	192.3	192.0
6	210.0	227.9	230.0	227.0	234.8	239.7
8	266.2	266.2	277.0	266.5	281.7	280.0
10	298.2	315.3	315.6	313.4	337.7	316.4
12	346.0	373.0	371.5	371.0	399.1	364.2
14	410.6	424.0	427.0	421.5	443.2	411.4
16	418.7	483.0	498.5	487.6	490.9	438.1
18	457.4	517.9	528.8	507.0	535.7	508.7
20	495.4c	551.8b	581.2a	469.1ab	581.7a	553.1b
22	569.5ab	626.8b	647.5a	631.3b	653.5a	611.3b
24	565.8b	709.7b	732.9a	722.7a	745.4a	696.5b
26	653.5a	801.9a	822.8a	803.0a	828.0a	756.5b
28	752.1b	912.5b	954.8a	944.2a	967.8a	833.0ab
Total	5764.50	6554.70	6734.10	6503.60	6850.50	6364.60

4. Profil Hormon Tiroksin (T4) Serum

Pengaruh pemberian ekstrak daun jinten cenderung menurunkan kadar T4 serum, sedangkan pada tikus kontrol dan yang diberi moloco+B12, kadar T4nya meningkat pada pertengahan laktasi. Terjadinya penurunan kadar T4 serum pada pertengahan laktasi diduga disebabkan adanya peningkatan metabolisme sel kelenjar mammae. Menurut Riis (1983) penurunan T4 pada saat puncak laktasi disebabkan oleh peningkatan laju “turnover” T4 ke jaringan yang metabolismenya meningkat. Pada tabel 3 terlihat adanya penurunan kadar T4 serum sebesar 3.78, 20.92, 9.09 dan 20.88 persen masing-masing pada induk tikus yang menerima perlakuan daun jinten 20,40, 60, 80 g/kg BB. Sedangkan pada tikus kontrol dan yang menerima moloco+B12 kadar T4 meningkat 3.98 dan 27.53 persen pada pertengahan laktasi. Pada akhir laktasi (hari ke 28) kadar T4 serum naik kembali bahkan melebihi kadar awalnya sebesar 4.26, 1.04, 3.54, 16.89 persen pada tikus yang menerima ekstrak daun jinten 0, 20, 60, 80 g/kg BB dan moloco+B12. Sedangkan pada tikus yang menerima ekstrak daun jinten 40 g/kg BB kadar T4nya menurun 15.15 persen dari kadar awalnya. Penurunan T4 ini sejalan dengan penurunan kadar glukosa. Hal ini juga menunjukkan bahwa daun jinten meningkatkan laju metabolisme di kelenjar mammae induk.

5. Kadar Glukosa Serum

Pemberian ekstrak daun jinten memperlihatkan profil kadar glukosa yang sama seperti T4 yaitu terjadi penurunan pada pertengahan

laktasi dan meningkat kembali pada akhir laktasi. Penurunan kadar glukosa serum pada tikus yang menerima ekstrak daun jinten, diduga disebabkan adanya peningkatan absorpsi glukosa oleh kelenjar mammae dan meningkatnya metabolisme kelenjar tersebut. Glukosa dimanfaatkan oleh kelenjar mammae untuk sintesis laktosa susu dan sumber energy (Bregman, 1973 dan Riis, 1983). Glukosa juga dimanfaatkan untuk sintesis asam lemak dan adanya glukosa tersebut sangat mempengaruhi banyaknya produksi air susu. Penurunan kadar glukosa pada pertengahan laktasi adalah sebesar 17.8, 13.13, 33.49 dan 31.45 persen berturut-turut pada perlakuan ekstrak daun jinten 20, 40, 60 dan 80 g/kg BB..

Tabel 3:
Kadar Glukosa, DNA dan RNA kelenjar mammae, dan hormon Tiroksin

Perlakuan daun jinten (g/kgBB)	Peubah	Waktu (hari) laktasi		
		2	14	28
00	Glukosa (mg%)	81.31 $\pm$ 21.16	91.59 $\pm$ 3.32	96.88 $\pm$ 11.83
	Tiroksin (ug/dL)	1.3009 $\pm$ 0.19	1.3525 $\pm$ 0.19	1.3561 $\pm$ 0.33
	DNA (mg/g)	2.41 $\pm$ 0.90	3.385 $\pm$ 1.40	1.31 $\pm$ 0.46
	RNA (mg/g)	8.80 $\pm$ 2.80	12.45 $\pm$ 1.14	12.45 $\pm$ 1.14
20	Glukosa (mg%)	96.26 $\pm$ 23.28	79.12 $\pm$ 9.48	128.04 $\pm$ 13.76
	Tiroksin (ug/dL)	1.3515 $\pm$ 0.32	1.3004 $\pm$ 0.44	1.3655 $\pm$ 0.49
	DNA (mg/g)	1.47 $\pm$ 0.16	1.8 $\pm$ 0.65	1.23 $\pm$ 0.1
	RNA (mg/g)	9.0 $\pm$ 2.21	11.06 $\pm$ 1.00	6.55 $\pm$ 2.14
40	Glukosa (mg%)	92.52 $\pm$ 5.34	80.37 $\pm$ 12.28	85.04 $\pm$ 19.35
	Tiroksin (ug/dL)	1.3223 $\pm$ 0.32	1.0457 $\pm$ 0.28	1.1127 $\pm$ 0.31
	DNA (mg/g)	1.73 $\pm$ 1.0	2.6 $\pm$ 0.20	1.60 $\pm$ 0.4
	RNA (mg/g)	7.9 $\pm$ 2.2	13.4 $\pm$ 1.60	8.4 $\pm$ 1.8
60	Glukosa (mg%)	112.77 $\pm$ 18.57	75.08 $\pm$ 15.72	97.53 $\pm$ 19.72
	Tiroksin (ug/dL)	1.2556 $\pm$ 0.30	1.1415 $\pm$ 0.16	1.3 $\pm$ 0.44
	DNA (mg/g)	2.0 $\pm$ 0.2	2.4 $\pm$ 0.62	2.07 $\pm$ 0.7
	RNA (mg/g)	6.65 $\pm$ 2.6	11.66 $\pm$ 1.83	6.7 $\pm$ 0.3
80	Glukosa (mg%)	125.62 $\pm$ 23.01	86.11 $\pm$ 11.51	104.94 $\pm$ 8.01
	Tiroksin (ug/dL)	1.4578 $\pm$ 0.55	1.1534 $\pm$ 0.19	1.6926 $\pm$ 0.45
	DNA (mg/g)	2.80 $\pm$ 0.9	2.620 $\pm$ 0.3	2.35 $\pm$ 0.30
	RNA (mg/g)	7.5 $\pm$ 1.7	9.14 $\pm$ 0.35	6.1 $\pm$ 0.96
Moloco + B12	Glukosa (mg%)	125.62 $\pm$ 23.01	81.90 $\pm$ 17.51	111.53 $\pm$ 20.28
	Tiroksin (ug/dL)	1.4578 $\pm$ 0.55	1.4577 $\pm$ 0.35	1.3361 $\pm$ 0.43
	DNA (mg/g)	2.80 $\pm$ 0.9	2.900 $\pm$ 0.3	2.9 $\pm$ 0.86
	RNA (mg/g)	7.5 $\pm$ 1.7	10.20 $\pm$ 0.60	5.96 $\pm$ 10.17

Sedangkan pada tikus kontrol dan yang menerima moloco+B12 kadar glukosanya meningkat 12.64 dan 5.75%. kadar glukosa serum pada awal, pertengahan, dan akhir laktasi disajikan pada Tabel 3. Ekstrak daun jinten nampaknya meingkatkan uptake glukosa oleh kelenjar mammae untuk produksi komponen sisi seperti laktaso, yang menyebabkan kadar glukosa serum menurun saat produksi susu mencapai puncaknya

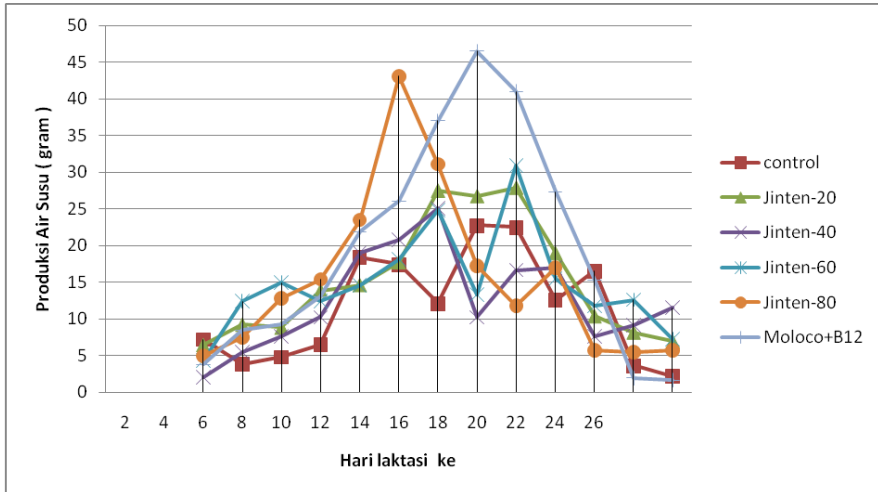
Efek laktagogum daun jinten meningkatkan produksi air susu dan pertumbuhan kelompok anak tikus laktasi. Kelenjar mammae induk tikus laktasi menunjukkan kadar DNA dan RNA yang lebih tinggi pada puncak laktasi dibandingkan dengan tikus kontrol dan yang diberi moloco+B12. Hal ini menunjukkan bahwa efek laktagogum daun jinten adalah melalui proliferasi sel kelenjar mammae. Glukosa adalah salah prekursor yang dibutuhkan untuk sintesis laktosa susu. Pada puncak laktasi kadar glukosa menurun di dalam serum. Penurunan glukosa ini lebih tajam terjadi pada induk tikus yang diberi daun jinten. Hal ini menunjukkan bahwa daun jinten nampaknya meningkatkan laju uptake glukosa oleh kelenjar mammae. Setelah di akhir laktasi glukosa darah meningkat kembali mendekati normal. Hal yang sama terjadi pada kadar T4 serum yang mengalami penurunan pada puncak laktasi. Mengingat fungsi T4 dalam metabolisme sangat penting, dan saat puncak laktasi metabolisme kelenjar mammae meningkat sehubungan dengan aktivitasnya dalam sintesis dan sekresi air susu, maka hormon T4 akan dibutuhkan oleh kelenjar dalam jumlah yang lebih banyak. Dengan adanya daun jinten yang meningkatkan laju uptake glukosa maka T4 juga akan diserap lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergman, E. N. 1983. Glucose Metabolism in Ruminants as Related to Hypoglicemia and Ketosis. In Riis, P. M. *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo
- Collier, R.J. 1985. *Nutritional, Metabolic and Environmental Aspect of Lactation*, pp. 93-116. In Anderson, R. R. , R. J. Collier, A. J. Guidry, C. W. Heald, R. Jenness, B. L. Larson, H. A. Tucker. Lactation. The IOWA State University Press/Ames. USA
- Cowie, A. T. and S. J. Folley. 1947. The Measurement of Lactational Performance in The Rat Studies of Endocrine Controls of Lactation. *J. Endocrinol.* 5 : 9-13.
- Davis, S. R., R. J. Collier, J. P. McNamara, H. H. Head and W. Sussman. 1988a. Effects of Thyroxin and Growth Hormone Treatment of Dairy Cows on Milk Yield, Cardiac Output and Mammary Blood Flow. *J. Anim. Sci.* 66:70-79.
- Grosvenor, C. E. 1961. Thyroid Secretion Rate and Milk Yield in Lactating Rats. *Am. J. Physiol.* 200(3) : 484-485.

- Hart, I. C., J. A. Bins, S. V. Morant and J. L. Ridley (1978). Endocrine Control of Energy Metabolism in The Cow Comparison of The Levels of Hormone (Prolactin, Growth Hormone, Insulin and Thyroxine) and Metabolites in The Plasma of High and Low Yielding Cattle at Various Stages of Lactations Y. *Endocrinol* 7 : 333-345
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia III*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan Jakarta.
- Knight, C. H. and M. Peaker. 1982a. Development of The Mammary Gland. *J. of Reprod. and Fertility*. 65:521-536.
- Mardisworo and Radjamingunsudarmo. 1975. *Cabe Puyang Warisan Nenek Moyang II*. PT Karya Wreda.
- Moeljohardjo, S. D. dan D. E. Purwakusumah. 1991. *Fraksinasi Subseluler*. Kursus Singkat. Laboratorium Biokimia. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor.
- Nagai, J. and N. K. Sarkar. 1978. Relationship Between Milk Yield and Mammary Gland Development in Mice. *J. Dairy Sci*. 61:733-739.
- Riis, P. M. 1983. *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo.
- Sastroamidjojo, A. Seno. 1962. *Obat Asli Indonesia*. Jakarta : PT Pustaka Rakyat.
- Steel, R. R. and J. H. Torrie. 1980. Principle and Procedure of Statistics A Biometrical Approach. Second ed. London :Mc.Graw-Hill Ltd.
- Tucker, H. A. 1964. Influence of Number of Suckling Young on Nucleic Acid Content of Lactating Rat Mammary Gland. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med*. 116:218-220.
- Vanjonack, W. C. and H. D Johnson. 1975. Effect of Moderate Heat and Milk Yield of Plasma Thyroxine in Cattle. *J. Dairy Sci*. 58:507-511.

Lampiran



Gambar 1: Produksi air susu induk tikus dalam setiap pengukuran

EFEK SINAR ULTRA VIOLET (UV) TERHADAP PERSENTASE PENETASAN TELUR, PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS ULAT SUTERA (*Bombyx mori* L.)

Masitta Tanjung¹, Kiki Nurtjahja¹, dan Maria Rumondang

¹ Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sumatera Utara

Email: masittatanjung@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek sinar ultraviolet (UV) terhadap persentase tingkat penetasan telur, pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera (*Bombyx mori* L.) dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang dilakukan adalah penyinaran sinar UV terhadap telur ulat sutera dengan intensitas 30 watt dan waktu penyinaran 0,0; 1,5; 3,0 dan 4,5 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kontrol dan penyinaran 4,5 menit rata-rata persentase tingkat penetasan telur 91,9%, sedangkan penyinaran 1,5 dan 3,0 menit mencapai 96%. Penyinaran UV terhadap pertumbuhan seperti bobot larva instar IV dan V, daya tahan hidup dan bobot pupa tidak menunjukan hasil yang signifikan. Demikian juga terhadap produktivitas ulat sutera seperti panjang serat, bobot kokon, persentase serat dan persentase kulit kokon.

Kata kunci: Ulat sutera, *Bombyx*, sinar ultra violet, pertumbuhan, produktivitas

PENDAHULUAN

Usaha persuteraan alam terutama produksi kokon dan benang sutera mentah dirasakan sangat menguntungkan karena cepat menghasilkan dan bernilai ekonomis tinggi. Menurut Eun (1998, dalam Jakaria, 2004) mengatakan bahwa ulat sutera merupakan serangga yang berdarah dingin dan perkembangannya mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Kendala utama yang dihadapi petani-petani sutera di Indonesia khususnya Sumatera adalah pengetahuan yang kurang tentang teknik pemeliharaan dan cara meningkatkan kualitas ulat sutera, rendahnya produktivitas murbei dan kokon ulat sutera, sehingga penghasilan yang diperoleh masyarakat masih rendah (Andadari *et al.*, 2005). Akibatnya

banyak persuteraan alam di Sumatera yang bangkrut ; seperti PT.NOSDEC Sutera Alam yang ada di Kabanjahe, Tanjung Morawa, dan Medan.

Dalam mengatasi kendala tersebut telah banyak dilakukan penelitian mengenai tanaman murbei dan ulat sutera. Beberapa diantaranya adalah pengaruh perendaman daun murbei dalam larutan gula pasir dan natrium glutamat terhadap mutu kokon dan mutu serat sutera (Sasmijah & Andadari, 1983), Pemberian GA₃ pada pakan buatan (Tanjung, 2001), Efisiensi pupuk cair majemuk magnesium sebagai suplemen tambahan pada murbei terhadap pertumbuhan ulat sutera (Meutia, 2003).

Penggunaan sinar ultraviolet banyak dipakai untuk meningkatkan kualitas produksi dari berbagai tumbuhan, mikroba dan hewan. Pada tumbuhan digunakan untuk mendapatkan suatu varietas yang menguntungkan. Pada mikroba oleh (Suharyono et al, 2007), sinar ultraviolet digunakan dalam mereduksi total mikroba pada susu kedelai, sedangkan pada hewan oleh (Tampubolon, 2006), yang mengatakan bahwa sinar uv dapat meningkatkan kualitas morfologi ikan cupang (Betta sp. Regan) melalui teknik mutagenesis dan teknik ginogenesis pada ikan mas koki ranchu (Carrcius carssiusr. Auratus) dan dari hal di atas peneliti ingin mencobakan sinar ultraviolet pada telur ulat sutera untuk melihat pengaruhnya terhadap tingkat penetasan telur, pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera (Bombyx mori L.).

CARA KERJA

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Genetika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara dimulai dari bulan Juni 2009 s/d bulan Maret 2010. Hewan percobaan yang digunakan adalah telur ulat sutera strain polihibrida yang diperoleh dari pusat pembibitan ulat sutera Candiroto, Temanggung, Jawa tengah. Bahan-bahan yang digunakan berupa kapur (CaCO₃), kaporit, formalin, alkohol 70%, aquadest, dan daun murbei. Peralatan yang digunakan adalah wadah ulat, timbangan analitik, kertas saring, lampu UV 30 watt.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri 4 perlakuan dengan 20 ulangan.

- S1 : tanpa penyinaran
- S2 : perlakuan dengan penyinaran 1,5 menit dibawah UV
- S3 : perlakuan dengan penyinaran 3,0 menit dibawah UV
- S4 : perlakuan dengan penyinaran 4,5 menit dibawah UV

Telur ulat sutera dimasukkan ke dalam 4 wadah masing-masing sebanyak 100 telur. Kemudian dimasukkan ke dalam lemari UV untuk disinari dengan sinar dari lampu UV 30 watt, merk sankyo denki, panjang

gelombang 245 nm, dan jarak 30 cm dari lampu, sesuai perlakuan (0, 1.5, 3.0, dan 4.5 menit). Telur diamati setiap hari, setelah 5 hari penetasan, dilakukan pengamatan terhadap % penetasan dan lamanya penetasan masing-masing diperlakukan dipindahkan ke wadah pemeliharaan sampai instar V. selama pemeliharaan dilakukan pengamatan terhadap ukuran larva. Pengamatan yang dilakukan adalah :

Persentasi tingkat Penetasan. Diamati setelah telur menetas dalam wadah penetasan. Dengan cara wadah dibuka, kemudian dihitung jumlah telur telur menetas.

$$\frac{X}{N} \times 100\%$$

Dimana, X = jumlah yang menetas
 N = jumlah telur awal perlakuan

Daya tahan hidup. Menghitung jumlah larva pada akhir instar IV, dan V mulai dari jumlah total awal larva. Menghitung pada setiap instar dilakukan dengan rumus:

$$\frac{J_{\text{ulaa m-jw uv kl}} - J_{\text{ulaa m i r w n v l s aa r}}}{J_{\text{ulaa m-jw uv kl}}} \times 100\%$$

Lama Instar (hari). Menghitung lamanya setiap instar dari awal sampai akhir instar pada instar IV dan instar V.

Bobot Larva (g). Dilakukan penimbangan bobot pada larva saat larva masuk instar IV dan V.

Bobot Pupa (g). Penimbangan pupa dilakukan dengan cara membelah kokon, kemudian dikeluarkan pupa.

Persentase kulit kokon. Persentase kulit kokon didapatkan dari rumus sebagai berikut:

$$P_{\text{ek kr u}} = \frac{B_{\text{te k n o}} - B_{\text{k eb o p r e k a u r}}}{B_{\text{te k n o}}} \times 100\%$$

Persentase serat sutera. Persentase serat sutera merupakan persentase berat sutera terurai terhadap berat berisi pupa, dinyatakan dalam persen (%).

P e s e r t a n a n s e r a t s u t e r a

Panjang serat sutera. Panjang serat sutera ditentukan bersarkan panjang serat dijulurkan dari sebutir kokon. Panjang serat dinyatakan dalam meter (m)

Analisa Data. Data yang diperoleh dari pengamatan dianalisis dengan menggunakan metode sidik ragam (anova). Apabila diperoleh perlakuan berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan tingkat kemaknaan 5% menurut Gomes & Gomes (1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek sinar ultra violet (UV) terhadap tingkat penetasan, pertumbuhan dan produktivitas ulat sutera (*Bombyx mori* L) adalah sebagai berikut :

Persentase Tingkat Penetasan

Pengamatan terhadap tingkat penetasan telur yang diradiasi oleh uv dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1:

Rata-rata persentase tingkat penetasan telur ulat sutera (*Bombyx mori* L.) yang di sinari sinar ultra violet (uv) dengan lama penyinaran yang berbeda

Lama Penyinaran Telur (menit)	% Penetasan Telur
0,0	91,9
1,5	96,9
3,0	95,5
4,5	91,9

Dari Tabel 1. dapat dilihat bahwa persentase tingkat penetasan telur ulat sutera yaitu pada lama penyinaran 1,5 menit sebesar 96,9 % dan 3,0 menit sebesar 95,5 %. Sedangkan pada lama penyinaran 4,5 menit terjadi penurunan yaitu sebesar 91,9 %, sama dengan kontrol yaitu sebesar 91,9 %. Dari data terlihat bahwa penyinaran sinar uv dengan lama penyinaran 1,5 menit dan 3,0 menit merupakan penyinaran yang baik sehingga sel telur ulat sutera dapat terpacu tingkat penetasannya, sedangkan pada lama penyinaran 4,5 menit dan kontrol (0,0) menit, tingkat penetasannya lebih rendah. Dalam hal ini dapat dikatakan penyinaran mampu memacu tingkat penetasan dengan lama penyinaran sinar uv maksimal selama 3 menit.

Menurut Zul & Febrianis (2003) sinar ultraviolet digunakan sebagai agen mutagenik Karena sinar ultraviolet efektif sebagai agen mutagenik dan lebih murah dibandingkan agen mutagenik yang lain. Menurut penelitian Suhniati *et al* (2005), yang melakukan penelitian pengaruh umur telur *Corcyra cephalonica* stt. Yang diradiasi ultraviolet terhadap perkembangan gen parasitoid *Tricogramma japonicum* Ash. dengan waktu penyinaran 10, 15, 20, dan 30 menit, mengatakan bahwa perlakuan radiasi ultraviolet selama 15 menit pada telur *C. cephalonica* yang berumur satu dan dua hari merupakan perlakuan terbaik. Sedangkan pada perlakuan dosis tinggi 30 menit, albumin telur yang diradiasi mengalami perubahan.

Menurut Allotei (1985, dalam paruki dan Kundu, 2005), mengatakan bahwa radiasi sinar uv menambah kematian ulat sutera sehingga tidak bernilai secara ekonomi. Menurut Goldstein *et al.* (1983), sinar ultraviolet mengakibatkan perkembangan embrio terhambat. Hal tersebut disebabkan karena sintesis protein dalam telur inang menjadi terganggu sehingga sel tidak dapat membelah.

Menurut Purwakusuma (2007), bahwa sinar ultraviolet memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel makhluk hidup dengan mengubah material inti sel, atau DNA, sehingga makhluk tersebut mati. Menurut Jay (1996), bahwa sinar ultraviolet diserap oleh protein dan asam nukleat. Reaksi kimia yang terjadi menyebabkan kegagalan proses metabolisme pada mikroorganisme yang mengarah pada kematian.

Dari hal di atas dapat disimpulkan bahwa persentase penetasan tertinggi yaitu pada waktu 1,5 dan 3,0 menit dimana kandungan nutrisi telur belum mengalami perubahan sedangkan lama penyinaran 4,5 menit, kandungan nutrisi sudah mengalami perubahan sehingga banyak telur yang tidak menetas.

Daya Tahan Hidup Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.)

Dari hasil pengamatan efek penyinaran sinar uv terhadap daya tahan hidup ulat sutera dapat terlihat pada Tabel 2. Berikut:

Tabel 2:
Persentase daya tahan hidup ulat sutera (*B.mori* L.) yang di sinari sinar ultra violet (uv) dengan lama penyinaran yang berbeda

Lama Penyinaran Telur (menit) dengan UV	Daya Tahan Hidup (%)	
	Instar IV	Instar V
0,0	100	100
1,5	100	100
3,0	100	100
4,5	100	100

Dari Tabel 2. menunjukkan bahwa daya tahan hidup ulat sutera instar IV pada lama penyinaran 1,5 menit, 3,0 menit dan 4,5 menit sama dengan kontrol (0,0) menit yaitu 100% atau semua larva (ulat) yang diperlukan tidak ada yang mati. Hal ini menunjukkan bahwa daya tahan hidup ulat sutera pada instar IV dan V tidak terpengaruhi oleh penyinaran sinar uv atau larva ulat sutera mampu beradaptasi.

Noor (1996), mengatakan bahwa individu yang mampu beradaptasi dengan lingkungan atau mampu menampilkan lebih dari satu bentuk morfologi, status fisiologis atau tingkah laku, maka dikatakan memiliki kelenturan fenotipik (*phenotypic plasticity*) yang diduga dikontrol oleh gen. Menurut Warwick *et al.*, (1990), mengatakan bahwa interaksi genetik dengan lingkungan ada hubungannya dengan daya adaptasi suatu bangsa ternak yang dikembangkan dari suatu daerah beriklim sedang kepada suatu daerah beriklim panas.

Menurut Suwartadi (1998 dalam Alvianus *et al.*, 2002), bahwa ulat sutera kecil (instar 1,2, dan 3) akan tumbuh pada kondisi ideal kelembaban 70-90% dan suhu 23-27°C tergantung fase instar sedangkan ulat sutera besar akan tumbuh pada kondisi ideal kelembaban 70-75% dan suhu 23- 24°C. Tetapi secara umum ulat sutera dapat tumbuh baik pada suhu 20-30°C.

Pertumbuhan Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.)

Pengamatan terhadap pertumbuhan ulat sutera (*Bombyx mori* L.) yang disinari oleh ultra violet (uv) yang meliputi lamanya instar, pertambahan bobot larva instar IV dan V, dan bobot pupa dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa lama instar IV dan V terdapat fenomena yang sama dimana tanpa penyinaran sinar uv terlihat periode makan terjadi selama 4 hari, penyinaran 1,5 dan 3,0 menit periode makannya selama 5 hari dan lama penyinaran 4,5 menit periode makan ulat sutra untuk kedua instar selama 4 hari. Hal ini dapat dikatakan bahwa penyinaran sinar uv tidak mempengaruhi lama instar atau periode makan dari ulat sutera.

Tabel 3:
Rata-rata lama instar, pertambahan bobot larva instar IV dan V, serta bobot pupa ulat sutera (*B. mori* L.) yang di sinari sinar ultra violet (uv) dengan lama penyinaran yang berbeda

Lama penyinaran Telur (menit)	Umur Instar (hari)		Pertambahan Bobot Larva (g)		Bobot Pupa (g)
	Instar IV	Instar V	Instar IV	Instar V	
0,0	4,00	4,00	0,1965a±0,06	0,8625a±0,21	0,925a±0,13
1,5	5,00	5,00	0,1225a±0,04	0,9280a±0,13	0,894a±0,19
3,0	5,00	5,00	0,2770a±0,62	0,9600a±0,17	0,906a±0,29
4,5	4,00	4,00	0,1950a±0,02	0,9180a±0,16	0,982a±0,17

Pertambahan bobot larva instar IV terjadi peningkatan dengan lama penyinaran selama 3 menit yaitu 0,2770 g sedangkan yang kontrol hanya 0,1965 g, hal ini terlihat penyinaran dapat meningkatkan bobot larva instar IV, tetapi setelah diuji statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kontrol. Terjadinya pertambahan bobot larva ini disebabkan pada instar IV mengalami perpanjangan periode makan, sehingga menyebabkan peningkatan bobot yang dibutuhkan larva untuk perkembangan.

Pada instar V terjadi peningkatan pertambahan bobot larva pada setiap penyinaran dibandingkan dengan kontrol. Pada kontrol (tanpa penyinaran sinar uv) pertambahan bobot larva instar V hanya 0,8625 g. Namun secara analisis statistik tidak terdapat perbedaan dengan kontrol. Menurut Lubis (1994), untuk memasuki tahap perkembangan selanjutnya, larva harus mencapai bobot yang tinggi. Apabila bobot larva belum terpenuhi, larva melakukan konvensasi dengan meningkatkan laju konsumsi. Peningkatan bobot larva pada instar V juga terjadi karena sejumlah daun yang dikonsumsi larva banyak diubah menjadi sel-sel baru pembentuk tubuh. Dari hasil analisis pemberian penyinaran terhadap lama instar IV dan instar V.

Rata-rata bobot pupa (Gambar 1) dengan lama penyinaran 1,5 menit yaitu 0,894 g; 3,0 menit yaitu 0,906 g; dan 4,5 menit yaitu 0,982 g, berdasarkan uji sidik ragam (ANOVA) tidak terjadi berbeda dengan kontrol (0,0) menit yaitu 0,925 g. Hal ini disebabkan bahwa pemberian dosis penyinaran tidak berpengaruh besar terhadap bobot pupa. Menurut Harm (1980), suatu spesies dapat meningkatkan pertahanan terhadap penyinaran ultraviolet yang dibantu oleh penerangan cahaya tampak yang dikenal fotoreaktivasi.





Gambar 1: Pupa ulat sutera (*Bombyx mori* L.) pada berbagai perlakuan.

Produktivitas Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.)

Dari data pengamatan pengaruh pemberian penyinaran terhadap produktivitas ulat sutera dapat dilihat pada lampiran 8-10. Dari analisis sidik ragam (ANOVA) dapat dilihat bahwa perlakuan dengan beberapa konsentrasi penyinaran tidak memberi pengaruh nyata terhadap persentase kokon, panjang serat, persentase serat, bobot kokon dan bobot kulit kokon.

Tabel 4:

Rata-rata persentase kokon, panjang serat, persentase serat, bobot kokon dan bobot kulit kokon (*B. mori* L.) yang disinari sinar uv pada telur ulat sutera dengan lama penyinaran yang berbeda.

Lama Penyinaran Telur (menit)	Persentase Kokon (%)	Panjang Serat (m)	Persentase Serat (%)	Bobot kokon (g)	Bobot kulit kokon (g)
0,0	22,491a±6,95	628,056a±134,97	23,089a±5,42	1,154a±0,15	0,238a±0,04
1,5	18,949a±3,41	593,112a±102,41	22,282a±4,92	1,10a±0,18	0,206a±0,02
3,0	19,612a±6,70	651,768a±104,42	20,625a±5,00	1,23a±0,16	0,21a±0,05
4,5	20,639a±6,66	616,122a±163,09	20,211a±6,13	1,229a±0,16	0,236a±0,04

Dari Tabel 4. Terlihat bahwa rata-rata persentase kokon tertinggi pada kontrol (0,0) menit yaitu 22,491 %; sedangkan yang terendah yaitu pada 1,5 menit yaitu 18,949% yang secara uji statistik tidak berbeda nyata dengan penyinaran 4,5 menit yaitu 20,639 %, dan 3,0 menit yaitu 19,612%. Persentase kokon ditentukan oleh berat kokon dan berat kulit kokon, disamping itu proses pengokonan juga berpengaruh terhadap kualitas kokon. Menurut Sarangga *et al.* (1992), bahwa mutu kokon sendiri ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: jenis ras ulat sutera, jenis daun murbei yang diberikan sebagai makanannya serta penanganan pasca panen.

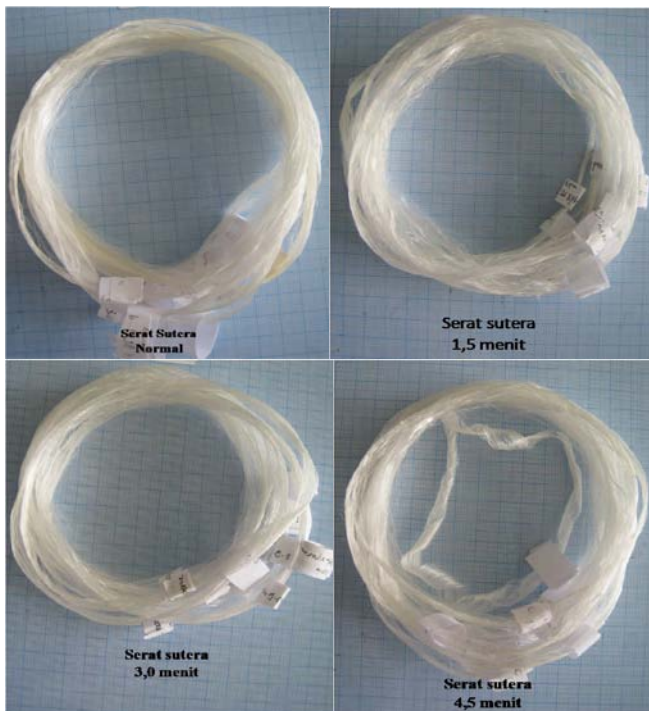
Pemberian sinar ultraviolet berpengaruh terhadap peningkatan panjang serat sutera. Dimana nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan 3,0

menit yaitu 651,768 m. Namun secara uji statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan pada 1,5 menit yaitu 593,112 m; 4,5 menit yaitu 616,122 m; dan kontrol (0,0) menit yaitu 628,056 m.

Menurut Ackremen *et al* (1988), bahwa sinar ultraviolet yang merupakan sinar non-ionisasi, tidak memiliki cukup energi untuk induksi ionisasi, walaupun demikian sinar ultraviolet sangat baik digunakan sebagai mutagen dan pada dosis yang tinggi dapat membunuh sel.

Menurut Katsumata (1984), mengatakan bahwa panjang serat (Gambar 2), dipengaruhi oleh ras ulat sutera, agroklimat, kondisi ulat sutera pada saat membentuk kokon serta kualitas dan kuantitas daun murbei yang diberikan sebagai makanannya saat pemeliharaan.

Rata-rata persentase serat sutera berdasarkan uji statistik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Dimana yang tertinggi adalah kontrol (0,0) menit yaitu 23,089 %; dan yang terendah adalah 4,5 menit yaitu 20,211%. Perbedaan persentase ini tidak terlalu jauh, Hal ini mungkin disebabkan karena lama penyinaran yang di berikan pada perlakuan tidak terlalu berbeda sehingga tidak berpengaruh terhadap persentase serat sutera, dan mungkin juga ditentukan oleh kualitas pakan. Persentase serat sutera merupakan perbandingan antara berat benang dan berat kokon segar.



Gambar 2: Panjang serat ulat sutera (*Bombyx mori* L.) pada berbagai perlakuan.

Menurut Irrawan (2007), bahwa pakan merupakan faktor yang sangat penting diperhatikan dalam pemeliharaan ulat sutera. Sumber pakan ulat sutera harus selalu tersedia setiap saat ketika larva membutuhkan. Pertumbuhan dan perkembangan, serta reproduksinya sangat tergantung dari kualitas dan kuantitas yang dikonsumsi. Kualitas dan kuantitas pakan berpengaruh terhadap kualitas sutera yang dihasilkan. Ulat sutera yang memakan daun dari tanaman yang sesuai akan menghasilkan kokon dengan karakter serat yang berkualitas.



Gambar 3: Kulit kokon ulat sutera (*Bombyx mori* L.) pada berbagai perlakuan

Kulit kokon pada perlakuan secara uji statistik tidak berbeda nyata dengan kontrol. Bobot kulit kokon yang tertinggi adalah pada kontrol yaitu 0,238; dan yang terendah pada 3,0 menit 0,21 g dapat dilihat pada gambar 4. Demikian juga dengan bobot kokon (Gambar 4) yang tertinggi adalah pada penyinaran 4,5 menit yaitu 1,229 g; sedangkan terendah pada penyinaran 3,0 menit yaitu 1,23 g Menurut Sashidran Nair et al (2004 dalam Sadiq, 2008), bahwa hanya daun murbei yang memiliki kualitas yang baik, sebagai sumber makanan yang dapat menghasilkan kualitas kokon yang baik.



Gambar 4: Bobot kokon ulat sutera (*Bombyx mori* L.) pada berbagai perlakuan

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat diperoleh disimpulkan :

1. Persentase penetasan telur tertinggi pada ulat sutra yang diradiasi dengan sinar UV adalah selama 1,5 dan 3 menit yaitu 96,9% dan 95,5%
2. Efek sinar ultraviolet tidak mempengaruhi daya tahan hidup ulat sutera
3. Rata-rata umur inster yang terpanjang adalah pada penyinaran 1,5 dan 3,0 menit. Pertambahan bobot larva instar IV yang paling tinggi adalah pada penyinaran 3,0 menit yaitu 0,227 g. Demikian juga dengan pertambahan bobot larva instar V yang paling tinggi adalah pada penyinaran 3,0 menit yaitu 0,950 g. Bobot pupa yang paling tinggi adalah pada penyinaran 4,5 menit yaitu 0,982 g.
4. Rata-rata persentase kokon yang paling tinggi adalah pada control yaitu 22,49%. Serat sutera yang palingpanjang pada penyinaran 3,0 menit yaitu 651,77m, persentase serat yang paling tinggi pada kontrol yaitu 23,09%, sedangkan bobot kokon yang paling tinggi pada penyinaran 3,0 menit yaitu 1,23 g, dan bobot kulit kokon yang paling tinggi pada control dan penyinaran 4,5 menit yaitu 0,23 g

Saran

Diharapkan bagi penelitian selanjutnya agar menggunakan waktu penyinaran yang bervariasi supaya diperoleh data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackremen. E, Ellis. L. B. M. & Williams. L. E. 1988. *Ilmu Biofisika*. Surabaya: Penerbit Universitas Airlangga. Hal. 238.
- Alvianus, R., Kuncoro, H.W. and Didik, P. 2002. *Analisis Kelayakan Pengembangan Industri Ulat Sutera*. Agritech. Vol.19.No.2.hlm : 66-73.

- Andadari. L. and Ragil S.B Irianto. 2005. *Pengaruh Mikoriza Asburkula Terhadap Pertumbuhan Stek Murbei (Morus alba)*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Vol II No.3.hlm 269-275.
- Eskatusi, D.R. 1992. *Pengaruh Ethyloestrenol Terhadap Pertumbuhan Ulat Sutera (Bombyx mori L.)* pada Larva Instar IV dan V. Program Pascasarjana. IPB, Bogor. hlm. 5.
- Goldstein, L.F. PB Burbutis and DG Ward.1983. *Rearing Trichogramma Nubilale* (Hymenoptera:Trichogrammanidae Irradiated eggs of the European Corm Borer, Ostrinia Nubilalis (Lepydoptera: Pyralidae). J.Ecol.Entomol:76 : 969-971.
- Gomes, K.A. dan A.A. Gomes. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian*. Edisi kedua. Alih Bahasa: Endang Syamsuddin, Justika S.Baharsjah. Universitas Indonesia Press, Jakarta. Hlm. 13-15.
- Irrawan, M. 2007. *Karakter Sutera dari Ulat Jedung (Attacus atlas L.) yang dipelihara pada Tanaman Pakan Senggugu (Clerodendrom serratum Spreng)*. Biodiversitas. Vol VIII.No.3.Hlm: 215-217.
- Jakaria. 2004. *Evaluasi Kelenturan Fenotifik Ulat Sutera Terhadap Suhu Tinggi*.Vol.15.No.2.hlm 170.
- Javan Overseas Cooperation Volunteers. 1975. Sibuyaku.Tokyo. Javan
- Katsumata. F.1984. *Petunjuk Sederhana Bagi Pemeliharaan Ulat Sutera*. Tokyo. Jepang.
- Meutia, C.R. 2003. *Efisiensi Pupuk Cair Majemuk Magnesium Sebagai Suplemen Tambahan Pada Murbei (Morus cathayana L.) Terhadap Laju Konsumsi, Konversi Pakan, Pertumbuhan dan Produktivitas Ulat Sutera (Bombyx mori L.)* Skripsi Mahasiswa Biologi USU Medan.
- Noor.R.R. 1996. *Genetika Ternak*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Paruki, S.I. and Kundu, P.K. 2002005. *Sensitivity of the silkworm, Bombyx mori L. (Lepidoptera: Bombycidae) Larva to Irradiation*. Departement of zoology, Rajhahi University,6205. Bangladesh.
- Purwakusuma W.2007. *Filter Ultraviolet*.http://www.o-fish.com.filter/filter_uv.php.
- Sadiq, M.A., K.Gavindaraju., and G.Singaravelu. 2008. *UV Inpact of The Digestive Physiology of Bombyx mori L.* Journal of Biopesticides. 1(2):226-228.

- Sarangga, P, Annie., Harry, B., Bertha, S. and Noel, L. 1992. *Pengaruh Berbagai Jenis Murbei Sebagai pakan Ulat Sutera (Bombyx mori L.) Terhadap Aspek Biologi dan Mutu Kokon yang dihasilkan.* Jurnal Penelitian Kehutanan. Vol VI.No.2.
- Suharyono, S.A. 2007. *Efek Sinar UV dan Jenis kemasan Terhadap Reduksi Total Mikroba pada Susu Kedelai.* Pasca Panen, Fak. Pertanian, Univ. Lampung.
- Susniahti, N & Agus, S. 2005. Pengaruh Umur Telur *Corcyra cephalonica* **stt.** Yang Diradiasi Ultraviolet Terhadap Perkembangan gan Parasitoid *Tricogramma japonicum* **Ash.** Agricultura. Vol.16.No.3.
- Tazima, Y. 1978. *The Silkworm An Important Laboratory Tool.* Kodasha LTD, Tokyo.pp.
- Tanjung, M. 2001. *Efektivitas Suplementasi Giberelin (GA₃) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produktivitas Ulat Sutera (Bombyx mori L.) Serta Inkorporasi ¹⁴ C- Glisin dan ¹⁴ C- Serin dalam Kokon.* Program Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Tampubolon, I. 2006. *Peningkatan Kualitas Morfologi Ikan Cupang (Betta splendens **Regan**) melalui Teknik mutagenesis dan Ikan Mas Koki (Carassius carassius **Var. Auratus**) melalui teknik Ginogenesis.* Skripsi Bologi USU.
- Zul, D & Febrianis. 2003. *Mutagenesis Pada Kluyveromyces maximus T-2 Penghasil Inulinasi Ekstrasehuler dengan Sinar UV.* Jurnal Natur Indonesia 6(1):24-28.
- Warwick, E.J. M.J. Astuti dan W.Hardjosubroto. 1990. *Pemuliaan Ternak.* Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.

DISTRIBUSI SEL-SEL TURUNAN KRISTA NEURALIS DI JARINGAN PALATUM FETUS MENCIT SELAMA PALATOGENESIS

Salomo Hutahaean

Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara,
Jln. Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155
salhutahaean@yahoo.com

Abstrak

Telah diteliti pola distribusi sel-sel turunan krista neuralis di jaringan palatum fetus mencit (*Mus musculus*, L) sepanjang masa palatogenesis. Sel turunan krista neuralis dikenali dengan ciri petanda sel mengekspresikan protein S-100. Delapan ekor mencit bunting dipelihara pada kondisi eksperimental dan dikorbankan berturut-turut sejak hari ke-12 hingga hari ke-15 kebuntingan. Ekspresi protein S-100 di jaringan palatum fetus yang diperoleh dideteksi dengan teknik imunohistokimia pada irisan penampang *craniofacial* setebal 6 μ m. Hasil menunjukkan, terdapat ekspresi protein S-100 di jaringan palatum fetus mencit. Pada tahap awal palatogenesis, ekspresi cenderung berderajat sedang dan terdistribusi merata di seluruh bagian palatum. Pada tahap pertumbuhan horizontal, ekspresi meningkat terutama di jaringan mesenkim. Pada tahap fusi dan pascafusi, ekspresi cenderung tetap tinggi dengan pola distribusi memusat di mesenkim sepanjang poros bilah. Sel-sel turunan krista neuralis di jaringan palatum tampaknya menjadi sel sasaran agensia-agensia penginduksi cacat *cleft palate*, yang sejauh ini hampir seluruhnya telah dikenali memiliki aktivitas neurofarmaka.

Kata kunci: Cacat celah langit-langit mulut, protein S-100, palatogenesis

PENDAHULUAN

Cacat celah langit-langit mulut (*cleft palate/CP*) adalah jenis cacat bawaan yang sangat sering dijumpai dalam masyarakat, angka insidensinya-- umumnya dihitung bersama-sama dengan bibir sumbing (*cleft lip and palate*)-- tergolong yang tertinggi di dunia dari antara seluruh jenis cacat bawaan yang dikenal, yakni sekitar 1 per 700 kelahiran (Kerrigan, dkk., 2000). Di Indonesia CP termasuk salah satu dari 5 jenis cacat bawaan yang paling sering dijumpai (Kadri dkk., 1995).

Dari berbagai penelitian menggunakan hewan mamalia, telah dikenali sejumlah agensia toksik penginduksi CP, yaitu fenitoin dan

diazepam (obat-obatan antikonfusi), alkohol, glukokortikoid, retinol, hadacidin, dioksin, nikotin dan pelarut-pelarut organik yang biasa digunakan untuk industri (Wyzynski dan Beaty, 1996). Beragamnya faktor penginduksi CP mengakibatkan pengembangan upaya pencegahan menjadi sangat kompleks karena menuntut dikembangkannya bermacam-macam upaya yang spesifik terhadap setiap faktor penginduksi. Oleh karena itu salah satu strategi yang akan besar manfaatnya bagi pengembangan upaya pencegahan CP di masa mendatang adalah mencari kemungkinan adanya kesamaan dalam mekanisme kerja di antara seluruh atau sebagian besar faktor penginduksi sehingga kompleksitas permasalahan dapat disederhanakan.

Dalam kaitan itu Zimmerman dan Wee (1984) menyatakan, hampir seluruh agensia penginduksi CP memiliki aktivitas neurofarmaka. Organ sasaran kerja senyawa-senyawa dengan aktivitas neurofarmaka adalah sistem saraf, dengan demikian pernah muncul dugaan bahwa induksi CP oleh berbagai faktor tersebut diperantarai oleh sel-sel saraf. Akan tetapi, hipotesis induksi CP oleh berbagai agensia dijumpai gangguan langsung di jaringan saraf tidak didukung data, karena pada percobaan kultur jaringan palatum yang dibebaskan dari jaringan saraf CP masih tetap dapat diinduksi. Dengan demikian, induksi CP tidak mensyaratkan keterlibatan sistem saraf pusat. Terdapat kemungkinan, di jaringan palatum terdapat sel-sel khusus non-saraf yang memiliki kemampuan merespon senyawa-senyawa neurofarmaka penginduksi CP. Dalam penelitian dikaji pola distribusi sel-sel turunan krista neuralis di jaringan palatum, untuk mendapatkan informasi anatomis peran mereka dalam palatogenesis. Keberadaan sel-sel turunan krista neuralis di jaringan palatum dikenali dengan petanda sel yang mengekspresikan protein S-100.

CARA KERJA

Mencit (*Mus musculus*) bunting diperoleh dengan cara menempatkan 3 ekor mencit betina dara estrus dalam satu kandang dengan seekor mencit jantan fertil semalaman. Pagi hari dijumpai sumbat vagina ditetapkan sebagai hari ke-0 kebuntingan. Delapan ekor hewan bunting dipelihara di dalam kandang pemeliharaan dan diberikan pakan dan air minum secara *ad libitum*. Berturut-turut sejak hari ke-12 hingga hari ke-15 kebuntingan, masing-masing 2 induk dikorbankan. Dua fetus dari tiap induk diambil secara acak sebagai sampel. Selanjutnya struktur *craniofacial* dari masing-masing fetus sampel diisolasi dan difiksasi di dalam formalin 10%, dan dibuat irisan penampang palatum (*coronal section*) setebal 6 μ m melalui metode parafin (Drury dan Wallington, 1976).

Penentuan ekspresi protein S-100 dilakukan dengan teknik imunohistokimia. Pekerjaan dilakukan mengikuti petunjuk pada kit dari perusahaan (SIGMA). Dua slide (irisian jaringan) palatum dari masing-masing fetus sampel dihilangkan parafinnya dengan xilol, dihidrasi di dalam larutan-larutan alkohol dengan konsentrasi menurun (100, 95, 80, 70, 50, 30%, dan akuades). Setelah itu dilakukan langkah *antigen retrieval*, dengan cara menempatkan slide di dalam larutan asam sitrat (pH 4.0) yang dididihkan di dalam oven selama 15 menit. Setelah itu peroksidase *endogenous* jaringan diinaktivasi dengan H₂O₂ 3%, selanjutnya slide dicuci dan direndam 15 menit di dalam larutan Bovine Serum Albumin 5% (*blocking agent*). Jaringan selanjutnya ditetesi dengan antibodi terhadap protein S-100 (antibodi primer) (SIGMA) dan diinkubasi semalaman, lalu dicuci, kemudian diinkubasikan dengan antibodi sekunder berbiotin. Setelah dicuci, jaringan diinkubasi dengan substrat peroksidase dan akhirnya ditetesi larutan senyawa kromogenik 3-amino-9-ethylcarbazole (AEC). Untuk pewarna imbalanced digunakan Hematoksin Meyer. Jaringan diamati di bawah mikroskop, penilaian tingkat ekspresi ditentukan secara semikuantitatif melalui perbedaan intensitas warna yang timbul. Pola ekspresi S-100 diamati secara *spatiotemporal* di daerah mesenkim dan di daerah epitel wilayah oral, medial dan nasal palatum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil imunohistokimia menunjukkan bahwa, terdapat ekspresi protein S-100 di jaringan palatum fetus mencit selama proses palatogenesis berlangsung. Data semikuantitatif pola ekspresi yang diamati di sejumlah wilayah anatomis palatum pada 4 tingkat perkembangan yang berbeda dirangkumkan di dalam Tabel 1.

Pada palatum fetus tingkat perkembangan hari ke-12 kebuntingan, ekspresi protein S-100 telah dijumpai merata di seluruh bagian palatum dengan derajat kepositipan sedang (++). Posisi kedua bilah palatum pada tingkat perkembangan ini telah melampaui proses tumbuh menaik (*shelves elevation*) dan mulai tumbuh horizontal. Ekspresi protein S-100 berderajat sedang yang dijumpai di palatum sejak masa awal perkembangannya bersesuaian dengan asal-usul jaringan palatum sebagai turunan sel-sel krista neuralis yang bermigrasi pada tahap dini perkembangan fetus (D'Amico-Martel dkk *dalam* Zimmerman dan Wee, 1984). Pada palatum fetus tingkat perkembangan hari ke-13 kebuntingan, dijumpai perubahan pola ekspresi. Ekspresi di jaringan epitel, yang diamati di aspek oral, media, dan nasal palatum, cenderung berkurang (+) sedangkan di jaringan mesenkim tetap pada tingkat sedang hingga tinggi (++ hingga +++). Ekspresi yang tinggi terutama dijumpai di bagian pangkal bilah aspek nasal. Pada tingkat

perkembangan ini bilah palatum telah menyelesaikan sebagian besar proses pertumbuhan horizontalnya sehingga kedua ujung bilah sudah berada dalam posisi berdekatan untuk berfusi.

Tabel 1.
Pola ekspresi spatiotemporal protein S-100 di jaringan palatum fetus mencit (*Mus musculus*, L)

Wilayah anatomis palatum yang diamati		Tingkat perkembangan fetus (kebuntingan hari ke-)			
		12	13	14	15
Epitel palatum	aspek nasal	++	+	-	-
	aspek medial	++	+	fusi	fusi
	aspek oral	++	+	+	+
Mesenkim palatum	sisi luar aspek nasal	++	++	++	++
	sisi luar aspek oral	++	++	+	+
	poros	++	++	+++	+++
	ujung bilah	++	++	fusi	fusi
	pangkal aspek nasal	++	+++	+++	+++
	pangkal aspek oral	++	+	+	+

Keterangan: (-) : tidak dijumpai ekspresi; (+) : ekspresi rendah;
(++) : ekspresi sedang; (+++) : ekspresi tinggi

Tingkat ekspresi protein S-100 yang menurun di area epitel pada saat proses pertumbuhan menaik bilah palatum mengisyaratkan bahwa jumlah sel turunan krista neuralis menurun di epitel. Penurunan tersebut kemungkinan terjadi melalui tingkat proliferasi yang menurun, migrasi sel ke wilayah lain, atau melalui kematian sel selektif. Sebaliknya, ekspresi yang tinggi di mesenkim mengisyaratkan bahwa pada saat shelves elevation proliferasi sel-sel mesenkim meningkat. Peningkatan proliferasi sel mesenkim di palatum pada saat shelves elevation telah pernah dilaporkan.

Proses tumbuh horizontal bilah palatum dan shelves elevation adalah proses genting pada palatogenesis yang harus berlangsung dengan laju tumbuh tertentu agar dicapai ukuran panjang yang cukup untuk mempertemukan kedua ujung bilah pada saat masa untuk berfusi tiba. Proses tumbuh ini membutuhkan sinkronisasi proliferasi dan migrasi sel, sintesis senyawa matriks ekstrasel, dan pengaturan arah tumbuh (Ferguson, 1988). Dalam hal ini, agensia-agensia yang mengganggu proses proliferasi, migrasi, dan kematian sel terprogram dapat mengganggu keberhasilan tahap-tahap palatogenesis dan bermuara pada induksi cacat CP. Khusus untuk ekspresi tinggi yang ditemukan di pangkal bilah aspek nasal, kondisi tersebut diperkirakan berkaitan dengan kontrol arah tumbuh bilah melalui kerja protein-protein kontraktil. Kontrol arah tumbuh bilah ini sangat perlu mengingat kedua bilah palatum tumbuh menjulur di dalam rongga dengan ujung-ujung bebas dan

hanya ditopang oleh struktur bagian pangkalnya. Pengamatan histologis menunjukkan sel-sel mesenkim di daerah pangkal bilah aspek nasal tersusun rapi dengan arah sejajar dengan sumbu bilah.

Pada palatum fetus tingkat perkembangan hari ke-14 kebuntingan, perubahan pola ekspresi terus berlanjut. Di jaringan epitel ekspresi yang rendah (+) masih terlihat di epitel bilah aspek oral, sedangkan di aspek nasal tanda-tanda adanya ekspresi sudah tidak dijumpai sama sekali. Sementara itu epitel medial (*Mid Edge Epithelium /MEE*) tidak dapat lagi diamati karena bilah-bilah telah berfusi. Sementara itu, perubahan pola ekspresi yang lebih tegas terlihat di jaringan mesenkim. Ada kecenderungan peningkatan (++++) dan pemusatan ekspresi di mesenkim yang membangun tubuh bilah palatum, sehingga terlihat sebagai garis tebal horizontal di sepanjang poros bilah yang sudah berfusi. Sebaliknya, tingkat ekspresi di mesenkim sisi luar bilah aspek oral cenderung rendah (+). Pola ekspresi yang dijumpai pada fetus tingkat perkembangan hari ke-14 kebuntingan ini terlihat tidak berubah lagi pada fetus tingkat perkembangan hari ke-15 kebuntingan.

Pada perkembangan hari ke-14 dan hari ke-15 kebuntingan fusi telah berlangsung, kedua ujung bilah telah menyatu dan lapisan epitel medial sebagian mengalami kematian (Kerrigan, dkk., 2000) dan sebagian lagi telah bertransdiferensiasi menjadi mesenkim (Kaartinen, dkk., 1997) sehingga padanya tidak mungkin lagi dilakukan pengamatan adanya ekspresi. Meskipun ujung-ujung bilah palatum telah berfusi masih tetap diperlukan kondisi spesifik untuk mempertahankan fusi agar tetap sinambung dan tidak terlepas kembali akibat tenaga regangan yang timbul ketika struktur-struktur kepala tumbuh membesar. Diperkirakan kondisi seperti ini memerlukan kerja protein-protein kontraktil, mikrotubula, protein-protein tautan sel seperti desmin. Sel-sel yang membentuk sebuah aliran menerus di poros bilah dan menyatukan bilah palatum kiri dan kanan mengekspresikan protein S-100 dengan pola ekspresi yang khas, mengisyaratkan bahwa sel-sel kista neuralis berperan dalam mempertahankan keutuhan hubungan antar bilah dan mempertahankan fusi yang baru terjadi.

Ekspresi protein S-100 yang dijumpai spesifik di jaringan palatum dan berfluktuasi secara spatiotemporal mengisyaratkan bahwa, pada hewan mencit protein sel-sel kista neuralis turut berperan dalam proses palatogenesis yang bermuara pada keberhasilan penutupan langit-langit mulut fetus. Dengan demikian segala macam faktor yang dapat mengubah pola distribusi sel-sel turunan kista neuralis di palatum yang sedang berkembang berpeluang mengganggu keberhasilan palatogenesis dan berpotensi menginduksi *cleft palate*.

DAFTAR PUSTAKA

- Drury, R.A.B., E.A. Wallington. 1976. *Charleton's Histological Technique*. Oxford Univ. Press.
- Ferguson, M.W.J. 1988. Palate Development. *Development* 103 (Suppl): 41 – 60.
- Kaartinen, V., Xiao-Mei Cui, N. Heisterkamp, J. Goffen, dan C.F. Shuler. 1997. Transforming Growth Factor- β 3 Regulates Transdifferentiation of Medial Edge Epithelium during Palatal Fusion and Associated Degradation of the Basement Membrane. *Developmental Dynamics* 2009: 255 – 260.
- Kadri, N., S. Ismael, N. raid, A. Surjono, A. Harianto, I. Mustajab. 1995. Congenital Malformations and Deformations in Provincial Hospitals in Indonesia. *Cong-Anom.* 35: 411 – 423.
- Kerrigan, J.J., J.P. Mansell, A. Sengupta, N. Brown, J.R. Sandy. 2000. Palatogenesis and potential mechanism for clefting. *J.R. Coll. Surg. Edinb.*, 45: 351 – 358.
- Wyzinsky, D.F., dan T.H. Beaty. 1996. Review of the role of potensial teratogens in the origin of human non-syndromic oral clefts. *Teratology* 53: 309 – 317.
- Zimmerman, E.F., E.L. Wee. 1984. Role of neurotransmitter in palate development. In: *Current topics in developmental biology*, vol 19, ed. By: Zimmerman, E.F. ACAdemic press, Orlando Florida. Pp. 37 – 63.

DIVERSITY ODONATA POPULATION IN UPLAND RICE FIELD USING PRODUCTIVITY FERTILIZERS *Soya glicine max* WASTE RELATED TO GROWTH OF PADDY PLANTATION MANI RAMBUNG, SUMATERA

Ameilia Zuliyanti Siregar¹, Che Salmah Md. Rawi² & Zulkifli Nasution³

¹*Postgraduate Student in School of Biological Sciences University Science Malaysia*

²*School of Biological Sciences University Science Malaysia*

³*Dept. Agrotechnology Universitas Sumatera Utara*

zuliyanti@yahoo.com, azs_yanti@gmail.com

ABSTRACT

Odonata community inhabited upland rice field in manik rambung, Siantar as soon as water was available in the rice plots. Out of two hundred fifty individuals separated into 2 sub-orders, 3 families, and 16 species of odonata were recorded. Sub order Zygoptera was represented by family Coenagrionidae (6), such as *Pseudagrion microcephalum*, *P. pruinosum*, *Argiocnemis rubescens*, *Ischnura senegalensis*, *Agriocnemis femina*, *A. pygmaea*; then family Gomphidae (1), consist of *Ictinogomphus* spp; while sub order Anisoptera consist of family Libellulidae (9) such as *Potamarcha congener*, *Orthetrum sabina*, *O. testaceum*, *Diplacodes trivialis*, *Crocothemis servilia*, *N. terminata*, *N. ramburii*, *Tholymis tillarga*, and *Pantala flavescens*. Zygoptera were more higher collected than Anisoptera, while three of dominance pests in rice field were determined as food source of *Agriocnemis femina*. However, odonata was the most common insect with species that are predaceous in the rice ecosystem and Water Productivity Fertilizers from *Soya glicine max* waste can make growth of paddy plantation with related as source of paddy pests. Both larvae and adults are the voracious predators on other insects.

Keywords: Diversity, Abundance, Odonata, Upland, Rice Field, North Sumatera.

INTRODUCTION

Tropical rice field usually have a particularly diverse insect fauna which serve as an important food source for fishes (Fernando 1993). Based on the latest finding by Orr et al (2004), the Indonesian odonates

fauna comprises about 750 species. They include zygopterans and anisopterans. Libellulidae is the most dominant family found in various ecosystems in Indonesia and Malaysia (Che Salmah et al. 1998). In Cambodia, 24 species of Odonata were recorded day trips to the Siem Reap area in lowland areas of Cambodia. There were at least 14 species of rice field Libellulidae (Odonate) in northern Peninsular Malaysia (Che Salmah 1996), Gunnathilagaraj et al (1999) recorded 16 species of Odonata in rice fields of Tamil Nadu, India. Barrion & Litsinger (1994) listed 14 species of Odonata in rice fields of Asia and Africa, and 19 species of dragonflies (Odonata) in Thailand (Asahina 1976), one of important group of freshwater invertebrates in the rice fields. The carnivorous and voracious odonate larvae occupy at the apex of food chain of invertebrate life.

Arai (1996) has discussed the cycling of organic and inorganic materials in modern rice farming in Japan, which treats it as an industry, as a threat to ecological stability and contrary to the long-term goals of human welfare. Succession of the insect community structures in rice fields follows the patterns of water availability and phases of rice growth (Heckman 1974). While Benke (1978) noted that predation by invertebrates was one of the primary determinants of community structure and production of aquatic insects. Odonates are striking aquatic and aerial component of wetland environment, in terms of both biomass and their influence as predators.

Two major factors threaten the existence of dragonflies in their natural environments in Indonesia especially in North of Sumatra. Firstly, the intensive use of pesticides in rice fields had tremendously reduced the diversity of dragonfly fauna as well as other rice pest predators (Heckman, 1979; Barrion & Litsinger 1994). Secondly, the destruction of fresh water habitats due to industrializations and urban development destroyed numerous dragonfly breeding habitats. Despite these many species occurring in this country, very little information has been published on biological and ecological aspects of Indonesia fauna.

MATERIALS AND METHODS

Odonata were sampled at 40 acre area of about ten ha rice field plot in Manik Rambung village in the Simalungun district, North of Sumatera. The area is located at 2°53' 52.8"N and 99° 00' 24.4"E, about 90 km from Medan City at 594 - 602 above sea level with temperature range of 23°C to 37°C. The study area received water from the Siborna dam and the annual rainfall was 188.67 mm in the year, it is about 100 m from highway to Sidamanik. The isolated semi-triangular control plot is bordered by main road in the west and small forestry in the southeast and a

highway to Prapat. There is a village town along the road near the junction to the study area. Scattered human settlements are found across the road and on the other side of stream and a mini-canal. Usually two rice crops were grown in a year. Although the District Office of Agriculture advises the farmers in this district on rice cultivation schedules, the owner of this field cannot follow those schedules closely since his fields depends totally on rainfall for water supply. Rice cultivation in this field was fully mechanized and pesticides were minimally used.

Rice Field Phases

The seven phases was defined according to shaded water areas and physical conditions of the field (Che Salmah et al 1998). Fallow field (I) is the phase immediately after harvest which is uncultivated and filled with short but dense hygrophilous weeds. It may last up to 3 months. Plough (II) is the stage immediately after ploughing before seeding of rice seeds. Soil depressions contain water, usually less than 10 cm deep. A fish culture phase (III) is a wet field when water level could reach up to 5-40 cm. Furthermore the water level was too low for aquatic organisms. Some larval Odonata sampling was carried out during this phase. A farmer make a mini pools to fish raising such as *Cyprinus carpio* or *Tilapia* sp where fish can move freely and feed until eight weeks. Young seedling (IV) is a pre-tillering phase that contains rice plants of approximately 30 cm high. The water surface is almost entirely exposed to direct sunlight. In tiller phase (V) the rice plants have completed tillering but yet to ear. The water surface is half-shaded by the plants. The rice plants ear, produce flower panicles, develop grains and completely shade out of water surface in the mature (VI) phase. Preharvest (VII) phase is usually drained to hasten ripening of grains and facilitate harvesting of rice.

Sampling

Research commenced in September 2008 until to middle December 2008. The areas studied were done in 2 blocks, consist of lowland and terrace rice fields. These rice fields are selected from 5 arbitrary plots (1-5), and 6 replicates are randomly collected from each plot (following combined sampling design of Randomized Complete Block Design and Completely Randomized Design). Aquatic fauna were sampled at random along a transect through the rice field every two weekly along a 200 m x 2.0 m rice field trips near the bunds (levees). Consequently all samples were taken using a core sampler (length 60 cm, diameter 24 cm) driven into the sediment to form a watertight seal used in Standard manner (Lawton,1970; Salmah,1996; Wilson et al, 2007). The

water within the sampler was manually removed and passed through a 500 µm sieve. Captured fauna were transferred to sample jars containing 70% ethanol. Upon return to the laboratory, samples were examined at low magnification (x6.5), morphospecies were counted and voucher specimens identified to either family level or genera where possible were identified keys of Gardner (1954a,1954b), Kumar (1973a, 1973b), Asahina (1976), Akhteruzzaman (1981), Askew (1988), and Chowdhury & Hammand (1994), Shanti (1998), and Orr (2004).

RESULTS

Five hundred eight individuals into 2 sub-orders, 3 families, and 16 species of odonata were recorded in upland rice field such as in Table 1.

Table 1.
Composition of odonata in upland rice fields, Manik Rambung, North Sumatera

Family	Number of species		Species
	A	B	
Coenagrionidae (6 species)	147	140	<i>Pseudagrion microcephalum</i> , <i>P. pruinsum</i> , <i>Argiocnemis rubescens</i> , <i>Ischnura senegalensis</i> , <i>Agriocnemis femina</i> , and <i>A. pygmaeaa</i>
Gomphidae (1 species)	0	2	<i>Ictinogomphus acutus</i>
Libellulidae (9 species)	117	104	<i>Potamarcha congener</i> , <i>Orthetrum sabina</i> , <i>O. testaceum</i> , <i>Diplacodes trivialis</i> , <i>Crocothemis servilia</i> , <i>N. terminata</i> , <i>N. ramburii</i> , <i>Tholymis tillarga</i> , and <i>Pantala flavescens</i> .
Total individuals	264	244	508

Table 2 showed odonata community the higher in upland rice fields recorded at 31 Augustus 2008 (86 individuals) and the lower found at 12 October 2008 (32 individuals). Meanwhile table 3 recorded fluctuations 2 sub-orders (Zygoptera and Anisoptera) in rice fields, while table 4 recorded *Agriocnemis femina* as predators have function as important link in food-cycle in rice fields.

Table 2.
Odonata community in upland rice-fields, Manik Rambung, North of Sumatera

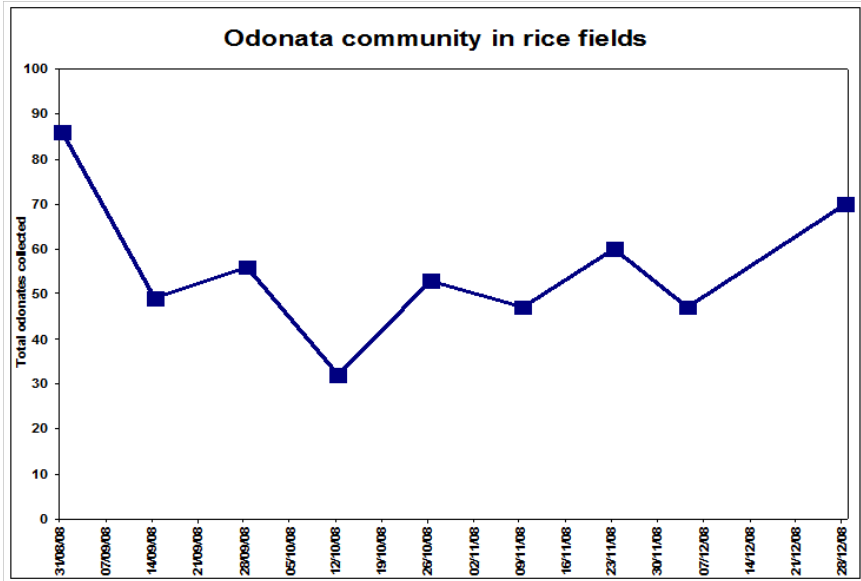


Table 3.
Fluctuations suborders Odonata (Zygoptera and Anisoptera) in rice fields

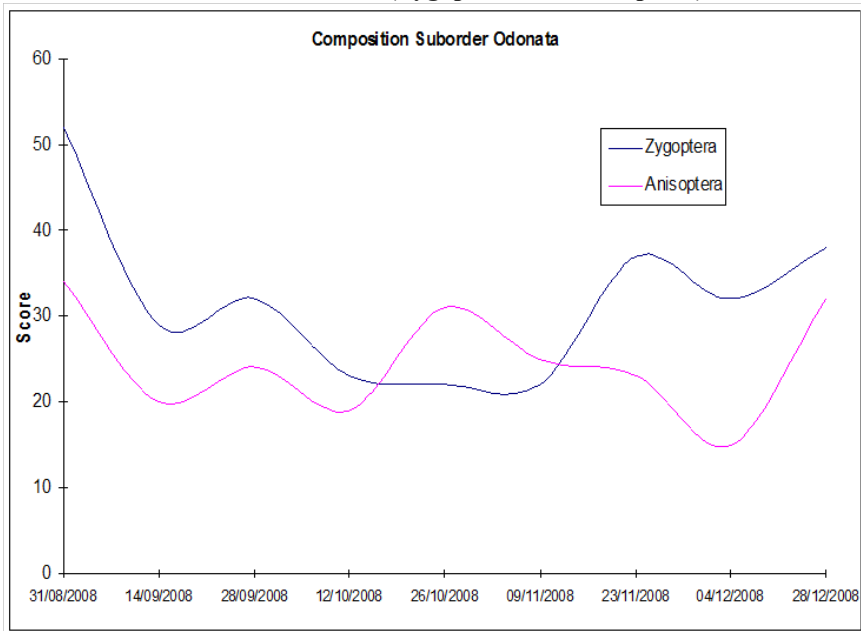
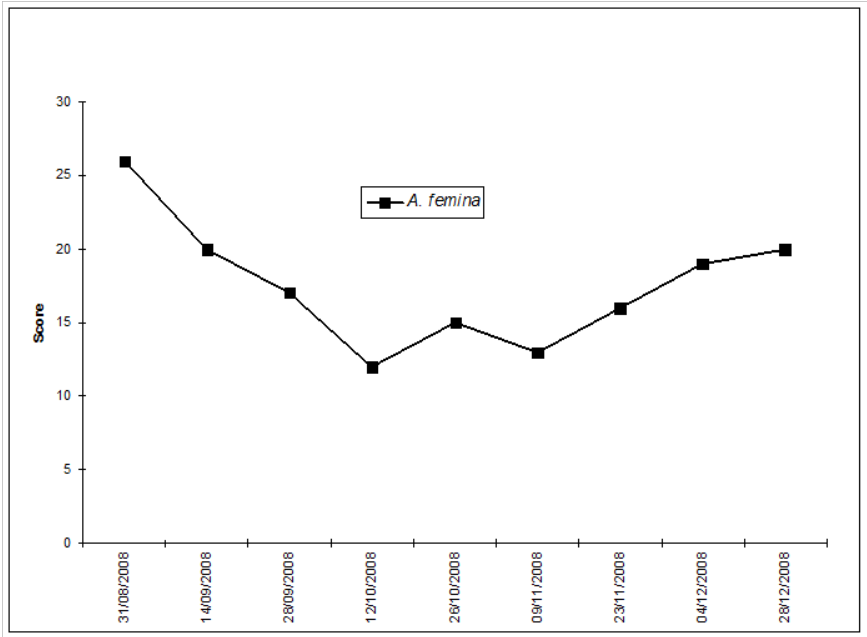


Table 4.
Composition of *Agriocnemis femina* as predators in rice fields



DISCUSSIONS

The Odonate recorded in upland Manik Rambung were higher (2 sub-orders, 3 families, and 16 species). This is supported by Ansori (2006) recorded 4 species (*Ortetrum sabiba*, *Crocothemis servilea*, *Neurothemis terimata*, and *Anaciaeshna jaspidea*) in some rice fields in Bandung. Meanwhile Kandibane *et al.*, (2007) revealed the inventory of 12 Odonata with 9 species dragonflies and 3 species damselflies. However, the densities of family Gomphidae was much lower than that recorded in this study. Fifteen families insects were also recorded by Heckman (1974, 1979) in rice fields of Laos and Thailand that were completely free of pesticides. Similar number of taxa were collected in the Phillipines (Mogi & Miyagi 1990). The existence of odonata in the rice field was totally dependent on the availability of water, suitable of environmental factors, lack of foods, lack of habitat, using fertilizers, industri chemicals, and pesticides (Clarke, 1993; Dunham, 1994; Hardersen & Wratten, 1998, Leitao *et al.*, 2007). Temporary drying especially in rainfed rice fields was a major factor that reduced the abundance of most insect communities (Mogi 1993). However, odonata is the largest insect order, which is entirely predaceous in rice ecosystem.

Both naiads and adults are the voracious predators on other insect (Krishnasamy *et al.*, 1983).

As indicated by Heckman (1974) one of insect, odonates are early colonisers. They reappear in the rice field as soon as the water sets in. In this study, their populations were found in the rice field likely in table 2 as soon as the water was available. Release from microrefugia such as soil cracks or the space among dense rice tillers may have contributed to their prompt appearance in the fields. Many of these species such as Odonata (Corbet 1980, Che Salmah 1996) compensated for the high attrition rate during the dry seasons (August 2008 and late Dec 2008) by being very prolific when conditions were optimal for growth of odonata. Then large amount of fertilizers and herbicides were applied to the actively growing rice plants. Nutrients availability coupled with high penetration of sunlight resulted in high production of phytoplankton (Ali 1988).

In agricultural environments, predators of pest species is one of key components of biodiversity, mediating processes such as pest control, crop reproduction, nutrient cycling and decomposition (Cohen *et al.*, 1994; Schoenly *et al.*, 1998; O'Malley, 1999). Table 3 showed suborder zygopteran more than higher than suborder Anisoptera. The abundance of food resulted in proliferation of prey species which eventually led to an increase in predator abundance, it has been reported that the mean total density of macroinvertebrate was positively correlated with the densities of predators such as odonates and predatory midges (Thorp & Cothran 1984).

The abundance of relatively diverse animal community in this rice field implied a continuous availability of preys in this habitat. Although factors such as prey availability and refugia determined the actual preys available to the predators, mortality due to starvation was presumably uncommon for most predator species. Settle *et al.*, (1996) found that the delay of predator population development after agrochemical application resulted in predators effectively developing too late to control pest populations. Therefore, pesticide applications can continue to influence the composition of rice field communities as the growing season progress, retarding predators development and indirectly leading to increases in pest herbivore populations.

Families Coenagrionidae and Libellulidae are predators, especially *Agriocnemis femina* (table 4) supposed statements are in agreement with finding of Person and Franklin (1968) with 3 species (*A.femina*, *A. pygmaea*, *Ischnura* spp) were present in both the rice ecosystems. Then Shelton and Edwards (1983) viewed which dominant species of insects with more number of individuals always preferred stable ecosystem and had ability to survive in existing minimum and

maximum environmental conditions in the cropping area through out the season, where as rare sp[ecies had less number of individuals and their occurrence is based on choice. Many species of them are aggressive, eating on most of other insects. Cannibalistic Coenagrionid consume all types of aquatic species of suitable sizes and textures (Chutter 1961, Pritchard 1964, Thompson 1978, Folsom & Collins (1984), Blois 1985) such as orthoptera, corixids (Folsom 1980), and anopheles mosquitoes. In this study Coenagrionid appeared to be the most important predators due to their high population densities as compared to other predators. Nevertheless dysticids, hydrophilids, notonectids and damselfly larvae had caused 89% mortality of mosquito larvae in artificial ponds (McDonalds & Buchanan 1981). Therefore the prey-predator interactions play an important role in regulating the community of aquatic insects in this rice field.

CONCLUSIONS

1. Odonata is very important species in an upland rice fields.
2. Conserve rice field environmental factors can be to preserve the species of Odonata
3. 508 individuals, 2 suborders, 3 families, and 16 species of odonata were recorded.

ACKNOWLEDGMENT

This research was funded in National Strategic Donation by Ministry of Education Higher Republic of Indonesia. We thank Mr. Boy Risman Silalahi for field assistance.

REFERENCES

- Ali BA. 1988. Water quality in rice fields and swamp ponds and its relationship to phtoplankton growth in rice field fish culture system. *Trop Ecol* 29: 63-70.
- Arai Y. 1996. Adapataion of red dragonflies in Japanese paddy fields. *The N Insects* 31 (8): 23-26.
- Asahnia S 1979). An illustrated key to the dragonflies found in the padddy field of Thailand. *IABCR-NEWS* No.4.
- Barrion AT & JA Litsinger. 1994. Taxonomy of rice insect pests and their arthropods parasites and predators. In Heinrichs EA (Ed.). *Biology and management of rice insects*. Wiley Eastern Limited. New Age International Limited, New Delhi. Pp. 13-359.

- Benke AC. 1978. Interactions among coexisting predators: a field experiment with dragonfly larvae. *J Anim Ecol* 47: 335-350.
- Blois C. 1985. The larval diet of three anisopteran (Odonata) species. *Freshwat Biol* 15: 505-514
- Che Salmah MR, Hasan STS, Abu Hassan A & Ali AB. 1998. Influence of physical and chemical factors on the larval abundance of *Neurothemis tullia* (Drury) (Odonata: Libellulidae) in a rain fed rice field. *Hydrobiologia* 389: 193-202.
- Che Salmah MR. 1996. *Some aspect of biology and ecology of Neurothemis tullia (Drury) (Odonata: Libellulidae) in laboratory and rain fed rice field in Peninsular Malaysia*. Ph.D Thesis, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor.
- Corbet PS. 1962. A biology of Odonata. London. HF and Witherby Ltd.
- Corbet PS. 1980. A biology of Odonata. *Ann Rev Entomol* 25: 187-217.
- Cohen JE, Schoenly K, Heong KL, Justo H, Arida G, Barrion AT, Litsinger JA. 1994. A food web approach to evaluation of the effect of insecticide spraying on insect pest population dynamics in a Phillipine irrigated rice ecosystems. *J. Appl Ecol* 31: 747-763.
- Chutter FM. 1961. Certain aspects of the morphology and ecology of the nymphs of several species of Pseudagrion Selys (Odonata). *Arch. Hydrobiol* 57: 430-463.
- Clarke GM. 1993. Fluctuating asymmetry of invertebrate populations as a biological indicator of environmental quality. *Environmen. Pollut.* 82: 207-211.
- Dunham M. 1994. The effects of physicals characters on foraging in *Pachydiplax longipennis* (Burmeister) V (Anisoptera: Libellulidae). *Odonantologica* 23: 55-62.
- Fernando CH. 1993. Rice field ecology and fish culturean overview. *Hydrobiologia* 259: 91-113.
- Folsom TC. 1980. Predation ecology and food of the larval dragonfly *Anax junius* (Aeshenidae). Ph.D thesis, University of Toronto, Canada.
- Folsom TC & Collins C. 1984. The diet and foraging behaviour of the larval dragonfly *Anax junius* (Aeshenidae) with assessment of the role of refuges and prey activity. *Oikos* 42: 105-113.
- Gunathilagaraj K, RP Sounsarajan, N Chitra & M. Swamiappan. 1999. Odonata in thye rice fields of Coimbatore. *Zoo's Print J* 14: 43-44.

- Hardersen S, Wratten SD. 1998. The effects of carbaryl exposure of penultimate larval instars of *Xanthocnemis zelandica* on emergence and fluctuating asymmetry. *Ecotoxicol* 7: 297-304.
- Heckman CW. 1974. The seasonal succession of species in a rice paddy in Vientiane, Laos. *Int.Revue ges. Hydrobiol* 59 (4): 489-507.
- Heckman CW. 1979. Rice field ecology in north-eastern Thailand. The Hague: Junk.
- Krishnasamy N, OP Chautian & RK das. 1983. *As some common predators of rice insects pests in Assam, India*. IRRN 9: 15-16.
- Kumar A & V. Khanna. 1983. A review of the taxonomy and ecology of Odonata larvae from India. *Oriental Insects* 17: 127-157.
- Leitao S, P Pinto, T Pereira, MF Brito. 2007. Spatial and temporal variability of microinvertebrate communities in two farmed Mediterranean rice fields. *Aquat Ecol* 41: 373-386.
- Mcdonal G & Buchanan A. 1981. The mosquito and predatory insect fauna inhabiting freshwater ponds, with particular reference to *Culex annulirostris* Skuse (Diptera: Culicidae). *Aust J Ecol* 6: 21-27.
- Merrit RW & Cummins KW. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publ.
- Mogi M. 1993. Effect of intermittent irrigation on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and larvivorous predator in rice fields. *J Med Ent* 30 (2): 309-319.
- Mogi M & Miyagi I. 1990. Colonization of rice fields mosquitoes (Diptera: Culicidae) and larvivorous predators in asynchronous rice cultivation areas in the Phillipines. *J Med Entomol* 27 (4): 530-536.
- O'Malley RE. 1999. Agricultural wetlands management for conservation goals. In Batzer D, rader R, Wissinger S (eds) *Invertebrates in freshwater wetlands of North America*. Wiley, New York. Pp. 857-885.
- Orr AG. 2005. Dragonflies of Peninsular Malaysia and Singapore. *Natural History Publications* (Borneo), Malaysia. Pp.1-125
- Pearson WD & DR Franklin. 1968. Some further factors affecting drift rates of Bactis and Simuliids in large river. *Ecology* 4: 75-81.
- Pritchard G. 1964. The prey of dragonfly larvae (Odonata: Anisoptera) in ponds in northern Alberta. *Can J Zool* 42: 785-800.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Schoenly KG, Justo, Barrion AT, Harris MK, Botrell DG. 1998. Analysis of invertebrate biodiversity in a Phillipine farmer's irrigated field. *Environ Entomol* 27: 1125-1136.
- Shelton MD & CR Edwards. 1983. Effects of weeds on the diversity and abundance of insects in soybeans. *Environ Entomol* 12: 296- 298.
- Thompsons DJ. 1978. The natural prey of larvae of the damselfly, *Ischnura elegans* (Odonata). *Freshwat Biol* 8: 377-384.
- Thorp JH & Cothran ML. 1984. Regulation of freshwater community structure at multiple intensities of dargonfly predation. *Ecol* 65 (5): 1546-1555.

MARK RELEASE RECAPTURE (MRR) OF *Agriocnemis femina* (ODONATA: Coenagrionidae) IN UPLAND RICE FIELD AT NORTH OF SUMATERA

Ameilia Zuliyanti Siregar¹, Che Salmah Md. Rawi² & Zulkifli Nasution³

¹Postgraduate Student in School of Biological Sciences University Science Malaysia

²School of Biological Sciences University Science Malaysia

³Dept. Agrotechnology Universitas Sumatera Utara

zuliyanti@yahoo.com, azs_yanti@gmail.com

ABSTRACT

Upon release, we carried out a mark-release-recapture study to monitor the movements of damselfly's *Agriocnemis femina* (Odonata: Libellulidae) adults in upland rice field. Both male and female dragonflies were widely distributed within their home range of approximately **35 m** radii. Adult movements were highly localized and the longest distance traveled was about **90 m**. Males compare females were from 25 caught using Mark Release Recapture (MRR) were 1360 individuals and 1033 individuals. Lincoln index (N) calculated from 25 caught with score 14.20-47.54. Active feeding activity of both sexes *A. femina* reflected effective predation of pests in upland ricefield.

Keywords: local movement, *Agriocnemis femina*, upland rice field, North of Sumatra.

INTRODUCTION

One way to understand the distribution and abundance of organism to perform mark recapture studies on a species within its environment. *Agriocnemis femina* is a small damselfly endemic in Sumatra. If field studies are intensive, the data will not only help as certain the role of a species in its environment, but the study can serve as a model for analyzing population of the same or similar species, such as to butterfly was done by Erlich *et al.*, (1975).

Small sized zygopteran, *Agriocnemis femina* commonly found in tropical rice fields (Asahina *et al.*, 1972; Ek-Amnuay 1982; Heckman 1974, 1979) continuously harbour around rice plants, thus rendering them a suitable natural enemy of rice pests (Fraser 1936; Maimon *et al.*, 1994; Van Vreden & Ahmadzabidi 1986; Yasumatsu 1975). Other rice field species such as *Orthetrum j. japonicum* (Uhler), *Sympetrum spp.* and

Pantala flavescent (Burmeister) are stronger fliers, bigger in size and usually prefer bigger moving preys (Watanabe 1986; Micheils & Dhondt 1986; Kumar 1984). Although these species can colonize a wider range of habitats, most of the important rice pests are small micro lepidopteran and leaf and plant hoppers that live close to the plants (Pathak 1975), hence not easily accessible to them.

This study investigates the movement pattern and sex ratio of *Agriocnemis femina* in rice field using Mark Release Recapture (MMR). The gut contents of a dragonfly represent the feeding activity on the day an individual is collected (Mayhew 1994). Thus the feeding pattern and gregariousness of this species would reflect its potential as a predator of rice pests.

Description of Study Sites

A rich source of *Agriocnemis femina* was discovered in an 10 ha rice field plot in Manik Rambung Village, Siantar, North of Sumatra. The rice field depends on irrigated with 2 rice crops are grown in a year. Rice cultivation is fully mechanized with minimum pesticides usage. The first plot is a small area on a 30° incline. The facing slope measure 20 m by 20 m with 4 plot areas. A small underground water source emerges 15 m of the study site near to highway of Sidamanik, tea plantation areas. The short section of stream was also sampled.

MATERIALS AND METHODS

Individuals were marked on the wing with a unique member using a permanent pilot felt tipped pen and released at the place of capture. Individuals from the channel site with a dash (- 120) to prevent confusion with individuals from the area below. The following data were recorded for each capture: 1) Number: 2) Sex ratio: 3) State of maturity: 4) activity: and 5) quadrat.

Agriocnemis femina was studies between 21 May 2009 until 13 August 2009 using the mark-release-recapture (MRR) technique. A preliminary observation showed tat this species moved less than 35 m from a release point. Thus its home range is within 35 m radii. Therefore 8 points (stations 1 through 8) in the rice field were selected as capture and release stations. There are drainage canals (2 m wide) around the plots and canal runs approximately across the centre of the study area near same of the mark and release station. The adults were captured from 0900 hr until 1200 hr using a 30 cm-diameter butterfly net. (May 1980; McVey 1985; Tan & Jaal 1986) at 3 to 4 day intervals.

The sex of individual odonate, marking and recapture stations were recorded. Recaptured adults were categorized into residents and non-residents based on their marking stations. Residents referred to those

that were marked in one station and recaptured in another. The non-residents were further divided into 2 groups: as emigrants, according to their station of capture and mark, and as immigrants according to their station of recapture (Sonleitner & Bateman 1963).

RESULT

Comparison Adults of Male and Female *A. femina*

According to table 1 showed 2393 individual of *Agriocnemis femina* were marked. More less than of 1033 females captured, marked and released (43.17%) of the recaptured males such as 1360 (56.83%) of the recaptured females had moved to a different station before they were recaptured.

Table 1.
Calculation sex ratio of *Agriocnemis femina* at Manik Rambung, Siantar

Tanggal	Stasiun	Jenis Kelamin		Total
		♂	♀	
18-3-10	1-8	23	16	39
21-3-10	1-8	22	27	49
25-3-10	1-8	40	29	69
28-3-10	1-8	35	47	82
01-4-10	1-8	32	37	69
04-4-10	1-8	48	31	79
08-4-10	1-8	65	50	115
11-4-10	1-8	72	48	120
15-4-10	1-8	86	60	146
18-4-10	1-8	95	63	158
22-4-10	1-8	87	70	157
25-4-10	1-8	77	77	154
29-4-10	1-8	82	75	157
02-5-10	1-8	58	55	113
06-5-10	1-8	65	48	113
09-5-10	1-8	60	41	101
13-5-10	1-8	66	44	110
16-5-10	1-8	66	42	108
20-5-10	1-8	61	40	101
23-5-10	1-8	62	37	99
27-5-10	1-8	50	33	83
30-5-10	1-8	42	25	67
02-6-10	1-8	36	22	58
06-6-10	1-8	30	16	46
Total	1-8	1360	1033	2393

Residents Range and Lincoln Index

Adults were classified into 3 states of maturity: teneral, juvenile, and maturity. Teneral had just enclosed and possessed glistening wings,

soft bodies and pale colours. Teneral were delicate and required great care in marking. Juveniles possessed a hardened cuticle but were not sexually mature. We classified all light green colour of female as juvenile. Mature colour with reproductively active, their colour greenish reflection. Some pairs found were also found in Copula, but they were probably near to changing colour. ♂ hind wings (hw) 10 mm, labrum metallic purple ♀ polymorphic, mature with variable marking, immature bright red, bifurcated flap, common in drains and ponds in disturb, open areas, 0-1600 metres, slow flowing water, tropics, abdomen with line green and caudal orange (see figure 1). Components of residents and non-residents in each stations. More residents were recaptured at stations 1, 3, 7 and 8. In stations 7 and 8, majority of the recaptures were residents since these stations were comparatively far from other stations and were densely covered by grasses suitable for dragonfly habitats.



Figure 1. *Agriocnemis femina* (2009)

Travel distance recorded was only that between released (marked) and recaptured (remarked) stations. Residents ranged from 21.86 % to 40.00% and Lincoln index showed score range between 14.20 and 47.54 (Table 2).

Table 2.
MRR *Agriocnemis femina* at Manik Rambung Village, North Sumatera

Marking occasion	Date	Temperature (°C)	Wind M per min	Interval days	Colour	New Mark	Spoilt	Recapture	Total Recapture	Total Release	% Recapture	Lincoln index
1	14-3-10	36.0	57.8	4	White					39		
2	18-3-10	36.0	48.5	3	White	39	9	32	80	71	40.00	17.58
3	21-3-10	35.5	36.5	4	White green	49	8	20	77	69	25.97	14.20
4	25-3-10	35.8	34.5	3	White green	69	6	26	101	95	25.74	18.88
5	28-3-10	36.0	25.8	4	Green Oranye	82	5	28	115	110	24.35	20.87
6	01-4-10	36.5	27.9	3	Green Oranye	69	7	35	111	104	31.53	23.22
7	04-4-10	37.0	41.5	4	Green Oranye Adults	79	9	55	143	134	38.46	32.43
8	08-4-10	36.0	29.7	3	Green Oranye Adults	115	12	60	187	175	32.09	39.43
9	11-4-10	36.5	41.8	4	White green	120	10	65	195	185	33.33	42.16
10	15-4-10	37.0	42.5	3	White green	146	8	69	223	215	30.94	46.86
11	18-4-10	35.5	39.6	4	White green	158	12	68	238	226	28.57	47.54
12	22-4-10	37.0	43.6	3	Green Oranye	157	11	47	215	204	21.86	36.17
13	25-4-10	36.5	28.5	4	Green Oranye	154	6	56	216	210	25.93	41.07
14	29-4-10	37.0	44.6	3	Green Oranye Adults	157	5	48	210	205	22.86	36.76
15	02-5-10	36.5	43.7	4	Green Oranye Adults	113	9	50	172	163	29.07	34.66
16	06-5-10	35.5	54.4	3	Green Oranye Adults	113	8	45	166	158	27.11	32.18
17	09-5-10	35.5	53.6	4	White	101	7	55	163	156	33.74	35.61
18	13-5-10	37.0	56.4	3	White	110	12	52	174	162	29.89	35.31
19	16-5-10	35.5	45.8	4	Green Oranye	108	10	46	164	154	28.05	32.26
20	20-5-10	36.0	39.6	3	Green Oranye	101	6	39	146	140	26.71	28.14
21	23-5-10	35.5	43.7	4	Green Oranye Adults	99	6	37	142	136	26.06	26.93
22	27-5-10	37.0	52.6	3	White green	83	8	30	121	113	24.79	22.04
23	30-5-10	36.0	43.8	4	White green	67	5	28	100	95	28.00	19.75
24	02-6-10	35.5	34.5	3	Green Oranye	58	8	26	92	84	28.26	17.95
25	06-6-10	35.0			Green Oranye	46	5	30	81	76	37.04	18.16

DISCUSSION

Comparison Adults of Male and Female *A. femina*

A total of 2393 individual of *Agriocnemis femina* were marked, consist of 1033 individuals females captured, marked and released (43.17%) compare to males were 1360 individuals (56.83%) of the recaptured had moved to a different station before they were recaptured. The majority of *Agriocnemis femina* moved considerably within 20 m radii. About 5% of the females and slightly less males released at station 3 were recaptured at station 4, approximately 32 m apart. Less than 3% of individuals translocated between stations that were 46-73 m from each other (stations 7 & 4 and stations 7 & 8). These lower percentages of recovery were also related to the recapture rate (Che Salmah 1996). Nevertheless, it can be concluded that the common home range for *Agriocnemis femina* is approximately 30 m. Limited spatial movements resulted in very localized distributions of *Agriocnemis femina* within its breeding habitat. The farthest distance covered in this study was 130 m (stations 1 & 8).

Residents Range and Lincoln Index

In general, dragonflies are more mobile and more conspicuous (Watanabe & Higashi 1989). *Sympetrum* spp. fly over longer distances beyond their reproductive areas (Watanabe & Taguchi 1988; Michael & Dhondt 1991). Males of *S. darwinianum* fly over a distance of 1.1 km. In contrast, mobility is low in many species of damselflies (Parr & Parr

1979). *Ischinura elegans* (Van der Linden) do not move more than 100 m. About 47 to 71% of males and about 61% of females remain within the immediate surrounding of their emergence sites (Parr 1973). Males of *Calopteryx aequabilis* move an average distance of 35 m while females travel only about 50 m in a day (Conrad & Herman 1990). Due to short distances and weak fluttering flight (Fraser 1936), the movement of *N. tullia* resembles that of the damselflies.

Habitat availability of fruits flies for example, availability of fruits is the main factor influencing their movements around an orchard (Sonleitner & Bateman 1963); Tan & Serit 1994). In the rice fields, harvesting of rice removes a large area of suitable habitats for *A. femina*. The odonates then resort to ratoon crops and grasses around the fields. Stations 1 through 6 for instance, were delimited by small bunds that formed the edge of a drainage canal. After ploughing, only grasses along the bunds were available in the area. Consequently, less odonates found their shelters there. In contrast, stations 7 and 8 were bordered by a drain and bunds densely covered by grasses.

While residents ranged from 21.86 % to 40.00% and Lincoln index showed score range between 14.20 and 47.54. Compare some index such as Jaccard, Jolly-Seber, etc. Lincoln index can used for determine estimate population insects in the filed. Otherwise, very little movements out of these stations were observed. Highly localized movement enables the species to be widely distributed within its home range. A small body size enables this odonate species to actively hover around rice plants and prey on pest species including those located in between the leaf blades. Since this species feeds actively throughout the day, most pest species as well as those that are active at different hours will be accessible to it. This study indicates that *A. femina* has a good potential to be an effective predator in the rice field.

Conclusions

Male and female of *A. femina* were widely distributed within their home range of approximately 35 m radii. Adult movements were highly localized and the longest distance traveled was about 90 m. Twenty five caught using Mark Release Recapture (MRR) collected males compare females were 1360 individuals and 1033 individuals. Lincoln index (N) calculated from 25 caught with score 14.20-47.54. Active feeding activity of both sexes *A. femina* reflected effective predation of pests in upland ricefield at Manik Rambung, North of Sumatera.

Acknowledgements

We are indebted to Boy Risman Silalahi and Rivo Hasmendar for

helping us in the field. We are very much grateful to Mr. Silalahi and Mr. Nainggolan and family for allowing us to work in their rice field. Thanks are due to DR. Che Salmah Md. Rawi for reading and comments on the earlier version of this manuscript. This research was funded by Hibah strategis Nasional of Ministry of Higher Education Indonesian, Universiti Sumatera Utara and University Science Malaysia.

References

- Asahina, S., T. Wongsiri & A. Nagatomi. 1972. The paddy field Odonata taken at Bangkok, Bangkok. *Mushi* 46: 107-109.
- Anholt, B.R. 1992. Sex and habitat difference in feeding by adult damselfly. *Oikos* 65: 428-432.
- Che Salmah, M.R. 1996. *Some aspects of Biology and Ecology of Neurothermis tullia (Drury) (Odonata:Libellulidae) in the Laboratory and Rainfed Rice Field in Peninsular Malaysia*. Ph.D. Thesis. Universiti Pertanian Malaysia. Serdang, Malaysia.
- Conrad, K.F. & T.B. Herman. 1990. Seasonal dynamics, movements and the effects of experimentally increased female densities on a population of imaginal *Calopteryx aequabilis* (odonata: Calopterygidae). *Ecological Entomology* 15: 119-129.
- Ek-Amnuay, P. 1982. *Taxonomy of the Family Libellulidae in the Central area of Thailand*. M.Sc. Thesis, University of Kasetsart, Bangkok, Thailand.
- Fraser, F.C. 1936. *The Fauna of British India Including Ceylon and Burma: Odonata*. Vol III. Fleet Street, London.
- Heckman, C.W. 1974. The seasonal succession of species of rice paddy in Vientiane Laos. *Internationale Revue Ges. Hydrobiologie* 59: 489-507.
- Heckman, C.W. 1979. *Rice Field Ecology in Northeastern Thailand*. W. Junk, The Hague.
- Kumar, A. 1984. On the life history of *Pantala flavescens* (Fabricius) (Odonata:Libellulidae). *Annals of Entomology* 2: 43-50.
- Ratin, Nor aini Dan & N.K. Ho. 1994. Distribution and abundance of main insect orders in the Muda Rice Area. *Proceedings of Impact of Pesticides on the Rice Agroecosystem in the Muda Area*. Penang, Malaysia.

- Mayhew, P.J. 1994. Food intake adult feeding behaviour in *Calopteryx splendens* (Harris) and *Erythroma najas* (Hanseemann) (Zygoptera: Calopteryx, Coenagrionidae). *Odonatologica* 23: 115-124.
- May, M.L. 1977. Thermoregulation and reproductive activity in tropical dragonflies of the genus *Micrathyria*. *Ecology* 58: 787-789.
- May, M.L. 1980. Temporal activity patterns of *Micrathyria* in Central America (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 9: 57-74.
- McVey, M.E. 1985. Rates of colour maturation in relation to age, diet and temperature in male *Erythemis simplicicollis* (Say) (Anisoptera:Libellulidae). *Odonatologica* 14: 101-114.
- Michiels, N.K. & A.A. Dhondt. 1989. Differences in male and female activity patterns in dragonfly *Sympetrum danae* (Sulzer) and their relation to matefinding (Anisoptera:Libellulidae). *Odonatologica* 18: 349-364.
- Michiels, N.K. & A.A. Dhondt. 1991. Characteristics of dispersal in sexually mature dragonflies. *Ecological Entomology* 16: 449-459.
- Parr, M.J. 1973. Ecological studies of *Ishnura elegans* (Van der Linden) (Zygoptera:Coenagrionidae). II.Survivorship, local movement and dispersal. *Odonatologica* 2: 159-174.
- Parr, M.J. & M. Parr. 1979. Some observations on *Coenagrion tenellum* (De Villus) in southern England (Zygoptera:Coenagrionidae). *Odonatologica* 8: 171-194.
- Pathak, M.D. 1975. *Insect Pests of Rice*. International Rice Research Institute, Banos, Philippines.
- Sonleitner, F.J. & M.A. Bateman. 1963. Mark-recapture analysis of population of Queensland fruit-fly *Dacus tryoni* (Frogg) in an orchard. *Journal of Animal Ecology* 32: 259-269.
- Tan, K.H. & M. Serit. 1994. Adult population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera:Tephritidae) in relation to host phenology and weather in two villages of Penang Island, Malaysia. *Environmental Entomology* 23: 267-275.
- Tan, K.H. & Z. Jaal. 1986. Comparison of male adult population densities of the oriental and artocarpus fruit flies, *Dacus* spp. (Diptera. Tephritidae) in two nearby village in Penang, Malaysia. *Research Population Ecology* 28: 85-89.
- Van Vreden, G. & A.L. Ahmadzabidi. 1986. *Pests of Rice and Their Natural Enemies in Peninsular Malaysia*. Pudoc, Wageningen.

- Watanabe, M. 1986. A preliminary study of population dynamics of *Orthetrum j. japonicum* (Uhler) in paddy fields (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 15: 219-222.
- Watanabe, M & T. Higashi. 1989. Sexual difference of lifetime movement in adult of the Japanese skimmer, *Orthetrum japonicum* (Odonata: Libellulidae) in a forest-paddy field complex. *Ecological Research*, 4: 85-97.
- Yasumatsu, K. 1975. Insects injurious to rice cultivation and their natural enemies in Southeast Asia. pp. 383-392. In: *The Asociaton of Japanese Agricultural science Society (ed), Rice in Asia*. University of Tokyo Press.

LAJU RESPIRASI DAN MUTU BUAH RAMBUTAN PADA BERBAGAI TINGKAT KEMATANGAN BUAH

Elisa Julianti

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Pertanian USU, Jl.Prof.A.Sofyan No. 3 Medan
email : elizayulianti@yahoo.com, Hp. 081361033610

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari laju respirasi dan mutu buah rambutan yang dipanen pada berbagai tingkat kematangan buah. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah tingkat kematangan buah berdasarkan warna kulit buah yaitu matang hijau, matang kuning dan matang merah. Faktor kedua adalah suhu penyimpanan yaitu suhu ruang dan suhu dingin (10°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah berpengaruh secara nyata terhadap laju respirasi dan mutu buah. Laju respirasi buah meningkat dengan semakin meningkatnya kematangan buah tetapi kembali menurun pada buah yang telah mengalami matang merah. Hal ini terjadi baik pada penyimpanan suhu ruang maupun suhu dingin, dan laju respirasi buah rambutan pada suhu dingin lebih rendah daripada suhu ruang pada ketiga tingkat kematangan buah. Laju respirasi buah rambutan berturut-turut untuk tingkat kematangan hijau, kuning dan matang merah pada suhu ruang adalah 75,4 ml CO₂/kg-jam, 132,5 ml CO₂/kg jam dan 126,02 ml CO₂/kg-jam, serta pada suhu dingin berturut-turut adalah 16,6 ml CO₂/kg-jam, 22,0 ml CO₂/kg-jam dan 11,8 ml CO₂/kg-jam. Kadar air, total asam tertitrasi dan kandungan vitamin C buah rambutan semakin menurun dengan semakin meningkatnya kematangan buah, sedangkan kandungan total padatan terlarutnya semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan.

Kata Kunci: rambutan, tingkat kematangan, laju respirasi, mutu buah

PENDAHULUAN

Rambutan (*Nephelium lappaceum*) adalah tanaman yang berasal dari Malaysia dan Indonesia, dan saat ini telah tersebar di berbagai daerah tropis lainnya. Produksi buah rambutan di Indonesia saat ini menempati posisi kelima setelah pisang, jeruk, nenas, mangga dan buah naga (BPS, 2008). Di Sumatera Utara rambutan banyak terdapat di daerah Binjai dan Langkat.

Buah rambutan tergolong ke dalam buah non klimakterik (O'Hare, 1995), sehingga buah rambutan tidak akan mengalami proses pematangan jika buah telah dipetik sebelum buah mencapai tingkat kematangan yang optimum. sebagaimana buah-buahan lainnya merupakan komoditi yang sangat mudah mengalami kerusakan setelah pemanenan, baik kerusakan fisik, mekanis maupun mikrobiologis. Padahal buah rambutan lebih disukai dikonsumsi dalam keadaan segar. Kerusakan pada buah rambutan ini terutama disebabkan oleh banyaknya terdapat stomata pada rambutnya, sehingga buah ini hanya dapat bertahan selama 3-4 hari pada penyimpanan suhu ambien.

Tingkat kematangan buah pada saat dipanen sangat menentukan umur simpan buah dan mutu akhir dari buah. Kualitas maksimum dicapai pada saat matang fisiologis. Jika buah dipanen terlalu muda berakibat pada kurang sempurnanya proses pemasakan sehingga menghasilkan kualitas rasa yang rendah. Oleh karena itu perlu diketahui umur panen yang tepat sehingga mutu maksimum dapat dicapai. Selain itu, kondisi penyimpanan seperti suhu, kelembaban ruang penyimpanan serta komposisi gas oksigen dan karbondioksida pada ruang penyimpanan juga merupakan faktor penting yang harus diperhatikan untuk dapat memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu buah.

Pematangan buah ditandai dengan adanya perubahan tekstur, pigmen, aroma, asam organik, karbohidrat dan komponen lainnya. Kesulitan yang dialami secara komersial dalam menghadapi pematangan buah adalah cara mengendalikan proses tersebut secara teliti.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari laju respirasi buah rambutan pada berbagai tingkat kematangan buah yang disimpan pada suhu ruang dan suhu 10°C serta mempelajari perbedaan mutu buah rambutan pada berbagai tingkat kematangan buah.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah buah rambutan yang diperoleh dari petani di daerah Binjai, dan diangkut ke lokasi penelitian pada hari yang sama dengan pemanenan. Buah rambutan yang digunakan adalah buah dengan 3 tingkat kematangan yaitu buah rambutan yang matang hijau, buah matang kuning yaitu buah rambutan dengan rambut berwarna kuning kemerahan dan ujungnya berwarna hijau, serta buah matang merah, yaitu buah dengan rambut berwarna merah tua. Bahan lainnya adalah bahan kimia untuk analisis kadar vitamin C dan total asam.

Alat yang digunakan adalah stoples sebagai wadah penyimpanan, lemari pendingin, alat pengukur konsentrasi O₂ (cosmotector tipe XPO 318) dan alat pengukur konsentrasi CO₂ (cosmotector tipe XP 314) dan alat-alat gelas untuk analisa kimia.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor, yaitu tingkat kematangan sebagai faktor I dengan 3 taraf perlakuan yaitu K_1 = buah matang hijau, K_2 = matang kuning dan K_3 = matang merah. Faktor II adalah suhu penyimpanan, yaitu T_1 = suhu dingin (10°C) dan T_2 = suhu ruang (28°C). Perlakuan dibuat dalam 3 ulangan.

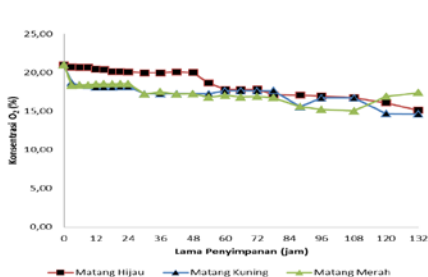
Laju respirasi buah rambutan dilakukan dengan *closed system* (Deily dan Rizvi, 1985). Pengamatan dilakukan terhadap perubahan konsentrasi O_2 dan CO_2 dan laju respirasi dinyatakan dengan laju konsumsi O_2 dan laju produksi CO_2 dalam ml/kg-jam.

Parameter mutu yang diamati adalah kadar air (AOAC, 1995), kadar vitamin C (Sudarmadji *et al.*, 1989), total asam (Ranganna, 1978) dan total padatan terlarut (dengan *hand refractometer*), serta penerimaan konsumen (nilai organoleptik) warna dan rasa dengan skala hedonik 1-5 (sangat tidak suka- sangat suka).

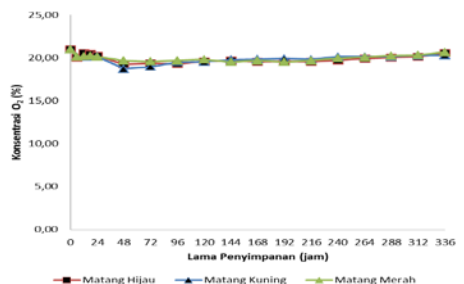
HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Respirasi Buah Rambutan Pada Berbagai Tingkat Kematangan

Laju respirasi diperoleh dengan melakukan pengukuran konsentrasi oksigen dan karbondioksida buah rambutan yang dimasukkan ke dalam stoples dengan selang waktu tertentu. Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi gas oksigen dan karbondioksida selama penyimpanan, terjadi perubahan yang polanya relatif sama baik pada suhu ruang dan suhu 10°C , tetapi pada suhu ruang terjadi penurunan konsentrasi gas O_2 dan peningkatan konsentrasi gas CO_2 yang lebih tinggi daripada suhu 10°C , seperti terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

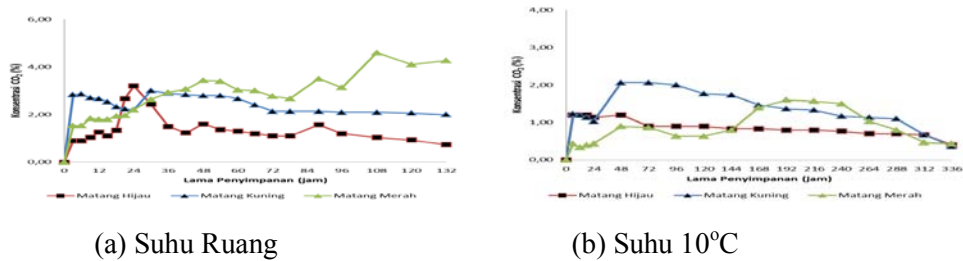


(a) Suhu Ruang



(b) Suhu 10°C

Gambar 1.
Perubahan konsentrasi O_2 selama penyimpanan pada berbagai tingkat kematangan buah rambutan pada suhu ruang dan suhu 10°C



Gambar 2.
Perubahan konsentrasi CO₂ selama penyimpanan pada berbagai tingkat kematangan buah rambutan pada suhu ruang dan suhu 10°C

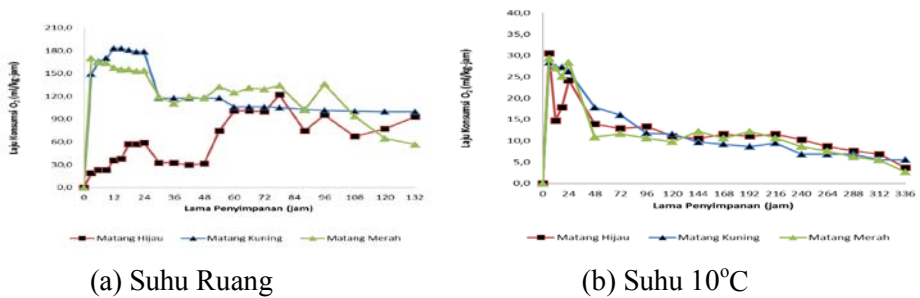
Dengan mengamati laju respirasi yaitu laju konsumsi oksigen dan laju produksi karbondioksida (Gambar 3 dan Gambar 4) pada kedua suhu penyimpanan terlihat bahwa tidak terjadi lonjakan perubahan laju konsumsi O₂ dan laju produksi CO₂ sampai mencapai kondisi kesetimbangan. Kondisi ini menunjukkan bahwa buah rambutan merupakan buah non klimakterik. Hal ini sesuai dengan O’Hare (1995)) yang menyatakan buah rambutan bersifat non klimakterik. Winarno dan Aman (1981) mengemukakan bahwa golongan buah non klimakterik, perubahan respirasinya tidak terlihat nyata pada fase pemasakan sedangkan buah klimakterik ditandai dengan adanya peningkatan respirasi yang cukup mencolok pada fase pemasakan.

Tingkat kematangan buah memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju konsumsi O₂ dan laju produksi CO₂ seperti terlihat pada Tabel 1. Pada buah rambutan dengan tingkat kematangan hijau memiliki laju respirasi yang paling rendah. Laju respirasi buah meningkat pada tingkat kematangan kuning, tetapi menurun kembali pada buah dengan tingkat kematangan merah (matang optimum), seperti dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

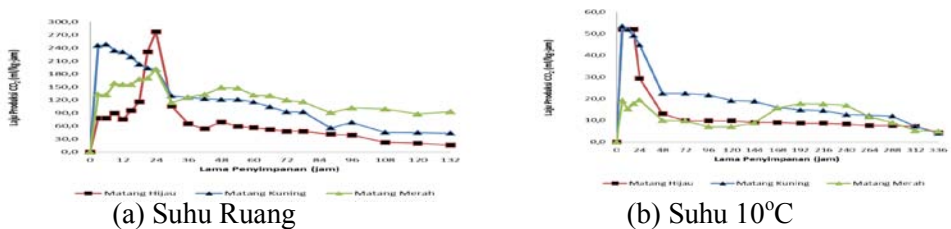
Tabel 1.
Laju konsumsi O₂ dan laju produksi CO₂ buah rambutan pada berbagai tingkat kematangan buah

Tingkat Kematangan	Laju Konsumsi O ₂ (ml/kg-jam)	Laju Produksi CO ₂ (ml/kg-jam)	Respiration Quotient (RQ)
Matang Hijau	35,29 b	44,46 c	1,26
Matang Kuning	69,68 a	73,86 a	1,06
Matang Merah	67,77 a	68,05 b	1,00

Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5% dengan uji Tukey



Gambar 3.
 Laju konsumsi O₂ selama penyimpanan buah rambutan pada suhu ruang



Gambar 4.
 Laju produksi CO₂ selama penyimpanan buah rambutan pada suhu 10°C

Suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju konsumsi O₂ dan laju produksi CO₂ seperti terlihat pada Tabel 2. Laju konsumsi O₂ dan laju produksi CO₂ pada suhu ruang lebih tinggi daripada suhu dingin (10°C). Laju respirasi buah dipengaruhi oleh tingkat kematangan, komposisi kimia jaringan, ukuran produk, pelapisan alami, jenis jaringan, suhu penyimpanan dan komposisi udara ruang penyimpanan. Selain itu faktor-faktor luar yang juga mempengaruhi laju respirasi buah adalah suhu, ketersediaan oksigen dan karbondioksida. Wills *et al.*, (1981) menyatakan bahwa setiap peningkatan suhu sebesar 10°C, maka laju respirasi akan meningkat 2 kali lipat, tetapi pada suhu di atas 35°C laju respirasinya menurun, karena aktivitas enzim terganggu sehingga menghambat difusi oksigen.

Tabel 2.
 Laju konsumsi O₂ dan laju produksi CO₂ buah rambutan pada suhu ruang dan suhu 10°C

Suhu Penyimpanan	Laju Konsumsi O ₂ (ml/kg-jam)	Laju Produksi CO ₂ (ml/kg-jam)	Respiration Quotient (RQ)
Suhu Ruang	102,50 a	109,73 a	1,07
Suhu 10°C	12,67 b	14,51 b	1,15

Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5% dengan uji Tukey

Jenis substrat yang digunakan dalam proses respirasi dari hasil pengukuran gas oksigen dan karbondioksida dapat diketahui dengan menghitung nilai *respiratory quotient* (RQ) atau nilai kuosien respirasi. Nilai RQ merupakan perbandingan jumlah CO₂ yang dihasilkan dengan jumlah O₂ yang dikonsumsi. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi tingkat kematangan buah, maka nilai RQ akan semakin rendah. Pada buah yang matang merah nilai RQ = 1, yang menunjukkan bahwa substrat yang direspirasi adalah substrat yang mengandung oksigen. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka nilai RQ akan semakin kecil. Nilai RQ buah rambutan pada suhu ruang dan suhu dingin >1 yang menunjukkan bahwa substrat yang digunakan dalam respirasi tersebut adalah asam-asam organik (Winarno dan Aman, 1981).

Berdasarkan hasil pengamatan laju respirasi buah rambutan pada suhu ruang dan suhu dingin, maka sebaiknya penyimpanan buah rambutan dilakukan pada suhu 10°C, karena pada suhu ini laju respirasi buah lebih rendah, sehingga laju kerusakan juga akan semakin lama.

Pengaruh Tingkat Kematangan Terhadap Mutu Buah Rambutan

Mutu buah rambutan yang diamati pada penelitian ini adalah kadar air, kandungan vitamin C, total padatan terlarut dan total asam. Pengaruh tingkat kematangan buah terhadap mutu buah rambutan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Mutu buah rambutan pada berbagai tingkat kematangan buah

Tingkat Kematangan	Kadar Air (%)	Kandungan Vitamin C (mg/100 g)	Total Padatan Terlarut (°Brix)	Total Asam (%)
Matang Hijau	80,85a	58,67 a	17,67 a	0,43 a
Matang Kuning	79,15 b	55,73 a	18,00 a	0,30 a
Matang merah	77,86 c	46,93 a	17,33 a	0,34 a

Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5% dengan uji Tukey

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa, tingkat kematangan hanya memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air buah rambutan, tetapi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kandungan vitamin C, total padatan terlarut dan nilai total asam dari buah rambutan. Kadar air dan kandungan vitamin C buah rambutan akan semakin menurun dengan semakin meningkatnya kematangan buah. Hal ini sejalan dengan laju respirasi dari buah rambutan, dimana laju respirasi buah tertinggi terdapat pada buah dengan tingkat matang kuning.

Proses respirasi buah menyebabkan terjadinya perombakan asam-asam organik termasuk asam askorbat (vitamin C) menjadi asam-asam sederhana, sehingga semakin tinggi laju respirasi, maka kehilangan

vitamin C akan semakin meningkat. Produk yang dihasilkan dari proses respirasi adalah gas CO₂ dan air, sehingga semakin tinggi tingkat laju respirasi, maka laju kehilangan air akan semakin meningkat. Degradasi vitamin C juga berkaitan dengan aktivitas enzim *ascorbic acid oxidase* yang jumlahnya tinggi pada buah yang matang (Chempakam, 1983).

Total padatan terlarut cenderung meningkat dari buah dengan tingkat matang hijau ke tingkat matang kuning, tetapi pada buah dengan tingkat matang merah cenderung menurun kembali. Hasil yang hampir sama juga diperoleh untuk buah pir (Barbera *et al.*, (1992) dan tomat (Artes *et al.*, 1999). Total asam buah rambutan cenderung konstan pada ketiga tingkat kematangan buah.

Tingkat kematangan buah memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$), terhadap nilai organoleptik warna dan rasa dari buah rambutan. Semakin tinggi tingkat kematangan buah, maka nilai kesukaan panelis akan semakin meningkat seperti terlihat pada Tabel 4. Nilai kesukaan panelis terhadap rasa buah rambutan pada buah dengan tingkat matang hijau dan matang kuning bekisar antara 1,9-2,1 (tidak suka), demikian juga nilai kesukaan panelis terhadap warna pada tingkat matang hijau dan matang kuning berkisar antara 2,47-2,83 (tidak suka-netral), sedangkan pada buah dengan tingkat matang merah nilai kesukaan panelis terhadap rasa dan warna >4 (suka hingga sangat suka).

Tabel 4.
Nilai organoleptik warna dan rasa buah rambutan pada berbagai tingkat kematangan buah

Tingkat Kematangan Buah	Nilai organoleptik Warna	Nilai Organoleptik rasa
Matang Hijau	2,47 c	1,90 c
Matang Kuning	2,83 b	2,10 b
Matang merah	4,63 a	4,80 a

Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5% dengan uji Tukey

KESIMPULAN

Tingkat kematangan buah rambutan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju respirasi buah rambutan. Buah dengan tingkat matang kuning memiliki laju respirasi yang tertinggi dan laju respirasi terendah terdapat pada buah dengan tingkat matang hijau. Laju respirasi buah rambutan pada suhu 10°C lebih rendah daripada laju respirasi buah pada suhu ruang. Selama penyimpanan tidak terjadi perubahan yang mencolok pada laju konsumsi O₂ dan laju produksi CO₂ buah rambutan pada ketiga tingkat kematangan buah, sehingga buah rambutan dapat digolongkan pada buah yang non klimakterik.

Kadar air buah rambutan berbeda secara nyata pada tingkat kematangan yang berbeda, semakin tinggi tingkat kematangan, maka kadar air akan semakin menurun. Kadar vitamin C, total padatan terlarut dan total asam buah rambutan tidak berbeda secara nyata pada ketiga tingkat kematangan buah. Nilai organoleptik warna dan rasa dari buah rambutan akan semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan.

Berdasarkan hasil penelitian ini maka, sebaiknya buah rambutan dipanen pada tingkat matang merah, dan penyimpanan dilakukan pada suhu 10°C.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist*. Washington D.C.
- Artes, F., Conesa, M. A., Hernandez, S. and Gil, M. I. 1999. Keeping Quality of Fresh cut Tomato. *Postharvest Biol. Technol.*, **17**: 153-162.
- BPS, 2008. <http://www.bps.go.id> [10 Desember 2010]
- Barbara, G., Carimi, F., Inglese, P. And Panno, M. 1992. Physical, Morphological and Chemical Changes During Fruit Development and Ripening in Three Cultivars of Prickly Pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. *J. Hort. Sci.*, **67**: 307-312.
- Chempakam, B. 1983. Distribution of Ascorbic Acid and Ascorbic Acid Oxidise Activity in the Developing Cashew Apple (*Anacardium occidentale* L.). *J. Hort. Sci.*, **58**: 447-448.
- Deily, K.R. and S.S.H.Rizvi, 1981. Optimization of parameter for packaging of fresh peaches in polymeric films. *J.Food Sci.* 109 (4) : 584-587.
- O'Hare, T.J. 1995. Postharvest physiology and storage of rambutan. *Postharv. Biol. Technol.*, **6**: 189-199.
- Ranganna, S., 1978. *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. Mc Graw Hill Publishing Co Ltd., New Delhi.
- Sudarmadji, S., B.Haryono dan Suhardi, 1989. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Wills, R.B.H., T.H. Lee, P. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall, 1981. *Post Harvest : an Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegetable*. New South Wales University-Press, Australia.
- Winarno, F.G dan Aman W.M, 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Sastra Hudaya, Jakarta.

INDUKSI TUNAS *IN VITRO* TANAMAN MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.) HASIL PERLAKUAN KINETIN DAN POLA PEMOTONGAN EKSPLAN YANG BERBEDA

Fauziyah Harahap

Dosen Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Medan

E mail: iyulharahap@gmail.com, CP: 081376817918

ABSTRAK

Manggis adalah buah asli Indonesia yang sampai saat ini sangat perlu untuk dikembangkan karena merupakan komoditas ekspor buah segar. Namun untuk pengembangan budidayanya mengalami hambatan, salah satu alternatif untuk menghasilkan planlet yang berkualitas digunakan tehnik kultur jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh zat pengatur tumbuh (ZPT) kinetin, pola pemotongan, interaksi keduanya terhadap pertumbuhan tunas manggis yang ditanam secara *in vitro*. Rancangan penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu biji ditanam dalam media MS dengan penambahan Kinetin, dengan 4 taraf perlakuan (0, 2,5, 5, 7,5 mg/l), dan faktor pola pemotongan eksplan (dipotong dua dan dipotong belah empat). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinetin dan interaksi kinetin dengan pola pemotongan eksplan berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, jumlah daun dan tinggi tanaman. Pola pemotongan eksplan tidak berpengaruh terhadap semua parameter pengamatan. Kombinasi perlakuan yang terbaik untuk pertumbuhan tunas manggis adalah dengan pemberian kinetin 5 mg/l dan pola pemotongan eksplan dipotong belah empat.

Kata kunci: manggis, *in vitro*, kinetin, pola pemotongan eksplan

PENDAHULUAN

Manggis adalah tanaman buah asli Indonesia yang berpotensi besar untuk dikembangkan, karena rasa, aroma dan warna yang menarik sehingga disebut Queen of Tropical Fruit dan the Finest Fruit of the Tropics. Beberapa masalah yang dihadapi dalam pengembangan manggis yaitu lambatnya pertumbuhan yang disebabkan oleh sistem perakaran yang buruk, rendahnya laju fotosintesis, rendahnya pembelahan sel meristem pucuk, lamanya masa dormansi. Dalam pembibitan juga terdapat kendala yang menyangkut lamanya mendapatkan bibit siap

tanam dan kompatibilitas dalam penyambungan (Poerwanto 2000, 2003, Wieble, Chako dan Downtown 1992, Ramlan *et al*, 1992, Cox 1988). Selain itu masalah yang dihadapi dalam perbanyakan manggis adalah biji yang dihasilkan sedikit, sehingga ketersediaan bibit manggis di lapang juga sangat rendah. Hal ini menyebabkan harga bibit manggis menjadi mahal.

Tersedianya bibit yang berkualitas, seragam dan harga yang terjangkau oleh petani merupakan langkah awal untuk meningkatkan produksi buah manggis. Cara perbanyakan yang sudah dilakukan seperti grafting dan sambung pucuk juga membutuhkan batang bawah yang berasal dari biji. Pertumbuhan batang bawah sangat lambat sehingga dibutuhkan waktu 2 sampai 3 tahun untuk mencapai siap sambung.

Salah satu teknologi harapan yang dapat memecahkan masalah ini dan telah terbukti memberikan keberhasilan adalah melalui teknik kultur jaringan. Tehnik kultur jaringan merupakan alternatif untuk memecahkan masalah ini. Teknologi ini telah banyak digunakan untuk pengadaan bibit seragam dan kualitasnya terjamin terutama pada berbagai tanaman hortikultura. Melalui kultur jaringan, tanaman dapat diperbanyak setiap waktu sesuai kebutuhan karena faktor perbanyakannya yang tinggi. Hasil perbanyakan tunas tersebut dapat langsung digunakan sebagai bibit atau dapat juga digunakan sebagai batang atas (Harahap, dkk. 2006). Sehingga dapat dihasilkan bibit yang seragam dan kualitasnya terjamin.

Upaya untuk mendapatkan tanaman manggis dalam waktu singkat adalah dengan tehnik kultur jaringan yang disebut perbanyakan mikro. Hasil perbanyakan tunas tersebut dapat langsung digunakan sebagai bibit atau dapat juga digunakan sebagai batang atas. Sistem regenerasi yang digunakan untuk menghasilkan planlet melalui kultur *in vitro* dianjurkan berupa pembentukan langsung dari organ tanaman atau "*direct organogenesis*" (Goh *et al* 1994). Organogenesis ini adalah salah satu cara untuk menghindarkan terjadinya variasi somaklonal yang biasanya menuju pada perubahan kualitas tanaman, suatu hal yang tidak dikehendaki dalam perbanyakan massal untuk skala komersial (Harahap, 2009).

Salah satu komponen media yang menentukan keberhasilan kultur jaringan adalah jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan. Jenis dan konsentrasi ZPT tergantung pada tujuan dan tahap pengkulturan. Adapun untuk membentuk tunas, ZPT yang sering digunakan adalah golongan sitokinin, seperti kinetin (Yusnita, 2003). Penambahan sitokinin dalam media pada umumnya sangat diperlukan pada tahap induksi maupun penggandaan tunas. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Avivi (2004) didapatkan bahwa konsentrasi Kinetin 7,0 ppm memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah tunas dan tinggi tunas pisang abaka.

BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Jurusan Biologi UNIMED, Laboratorium Kultur Jaringan YAHDI, Jalan Lambung No. 18 Tanah 600 Medan Marelán. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Juni 2008 - Juni 2009. Bahan penelitian ini adalah biji manggis yang dipotong dua dan dipotong belah empat dimana untuk setiap perlakuan dan ulangan digunakan 1 eksplan manggis, sehingga jumlah seluruh eksplan adalah 48 eksplan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoclave, beaker glass, cawan petri, skalpel, spatula, pinset, lampu bunsen, Laminar Air Flow Cabinet (LAFC), aluminium foil, handsprayer, pipet volume, lemari pendingin, timbangan analitik, pemanas, pH meter, gelas ukur, batang pengaduk, botol kultur.

Bahan-bahan yang digunakan adalah eksplan biji manggis dari lapang, media MS, ZPT Kinetin, alkohol 96%, HCL 0,1 N, KOH 0,1 N, aquades steril, deterjen, amoxicillin, bakterisida, fungisida, klorox 10% dan 15%.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Perlakuan pertama yaitu Media MS + ZPT Kinetin (K), terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu: K_0 K_1 , K_2 , K_3 , masing-masing 0, 2,5 ; 5 ; 7,5 mg/l, perlakuan kedua yaitu pola pemotongan biji yaitu: P_0 = biji dipotong dua, P_1 = biji dipotong belah empat.

Prosedur kerja dimulai dengan sterilisasi alat permukaan diikuti dengan autoklaf sampai temperatur 121 °C selama 1 jam. Biji manggis dibersihkan dengan detergen hingga terlihat kulit ari, lalu dibilas dengan air mengalir dan aquades steril, lalu eksplan direndam dalam larutan fungisida dan bakterisida selama dua jam, lalu direndam dalam klorox 15 % selama 5 menit, dibilas dengan aquades steril, direndam dalam klorox 10 % selama 10 menit, lalu dibilas dengan aquades steril tiga kali. Setelah itu eksplan dimasukkan ke dalam larutan amoxicillin. Lalu eksplan ditanamkan ke botol kultur sesuai perlakuan, semua perlakuan dilakukan di laminar.

Pembuatan Media, media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media MS (Murashige and Skoog, 1962) dengan penambahan ZPT Kinetin. Dengan menggunakan pinset eksplan yang telah dipotong ditanam pada media yang sesuai dengan perlakuan, penanaman dilakukan di LAFC. Pemeliharaan dilakukan pada ruang kultur dengan aseptisitas tinggi dan bersuhu 18 °C – 22 °C, penyinaran dilakukan selama 16 jam dalam sehari.



A. Biji dipotong dua,



B. Biji dipotong belah empat

Gambar 1. Pola pemotongan eksplan manggis

Parameter yang diamati adalah: waktu munculnya tunas, jumlah tunas, jumlah daun dan tinggi tunas. Jumlah tunas dan jumlah daun diamati 1 minggu setelah tanam (MST) sampai 12 MST. Tinggi tunas dihitung pada akhir penelitian dengan menggunakan kertas millimeter. Tinggi eksplan diukur dari pangkal batang sampai ke pucuk. Teknik Analisis Data. Penelitian ini menggunakan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Hasil penelitian dianalisis dengan Analisis Varians (ANOVA) Faktorial 95% dan 99%, uji lanjut menggunakan DMRT (Duncan Multiple Range Test)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Munculnya Tunas

Munculnya tunas dimulai pada 2 MST pada perlakuan kinetin 5 mg/l dengan dua pola pemotongan eksplan lebih cepat dibandingkan tanpa perlakuan kinetin maupun dengan perlakuan kinetin 2,5 mg/l dan 7,5 mg/l (Gambar 2)



Gambar 2.

Tunas pada 2 MST (Perlakuan Kinetin 5 mg/l + Biji Dipotong Belah 4 = K_2P_1)

Jumlah Tunas

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian kinetin dan interaksi kedua perlakuan memberi pengaruh yang nyata ($\alpha > 0,05$) tetapi pola pemotongan eksplan tidak memberi pengaruh nyata terhadap jumlah tunas tanaman manggis. Hasil uji DMRT menunjukkan hasil

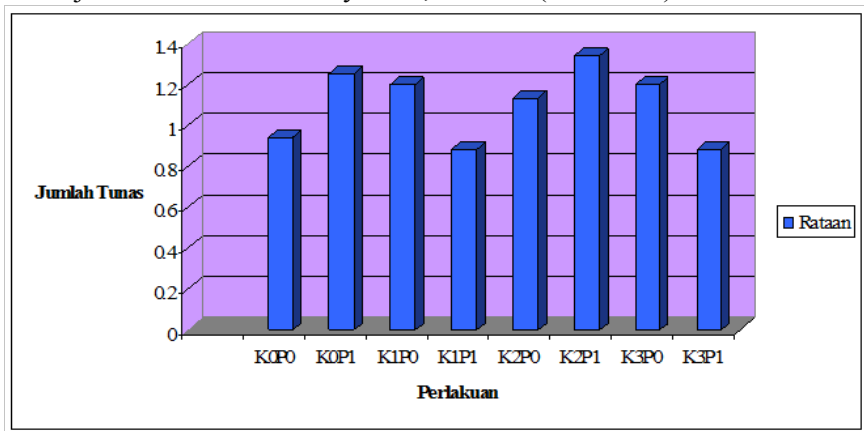
tertinggi adalah kombinasi kinetin (5 mg/l) dan biji dipotong belah 4 dengan jumlah tunas 1,40 tunas yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kinetin 2,5 mg/l dan biji dipotong 2 (K_1P_0), kinetin 0 mg/l dan biji dipotong belah 4 (K_0P_1) dan kinetin 7,5 mg/l dan biji dipotong 2 (K_3P_0) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 1.
Pengaruh Perlakuan Berbagai Konsentrasi Kinetin dan pola Pemotongan Eksplan Terhadap Jumlah Tunas Umur 12 MST

Perlakuan	P_0	P_1	Rataan
K_0	0,94ab	1,25cd	1,09
K_1	1,28cd	1,05abc	1,17
K_2	1,13bc	1,40d	1,27
K_3	1,20cd	0,88a	1,04
Rataan	1,14	1,15	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama menunjukkan beda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5%

Pada tabel terlihat bahwa perlakuan K_3P_1 (2,5 mg/l kinetin dan biji dibelah 4) diperoleh jumlah tunas terendah tidak berbeda nyata dengan perlakuan kinetin 0 mg/l + biji dipotong 2 (K_0P_0) dan kinetin 2,5 mg/l + biji dipotong belah 4 K_1P_1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rataan jumlah tunas tertinggi diperoleh pada perlakuan K_2 (1,27 tunas), sedangkan jumlah tunas terendah terdapat pada perlakuan K_3 (0,88 tunas). Pola pemotongan eksplan pada perlakuan P_1 menghasilkan rata-rata jumlah tunas tertinggi (1,15 tunas) dan perlakuan P_0 menghasilkan rata-rata jumlah tunas terendah yaitu 1,14 tunas (Gambar 3)



Gambar 3.
Jumlah Tunas yang Diberi Perlakuan Kinetin dan Pola Pemotongan Eksplan

Jumlah Daun

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kinetin dan interaksi kedua perlakuan memberi pengaruh sangat nyata ($\alpha > 0,01$) terhadap parameter jumlah daun tanaman manggis, tetapi pola pematangan eksplan tidak memberi pengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun tanaman manggis.

Hasil uji DMRT terhadap jumlah daun menunjukkan hasil tertinggi adalah kombinasi kinetin (5 mg/l) dan biji dipotong belah 4 yaitu 1,84 helai yang tidak berbeda nyata kinetin 0 mg/l dan biji dipotong belah 4 (K_0P_1), kinetin 5 mg/l dan biji dipotong 2 (K_2P_0) dan kinetin 7,5 mg/l dan biji dipotong 2 (K_3P_0) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

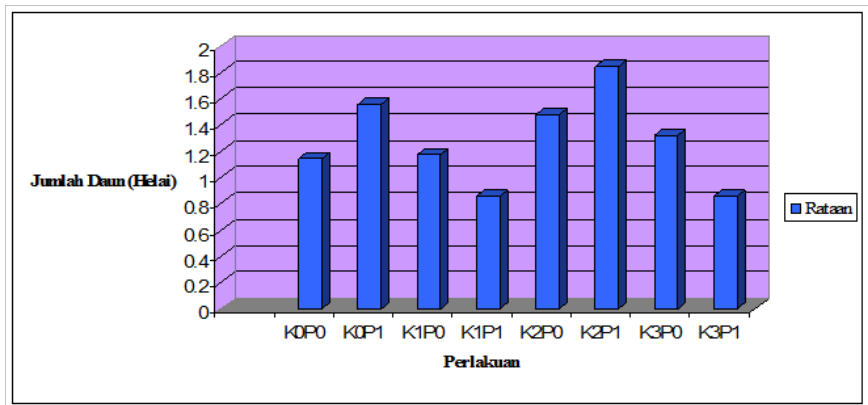
Tabel 2.
Pengaruh Perlakuan Berbagai Konsentrasi Kinetin dan pola Pemotongan Eksplan Terhadap Jumlah Daun Umur 12 MST

Perlakuan	P ₀	P ₁	Rataan
K ₀	1,14ab	1,56bc	1,35
K ₁	1,17ab	0,86a	1,02
K ₂	1,48bc	1,84c	1,66
K ₃	1,32abc	0,86a	1,09
Rataan	1,28	1,28	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama menunjukkan beda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5%

Pada tabel terlihat bahwa perlakuan K_1P_1 (2,5 mg/l kinetin dan biji dibelah 4) diperoleh jumlah daun terendah yang tidak berbeda nyata dengan kinetin 7,5 mg/l dan biji dipotong belah 4 (K_3P_1), kinetin 0 mg/l dan biji dipotong 2 (K_0P_0), kinetin 2,5 mg/l dan biji dipotong 2 (K_1P_0) dan kinetin 7,5 mg/l dan biji dipotong belah 4 (K_3P_0) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Rataan jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan K_2 (1,66 helai), sedangkan jumlah daun terendah terdapat pada perlakuan K_1 (1,02 helai). Pola pematangan eksplan pada perlakuan P_1 menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi (1,32 helai) dan perlakuan P_0 menghasilkan rata-rata jumlah daun terendah yaitu 1,28 helai (gambar 4).



Gambar 4.
Jumlah Daun yang Diberi Perlakuan Kinetin dan Pola Pemotongan Eksplan

Tinggi Tanaman

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kinetin dan interaksi kedua perlakuan memberi pengaruh yang nyata ($\alpha > 0,05$) tetapi pola pemotongan eksplan tidak memberi pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman manggis. Hasil uji DMRT terhadap tinggi tanaman menunjukkan hasil tertinggi adalah kombinasi kinetin (5 mg/l) dan biji dipotong belah 4 yaitu 1,78 cm yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan kinetin 2,5 mg/l dan biji dipotong belah 4 (K_1P_1) dan kinetin 7,5 mg/l dan biji dipotong belah 4 (K_3P_1).

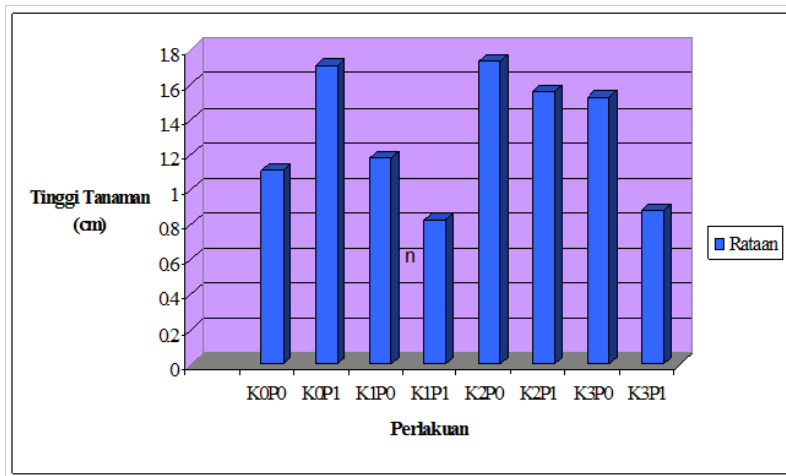
Tabel 3.
Pengaruh Perlakuan Berbagai Konsentrasi Kinetin dan pola Pemotongan Eksplan Terhadap Tinggi Tanaman Umur 12 MST

Perlakuan	P ₀	P ₁	Rataan
K ₀	1,11abc	1,71c	1,41
K ₁	1,18abc	0,83a	1,01
K ₂	1,73c	1,78c	1,76
K ₃	1,53bc	0,88ab	1,21
Rataan	1,39	1,30	

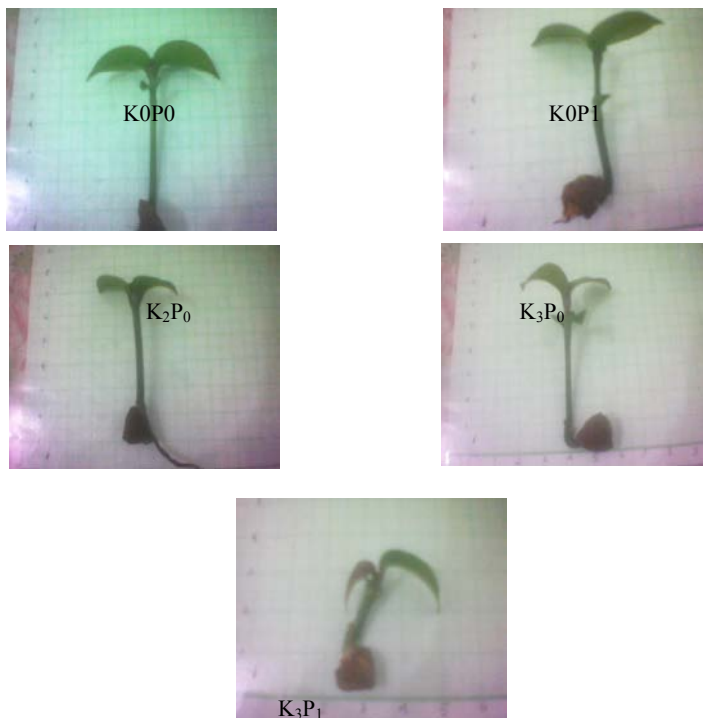
Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama menunjukkan beda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5%

Rataan tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan K₂ (1,65 cm), sedangkan tinggi tanaman terendah diperoleh pada perlakuan K₁ (1,01 cm). Pola pemotongan eksplan pada perlakuan P₀ menghasilkan

rataan tinggi tanaman tertinggi (1,39 cm) dan perlakuan P₁ menghasilkan rata-rata jumlah daun terendah yaitu 1,30 cm (Gambar 5).



Gambar 5.
 Tinggi Tanaman yang Diberi Perlakuan Kinetin dan Pola Pemotongan Eksplan



Gambar 6.
 Tinggi Tanaman manggis in vitro dari beberapa kombinasi perlakuan kinetin dan pola pemotongan eksplan

PEMBAHASAN

Waktu munculnya tunas

Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa munculnya tunas pada perlakuan Kinetin 5 mg/l dan pola pemotongan biji dipotong belah 4 lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 2 MST. Sedangkan untuk perlakuan lainnya tunas baru muncul saat umur 3-4 MS. Bahkan sampai akhir penelitian. Sesuai dengan ciri dari tanaman manggis bahwa perkecambahan memakan waktu antara 2-3 minggu (Anonim, 2009). Dan Hoesen (1998) dalam Yunus (2007) menyatakan bahwa inisiasi tunas terjadi lebih awal terutama pada kultur yang diberi tambahan sitokinin.

Pertumbuhan tunas sebagai akibat respon terhadap zat tumbuh yang diberikan dan hormon yang terdapat dalam eksplan. Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa perlakuan kinetin dengan konsentrasi tinggi (7,5 mg/l), umumnya eksplan mengalami pembengkakan, bakal tunas terlihat namun tidak berkembang menjadi tunas. Ini berarti penambahan ZPT belum mampu menyumbangkan pertumbuhan yang maksimal dalam memacu pertumbuhan eksplan, karena itu penambahan dalam konsentrasi yang tepat kemungkinan dapat menginisiasi pertumbuhan yang lebih baik seperti terjadi pembentukan tunas. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Harahap, dkk (2006) bahwa hal ini kemungkinan adalah indikasi terjadinya peningkatan pembelahan dan diferensiasi sel yang mengakibatkan munculnya inisial tunas, namun kemudian terjadi hambatan pada proses diferensiasi lebih lanjut sehingga tunas tidak muncul.

Pengaruh Pemberian Kinetin Terhadap Pertumbuhan Tunas Manggis

Dari hasil analisis data secara statistik diperoleh bahwa perlakuan konsentrasi kinetin memberi pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas. Pada parameter jumlah tunas diperoleh bahwa jumlah tunas terbanyak terdapat pada perlakuan konsentrasi 5 mg/l (K_2) dan terendah pada perlakuan 7,5 mg/l (K_3). Penambahan sitokinin dalam media pada umumnya sangat diperlukan pada tahap induksi maupun penggandaan tunas. Ahli biologi tumbuhan juga menemukan bahwa sitokinin dapat meningkatkan pembelahan, pertumbuhan dan perkembangan kultur sel tanaman (Dewi, 2008). Pemanjangan sel, pembelahan sel, morfogenesis dan pengaturan pertumbuhan merupakan proses yang sangat penting dalam pembentukan kalus dan selanjutnya diikuti pembentukan tunas. Dari penelitian ini diperoleh bahwa kinetin sangat berperan untuk menginduksi tunas, namun ada batasan konsentrasi optimum, konsentrasi yang sangat tinggi memperlambat keluarnya tunas, yang muncul hanya

bakal tunas berupa benjolan-benjolan yang tidak berkembang menjadi tunas, hal ini terlihat dengan pemberian 7,5 mg/l kinetin menghasilkan tunas lebih sedikit.

Sementara itu, pengaruh kinetin terhadap jumlah daun memberi pengaruh yang sangat nyata. Sebagaimana Yelnitis et al. (1996) dalam Yunus (2007) menyatakan bahwa sitokinin dapat mendorong meningkatnya jumlah daun. Pada parameter jumlah daun diperoleh bahwa jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan 5 mg/l (K_2) dan terendah pada perlakuan 2,5 mg/l (K_1). Penambahan kinetin 5 mg/l memacu pembentukan daun secara optimal, sementara penambahan kinetin dengan konsentrasi di bawah maupun di atas 5 mg/l justru akan menghambat pembentukan daun.

Pengaruh kinetin terhadap tinggi tanaman memberi pengaruh yang nyata, pada parameter tinggi tanaman diperoleh bahwa tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan 5 mg/l (K_2) dan terendah pada perlakuan 2,5 mg/l (K_1). Penambahan kinetin 5 mg/l memacu pertambahan tinggi tanaman, sementara penambahan kinetin dengan konsentrasi di bawah maupun di atas 5 mg/l justru memperlambat pertambahan tinggi tanaman. Dari hasil penelitian Avivi dan Ikrarwati (2004) terhadap pisang abaca diperoleh bahwa pemberian kinetin dapat memacu tinggi tunas pisang abaca.

Pengaruh Pola Pemotongan Eksplan Terhadap Pertumbuhan Tunas Manggis

Dari hasil analisis data secara statistik diperoleh bahwa perlakuan pola pemotongan eksplan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, jumlah daun dan tinggi tanaman. Keberhasilan morfogenesis suatu budidaya jaringan salah satunya ditentukan oleh eksplan. Eksplan merupakan bagian tanaman yang dikulturkan. Mulyaningsih dan Nikmatullah (2000) mengatakan bahwa selain faktor genetis eksplan, kondisi eksplan yaitu ukuran eksplan mempengaruhi keberhasilan kultur.

Eksplan berupa biji yang diberi perlakuan pemotongan sehingga ukurannya menjadi lebih kecil diindikasikan kurang optimal menyerap hara dari media yang menyebabkan pertumbuhan eksplan menjadi lambat. Sebagaimana dikatakan Yusnita (2003) bahwa ukuran eksplan mempengaruhi regenerasi dari tanaman, dimana ukuran eksplan yang lebih besar memiliki kemampuan hidupnya lebih besar dan tumbuhnya lebih cepat dibandingkan dengan eksplan yang berukuran kecil. Ini bisa dikatakan bahwa tujuan dari perlakuan pada eksplan agar dapat mempercepat penyerapan hara dari media sehingga mempercepat pertumbuhan eksplan tidak tercapai.

Pengaruh Interaksi Kinetin dan Pola Pemotongan Eksplan Terhadap Pertumbuhan Tunas Manggis

Dari hasil analisis data secara statistik diperoleh bahwa interaksi kinetin dan pola pemotongan eksplan berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, jumlah daun, dan tinggi tanaman. Pada parameter jumlah tunas diperoleh bahwa jumlah tunas tertinggi diperoleh pada perlakuan K_2P_1 dengan 5 mg/l kinetin dan pola pemotongan eksplan biji dipotong belah empat. Perlakuan 5 mg/l kinetin dengan pola pemotongan eksplan dipotong belah empat merupakan kombinasi perlakuan yang terbaik untuk pertumbuhan tunas. Sebagaimana Pierik (1975) dalam Hidayat (2007) menyatakan bahwa konsentrasi kinetin 1,0 sampai 10,0 mg/l mendorong pembentukan tunas. Lebih lanjut Harahap dkk. (2006) menyatakan bahwa pola pemotongan eksplan dipotong belah empat lebih memberikan respon dalam menghasilkan jumlah tunas. Dari sini dapat diketahui bahwa respon tanaman untuk menghasilkan tunas baru (multiplikasi tunas) bergantung kepada banyak faktor antara lain bagian tanaman yang digunakan dan zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media.

Interaksi antara kinetin dan pola pemotongan eksplan berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Pada parameter jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan K_2P_1 dengan 5 mg/l kinetin dan pola pemotongan eksplan biji dipotong belah empat. Pola pemotongan eksplan dipotong belah empat lebih memberikan respon dalam menghasilkan jumlah daun (Harahap, dkk. 2006).

Interaksi antara kinetin dan pola pemotongan eksplan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Pada parameter tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan K_2P_1 dengan 5 mg/l kinetin dan pola pemotongan eksplan biji dipotong belah empat. Kombinasi perlakuan ini merupakan kombinasi yang terbaik untuk pertambahan tinggi tanaman. Konsentrasi kinetin dan pola pemotongan eksplan yang sesuai dapat memacu pertambahan tinggi tanaman.

Kesimpulan

1. Pemberian kinetin memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas dan tinggi tanaman, dan berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun.
2. Pola pemotongan eksplan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas, jumlah daun dan tinggi tanaman.
3. Interaksi antara kinetin dan pola pemotongan eksplan memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun dan tinggi tanaman, dan berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah tunas.
4. Media pertumbuhan terbaik untuk induksi tunas *in vitro* adalah MS + 5 mg/l kinetin dengan pola pemotongan biji dipotong dibelah empat.

Daftar Pustaka

- Abidin, Z., (1988), *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*, PT. Angkasa, Bandung.
- Anonim, (2007), **Aktivitas Penelitian Dalam Kultur Jaringan Tanaman, Artikel Kultur Jaringan, Jurnal BB-BIOGEN Vol 5 No. 5, 2007**
- Ashari, S, (1995), *Hortikultura Aspek Budidaya*, Penerbit UI-Press, Jakarta.
- Avivi, S. dan Ikrarwati, (2004), Mikropropagasi Pisang Abaca (*Musa textillis* Nee.) Melalui Teknik Kultur Jaringan, *Jurnal Ilmu Pertanian*, 11: 27-34.
- Balai Penelitian Tanaman Buah, (2006), Bagaimana Memacu Pertumbuhan Manggis, *Jurnal Manggis* 24 (6): 1-2.
- Divinkom, (2008), BIOTEK : Media Kultur Jaringan, <http://www.fp.unud.ac.id/biotek/wp-content/uploads/2008/12/media-minggu12.ppt>. Diakses tanggal 2 Januari 2009.
- Dewi, A.I.R., (2008), Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman, *Makalah Fitohormon* http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/06/makalah_fitohormon.pdf. Diakses tanggal 1 Agustus 2009.
- Gunawan, (1987), *Teknik Kultur Jaringan*, Pusat Antara Universitas IPB, Bogor.
- Harahap F. 2003. Peningkatan Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Induksi Radiasi Sinar Gamma. Prosiding Simposium PERAGI VIII. Bandar Lampung.
- Harahap F. 2005a. Induksi Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dengan Radiasi Sinar Gamma. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, IPB Bogor
- Harahap F. 2005b. Induksi Mutasi Pada Kultur *in vitro* Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Radiasi Sinar Gamma. Prosiding APISORA 2005. Badan Tenaga Nuklir Nasional. Jakarta.
- Harahap F. 2006b Variasi Genetik Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L) Hasil Perlakuan Radiasi Sinar Gamma dengan Penanda Isozim, Prosiding Seminar Nasional
- Harahap F. 2007 Pengaruh Benzyl Amino Purine (BAP) dan Pola Pemotongan Eksplan Terhadap Pembentukan Tunas Manggis (*Garcinia mangostana* L) *In vitro*. Buletin Agronomi. Departemen

- Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB Bogor. Vol 12, Maret 2007.
- Harahap, F., (2008), *Kultur Jaringan*, FMIPA UNIMED, Medan.
- Harahap, F., Guhardja, E., Poerwanto, R., Wattimena, G.A., dan Suharsono, (2006), Optimasi Media Pertumbuhan Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) (Pengaruh BAP dan Pola Pemotongan Eksplan Terhadap Pembentukan Tunas Secara In Vitro), *Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman IPB Bogor Agustus 2006*.
- Hendaryono, D.P.S. dan Wijayani, A., (1994), *Teknik Kultur Jaringan. Pengenalan Dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif Modern*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hidayat, (2007), Induksi Pertumbuhan Eksplan Endosperm Ulin Dengan IAA Dan Kinetin, *Agritrop*, 26 (4): 147–152,
- Kosmiatin, M., Husni, A., dan Mariska, I., (2005), Perkecambahan dan Perbanyakan Gaharu Secara In Vitro, *Jurnal AgroBiogen*, 1(2): 62-67,
- Mulyaningsih, T. dan Nikmatullah, A., (2000), Faktor-faktor Yang Berpengaruh Pada Keberhasilan Mikropropagasi, <http://e-learning.unram.ac.id>. Diakses tanggal 22 Desember 2008.
- Nisa, C. dan Rodinah, (2005), Kultur Jaringan Beberapa Kultivar Pisang (*Musa paradisiaca* L.) Dengan Pemberian NAA dan Kinetin, *BIOSCIENTIAE* 2: 23-36.
- Poerwanto R. 2000. Tehnologi Budidaya Manggis. Makalah. Diskusi Nasional Bisnis dan Tehnologi Manggis. Bogor, 15 -16 November 2000. Bogor.
- Poerwanto R. 2003. Peran Manajemen Budidaya Tanaman dalam Peningkatan Ketersediaan dan Mutu Buah-buahan. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu hortikultura. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Ramlan, M. F., T. M. M. Mahmud, B. M. Hasan dan M. Z. Karim. 1992. Studies on Photosynthesis on Young Mangosteen Plants Grown Under Several Growth Conditions. *Acta. Hortikulture*, 321: 482-489.
- Rahardja, P.C., (1993), *Kultur Jaringan, Teknik Perbanyakan Secara Modern*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Reza, M., Wijaya, E., dan Tuherkih, (1994), *Pembibitan dan Pembudidayaan Manggis*, Penebar Swadaya, Jakarta.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

- Rostika, I., Sunarlim, N., dan Mariska, I., (2005), Mikropropagasi Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana*), *Jurnal AgroBiogen*, 1(1): 20-25.
- Yekti, M. dan Zamroni, (2005), Penggandaan Tunas Krisan Melalui Kultur Jaringan, *Ilmu Pertanian* 12 (1): 51-55
- Yunus, A., (2007), Pengaruh IAA dan Kinetin terhadap Pertumbuhan Eksplan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Secara In Vitro, *Jurnal Akta Agrosia Edisi Khusus* (1): 53-58
- Yusnita, (2003), *Kultur Jaringan : Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*, Penerbit AgroMedia Pustaka, Jakarta.

KOMPATIBILITAS ANTARA FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DAN BEBERAPA GENOTIPE KEDELAI PADA DUA TINGKAT KEKERINGAN

Hapsoh

Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian USU

ABSTRACT

The objective to the experiment was to identify the compatibility of VAM species and soybean to drought. Nine VAM species and were three soybean genotypes tested for their compatibility to two levels of drought. The levels were set up based on field capacity (FC) of soil moisture conditions : 80% FC and 60% FC. Results showed that at 80% FC VAM species, i.e. *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, and *Scutellospora calospora* were more compatible than the others. At 60% FC, however, *G. etunicatum* was more compatible than the others. The highest infection rate of 93,33% was attained by Sindoro, the most tolerant soybean genotype. The positive role of VAM to overcome drought stress was more significant in the less tolerant than the more tolerant genotypes.

Keywords: Compatibility, mycorrhiza, soybean, drought stress.

PENDAHULUAN

Sieverding (1991) melaporkan FMA (Fungi mikoriza Arbuskular =Vesicular Arbuscular Mycorrhiza) dapat berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi. FMA mampu menginfeksi hampir semua tanaman pangan termasuk kedelai. Kemampuan menginfeksi itu sangat bergantung pada spesies FMA dan spesies tanaman inang (Smith and Read, 1997).

Kompatibilitas antara FMA dan tanaman inang adalah kemampuan kedua simbion menggunakan fungsi simbiosis secara penuh. Bagi mikoriza, fungsi tersebut sebagai satu fungsi menembus akar tanaman inang dan membentuk arbuskula tempat bahan-bahan (fosfat dan karbohidrat) dipertukarkan dan mempengaruhi perkembangbiakan FMA. Tanaman inang dapat menjalankan fungsi tumbuh dan berkembang secara sempurna (Koide and Schreiner, 1992). Peran FMA meningkatkan penyerapan air, unsur hara dan hormon auksin, menyebabkan tanaman lebih tahan terhadap kekeringan (Bryla and Duniway, 1997; Subashini and Natarajan, 1997; Tjondronegoro dan Gunawan, 2000). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang kompatibilitas spesies

FMA pada genotipe kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan cendawan FMA yang kompatibel dengan kedelai terhadap kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Percobaan menggunakan tanah ultisol asal Kebun Percobaan USU Tambunan A, Langkat, Sumatera Utara. Penetapan kadar air tanah dengan metode pengeringan (oven), sedangkan penetapan kadar air pada kapasitas lapang dilakukan dengan metode Bouyoucos.

Benih kedelai yang dicoba adalah hasil evaluasi ulang yaitu yang toleran kekeringan Sindoro (G_1) dan MLG 3474 (G_2) dan yang peka kekeringan Lokon (G_3) (Hapsoh, 2003). Inokulum FMA yang digunakan: *Glomus sp* (M_1)(koleksi laboratorium Biologi Tanah USU, Medan dari isolat lokasi pertanaman kedelai di kabupaten Simalungun dan Langkat di Sumatera Utara). *Glomus moseae* (M_2), *Glomus fasciculatum* (M_3), *Gigaspora margarita* (M_4) dan *Scutellospora calospora* (M_5) (koleksi Laboratorium Biologi Tanah USU Medan berasal dari Balittan LIPI Bogor). *Glomus etunicatum* (M_6), *Glomus manihotis* (M_7) dan *Gigaspora roseae* (M_8) berasal dari koleksi Laboratorium Mikoriza Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi IPB Bogor dan isolat asal pertanaman kedelai pada lahan sawah Kuala Madu, Langkat, Sumatera Utara (M_9).

Percobaan dilaksanakan secara faktorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama ialah genotipe kedelai (G), terdiri atas tiga genotipe kedelai (G_1 - G_3). Faktor kedua ialah spesies FMA (M), terdiri atas M_0 (tanpa mikoriza) dan sembilan spesies FMA (M_1 - M_9). Faktor ketiga ialah tingkat kekeringan (C), terdiri atas C_1 (80% kapasitas lapang (80% KL)) , C_2 (60% KL).

Isolat FMA diperbanyak dengan kultur polibeg dan tanah steril sebagai media tumbuh. Sebelum digunakan sebagai inokulum, contoh akar dievaluasi dengan teknik pewarnaan menurut metode Phillips and Hayman (1970). Akar yang mempunyai derajat infeksi 70% dicincang halus, diaduk dengan tanah yang mengandung spora dan ini digunakan sebagai inokulum. Kriteria menginfeksi akar sebesar 70% ini juga digunakan sebagai kriteria kompatibilitas FMA dengan genotipe kedelai yang dicobakan.

Penanaman pada kultur polibeg dengan volume 2 l (1,5 kg bobot tanah kering mutlak). Sebanyak 50 g inokulan FMA diinokulasikan sesuai perlakuan. Pada setiap polibeg dipelihara satu tanaman. Sehari sebelum tanam dilakukan pemupukan sebanyak 1,52 g urea/polibeg, 0,22 g rock fosfat/polibeg, 1,05 g KCl/polibeg.

Sejak waktu tanam sampai tanaman berumur 14 hari untuk semua perlakuan, tanaman ditumbuhkan pada tingkat 80% KL. Setelah 14 hari dalam polibeg tanaman disiram sesuai dengan perlakuan masing-masing dan penyiraman selanjutnya dilakukan 1 hari sekali sampai tanaman berumur 28 hari. Pengamatan pada umur 28 hari meliputi : derajat infeksi FMA, bobot kering (BK) akar, BK batang dan BK daun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat perbedaan tingkat kompatibilitas antara genotipe kedelai yang dicobakan dan FMA terhadap kekeringan. Genotipe Sindoro lebih kompatibel dibandingkan dengan genotipe MLG 3474 dan genotipe Lokon pada kondisi cekaman kekeringan 60% KL (Tabel 1).

Perbedaan tingkat kompatibilitas ini diduga karena berbedanya eksudat gula dan asam organik dari akar masing-masing genotipe. Sebagaimana dikemukakan Gianinazzi-Pearson and Gianinazzi (1983), perkembangan infeksi FMA di akar berhubungan dengan pembentukan eksudat gula dan asam organik.

Pada kondisi kekeringan, hifa mikoriza dapat mempertahankan kontak tanah-akar yang lebih baik selama kekeringan dan memudahkan pengambilan air (Davies *et al.*, 1992). Sieverding (1991) melaporkan bahwa FMA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air. Terjadinya peningkatan penyerapan unsur hara dan air pada tanaman yang bermikoriza membantu memperbaiki pertumbuhan tanaman pada kondisi cekaman kekeringan. Namun pada penelitian ini kriteria derajat infeksi FMA tinggi tidak selalu menjamin pertumbuhan tanaman menjadi paling baik. Ini terlihat pada pertumbuhan tanaman yaitu bobot kering akar (Tabel 2), bobot kering batang (Tabel 3) dan bobot kering daun (Tabel 4), tidak selalu meningkat untuk ketiga genotipe yang dicobakan.

Genotipe Sindoro yang lebih kompatibel dengan FMA *Glomus etunicatum* (derajat infeksi FMA sebesar 93,33%) pada kondisi kekeringan, tidak menunjukkan pertumbuhan yang paling baik. Keadaan tersebut diduga FMA itu sendiri untuk tetap ada membutuhkan karbohidrat, sehingga transfer karbohidrat untuk tanaman inang menjadi berkurang. Peran positif FMA pada kondisi kekeringan lebih berpengaruh pada genotipe Lokon. Genotipe Lokon, walaupun mempunyai derajat infeksi FMA sebesar 80% (Tabel 1), lebih meningkatkan pertumbuhan tanaman. Ini terlihat pada peningkatan bobot kering akar (Tabel 2), bobot kering batang (Tabel 3) dan bobot kering daun (Tabel 4) pada genotipe Lokon yang diinfeksi *Glomus etunicatum*.

Tabel 4.
Respon bobot kering daun beberapa genotipe kedelai terhadap pemberian mikoriza dan kekeringan

		Cekaman kekeringan	
Genotipe	Mikoriza	80% KL	60% KL
.g			
Sindoro	Tanpa Mikoriza	0,35	0,27 (21,15)
	<i>Glomus sp</i>	0,64	0,62 (3,11)
	<i>Glomus moseae</i>	0,75	0,72 (3,56)
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,56	0,61 (7,69)*
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,84	0,69 (18,58)
	<i>Glomus manihotis</i>	0,76	0,71 (6,17)
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,68	0,37 (45,81)
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,62	0,85 (36,36)*
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,82	0,69 (16,26)
		Isolat asal SUMUT	0,74
Lokon	Tanpa Mikoriza	0,86	0,43 (49,61)
	<i>Glomus sp</i>	0,8	1,00 (25,10)*
	<i>Glomus moseae</i>	0,64	0,79 (22,28)*
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,64	0,66 (3,14)*
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,63	0,90 (42,33)*
	<i>Glomus manihotis</i>	0,82	0,81 (1,22)
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,68	1,00 (47,78)*
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,91	0,72 (21,53)
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,83	0,82 (0,81)
		Isolat asal SUMUT	0,77
MLG 3474	Tanpa Mikoriza	0,38	0,30 (20,35)
	<i>Glomus sp</i>	0,63	0,50 (20,53)
	<i>Glomus moseae</i>	0,49	0,50 (2,04)*
	<i>Glomus fasciculatum</i>	0,54	0,35 (36,20)
	<i>Glomus etunicatum</i>	0,68	0,57 (15,76)
	<i>Glomus manihotis</i>	0,52	0,45 (14,10)
	<i>Gigaspora roseae</i>	0,48	0,39 (19,44)
	<i>Gigaspora margarita</i>	0,74	0,46 (38,29)
	<i>Scutellospora calospora</i>	0,6	0,63 (3,87)*
		Isolat asal SUMUT	0,5

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5 %

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan tingkat kompatibilitas antara genotipe kedelai yang dicobakan dan FMA dengan berbedanya tingkat cekaman kekeringan. Genotipe Sindoro lebih kompatibel dibandingkan dengan genotipe MLG 3474 dan genotipe Lokon pada kondisi kekeringan 60% KL. FMA *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum* dan *Scutellospora calospora* lebih kompatibel dengan genotipe kedelai dibandingkan dengan spesies FMA lainnya. *Glomus etunicatum* lebih kompatibel dengan genotipe Sindoro pada kekeringan 60% KL, menginfeksi sebesar

93,33% dan meningkatkan infeksi akar sebesar 21,74% dibandingkan dengan kondisi 80% KL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tulisan ini, penulis telah mendapatkan bantuan dan masukan berharga dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada mereka semua, diantaranya kepada yang terhormat Sudirman Yahya, T. M. Hanafiah Oelim, Didy Sopandie, Bambang Sapta Purwoko dan Asmarlaili Sahar Hanafiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bryla, D.R., and J.M. Duniway. 1997. Effects of mycorrhizal infection on drought tolerance and recovery in safflower and wheat. *Plant and Soil* 197:95 – 103.
- Davies Jr., F.T., J.R. Potter, and R.G. Linderman . 1992. Mycorrhiza and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development of pepper plants independent of plant size and nutrient content. *J. Plant Physiol.* 139:289–294.
- Gianinazzi-Pearson, V., and S. Gianinazzi. 1983. The physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal roots. *Plant and Soil* 71:197 – 209.
- Hapsah. 2003. Kompatibilitas MVA dan beberapa genotipe kedelai pada berbagai tingkat cekaman kekeringan tanah ultisol: tanggap morfofisiologi dan hasil. Disertasi S3. Institut Pertanian Bogor, Sekolah Pascasarjana.
- Koide, R.T., and R.P. Schreiner. 1992. Regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43:557-581.
- Montgomery, D.C. 1991. Design and analysis of experiments. Third edition. John Wiley and Sons. 649 hlm.
- Phillips, J.M., and D.S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Transactions of The British Mycological Soc.* 55:158-160.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza management in tropical agrosystem. Eschborn: Deutsche GTZ GmbH.
- Smith, S.E., and D.J. Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. New York: Academic Press.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Subashini, H.D., and K. Natarajan. 1997. Enzymes and phytohormones in some ectomycorrhizal fungi. Di dalam: Mycorrhizas in sustainable tropical agriculture and forest ecosystems: Bogor. 26-30 Okt 1997. Bogor: LIPI, Bogor Agriculture Institute, University of Adelaide. 11 hlm.
- Tjondronegoro, P.D., and A.W. Gunawan AW. 2000. The role of *Glomus fasciculatum* and soil water condition on growth of soybean and maize. J. Mikrobiol. Indonesia 5 (1):1-3.

TANGGAPAN FISILOGIS SOMAKLONAL ANDALAS (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) PADA PENINGKATAN KANDUNGAN POLIETILENA GLIKOL DALAM MEDIUM SELEKSI CEKAMAN KEKERINGAN *IN VITRO*

M. Idris^{1*} dan Mansyurdin²

¹*Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi*

²*Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, Padang*

*email : uwakidris@gmail.com / midris@fmipa.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian tentang tanggapan fisiologis somaklonal Andalas pada peningkatan kandungan polietilena glikol (PEG) dalam medium seleksi cekaman kekeringan telah dilakukan dengan metode eksperimen memanfaatkan teknik *in vitro* melalui pengamatan secara deskriptif. Penelitian terdiri atas dua tahapan seleksi yaitu tahap awal menggunakan PEG pada rentang konsentrasi 1,25% maksimal 5% yang kemudian diperbanyak dengan dan tanpa penambahan PEG maksimal dimana eksplan bertahan hidup. Tahap lanjutan menggunakan PEG pada konsentrasi kelipatan 0,25% diatas konsentrasi maksimal yang mampu ditolerir pada tahap sebelumnya yang dilanjutkan dengan perbanyakan dan induksi perakaran tunas pada medium dengan dan tanpa PEG. Hasil penelitian memberikan gambaran bahwa penambahan 3,75% PEG pada tahap pertama merupakan konsentrasi maksimum yang mampu ditolerir oleh eksplan dan 4% pada tahap selanjutnya. Cekaman kekeringan yang dialami eksplan klon Andalas menyebabkan pengurangan luas daun dan jumlah stomata namun sebaliknya terjadi peningkatan kadar proline dan ketebalan daun.

Kata Kunci : Andalas, daun, kekeringan, proline, PEG, somaklonal.

PENDAHULUAN

Tumbuhan Andalas (*Morus macroura* Miq. var. *macroura*) merupakan salah satu tumbuhan asli Sumatera Barat. Tumbuhan ini tergolong kedalam salah satu tumbuhan langka endemik Indonesia terutama Sumatera. Tumbuhan Andalas memiliki kualitas kayu yang sangat baik untuk bahan perabotan (Dahlan, 1994). Tumbuhan ini

mengandung senyawa kimia berpotensi sebagai obat leukemia, anti tumor dan anti bakteri (Achmad *et al*, 2001).

Berdasarkan kualitas kayunya yang tergolong sangat baik, Andalas sangat potensial dikembangkan untuk tanaman hutan industri. Namun, hal ini terkendala akibat habitatnya yang terbatas di daerah dengan kelembaban yang relatif tinggi. Padahal, areal-areal yang tersedia umumnya adalah lahan terbuka atau bekas tebanan yang sering sudah kering, tandus dan kritis. Oleh karena itu perlu upaya mendapatkan klon-klon baru tumbuhan Andalas yang toleran kekeringan.

Salah satu alternatif untuk penyediaan klon yang toleran terhadap kekeringan adalah melalui seleksi somaklonal Andalas dengan menggunakan polietilena glikol (PEG) secara *in vitro*. Metode ini telah dilakukan pada kopi (Tirtoboma, 1997), dan jenis tumbuhan berkayu yaitu *Eucalyptus grandis*, *Picea mariana*, *Pinus banksiana* (Fan dan Blake, 1997), *Mulberry-Morus* sp. (Tewary et al, 2000) pada kisaran 2-10% PEG. Pada tumbuhan yang mengalami cekaman kekeringan, biasanya dihasilkan senyawa asam amino terutama prolina (Bates *et al.*, 1973; Ünyayar, Keles dan Ünal, 2004). Biosintesis prolina yang berlebihan terpacu akibat rendahnya potensial air pada jaringan tumbuhan (Coluzzi dan Rast, 2000). Selain itu, juga terjadi penurunan ukuran daun (Rhizopoulou dan Psaras, 2003) serta terjadinya perubahan pada ketebalan daun dan pengurangan jumlah stomata (Sobrado, 2007).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui batas konsentrasi PEG maksimal yang mampu ditolerir oleh tumbuhan Andalas setelah dilakukan seleksi secara bertahap. Tanggapan fisiologis somaklonal yang memperlihatkan toleransi cekaman kekeringan diamati dalam bentuk kandungan prolina, luas daun serta ketebalan daun dan stomata pada permukaan bawah daun. Beberapa faktor tersebut berkemungkinan besar mengalami perubahan akibat cekaman kekeringan yang dialami.

CARA KERJA

Bahan klon tumbuhan Andalas sebagai sumber eksplan

Bahan klon tumbuhan Andalas yang dimanfaatkan sebagai eksplan berupa pucuk yang berasal dari perbanyakan *in vitro* tumbuhan Andalas dengan sumber eksplan berasal dari Nagari Andaleh Kab. Tanah Datar, Sumatera Barat pada medium MS dengan penambahan 3 mg/l BA dan 10 mg/l biotin.

Media Kultur

Medium dasar Murashige-Skoog (MS) komposisi penuh digunakan sebagai media dasar dengan penambahan 3 mg/l BA, 10 mg/l biotin, 0,7% agar, 3% sukrosa untuk medium multiplikasi pucuk (SM)

dan MS setengah komposisi dengan penambahan 10 mg/l biotin, 0,7% agar, 3% sukrosa untuk medium induksi perakaran (RI) (Suwirmen, 2007). Pada masing-masing medium ditambahkan PEG sebagai pengatur cekaman kekeringan sesuai dengan perlakuan pada setiap tahap penelitian. Keasaman media kultur diatur hingga mencapai $\text{pH } 5,5 \pm 0,5$. Media kultur dimasak sampai mendidih dan kemudian dituang kedalam botol-botol kultur steril dan disterilisasi menggunakan autoclave selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 15 lbs.

Tahapan penelitian

Cekaman kekeringan *in vitro* tahap I (awal)

Pada tahap ini, eksplan berupa pucuk diperlakukan dalam media inisiasi pucuk-SI (MS komposisi penuh + 10 mg/l biotin) (Suwirmen, 2007) dengan penambahan PEG sebagai faktor pengatur cekaman kekeringan dalam 5 taraf konsentrasi yaitu PEG 0 ; 1.25; 2.50; 3.75; dan 5.00%. Eksplan hasil tahap inisiasi disubkultur pada medium multiplikasi pucuk yang terdiri dari medium tanpa penambahan PEG dan medium dengan penambahan konsentrasi PEG maksimal dimana eksplan masih mampu bertahan hidup.

Cekaman kekeringan *in vitro* tahap II (lanjutan)

Pada tahap ini, pucuk yang diperoleh dari perlakuan konsentrasi PEG maksimal yang bertahan hidup disubkultur pada medium yang ditingkatkan konsentrasi PEG nya dengan kelipatan 0,25% sampai dibawah batas eksplan mengalami kematian dengan perlakuan PEG. Kemudian dilakukan perbanyakan tunas pada medium dengan dan tanpa PEG sesuai dengan perlakuan sebelumnya serta penginduksian perakaran pada medium RI dengan dan tanpa PEG sesuai dengan hasil seleksi.

Pada setiap tahapan penelitian, eksplan diperlakukan dalam medium perlakuan masing-masing selama 30 hari. Eksplan dipelihara pada ruang inkubasi untuk pertumbuhan eksplan. Ruang inkubasi diatur suhunya pada kisaran $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan fotoperiodisme 12L / 12D dan intensitas cahaya 500-1500 Lux untuk multiplikasi tunas dan 1500-3000 Lux untuk induksi perakaran.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian yaitu pada akhir tahap induksi perakaran. Data dianalisis secara deskriptif karena keterbatasan planlet yang berhasil bertahan setelah tahapan induksi perakaran. Beberapa parameter yang diamati pada penelitian adalah sebagai berikut:

- Keberhasilan seleksi cekaman kekeringan dengan menggunakan PEG

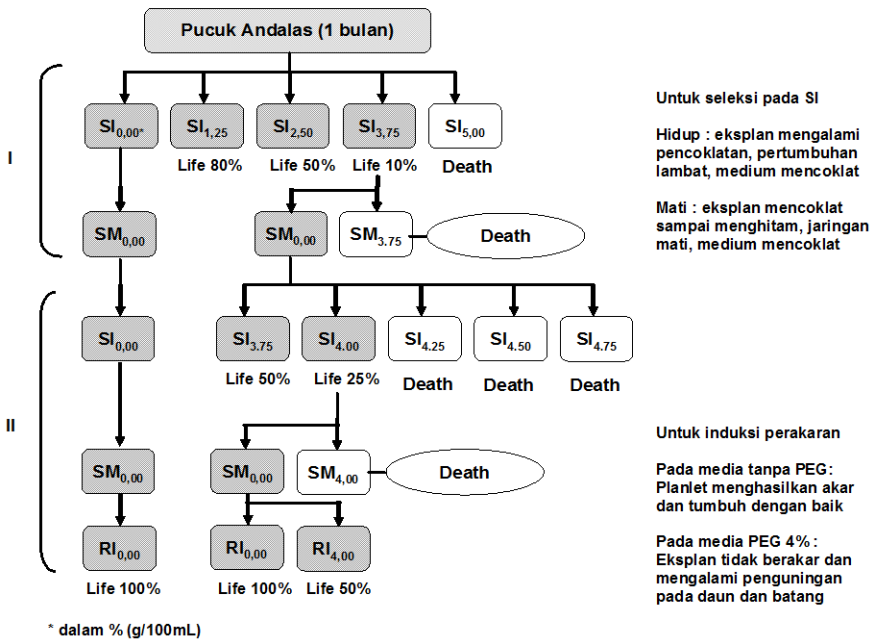
Kemampuan bertahan somaklonal andalas terhadap tahapan pemberian PEG diamati setiap tahapan sampai dihasilkan somaklonal yang andalas yang toleran kekeringan sewaktu dilakukan induksi perakaran.

- Kandungan prolina
Kandungan prolina bebas dihitung dengan menggunakan metode spektrofotometer berdasarkan reaksi kolorimetrik dengan ninhidrin yang mengacu pada metode yang dikembangkan Bates *et al.*, (1973) dan Singh *et al.*, (1973) dimodifikasi oleh Peguin dan Lechasseur (1979).
- Luas daun
pengukuran terhadap luas permukaan daun dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri menurut Sitompul dan Guritno (1995).
- Ketebalan daun dan jumlah stomata
Pengukuran ketebalan daun dan jumlah stomata dilakukan dengan menggunakan sayatan preparat semi permanen daun yang diamati menggunakan mikroskop Olympus Microscope Model CX21FS1 dan dilakukan pemotretan menggunakan kamera digital merk Nikon Coolpix S700.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Seleksi Eksplan pada Cekaman Menggunakan PEG secara *In Vitro*

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa pada tahap awal hanya 10% dari total eksplan Andalas yang mampu bertahan hidup pada konsentrasi PEG 3,75%. Pada tahap seleksi lanjutan, eksplan Andalas mampu mentolerir peningkatan konsentrasi PEG maksimal pada taraf 4% dimana hanya 25% dari total eksplan yang diperlakukan mampu bertahan hidup. Pada media perakaran, eksplan hasil seleksi yang ditanam pada media dengan penambahan PEG tidak memperlihatkan adanya pembentukan akar (Gambar 1).



Gambar 1.
 Tahapan seleksi somaklonal Andalas yang memperlihatkan persentase eksplan yang mampu bertahan hidup serta respon yang diberikan oleh eksplan akibat cekaman kekeringan PEG yang dialami

Tewary *et al.*, (2000) mendapatkan ketahanan tanaman mulberry terhadap cekaman kekeringan maksimal pada konsentrasi PEG 4%. Tunas yang dihasilkan mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dengan semakin meningkatnya kandungan PEG pada medium. Konsentrasi PEG diatas 4% memperlihatkan kematian pada eksplan yang diperlakukan sampai konsentrasi PEG 10%. Ahmad *et al.*, (2007) mendapatkan pembentukan dan pertumbuhan akar semakin menurun akibat semakin tingginya cekaman garam yang diperoleh sebelumnya oleh eksplan sewaktu diinisiasi dengan kondisi cekaman garam di tahap sebelumnya.

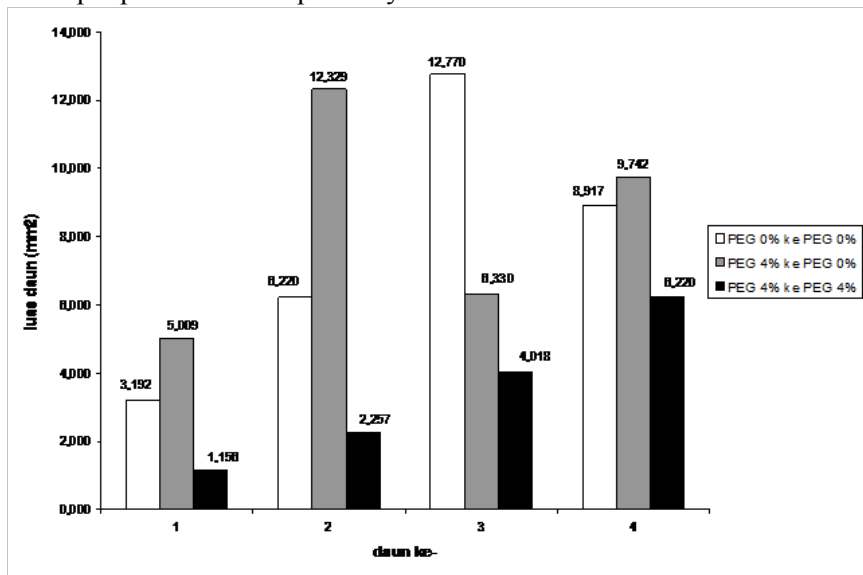
Karakter fisiologi planlet klon Andalas hasil seleksi kekeringan PEG

Luas daun planlet klon Andalas

Luas daun planlet klon Andalas hasil seleksi kekeringan memperlihatkan ukuran yang jauh lebih besar dibandingkan kontrol setelah dipindahkan dari medium perlakuan PEG 4% ke medium tanpa PEG (Gambar 2.). Sedangkan luas daun planlet yang berasal dari PEG 4% dan ditumbuhkan pada medium perakaran dengan penambahan PEG

4% memperlihatkan luas daun yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan induksi perakaran dengan penambahan PEG 4%, daun pertama sampai keempat memperlihatkan luas daun yang tidak mengalami pertumbuhan baik pada daun pertama dan kedua maupun ketiga yang mengindikasikan tidak terjadinya aktivitas pertumbuhan karena daun tersebut tidak memiliki luas daun yang melebihi daun keempat.

Pada perlakuan eksplan yang berasal dari PEG 4% yang dipindahkan pada medium induksi perakaran tanpa pemberian PEG memperlihatkan pertumbuhan yang pesat pada daun kedua yang lebih luas dibandingkan daun ketiga atau keempat sedangkan pada kontrol daun ketiga lebih pesat pertumbuhannya dibandingkan daun yang lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa pada eksplan yang berasal dari perlakuan PEG akan menyesuaikan lagi dengan kondisi lingkungan sehingga pertumbuhan daun agak lambat. Setelah mampu beradaptasi dengan kondisi medium yang tidak mengalami cekaman, pertumbuhan lebih terpacu yang terlihat dari pesatnya pertumbuhan daun kedua. Pada kontrol, pertumbuhan daun ketiga yang cepat dikarenakan tidak adanya masa penyesuaian dengan lingkungan medium karena medium awal dan medium baru memiliki kondisi yang sama sehingga daun ketiga pertumbuhannya lebih baik sedangkan daun pertama dan kedua belum mencapai pertumbuhan optimalnya.



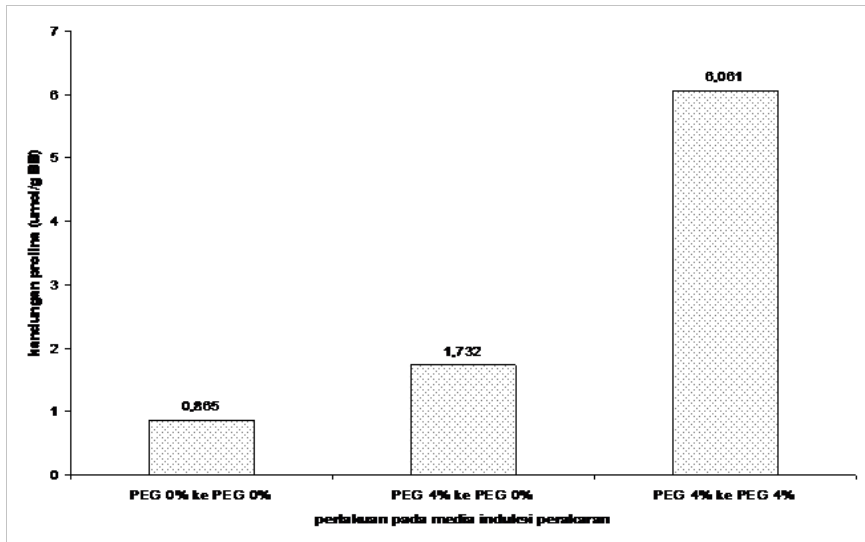
Gambar 2.
 Perbandingan rata-rata luas daun ke-1, 2, 3 dan 4 planlet klon Andalas pada media perakaran tanpa penambahan PEG dan penambahan PEG 4% sebagai pengatur cekaman kekeringan secara *in vitro* pada tahap akhir perlakuan

Pemberian PEG pada medium pertumbuhan menurunkan pertumbuhan daun sehingga mengurangi luas permukaan daun. Rendahnya aktivitas pertumbuhan daun dikarenakan adanya upaya untuk mengurangi tingginya penguapan air oleh permukaan daun. Daun pada tumbuhan yang mengalami cekaman kekeringan dengan menggunakan PEG memiliki ukuran yang relatif kecil dan biasanya tingkat ketebalan daun lebih besar dibandingkan daun yang tidak mengalami cekaman kekeringan. Selain itu, pengurangan pasokan nutrisi dan sukrosa dari medium untuk memacu pertumbuhan juga menyebabkan pertumbuhan daun akan terganggu sehingga luas daun akan berkurang jika dibandingkan dengan luas daun tanpa pemberian PEG (Veeranjaneyulu dan Kumari, 1989).

Pada tumbuhan jarak (*Ricinus communis*) yang mengalami cekaman kekeringan, area pertumbuhan daun akan semakin menurun dengan semakin lamanya cekaman yang dialaminya (Heckenberg *et al.*, 1998; Schurr *et al.*, 2000). Selama cekaman kekeringan, juga terjadi pengurangan area perluasan daun yang berakibat ukuran daun akan semakin kecil jika dibandingkan dengan kondisi tanpa mengalami kekeringan (Granier dan Tardieu, 1999). Duran *et al.* (1995) sebelumnya mendapatkan pemanjangan daun yang terhambat akibat cekaman kekeringan yang dialami oleh tumbuhan tall fescue. Alves dan Setter (2004) mendapatkan hasil tumbuhan yang sebelumnya mengalami cekaman kekeringan jika dipindahkan pada kondisi normal akan memiliki pertumbuhan daun yang lebih baik dan terpacu bila dibandingkan dengan kondisi tumbuhan sewaktu mengalami cekaman kekeringan. Selain itu, cekaman kekeringan yang dialami oleh tumbuhan akan mengurangi jumlah sel yang menyusun organ daun tersebut akibat terhentinya aktifitas pertumbuhan dan perkembangan daun.

Kandungan prolina planlet klon Andalas

Planlet yang diperlakukan dengan pemberian konsentrasi PEG pada taraf 4% memiliki kandungan prolina yang jauh lebih tinggi dari perlakuan lainnya (Gambar 3.).



Gambar 3.
Perbandingan rata-rata kandungan prolina ($\mu\text{mol/g BB}$) pada tiga perlakuan pemberian konsentrasi PEG pada tahap perakaran planlet klon Andalas yang toleran terhadap kondisi kekeringan setelah 30 hari pada medium perlakuan

Pada daun planlet yang berasal dari perbanyakkan pada pemberian PEG 4% dan diakarkan pada medium dengan penambahan PEG 4% memiliki kandungan prolina $6,061 \mu\text{mol/g BB}$ sedangkan pada planlet yang berasal dari perlakuan PEG 4% dan diakarkan pada media tanpa PEG kandungan prolina $1,732 \mu\text{mol/g BB}$ dan pada kontrol $0,865 \mu\text{mol/g BB}$. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi cekaman yang terjadi pada planlet oleh kondisi lingkungan yang ekstrim maka semakin tinggi kandungan prolina. Selain itu, pemindahan eksplan dari kondisi cekaman ke kondisi tanpa cekaman akan mengurangi kandungan prolina pada planlet. Hal ini terlihat dari rendahnya kandungan prolina planlet yang dipindahkan dari cekaman PEG 4% ke medium induksi perakaran tanpa menggunakan PEG.

Agastian *et al.*, (2000) mendapatkan peningkatan kandungan prolina seiring dengan peningkatan konsentrasi garam pada mulberry. Harinasut *et al.*, (2000) mendapatkan kandungan prolina pada daun Mulberry meningkat 11 kali pada kondisi cekaman garam NaCl sebesar 150 mM bila dibandingkan dengan kontrol. Ahmad *et al.* (2007) melakukan seleksi kultivar *Morus alba* terhadap cekaman garam dimana terjadi peningkatan kandungan prolina sebesar 89,2% (kultivar lokal) dan 85,5% (kultivar Sujanpuri) pada pengujian secara *in vitro*. Akumulasi prolina yang terjadi pada sel tumbuhan merupakan mekanisme adaptasi dalam mempertahankan tekanan turgor sel, penyerapan air dan

kelangsungan berbagai proses fisiologis dalam sel seperti pembukaan stomata dan perkembangan sel (Serajj dan Sinclair, 2002; Ismail *et al.*, 2004; Gomez dan Prado, 2007).

Ketebalan daun dan jumlah stomata

Rata-rata jumlah stomata semakin menurun dengan semakin tingginya cekaman kekeringan yang dialami oleh planlet klon Andalas. Berdasarkan data terlihat bahwa terjadi penurunan jumlah stomata yang mencolok dari kondisi tanpa pemberian PEG dengan pemberian PEG 4%. Stomata pada eksplan yang ditumbuhkan dalam medium tanpa penambahan PEG memperlihatkan ukuran yang relatif sama bila dibandingkan dengan eksplan yang ditumbuhkan pada medium dengan PEG 4% . Sebaliknya, terlihat bahwa terjadi peningkatan ketebalan daun yang mencolok pada perlakuan dari PEG 4% yang diakarkan pada PEG 4%, sedangkan pada perlakuan PEG 4% yang diakarkan pada PEG 0% terlihat ketebalan daun lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Tabel 1.). Hal ini diduga karena sedikitnya air yang bisa diserap oleh tumbuhan sehingga jaringan tumbuhan melakukan penghematan air dengan menambah ketebalan daun dan mengurangi jumlah stomata pada permukaan daun sehingga air dapat dipertahankan dalam tumbuhan.

Tabel 1.

Kisaran ketebalan daun dan rata-rata jumlah stomata planlet klon Andalas pada medium perakaran dengan dan tanpa pemakaian PEG 4% sebagai pengatur cekaman kekeringan setelah 30 hari pada media perlakuan

No	Perlakuan Perakaran	Induksi	Kisaran Ketebalan daun (m)	Rata-rata jumlah stomata (/mm ²)
1	PEG 0% disubkultur pada PEG 0%		76,66 – 99,99	800
2	PEG 4% disubkultur pada PEG 0%		73,33 – 83,33	425
3	PEG 4% disubkultur pada PEG 4%		139,99 – 159,98	275

Inamullah dan Isoda (2005) menyatakan bahwa tumbuhan yang diperlakukan dengan kondisi cekaman lingkungan yang lebih tinggi akan mengakibatkan berkurangnya area stomata, kerusakan dan kematian pada sel-sel penyusun stomata. Kondisi perlakuan cekaman lingkungan seperti kekeringan dan garam memberikan pengaruh terhadap struktur anatomi daun terutama terjadi modifikasi pada stomata dan sel-sel epidermis dimana lapisan epikutikular menjadi lebih tebal yang menyebabkan daun menjadi lebih tebal (Shepperd dan Griffiths, 2006).

KESIMPULAN

Hasil penelitian memberikan gambaran bahwa eksplan klon Andalas mampu bertahan hidup pada tingkat cekaman kekeringan menggunakan PEG pada kisaran konsentrasi 3,75-4%. Cekaman kekeringan yang dialami eksplan klon Andalas menyebabkan pengurangan luas daun dan jumlah stomata namun sebaliknya terjadi peningkatan kadar prolina dan ketebalan daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dra. Sjahridal Dahlan, MS. yang telah memberikan sumbangan pemikiran dan masukan dalam penelitian ini serta atas izin yang diberikan dalam memakai fasilitas yang tersedia pada Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas. Penulis juga mengucapkan terimakasih pada Tim *Morus macroura* (Andalas) Laboratorium Fisiologi Tumbuhan atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S. A., N. Aimi, E. L. Ghisalberty, E. H. Hakim, Jasmansyah, L. D. Juliawaty, L. Makmur, Y. Manjang, U. Supratman, Suyanto, R. Tamin, dan A. Yelminda. 2001. Some New Compunds from Indonesian Moraceae. *Proceedings, International Seminar on Tropical Rainforest Plants*. Padang. 25 hal.
- Agastian, P., S. J. Kingsley, and M. Vivekanandan. 2000. Effect of Salinity on Photosynthesis and Biochemical Characteristic in Mulberry Genotypes. *Photosynthetica* 38 : 287-290.
- Ahmad, P., S. Sharma, and P. S. Srivastava. 2007. *In Vitro* Selection of NaHCO₃ Tolerant Cultivars of *Morus alba* (Local and Sujanpuri) in Response to Morphological and Biochemical Parameters. *Hort. Sci. (Progue)* 34 (3) : 114-122.
- Alves, A. A. C., and T. L. Setter. 2004. Response of Cassava Leaf Area Expansion to Water Deficit : Cell Proliferation, Cell Expansion and Delayed Development. *Annals of Bot.* 94 : 605-613.
- Bates, L. S., R. P. Waldren and I. D. Teare. 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies. *Plant and Soil* 39 (1) : 205-207.
- Coluzzii, G., and R. Last. 2000. Chapter 8. Amino Acids (Part 2. Cell Reproduction). In: Buchanan, B. B., W. Gruissem and R. L. Jones (Eds). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists. Rockville-Maryland. 358-410.

- Dahlan, S. 1994. Mengenal *Morus macroura* Miq. Maskot Flora Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Andalas* 15 : 17-20.
- Duran, J. L., B. Onillon, H. Schnyder, and I. Rademarcher. 1995. Drought Effects on Cellular and Spatial Parameter of Leaf Growth in Tail Fescue. *J. of Exp. Bot.* 46 (290) : 1147-1155.
- Fan, S., and T. J. Blake. 1997. Comparison of Polyethylene Glycol 3350 Induced Osmotic Stress and Soil Drying for Drought Simulation in Three Woody Species. *Tree-Structure and Function* 11 (6) : 342-348.
- Gomez, F. P., and C. H. B. A. Prado. 2007. Ecophysiology of Coconut Palm Under water Stress. *Braz. J. Plant Physiol.* 19 (4) : 377-391.
- Granier, C., and F. Tardieu. 1999. Water Deficit and Spatial Pattern of Leaf Development. Variability in Responses can be Simulated Using a Simple Model of Leaf Development. *Plant Physiol.* 119 : 609-619.
- Harinasut, P., S. Srisunak, S. Pitukchaisopol and R. Charoensataporn. 2000. Mechanism of Adaptation to Increasing Salinity of Mulberry : Proline Content and Ascorbate Peroxidase Activity in Leaves of Multiple Shoots. *Science Asia* 26 : 207-211.
- Heckenberg, U., U. Roggatz, and U. Scurr. 1998. Effect of Drought Stress on The Cytological Status in *Ricinus communis*. *J. of Exp. Bot.* 49 (319) : 181-189.
- Inamullah, and A. Isoda. 2005. Adaptive Responses of Soybeans and Cotton to Water Stress I. Transpiration Changes in Relation to Stomata Area and Stomata Conductance. *Plant Prod. Sci.* 8 (1) : 16-26.
- Ismail. M. R., M. K. Yusoff, and M. Mahmood. 2004. Growth, Water Relations, Stomatal Conductance and Proline Concentration in Water Stressed Banana (*Musa* spp.) Plants. *Asian Journal of Plant Sciences* 3 (6) : 709-713.
- Paquin, R., and P. Lechasseur. 1979. Observations sur Une Methode de Dosage de la Proline Libre dans Les Extraits de Plantes. *Can. J. Bot.* 57 : 1815-1854.
- Rhizopoulou, S., and G. K. Psaras. 2003. Development and Structure of Drought Tolerant Leaves of The Mediterranean Shrub *Capparis spinosa* L. *Annals of Botany* 92 : 377-383.
- Schurr, U., U. Heckenberg, K. Herdel, A. Walter and R. Feli. 2000. Leaf Development in *Ricinus communis* During Drought Stress :

- Dynamics of Growth Processes of Cellular Structure and of Sink-Source Transition. *J. of Exp. Bot.* 51 (350) : 1515-1529.
- Serraj, R., and T. R. Sinclair. 2002. Osmolyte Accumulation : Can It Really Help Increase Crop Yield under Drought Condition?. *Plant Cell Environ.* 25 : 333-350.
- Shepherd, T., and D. W. Griffiths. 2006. The Effects of Stress on Plant Cuticular Waxes (*Tansley Review*). *New Phytol.* 171 : 469-499.
- Singh, T. N., L. G. Paleg, and D. Aspinall. 1973. Stress Metabolism. I. Nitrogen Metabolism and Growth in The Barley Plant. *Aust. J. Biol. Sci.* 26 : 45-56.
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sobrado, M. A. 2007. Relationship of Water Transport to Anatomical Features in The Mangrove *Laguncularia racemosa* Grown Under Contrasting Salinities. *New Phytologist* 173 : 584-591.
- Suwirman. 2007. Produksi Bibit Pohon Andalas (*Morus macroura* Miq.) secara *In Vitro* dalam Upaya Pelestarian Maskot Flora Sumatera Barat. Laporan Research Grand Technological and Profesional Skill Development Sector Project (TPSDP) Batch III/2006 Universitas Andalas. Padang.
- Tewary, P. K., A. Sharma, M. K. Raghunath and A. Sarkar. 2000. *In Vitro* Response of Promosing Mulberry (*Morus* sp.) Genotypes for Tolerance to Salt and Osmotic Stresses. *Plant Growth Regulation* 30 (1) : 17-21.
- Tirtoboma. 1997. In vitro Selection and Acclimatization of Robusta Coffee Tolerant to Water Stress. *Menara Perkebunan (Indonesian Journal of Biotechnology Research on Estate Crops)* 65 (1) : 9-16.
- Ünyayar, S., Y. Keles and E. Ünal. 2004. Proline and ABA Levels in Two Sunflower Genotypes Subjected to Water Stress. *Bulg. J. Plant Physiol.* 30 (3-4) : 34-47.
- Veeranjaneyulu, K., and B. D. R. Kumari. 1989. Proline Metabolism During Water Stress in Mulberry (*Research Article*). *J. Exp. Bot.* 40 (5) : 581-583.

KOMUNITAS FUNGI PADA LAPISAN SERASAH *Acacia mangium*

Samingan

Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Syiah Kuala

E_mail: sam_biofkip@yahoo.com

ABSTRACT

Fungal study on *Acacia mangium* litter layers were investigated to examine fungal communities in tree litter layers, and relationship between organic contents of litters and fungal communities. Samples were obtained from three litter layers of two and five years' old standings both in health (2S and 5S) and *Ganoderma* attacked standing (2G and 5G) and on harvested area (BT). Fungal species were isolated by dilution method. Organic contents of each litter layers were analyzed by proximate method. The results showed that the highest fungal populations were found in 5G followed by 5S, 2S, 2G and BT respectively. Fungal populations were high at L layer in all standings except in BT at F layer due to their height organic contents.

Keywords: fungal communities, diversity, litter layers, decomposition, *A. mangium*

PENDAHULUAN

Peran fungi dalam proses dekomposisi serasah daun sangatlah penting karena fungi mempunyai kemampuan mendegradasi senyawa lignoselulosa yang tidak dapat dilakukan oleh mikroba lain (Tang *et al.* 2005). Kelompok fungi yang memiliki kemampuan lignoselulolitik tinggi berasal dari fungi pelapuk putih (*white rot fungi*). Steffen *et al.* (2002) mengemukakan bahwa fungi dari kelompok basidiomiset yang tumbuh pada serasah lantai hutan mampu mendekomposisi serasah melalui aktivitas enzim ekstraseluler MnP (*manganese peroxidase*) dan aktif terlibat dalam siklus hara di lantai hutan. (Rodriguez *et al.* 1996) menambahkan bahwa beberapa *Imperfect fungi* (Deuteromycetes) terutama *Penicillium* dan *Fusarium* juga mampu mendegradasi senyawa-senyawa lignoselulosa. Demikian juga *Trichoderma* mampu mendegradasi selulosa (Nieves *et al.* 1991).

Penelitian yang telah dilakukan pada serasah daun *Fagus crenata* menunjukkan adanya kecenderungan suksesi fungi endofit dan epifit mulai dari daun yang segar sampai daun yang terdekomposisi (Osono & Takeda, 2002). Pada tumbuhan Qat (*Chanta edulis*) berhasil diisolasi

beberapa fungi *phylloplant* antara lain *Cladosporium herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Alternaria alternata* dan *A. tenuissima* (Alhubaishi & Abdel-Kader, 1991). Pada serasah daun *Fagus silvatica* fungi pengkoloni awal yang sering ditemukan adalah *Discula quercina*, *Cladosporium herbarum*, *Aureobasidium pullulans*, *Alternaria tennis*, dan *Botrytis cinerea* (Dickinson dan Pugh, 1974).

Keberadaan fungi pada serasah *A. mangium* belum diperoleh banyak informasi, tetapi pada serasah daun yang terdekomposisi ditemukan *Trichoderma* sp., *Curvularia* sp. dan *Alternaria* sp. (Samingan *et al.* 1999). Dalam penelitian pendahuluan berhasil diisolasi 12 spesies fungi dari daun segar, daun senesen dan serasah daun *A. mangium* di Darmaga IPB Bogor, enam diantaranya berhasil diidentifikasi yaitu *Curvularia* sp., *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp., *Phaecilomyces* sp., *Diamargaris* sp., dan *Botrytis* sp. sedangkan enam lainnya belum teridentifikasi (Samingan & Sudirman 2008).

Keberadaan fungi pada daun *A. mangium* menarik untuk diteliti karena daun tumbuhan ini merupakan modifikasi dari tangkai daun (*phylloodium*), sehingga kandungan lignoselulosanya lebih tinggi dibandingkan dengan daun tumbuhan lain. Tingginya kandungan lignoselulosa tersebut menyebabkan proses dekomposisi menjadi lambat, akibatnya terjadi penumpukan serasah yang membentuk lapisan. Lapisan-lapisan yang terbentuk adalah lapisan **L** yaitu lapisan serasah bagian atas (yang masih utuh), lapisan **F** yaitu lapisan serasah bagian tengah yang sebagian sudah terdekomposisi, dan lapisan **H** yaitu lapisan bagian bawah yang sudah terdekomposisi atau lapisan yang berada pada lapisan permukaan tanah (Danoff-Burg 2006). Pada setiap lapisan kemungkinan mempunyai iklim mikro dan kandungan bahan organik yang berbeda, sehingga kemungkinan juga dihuni oleh spesies fungi yang berbeda. Keberadaan fungi pada lapisan serasah tersebut kemungkinan ada yang berpotensi sebagai antagonis dari fungi penyebab penyakit pada *A. mangium* sehingga dapat digunakan sebagai salah satu usaha penanganan penyakit terutama yang disebabkan oleh *Ganoderma* yang menyebabkan kerugian besar pada hutan tanaman industri akasia.

Tujuan penelitian ini untuk mengamati komunitas fungi yang tumbuh pada setiap lapisan serasah *A. mangium*, baik pada tegakan sehat maupun pada tegakan terserang *Ganoderma*, juga pada areal bekas tebangan. Selain itu untuk mengamati keterkaitan antara kandungan bahan organik pada setiap lapisan serasah dengan komunitas fungi.

BAHAN DAN METODA

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Maret sampai dengan November 2007. Pengambilan sampel di lapangan dilakukan pada bulan Maret 2007 di Hutan Tanaman Industri *A. mangium* PT Riau Andalan Pulp & Paper (RAPP) Riau yaitu di areal *Trial Research and Development* PT RAPP Sektor Baserah di Kecamatan Kuantan Hilir Kabupaten Kuantan Singingi. Areal ini memiliki jenis tanah podsolik merah kuning (PMK) dan aluvial serta tipe iklim A. Secara geografis Sektor Baserah berada pada 0°14'00"- 0°25'00" LS dan 101°37'00"-101°54'00" BT (PT RAPP 2006). Suhu udara rata-rata tahunan 29.92 °C, kelembaban relatif rata-rata 70.49% dan curah hujan rata-rata 8.21 mm. Sedangkan penelitian di laboratorium untuk analisis sampel serasah dan pengamatan keanekaragaman fungi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi IPB Bogor.

Pengambilan sampel serasah

Pengambilan sampel serasah dilakukan pada lokasi yang berbeda kondisi tegakannya. Lokasi yang dimaksud adalah (1) lokasi tegakan yang sehat, yaitu lokasi yang terdapat pohon sehat dikelilingi oleh pohon sehat, (2) lokasi tegakan yang terserang oleh *Ganoderma* yaitu lokasi yang terdapat tegakan terserang *Ganoderma* dan dikelilingi oleh tegakan terserang *Ganoderma*, dan (3) lokasi bekas tebangan. Pada tegakan yang sehat dan yang terserang oleh *Ganoderma* di bagi lagi berdasarkan umur tegakan yaitu dua dan lima tahun. Pengambilan sampel pada tegakan umur dua tahun sehat (2S), dan tegakan dua tahun terserang *Ganoderma* (2G) dilakukan di kompartemen J.007 (00° 20'48.2" LS dan 101° 47'32.1" BT), pengambilan serasah pada tegakan lima tahun sehat (5S) dan tegakan lima tahun terserang *Ganoderma* (5G) dilakukan di kompartemen J.004 (00° 20'48.6" LS dan 101° 47'17.6" BT). Pengambilan sampel pada areal bekas tebangan (BT) dilakukan di kompartemen J 074. Pengulangan dilakukan dengan cara mengambil serasah mengikuti garis lurus dengan jarak interval $\pm$ 100 meter, sedangkan pengulangan pada areal bekas tebangan dilakukan mengikuti garis lurus dari tepi jalan menuju *green belt* hutan alami dengan interval $\pm$ 100 meter.

Sampel yang diambil adalah serasah daun pada lapisan L (serasah yang belum terdekomposisi), F (serasah yang sedang terdekomposisi) dan H (serasah yang sudah terdekomposisi). Pada setiap lokasi dilakukan pengambilan sampel dengan luas petak cuplikan 50 x 50 cm (Miyamoto

& Igarashi 2004). Penempatan petak cuplikan dilakukan pada jarak 0.5 sampai 1 meter dari pohon *A. mangium*, baik yang sehat maupun yang terserang *Ganoderma*. Pengambilan sampel pada setiap lapisan dari setiap lokasi dibuat lima ulangan. Pada masing-masing lapisan serasah di setiap petak cuplikan diaduk terlebih dahulu sampai homogen, kemudian diambil sebagai sampel sebanyak ± 100 g. Jumlah sampel seluruhnya adalah 75 sampel, dengan perincian: 2S, 2G, 5S, 5G masing-masing 15 sampel, dan BT juga 15 sampel. Masing-masing sampel yang diambil dimasukkan ke dalam kantong plastik steril dan diberi label, lalu dibawa ke laboratorium kemudian disimpan di kulkas (suhu $\pm 10^{\circ}\text{C}$), selanjutnya diisolasi dan diidentifikasi spesies fungsinya. Pada kegiatan ini diamati juga kondisi lingkungan pada serasah yang meliputi ketebalan masing-masing lapisan serasah, intensitas cahaya, suhu, pH, dan kelembapan yang diukur pada saat pengambilan sampel.

Isolasi fungi

Isolasi fungi dilakukan dengan metode pengenceran yang dilanjutkan dengan metode cawan tuang terhadap sampel dari lapangan. Sampel serasah yang masih utuh (dari lapisan L dan F) dipotong-potong menjadi ± 0.5 cm, sedangkan sampel yang sudah hancur (dari lapisan H) diambil langsung untuk ditimbang. Sampel diambil sebanyak 10 g dan ditempatkan di dalam botol, selanjutnya ditambahkan akuades steril dan volumenya ditepatkan 100 ml. Kemudian dikocok di atas vorteks selama ± 3 menit untuk melepaskan spora dan miselium fungi dari serasah, dengan demikian diperoleh pengenceran 1:10. Suspensi yang diperoleh diencerkan sampai 10^4 , kemudian pada pengenceran 10^3 dan 10^4 masing-masing diambil 1 ml dengan pipet dan ditempatkan di dalam cawan Petri steril. Media *potato dextrose agar* (PDA) ditambah 10 mg/l benomil, 500 mg/l asam galat dan 250 mg/l kloramfenikol digunakan untuk mengisolasi *Ganoderma* (Chang *et al.* 2002), sedangkan untuk mengisolasi *Trichoderma* dan fungi lainnya digunakan media *malt extract agar* (MEA) yang sudah ditambah 250 mg/l kloramfenikol (Lampiran 5). Kedua media tersebut (masing-masing 10 ml) pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ dituangkan ke dalam cawan yang mengandung suspensi sampel, kemudian digoyang-goyang agar suspensi tersebar rata dalam media (Osono & Takeda 2002). Masing-masing pengenceran tersebut dibuat dua ulangan pada kedua media yang digunakan. Pengamatan terhadap koloni fungi (CFU = *Colony Forming Unit*) dilakukan setelah 24 jam inkubasi pada suhu kamar ($\pm 28^{\circ}\text{C}$) sampai tidak terjadi lagi penambahan koloni. Pengamatan dilakukan pada hasil isolasi yang berasal dari suspensi hasil pengenceran yang paling baik untuk dihitung yaitu 10–30 koloni per cawan. Masing-masing koloni fungi yang berbeda warna dan pola

pertumbuhannya dihitung jumlahnya dalam setiap sampel yang diamati. Setiap spesies fungi yang telah dihitung dimurnikan pada media MEA untuk diidentifikasi. Isolat yang diperoleh diidentifikasi berdasarkan pada penampakan morfologi koloni, morfologi hifa, spora aseksual dan struktur lainnya. Ciri-ciri dan struktur yang diamati dicocokkan dengan buku acuan yang digunakan untuk identifikasi antara lain Barnett & Hunter (1998), Klich & Pitt (1988), Pitt (1988), Burgess *et al.* (1994), Rayner & Boddy (1995), dan Watanabe (2002).

Analisis bahan organik serasah

Analisis kandungan bahan organik dilakukan untuk serasah lapisan L, F dan H yang berasal dari tegakan sehat, tegakan terserang *Ganoderma* dan dari areal bekas tebangan. Analisis dilakukan dengan analisis proksimat yang meliputi kadar air, abu, lemak, protein, serat kasar dan karbohidrat (Amrullah & Suryahadi 1992)

Analisis data

Penghitungan indeks keanekaragaman spesies fungi untuk masing-masing lapisan serasah menggunakan *Shannon's diversity Index* (Magurran 1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tegakan sehat umur dua tahun (2S) jumlah spesies fungi yang ditemukan pada lapisan L, F dan H masing-masing adalah 10, 9 dan 8. Pada tegakan terserang *Ganoderma* (2G) jumlah spesies fungi yang ditemukan pada lapisan L, F dan H masing-masing adalah 9, 10 dan 11. Rata-rata populasi fungi (CFU = coloni forming unit) pada tegakan dua tahun yaitu berkisar $81.6 - 117.0 \times 10^3/\text{ml}$ pada 2S dan $95.8 - 121.0 \times 10^3/\text{ml}$ pada 2G. Pada kedua tegakan tersebut populasi tertinggi pada lapisan L yang didominasi oleh *Aspergillus* sp 1 pada 2S namun frekwensi relatifnya rendah yaitu 6.25% (kisarannya 6.25% - 18.8%) sedangkan pada 2G didominasi oleh *Aspergillus parasiticus* yang frekwensi relatifnya lebih tinggi yaitu 25% (kisarannya 7.14% - 25.0%) (Tabel 1 dan Gambar 1).

Tabel 1. Populasi fungi pada lapisan serasah *A. mangium*

Asal serasah	Lapisan serasah	Rerata populasi (CFU) $\times 10^3/\text{ml}$	Jumlah spesies	H'	E	Spesies fungi dengan populasi tertinggi
Tegakan 2S	L	117.00	10	2.16	0.90	<i>Aspergillus</i> sp1
	F	106.80	9	1.71	0.78	<i>Fusarium oxysporum</i>
	H	81.60	8	1.74	0.84	<i>A. flavus</i>
Jumlah			28			
Tegakan 2G	L	121.00	9	1.97	0.86	<i>Aspergillus parasiticus</i>
	F	102.40	10	2.06	0.89	<i>Fusarium oxysporum</i>
	H	95.80	11	2.15	0.90	<i>A. flavus</i>
Jumlah			31			
Tegakan 5S	L	190.00	10	2.13	0.93	<i>Penicillium canesens</i>
	F	168.80	10	1.85	0.84	<i>Fusarium oxysporum</i>
	H	122.80	12	2.08	0.84	<i>Aspergillus</i> sp4
Jumlah			32			
Tegakan 5G	L	191.60	11	2.16	0.90	Sp 5 dan <i>Pythium salpingophorus</i>
	F	177.20	9	1.77	0.81	<i>Pythium salpingophorus</i>
	H	163.00	9	1.54	0.74	<i>Fusarium oxysporum</i>
Jumlah			29			
BT	L	68.40	11	2.00	0.83	Sp 22
	F	87.00	9	1.46	0.66	Sp 5
	H	66.40	11	2.07	0.86	<i>Aspergillus flavus</i>
Jumlah			31			

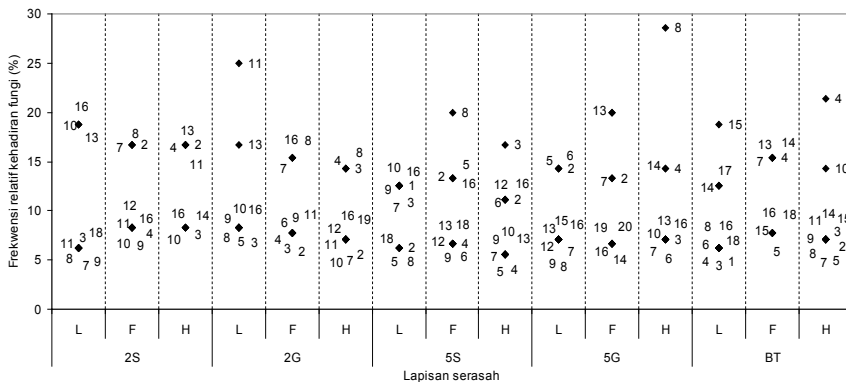
Keterangan: 2S = umur 2 tahun sehat, 2G = umur 2 tahun terserang *Ganoderma*, 5S = umur 5 tahun sehat, 5G = umur 5 tahun terserang *Ganoderma*, BT = areal bekas tebangan, H' = indeks keanekaragaman, E = indeks kemerataan spesies

Pada tegakan sehat umur lima tahun (5S) jumlah spesies fungi yang ditemukan pada lapisan L, F dan H masing-masing adalah 11, 9 dan 9. Pada tegakan terserang *Ganoderma* (5G) jumlah spesies fungi yang ditemukan pada lapisan L, F dan H masing-masing adalah 9, 10 dan 11. Rata-rata populasi fungi (CFU) pada tegakan lima tahun yaitu berkisar $122.8 - 190.0 \times 10^3/\text{ml}$ pada 5S dan $163.0 - 191.6 \times 10^3/\text{ml}$ pada 5G. Pada kedua tegakan tersebut populasi tertinggi juga pada lapisan L yang didominasi oleh *Penicillium canesens* pada 5S yang frekwensi relatifnya 12.5% (kisarannya 5.56% - 20,0%) sedangkan pada 5G didominasi oleh Sp5 yang frekwensi relatifnya rendah yaitu 6.25% (kisarannya 6.67% - 28.0%) (Tabel 1 dan Gambar 1).

Pada areal bekas tebangan (BT) jumlah spesies fungi yang ditemukan pada lapisan L, F dan H masing-masing adalah 11, 9 dan 11. Rata-rata populasi fungi (CFU) berkisar $66.4 - 87.4 \times 10^3/\text{ml}$. Populasi

tertinggi terdapat pada lapisan F yang didominasi oleh oleh Sp5 namun frekwensi relatifnya rendah yaitu 7.69% (kisarannya 6.25% - 21.40%) (Tabel 1 dan Gambar 1).

Indeks keanekaragaman fungi tertinggi diperoleh di lapisan L pada 2S ($H' = 2.16$), 5S ($H' = 2.13$) dan 5G ($H' = 2.16$), di lapisan H pada 2G ($H' = 2.15$) dan BT ($H' = 2.07$), sedangkan indeks kemerataan spesies fungi yang terendah diperoleh di lapisan L pada 2G ($E = 0.86$), di lapisan F pada 2S ($E = 0.78$), 5S ($E = 0.84$), dan BT ($E = 0.66$), di lapisan H pada 5G ($E = 0.74$) (Tabel 1).



Gambar 1. Frekuensi relatif spesies fungi pada lapisan serasah *A. mangium*

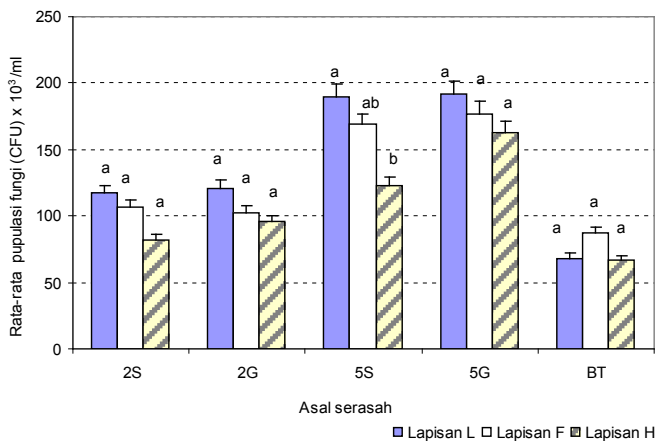
Keterangan

<i>Penicillium</i>		1
1 <i>canesens</i>	8 <i>Fusarium oxysporum</i>	5 Sp 22
2 <i>Trichoderma</i> sp1	9 <i>Aspergillus</i> sp 1	6 <i>Fusarium heterosporum</i>
3 <i>Penicillium</i> sp1	10 <i>Pythium</i> sp 2	7 <i>Aspergillus</i> sp2
4 <i>Aspergillus flavus</i>	11 <i>parasiticus</i>	8 <i>Pythium afertile</i>
5 Sp 5	12 <i>Penicillium tomii</i>	1 <i>Trichoderma</i>
6 <i>Aspergillus</i> sp4	13 <i>salpingophorus</i>	9 <i>longibrachiatum</i>
7 <i>Geotrichum</i> sp	14 <i>Trichoderma viride</i>	2 <i>Aspergillus</i> sp3

Berdasarkan umur tegakan akasia terlihat bahwa populasi fungi yang diperoleh dari serasah *A. mangium* pada tegakan umur lima tahun lebih banyak dibandingkan dengan yang dua tahun, baik yang sehat maupun terserang *Ganoderma*. Populasi yang paling sedikit ditemukan pada areal bekas tebangan. Perbedaan populasi fungi ini disebabkan oleh adanya perbedaan kondisi lingkungan, terutama lingkungan mikro. Salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan lingkungan mikro adalah kondisi serasah yang berbeda pada ketiga lokasi pengambilan sampel.

Pada tegakan umur lima tahun keadaan tegakannya lebih rindang dan ditumbuhi oleh vegetasi lain yang menghalangi sampainya sinar matahari ke lantai hutan dan menghalangi penguapan air yang lebih besar, sehingga kondisi serasahnya menjadi lebih lembab. Vegetasi lain yang pernah ditemukan pada tegakan *A. mangium* di Sektor Baserah yaitu jenis rumput (*Digitaria willichiana*, *Panicum repens*, *P. sarmentosum* dan *Scleria sumatrensis*), jenis paku (*Stenochlaena palustris* dan *Pteridium esculentum*), dan semak yang didominasi oleh *Clidemia hirta*, *Melastoma sp.*, *Ageratum conyzoides*, dan *Elettariopsis curtisi* (Mok *et al.* 2000). Akibat kondisi lembab pada serasah, memungkinkan koloni fungi untuk tumbuh dan berkembang dengan baik, karena kelembaban berkaitan dengan kebutuhan air yang diperlukan untuk pertumbuhan koloni fungi (Carlile dan Watkinson, 1994). Kehadiran vegetasi lain di bawah tegakan umur lima tahun juga memberi kontribusi penambahan serasah lain yang bersifat lebih mudah terdekomposisi, sehingga memungkinkan peningkatan populasi fungi yang tumbuh di lantai hutan tersebut.

Berdasarkan pada ketiga lapisan serasah, yaitu lapisan L, F dan H pada tegakan dua dan lima tahun baik sehat maupun terserang *Ganoderma* terlihat bahwa pada lapisan L terdapat populasi fungi yang lebih tinggi diikuti oleh lapisan F dan H. Sedangkan pada areal bekas tebangan populasi fungi yang tinggi terdapat pada lapisan F diikuti lapisan L dan H (Gambar 2). Hasil ini hampir sama dengan penelitian pendahuluan yang dilakukan pada tegakan *A. mangium* di Kampus IPB Darmaga Bogor, bahwa populasi tertinggi diperoleh pada serasah permukaan (L) diikuti berturut-turut oleh serasah terdekomposisi (F), daun senesen dan daun segar (Samingan & Sudirman 2008).



Gambar 2. Populasi fungi pada lapisan serasah *A. mangium*

Keterangan: 2S = tegakan 2 tahun sehat, 2G = tegakan 2 tahun terserang *Ganoderma*, 5S = tegakan 5 tahun sehat, 5G = tegakan 5 tahun terserang *Ganoderma*, dan BT = areal bekas tebangan. Huruf yang sama pada kolom yang sama di setiap kelompok sampel menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata, bar = *standard error*

Tabel 2.
Hasil analisis proksimat serasah *A. mangium*
Asal Sampel Serasah

								%
								
Tegakan umur 2 tahun	lapisan L	17.88	4.99	5.67	12.53	28.73	48.08	
	lapisan F	60.85	26.15	4.47	11.45	16.18	41.75	
	lapisan H	38.46	71.17	0.65	5.25	6.45	16.48	
Tegakan umur 5 tahun	lapisan L	34.62	1.54	2.07	16.87	22.07	57.45	
	lapisan F	59.27	9.07	4.96	14.40	16.83	54.75	
	lapisan H	31.95	71.51	0.79	4.52	3.75	19.43	
Areal bekas tebangan	lapisan L	14.05	3.07	5.98	14.98	27.33	48.64	
	lapisan F	50.45	20.24	1.28	10.72	19.19	48.57	
	lapisan H	45.92	55.70	1.32	6.01	11.78	25.19	

Perbedaan populasi pada setiap lapisan serasah dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi serasah tempat tumbuhnya fungi, dan perbedaan kandungan bahan organiknya. Hasil analisis proksimat (Tabel 2), menunjukkan serat kasar dan karbohidrat pada lapisan L lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan lainnya. Hasil pengamatan populasi fungi yang tertinggi juga diperoleh pada lapisan L, kecuali pada areal bekas tebangan. Keadaan ini menunjukkan adanya hubungan antara kandungan bahan organik dengan populasi fungi pada substrat tersebut. Hal tersebut disebabkan karena karbohidrat lebih mudah dimanfaatkan sebagai sumber karbon oleh fungi dibandingkan dengan bahan organik lainnya. Kemungkinan lain adalah pada serasah lapisan L tidak hanya ditumbuhi oleh fungi yang mampu menggunakan gula sederhana saja tetapi juga dihuni oleh fungi tanah yang mampu menghidrolisis senyawa-senyawa yang lebih kompleks atau juga fungi dari kelompok *secondary sugar fungi* (Dix & Webster 1995).

Populasi fungi pada serasah lapisan F tegakan umur dua dan lima tahun lebih sedikit dibandingkan dengan serasah lapisan L. Hal ini disebabkan pada lapisan F senyawa yang mudah diuraikan rendah, sehingga untuk pertumbuhannya fungi harus memanfaatkan senyawa yang lebih kompleks seperti selulosa dan lignin. Keadaan ini menunjukkan bahwa kualitas bahan organik serasah dapat mempengaruhi

suksesi dan keragaman fungi yang tumbuh pada substrat tersebut (Osono 2005). Pada lapisan H umumnya dihuni oleh fungi yang tumbuh di tanah, karena lapisan ini sebagian sudah tercampur dengan tanah bagian atas.

Pada areal bekas tebang populasi fungi tertinggi ditemukan pada lapisan F disusul dengan lapisan L dan H. Hal ini dapat dipahami bahwa walaupun pada lapisan L kaya akan sumber karbon yang mudah dimanfaatkan oleh fungi, namun faktor lingkungan yang tidak menguntungkan seperti suhu tinggi dan kurangnya kandungan air menyebabkan koloni fungi tidak dapat berkembang dengan baik. Menurut Kredics *et al.* (2003) keberadaan air dalam suatu substrat dapat menjadi faktor penting yang mempengaruhi aktivitas fungi.

Pada penelitian ini ditemukan tiga spesies fungi yang mampu tumbuh pada lapisan L, F dan H dan ditemukan hampir pada semua tempat pengambilan sampel, yaitu *Trichoderma*, *Fusarium* dan *Pythium*. Ketiga jenis fungi tersebut mampu memanfaatkan substrat dengan baik dan beradaptasi dengan lingkungan pada lapisan serasah. Selain itu fungi tersebut merupakan fungi yang umum dijumpai pada tanah dan permukaan tanah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* dan *Trichoderma* sering ditemukan pada tanah (Gams 2007). Ditemukannya *Trichoderma* pada lapisan serasah di lantai hutan *A. mangium* memberikan keuntungan dalam kaitannya dengan pengendalian hayati terhadap *Ganoderma*, karena *Trichoderma* mempunyai potensi antagonistik yang tinggi terhadap *Ganoderma* (Widyastuti 2006). Sedangkan *Fusarium* dan *Pythium* dilaporkan dapat menyebabkan rebah semai (*damping-off*) pada semaian (*seedling*) muda di pembibitan (*nursery*) *Acacia* (Lee 1993). *Fusarium* juga dilaporkan dapat menyebabkan kanker batang dan cabang serta bercak daun pada tegakan *Acacia* (Old *et al.* 2000).

Pada lapisan L ditemukan isolat Sp22, berdasarkan pengamatan hifanya isolat ini memiliki sambungan apit (*clamp connection*) yang merupakan salah satu ciri fungi dari kelompok basidiomiset, umumnya kelompok fungi ini mempunyai kemampuan menghasilkan enzim lignoselulase. Keberadaan fungi tersebut kemungkinan sangat berperan dalam mendegradasi senyawa lignoselulosa yang terdapat pada serasah *A. mangium*.

KESIMPULAN

- 1) Rata-rata populasi fungi tertinggi terdapat pada serasah dari tegakan umur lima tahun diikuti tegakan umur dua tahun dan BT. Jika dihubungkan dengan lapisan serasahnya maka semua populasi tertinggi ditemukan pada lapisan L kecuali untuk BT yaitu pada lapisan F. Fungi yang mendominasi lapisan L adalah *Aspergillus*,

- Fusarium* dan *Pythium*, sedangkan pada lapisan F di BT didominasi oleh Sp 22
- 2) Ditemukan tiga jenis fungi dari genus *Trichoderma*, *Fusarium* dan *Pythium* yang mampu tumbuh pada serasah lapisan L, F dan H. Ketiga jenis fungi tersebut berperan penting dalam ekosistem lantai hutan akasia
 - 3) Tingginya populasi fungi pada serasah lapisan L berkaitan dengan kandungan bahan organik, yaitu kandungan serat kasar dan karbohidratnya lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan F maupun H. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas bahan organik serasah dapat mempengaruhi keanekaragaman fungi yang tumbuh pada substrat tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Alhubaishi AA, Abdel-Kader MI. 1991. Phylosphere and phylloplane fungi of qat in Sana'a, Yemen Arab Republic. *J. Basic Microbial.* 31(2): 83-90.
- Barnett HL, Hunter BB. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition.* Minnesota: APS Press The American Phytopathological Society.
- Burgess LW, Summerell BA, Bullock S, Gott KP, Backhouse D. 1994. *Laboratory Manual for Fusarium Research.* Ed ke-3. Sydney: Department of Crop Science, University of Sidney
- Carlile MJ, Watkinson SC. 1994. *The Fungi.* London: Academic Press.
- Chang TT, Wu ML, Fu CH, Fu CH. 2002. Survival of four *Ganoderma* species and several wood-inhabiting fungi in different soil matrix potentials. *Taiwan J For Sci* 17(2): 143-53.
- Danoff-Burg. 2006. The Terrestrial Influence: Geology and Soil.  http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_horizon [7 Agustus 2006]
- Dickinson CH, Pugh GJF. 1974. *Biology of Plant Litter Decomposition.* Volume 1. New York: Academic Press.
- Dix N J, Webster A J. 1995. *Fungal Ecology.* London: Chapman & Hall.
- Gams W. 2007. Biodiversity of soil-inhabiting fungi. *Biodivers Conserv* 16:69-72.
- Klich MA, Pitt JI. 1988. *A Laboratory Guide to Common Aspergillus Species and Their Teleomorphs.* Nort Ryde: CSIRO Food Research Laboratory.

- Kredics L, Antal Z, Manczinger L, Szekeres A, Kevei F, Nagy E. 2003. Influence of environmental parameters on *Trichoderma* strains with biocontrol potential. *Food Technol. Biotechnol.* 41 (1): 37–42
- Lee SS. 1993. Diseases of Acacias: An Overview. Di dalam Awang K. Taylor DA, Editor. *Acacias for Rural, Industrial and Environmental Development. Proceedings of the second meeting of the Consultative Group for Research and Development of Acacias (COGREDA), Udorn Thani, 15-18 February 1993.* Bangkok, Thailand: Winrock International and FAO. hlm 225-239
- Magurran AE, 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement.* London: Chapman & Hall.
- Miyamoto T, Igarashi T. 2004. Spatial distribution of *Collybia pinastris* sporophores in a *Picea abies* forest floor over a 5-year period. *J. Mycoscience* 45(1): 24-29.
- Mok CK, Cheah LC, Chan YK. 2000. Site management and productivity of *Acacia mangium* in humid tropical Sumatra Indonesia. Bogor, Indonesia: CIFOR
- Nieves RA *et al.* 1991. Visualization of *Trichoderma reesei* cellobiohydrolase I and endoglucanase I on aspect cellulose by using monoclonal antibody-colloidal gold conjugates. *Appl. Environ. Microbiol.* 57 (11): 3163-3170.
- Old KM, Lee SS, Shama JK, Qing Yuan Z. 2000. *A manual of diseases of tropical acacias in Australia, South-East Asia and India.* Jakarta: CIFOR.
- Osono T. 2005. Colonization and succession of fungi during decomposition of *Sweda controversa* leaf litter. *Mycologia* (97(3): 589-597.
- Osono T, Takeda H. 2002. Comparison of litter decomposing ability among diverse fungi in a cool temperate deciduous forest in Japan. *Mycologia* 94 (3): 421 – 427.
- Pitt JI. 1988. *A Laboratory Guide to Common Penicillium Species.* North Ryde: CSIRO Food Research Laboratory.
- PT RAPP. 2006. Ringkasan Publik. Riau: PT Riau Andalan Pulp and Paper
- Rayner ADM, Boddy L. 1995. *Fungal Decomposition of Wood, Its Biology and Ecology.* New York: John Wiley & Sons.
- Rodriguez A, Perestelo F, Carnicero A, RegaladoV, Perez R, De la Fluente G, Falcon M.A. 1996 Degradation of natural lignins and

lignocellulosic substrates by soil-inhabiting fungi imperfecti. *FEMS Microbiol. Ecol.* 21: 213 - 219.

Samingan, Sudirman LI. 2008. Komunitas fungi pada daun dan serasah *Acacia mangium*. Di dalam *Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Lustrum ke-2 dan Ulang Tahun ke-47 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Syiah Kuala*; Banda Aceh, 20-21 Desember 2008. hlm 314 – 319.

Samingan, Sutariningsih E, Subagja J. 1999. Biodegradasi serasah *Acacia Mangium* Willd oleh jamur lignoselulolitik. *Teknosains*.12(2): 119-133.

Steffen KT, Hatakka A, Hofrichter M. 2002. Degradation of humic acids by the litter-decomposing Basidiomycete *Collybia dryophilla*. *Appl. Environ. Microbiol.* 68 (7): 3442 - 3448.

Tang AMC, Jeewon R, Hyde KD. 2005. Succession of microfungal communities on decaying leaves of *Castanopsis fiscal*. *Can. J. Microbial.* 51: 967-974.

Watanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi, Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Ed ke-2. Washington DC: CRC Press

Widyastuti SM. 2006. The biological control of *Ganoderma* root rot by *Trichoderma*. Di dalam: Potter K, Rimbawanto A, Beadle C, editor. *Workshop Heart Rot and Root Rot in Acacia Plantations. Proceedings of a workshop held in Yogyakarta, Indonesia, 7–9 February 2006*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. hlm 67-74.

UJI MULSA *Tithonia diversifolia* A. Gray TERHADAP PERTUMBUHAN GULMA DAN PRODUKSI TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill)

Solfiyeni, Fauziah Safitri, Zuhri Syam
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, E-mail:
solfiyenikarimi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian tentang uji mulsa daun tithonia (*Tithonia diversifolia*) terhadap pertumbuhan gulma dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum*) telah dilaksanakan di rumah kawat dan Laboratorium Ekologi Terrestrial Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas pada bulan April sampai Juni 2010. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui takaran mulsa *Tithonia diversifolia* yang dapat menekan pertumbuhan gulma dan meningkatkan hasil tomat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan enam ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah tanpa mulsa sebagai kontrol, takaran mulsa 100 g/polybag, 200 g/polybag, dan 300 g/polybag. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian takaran mulsa 200 g/polybag sudah dapat menekan pertumbuhan gulma serta memberikan hasil tanaman tomat tertinggi. Pemberian mulsa 100 g/polybag, 200 g /polybag dan 300 g / polybag berpengaruh nyata terhadap jumlah buah pertanaman dan berat buah pertanaman, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering gulma.

Kata kunci: Mulsa, Gulma, *Tithonia diversifolia*

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan sayuran dan buah yang tergolong tanaman semusim berbentuk perdu dan termasuk kedalam famili *Solanaceae*. Buahnya merupakan sumber vitamin dan mineral. Penggunaan dari tanaman tomat ini semakin luas, karena selain di konsumsi sebagai tomat segar dan untuk bumbu masakan, juga dapat di olah lebih lanjut sebagai bahan baku industri makanan seperti sari buah dan saus tomat. Tomat merupakan salah satu tanaman komoditi sayuran yang penting di Indonesia. Tanaman hortikultura ini mempunyai nilai gizi yang tinggi. Kebutuhan konsumsi tomat dirasakan semakin meningkat

dengan seiring peningkatan jumlah penduduk dan tingkat kecerdasan (Putih, 1994). Rata-rata produksi tomat di Indonesia dalam 5 tahun terakhir yaitu 1999 – 2003 mencapai 574.153 ton/tahun dengan rata-rata produktivitas 12 ton/ha. Nilai ini masih jauh di bawah rata-rata produktivitas tomat di negara maju seperti Amerika Serikat yang dapat mencapai 39 ton/ha. Oleh karena itu untuk pengembangan tomat perlu adanya perhatian dan penanganan yang serius dari berbagai pihak yang terkait (Direktorat Perlindungan Tanaman, 2000). Banyaknya kendala yang dihadapi dalam upaya mendukung pengembangan dan peningkatan produksi tanaman tomat untuk memenuhi kebutuhan nasional yaitu kurang tersedianya bibit yang bermutu tinggi, besarnya biaya produksi yang disebabkan oleh penggunaan pestisida dan pupuk yang berlebihan, dan gangguan organisme pengganggu tumbuhan serta gulma yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen hingga menggagalkan panen pertanian (Deptan, 2007). Terjadinya penurunan hasil pertanian yang sering dikeluhkan oleh petani disebabkan oleh pertumbuhan gulma dengan tanaman pokok sehingga menyebabkan kompetisi antara gulma dengan tanaman pokok. Penurunan hasil oleh gulma dapat mencapai 20 sampai 80% bila gulma tidak disiang (Moenandir, 1993).

Usaha pengendalian gulma dilahan budidaya dapat dilakukan dengan cara antara lain : mekanis, preventif, hayati, kimiawi, dan kultur teknis. Salah satu cara kultur teknis yaitu dengan cara pemulsaan (Sukman, 2002). Pada tanaman tomat terdapat sederet jenis gulma diantaranya yaitu *Ageratum conyzoides* (bandotan putih), *Amaranthus spinosus* (bayam merah), *Amaranthus retroflexus* (bayam hijau), *Cyperus rotundus* (teki), *Panicum repens* (Lempuyang) (Moenandir, 1990). Dalam pertanian keberadaan gulma sangat tidak dikehendaki karena dapat menurunkan produksi akibat bersaing dalam pengambilan unsur hara, air, sinar matahari, dan ruang hidup, dapat menurunkan mutu hasil akibat kontaminasi dengan bagian-bagian gulma, mengeluarkan senyawa alelopati yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, menjadi inang atau host bagi hama dan patogen yang menyerang tanaman, mengganggu tata guna air, dan secara umum meningkatkan biaya usaha tani karena peningkatan kegiatan di pertanaman akibat adanya gulma tersebut (Moenandir, 1990).

Mengingat keberadaan gulma menimbulkan akibat-akibat yang merugikan maka harus dilakukan usaha-usaha pengendalian yang teratur dan terencana. Sehingga pengendalian gulma bukan lagi sebagai usaha sambilan, tetapi harus merupakan usaha tersendiri yang efisien, rasional berdasarkan pertimbangan ilmiah yang teruji, dan sebagai bagian dari pengelolaan organisme pengganggu yang merupakan komponen pokok dalam proses produksi pertanian (Setyorini, 2008). Salah satu metoda yang dapat dipakai untuk pengendalian gulma adalah dengan cara

pemulsaan. Mulsa adalah suatu material yang digunakan untuk menutupi tanah dengan tujuan mencegah pemborosan air akibat evaporasi dan menghambat pertumbuhan gulma (Chozin dan Sumantri, 1983).

Tithonia diversifolia merupakan tumbuhan yang mampu tumbuh disembarang tempat dan tanah. *Tithoniadiversifolia* dapat tumbuh baik dari ketinggian 20 mdpl sampai 900 mdpl. Di Afrika *Tithonia diversifolia* sering tumbuh pada lahan bebas atau pada lahan yang tidak dimanfaatkan. *Tithonia diversifolia* sangat banyak digunakan sebagai tanaman hias, makanan ternak, makanan unggas, kayu bakar, kompos, pengendalian erosi tanah, dan sebagai pupuk hijau terutama bagi sumber N dan K. Di Sumatera Barat, *Tithonia diversifolia* ditemukan di pinggir-pinggir jalan, hampir di sepanjang jalan dan lahan-lahan terlantar sebagai semak, sehingga persediaannya sangat melimpah di lapangan dan merupakan gulma yang sering di babat oleh sebagian petani (Hakim, 2001).

Berdasarkan uraian diatas maka telah dilakukan penelitian uji pemberian mulsa *Tithonia diversifolia* pada tanaman tomat yang bertujuan untuk mengetahui takaran mulsa *Tithonia diversifolia* yang dapat menekan pertumbuhan gulma dan dapat meningkatkan hasil tomat.

BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilakukan pada bulan April sampai Juni 2010 di rumah kawat dan dilanjutkan di Laboratorium Ekologi Teresterial Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas. Metoda yang dipakai dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan enam ulangan,

Perlakuan yang diberikan sebagai berikut :

- A. Tanpa pemberian mulsa (kontrol)
- B. Pemberian mulsa sebanyak 100 g/polybag
- C. Pemberian mulsa sebanyak 200 g/polybag
- D. Pemberian mulsa sebanyak 300 g/polybag

Tanah yang digunakan diambil dari tanah bekas perladangan tomat. Tanah digemburkan dan dibersihkan kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing polybag kira-kira 8 kg. Persemaian dilakukan pada kotak kayu berukuran 50 cm x 30 cm dan tinggi 25 cm. Kotak tersebut dibuat berlobang pada dasarnya agar air siraman tidak menggenang. Kotak tersebut di isi tanah yang telah dicampur pupuk kandang. Benih ditanam dengan jarak antar baris 5 cm. Benih yang tumbuh sekitar dua minggu sudah dapat dipindahkan ke polybag, dimana masing-masing polybag diisi satu bibit tomat. Bibit dipilih yang pertumbuhannya baik

dan relatif sama. Pemupukan diberikan pada saat tanam dengan cara menugalkan dengan jarak $\pm 3\text{ cm}$ dari tanaman dengan perbandingan Urea, TSP dan KCL 1:3:2.

Pemberian mulsa dilakukan dengan cara memotong-motong daun *Tithonia diversifolia* dan dikering anginkan selama 3 hari. Setelah bibit tomat dipindahkan kedalam polybag, mulsa disebarakan diatas permukaan tanah pada masing-masing polybag dengan takaran sesuai perlakuan.

Tanaman disiram seperlunya agar tidak mengalami kekeringan. Setelah tanaman berumur 3 minggu, tiap batang tomat diberi ajir supaya tanaman tidak roboh. Tinggi ajir sekitar 100 cm. Untuk menghindari tanaman dari serangan hama dan penyakit dilakukan penyemprotan dengan pestisida.

Parameter yang diamati adalah jenis-jenis gulma dan jumlah individu masing-masing jenis, berat kering gulma, jumlah buah tomat dan berat buah pertanaman. Data yang diperoleh di analisa dengan uji statistik yang kemudian apabila hasil berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut DNMR pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis Gulma dan Jumlah Individu Masing-masing Jenis

Hasil pengamatan terhadap jenis-jenis gulma dan jumlah individu masing-masing jenis dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1.
Jenis-jenis Gulma dan Jumlah Individu Pada Masing-masing Perlakuan

No.	Jenis Gulma	Jml Individu / Perlakuan			
		A	B	C	D
1	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	23	12	1	2
2	<i>Amaranthus gracilis</i> D	14	6	-	6
3	<i>Cyperus rotundus</i> L.	4	6	-	2
4	<i>Drymaria villosa</i> C&S.	25	13	12	4
5	<i>Eclipta prostrata</i> L.	13	2	7	5
6	<i>Panicum repens</i> L.	-	-	3	1
7	<i>Peperomia pellucida</i> L.	-	3	2	2
8	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	4	1	-	2
	Σ gulma/perlakuan	83	43	25	24

Berdasarkan table diatas dapat dilihat bahwa jumlah gulma yang terbanyak didapatkan pada perlakuan A (tanpa pemberian mulsa), sedangkan yang paling sedikit di temukan pada perlakuan D (pemberian mulsa 300 g/polybag). Hal ini disebabkan pemberian mulsa dapat menghambat perkecambahan gulma, dimana pada perlakuan A (kontrol)

karena tidak ada mulsa, gulma dapat berkecambah dan tumbuh dengan baik. Sedangkan pada perlakuan D (mulsa 300 g/polybag) pertumbuhan gulma terhambat karena adanya pemberian mulsa, gulma tidak mendapatkan cahaya sehingga gulma yang sudah berkecambah akan mati. Sebagian gulma juga tidak berkecambah karena tidak mendapatkan cahaya.

Berat Kering Gulma

Hasil pengamatan terhadap berat kering gulma dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pemberian mulsa *Tithonia diversifolia* memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap berat kering gulma. Hal ini dapat disebabkan karena gulma yang tumbuh pada masing-masing perlakuan masih kecil-kecil, sehingga belum menunjukkan berat kering yang berbeda. Hal ini dapat disebabkan pertumbuhan tajuk tanaman yang cepat karena waktu dipindahkan kedalam polybag tomat sudah berumur dua minggu. Karena tanaman sudah mulai membentuk kanopi sehingga penyerapan cahaya oleh gulma semakin berkurang menyebabkan pertumbuhannya terhambat dan menyebabkan berat kering gulmanya rendah.

Tabel 2. Rata-rata Berat Kering Gulma

No	Perlakuan	Rata-rata (g)
1	A (kontrol)	6,0666 a
2	B (pemberian mulsa sebanyak 100 g/polybag)	2,65 a
3	C (pemberian mulsa sebanyak 200 g/polybag)	3,0333 a
4	D (pemberian mulsa sebanyak 300 g/polybag)	1,7333 a

Ket : angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Jumlah Buah

Hasil pengamatan terhadap jumlah buah pertanaman dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian mulsa *Tithonia diversifolia* memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah buah pertanaman. Jumlah buah yang paling banyak terdapat pada perlakuan C yaitu 9,67 buah dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan D, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Sedangkan jumlah buah yang paling sedikit terdapat pada perlakuan B sebesar 6,83 buah dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan A, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan C dan D. Hal ini disebabkan oleh mulsa yang diberikan telah memperlihatkan pengaruhnya, dimana mulsa telah dapat menekan jumlah gulma yang tumbuh dan mampu meningkatkan jumlah buah pertanaman. Mulsa merupakan suatu material yang diberikan pada tanaman dengan tujuan untuk mengurangi pengaruh buruk pada tanaman dan tanah

terutama mencegah penguapan air akibat evaporasi dan menghambat pertumbuhan gulma (Ridwan cit Rina, 1998).

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Buah Pada Masing-masing Perlakuan

No	Perlakuan	Rata-rata (buah)
1	A (kontrol)	7 b
2	B (pemberian mulsa sebanyak 100 g/polybag)	6,83 b
3	C (pemberian mulsa sebanyak 200 g/polybag)	9,67 a
4	D (pemberian mulsa sebanyak 300 g/polybag)	9,33 a

Ket : angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

Berat Buah

Hasil pengamatan terhadap berat buah pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5. Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa pemberian mulsa *Tithonia diversifolia* memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah buah pertanaman. Berat buah yang paling besar terdapat pada perlakuan C yaitu sebesar 408,7033 g dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan D, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Sedangkan berat buah yang paling kecil terdapat pada perlakuan B sebesar 315, 575 g dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan A, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan C dan D. Berdasarkan hasil diatas dapat dilihat bahwa mulsa yang diberikan telah memperlihatkan pengaruhnya, dimana mulsa dapat menekan jumlah gulma yang tumbuh dan dapat meningkatkan produksi tanaman tomat. Hal ini dapat disebabkan karena mulsa yang diberikan dapat mengurangi intensitas cahaya matahari langsung yang sampai ke permukaan tanah sehingga penguapan air tidak terlalu besar, karena kekurangan air sangat berpengaruh buruk terhadap pembentukan buah. Selain itu gulma yang tumbuh juga agak terhambat dengan semakin banyaknya takaran mulsa sehingga produksi tomat juga makin meningkat.

Tabel 4. Rata-rata Berat Buah Pada Masing-masing Perlakuan

No	Perlakuan	Rata-rata (buah)
1	A (kontrol)	316,6917 b
2	B (pemberian mulsa sebanyak 100 g/polybag)	315,575 b
3	C (pemberian mulsa sebanyak 200 g/polybag)	408,7033 a
4	D (pemberian mulsa sebanyak 300 g/polybag)	408,7033 a

Ket : angka-angka yang diikuti hurufkecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian mulsa dengan takaran 200 g/polybag sudah dapat mengendalikan pertumbuhan gulma dan meningkatkan hasil tomat.
2. Pemberian mulsa *Tithonia diversifolia* mampu mengendalikan pertumbuhan gulma dengan berkurangnya jumlah jenis dan jumlah individu gulma yang dapat tumbuh.
3. Pemberian mulsa *Tithonia diversifolia* berpengaruh nyata terhadap jumlah buah pertanaman dan berat buah pertanaman tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering gulma.

DAFTAR PUSTAKA

- Chozin, M. A dan Sumantri. 1983. *Pengendalian Gulma dengan Mulsa dan Herbisida, Pratumtuh Pada Tanaman Jagung (Zea mays L)*. Bull Agronomi Voll XIV No 2 Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Deptan. 2007. *Pedoman Tomat*. http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/buku_sayur06/pedomantomat.Htm. 20 Mei 2009.
- Direktorat Perlindungan Tanaman. 2000. *Pedoman Pengenalan Organisme Pengganggu Tumbuhan Pada Tanaman Hortikultura dan Aneka Tanaman*. Direktorat Jenderal Produksi Hortikultura dan Aneka Tanaman. 104 p. [http:// ditlin.hortikultura .deptan.go.id](http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id). 14 Februari 2010.
- Hakim, N. 2001. *Kemungkinan Penggunaan Thithonia (Tithonia diversifolia A. Gray) Sebagai Bahan Organik dan Nitrogen*. Laporan P3 IN. UNAND. Padang. 8 Hal.
- Moenandir, J. 1990. *Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma*. CV. Rajawali. Jakarta.
- Moenandir, J. 1993. *Ilmu Gulma Dalam sistim Pertanian*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Putih, Rida. 1994. *Pengaruh Pemupukan P dan Pemangkasan Cabang Terhadap Pertumbuhan dan Hash Tomat (Lycopersicum esculentum Mill)*. Jumal Stigma Vol. VI no 1 April 1998, hlm.119-122.
- Rina. 1998. *Pemberian Beberapa Macam Mulsa Terhadap Pertumbuhan Gulma dan hasil Terung*. Skripsi Sarjana Fakultas MIPA Universitas Andalas. Padang.
- Setyorini, Dwi. 2008. *Pengaruh Umur Pindah Tanam dan Warna Mulsa Plastik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat*.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

<http://erlanardianarismansyah.file.wordpress.com!2009/12/37-ppopttomt.pdf>. 14 Februari 2010.

Sukman, Yakub. 2002. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

STUDY OF ISOFLAVONE, ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND *Bradyrhizobium japonicum* ON ORGANIC SOYBEAN GROWTH

Yaya Hasanah

Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan
Jl. Prof. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

ABSTRACT

A research about growth respons of organic soybean on isoflavon, arbuscular mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium japonicum* applications was conducted for 4 months. The aim of the research was to study the growth respons of organic soybean that given the treatment of isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The research used Randomized Complete Block Design Factorial with three factors. The first factor was isoflavone treatments namely without and with isoflavon. The second one was AMF inoculant treatments namely 0 ; 25 and 50 g AMF inoculant/plant. The third one was *Bradyrhizobium japonicum* (Bj) inoculation treatments namely without Bj ; Bj Rh₁ ; Bj Rh₂ and Bj Rh₃. Before research, the soil analysis used as planting media was done. At the research, soybeans were grown in the pots. The parameters observed were plant height at 2, 3, 4, 5 and 6 week after planting (WAP), stem diameter, leaf area, plant growth rate, shoot dry weight at 4 and 6 WAP, root dry weight at 4 and 6 WAP, plant growth rate, plant growth relative, net assimilation rate, percent colonization of AMF, nodules number and effective nodules number. The result research showed that isoflavone gave the significance different on plant height 2 and 3 week after planting (WAP), shoot dry weight 6 WAP, nodules number, effective nodules number and percent colonization of AMF. The treatment of AMF gave the significance different on plant height at 2 and 3 WAP and also The significant interaction between and percent colonization of AMF. The treatment of Bj only gave the significance different on percent colonization of AMF. The significant interaction between isoflavone and AMF enhanced the percent colonization of AMF. Interaction among isoflavone, AMF and *Bradyrhizobium japonicum* gave the significance different on shoot dry weight 6 WAP, nodules number, effective nodules number and percent colonization of AMF.

Keywords : *arbuscular mycorrhizal fungi, Bradyrhizobium japonicum, isoflavone, organic soybean*

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditas pangan utama ketiga setelah padi dan jagung. Komoditas kedelai saat ini tidak hanya diposisikan sebagai bahan pangan dan bahan baku industri pangan, tetapi juga ditempatkan sebagai bahan makanan sehat dan baku industri non-pangan. Kedelai sebagai bahan pangan mempunyai nilai gizi cukup tinggi. Di antara jenis kacang-kacangan, kedelai merupakan sumber protein, lemak, vitamin, mineral dan serat yang paling baik. Dalam lemak kedelai terkandung beberapa *fosfolipida* penting, yaitu *lesitin*, *sepalin* dan *lipositol*. Kedelai memiliki kandungan isoflavon lebih tinggi dibanding tanaman bahan pangan lainnya.

Indonesia merupakan negara pengkonsumsi kedelai terbesar di dunia. Kebutuhan kedelai dari tahun ke tahun terus meningkat bahkan peningkatannya tidak seimbang jika dibandingkan dengan produksi. Masalah utama penyebab kekurangan produksi kedelai dengan disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan meningkatnya diversifikasi pangan berbahan baku kedelai dan adanya *trend* bahwa kedelai berkhasiat menyembuhkan berbagai macam penyakit seperti diabetes, ginjal, anemia, rematik, diare, hepatitis, dan hipertensi.

Sejalan dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat dunia terhadap kelestarian lingkungan yang ditandai dengan *trend* dunia "kembali ke alam" (*back to nature*), maka masyarakat dunia moderen pada abad ini lebih menyukai pertanian organik dan menyadari akan pentingnya pembangunan ramah lingkungan serta kesehatan jasmani dan rohani. Oleh karena itu, upaya peningkatan produksi dan protein kedelai perlu diupayakan secara organik untuk mendapatkan bahan pangan yang sehat dan aman dikonsumsi.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu penggunaan isoflavon dan mikrobial *Bradyrhizobium japonicum* dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Simbiosis antara tanaman kacang-kacangan dengan bakteri bintil akar memerlukan koordinasi antara ekspresi gen tanaman dengan bakteri yang diatur melalui pertukaran *signal molecule*. Tanaman legum mengeluarkan signal yang sebagian besar berupa isoflavon yang menginduksi transkripsi dari gen bakteri bintil akar yang proteinnya diperlukan dalam proses infeksi.

Pada tanaman, isoflavon berperan dalam menstimulasi hubungan simbiosis antara tanaman legum dan rhizobia yang membentuk formasi bintil akar pada proses fiksasi N (Spaink, 2000). Isoflavon berperan sebagai kemoatraktan bagi rhizobia dan sebagai penginduksi nodulasi (*nod gen expression*), mengendalikan produksi nod faktor yang berperan bagi perkembangan bintil akar pada tanaman legum. Walaupun peran isoflavon dalam pembentukan bintil akar telah banyak diketahui namun

potensi aplikasinya dalam meningkatkan produksi dan protein kedelai belum banyak mendapat perhatian.

Fungsi flavonoid dalam sel dapat menstimulasi pertumbuhan FMA saat simbiosis dan selama simbiosis. Dalam kasus lain flavonoid berperan sebagai *auksin inhibitor transport* dan mengubah keseimbangan hormon dalam akar. Level hormon dalam akar bermikoriza diduga berubah dan kemungkinan diinduksi oleh gen-gen mikoriza (Van Rijn et al. 1997).

Di samping itu, isoflavon adalah salah satu golongan senyawa metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan, khususnya dari golongan Leguminosae. Kedelai merupakan sumber isoflavon terbesar. Pada tanaman kedelai, kandungan isoflavon yang lebih tinggi terdapat pada biji kedelai, khususnya pada bagian hipokotil (*germ*) yang akan tumbuh menjadi tanaman. Sebagian lagi terdapat pada kotiledon yang akan menjadi daun pertama dari tanaman. Kandungan isoflavon pada kedelai berkisar 2- 4 mg/g kedelai. Struktur isoflavon mirip dengan estrogen yang tersusun atas komponen-komponen besar senyawa non steroid sehingga sering dinamakan sebagai *fitoestrogen* (Leclercq et al., 1999).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai respons pertumbuhan kedelai organik terhadap isoflavon dan mikrobial (*Bradyrhizobium japonicum* dan FMA).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara yang berada pada ketinggian 25 m di atas permukaan laut. Waktu penelitian bulan Mei-Desember 2009.

Bahan yang digunakan adalah benih kedelai varietas Anjasmoro (sumber benih dari Balitbiogen Bogor), 3 jenis isolat *Bradyrhizobium japonicum* (dari Balai Penelitian Tanah dan Agroklimate Bogor), isoflavon (*Genistein from soybean* produksi Sigma), FMA (dalam bentuk *mycofer* dari Laboratorium Bioteknologi Tanah IPB), pupuk kandang sapi, kompos, sekam padi bakar, dedak, pupuk cair daun, bunga dan buah, pestisida organik, sampul kertas serta bahan-bahan lain yang mendukung penelitian ini.

Alat yang digunakan yaitu cangkul, meteran, timbangan, alat tulis, kalkulator, *knapsack sprayer*, *magnetic stirrer*, labu erlenmeyer, oven, pacak sampel, papan nama dan alat-alat lain yang mendukung penelitian ini.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 3 faktor dan 3 ulangan. Penelitian menggunakan RAK faktorial terdiri atas 3 faktor. Faktor pertama yaitu perlakuan isoflavon terdiri atas (1) Tanpa perlakuan isoflavon dan (2). Dengan perlakuan isoflavon.

Faktor kedua yaitu perlakuan inokulan FMA terdiri atas (1). Tanpa inokulan FMA, (2). Inokulan FMA 25 g/tanaman, (3). Inokulan FMA 50 g/tanaman. Faktor ketiga yaitu perlakuan Rhizobium terdiri atas (1). Tanpa *Bradyrhizobium japonicum* (Rh₀), (2). *Bradyrhizobium japonicum* isolat 1 (Rh₁), (3). *Bradyrhizobium japonicum* isolat 2 (Rh₂) dan (4). *Bradyrhizobium japonicum* isolat 3 (Rh₃) .

Peubah amatan terdiri atas tinggi tanaman 2-6 MST, diameter batang, laju pertumbuhan tanaman, laju pertumbuhan relatif, laju asimilasi bersih, derajat infeksi FMA, bobot kering tajuk, bobot kering akar, luas daun, jumlah bintil akar, jumlah bintil akar efektif, bobot bintil akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Pemberian isoflavon nyata menurunkan tinggi tanaman pada 2 dan 3 MST. Pemberian FMA nyata meningkatkan tinggi tanaman pada 2 dan 3 MST, sedangkan pada 4, 5 dan 6 MST perlakuan FMA tidak berpengaruh nyata (Tabel 1). Tidak adanya pengaruh nyata pada tinggi tanaman 4, 5 dan 6 MST diduga karena tinggi tanaman lebih dipengaruhi faktor genetik.

Tabel 1.
Hasil uji beda rata-rata tinggi tanaman (cm) karena pengaruh pemberian isoflavon dan FMA

MST	Isoflavon (µM)	FMA (g/tanaman)			Rata-rata
		0	25	50	
2	0	15.236	16.752	15.797	15.929 a
	30	13.736	14.522	14.142	14.133 b
	Rata-rata	14.486 b	15.637 a	14.969 a	
3	0	20.692	22.681	21.147	21.506 a
	30	19.419	19.603	18.978	19.333 b
	Rata-rata	20.056 b	21.142 a	20.063 b	
4	0	31.092	33.556	31.308	31.985
	30	29.572	29.967	29.639	29.726
	Rata-rata	30.332	31.761	30.473	
5	0	44.019	44.269	43.497	43.929
	30	45.347	41.869	45.419	44.212
	Rata-rata	44.683	43.069	44.458	
6	0	60.425	61.397	61.150	60.991
	30	59.433	58.239	59.903	59.192
	Rata-rata	59.929	59.818	60.526	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

Pemberian isoflavon secara umum menurunkan tinggi tanaman diduga karena dosis isoflavon yang diberikan terlalu tinggi (30 μ M) sehingga isoflavon berpengaruh sebagai *auksin inhibitor* pada pertumbuhan tanaman. Miransari and Smith (2008) menjelaskan bahwa pada kasus dimana signal molekul justru menghambat pertumbuhan tanaman bisa terjadi karena adanya efek fitotoksik dari sinyal molekul atau tingginya konsentrasi dari sinyal molekul sebagai produksi ekstra *nod faktor*. Eckardt (2006) dan perkembangan tanaman. Flavonoid juga dapat menghambat transfer auksin yang merupakan tahapan penting dalam pembentukan bintil akar.

Diameter Batang

Pemberian isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA serta interaksi ketiga faktor tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang. Walaupun demikian, terlihat bahwa interaksi perlakuan isoflavon 30 μ M, inokulan FMA 25 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₂ memberikan diameter batang yang tertinggi yaitu 0.714 cm, sedangkan terendah (0.326 cm) terdapat pada perlakuan tanpa isoflavon, FMA 25 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₂ (Tabel 2).

Tabel 2.
Rataan diameter batang (cm) kedelai umur 7 MST karena perlakuan isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA

Isoflavon (μ M)	FMA (g/tanaman)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rataan
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
0	0	0.665	0.657	0.398	0.493	0.554
	25	0.528	0.481	0.412	0.326	0.437
	50	0.619	0.336	0.517	0.519	0.498
30	0	0.525	0.482	0.650	0.519	0.544
	25	0.630	0.714	0.625	0.580	0.637
	50	0.490	0.488	0.610	0.483	0.518
Rataan		0.576	0.526	0.535	0.487	

Luas Daun

Pemberian isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA serta interaksi ketiga faktor tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap luas

daun. Walaupun demikian, terlihat bahwa interaksi tanpa perlakuan isoflavon, inokulan FMA 50 g/tanaman dan isolat Rh₁ memberikan luas daun yang tertinggi yaitu 214.687 cm², sedangkan terendah 106.570 cm² terdapat interaksi tanpa perlakuan isoflavon, inokulan FMA 25 g/tanaman dan isolat Rh₁ (Tabel 3).

Hal tersebut diduga karena isolat Rh₁ merupakan isolat yang cepat dalam nodulasi bintil akar sehingga tanpa genistein sebagai signal molekul proses pembentukan bintil akar tetap berlangsung karena adanya interaksi secara sinergi antara bakteri *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA dalam meningkatkan luas daun kedelai.

Tabel 3.
Rataan luas daun kedelai (cm²) pada 6 MST karena pemberian isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA

Isoflavon (μM)	FMA (g/tanaman)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rataan
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
0	0	189.357	152.103	149.287	188.943	169.922
	25	195.943	106.570	205.680	123.840	158.008
	50	150.373	214.687	181.393	125.970	168.106
30	0	168.723	110.347	159.517	177.183	153.943
	25	148.337	167.880	186.057	184.360	171.658
	50	143.353	161.137	177.757	187.683	167.483
Rataan		166.014	152.121	176.615	164.663	

Bobot Kering Tajuk

Faktor tunggal isoflavon dan interaksi antara isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk pada 6 MST. Pengaruh isoflavon meningkatkan bobot kering tajuk 4 dan 6 MST.

Pemberian isoflavon 30 μM memberikan bobot kering tajuk 6 MST sebesar 19.097 g (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan penelitian Sumunar (2007) bahwa pemberian isoflavon pada biji kedelai saat tanam terbukti meningkatkan berat kering tajuk. Miransari and Smith (2008) juga melaporkan bahwa pemberian isoflavon genistein 20 μM nyata meningkatkan bobot kering tajuk pada 27 hari setelah tanam.

Dalam penelitian ini, interaksi antara tanpa isoflavon, inokulan FMA 50 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₂ memberikan bobot kering tajuk tertinggi yaitu 25.400 g (Tabel 5). Membaiknya pertumbuhan tanaman yang diindikasikan dengan meningkatnya bobot kering tajuk umumnya dikaitkan dengan membaiknya kadar serapan hara

sebagai akibat perlakuan FMA dan *Bradyrhizobium japonicum*. Pengaruh yang

Tabel 4.
Hasil uji beda rata-rata bobot kering tajuk (gram) pada 4 dan 6 MST karena pemberian isoflavon dan *Bradyrhizobium japonicum*

MST	Isoflavon (μM)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rataan
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
4	0	7.833	5.933	5.967	6.433	6.542
	30	7.456	8.522	6.089	6.567	7.158
	Rata-rata	7.644	7.228	6.028	6.500	
6	0	16,222	19,978	15,367	16,100	16,917b
	30	17,233	19,022	19,789	20,344	19,097a
	Rata-rata	16,728	19,500	17,578	18,222	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjuka berbeda nyata menurut Duncan Mutiple Range Test pada taraf 5%.

Tabel 5.
Hasil uji beda rata-rata bobot kering tajuk (gram) pada 6 MST akibat pemberian isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA

Isoflavon (μM)	FMA (g/tan)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rataan
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
0	0	21,233b	21,533b	13,900e	16,067de	18,183
	25	21,733b	16,733d	20,133c	14,567e	18,292
	50	17,200d	21,667b	25,400a	17,667d	20,483
30	0	17,000d	18,367cd	18,800c	23,133b	19,325
	25	17,933d	17,467d	20,567bc	19,733c	18,925
	50	16,767d	21,233b	20,000c	18,167d	19,042
Rataan		18,644	19,500	19,800	18,222	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukan berbeda nyata menurut Duncan Mutiple Range Test pada taraf 5%.

Menguntungkan dari mikoriza untuk pertumbuhan tanaman, menunjukkan bahwa tanaman yang bermikoriza mempunyai berat kering yang lebih besar dibandingkan yang tidak bermikoriza. Mikoriza memperbaiki pertumbuhan tanaman dengan cara meningkatkan penyerapan unsur hara dalam tanah terutama unsur P.

Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Azimi, *et al* . (1980) bahwa ada pengaruh sinergetik interaksi antara inokulan FMA dan Rhizobium terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Zhao *et al*. (1997)

menyatakan inokulasi ganda *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA dapat meningkatkan jumlah bintil akar dan biomassa tanaman.

Bobot Kering Akar

Faktor tunggal isoflavon, FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar 4 dan 6 MST. Interaksi antara *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar 6 MST. Interaksi perlakuan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₂ dan inokulan FMA 50 g/tanaman memberikan bobot kering akar 6 MST tertinggi yaitu 5.300 g (Tabel 6). Hasil penelitian menunjukkan adanya sinergi interaksi antara *Bradyrhizobium japonicum* dengan FMA dalam meningkatkan bobot kering akar 6 MST. Keberadaan FMA adalah prekondisi untuk terjadi nodulasi yang efektif pada banyak legum. Kedelai merupakan salah satu tanaman yang sangat tergantung pada FMA untuk menjamin pertumbuhan yang normal (Rao, 1994 ; Pfeiffer and Bloss, 1980).

FMA bagi tanaman berfungsi untuk meningkatkan serapan hara dan air dan meningkatkan pertumbuhan tanaman karena kemampuannya yang tinggi dalam meningkatkan penyerapan air dan hara terutama P (Bryla & Duniway 1997; Jakobsen 1992; Smith & Read 1997). Fosfor merupakan unsur yang penting dalam transfer energi sebagai bagian dari adenosin tripospat, penyusun beberapa protein, koenzim, asam nukleat, dan substrat metabolisme (Foth, 1991). Pengaruh fosfor pada produksi tanaman dapat berupa tingginya produksi tanaman atau bahan kering, perbaikan kualitas hasil dan mempercepat masa pematangan.

Tabel 6.
Rataan bobot kering akar (gram) pada 4 dan 6 MST karena perlakuan
***Bradyrhizobium japonicum* dan FMA**

MST	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	FMA (g/tanaman)			Rataan
		0	25	50	
4	Rh ₀	0.650	1.117	1.083	0.950
	Rh ₁	0.917	0.900	1.483	1.100
	Rh ₂	1.433	1.417	1.133	1.328
	Rh ₃	0.667	1.033	1.550	1.083
	Rataan	0.917	1.117	1.312	
6	Rh ₀	3,617b	4,117a	3,450b	3,728
	Rh ₁	3,817b	3,333b	3,800b	3,650
	Rh ₂	3,233b 3,883a	3,300b	5,300a	3,944
	Rh ₃	b	2,817b	3,533b	3,411
	Rataan	3,637	3,392	4,021	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut Duncan Mutiple Range Test pada taraf 5%.

Laju Pertumbuhan Tanaman

Inokulasi FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* serta pemberian isoflavon tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman. Walaupun demikian, terlihat kecenderungan bahwa interaksi ketiga faktor perlakuan tanpa isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* Rh2 dan FMA 50 g/tanaman memberikan pengaruh yang tertinggi pada laju pertumbuhan tanaman yaitu 1,738 g/hari, sedangkan interaksi ketiga faktor antara perlakuan tanpa isoflavon, tanpa FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₂ memberikan pengaruh yang terendah terhadap laju pertumbuhan tanaman yaitu 0,462 g/hari (Tabel 7).

Tabel 7.
Laju Pertumbuhan Tanaman (g/hari) karena pengaruh pemberian isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA

Isoflavon (μM)	FMA (g/tanaman)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rata-rata
		Rh0	Rh1	Rh2	Rh3	
0	0	1.293	1.431	0.462	0.879	1.016
	25	1.062	0.862	1.312	0.695	0.983
	50	0.952	1.336	1.738	0.567	1.148
30	0	0.833	0.788	0.955	1.512	1.022
	25	0.926	0.676	1.310	0.949	0.964
	50	1.129	1.260	1.248	1.047	1.171
Rata-rata		1.033	1.059	1.171	0.940	

Laju Pertumbuhan Relatif

Inokulasi FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* serta pemberian isoflavon tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif. Interaksi ketiga perlakuan antara tanpa isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ dan tanpa FMA memberikan pengaruh yang tertinggi pada laju pertumbuhan relatif yaitu 0,055, sedangkan interaksi perlakuan isoflavonoid 30 μM, tanpa FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ serta interaksi perlakuan isoflavonoid 30 μM, FMA 25 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ memberikan pengaruh yang terendah terhadap laju pertumbuhan relatif yaitu 0,020 (Tabel 8).

Tabel 8.
**Laju Pertumbuhan Relatif karena pengaruh pemberian isoflavon,
Bradyrhizobium japonicum dan FMA**

Isoflavon (μM)	FMA (g/tanaman)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rata- rata
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
0	0	0.044	0.055	0.021	0.028	0.037
	25	0.026	0.029	0.052	0.028	0.034
	50	0.035	0.041	0.051	0.028	0.039
30	0	0.031	0.020	0.026	0.053	0.033
	25	0.037	0.020	0.044	0.030	0.033
	50	0.034	0.042	0.051	0.035	0.041
Rata-rata		0.034	0.034	0.041	0.034	

Laju Asimilasi Bersih (LAB)

Pemberian isoflavon, *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA serta interaksi ketiga faktor tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap LAB. Pada peubah amatan LAB, terlihat kecenderungan bahwa interaksi ketiga perlakuan antara isoflavon 30 μM , *Bradyrhizobium japonicum* Rh₃ memberikan pengaruh yang tertinggi pada LAB yaitu 0,102, sedangkan interaksi perlakuan isoflavonoid 30 μM , FMA 25 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ memberikan pengaruh yang terendah terhadap LAB yaitu 0,014 (Tabel 9).

Tabel 9.
**Laju Asimilasi Bersih karena pengaruh pemberian isoflavon,
Bradyrhizobium japonicum dan FMA**

Isoflavon (μM)	FMA (g/tanaman)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rata-rata
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
0	0	0.055	0.086	0.018	0.030	0.047
	25	0.034	0.035	0.070	0.019	0.040
	50	0.042	0.059	0.094	0.040	0.059
30	0	0.026	0.021	0.033	0.102	0.046
	25	0.044	0.014	0.060	0.035	0.038
	50	0.042	0.068	0.079	0.038	0.057
Rata-rata		0.041	0.047	0.059	0.044	

Jumlah bintil akar

Interaksi perlakuan nokulasi FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* serta pemberian isoflavon berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar. Jumlah bintil akar terbanyak adalah pada interaksi tiga faktor tanpa isoflavon, tanpa FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ sebanyak 130 bintil/tanaman, sedangkan jumlah bintil paling sedikit adalah pada interaksi perlakuan tanpa isoflavon, tanpa FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ yaitu 33.33 bintil/tanaman (Tabel 10).

Tabel 10.
Hasil uji beda rata-rata jumlah bintil akar (bintil/tanaman) karena pengaruh pemberian isoflavon, FMA dan *Bradyrhizobium japonicum*

Isoflavon (μ M)	FMA (g/tan)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rataan
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
0	0	45.00b	130.00a	64,33ab	51,33b	72.67
	25	80.00ab	54.00b	92,33ab	64,33ab	72.67
	50	66,67ab	56,33ab	33,33b	70,33ab	56.67
30	0	68.00ab	48.00b	46,33b	54,67b	54.25
	25	64.60 ab	91,33ab	62,33ab	112,00ab	82.58
	50	73,33ab	94.00ab	96.00ab	45,67b	77.25
Rataan		66,28	78,94	65,78	66,39	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut Duncan Multiple Range Test pada taraf 5%.

Jumlah Bintil Akar Efektif

Interaksi perlakuan inokulasi FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* serta pemberian isoflavon berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil efektif. Jumlah bintil efektif terbanyak adalah pada interaksi perlakuan tanpa isoflavon, tanpa FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ (58 bintil/tanaman) dan interaksi perlakuan isoflavon 30 μ M, FMA 50 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ (56.333 bintil/tanaman). Jumlah bintil efektif paling sedikit adalah pada interaksi perlakuan dan interaksi perlakuan tanpa isoflavon, FMA 50 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₂ yaitu 14,667 bintil/tanaman (Tabel 11).

Jumlah bintil akar merupakan indikator keberhasilan inokulan Rhizobium yang sering digunakan untuk menilai pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Pada penelitian ini interaksi perlakuan isoflavon tanpa isoflavon, tanpa FMA dan Rh₁ memberikan jumlah bintil akar tertinggi (58 bintil/tanaman) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 30 μ M, FMA 50 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ (57,67 bintil/tanaman). Hal tersebut diduga karena adanya pengaruh sinergi antara ketiga faktor yaitu isoflavon yang

berperan sebagai signal molekul dalam proses nodulasi bintil akar oleh *Bradyrhizobium japonicum* sedangkan mikoriza berperan dalam meningkatkan serapan hara P sehingga dengan adanya peningkatan hara P maka proses pembentukan bintil akar berlangsung lebih baik.

Perlakuan tanpa isoflavon, tanpa FMA dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ juga memberikan jumlah bintil akar tertinggi karena Rhizobium yang digunakan adalah Rh₁ yang cepat tersedia sehingga keadaan ini memungkinkan tanpa peranan isoflavon dan mikoriza proses pembentukan bintil akar tetap berlangsung.

Hal ini sejalan dengan pernyataan Zhao *et. al.* (1980) bahwa inokulasi ganda *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA dapat meningkatkan jumlah bintil akar dan biomassa tanaman, pertumbuhan dan hasil tanaman (Lin *et al.*, 1993 ; Das *et al.*, 1997, Sri Purwaningningsih, 2001), karena meningkatnya serapan P dan penambahan nitrogen (Bertham, *et al.*, 2006).

Interaksi perlakuan isoflavon 30 µM, FMA 50 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₁ memberikan jumlah bintil akar efektif tertinggi karena adanya peranan aktif isoflavon (dalam penelitian ini digunakan genistein) dalam nodulasi bintil akar dan dipacu dengan peningkatan serapan P karena perlakuan mikoriza. Isoflavon berperan sebagai *plant-bacteria signal* dalam nodulasi bintil akar.

Menurut Zhang and Smith (1996) ketepatan waktu dan tempat dalam pertukaran signal molekular antara bakteri (*Bradyrhizobium*) dengan inangnya merupakan hal yang sangat esensial untuk meningkatkan jumlah bintil akar efektif. Peter dan Verma (1990) melaporkan bahwa tahap pertama pertukaran signal yaitu dikeluarkannya eksudat akar berupa senyawa fenolik, flavonoid dan isoflavon dari tanaman kacang-kacangan. Senyawa tersebut umumnya dieksresikan oleh rambut akar yang merupakan bagian akar yang sangat *susceptible* untuk infeksi oleh *Bradyrhizobium*. Selanjutnya, menurut Long (1989) ; de Bruijn and Downie (1991) dan Kondorasi (1992) senyawa tersebut akan mengaktifkan ekspresi nod gen pada *Bradyrhizobium*, dan memacu produksi nod faktor pada bakteri. Nod faktor teridentifikasi merupakan lipo-oligosakarida yang dapat mempercepat pemacuan nodulasi bintil akar termasuk proses deformasi, *curling* dari rambut akar, inisiasi *cortical cell division*, dan menginduksi root nodule meristem. isoflavon dari jenis daidzein dan genistein merupakan komponen utama dari ekstrak akar kedelai yang responsif dalam menginduksi *nod gen* dari *B. japonicum*. Genistein memiliki kemampuan induksi nod gen yang lebih tinggi jika dibandingkan daidzein.

Tabel 11.
Hasil uji beda rata-rata jumlah bintil akar efektif (bintil/tanaman) karena pengaruh pemberian isoflavon, FMA dan *Bradyrhizobium japonicum*

Isoflavon (μM)	FMA (g/tan)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>				Rata-rata
		Rh0	Rh1	Rh2	Rh3	
0	0	18,00b	58,00a	19,67b	26,00ab	30,42
	25	29,67ab	34,67ab	49,00ab	15,67b	32,25
	50	29,00ab	23,33ab	14,67b	32,00ab	24,75
30	0	20,33ab	24,33ab	29,33ab	22,67ab	24,17
	25	28,67ab	47,00ab	27,00ab	56,33ab	39,75
	50	25,67ab	57,67a	40,00ab	20,67b	36,00
Rata-rata		25,22	40,83	29,94	28,88	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut Duncan Mutiple Range Test pada taraf 5%.

Bobot Bintil Akar

Inokulasi FMA dan rhizobium serta pemberian isoflavon tidak berpengaruh nyata terhadap bobot bintil akar. Bobot bintil akar terberat adalah pada interaksi perlakuan isoflavon 30 μM, FMA 50 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₃ yaitu 1,2 g/tanaman, sedangkan bobot bintil akar terkecil adalah pada interaksi perlakuan isoflavon 30 μM, FMA 25 g/tanaman dan *Bradyrhizobium japonicum* Rh₃ yaitu 0,113 g/tanaman (Tabel 12).

Delacruz, et. al. (1988) diketahui bahwa 3 jenis legum yang diinokulasi dengan FMA dan rhizobium pada tanah kekurangan P akan meningkatkan secara nyata berat kering tanaman, kandungan N tanaman, berat kering bintil akar, aktivitas reduksi nitrat dan nitrogenase dibandingkan inokulasi tunggal FMA atau Rhizobium.

Tabel 12.
Hasil uji beda rata-rata bobot bintil akar karena pengaruh pemberian isoflavon, FMA dan *Bradyrhizobium japonicum*

Isoflavon (μM)	FMA (g/tan)	<i>bium japonicum</i>				Rataan
		Rh ₀	Rh ₁	Rh ₂	Rh ₃	
0	0	0.567	0.767	0.667	0.190	0.548
	25	0.847	0.767	0.600	0.333	0.637
	50	0.400	0.667	0.433	0.188	0.422
30	0	0.633	0.420	0.467	0.567	0.522
	25	0.800	0.533	0.113	0.800	0.562
	50	0.393	0.533	1.200	0.567	0.673
Rataan		0.607	0.614	0.58	0.441	

Derajat infeksi FMA

Interaksi pemberian isoflavon dan inokulan FMA berpengaruh nyata terhadap derajat infeksi FMA. Interaksi perlakuan tanpa isoflavon dan FMA 25 g/tanaman memberikan derajat infeksi terbanyak yaitu 70,833 %, sedangkan derajat infeksi paling sedikit pada interaksi perlakuan isoflavon 30 μ M dan tanpa FMA yaitu 16,667% (Tabel 13).

Kolonisasi akar (persentase derajat infeksi FMA) merupakan peubah amatan yang paling mudah diamati dalam menilai pengaruh inokulasi FMA terhadap pertumbuhan tanaman. Dalam penelitian ini, interaksi perlakuan tanpa isoflavon dan FMA 25 g/tanaman memberikan derajat infeksi terbanyak, diduga karena dalam proses infeksi mikoriza pada akar kedelai, isoflavon tidak berperan sebagai signal molekul dalam proses infeksi, tetapi isoflavon lebih berperan sebagai signal molekul bagi pembentukan bintil akar oleh bakteri *Bradyrhizobium japonicum*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zhang and Smith (1997) bahwa genistein sebagai signal bakteri terhadap tanaman memberikan peranan penting dalam nodulasi bintil akar oleh *Bradyrhizobium japonicum* pada akar tanaman kedelai.

Perlakuan inokulasi FMA 25 g/tanaman memberikan derajat infeksi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan inokulasi FMA 50 g/tanaman. Hal ini diduga karena adanya efektivitas dalam proses infeksi sehingga pemberian inokulan FMA yang lebih tinggi justru menurunkan derajat infeksi FMA terhadap akar tanaman.

Tabel 13.
Hasil uji beda rata-rata derajat infeksi mikoriza (%) karena pemberian isoflavon dan FMA

Isoflavon (μ M)	FMA (g/tanaman)			Rata-rata
	0	25	50	
0	19,167e	70,833a	59,167d	49,722
30	16,667f	64,167c	67,500b	49,444
	17,917C	67,500A	63,333B	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil atau huruf besar sebaris menunjukkan berbeda nyata menurut Duncan Multiple Range Test 5%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simbiosis kedelai dengan *Bradyrhizobium japonicum* dan FMA sangat ditentukan oleh jumlah inokulan FMA yang diberikan dan jenis isolat *Bradyrhizobium japonicum* yang digunakan. Dalam penelitian ini peran isoflavon sebagai signal molekul bagi proses nodulasi bintil akar belum terlihat secara nyata.

Saran

Penelitian lanjutan dengan menggunakan isoflavon sebagai signal molekul bagi *Bradyrhizobium japonicum* spesifik lokasi dalam mengatasi cekaman abiotik (cekaman kekeringan, cekaman salinitas, cekaman pH dan cekaman *root zone temperatur*). Penelitian lanjutan tentang kandungan isoflavon pada kedelai dari berbagai kondisi lingkungan tanam yang mendapat perlakuan cekaman abiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Azimi, S. V, Gianinanzi-Pearson and S. Gianinazzi. 1980. Influence of Increasing Soil Phosphorus levels on interaction between Vesicular Arbuscular Mycorrhiza and Rhizobium in Soybean. *Con. J. Bot.* 58 : 200-205.
- Bertham, YH. 2006. Pemanfaatan FMA dan *Bradyrhizobium* dalam meningkatkan produktivitas kedelai pada sistem agroforestry kayu bawang (*Scodocarpus borneensis* Burm. F). Disertasi Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Bertham, YH. 2007. Dampak Inokulasi Ganda Fungi Mikoriza Arbuskula dan Rhizobium Indigenus pada Tiga Tipe Genotipe Kedelai di Tanah Ultisol. *J. Akta Agrosia Edisi Khusus No 2*, 2007. hlm. 189-198.
- Dixon, RA and Steele CL. 1999. Flavonoid and isoflavon: a gold mine for metabolic engineering. *Trends in Plants Science* 4, 394-400.
- De Bruijn FJ, Downie A. 1991. Biochemical and molecular studies of symbiotic nitrogen fixation. *Current Opinion in Biotechnology* 2, 92-184.
- Delacruz, R.E., M.Q. Manalo, N.S. Anggangan and J.D. Tambalo. 1988. Growth of Three Legume Trees Inoculated with VAM and Rhizobium. *Plant and Soil*. 108. 111- 115.
- Ferguson BJ, Mathesius U. 2003. Signaling interactions during nodule development. *J. Plant Growth Regul* 22:47-72.
- Kondorasi A. 1992. Regulation of nodulation genes in rhizobia. In: Verma DPS, ed. *Molecular signal in plant-microbe communication*. Boca Raton: CRC Press, 40-324.
- Leclercq G., Heuson JC., 1999. Physiological and Pharmacological Effect of Estrogens in Breast Cancer. *Biochim Biophys Acta*. 560:427-55.
- Long SR. 1989. Rhizobium-legume nodulation : life together in the underground. *Cell* 56, 14-203.

- Miransari, M. and D.L. Smith. 2009. Alleviating salt stress on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) – *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis, using signal molecule genistein. *European J. of Soil Biologi* 45 (2009) : 146-152.
- N.A. Eckardt. 2006. The role of flavonoids in root nodule development and auxin transport in *Medicago truncatula*. *Plant Cell* 18 (2006) 1539-1540.
- Pueppke SG. 1996. The genetic and biochemical basis for nodulation of legumes by rhizobia. *Crit Rev Biotechnol* 16:1-51.
- Sreevidya, VS, C. Srivinas Rao, SB Sulia, Jagdish K. Ladha and Pallavolu M. Reddy. 2006. Metabolic engineering of Rice with soybean isoflavone synthase for promoting nodulation gene expression in rhizobia. Research paper. *J. of Experinmental Botany* 57 (9) : 1959-1969.
- Sumunar, A.I. 2003. Kompatibilitas dan Daya Kompetisi Rhizobium yang diberi penginduksi Gen Nod pada Berbagai Varietas Kedelai di Lahan Kering Masam. *Warta Balitbio* No. 21, April 2003.
- Sugiyama, A., Nobukazu Shitan and K. Yazaki. 2008. Signaling from soybean roots to rhizobium. An ATP-binding cassette-type transporter mediates genistein secretion. *Adendum. Plant Signaling & Behaviour* 3:1, January 2008. Landes Bioscience. <http://www.landes-bioscience.com/journals/psb/article/4819>.
- Van Rijhn, P. Fang Y. Galili S. Saul O. Atzmon N. 1997. Expression of Early Nodulin gene Alfalfa Mycorrhizae indicates that signal transduction pathway use in forming arbuscular mycorrhizae dan Rhizobium induced nodules may be conserved. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 94:5467-5472.
- Winkley-Shirley B. 2001. Flavonoid biosynthesis. A colorful model for genetic, biochemistry, cell biology and biotechnology. *Plant Physiology* 126, 485-493.
- Wu, Quiju. 1999. Purification and Antioxidant Activities of Soybean Isoflavones. Louisiana : Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Zhao, A. Throuvelot, Gianazzi A and Gianazzi-Pearson V. 1980. Influence of two legume species on hyphal production and activity of two arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 7:179-185.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

Zhang, F and Smith, D. 1996. Genistein accumulation in soybean (*Glycine max* (L) Merr.) root system under suboptimal root zone temperature. *J. of Experimental Botany* 47 (299):785-792.

VIGOR PADI (*Oryza sativa*) DENGAN PEMBERIAN BEBERAPA KONSENTRASI EKSTRAK KULIT JENGKOL (*Pithecelobium jiringa* (jack) Prain ex King)

Zuhri Syam¹⁾, Yulia Delsi²⁾, Solfiyeni³⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Biologi FMIPA Unand, ²⁾ Mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Unand, ³⁾ Staf Pengajar di Jurusan Biologi FMIPA Unib

ABSTRAK

Penelitian mengenai Vigor Padi (*Oryza sativa*) Dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecelobium jiringa* (jack) Prain ex King) telah dilakukan di Laboratorium Ekologi Terrestrial Universitas Andalas Padang, pada bulan November 2009 sampai Januari 2010. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi ekstrak kulit jengkol yang tidak berpengaruh terhadap vigor padi (*Oryza sativa*). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yaitu tanpa pemberian ekstrak kulit jengkol (kontrol), konsentrasi ekstrak 10%, 20%, 30% dan 40% dengan 5 ulangan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak 40% telah berpengaruh nyata dan menghambat vigor padi (*Oryza sativa*).

Kata Kunci : Ekstrak, Padi, Vigor

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditi tanaman utama di Indonesia, karena sebagian besar penduduk Indonesia makanan pokoknya adalah beras. Seiring dengan bertambahnya penduduk permintaan akan beras terus meningkat dari waktu ke waktu. Namun usaha untuk meningkatkan produksi tanaman padi sering kali mengalami kendala baik yang bersifat abiotik ataupun biotik, seperti halnya keberadaan gulma Moenandir, (1993)

Gulma merupakan bagian dari kehidupan pertanian sehari-hari. Dengan adanya gulma ini, petani jadi menyisihkan sebagian dana dan tenaga untuk menyingkirkannya. Memang gulma merupakan tanaman yang kontroversial, meskipun harus tergantung dari segi mana meninjaunya. Petani dalam suatu sistem pertanian ingin mencapai hasil yang menguntungkan dan maksimal. Sehingga pada anggapannya untuk mencapai tujuan itu lahan harus selalu bersih dan bebas dari gulma.

Penurunan hasil dari gulma dapat mencapai 20 – 80% bila gulma tidak disiangi (Moenandir, 1993).

Ada beberapa cara pengendalian gulma diantaranya pengendalian secara kimia yang dapat dilakukan dengan menggunakan herbisida. Herbisida berarti suatu senyawa kimia yang digunakan sebagai pengendali gulma tanpa mengganggu tanaman pokok. Dengan semakin pesatnya penggunaan herbisida kimia lama kelamaan menimbulkan efek negatif bagi tumbuhan, maka petani berusaha untuk mendapatkan senyawa-senyawa yang baru yang berpotensi untuk menjadi salah satu herbisida yang dapat dikomersialkan. Dalam pembuatan herbisida ini yang menjadi masalah adalah mahalanya biaya pembuatan dan registrasi herbisida serta terbatasnya sumber-sumber bahan baku yang tersedia. Selain itu penggunaan herbisida kimia secara terus menerus akan mengakibatkan resistennya suatu gulma tertentu. Untuk itu perlu dicari alternatif lain seperti halnya dengan penggunaan senyawa alelopati sebagai bioherbisida (Sukman, 1995).

Jengkol (*Pithecelobium jiringa*) merupakan salah satu lalapan yang sangat digemari orang. Selama ini kita mengkonsumsi jengkol dalam bentuk biji setelah dipisahkan dengan kulitnya sedangkan kulit jengkol merupakan limbah yang tidak mempunyai nilai ekonomi dan dibuang begitu saja. Oleh sebab itu upaya pemanfaatan kulit buah jengkol untuk mengendalikan gulma tidak saja menekan biaya pengeluaran dalam usaha pertanian, tetapi juga merupakan salah satu upaya memanfaatkan limbah organik. Berdasarkan uji senyawa kimia, ternyata kulit jengkol yang didekomposisi selama lima hari banyak mengandung senyawa penghambat, yaitu berbagai macam asam lemak rantai panjang dan fenolat (Enni dan Krispinus, 1998), Dua golongan senyawa ini termasuk kedalam senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan lain (Enni, 1998 *cit* Einhellig, 1995).

Penelitian mengenai potensi kulit buah jengkol sebagai herbisida alami pada pertanaman padi sawah telah dilakukan pada lahan pertanian di Semarang. Dalam penelitian tersebut sawah yang tergenang air setinggi 5 cm ditebarkan dengan kulit jengkol yang telah diiris melintang setebal 1 cm sebanyak 1 kg per meter persegi. Dari penelitian ini terbukti kulit jengkol dapat menekan pertumbuhan gulma. Namun informasi mengenai pengaruh konsentrasi ekstrak kulit jengkol (*Pithecelobium jiringa* (jack) Prain ex King) terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) belum pernah dilaporkan. Maka untuk melengkapi informasi tersebut dilakukan penelitian yang berjudul Vigor Padi (*Oryza sativa*) Dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecelobium jiringa* (jack) Prain ex King).

CARA KERJA

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November 2009 sampai Januari 2010, bertempat di Laboratorium Ekologi Teresterial Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan-perlakuan tersebut sebagai berikut:

1. Tanpa pemberian ekstrak (kontrol)
2. Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 10 %
3. Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 20 %
4. Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 30 %
5. Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 40 %

Pembuatan ekstrak dilakukan dengan memblender 1000 g kulit jengkol yang masih berada dalam kondisi baik ditambah 1000 ml aquades (dianggap konsentrasi 100%). Selanjutnya disimpan ditempat yang gelap sambil sekali-sekali diaduk. Setelah tiga hari ekstrak disaring, kemudian dilakukan pengenceran dengan aquades untuk mendapatkan ekstrak yang sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan sebagai perlakuan.

Bibit padi (*Oryza sativa*) direndam dalam ekstrak sesuai dengan konsentrasi pada tiap perlakuan setelah itu disemai dalam bak persemaian yang berisi tanah sawah. Bibit disemai sebanyak 50 buah pada masing-masing bak persemaian. Untuk pemeliharaan dan mencegah kekeringan bak kecambah disemprot setiap pagi dan sore sampai tanah dalam keadaan lembab.

Pengamatan dilakukan terhadap daya muncul kecambah di permukaan tanah dilakukan pada hari ke 7, 14 dan 21 hari setelah disemai, kecepatan perkecambahan diamati setiap hari sampai akhir pengamatan yaitu hari ke 21, tinggi kecambah pada akhir pengamatan yang diukur dari pangkal batang sampai keujung daun terpanjang dan berat basah ditimbang pada akhir pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap vigor padi (*Oryza sativa*) didapatkan hasil sebagai berikut:

Daya muncul di permukaan tanah padi (*Oryza sativa*)

Ekstrak kuli jengkol dengan konsentrasi 10%,20% dan 30% tidak berpengaruh terhadap vigor padi (*Oryza sativa*). Pemberian ekstrak kulit jengkol memperlihatkan hasil yang sama terhadap daya muncul padi diatas permukaan tanah hari ke 7. Kemudian pada hari ke 14 dan 21 , pemberian ekstrak kulit jengkol memperlihatkan hasil yang berbeda nyata. Perbedaan telah terlihat pada pemberian ekstrak berkonsentrasi

10% bila dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya. Bila dilihat dari persentase perkecambahan, perlakuan dengan konsentrasi 30% memiliki daya muncul diatas permukaan tanah paling tinggi yaitu 79.2 % pada hari ke 7 dan 82.4% pada hari ke 21 sedangkan kontrol memiliki daya muncul terendah. Namun menurun dengan pemberian ekstrak dengan konsentrasi 40%. Diduga pada konsentrasi 40% padi mulai tidak toleran akibat pemberian ekstrak sehingga daya muncul diatas permukaan tanah mengalami penurunan. Rice (1979), kerja dari senyawa penghambat (alelokimia) tergantung kepada jenis tanaman yang dipengaruhi dan jenis tanaman yang mengeluarkan senyawa alelokimia serta konsentrasi dari senyawa penghambat tersebut.

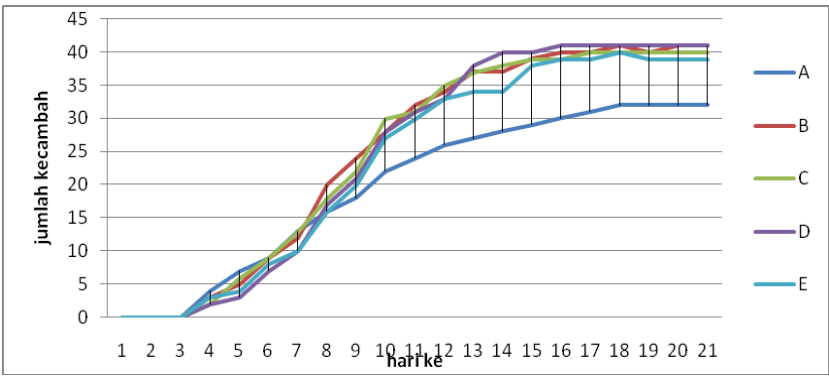
Tabel 1. Daya muncul dipermukaan tanah padi *Oryza sativa*

Konsentrasi ekstrak	Daya muncul di permukaan tanah (%)					
	7 hari setelah dikecambahkan	14 hari setelah dikecambahkan	21 hari setelah dikecambahkan			
0	26.4 a	54.0 a	64.8 a			
10%	24.8 a	74.0 c	80.4 b			
20%	26.8 a	75.2 cd	80.8 b			
30%	20.0 a	79.2 d	82.4 b			
40%	20.4 a	68.4 b	78.8 b			

Angka-angka pada lajur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DN MRT pada taraf 5%

Perkecambahan padi (*Oryza sativa*)

Perkecambahan padi dengan pemberian ekstrak kulit jengkol lebih cepat bila dibandingkan dengan kontrol .



Gambar 1. Perkecambahan padi *Oryza sativa*

Keterangan:

A = Tanpa pemberian ekstrak (kontrol)

- B = Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 10%
C = Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 20%
D = Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 30%
E = Pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 40%

Gambar perkecambahan padi diatas menunjukkan bahwa ekstrak kulit jengkol tidak berpengaruh negatif terhadap padi bila dibandingkan dengan kontrol. Dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan kenaikan pada benih yang diberi perlakuan. Pada kontrol grafik masih menunjukkan kenaikan tetapi tidak secepat dengan pemberian ekstrak kulit jengkol. Sedangkan untuk konsentrasi ekstrak 10 % perkecambah lebih tinggi dibandingkan kontrol begitu juga dengan pemberian ekstrak kulit jengkol dengan konsentrasi 20%, 30% dan 40%.

Perbedaan yang dijumpai pada perkecambahan padi ini dapat dikarenakan tidak terpengaruhnya padi oleh alelokimia yang terkandung pada ekstrak kulit jengkol. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Weston (1996) bahwa efek alelokimia bersifat selektif, dan perbedaan spesies menentukan perbedaan tanggapan terhadap alelokimia. Dari sini dapat diketahui bahwa perkecambahan padi dan metabolisme lainnya tidak berpengaruh negatif karena perlakuan dengan pemberian ekstrak kulit jengkol dengan berbagai konsentrasi. Perbedaan morfologi seperti besar batang, akar dan daun diduga menjadi penyebab perbedaan toleran ini.

Tinggi kecambah padi (*Oryza sativa*)

Semakin tinggi konsentasi ekstrak yang diberikan, tinggi kecambah cenderung semakin meningkat.

Tabel 2. Tinggi kecambah padi (*Oryza sativa*)

Konsentrasi ekstrak	Tinggi <i>Oryza sativa</i> (cm)
0	16.0 a
10%	17.8 b
20%	17.7 b
30%	18.4 c
40%	19.1 c

Angka-angka pada lajur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Pemberian ekstrak kulit jengkol menimbulkan pengaruh yang nyata pada tinggi tanaman padi. Jika dibandingkan perlakuan tanpa ekstrak dengan perlakuan pemberian ekstrak berkonsentrasi 10% telah memperlihatkan hasil yang berbeda. Kemudian antara perlakuan berkonsentrasi 10% dan 20% memperlihatkan pengaruh yang sama pada tinggi tanaman padi, dan berbeda terhadap perlakuan dengan konsentrasi

30% yang memperlihatkan hasil yang sama dengan konsentasi ekstrak 40%. Tinggi padi terlihat meningkat sesuai dengan besar konsentrasi ekstrak yang diberikan. Padi tertinggi terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi ekstrak 40% yaitu 19,1 cm dan yang terendah pada kontrol yaitu 16.0 cm

Berat basah padi (*Oryza sativa*)

Pemberian ekstrak kulit jengkol berpengaruh nyata dan meningkatkan berat basah padi (*Oryza sativa*).

Tabel 3. Berat basah padi (*Oryza sativa*)

Konsentrasi ekstrak	Berat basah padi <i>Oryza sativa</i> (g)
0	3.32 a
10%	4.00 b
20%	4.22 bc
30%	4.02 b
40%	4.56 c

Angka-angka pada lajur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DN MRT pada taraf 5%

Tabel 3. memperlihatkan berat basah padi dengan pemberian ekstrak kulit jengkol. Dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa pada konsentrasi 10% saja telah berpengaruh nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Antara perlakuan dengan konsentasi 10% dan 30% memperlihatkan hasil yang sama dan berbeda dengan pemberian ekstrak dengan konsentrasi 40%. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan berat basah kecambah semakin meningkat. Berat basah tertinggi 4.56 g pada perlakuan dengan konsentrasi 40% dan terendah pada kontrol 3.32 g. Ini artinya pemberian ekstrak kulit jengkol dengan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh negatif terhadap berat basah tanaman padi. Salisbury dan Ross (1985) menyatakan bahwa berat basah dan berat kering tanaman erat kaitanya dengan kemampuan akar dalam menyerap air dan unsur hara. Penyerapan unsur diperlukan untuk melangsungkan proses fotosintesis pada daun.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian ekstrak kulit jengkol sampai konsentrasi 30% tidak berpengaruh negatif terhadap vigor padi (*Oryza sativa*).
2. Perkecambahan padi dengan pemberian ekstrak kulit jengkol lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol.

3. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit jengkol yang diberikan tinggi padi semakin bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Enni S.R. dan Krispinus K.P. 1998. *Kandungan senyawa kimia kulit buah jengkol (Pithecellobium lobatum Benth) dan pengaruh terhadap pertumbuhan beberapa gulma padi*. Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian IKW Semarang.
- Enni S.R. 2003. *Peranan Penelitian Alelopati Dalam Pelaksanaan Low external Input and Sustainable Agriculture (LEISA)*. Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Program Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor.
- Moenandir, J. 1993, *Ilmu Gulma Dalam Sistem Pertanian*. Pt Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Rice, E.L. 1974. *Allelopathy*. Academic Press Inc. London.
- Sukman, Y, Ir, Yakup, Ir. 1995. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. PT. Raja Grafindo. Jakarta.
- Weston LA. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agrosystem. *Agronomy Journal*.

TIPE-TIPE TRIKOMA DAN JUMLAH TRIKOMA DAUN KULTIVAR DURIAN (*Durio zibethinus* MURR.)

Ashar Hasairin

Dosen Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Pasar V, Medan (20221)
nst.ashar@yahoo.com

ABSTRACT

Trichome Types and Amount of Trichome Leaf a Few Durian Cultivar (*Durio zibethinus* Murr.) The objective of this research would be to know trichome types, structure of trichome and amount of trichome durian leaf in Desa Namu Ukur. This research was used descriptive methode. The technic of sampling was used "Purposive Sampling". The substance research use was leaf durian with different age, that is young, middle and old. Observation area of leaf on apex, mid and basis. The result of research was found six durian cultivar in Desa Namu Ukur (Bangkok cultivar, Emas, Jantung, Sihijau, Tembaga and Tembaga-Jantung). There are two types of trichomes in durian leaf, they are *skuamiform* (scale) and *stellate* (star-shaped). Amount of trichome are varianted, depend on that durian cultivar, age and observation area. Amount of trichome *skuamiform* in bangkok less than 200,67 cell/cm², and Sihijau less than 155,67 cell/cm². And amount of trichome *stellate* in Emas less than 370,67 cell/cm², and Bangkok less than 81,667 cell/cm².

Keyword: *Trichome, Cultivar, Durian*

PENDAHULUAN

Durian (*Durio zibethinus* Murr.) adalah jenis tumbuhan dari suku *Bombacaceae*. Nama ini diambil dari ciri khas kulit buahnya yang keras dan berlekuk-lekuk tajam sehingga menyerupai [duri](#). Buah durian pertama kali ditemukan oleh Murray di hutan belantara Malaya atau sekarang dikenal dengan nama Malaysia (Harsono, dkk. 2008). Durian tumbuh liar dan terpencair di belantara hutan Malaysia, Sumatera dan Kalimantan, kemudian menyebar ke seluruh wilayah Indonesia, Thailand, Pakistan dan India. Menurut perkembangannya, kini telah ditemukan 300 spesies bermarga *Durio* di seluruh dunia. Indonesia memiliki sekitar 27 spesies, akan tetapi dari jumlah spesies tersebut, baru 6 spesies yang umum dikonsumsi masyarakat (Purba, 2008).

Durian merupakan tumbuhan tingkat tinggi yang memiliki trikoma terdapat pada daun. Trikoma merupakan tonjolan epidermis ke

arah keluar. Trikoma terdiri dari berbagai bentuk/stuktur, ukuran dan fungsi yang berbeda-beda. Pada umumnya dapat ditemukan hampir pada semua bagian organ tumbuhan seperti pada akar, batang, daun, bunga maupun buah. Berdasarkan kelenjarnya, trikoma dapat dibedakan menjadi trikoma tanpa kelenjar yang tidak menghasilkan sekret dan trikoma berkelenjar yang menghasilkan sekret. Trikoma fungsinya sebagai pelindung terhadap gangguan dari luar, mengurangi penguapan melalui kulit batang dan daun, membantu penyerapan air dan mineral dari tanah, pengeluaran zat perekat pollen, membantu penyebaran biji dan mengeluarkan madu pada bunga (Utami, 2003). Hasil penelitian tipe trikoma pada daun durian yang dikemukakan hanya bertipe sisik saja Wirahanawan (2005). Sementara hasil penelitian trikoma pada daun durian belum banyak terungkap dan terpublikasikan dengan jelas.

Berdasarkan hal ini perlu dilakukan penelitian tentang Biodiversitas, kajian Taksonomi secara Anatomi (tipe-tipe trikoma, jumlah trikoma dan kajian Ekologi (habitat dan sifat fisik media tumbuh) durian di desa Namu Ukur, Langkat. Informasi tentang durian (*Durio* sp.) di daerah ini masih banyak yang belum terungkap, sementara diperkirakan kultivar durian sudah banyak yang mengalami pergeseran disebabkan erosi sumber daya alam.

CARA KERJA

Penelitian ini dilakukan di Desa Namu Ukur Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langkat, Sumatera Utara dan dilanjutkan di Laboratorium Biologi FMIPA Unimed. Metode penelitian deskriptif dengan teknik pengambilan sampel secara "Purposive Sampling". Bahan yang digunakan adalah daun durian dengan usia yang berbeda, yaitu daun berusia muda, daun berusia sedang dan daun berusia tua. Area observasi daun pada apeks daun, tengah daun dan basis daun. Analisis data trikoma (tipe-tipe trikoma dan jumlah trikoma pada daun kultivar durian) ini ditabulasikan dalam tabel untuk dianalisis. Untuk tekstur tanah dilakukan analisis dengan menggunakan Segitiga Miller dengan persentase ketinggian lapisan yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terdapat enam kultivar durian (*Durio zibethinus*) di desa Namu Ukur, yaitu: kultivar Bangkok, kultivar Emas, kultivar Sihijau, kultivar Jantung, kultivar Tembaga dan kultivar Tembaga-Jantung. Trikoma yang terdapat pada keenam kultivar adalah trikoma non-glanduler *multicelluiar* tipe *skuamiform* (sisik) dan trikoma tipe *stellata* (bintang).

Struktur trikoma durian tipe *skuamiform* yang ditemukan bentuk membulat, pipih seperti cakram, tanpa kaki/tangkai, bersel banyak. Selanjutnya tipe ini memiliki 2 struktur bagian badan yang dapat dibedakan, yakni bagian tengah (*center*) yang berwarna hitam dan bagian

pinggir trikoma terdapat gurat-gurat yang bercabang-cabang dua atau tiga pada permukaan trikoma, memiliki warna dari kuning hingga warna keemasan, dan pada pinggir tipe trikoma ini terdapat bagian menjulur panjang yang terpisah/tidak melekat.

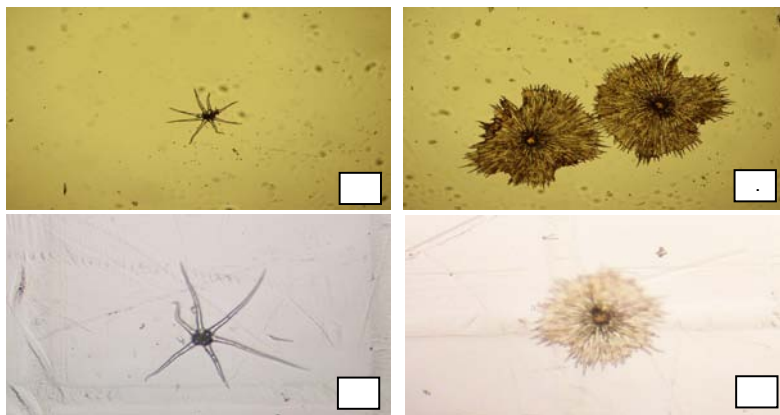
Sedangkan pada trikoma tipe *stellata* bercabang, bersel banyak, bentuk seperti bintang, memiliki 2 bagian struktur yang dapat dibedakan yaitu bagian tengah (*center*) sebagai tempat melekat cabang yang memiliki warna kehitaman dan bagian cabang dengan variasi jumlah percabangannya (dari 3-12 cabang), bersekat, ujung yang menyempit (*runcing*), pangkal yang membesar dan berwarna transparan (tidak memiliki warna). Antara bagian tengah dengan percabangan trikoma ini terdapat sekat yang memisahkan keduanya dan antara cabang satu dengan cabang lainnya saling berlekatan (Hidayat, 1995).

Berdasarkan pengukuran panjang dan penghitungan jumlah trikoma masing-masing tipe trikoma memiliki variasi. Selain itu, daerah pengamatan dan usia daun juga belum dapat menentukan banyak atau sedikitnya jumlah trikoma, karena trikoma mengalami peningkatan dan penurunan tidak sama pada berbagai usia daun. Utami (2007) menyatakan kerapatan trikoma berbanding terbalik dengan umur/usia daun, semakin tua umur daun, maka semakin sedikit jumlah trikoma.

Struktur, panjang dan jumlah trikoma pada keenam daun kultivar durian berdasarkan usia daun dan daerah pangamatan diuraikan sebagai berikut:

1. Trikoma Durian Kultivar Sihijau

Struktur trikoma daun durian kultivar Sihijau pada umumnya sama pada setiap usia daun durian, dan pada tiap-tiap daerah pengamatan.



Gambar 1.

Struktur trikoma pada daun durian kultivar Sihijau (10x10), a. trikoma tipe *stellata* 8 cabang pada preparat awetan, b. trikoma *skuamiform* pada preparat awetan, c. trikoma tipe *stellata* cabang 6 pada preparat segar; d. trikoma tipe *skuamiform* pada preparat segar.

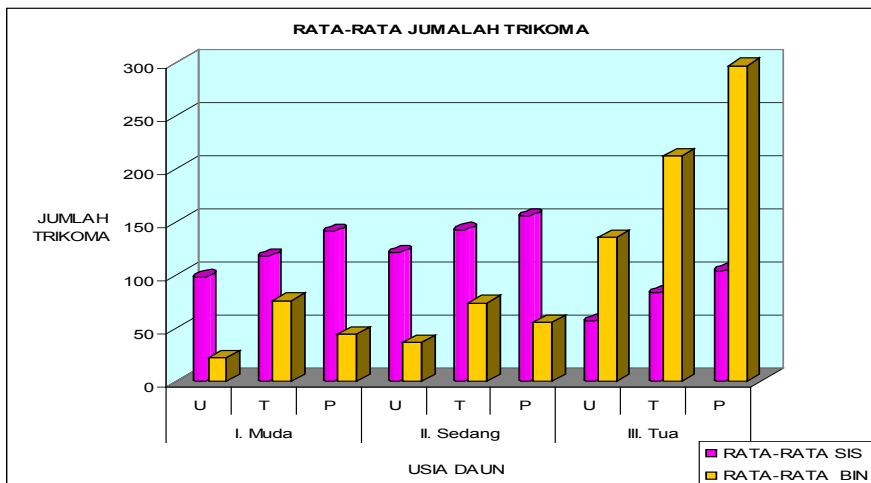
Panjang trikoma diukur menggunakan mikrometer dari setiap 10 trikoma kemudian dirata-ratakan.

Tabel 1. Panjang Trikoma (μm) Pada Daun Durian Kultivar Sihijau

Spesies/ kultivar	Daerah Pengamatan	Tipe <i>Skuamiform</i>			Rata- rata Panjang	Tipe <i>Stellata</i>			Rata- rata Panjang
		DM	DS	DT		DM	DS	DT	
Sihijau	Ujung (U)	454	412	405	418,11	209	136	244	234,78
	Tengah (T)	474	400	376		347	195	212	
	Pangkal (P)	436	420	386		289	237	244	

*DM=daun muda; DS=daun sedang; DT=daun tua

Panjang trikoma pada daun durian kultivar Sihijau tipe *skuamiform* berkisar 376-474 μm sel per cm^2 dengan rata-rata panjang 418,11 μm sel per cm^2 dan panjang trikoma tipe *stellata* berkisar 136-347 μm sel per cm^2 dengan panjang rata-rata 234,78 μm sel per cm^2 .



Gambar 2. Jumlah Trikoma Pada Daun Durian Kultivar Sihijau

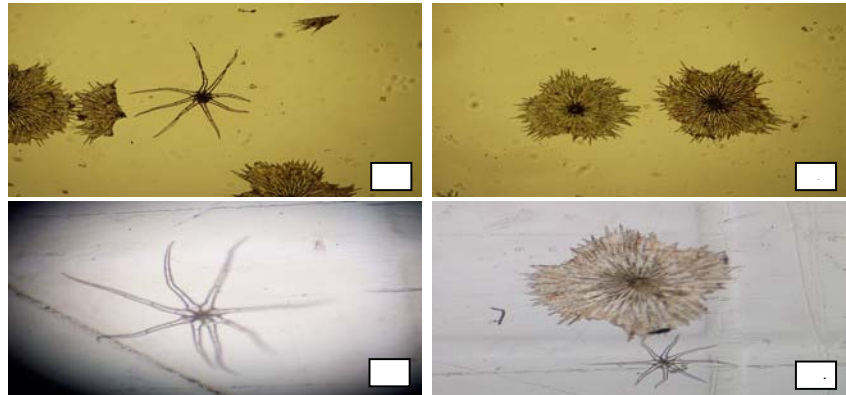
Jumlah trikoma kultivar Sihijau bervariasi pada setiap tingkat usia daun dan daerah pengamatan yang diamati. Jumlah trikoma daun usia sedang lebih banyak daripada daun usia muda dan daun usia tua. Jumlah tipe *skuamiform* lebih banyak dibandingkan tipe *stellata* pada daun usia muda dan usia sedang. Namun, pada daun usia tua trikoma tipe *stellata* jauh lebih banyak daripada trikoma tipe *skuamiform*, ini berbanding terbalik pada daun usia muda dan daun usia tua.

Jumlah trikoma pada tipe *skuamiform* di daerah pengamatan pangkal daun yang terbanyak, kemudian diikuti daerah tengah dan ujung daun. Sedangkan pada trikoma tipe *stellata* pada daun usia tua daerah pengamatan pangkal daun memiliki jumlah trikoma yang paling banyak.

Selanjutnya daun usia muda dan daun usia sedang daerah tengah daun trikoma tipe *stellata* yang paling banyak.

2. Trikoma Durian Kultivar Emas

Trikoma tipe *skuamiform* lebih besar dibandingkan dengan trikoma tipe *stellata*, yakni panjang trikoma tipe *skuamiform* berkisar antara 450-548 μm sel per cm^2 (rata-rata panjang trikoma 488,44 μm sel per cm^2) dan panjang trikoma tipe *stellata* berkisar antara 336-437 μm sel per cm^2 (rata-rata panjang trikoma ini 382 μm sel per cm^2).



Gambar 3.

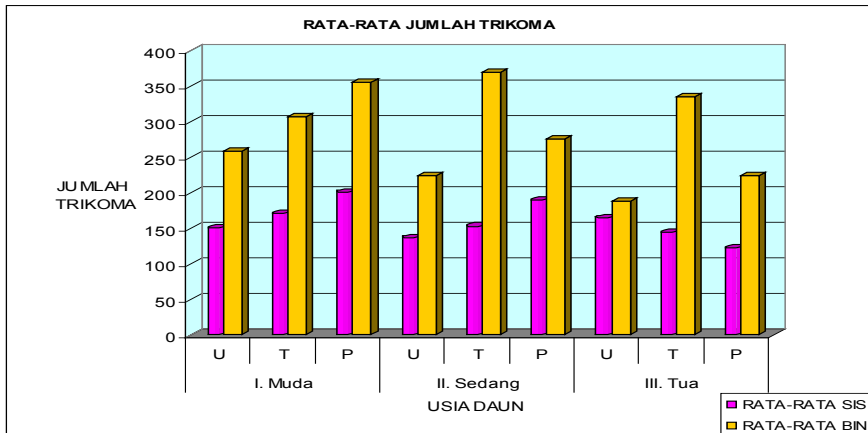
Struktur trikoma pada durian kultivar Emas (10x10), a. trikoma tipe *stellata* 8 cabang pada preparat awetan, b. trikoma *skuamiform* pada preparat awetan, c. trikoma tipe *stellata* cabang 8 pada preparat segar; d. trikoma tipe *stellata* dan *skuamiform* pada preparat segar

Tabel 2. Panjang Trikoma (μm) Pada Daun Durian Kultivar Emas

Spesies/ kultivar	Daerah Pengamatan	Tipe <i>Skuamiform</i>			Rata- rata Panjang	Tipe <i>Stellata</i>			Rata- rata Panjang
		DM	DS	DT		DM	DS	DT	
Emas	Ujung (U)	469	518	474	488,44	336	414	380	382
	Tengah (T)	482	533	466		386	437	340	
	Pangkal (P)	450	548	456		401	407	337	

*DM=daun muda; DS=daun sedang; DT=daun tua

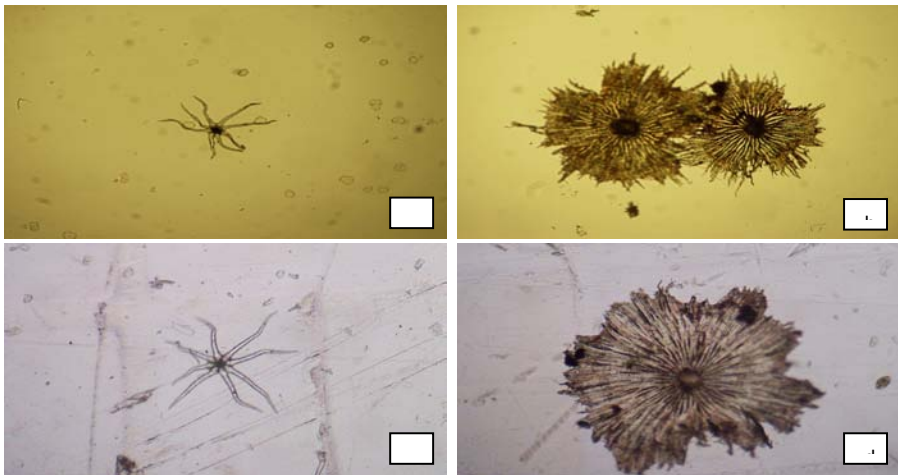
Jumlah trikoma tipe *skuamiform* bervariasi ada setiap daerah pengamatan. Pada daun usia muda trikoma tipe *stellata* lebih banyak ditemukan pada daerah pangkal daun, namun pada daun usia sedang dan tua jumlah trikoma lebih besar pada daerah tengah daun. Tipe *skuamiform* pada daun usia muda dan daun usia sedang daerah pangkal lebih banyak trikoma yang terhitung, akan tetapi pada usia tua daerah ujungnya lebih banyak terdapat trikoma tipe *skuamiform*.



Gambar 4. Jumlah Trikoma Pada Daun Durian Kultivar Emas

3. Trikoma pada Daun Durian Kultivar Bangkok

Panjang trikoma kultivar Bangkok yang terpanjang daripada kultivar durian lainnya. Tipe trikoma *skuamiform* lebih panjang ukurannya dibandingkan ukuran panjang trikoma tipe *stellata*. Panjang trikoma tipe *skuamiform* adalah 506-649 μm (rata-rata panjang 591,22 μm) dan panjang trikoma tipe *stellata* 242-437 μm (panjang rata-rata 335,11 μm).



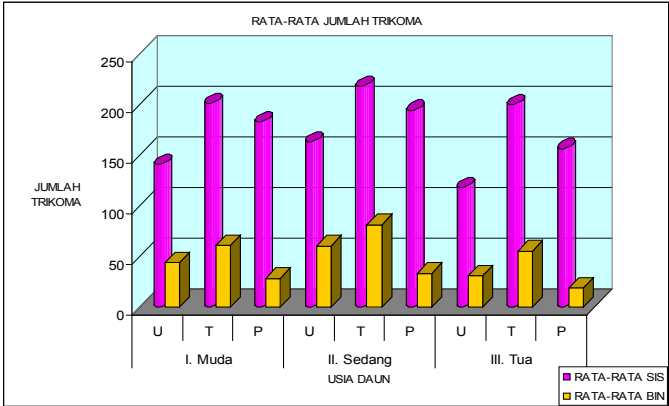
Gambar 5.

Struktur trikoma durian kultivar Bangkok (10X10), a. trikoma tipe *stellata* 8 cabang pada preparat awetan, b. trikoma *skuamiform* preparat awetan, c. trikoma tipe *stellata* cabang 8 pada preparat segar; d. trikoma tipe *skuamiform* da preparat segar

Tabel 3. Panjang Trikoma (µm) Pada Daun Durian Kultivar Bangkok

Spesies/ kultivar	Daerah Pengamatan	Tipe <i>Skuamiform</i>			Rata- rata Panjang	Tipe <i>Stellata</i>			Rata- rata Panjang
		DM	DS	DT		DM	DS	DT	
Bangkok	Ujung (U)	602	619	569	591,22	373	351	258	335,11
	Tengah (T)	648	581	541		437	339	242	
	Pangkal (P)	649	606	506		402	354	260	

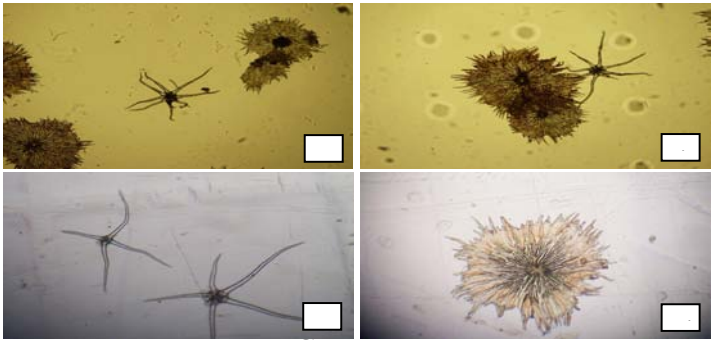
*DM=daun muda; DS=daun sedang; DT=daun tua



Gambar 6. Jumlah trikoma pada daun durian kultivar Bangkok

Jumlah trikoma tipe *skuamiform* pada daerah tengah daun yang terbanyak jumlahnya, kemudian diikuti daerah ujung dan pangkal daun. Sedangkan trikoma tipe *stellata* juga daerah tengah daun yang lebih banyak terdapat dibandingkan dengan daerah pengamatan lainnya. Dan jumlah trikoma *stellata* jauh lebih sedikit dibandingkan jumlah trikoma tipe *skuamiform*, terutama pada daerah pengamatan tengah daun.

4. Trikoma pada Daun Durian Kultivar Jantung



Gambar 7.

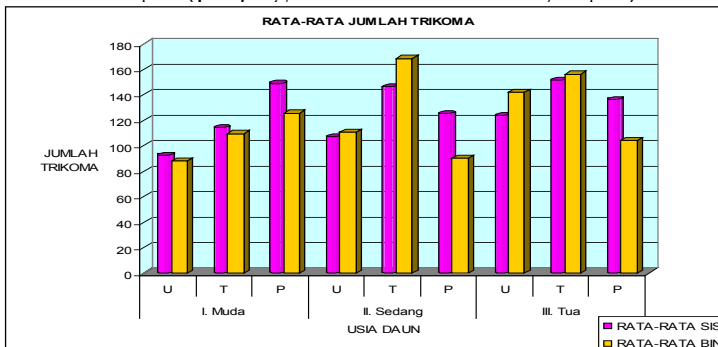
Struktur trikoma pada durian kultivar Jantung (10x10), a. trikoma tipe *stellata* 8 cabang pada preparat awetan, b. trikoma *skuamiform* pada preparat awetan, c. trikoma tipe *stellata* cabang 4 dan 5 pada preparat segar; d. trikoma tipe *skuamiform* pada preparat segar

Tabel 4. Panjang Trikoma (μm) Pada Daun Durian Kultivar Jantung

Spesies/ kultivar	Daerah Pengamatan	Tipe <i>Skuamiform</i>			Rata- rata Panjang	Tipe <i>Stellata</i>			Rata- rata Panjang
		DM	DS	DT		DM	DS	DT	
Jantung	Ujung (U)	406	424	438	436	391	315	489	367,89
	Tengah (T)	462	467	412		351	433	272	
	Pangkal (P)	487	453	375		376	405	279	

*DM=daun muda; DS=daun sedang; DT=daun tua

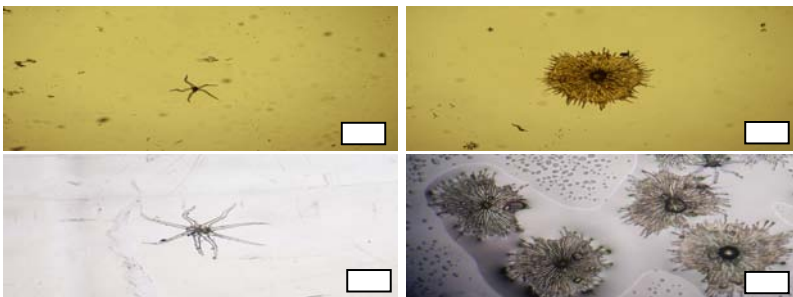
Pada trikoma tipe *skuamiform* panjangnya berkisar 375-487 μm (panjang rata-rata trikoma 436 μm) dan panjang trikoma tipe *stellata* berkisar 336- 433 μm (panjang rata-rata trikoma 367,89 μm).



Gambar 8. Jumlah Trikoma Pada Daun Durian Kultivar Jantung

Jumlah trikoma tipe *skuamiform* paling banyak terdapat di daerah pengamatan pangkal daun dan paling sedikit daerah ujung daun pada daun usia muda. Namun, jumlah trikoma pada usia daun sedang dan tua lebih banyak terdapat pada daerah tengah daun. Sedangkan jumlah tipe *stellata* lebih banyak pada daerah tengah daun pada usia daun sedang dan tua.

5. Trikoma Durian Kultivar Tembaga



Gambar 9.

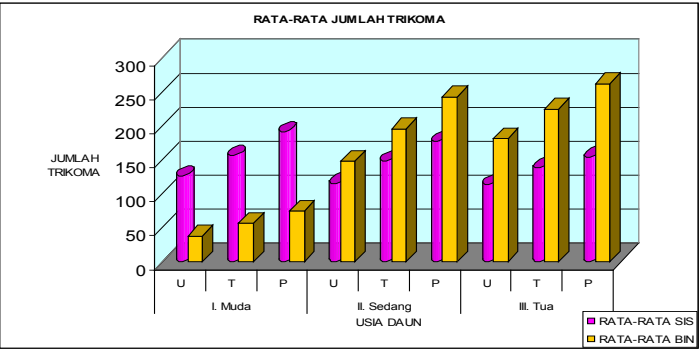
Struktur trikoma pada durian kultivar Tembaga (10x10), a. trikoma tipe *stellata* 5 cabang pada preparat awetan, b. trikoma *skuamiform* pada preparat awetan, c. trikoma tipe *stellata* 8 cabang pada preparat segar; d. trikoma tipe *skuamiform* pada preparat segar.

Tabel 5. Panjang Trikoma (μm) Pada Daun Durian Kultivar Tembaga

Spesies/ kultivar	Daerah Pengamatan	Tipe <i>Skuamiform</i>			Rata- rata Panjang	Tipe <i>Stellata</i>			Rata- rata Panjang
		DM	DS	DT		DM	DS	DT	
Tembaga	Ujung (U)	447	466	440	456	268	168	285	265
	Tengah (T)	491	473	467		245	227	355	
	Pangkal (P)	438	412	470		236	275	326	

*DM=daun muda; DS=daun sedang; DT=daun tua

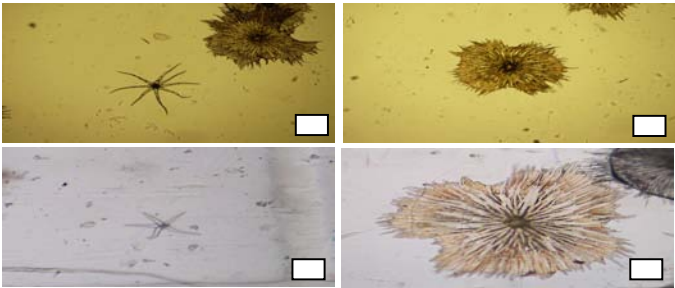
Pada kultivar tembaga, panjang trikoma tipe *skuamiform* lebih panjang dari pada tipe *stellata*. Trikoma tipe *skuamiform* berkisar 412-491 μm (panjang rata-rata trikoma 456 μm), panjang trikoma tipe *stellata* berkisar 168-355 μm (panjang rata-rata 265 μm).



Gambar 10. Jumlah Trikoma Daun Durian Kultivar Tembaga

Jumlah trikoma *skuamiform* terbanyak daerah pangkal daun, kemudian tengah daun dan ujung daun. Urutan ini terdapat pada semua tingkat usia daun. Begitu juga dengan trikoma tipe *stellata*, daerah pangkal terbanyak, diikuti tengah dan ujung daun. Dari kedua tipe ini, persentase daun usia muda lebih tinggi dibandingkan daun usia sedang dan usia tua.

6. Trikoma Durian Kultivar Tembaga-Jantung



Gambar 11.

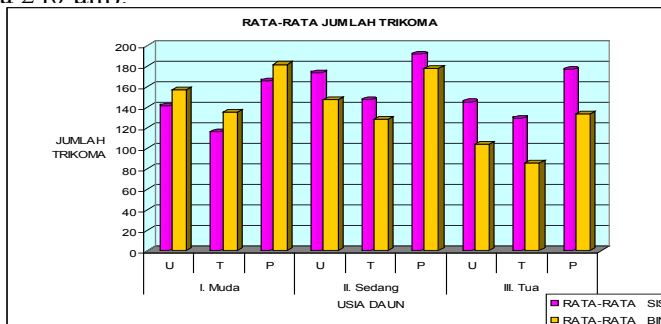
Struktur trikoma kultivar Tembaga-Jantung (10x10), a. trikoma tipe *stellata* 8 cabang pada preparat awetan, b. trikoma *skuamiform* pada preparat awetan, c. trikoma tipe *stellata* 5 cabang pada preparat segar dan d. trikoma tipe *skuamiform* pada preparat segar.

Tabel 6. Panjang Trikoma (μm) Pada Durian Kultivar Tembaga-Jantung

Spesies/ kultivar	Daerah Pengamatan	Tipe <i>Skuamiform</i>			Rata- rata Panjang	Tipe <i>Stellata</i>			Rata- rata Panjang
		DM	DS	DT		DM	DS	DT	
Tembaga- Jantung	Ujung (U)	528	432	407	449,11	279	179	192	240
	Tengah (T)	542	406	389		258	241	210	
	Pangkal (P)	470	425	443		323	255	223	

*DM=daun muda; DS=daun sedang; DT=daun tua

Durian kultivar Tembaga-Jantung, panjang trikoma tipe *skuamiform* lebih panjang dari pada trikoma tipe *stellata*. Panjang trikoma tipe *skuamiform* berkisar 450-548 μm (panjang rata-rata 449,11 μm) dan panjang trikoma tipe *stellata* berkisar 336- 437 μm (panjang rata-rata 240 μm).



Gambar 12. Jumlah Trikoma Pada Daun Durian Kultivar Tembaga- Jantung

Jumlah trikoma tipe *skuamiform* terbanyak pada daerah pangkal daun, kemudian diikuti daerah ujung daun, dan terakhir pada daerah tengah daun. Sedang trikoma tipe *stellata* jumlah terbanyak pada daerah pangkal. Persentase pangkal meningkat seiring menuanya usia daun.

Kajian Trikoma, Struktur Daun, Struktur Buah Dan Kualitas Buah Durian

Pada permukaan bawah daun durian (*Durio zibetinus*), bila diraba terasa kasar karena adanya trikoma (Sharing, 2009). Trikoma yang terdapat pada daun durian hanya dua tipe, yakni tipe *skuamiform* dan tipe *stellata*. Kedua tipe ini memiliki struktur yang hampir sama pada keenam kultivar durian yang telah diteliti. Perbedaan warna sedikit terlihat pada trikoma tipe *skuamiform* dan jumlah lengan pada trikoma tipe *stellate*.

Jumlah dan ukuran trikoma pada daun durian di Desa Namu Ukur bervariasi, bergantung pada kultivar, usia dan daerah pengamatannya. Jumlah dan ukuran trikoma akan menentukan kerapatan trikoma pada daun, kerapatan ini akan mempengaruhi fungsi daun. Ini disebabkan keberadaan trikoma menjadikan letak stomata lebih ke dalam dan tertutupi oleh trikoma. Menurut Esau (1977) menyatakan kerapatan

trikoma yang tinggi dapat mengurangi transpirasi dan melindungi mesofil dari suhu tinggi. Selain itu, menurut Iwangningsih (2006) menambahkan bahwa selain berperan dalam mendukung aktifitas fisiologis tanaman, trikoma juga berfungsi sebagai parameter morfologis dan anatomis yang penting pada ketahanan tanaman.

Sedangkan menurut Muzayyinah (2008), menyatakan kerapatan permukaan trikoma mendukung isolasi (*insulation*) dan kelembaban di sekitar *guard cell* yang akan mempengaruhi turgiditas. Akibatnya proses membuka-menutupnya stomata dan pertukaran gas akan dipengaruhi. Oleh sebab itu, trikoma dapat mempengaruhi fungsi fisiologis daun durian, seperti fotosintesis, dan transpirasi.

Daun durian berupa daun tunggal, pipih melebar dan berwarna hijau. Bentuk daun pada durian berbentuk *oblongus* dan *elliptical*, dengan sisi *apeks* daun berstruktur *acuminatus*, sisi *margo* daun berstruktur *integer* dan sisi *basis* berstruktur *acutus* atau *rounded*. Struktur daun yang terbentuk merupakan penyesuaian tumbuhan dengan peranannya untuk fotosintesis. Seperti yang diungkapkan Tjitrosoepomo (2001), bahwa bentuk daun yang tipis melebar, warna hijau, danuduknya pada batang yang menghadap ke atas selaras dengan fungsi daun bagi tumbuh-tumbuhan, yaitu sebagai alat untuk reabsorpsi, asimilasi, transpirasi dan respirasi. Namun, tipe-tipe trikoma, kecil-besar ukuran trikoma, sedikit banyaknya jumlah trikoma pada masing-masing daun kultivar durian merupakan suatu penyesuaian struktur terhadap daun, buah dan kualitas buah durian tersebut.

4.5. Sifat Fisik-Kimia Media Tumbuh Kultivar Durian di Desa Namu Ukur

Tingkat keasaman tanah di lokasi penelitian berkisar antara 5,8 – 6,4 yang berarti dibawah standar normal ($\text{pH} = 7$). Melihat kisaran pH ini dapat dijelaskan berarti bahwa lapisan tanah di Desa Namu Ukur cenderung bersifat asam. Kecenderungan sifat keasaman tanah ini berkaitan dengan proses pelapukan bahan-bahan organik yang berada pada bagian atas tanah. Pembusukan dari peristiwa dekomposisi dekomposer yang merubah bahan organik organisme yang mati mengakibatkan pergeseran derajat keasaman pada tanah kurang dari tujuh. Kisaran pH pertumbuhan durian yang baik yakni 5,5-6,5 (Tim Bina Karya Tani 2008).

Suhu udara 28°C – 30°C dan suhu tanah berkisar 24°C – 26°C , kelembaban tanah berkisar 4-4,5. Hal ini dikarenakan sedikitnya tumbuhan yang dapat menahan air tanah sehingga kandungan air pada tanah menjadi rendah, ini menunjukkan kelembaban tanah yang rendah dan suhu tanah relatif tinggi.

Intensitas cahaya matahari yang diterima berdasarkan data ekologi yang diukur bervariasi, hal ini dikarenakan keadaan lokasi penelitian bukan merupakan lokasi yang homogen dimana kanopi tidak merata menutupi bagian permukaan tanah.

Tekstur tanah yang dijumpai pada desa tersebut ada 2 jenis tanah yaitu, berlempung berpasir dan berlempung kasar. Pengambilan sampel ditentukan pada setiap 6 kultivar durian. Warna tanah ditemukan berwarna hitam sampai kuning.

SIMPULAN DAN SARAN

Ditemukan 6 kultivar durian dengan trikoma tipe *skuamiform* dan tipe *stellata*. Ukuran trikoma dan jumlah trikoma bervariasi bergantung pada kultivar, usia dan daerah pengamatan. Struktur trikoma pada umumnya sama dan begitu juga dengan struktur daun. Akan tetapi struktur dan kualitas buah durian bervariasi, bergantung pada kultivar duriannya. Habitat dan sifat fisik-kimia media tumbuh yaitu tekstur tanah berlempung kasar dan berlempung berpasir, pH 5,8–6,4, suhu udara 28 °C–30 °C dan suhu tanah berkisar 24 °C–26 °C, kelembaban tanah berkisar 4–4,5 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Harsono, T., Hasairin., A., Suryani, C., (2008), *Plasma Nutfah dan Kekerabatan Fenetik Kultivar Durian (Durio Zibethinus) di Sumatera Utara*, Laporan Hasil Penelitian fundamental Research, Dikti, Jakarta.
- Hidayat, E. B., (1995), *Antomi Tumbuhan Berbiji*, Penerbit ITB, Bandung.
- Iwangningsih, W., (2006), Studi Banding Sifat Ketahanan Struktural Terhadap Kekeringan Antara Varietas Padi Sawah Dan Padi Gogo Berdasarkan Struktur Anatomi Daun, http://bioscientiae.unlam.ac.id/v3n1/v3n1_imaningsih.pdf. (Diakses tanggal 20 Juli 2009).
- Muzayyinah, (2008), *Terminologi Tumbuhan*, LPP UNS, Surakarta.
- Odum, P., (1983), *Basic Ecology*, Sounder College Publishing, London.
- Purba, F.H.K., (2008), Peluang Pasar Orientasi Ekspor Durian di Indonesia, Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Departemen Pertanian. Inc, <http://pphp.deptan.go.id>. (Diakses tanggal 15 Desember 2008)

- Sharing, (2009), Jaringan Epidermis Daun, <http://sharing.blogspot.com>. (Diakses tanggal 25 Juli 2009).
- Tim Bina Karya Tani, (2008), *Pedoman Bertanam Durian*, Penerbit Yrama Widya, Bandung.
- Utami, D., dkk., (2003), *Struktur Tumbuhan*, Pusat Penerbitan Universitas Terbuka Depdiknas, Jakarta.
- Utami, D., (2007), Menjadikan Struktur Dan Perkembangan Tumbuhan Sebuah Kajian Yang Menarik, <http://akademik.unsoed.ac.id/cmsfak/UserFiles/File/Bio/Pidato%20Purna%20Tugas%20Prof.%20Debora.doc>. (Diakses tanggal 12 Desember 2008)
- Tjitrosoepomo, G. (2001), *Morfologi Tumbuhan*, Gadjah Mada Press University Press, Yogyakarta.

PENYAKIT BERCAK DAUN PADA PEMBIBITAN DAN TANAMAN MUDA EUKALIPTUS DI SUMATERA UTARA

Edy Batara Mulya Siregar dan Nelly Anna

*Dept. of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Sumatera Utara, Medan,
Indonesia, Corresponding author, email: ebms12@yahoo.com*

ABSTRAK

Eukaliptus merupakan salah satu spesies penting yang dibudidayakan pada hutan tanaman. Penanaman Eukaliptus dengan skala besar ditujukan untuk menghasilkan serat sebagai bahan baku kertas. Tanaman ini mempunyai kapasitas tumbuh cepat, adaptasi yang tinggi, mudah diperbanyak secara vegetatif, sehingga relative ekonomis untuk dikembangkan. Tanaman Eukaliptus merupakan tanaman introduksi yang berasal dari Australia, sehingga merupakan spesies yang relatif baru di lingkungan yang berbeda dari asalnya. Secara praktis, Eukaliptus mempunyai peluang besar dan berisiko untuk diinfeksi fungi patogen endemik serta berpeluang terjadinya epidemi penyakit tertentu. Studi terhadap fungi patogen yang menginfeksi daun telah dilakukan, khususnya pada pembibitan dan tanaman muda pada sejumlah klon Eukaliptus. Penelitian dilakukan di PT Toba Pulp Lestari Tbk, Sumatera Utara. Beberapa penyakit daun yang utama ditemukan antara lain adalah bercak daun (*leaf spot*) dan hawar daun (*leaf blight*). Patogen yang menginfeksi daun sejumlah klon Eukaliptus adalah *Cylindrocladium* sp., *Mychosphaerella* sp., *Phaeophleospora* sp., *Pestalotia* sp. dan *Cryptosporipsis* sp. Gejala yang timbul, intensitas dan luas serangan serta virulensi patogen menunjukkan perbedaan pada sejumlah klon yang dibudidayakan.

Keywords: *Eucalyptus* spp, fungi, patogen, bercak daun

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hutan tanaman pada saat ini masih fokus pada pengembangan jenis tanaman cepat tumbuh (*fast growing species*) dan berdaur hidup pendek sebagai tanaman pokoknya. Tanaman eukaliptus merupakan salah satu tanaman yang pertumbuhannya cepat (*fast growing species*) dan

salah satu jenis kayu untuk bahan baku *pulp* atau bubur kertas (Widarto, 1996).

Menurut Old, *et al.* (2003), tanaman ini mempunyai laju pertumbuhan yang cepat, bahkan di tapak yang kritis tanaman dapat tumbuh, dengan mudah berkembangbiak secara vegetatif dan kualitas produksi tanaman yang tinggi, kayunya mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai kayu gergajian, konstruksi, finir, *plywood*, *furniture*, dan bahan pembuatan *pulp* dan kertas, menyebabkan pembangunan penanaman tanaman eukaliptus tersebar luas secara besar-besaran di banyak negara khususnya di kawasan Asia Tenggara.

Eukaliptus merupakan tanaman yang relatif baru dikembangkan di Sumatera Utara, oleh karena itu studi terhadap penyebab gangguan pertumbuhannya, terutama serangan penyakit perlu dilakukan. Menurut Rahayu (1999) dan Nair *et al.* (2000) penyakit pohon *Eucalyptus urophylla* antara lain bercak daun (*leaf spot disease*), disebabkan oleh kelas *Deutromyces*, *Macrophoma* sp., *Curvularia* sp., *Pestalotia* sp, *Gleosporium* sp, *Helmintosporium* sp. Bercak daun umum terjadi pada persemaian atau tanaman di lapangan. Gejala serangan berupa nekrotik pada daun dengan bentuk bulat atau lonjong. Gejala serangan lebih lanjut adalah terbentuknya berupa hawar (*blight*) yang berkembang ke seluruh bagian daun yang dapat mengakibatkan daun menjadi rontok dan berwarna kuning sehingga pada akhirnya tanaman dapat menjadi kering dan mati.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada tanaman Eukaliptus (Nopanta, 2008) ditemukan fungi patogen yang menyerang bibit dan tanaman muda Eukaliptus, yaitu *Cylindrocladium reteaudii*, *Mycosphaerella* spp., *Cryptosporiopsis* spp. dan ada dua spesies dari *Phaeophleospora* spp. Berdasarkan pengamatan gejala penyakit tanaman pada pembibitan ditemukan tiga jenis gejala penyakit yaitu hawar daun I, hawar daun II dan bercak daun.

Tujuan Penelitian

Mengetahui penyakit (gejala dan jenis patogen) dan menghitung tingkat serta luasan serangan daun bibit tanaman Eukaliptus berumur lima bulan di kebun percobaan sektor Aek Nauli PT. Toba Pulp Lestari.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lokasi pembibitan ECT79 *stand* Aek Nauli PT. Toba Pulp Lestari, Tbk. Kec. Porsea, Toba Samosir dan di Laboratorium Bioteknologi Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian

Universitas Sumatera Utara. Penelitian dilakukan pada bulan November 2009 sampai Februari 2010.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit tanaman Eukaliptus PT. Toba Pulp Lestari, Tbk, alkohol 70% dan Kloroks 0,3%, metil *blue*, spritus, tisu, kapas, PDA (*Potatoe Dextrose Agar*) sebagai media tumbuh fungi.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaca pembesar, sarung tangan, kertas milimeter, mikroskop, kotak tray dan kawat persegi sebagai wadah isolasi fungi, cawan petri, labu erlenmeyer, pinset, spatula, jarum ose, timbangan analitik, oven, otoklaf, kaca objek, gelas penutup dan gelas ukur.

Metode Penelitian

Pengamatan Gejala Penyakit Daun. Pengamatan dilakukan terhadap gejala penyakit yang terdapat pada daun, karakteristik gejala dicatat pada lembaran kerja. Dari setiap gejala yang berbeda pada daun, bagian daun yang terkena penyakit dipisahkan, diberi label dengan kode abjad dan dimasukkan ke dalam amplop untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan isolasi dan identifikasi patogen. Seluruh amplop yang berisi daun berpenyakit dimasukkan ke dalam kantong plastik dan ditutup dengan rapi.



Gambar 1. Line plot sampling ECT79 stand Aek Nauli

Perhitungan Tingkat Serangan (%) dan Luas Serangan (%).
 Dilakukan pengamatan penyakit pada daun berdasarkan tingkat kerusakan, dan reaksi tanaman berdasarkan intensitas serangan yang diamati.

Intensitas serangan. Menurut Towsend dan Heiiberger (1943) dalam Sinaga (2003). Pengamatan intensitas serangan berdasarkan tingkat kerusakan yang ditentukan dengan rumus:

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Dengan Keterangan :

- I = Intensitas serangan
- n = Jumlah daun dari setiap kategori serangan
- v = Nilai skala dari tiap kategori serangan tertinggi (nilai skala terbesar 4)
- Z = Harga numerik dari kategori serangan tertinggi (nilai skala terbesar 4)
- N = Jumlah daun tanaman yang diamati

Tabel 1.
Penilaian Tingkat Serangan Penyakit Karat dan Reaksi Tanaman
Berdasarkan Intensitas Serangan

Intensitas Serangan(%)	Skor	Reaksi Tanaman
0	0	Imun
1-25	1	Resisten (R)
26- 50	2	Agak Resisten (AR)
51- 75	3	Agak Rentan (Ar)
76- 100	4	Rentan (r)

Sumber : Sembiring (1985) dalam Sinaga (2003).

Menurut Yang (1977) dalam Sinaga (2003) dan Semangun (2003), kedudukan kerapatan bercak karat pada daun yang diamati :

- C. Tidak ada bercak (0 bercak/ cm)
- D. Bercak sedikit (1- 8 bercak/ cm)
- E. Bercak sedang (9- 16 bercak/ cm)
- F. Bercak banyak (> 16 bercak/ cm)

Luas serangan. Menurut Towsend dan Heiiberger (1943) diacu Sinaga (2003), kedudukan luasan serangan penyakit ditentukan dengan rumus:

$$\frac{n}{N} = \quad \times 100 \% \quad \text{—————}$$

Dengan Keterangan :

A = Luasan serangan

n = Jumlah tanaman yang terserang spesies penyakit ke-i

N = Jumlah seluruh tanaman yang diamati

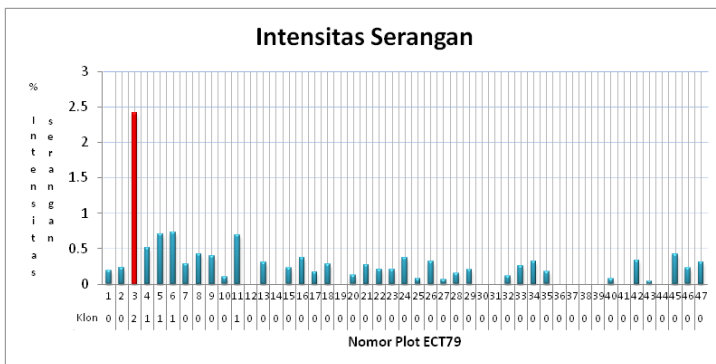
HASIL DAN PEMBAHASAN

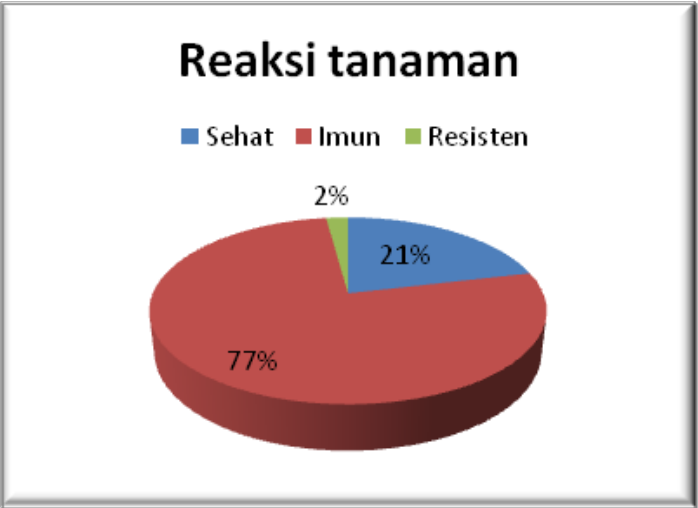
Hasil Penghitungan Tingkat Serangan dan Luas Serangan

Hasil penghitungan tingkat serangan (%) menunjukkan bahwa klon dengan reaksi tanaman sehat sebanyak 10 klon (tidak terdapat serangan penyakit pada daunnya). Klon dengan reaksi tanaman imun sebanyak 36 klon, dengan kisaran intensitas serangan dari 0% sampai dengan 0,729%. Klon dengan reaksi tanaman resisten hanya terdapat pada 1 klon dengan tingkat intensitas serangannya sebesar 2,417% (Gambar 1).

Klon Eukaliptus pada ECT79 stand Aek Nauli rata-rata mempunyai persen intensitas serangan dibawah 1%, bahkan 10 klon diantaranya dinyatakan sehat (tidak mempunyai gejala serangan penyakit pada daunnya). Tiap-tiap klon yang dikembangkan di ECT79 ini mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap penyakit daun (Gambar 2).

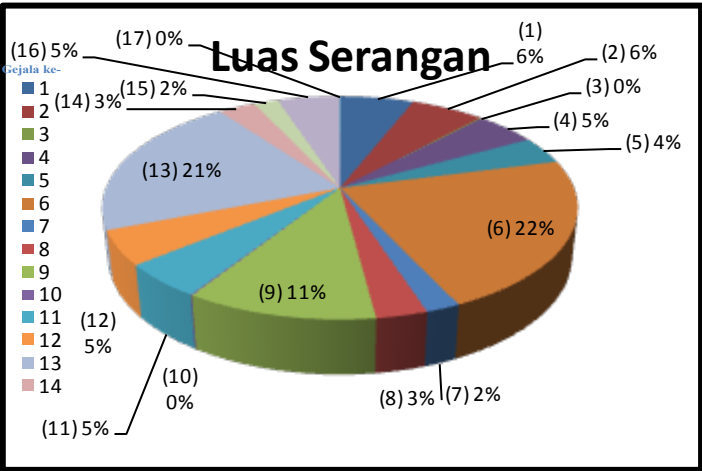
Hasil pengamatan visual terdapat beberapa gejala penyakit yang berbeda, terdapat 17 gejala serangan berbeda dengan bentuk, warna serta sebaran pada permukaan daun yang secara visual bisa dibedakan. Dari perhitungan luas serangan yang dilakukan diperoleh luas serangan paling tinggi adalah sebesar 0,156% dengan gejala No. 6 (daun dipenuhi dengan bercak berwarna ungu tua) yang menyerang 22 klon eukaliptus (Gambar 3). Gejala serangan terbesar kedua adalah gejala No.13 dengan luas serangan 21%, gejala serangan penyakit daun bintik-bintik berwarna ungu tua.





Gambar 2.
Hasil persentase grafik reaksi tanaman eukaliptus pada *line plot* ECT79
Stand Aek Nauli

- = Sehat
■ = Imun
■ = Resisten



Gambar 3. Persentase luas serangan pada klon-klon eukaliptus di *line plot* ECT79 Sektor Aek Nauli

Tabel 1. Data Luas Serangan Pada ECT79 Stand Aek Nauli

Gejala No-	Symptoms (gejala serangan)	Patogen	Luas Serangan (%)
1	Bercak kecil berwarna merah	<i>Cryptosporiopsis</i> spp.	0,042
2	Bercak berwarna merah kecoklatan	<i>Phaeophleospora</i> spp.	0,042
3	Hawar daun pada pinggiran daun berwarna merah hati	<i>Cryptosporiopsis</i> spp.	0,0007
4	Bercak berwarna oranye kecoklatan	<i>Phaeophleospora</i> spp.	0,035
5	Bintik-bintik berwarna krem, bentuk daun menciut (abnormal)	<i>Cladosporium</i> spp.	0,028
6	Bercak berwarna ungu tua	<i>Cryptosporiopsis</i> spp.	0,156
7	Bercak yang relatif besar berwarna merah bagian inti kuning		0,014
8	Bercak ungu kekuningan	<i>Teratosphaeria</i> sp	0,021
9	Bercak berwarna coklat muda kemerahgelapan	<i>Cryptosporiopsis</i> spp.	0,078
10	Bintik berwarna hitam kekuningmudaan	<i>Cryptosporiopsis</i> spp.	0,0007
11	Bintik berwarna coklat kekuningan	<i>Cryptosporiopsis</i> spp.	0,035
12	Daun berwarna kuning seperti nekrosis	<i>Phaeophleospora</i> spp	0,035
13	Bintik berwarna merah ungu	<i>Cylindrocladium</i> sp.	0,148
14	Bintik berwarna merah keunguan	<i>Cylindrocladium</i> sp.	0,021
15	Daun gosong dengan bintik berwarna merah kecoklatan	<i>Phaeophleospora</i> spp.	0,014
16	Bintik berwarna coklat kekuningan	<i>Cylindrocladium</i> sp.	0,035
17	Bintik berwarna kuning muda kemerah-tuaan pada pinggiran daun	<i>Cylindrocladium</i> sp.	0,0007

Beberapa contoh gejala:



A

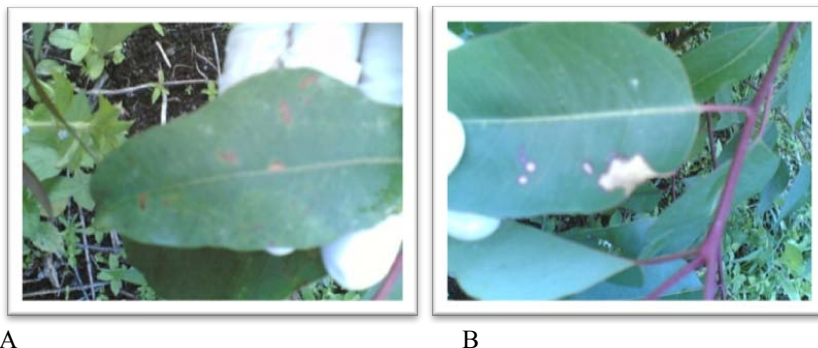


B

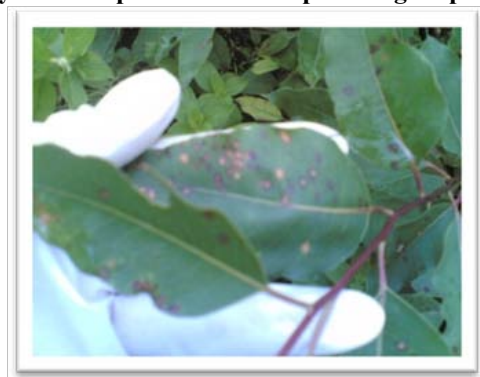
Gambar 4.
Gejala serangan penyakit paling banyak ditemukan berupa bercak ungu tua. Daun muda (A) daun tua (B)



Gambar 5.
Gejala serangan penyakit terbanyak kedua berupa bintik berwarna ungu tua. Pada daun tua (A) daun muda (B)



Gambar 6.
(A) Gejala serangan berupa bercak oranye kecoklatan. (B) Gejala serangan penyakit berupa hawar daun pada bagian pinggir



Gambar 7.
Bercak yang relatif besar merah bagian inti kuning

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengamatan gejala penyakit daun pada klon eukaliptus pada ECT79 *stand* Aek Nauli terdapat 17 jenis gejala penyakit daun yang berbeda. Intensitas serangan penyakit menunjukkan 10 klon eukaliptus sehat, 1 klon resisten, 36 klon imun. Reaksi tanaman sehat 2%, imun 77% dan resisten 21%. Luas serangan penyakit paling besar berupa gejala serangan bercak berwarna ungu tua sebesar 22%. Fungi patogen yang menyerang klon tanaman eukaliptus pada ECT79 *stand* Aek Nauli yang telah diamati ciri makroskopik dan mikroskopiknya diperoleh adalah *Cryptosporiopsis* spp., *Cladosporium* spp., *Teratosphaeria* spp. *Cylindrocladium* spp., dan *Phaeophleospora* spp.

Saran

- 1) Untuk memperoleh hasil pengamatan dan penelitian yang lebih signifikan perlu dilanjutkan sesuai dengan kaidah postulat koch, fungi yang telah diperoleh diujicobakan kepada tanaman sehat klon eukaliptus yang sama untuk mengetahui apakah menghasilkan gejala dan patogen yang sama.
- 2) Penelitian dilanjutkan dengan melakukan pengujian virulensi untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dari virus yang menyerang klon eukaliptus.

DAFTAR PUSTAKA

- Nair, K. S. S. 2000. *Insects Pest and Diseases in Indonesian Forest an Assessment of the Major Threats, Research Efforte and Literature*. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor.
- Nopanta, R. S. 2008. Inventarisasi Fungi Patogen pada Daun Bibit Tanaman *Eucalyptus* spp. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. Tidak dipublikasikan.
- Old, M.K., Wingfield, J.M and Z.Q. Yuan, 2003. *A Manual of Diseases of Eucalypts in South-East Asia*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor.
- Rahayu, S. 1999. *Penyakit Tanaman Hutan di Indonesia: Gejala, Penyebab dan Teknik Pengendaliannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2003. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sinaga, S. N. 2003. *Ilmu Penyakit Hutan*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

“Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*”

- Widarto, L. 1996. *Perbanyak Tanaman dengan Biji, Stek, Cangkok, Sambung, Okulasi dan Kultur Jaringan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Widyastuti, S.M, Sumardi, Harjono. 2005. *Patologi Hutan*. Gadjah Mada University- Press. Yogyakarta.

ACTIVITY PATTERNS PEROXIDASE CALLUS *SOLANUM BETACEUM* CAV. INCUCED COLCHICINE

Elimasni, Kiki Nurtjahja, dan Widia Sari Akriyani

Departemen Biologi FMIPA-USU, Medan
Jl. Bioteknologi No. 1, Kampus USU, Medan 20155
Email : elidjamaan@gmail.com

Abstract

Research on "Induction of Mutation Effects on Change of peroxidase activity from Callus *Solanum betaceum* Cav. Berastagi North Sumatra, have been implemented in the Laboratory of Plant Physiology and Tissue Culture Faculty of Science University of North Sumatra, from January to November 2010. From the results, *Solanum betaceum* Cav seeds induced by colchicine with different soaking time can be produced embryogenic callus, with the type of compact and friabel. Colchicine concentration that will be induced is 0.00, 0.01, 0.1 and 1.0% by soaking 5, 15 and 30 minutes. Evaluation carried out on an enzyme involved in many pathways in metabolic reactions such as peroxidase. Observations on the phenology of callus was also carried out such type of callus, callus color and fresh weight of callus. The results showed that the seeds of *Solanum betaceum* Cav colchicine induced with different soaking time to produce embryogenic callus. Increasing concentrations of Colchicine caused a decrease in fresh weight of callus, while the protein content, peroxidase activity and specific activity is also changing according to the treatment given it relates to the synthesis and degradation of the enzyme peroxidase. The best treatment of wet weight of callus which is the treatment of C3T3 (Colchicine 0.1% concentration with soaking time of 30 minutes) as well as to the value of peroxidase activity.

Keywords: *Solanum betaceum* Cav., callus, colchicine, peroxidase

PENDAHULUAN

Perbaikan sifat genetik dan keragaman pada tanaman dapat dilakukan secara konvensional maupun non-konvensional. Salah satu cara non-konvensional yang dilakukan untuk memperbaiki sifat adalah dengan cara mutasi induksi dengan berbagai mutagen (Soedjono, 2003) Sejauh ini upaya mutasi induksi telah dilakukan oleh banyak Negara dimana China dan India merupakan negara-negara yang paling banyak menghasilkan tanaman mutan, yaitu 26,80% dan 11,50% masing-masingnya (Maluszynski *et al* , 2000 dalam Soedjono, 2003). Indonesia sendiri masih sangat jauh tertinggal dimana sampai tahun 2003,

Indonesia baru melepaskan 6 mutan padi, 3 mutan kedelai, 1 mutan kacang hijau dan 1 mutan tembakau (Soedjono, 2003).

Dalam upaya untuk mendapatkan tujuan di atas, akan dilakukan penelitian peningkatan tentang efek mutasi induksi terhadap perubahan aktivitas enzim peroksidase dari kalus Terung Belanda (*Solanum betaceum* Cav.) Berastagi Sumatera Utara. Mutasi induksi dengan memberikan senyawa kimia seperti kolkhisin sebagai pengganda kromosom tanaman atau menghasilkan tanaman poliploid.

Tanaman poliploid mempunyai keunggulan yaitu sel-selnya menjadi lebih besar sehingga tanaman menjadi lebih besar. Selain itu dapat menyebabkan pertumbuhan tidak terbatas (*indeterminate*), sehingga tanaman dapat berbuah beberapa kali dalam setahun. Hal ini tentunya menguntungkan karena memberikan nilai produktifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak mengalami poliploid (Stebbin, 19984; Segraves *et al*, 1999). Manipulasi ploidi merupakan suatu cara yang banyak digunakan untuk peningkatan produktivitas pada banyak tanaman seperti *Solanum* (Chauvin *et al.*, 2000; *Citrus* (Wu dan Money, 2002); *Scutelia baicalansis* (Gao *et al*, 2002) *Alocasia* (Thao *et al*, 2003), *Allium cepa* (Jakse *et al.*, 2003) dan *Azalea* (De Schepper *et al*, 2004) dalam Madon *et al*, 2006.

Pertumbuhan tanaman merupakan aktivitas dari berbagai enzim yang terlibat dalam metabolisme tumbuhan. Peroksidase merupakan anggota enzim reduktase yang berperan dalam pertumbuhan, diferensiasi dan pertahanan tanaman (Gaspar *et al.*, 1990). Aktivitas isozim peroksidase mudah dideteksi karena aktivitasnya yang luar biasa pada jaringan tumbuhan (Touti, 1988). Peroksidase mengkatalisis H_2O_2 menjadi H_2 dan O_2

Induksi mutagenesis dapat dilakukan secara *in vivo* dan *in vitro*, yang sering dilakukan adalah secara *in vitro* dengan memakai kalus, kalus merupakan massa sel yang meristematis dan belum terdiferensiasi. Widiyanto (1992) dan Elimasni *et al.* (2009) menyatakan bahwa manipulasi lebih baik dilakukan pada tingkat sel dari pada tanaman utuh, karena sel kalus terdiri dari jaringan parenkim yang mudah mengalami diferensiasi. Jika terbentuk mutasi pada sel kalus bisa diinterpretasikan tanaman yang dihasilkan juga mengalami mutasi. Dari penelitian diharapkan akan didapatkan pola perubahan aktivitas enzim peroksidase yang disebabkan oleh kolkhisin. Pola yang didapat akan mencerminkan tingkat pertumbuhan terung belanda.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai dengan November 2010. Sampel buah terung belanda diambil dari Desa Gongsol Berastagi Kabupaten Karo. Aplikasi kolkhisin dan induksi kalus

dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Kultur Jaringan BBI-Departemen Pertanian, Gedung Johor, Medan.

Metodologi Penelitian

Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan tiga faktor sbb:

Faktor I : Konsentrasi kolkhisin

K1 : 0,00 %

K2 : 0,01 %

K3 : 0,1 %

K4 : 1.0 %

Faktor II : Lama Perendaman

T1 : 5 menit

T2 : 15 menit

T3 : 30 menit

Kombinasi perlakuan adalah $4 \times 3 = 12$, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali, total keseluruhan percobaan adalah 60 botol.

Cara Kerja

Rincian kerja detail adalah sebagai berikut:

Pengambilan Sampel. Buah Terung Belanda sebagai sumber eksplan diambil dari Berastagi Kabupaten Karo Sumatera Utara. Buah yang diambil buah muda. Sampai di laboratorium buah di potong dan biji-biji dikeluarkan dan disortir. Biji dibersihkan dengan mencuci di bawah air mengalir dan merendamnya selama 15 menit dalam larutan deterjen kemudian dibilas dengan akuades (Mathius dan Nurhaimi, 1995).

Induksi Kolkhisin. Kolkhisin akan diberikan melalui biji. Larutan kolkhisin yang diberikan dengan konsentrasi 0,00; 0,01; 0,1 dan 1.0 %, dengan lama perendaman adalah 5, 15 dan 30 menit. Pada biji diberikan larutan stok kolkhisin dan EMS yang diencerkan dengan akuades steril (Hamilton, 1995 dan Griffith, 2000).

Induksi Kalus Terung Belanda. Laminar air flow dihidupkan dan dibersihkan dengan alkohol 70% dibiarkan selama 15 menit. Alat-alat yang dipakai direndam dalam alkohol 96%. Dengan bantuan pinset steril, aluminium foil dari botol kultur dibuka dan eksplannya diinokulasikan dengan posisi sebagian eksplan terbenam ke dalam media, kemudian botol ditutup kembali. Sebagai bahan eksplan adalah biji yang sudah diaplikasikan dengan kolkhisin. Media untuk induksi kalus adalah media

MS (Murashige & Skoog) yang dilengkapi dengan 1,0 mg/l 2,4-D dan 0,5 mg/l BAP. Botol berisi eksplan ini ditempatkan pada rak kultur untuk penyimpanan dengan suhu ruang dijaga sekitar 25-27°C dengan periodesitas cahaya 16 jam terang 8 jam gelap dengan intensitas penyorotan 1000 lux. Ruang kultur disemprot dengan alkohol 70% setiap harinya untuk mencegah kontaminasi.

Pengamatan

Inisiasi kalus. Pengamatan inisiasi kalus dimati pada saat pembentukan kalus dimulai.

Berat Basah Kalus. Berat basah kalus diamati secara kuantitatif dan kualitatif terhadap warna, tipe dan tekstur. Untuk pengamatan secara kuantitatif dilakukan terhadap berat basah kalus yang diamati setiap seminggu sekali sampai berakhirnya penelitian.

Determinasi Protein. Penentuan kadar protein total menggunakan reagen pewarna dari Bio-Rad (Richmond California, USA). Reagen pewarna mengandung *Coomassie Brilliant Blue G-250* yang akan berubah warna dari jingga kecoklatan menjadi biru tua jika bereaksi dengan protein. Prosedur kerja dilakukan mengikuti metoda Bradford (1976) serta Sedmak dan Grossberg (1977). Kadar protein diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 595 nm, sebagai protein standar digunakan *Bovine Serum Albumin*.

Penentuan Aktivitas Enzim. Penentuan aktivitas enzim peroksidase dilakukan dengan menggunakan metode Kar dan Mishra (1976). Prosedur ini berdasarkan kenyataan bahwa peroksidase dapat mengoksidasi pirogalol. Proses oksidasi dari peroksidase dalam mengkatalisis reaksi dalam menggunakan H₂O₂ (Kar dan Mishra, 1976; Maehly dan Chance, 1954).

Pengujian Enzim Peroksidase (PO). Pengujian aktivitas enzim ini dengan menggunakan 30µl protein kalus(crude ekstrak) dan ditambahkan 5 ml larutan pereaksi yang terdiri dari 10mM pyrogallol dicampur 0,1 m buffer fosfat pada pH 6,8 dan suhu 25 °C, lalu ditambahkan 10 mM H₂O₂ sebanyak 0,1 ml, didiamkan selama 5 menit, kemudian ditambahkan 0,5 ml H₂SO₄ 5% (v/v) untuk menghentikan reaksi. Pengukuran kadar purpurogallin dilakukan dengan pengukuran nilai absorbansi yang menggunakan metoda Bausch & Lomb Spektronic 70 kolorimeter dengan panjang gelombang 420 nm. Campuran reaksi antara buffer fosfat dengan pyrogallol digunakan sebagai larutan blanko.

Analisis Data

Data penelitian menggunakan metode RAL yang dianalisis dengan analisis Of Variance (ANOVA). Sedangkan untuk menguji beda antara perlakuan, dilakukan dengan Uji Jarak Duncan (UJD) atau sering disebut Duncan New Multiple Range Test (DMRT) (Sastrosupandi, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan Kalus

Kalus terbentuk dari kultur biji terung belanda yang ditanam dalam media Murashige & Skoog yang dilengkapi dengan zat pengatur tumbuh (0,5 mg/l BAP dan 1,0 mg/l 2,4 D). Pertumbuhan kalus berasal dari luka yang dibuat sewaktu menanam biji dalam Laminar, kadang kalus dapat juga tumbuh dari pangkal biji yang berdekatan dengan embrio.

Tidak semua kultur mampu menghasilkan kalus, ada juga yang membentuk tunas, akar maupun planlet. Perbedaan pertumbuhan ini dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain adalah : kadar hormon endogen yang ada dalam eksplan tidak diketahui, genetik tanaman induk sebagai sumber dalam pengambilan eksplan, ketelitian dan keakuratan dalam pelaksanaan (human error). Persentase kultur yang mampu membentuk kalus ditampilkan pada Tabel 3.1.1

Tabel 3.1.1:
Persentase kalus yang tumbuh setelah diinduksi dengan kolkhisin dan lama perendaman yang berbeda

Perlakuan Konsentrasi	Lama Perendaman			Rataan
	T1	T2	T3	
C1	83,33	100	83,33	88,87
C2	83,33	66,67	100	83,33
C3	100	83,33	100	94,44
C4	100	83,33	100	94,44
Rataan	91,67	83,33	95,83	

Keterangan: C1=kolkhsin 0,0 % T1= perendaman 5 menit
 C2= kolkhisin 0,01% T2= perendaman 15 menit
 C3= kolkhisin 0,1% T3= perendaman 30 menit
 C4= kolkhisin 1,0%

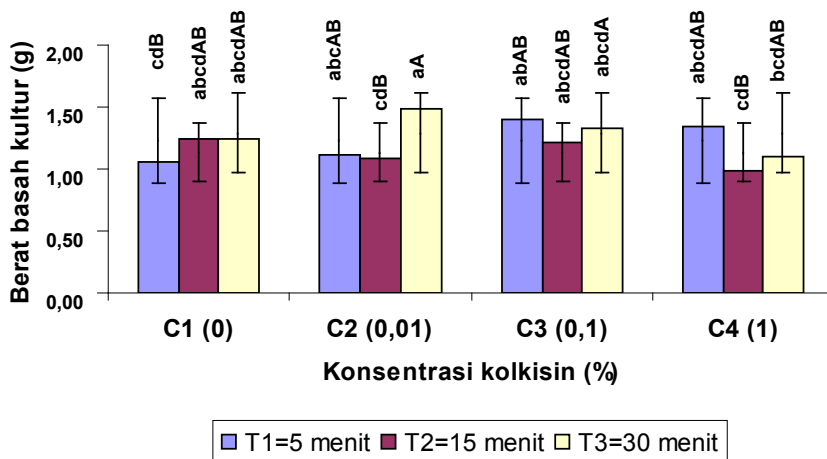
Dari Tabel 3.1.1 terlihat bahwa kultur yang 100% membentuk kalus adalah perlakuan C1T2, C2T3, C3T1, C3T3, C4T1 dan C4T3. Walaupun secara statistik tidak berbeda nyata terlihat ada kecenderungan bahwa yang paling berpengaruh dalam pembentukan kalus adalah perendaman 30 menit. Berarti waktu perendaman 30 menit dalam kolkhisin efektif untuk menumbuhkan kalus terung belanda. Perlakuan lain yang sebagian menghasilkan tunas, planlet dan akar. Karena dalam

penelitian ini mengharapkan tumbuhnya kalus maka yang diamati dan dilanjutkan adalah kalus.

Kalus yang tumbuh adalah kalus embriogenik dengan tipe friable. Kalus dengan tipe friabel sangat bagus digunakan untuk proses embriogenesis somatik, disebabkan kalus tipe ini mempunyai porositas tinggi dan ikatan sel dengan sel tidak terlalu padu. Selain itu kalus tipe friabel ini sangat dibutuhkan dalam melakukan kultur sel.

Berat Basah Kalus

Pengamatan terhadap berat basah kalus diutamakan untuk melihat kecepatan tumbuh dari masing-masing kalus disetiap perlakuan. Walaupun kalus dengan tipe yang sama tapi tetap mempunyai perbedaan kecepatan tumbuh. Pengamatan terhadap berat basah kalus ditampilkan pada Gambar 3.2.1



Gambar 3.2.1: Hubungan antara berat basah kalus dengan perlakuan kolkisin dan lama perendaman

Dari Gambar 3.2.1 terlihat bahwa berat basah kalus berfluktuasi untuk semua perlakuan, hasil pengujian statistik dari analisis sidik ragam menunjukkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan. Berat basah yang paling tinggi ditemukan pada perlakuan C2T3 yaitu 1,49 g.

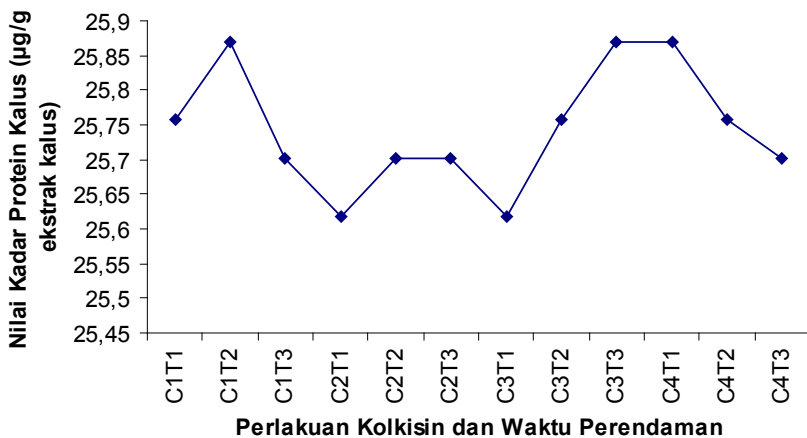
Setelah kalus tumbuh selama 3 minggu mulai terjadi perubahan, yang semula warna putih kekuningan lama-lama berubah menjadi putih kecoklatan atau putih kehijauan. Perubahan warna kalus ini disebabkan oleh usia atau tingkat kematangan kalus selama kultur. Biasanya untuk kalus yang pertumbuhannya relatif cepat menyebabkan nutrisi juga akan cepat habis, hal demikian bisa diantisipasi dengan melakukan subkultur

ke medium baru. Sub kultur yang dilakukan tergantung pada siklus hidup dari kalus, semakin pendek siklus hidupnya maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk subkultur, sebaliknya bila siklus hidup kalus tersebut panjang maka waktu subkultur juga semakin panjang. Untuk sub kultur terung belanda paling bagus dilakukan adalah sekali 3 minggu, karena pada saat itu kalus terung belanda masih berada dalam fase eksponensial akhir yang akan memasuki fase stasioner. Pertumbuhan kalus pada saat itu masih bagus, tapi kalau sudah memasuki fase stasioner, kalus membutuhkan waktu adaptasi yang agak lama pada medium baru walaupun masih bisa tumbuh dan berkembang.

Munculnya warna coklat pada kalus, disebabkan oleh beberapa hal antara lain adalah kalus yang sudah tua sehingga metabolismenya sudah menurun, kemudian juga oksidasi dari senyawa fenolik menjadi quinon. Kalus yang berwarna coklat biasa dikenal dengan istilah browning.

3.3. Determinasi Protein Kalus

Penentuan kadar protein kalus ditujukan untuk mengevaluasi metabolisme kalus, dan hasil determinasi protein kalus ditampilkan pada Gambar 3.3.1



Gambar 3.3.1: Perlakuan Konsentrasi Kolkisin dan Waktu Perendaman Terhadap Kadar Protein Kalus

Dari Tabel 3.3.1 dapat dilihat bahwa kadar protein kalus secara umum juga berfluktuasi, kadar protein tertinggi ditemukan pada perlakuan C1T2, C3T3 dan C4T1 sebesar 25,870 µg/g ekstrak kalus, sedangkan kadar protein kalus terendah ditemukan pada perlakuan C₂T₁ dan C₃T₁ sebesar 25,617 µg/g ekstrak kalus.

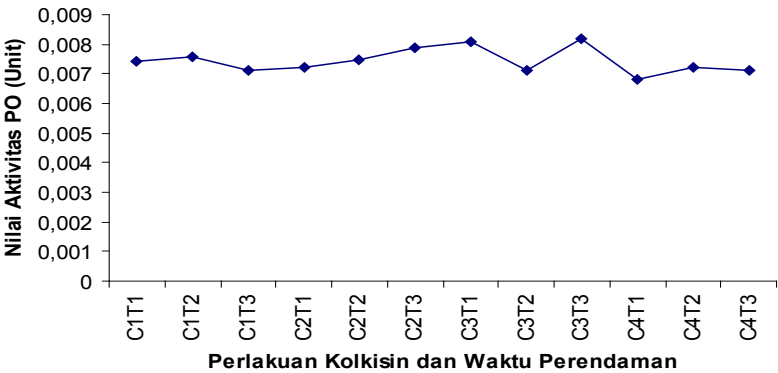
Aktivitas Enzim Peroksidase

Kolkisin merupakan senyawa mutagenik, bila diberikan pada tanaman akan menimbulkan efek fisiologi, morfologi, genetik maupun biokimia. Pemberian kolkhisin akan mempengaruhi proses biokimia dalam tanaman. Proses ini dapat dievaluasi dengan melihat enzim yang terkait di berbagai jalur reaksi antara lain adalah enzim peroksidase. Hasil pengujian aktivitas enzim peroksidase pada kultur terung belanda ditampilkan pada Tabel 3.4.1. dan Gambar 3.4.1

Tabel 3.4.1:
Nilai Pengukuran Aktivitas Enzim Peroksidase dan Aktivitas Spesifik Enzim Peroksidase

Perlakuan	Aktivitas Enzim PO (Unit)	Aktivitas Spesifik Enzim PO (Unit/ μ g protein)
C1T1	0,0074	$2,872 \times 10^{-4}$
C1T2	0,0076	$2,938 \times 10^{-4}$
C1T3	0,0071	$2,762 \times 10^{-4}$
C2T1	0,0072	$2,810 \times 10^{-4}$
C2T2	0,0075	$2,918 \times 10^{-4}$
C2T3	0,0079	$3,074 \times 10^{-4}$
C3T1	0,0081	$3,162 \times 10^{-4}$
C3T2	0,0071	$2,756 \times 10^{-4}$
C3T3	0,0082	$3,170 \times 10^{-4}$
C4T1	0,0068	$2,629 \times 10^{-4}$
C4T2	0,0072	$2,795 \times 10^{-4}$
C4T3	0,0071	$2,762 \times 10^{-4}$

Sedangkan pola perubahan aktivitas peroksidase selama kultur ditampilkan pada Gambar 3.4.1.



Gambar 3.4.1: Perlakuan Konsentrasi Kolkisin dan Waktu Perendaman terhadap Nilai Aktivitas Peroksidase

Pada Gambar 3.4.1 dapat dilihat bahwa aktivitas enzim peroksidase dan aktivitas spesifik yang tertinggi adalah pada perlakuan C₃T₃ dengan nilai 0,0082 Unit dan $3,170 \times 10^{-4}$ Unit/ug protein.

Tanaman yang diperlakukan dengan kolkisin akan mengalami gangguan metabolismenya, proses metabolisme ini berjalan dengan adanya reaksi enzimatik dimana pada penelitian ini kolkisin yang digunakan akan mempengaruhi kromosom sehingga akan mengganggu sintesis dari protein dan akan mempengaruhi juga ekspresi gen yang akan mengkode protein enzim tersebut. Hasil pengukuran menunjukkan hasil yang variatif terhadap konsentrasi yang berbeda-beda.

Pola perubahan yang terlihat dari Gambar 3.4.1 merupakan perilaku peroksidase dalam kultur, setiap pertumbuhan yang terjadi pada tanaman merupakan pertambahan sel baru dan melibatkan berbagai mekanisme enzimatik salah satunya peroksidase. Peroksidase selain berperan dalam proteksi tanaman juga merupakan enzim yang aktif dalam setiap pertumbuhan karena berkaitan dengan sintesis dinding sel. Biasanya setiap terjadi pertumbuhan maka aktivitas peroksidase juga akan meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain adalah :

1. Biji terung belanda yang diinduksi kolkisin dengan waktu perendaman yang berbeda dapat menghasilkan kalus embriogenik
2. Peningkatan konsentrasi kolkisin menyebabkan penurunan berat basah kalus .
3. Kadar protein, aktivitas enzim peroksidase dan aktivitas spesifiknya juga berubah-ubah sesuai dengan perlakuan yang diberikan hal ini berkaitan dengan sintesis dan degradasi enzim peroksidase tersebut.
4. Perlakuan terbaik dari berat basah kalus yaitu pada perlakuan kombinasi C₃T₃ (konsentrasi kolkisin 0,1% dengan waktu perendaman 30 menit) begitu juga untuk nilai aktivitas enzim peroksidase.

Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui aktivitas enzim peroksidase dan polifenol oksidase pada tanaman yang sakit, untuk dibandingkan dengan aktivitas enzim pada tanaman yang sehat.

- b. Perlu dilakukan uji korelasi terhadap nilai aktivitas enzim peroksidase dan polifenol oksidase.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terlaksananya penelitian ini saya mengucapkan terima kasih kepada Rektor USU yang telah memberikan bantuan dana berbentuk DMR-LP Universitas Sumatera Utara. Kemudian juga saya sampaikan terima kasih kepada Plt. Ketua Lembaga Penelitian USU yang telah mengikutkan saya dalam memperoleh kesempatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alemanno, L., T.Ramos., A.Gargadenec., C.Andary, and N.Ferriere. 2003. Localization and identification of phenolic compound in *Theobroma cacao* L. somatic embryogenesis. **Annals of Botany. 92: 613-623.**
- Arus, P dan Moreno- Gonzales. 1993. **marker- assisted Selection.** Hayward MD Basemark NO, Romagosa I. Plant Breeding: Principles and Prospect. London. Chapman and Hall, pp 316 - 331.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem. 72: 248-254.**
- Davies, B.J. 1964. Disc electrophoresis II. Methode and application to human serum protein. **Ann. N. Y. Acad. Sci. 121: 404-427.**
- Delporte, F., O.Mostade.and, J.M.Jacquemin. 2001. Plant regeneration through callus initiation from thin mature embryo fragments of wheat. **Plant Cell, Tissue and Organ Cult. 67: 73-80**
- Departemen Pertanian. 2003. Data Agribisnis Wilayah Sumatera Utara. <http://www.agribisnis.deptan.go.id>
- George, E.F dan F.D, Sherrington. 1984. **Plant Propagation by Tissue Culture.** Eastern Press Hands. England.
- Griffith, A.J. 2000. **An Introduction to Genetic Analysis**, 7th ed. W.H. Freeman. New York.
- Gunawan, I.W. 1995. **Tehnik in vitro dalam Hortikultura.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hammerchlag, F.,S. Graces., M. Koch-Dean., S. Ray., J. Maas and Smith. 2006. **In vitro response of Strawberry Cultivars and Somaclones to Colletotrichum acutatum.** <http://www.highwire.stanford.edu>

- Hamilton, B. 1995. **Polyploidi**. <http://www.members.cox.net>.
- Hartmann, H.T dan D.E. Kester. 1983. **Plant Propagation**. Prentice Hall. New Jersey.
- Hendaryono, D.P.S dan Wijayanti. 1994. **Teknik Kultur Jaringan**. Kanisius. Jogjakarta.
- Husni, A. 2005. Regenerasi Protoplas Tanaman Terung dan Ketahanan Regeneran Terhadap Penyakit Bakteri Layu. **Berita Biologi**. **7(6):285-293**.
- Ishak, 1987. Tehnik Kultur Jaringan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Jauhariana, A.Y., 1995. Pengaruh Pemberian Kolkhisin terhadap Perubahan Jumlah Kromosom, Struktur Kromosom pada *Stevia rheubaudina*. Skripsi Fakultas Biologi UGM
- Kar, M and D. Mishra. 1976. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiol**. **57 : 315-319**.
- Katuuk, J.R.P. 1989. **Teknik Kultur Jaringan Dalam Mikropropagasi Tanaman**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. DIKTI. Proyek Pengembangan Lembaga Kependidikan. Tenaga Kependidikan. Jakarta.
- Kusumawati, D. 2004. Studi Keanekaragaman Genetik pada Kultivar Tomat (*Lycopersicon lycopersicum* L.) dengan Menggunakan Metode Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). **Thesis Departemen Biologi ITB**. File://F:\RAPD1.htm
- Kwong, R.M., A.Q.Bui. and H.Lee. 2003. *LEAFY COTYLEDON1-LIKE* defines a class of regulators essential for embryo development. **The Plant Cell**. **15: 5-18**.
- Laurssen, H., V.Kirik., P.Herrmann, and P.Misera. 1998. FUSCA3 encodes a protein with a conserved VP1/AB13-like B3 domain which is of functional importance for the regulation of seed maturation in *Arabidopsis thaliana*. **The Plant Journal**. **15: 755-764**.
- Lengkobit, M.P and N.V. Khadeeva. 2004. Variation and morphogenetic characteristics of different *Stachys* species during microclonal propagation. **Genetic**. **40 (7): 916-924**
- MacKenzie, J.L., F.E. Saade., Q.H. Le., T.E. Bureau and D.J. Schoen. 2005. Genomic Mutation in Lines *Arabidopsis thaliana* Exposed to Ultraviolet-B Radiation. **Genetics**. **171: 715-723**.

- Madon, M., M.M. Clyde., Hashim, H., Mohd.Yusuf. Y., Mat. H and Saratha. S. 2005. Polyploidy induction of oil palm through colchicines and oryzalin treatments. ***Journal of Oil Palm Research. 17: 110-123.***
- Maehly, A.C and B. Chance. 1954. **The assay of catalases and peroxidase. In: Methods of Biochemical Analysis.** Ed. David, G. Interscience Publishers, Inc. New York. NY. Pp. 357-445.
- Mantiri, F.R., S.Kurdyukov., D.P.Lohar., N.Sharopova., N.A.Saeed., X.D.Wang., K.A.VandenBosch, and R.J.Rose. 2008. The transcription factor *MtSERF1* of the ERF subfamily identified by transcriptional profiling is required for somatic embryogenesis induced by auxin plus cytokinin in *Medicago truncatula*. ***Plant Physiology. 146: 1622-1636.***
- Marcel, A.K., Jansen., R.E. Van Den Noort., M.Y.A. Tan., E.Prinsen., L.M. Lagrimini and R.N.F. Thorneley. 2001. Phenol-Oxidizing Peroxidases Contribute to the Protection of Plants from Ultraviolet Radiation Stress. ***Plant Physiol. 126:1012-1023.***
- Mariska, I dan E.G.Lestari. 2003. Pemanfaatan Kultur In vitro untuk Meningkatkan Keragaman Genetik Tanaman Nilam. ***Jurnal Litbang Pertanian. 22(2): 64-69.***
- Mathius, N.T dan Nurhaimi. 1995. Teknologi in vitro untuk Pengadaan Benih Tanaman Perkebunan. ***Warta Puslit Bioteknologi. 1(1):2.***
- Nio, K.T.1989. Genetika Dasar. Jurusan Biologi FMIPA ITB. Bandung.
- Nuroniah, H.S., 2004. Studi Keragaan Genetik Pada TPS (True Popato Seed) tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*.L) Dengan Metoda RAPD(Random Amplified Polymorphic DNA). Thesis Departemen Biologi ITB. File://C::\DOCUME - 1\PLANT\LOCALS-1\TEMP\11805Q78.
- O'Brien, T.P dan Horner, H.T. 1981. **The Study of Plant Structure Principles and Selected Method.** Termacarphy PTY. Ltd. Melbourne. Australia.
- Obute, G.C., B.C. Ndukwu and B.E. Okoli. 2006. Cytogenetic studies on some Nigerian spesies of Solanum L. (Solanaceae). ***African Journal of Biotechnology. 5(13): 1196-1199.***
- Prahardini, P.E.R., T.Sudaryono dan S.Purnomo. 1993. Komposisi Media dan Eksplan Untuk Inisiasi dan Proliferasi Salak Secara *in vitro*. ***Penel. Hort. Vol 3. No.2.***
- RnList. 2005. *Colchicine*. [http://www. RnList.cox](http://www.RnList.cox).

- Robert, A.G. and K.J.Opaka. 2003. Plasmodesmata and the control of symplastic transport. **Plant, Cell and Enviromental**. **26**: 103-124.
- Roux, F., C. Camilleri., S. Giancola., D. Brunnel and X. Reboud. 2005. Epistatic Interactions Among Herbicide Resistances in *Arabidopsis thaliana*: The Fitness Cost of Multiresistance. **Genetics**. **171**: 1277-1288.
- _____, F., J. Gascuez and X. Reboud. 2004. The Dominance of the Herbicide Resistance Cost in Several *Arabidopsis thaliana* Mutant Lines. *Genetics*. 166: 449-460.
- Ruhland, W. 2004. The inductin in Phlox by Colchicine. **J. of Plant research** **113** : 219 – 225.
- Sambrook, J., E.F.Fritzh dan T. Maniatis. 1989. **Molecular Cloning. A Laboratory Manual**. New York. Cold Spring Harbour Laboratory.
- Sass. J.E., 1978. **Botanical Microtehbiques**. 3rd Ed. Iowa State Colleage Press. Iwa.
- Sastrapradja, S., M.Soetisna., G.Panggabean., G. Morgea., J.P Suhardjo. A.T Sunarto. 1977. **Buah – buahan** . Proyek Sumber Daya Ekonomi. Lembaga Biologi Nasional. LIPI. Bogor.
- Seagraves, K.A., Thompson, J.N., Soltis.P.S and Soltis.P.E. 1999. Multiple Origins of Polyploidy and the Geographic Structure of *Heuchera grossulariifolia*. **Molecular Ecology** : 252-262.
- Sedmak.J.J and S.E.Grossberg. 1977. A Rapid Sensitive and Versatile Assay for Protein Using Coomassie Brilliant Blue G-250. **Anal. Biochem**. **79**: 544-552.
- Shaver, J.M., D.C. Bittel., J.M. Sellner., D.A. Frisch., D.A. Somers and B.E. Gengenbach. 1996. Single-amino acid substitutions eliminate lysine inihition of maize dihydrodipicolinate synthase. **Plant Biology**. **93**: 1962-1966.
- Singh, A.K., M. Singh., A.K. Singh., R. Singh., S. Kumar and G. Kalloo. 2006. Genetic diversity within the genus *Solanum* (Solanaceae) as revealed by RAPD markers. **Current Science**. **90(5)**: 711-716.
- Soedjono, S. 2003. Aplikasi Mutasi Induksi dan Variasi Somaklonal Dalam Pemuliaan Tanaman. **Jurnal Litbang Pertanian**. **22(2)**: 70-78.

- Suharsono dan Widyastuti, U. 2006. **Penuntun Praktikum pelatihan Teknik Dasar Pengklonan Gen**. Pusat Penelitian Sumberdaya hayati dan Bioteknologi. IPB.
- Stebbins. G.L. 1984. **Polyploidy**. <http://www.nap.edu/books/>
- Steel.G.D dan Torrie.J.H. 1991. **Prinsip dan Prosedur Statistik (Suatu Pendekatan Biometrik)**. Alih Bahasa : Sumantri, B. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Stone,S.L., S.A.Braybrook. and S.L.Paula. 2008. Arabidopsis *LEAFY COTYLEDON2* induces maturation trait and auxin activity: implications for somatic embryogenesis. **Proceeding of The National Academy of Science of The USA. 105: 3151-3156.**
- Suntoro.H.S.1983.**Metode Pewarnaan**. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta. Hlm 48, 74-75.
- Widiyanto, S.N.M. 1992. **Enzymatic changes in rice callus line tolerant to picolinic acid**. Dissertation. Colorado State University. USA.
- Wilkins, M.B. 1992. **Fisiologi Tanaman I**. Terjemahan oleh M.Mulyadi, Sutedjo dan A.G Kartasapoetra. Bumi Aksara Jakarta.
- Wikipedia. 2000. **Colchicine**. <http://www.cambridge.org>.
- _____. 2007. **Kolkisin**. <http://id.wikipedia.org/wiki/kolkisin>
- Winnata, L. 1984. **Kultur Jaringan dan Perkembangannya**. Buletin Agronomi XV(1&2).

TEKNIK *IN VITRO* UNTUK PERBANYAKAN TIGA JENIS JERUK LOKAL SUMATERA UTARA

Isnaini Nurwahyuni

Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Sumatera Utara,
Jl. Bioteknologi No.1 Padang Bulan,
Medan, Sumatera Utara, Indonesia. isnaininurwahyuni@yahoo.co.id

Abstrak

Penggunaan teknik *in vitro* untuk perbanyakkan tiga jenis jeruk lokal Sumatera Utara sangat penting dilakukan sebagai strategi mengatasi kepunahannya. Jeruk lokal Sumatera Utara seperti "Jeruk Brastepu" pada masa lalu sangat dibanggakan tetapi sekarang sudah tidak dibudidayakan karena sudah digantikan oleh jeruk madu impor yang secara ekonomi menguntungkan para petani. Penelitian ini bertujuan untuk untuk perbanyakkan jeruk lokal Sumatera Utara berkualitas baik *in vitro* sebagai strategi biokonservasi. Penelitian bersifat eksperimental, dengan kombinasi perlakuan terhadap tiga jenis jeruk lokal Sumatera Utara, yaitu (1) Jeruk Boci, (2) Jeruk Brastepu, dan (3) Jeruk Rimokeling dikombinasi dengan komposisi media Murashige dan Skoog (1962) tanpa ZPT (Mo), 1mg/l 2,4-D (M1), 1mg/l BAP (M2) dan 1mg/l 2,4-D+1mg/l BAP (M3). Tiga jeruk lokal Sumatera Utara menunjukkan perbedaan potensi keunggulan fenotif dan genetik. Setelah dikulturkan, hampir semua kelompok perlakuan mengalami pertumbuhan kalus dengan intensitas sedang dan tinggi. Kalus bertumbuh bervariasi: (1) kalus berwarna coklat, berair, dan tidak embriogenik, dan (2) kalus embriogenik yang berwarna hijau. Dua jenis kalus embriogenik: (1) berkembang dari kotiledon menjadi kalus dan beregenerasi menjadi plantlet, dan (2) terbentuk dari sel-sel dari permukaan biji jeruk langsung beregenerasi menjadi plantlet. Pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) di dalam media sangat nyata berpengaruh terhadap induksi kalus tetapi tidak berpengaruh terhadap persentase kultur membentuk kalus.

Keywords: Jeruk, Boci, Rimokeling, Brastepu, 2,4-D, BAP

PENDAHULUAN

Penggunaan teknik kultur jaringan tanaman untuk perbanyakkan jeruk lokal Sumatera Utara sangat penting dilakukan sebagai strategi untuk mengatasi kepunahan jeruk tersebut yang menjadi kekayaan plasmanuftah. Kenyataan menunjukkan bahwa beberapa jenis jeruk lokal Sumatera Utara tidak dilestarikan lagi, dan hanya tumbuh secara

kebetulan dan liar di lahan pertanian karena jenis lokal. Tiga jeruk ini pernah menjadi andalan Sumatera Utara tetapi sudah digantikan dengan jeruk impor yang secara ekonomi menguntungkan para petani. Produk jeruk lokal saat ini sudah tidak lagi beredar dipasaran. Diperkirakan dalam beberapa tahun ke depan Jeruk lokal Brastagi akan punah. Keunggulan genetika yang dimiliki jeruk lokal Sumatera Utara masih banyak yang belum dimanfaatkan untuk peningkatan produksi dan kualitas buah jeruk. Dengan demikian, sebelum jeruk tersebut punah maka perlu dilakukan biokonservasi. Penelitian bertujuan untuk memperbanyak bibit jeruk lokal Sumatera Utara dengan teknik kultur jaringan.

Kultur jaringan atau teknik kultur *in vitro* kini sering digunakan untuk memperbanyak bibit tanaman dikotil dan sudah lama dilakukan, terutama terhadap tanaman yang memiliki nilai ekonomi (Chaturvedi, *dkk* 1982). Beberapa penelitian dalam kultur jaringan tanaman untuk beberapa jenis spesies jeruk telah dilaporkan dalam beberapa publikasi ilmiah (Niedz dan Evens, 2008). Regenerasi tanaman jeruk secara kultur jaringan telah dilakukan dari bagian akar (Grosser, 2000), bagian daun, bagian buku batang (Costa, *dkk.*, 2004), bakal buah (Carimi, *dkk.*, 1998) dan protoplas (Das, *dkk* 2000). Pembentukan eksplan untuk beberapa jenis spesies jeruk telah dilakukan, misalnya yang berasal dari buku batang dan ruas epikotil (Edriss dan Burger, 1984). Peneliti lain seperti Hunt, *dkk.* (2001) telah berhasil membentuk tanaman jeruk transgenik dengan menggunakan mediasi transformasi menggunakan *Agrobacterium* (Casanova, *dkk.*, 2005). Usaha untuk mendapatkan tanaman jeruk manis transgenik melalui perubahan genetis juga telah dilakukan oleh Hao, *dkk.*, (2005), dan Li, *dkk.*, 2007 dan diketahui bahwa faktor genetic penentu terhadap kualitas jeruk (Terol, *dkk.*, 2008).

Tiga jenis jeruk khas Sumatera Utara tumbuh di Brastagi adalah jeruk Brasitepu, Boci, dan Rimokeling. Masih banyak lagi jeruk manis lokal yang harus didata oleh peneliti melalui identifikasi tanaman. Jeruk Brastepu (*Citrus nobilis* var. Brastepu) dikenal dengan nama “Jeruk Brastagi”. Jeruk Brastagi memiliki cita rasa yang sangat manis dibandingkan dengan jenis jeruk manis lokal lainnya. Di samping itu, bentuk dan warna kulitnya sangat menarik yang disebabkan oleh faktor genetik. Berdasarkan hasil survey di lapangan, jeruk *Citrus nobilis* Brastepu dan 2 jenis lainnya terkenal di masyarakat karena berfungsi ganda, yaitu sebagai penghasil buah, dan kulit buah dan daunnya juga digunakan sebagai bahan baku obat tradisional. Untuk mengatasi kesulitan dalam penyediaan bibit jeruk lokal ini dilakukan secara *in vitro*, melalui kultur jaringan tanaman. Bibit jeruk yang dihasilkan berkualitas baik, seragam dan jumlah banyak.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri atas identifikasi dan karakterisasi tanaman dan prosedur kultur jaringan. Untuk memilih 3 jenis jeruk lokal yang potensial di Sumatera Utara maka dilakukan identifikasi dan karakterisasi jeruk dilihat dari fenotif dan genetik. Pekerjaan kultur jaringan terdiri dari persiapan bahan tanaman, penyediaan media kultur, sterilisasi eksplan dan penanaman eksplan 3 jeruk yaitu jeruk Brastepu, Boci, Rimokeling,. Tanaman induk sehat dan masih produktif, diambil dari Desa Bukit, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Bagian tanaman yang diambil pucuk dari hasil okulasi untuk dijadikan sebagai sumber eksplan.

Media MS (Murashige dan Skoog, 1962) lengkap, diperkeras dengan 0,8% agar digunakan dalam penelitian ini. Kondisi pH media diatur pada pH 5,8, disterilisasi di autoklaf pada 121 °C selama 20 menit. Media Media MS diperkaya Benzyl Amino Purin (BAP) 1 mg/l dan 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) 1 mg/l. Pekerjaan dilakukan mengikuti prosedur Nurwahyuni dan Elimasni (2006).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian tahap awal adalah mendiskripsi 3 jeruk lokal Brastagi adalah seperti berikut ini.

Karakteristik Jeruk Boci

Jeruk boci hanya ditanam di desa Bukit, Brastagi Medan. Jeruk ini berasal dari Republik Rakyat Cina (RRC) beberapa puluh tahun yang lalu. Menurut penduduk setempat jeruk ini pernah menjadi primadona di Indonesia tetapi tidak pernah disebarluaskan di daerah lain. Pada awalnya jeruk boci banyak ditanam petani dengan keunggulan produksi tinggi 50 kg/pohon pada musim panen dan buah tidak berbiji. Namun sekarang, buah jeruk boci berbiji 2-4 per buah, biji besar, lebar dan rata-rata 25% biji kosong. Adanya biji kemungkinan disebabkan sudah terjadi persilangan antara jeruk tersebut dengan jeruk manis yang akhir-akhir ini mendominasi lahan perkebunan jeruk di Brastagi umumnya dan desa Bukit khususnya.

Jeruk boci yang tumbuh dan masih produktif tinggal 3 pohon. Baru-baru ini sudah dilakukan perbanyakan cepat dengan okulasi. Regenerasi dilakukan untuk divertifikasi jeruk, yang berasal dari Brastagi khususnya. Pohon jeruk boci yang masih ada merupakan hasil okulasi. Tinggi pohon sekitar 3 m. Percabangan banyak. Ciri-ciri morfologi jeruk boci adalah daun tunggal dengan rata-rata panjang 7 cm dan lebar 2,5 cm, stipula yang terletak di bawah lembaran daun agak

lebar dapat dilihat pada gambar kanan bawah. Buah dengan kulit berwarna hijau (muda) dan orange bila matang, ukuran diameter buah 6,3-8,3, ujung dan pangkal buah rata, tebal kulit diperbatasan juring (BJ) 0,60-0,70 mm, tebal kulit di tengah juring 0,50-0,60 mm, buah agak sulit dikupas karena kulit menempel pada juring (flavedo).

Karakteristik Jeruk Madu

Jeruk madu hanya ditumbuhkan beberapa pohon saja di desa Bukit, Brastagi. Tanaman Boci mempunyai tinggi antara 7-8 meter dan berbuah jarang. Jeruk ini tidak dikomersialkan lagi karena keberadaannya semakin langka seperti 2 jenis jeruk lainnya.

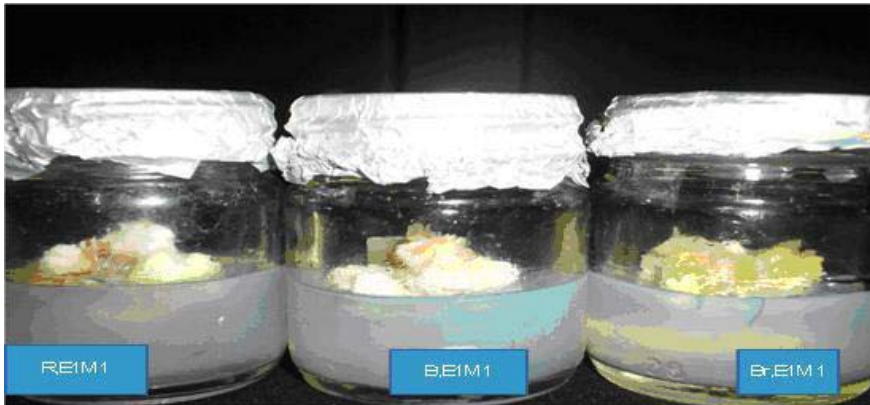
Pohon jeruk madu yang masih ada merupakan hasil okulasi. Pohon cukup tinggi. Percabangan banyak. Ciri-ciri morfologi jeruk madu adalah daun tunggal dengan rata-rata panjang 14 cm dan lebar 5 cm, stipula yang terletak di bawah lembaran daun tidak ada dapat dilihat pada gambar kanan bawah. Buah dengan kulit berwarna hijau (muda) dan orange bila matang, ukuran diameter buah 6,8-8,5, ujung dan pangkal buah rata, tebal kulit diperbatasan juring (BJ) 0,50-0,65 mm, tebal kulit di tengah juring 0,50-0,55 mm, buah agak sulit dikupas karena kulit menempel pada juring (flavedo). Buah jeruk madu sangat jarang bijinya yaitu berkisar 3-5.

Karakteristik Jeruk Brastepu

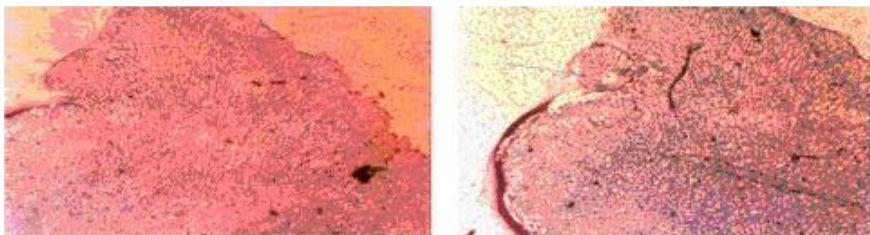
Pohon jeruk brastepu yang masih ada merupakan hasil okulasi. Tinggi pohon sekitar 12-15 m. Percabangan banyak. Ciri-ciri morfologi jeruk adalah daun tunggal dengan rata-rata panjang 7 cm dan lebar 2,5 cm, stipula yang terletak di bawah lembaran daun tidak berkembang dapat dilihat pada gambar kanan bawah. Buah dengan kulit berwarna hijau (muda) dan orange bila matang, ukuran diameter buah 7.1-9,3, ujung dan pangkal buah rata, tebal kulit diperbatasan juring (BJ) 0,30-0,50 mm, tebal kulit di tengah juring 0,25-0,40 mm, buah agak sulit dikupas karena kulit menempel pada juring (flavedo).

Tiga jenis jeruk digunakan pucuk dari tanaman hasil okulasi untuk dikulturkan. Kalus yang dihasilkan dari kotiledon mempunyai tekstur yang hampir sama yaitu dengan calon tunas pada permukaannya. Gambar kalus pada 3 jenis jeruk dapat dilihat dibawah ini.

Kalus yang tumbuh dibuat preparat awetan untuk mengetahui tipe morfogenik dari kalus tersebut. Kalus didominasi oleh sel-sel parenkim yang aktif membelah. Pada permukaan gumpalan kalus terdapat tonjolan atau nodul yang berpotensi untuk beregenerasi atau berorganogenesis.



Gambar 1: Tekstur kalus dari kiri-kanan kultur pucuk jeruk Rimokeling, Boci dan Brastepu



Gambar 2. Anatomi kalus dari kultur pucuk jeruk Brastepu, nodul ditunjukkan oleh tanda panah

Kultur yang menghasilkan planlet dan atau kalus dilakukan pengukuran 6 peubah/parameter pengamatan dan dihitung rasio tunas dan akar sehingga jumlah peubah 7. Hasil kultur jaringan sering kali tidak konsisten. Suatu eksplan yang ditumbuhkan pada beberapa media yang sama sebagai ulangan seringkali menghasilkan pertumbuhan kultur ataupun tipe regenerasi yang berbeda. Satu kultur dapat menghasilkan kalus embriogenik dan planlet sedangkan yang lain tidak demikian. Bila di dalam kultur dihasilkan planlet yang banyak maka ukurannya dapat bervariasi. Planlet dengan ukuran tinggi tunas sekitar 5 cm dan akar serta percabangan akar yang baik dapat diaklimatisasi secara bertahap. Planlet yang masih kecil dengan akar yang tidak proporsional perlu dibesarkan dengan disubkultur.

Hasil kultur menunjukkan bahwa rata-rata berat kultur berbeda nyata antar perlakuan. Berat kultur tertinggi pada setiap jenis jeruk terdapat pada perlakuan KM3(2,4-D 1 mg/l dan BAP 1 mg/l) sedangkan berat tertinggi dari semua kultur

Tabel 1:
Rataan Berat Kultur, Rataan Jumlah Embriosomatik, Rataan Jumlah Planlet, Rataan Jumlah Daun , Rataan Tinggi Tunas Dan Rataan Rasio Tunas dan Akar Pada Tiga Jenis Jeruk Langka Brastagi

1. Berat Kultur/g	Jeruk Boci	Jeruk Rimokeling	Jeruk Brastepu
KM0	0,38abc	0,00b	0,10e
KM1	0,14c	0,70a	0,14cde
KM2	0,80abc	0,24a	0,20bc
KM3	1,29ab	1,67a	0,38a
2. Rataan Jumlah Embriosomatik /botol			
KM0	0,00	0,0	0,00
KM1	4,60	2,2	3,60
KM2	6,80	6,4	4,60
KM3	33,20	3,2	4,60
3. Rataan Jumlah Planlet/botol			
KM0	0,00	2,40a	1,00b
KM1	0,00	0,00d	1,00b
KM2	0,40	0,40d	1,40ab
KM3	0,60	1,00bc	2,40ab
4. Rataan Jumlah Daun			
KM0	0,00	2,40a	1,00c
KM1	0,00	0,00d	1,00c
KM2	0,40	0,40d	1,40b
KM3	0,60	1,00bc	2,40b
5. Rataan Tinggi Tunas			
KM0	0,00	3,38a	0,9e
KM1	0,00	0,00c	1,18de
KM2	1,20	1,52bcd	1,68cd
KM3	2,00	1,28cd	3,3ab
6. Rataan Rasio Tunas dan Akar			
KM0	0,000	27,27c	45,80a
KM1	0,000	0,00d	0,00b
KM2	1,640	152,50b	61,00a
KM3	1,647	397,5a	159,00a

*Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan signifikasi 5%

Adalah jeruk Rimokeling pada perlakuan KM3 dan pada media yang sama, berat kultur jeruk Brastepu terendah. Kombinasi 2,4-D dan BAP baik untuk mendapatkan berat kultur yang tinggi dibandingkan

dengan penggunaan zat tumbuh tersebut satu persatu yaitu KM1 (2,4-D 1 mg/l) atau KM2 (BAP 1 mg/l).

Sementara itu, jumlah embriosomatik terbanyak pada KM3, jeruk Boci; KM2, jeruk Rimokeling ; KM2 dan KM3, jeruk Brastepu. Namun hasil secara keseluruhan perlakuan pada parameter ini tidak berbeda nyata.

Parameter yang lain yaitu Rataan Jumlah Planlet, Rataan Jumlah Daun, Rataan Tinggi Tunas, Rataan Rasio Tunas dan Akar pada jeruk Boci menunjukkan tidak ada perbedaan antar perlakuan, sedangkan pada 2 jeruk lainnya menunjukkan perbedaan yang nyata.

KESIMPULAN

Tiga jeruk langka dari Brastagi sudah didiskripsi dan berhasil dikulturkan dengan kultur jaringan. Eksplan pucuk tiga jenis jeruk tersebut pada umumnya membentuk kalus dan planlet. Berat kultur tertinggi 1,67 g pada jeruk Rimokeling; 1,29 g pada jeruk Boci dan 0,38 g pada jeruk Brastepu yang semuanya ditumbuhkan pada media KM3. Parameter lainnya jumlah embriosomatik tidak terdapat perbedaan yang nyata pada tiga jeruk yang diteliti sedangkan Jumlah Planlet, Jumlah Daun, Tinggi Tunas, Rasio Tunas dan Akar tidak berbeda pada jeruk Boci tetapi berbeda nyata pada 2 jenis jeruk lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bove, J., dan Morel, G., (1957), La culture de tissus de citrus, *Revue Gen. Bot.* **64**: 1-6
- Carimi, F.; Pasquale, F.D., dan Crescimanno, F.G., (1995), Somatic embryogenesis in *Citrus* from styles culture, *Plant Science* **105**: 81-86.
- Casanova, E.; Trillas, M.I.; Moysset, M. dan Vainstein, A., (2005), Influence of *rol* genes in floriculture, [*Biotechnology Advances* **23**\(1\): 3-39.](#)
- Chaturvedi, H.C.; Sharma, A.K.; Sharma, M., dan Prasad, R.N., (1982), Morphogenesis, micropropagation and germplasm preservation of some economic plants by tissue cultures. In: *Plant Tissue Culture*, (A.Fugiwara, eds), Maruzen, Tokyo, P.687-688.
- Costa, M.G.C.; Alves, V.S.; Lani, E.R.G; Mosquim, P.R.; Carvalho, C.R., dan. Otoni, W. C" (2004), Morphogenic gradients of adventitious bud and shoot regeneration in epicotyl explants of *Citrus*, *Scientia Horticulturae* [**100**\(1-4\): 63-74](#)

- Das, A.; Paul, A.K. dan Chaudhuri, S., (2000), Micropropagation of sweet orange, *Citrus sinensis* Osbeck. for the development of nucellar seedlings, *Indian Journal of Experimental Biology* **38**: 269-272.
- Edriss, M.H., dan Burger, D.W., (1984), In Vitro propagation of troyer citrange from epicotyl segment, *Scientia Horticulturae* **23**: 159-162.
- Grosser, J.W., dan Chandler, J.L., (2000), Somatic hybridization of high yield, cold-hardy and disease resistant parents for citrus rootstock improvement, *Journal Horticultural Science Biotechnology* **75**: 641-644.
- Grosser, J.W.; Gmitter, F.G.; Tusa, N.; Recupero, G.R., dan Cucinotta, P., (1996), Further evidence of a cybridization requirement for plant regeneration from citrus leaf protoplasts following somatic fusion, *Plant Cell Reports* **15**: 672-676.
- Hao, Y.J.; Cheng, Y.J, dan Deng, X.X., (2005), Stable maintenance and expression of a foreign gene in transgenic pear shoots retrieved from *in vitro* conservation, [*Journal of Plant Physiology* 162\(2\)](#): 237-243.
- Hunt, P.W.; Watts, R.A.; Trevaskis, B.; Llewelyn, D.J.; Burnell, J.; Dennis, E.S. dan Peacock, W.J., (2001), Expression and evolution of functionally distinct haemoglobin genes in plants, *Plant Molecular Biology* **47**: 677-692.
- Li, W., Song, Q., Brlansky, R.H., dan Hartung, JH., (2007), Genetic diversity of citrus bacterial canker pathogens preserved in herbarium specimens, *Proc Natl Acad Sci U S A* **104(47)**: 18427–18432
- Murashige, T., dan Skoog, F., (1962), A revised media for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture, *Physiol. Plant.* **15**: 473-496.
- Niedz, R.P., dan Evens, T.J. (2008), The effects of nitrogen and potassium nutrition on the growth of nonembryogenic and embryogenic tissue of sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), *BMC Plant Biol.* **8**: 126-131
- Nurwahyuni, I. dan Elimasni, (2006), Pertumbuhan dan Perkembangan Kultur Jaringan Kemenyan Sumatrana (*Styrax benzoin* Dryander) *Jurnal Biologi Sumatera* **1(2)**: 12-18

- Nurwahyuni, I., (2003), Kultur jaringan daun jeruk manis (*Citrus sinensis* Brasitepu) untuk mikropropagasi, *Jurnal Sain Indonesia* **24(1)**: 17-20.
- Nurwahyuni, I., dan Elimasni, (2010), *Optimalisasi Teknik In Vitro Untuk Perbanyakkan Jeruk Berkualitas Baik Sebagai Strategi Biokonservasi Jeruk Lokal Sumatera Utara*, Laporan Penelitian, FMIPA USU Medan.
- Nurwahyuni, I., dan Tjondronegoro, P., (1994), Induksi kalus dan regenerasi tanaman *Dioscorea composita* Hemls, *Hayati* **1**: 15-17.
- Terol, J., Naranjo, M.A., Ollitrault, P., dan Talon, M., (2008), Development of genomic resources for *Citrus clementina*: Characterization of three deep-coverage BAC libraries and analysis of 46,000 BAC end sequences, *BMC Genomics*. **9**: 423-429.

EFEK TERAK BAJA PADA ANDISOL ASAL TONGKOH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)

M.M.B. Damanik, Bintang, dan Andrifan Dwi Prabowo

Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian USU Medan

Jl. Prof. A. Sofyan No 3 Kampus USU, Medan 20155

email: bintangsitorus@ymail.com; 081264879000; 081370053835

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pemberian terak baja terhadap P-tersedia dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada Andisol asal Tongkoh. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca serta di laboratorium kimia dan kesuburan tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial dengan faktor perlakuannya adalah terak baja (T) yang terdiri dari 5 taraf dosis (g/5kg BTKO) : 1. T0 (0), 2. T1 (25), 3. T2 (50), 4. (75), dan 5. (100) dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan pemberian terak baja setelah inkubasi selama 60 hari berpengaruh sangat nyata terhadap pH tanah tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap P-tersedia dan retensi P. Pada akhir vegetatif pemberian terak baja berpengaruh sangat nyata terhadap pH tanah, P-tersedia, bobot kering tajuk tanaman dan serapan P tanaman serta berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar tanaman tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap retensi P.

Kata kunci: Terak baja, Andisol, Jagung

PENDAHULUAN

Terak baja adalah hasil sampingan dari pabrik baja yang menggunakan bijih-bijih besi sebagai bahan utama. Terak yang terdapat pada proses peleburan bijih-bijih besi diambil, kemudian digiling halus dan diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh, sehingga bahan ini merupakan tepung halus yang dapat disebarkan untuk digunakan sebagai pupuk. Pupuk ini biasa dikenal dengan nama Thomas Meal atau Thomas Phosphate (Hasibuan, 2009).

Menurut Roy *et al*, (2006) terak baja merupakan produk dari industri baja. Rumus kimianya adalah $[(CaO)_5P_2O_5SiO_2]$ yang mengandung 10-18 % P_2O_5 , 35 % CaO, 2-10 % MgO, dan 10 % Fe. Terak baja dapat digunakan sebagai pupuk dan pembenah tanah karena

mengandung kapur dan menyediakan hara P. Terak baja sangat keras namun demikian sangat mungkin digunakan untuk pertanian bila diaplikasikan dalam bentuk tepung halus.

Menurut Teakle dan Boyle *dalam* Muhali (1980) senyawa fosfat dan terak baja umumnya dianggap sebagai garam rangkap dari kalsium dan silika. Rumus kimia dari terak baja adalah $(\text{CaO})\text{P}_2\text{O}_5\text{SiO}_2$ yang mengandung 12-20 % P_2O_5 . Selain itu masih mengandung unsur-unsur hara lain seperti : 40-50 % CaO , 5-10 % SiO_2 , 12-16 % $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$, 5-10 % MnO dan 2-3 % MgO . Kebanyakan dari terak baja saat ini mengandung >1 % P_2O_5 . Selain itu, masih banyak mengandung unsur hara sekunder seperti magnesium (6,5 % Mg), bahan kapur (24 % Ca), unsur hara mikro khususnya Fe 26 % Fe, Mn/batu kawi/mangan 1,2 % , Zn 0,1 % dan B 0,06 % (Charles, 2004). Di Inggris terak baja itu ternyata sudah di perdagangkan dengan merek dagang *super slag basic*. Bahan ini dapat memberikan 4 manfaat, yaitu Tony (2009) : (1) sebagai sumber hara P, (2) sebagai sumber bahan kapur, (3) sumber unsur hara mikro penting dan (4) untuk membebaskan P yang terfiksasi, selanjutnya menurut Tony bahwa bahan ini meningkatkan > 50 % P_2O_5 dari pada TSP. Selain itu, bahan ini juga bermanfaat untuk meningkatkan unsur hara lain, seperti Ca, Mg, S, Mn, Cu, Mo, Co, Se, Fe dan Zn.

Andisol merupakan tanah yang mengandung bahan organik dan lempung (*clay*) tipe amorf, terutama alofan serta sedikit silika, alumina atau hidroksida-besi. Kejenuhan basa rendah, kadar P rendah karena teretensi serta mengandung C dan N yang tinggi tetapi nisbah C/N rendah (Olsen, 1954 *dalam* Darmawijaya, 1992). Luas Andisol di Indonesia meliputi 5,39 juta ha (2,9 % dari luas daratan), terdapat luas di Sumatera Utara 1,06 juta ha, Jawa Timur 0,73 juta ha, Jawa Barat 0,50 juta ha, Jawa Tengah 0,45 juta ha dan Maluku 0,32 juta ha (Musa *dkk*, 2006).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menambahkan bahan silika yang dapat membebaskan P. Bahan yang mengandung silika sekaligus hara P adalah terak baja yang merupakan produk dari besi kasar yang diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan P dan menurunkan retensi P.

Jagung merupakan tanaman pangan utama dan digunakan sebagai tanaman indikator dalam penelitian pertanian. Hal yang harus diperhatikan tentang tanah sebagai syarat yang baik untuk pertanaman jagung antara lain adalah (AAK, 1991) : a. pH tanah netral atau mendekati netral diperlukan untuk pertumbuhan optimal pada tanaman jagung yakni berkisar antara pH 5,5-6,5, b. tanah dan tempat pertanaman hendaknya memperoleh sinar dan udara yang cukup, c. drainase yang baik akan membantu usaha pengendalian pencucian tanah, selanjutnya

ada hubungannya dengan keasaman tanah dan d. pada kesuburan tanah yang tinggi akan membantu dalam penyediaan hara.

Penelitian ini menggunakan terak baja (*basic slag*) yang didasarkan pada laju peningkatan produksi pabrik baja di Indonesia yang telah mengalami kemajuan. Sejalan dengan kemajuan tersebut, hasil buangan dari pabrik tentu juga akan mengalami peningkatan. Jika terak baja tidak ditangani secara tepat maka akan menimbulkan dampak yang negatif terhadap lingkungan. Pemanfaatan bahan tersebut sebagai sumber hara P diharapkan dapat membantu permasalahan menumpuknya limbah sampingan pabrik yang dapat member keuntungan. Terak baja yang mengandung bahan silika diharapkan juga mampu melepaskan P yang teretensi oleh ion Al pada Andisol sehingga mampu menyumbangkan hara P dalam tanah dan meningkatkan basa dalam tanah yang berperan meningkatkan pH tanah dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada Andisol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di rumah kaca dan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan dengan ketinggian tempat ± 25 meter di atas permukaan laut dan dimulai pada Oktober 2009-April 2010. Bahan yang digunakan adalah tanah Andisol asal Tongkoh pada koordinat N 03°12'25" dan E 098°32'30" ketinggian 1457 m dari permukaan laut. Terak baja, pupuk Urea, SP-36 dan KCl sebagai pupuk dasar dan bibit tanaman jagung sebagai tanaman indikator.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial, menggunakan terak baja (T) dalam 5 taraf dosis yaitu T0 = 0 ton/ha (0 g/5 kg BTKO); T1 = 10 ton/ha (25 g/5 kg BTKO); T2 = 20 ton/ha (50 g/5 kg BTKO); T3 = 30 ton/ha (75 g/5 kg BTKO) dan T4 = 40 ton/ha (100 g/5 kg BTKO) dengan 3 ulangan sehingga ada unit percobaan 15 unit percobaan.

Analisis tanah awal dilakukan terhadap pH H₂O (1:2,5), P tersedia (ppm), P retensi (%), tekstur tanah, dan C-organik tanah. Analisis akhir dilakukan pada tanah yang telah diinkubasi selama 60 hari setelah perlakuan dan diakhir masa vegetative tanaman. Parameter tanah yang diukur adalah pH tanah dengan metode elektrometri; P-tersedia (ppm) dengan metode Bray II; P-retensi (%) dengan metode Black More. Untuk tanaman dilakukan pengukuran terhadap Bobot kering tajuk tanaman (g); Bobot kering akar tanaman (g) dan Serapan P tanaman (mg/tanaman) pada akhir vegetatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Andisol dan P-Tersedia (ppm) Tanah Setelah Inkubasi

Hasil sidik ragam menunjukkan pemberian terak baja berpengaruh sangat nyata terhadap pH Andisol setelah inkubasi. Perlakuan terak berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia Andisol setelah inkubasi namun berpengaruh sangat nyata terhadap P-tersedia Andisol pada akhir vegetatif. Uji beda rataaan pemberian terak baja terhadap pH Andisol dan P-tersedia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1:
Uji beda rataaan pemberian terak baja terhadap pH dan P-tersedia Tanah Andisol

Perlakuan Terak Baja	pH Tanah setelah inkubasi	P-Tersedia Tanah Andisol			
		Setelah inkubasi ...ppm...		Pada Akhir Vegetatif ...ppm....	
T0 (0 ton/ ha)	5.43 B b	6.74		38.62 A a	
T1 (10 ton/ ha)	5.71 AB a	7.73		5.62 B b	
T2 (20 ton/ ha)	5.66 AB ab	10.10		11.47 B b	
T3 (30 ton/ ha)	5.87 A a	6.74		7.73 B b	
T4 (40 ton/ ha)	5.86 A a	4.37		6.74 B b	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNJ pada taraf 1% (A, B, C...) dan 5% (a, b, c, ...).

Perlakuan terak baja nyata meningkatkan pH tanah Andisol namun antara taraf perlakuan tidak ada perbedaan yang sangat nyata. Perlakuan taraf T1 dan T2 tidak berbeda nyata terhadap kontrol dan nilai pH tertinggi (5.87) terdapat pada perlakuan T3 yang menggunakan dosis terak tertinggi 30 ton/ ha.

Tidak seperti pH, ternyata P-tersedia Andisol tidak nyata peningkatannya oleh semua taraf perlakuan walau telah mengalami inkubasi 60 hari, hal yang sama terjadi pada perlakuan kontrol yang tidak mendapat terak baja.

P-tersedia tanah pada akhir vegetatif berbeda sangat nyata oleh perlakuan dan tanpa perlakuan terak baja ke dalam tanah Andisol, namun diantara taraf perlakuan tidak ada perbedaan yang nyata. Ketersedian fosfor tertinggi 38.62 ppm terdapat pada perlakuan T0 (0 ton/ ha) dan yang terendah 5.62 ppm pada taraf T1 (10 ton/ ha).

Retensi P Andisol Setelah Inkubasi (%)

Pemberian terak baja berpengaruh tidak nyata terhadap retensi P Andisol setelah inkubasi maupun setelah masa vegetatif. Rataan pemberian terak baja terhadap retensi P Andisol disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2:
Rataan pemberian terak baja terhadap retensi P Andisol setelah inkubasi dan akhir vegetatif

Perlakuan Terak Baja	Retensi P Andisol	
	Setelah Inkubasi (%)	Akhir Vegetatif (%)
T0 (0 ton/ ha)	80.83	64.47
T1 (10 ton/ ha)	73.00	67.13
T2 (20 ton/ ha)	73.13	68.83
T3 (30 ton/ ha)	77.97	72.27
T4 (40 ton/ ha)	61.97	65.57

Bobot Kering Tajuk dan Bobot Kering Akar Tanaman (g)

Sidik ragam menunjukkan pemberian terak baja berpengaruh sangat nyata dan nyata masing-masing terhadap bobot kering tajuk dan akar tanaman. Uji beda rataan pemberian terak baja terhadap bobot kering tanaman jagung disajikan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3:
Uji beda rataan pemberian terak baja terhadap bobot kering tajuk dan akar tanaman jagung

Perlakuan Terak Baja	Rataan Bobot Kering					
	Tajuk Tanaman			Akar Tanaman		
	... g			... g		
T0 (0 ton/ ha)	4.83	B	c	1.33	ab	
T1 (10 ton/ ha)	9.43	AB	bc	1.23	b	
T2 (20 ton/ ha)	15.70	A	ab	3.33	a	
T3 (30 ton/ ha)	16.93	A	a	3.03	ab	
T4 (40 ton/ ha)	17.53	A	a	3.00	ab	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNJ pada taraf 1% (A, B, C...) dan 5% (a, b, c, ...).

Bobot kering tajuk tanaman jagung tertinggi diperoleh pada dosis terak tertinggi T4 (17.53 g) yang berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol saja (T0; 4.83 g), tetapi tidak berbeda nyata terhadap semua taraf perlakuan lain. Bobot tajuk terendah terdapat pada perlakuan tanpa pemberian terak baja (kontrol) (4.83 g). Sementara bobot kering akar tertinggi terdapat pada perlakuan T2 (3.33 g) yang berbeda nyata terhadap perlakuan T1 (1.23 g), tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan T3 (3.03 g), T4 (3.00 g) dan T0 (1.33 g).

Serapan P-Tanaman (mg/tanaman)

Pemberian terak baja berpengaruh sangat nyata terhadap serapan P-tanaman jagung. Hasil uji beda rataan pemberian terak baja terhadap serapan P-tanaman disajikan pada Tabel 4.

Serapan P-tanaman terendah terdapat pada perlakuan tanpa terak baja (kontrol) dan tidak berbeda dengan T1 pada taraf 1%. Serapan fosfor tertinggi sebesar 1.6527 mg/tanaman terdapat pada perlakuan T4 yakni taraf pemberian terak baja terbesar (40 ton/ ha).

Tabel 4:
Uji beda rataaan pemberian terak baja terhadap serapan P-tanaman jagung.

Perlakuan	Rataan Serapan P-Tanaman ...mg/tanaman...		
T0 (0 ton/ ha)	0.4371	B	c
T1 (10 ton/ ha)	0.8572	AB	bc
T2 (20 ton/ ha)	1.3766	A	ab
T3 (30 ton/ ha)	1.4393	A	ab
T4 (40 ton/ ha)	1.6527	A	a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNJ pada taraf 1 % (A, B, C ...) dan 5 % (a, b, c, ...).

Pembahasan

Pemberian terak baja sangat nyata meningkatkan pH tanah andisol dari perlakuan kontrol dibandingkan perlakuan T3 dan T4. Peningkatan pH ini disebabkan oleh bahan terak baja yang mengandung Si dan Ca. Diketahui bahwa silikat mempunyai peranan dalam menaikkan pH tanah. Ion Si berperan menekan aktivitas ion Al, dimana diketahui ion Al merupakan penyebab utama kemasaman pada tanah Andisol. Selain itu, kandungan terak baja juga mengandung kalsium yang juga dapat menaikkan pH tanah. Teakle dan Boyle *dalam* Muhali (1980) menyatakan bahwa senyawa fosfat dan terak baja umumnya dianggap sebagai garam rangkap dari kalsium dan silikat. Kalsium merupakan basa kuat yang berperan dalam menaikkan pH tanah melalui reaksi hidrolisis : $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$.

P-tersedia Andisol tidak nyata meningkat oleh pemberian terak baja walau telah diinkubasi selama 60 hari. Hal ini dapat disebabkan fosfor yang ada pada terak baja belum tersedia pada masa inkubasi. Terak baja yang mengandung kadar CaO yang tinggi yakni sebesar 30.12% diduga juga menjadi penyebab P tersedia rendah karena terfiksasi oleh kalsium, ditandai dengan peningkatan pH pada tanah. Damanik *dkk*, (2010) menyatakan bahwa pada pH mendekati 6, fosfat mulai difiksasi oleh kalsium. Pemberian pupuk dasar fosfor ke tanah dalam jumlah rendah atau tidak optimal juga mengakibatkan hara fosfor ditanah masih rendah. P-tersedia Andisol pada akhir vegetatif berbeda nyata namun diantara taraf perlakuan sesungguhnya tidak ada perbedaan. Pada perlakuan kontrol justru ditemukan kadar fosfor tertinggi. Ini dapat

dijelaskan dari pertumbuhan tanaman, tanaman jagung pada perlakuan kontrol mempunyai bobot kering tanaman dan serapan fosfor terendah dibandingkan dengan perlakuan yang diberi terak baja. Jika bobot kering tanaman dan serapan hara tinggi maka hara yang tersedia didalam tanah akan menurun dan begitu pula sebaliknya.

Bobot kering tanaman meningkat nyata dengan pemberian terak baja. Terlihat hubungan antara bobot kering tajuk yang meningkat selaras dengan ketersediaan P dengan peningkatan taraf pemberian terak baja ke dalam tanah. Peningkatan serapan P tanaman ini ditandai oleh semakin menurunnya nilai P-tersedia ditanah yang diberi perlakuan terak baja pada akhir vegetatif dan meningkatnya bobot kering tajuk tanaman. Tisdale *et al*, (1985) yang menyatakan bahwa fungsi P bagi tanaman antara lain untuk mendorong pertumbuhan tanaman. Kekurangan unsur P umumnya menyebabkan volume jaringan tanaman menjadi lebih kecil.

KESIMPULAN

1. Terak baja berpengaruh sangat nyata meningkatkan pH Andisol, P-tersedia tanah setelah masa vegetatif, serapan P tanaman dan bobot kering tajuk tanaman serta nyata meningkatkan bobot kering akar tanaman.
2. Terak baja berpengaruh tidak nyata terhadap P-tersedia tanah setelah inkubasi dan retensi P pada Andisol

Saran

Terak baja sebagai limbah atau hasil sampingan dari pabrik baja dapat dimanfaatkan sebagai alternatif untuk meningkatkan ketersediaan hara P tanah Andisol dengan demikian penggunaan pupuk P dapat dihemat. Namun penelitian ini perlu ditindak lanjuti untuk melihat efektifitas terak baja sebagai alternatif pengganti pupuk fosfat.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1991. *Jagung*. Kanisius, Yogyakarta.
- Charles, C. Mitchell. 2004. *What's New about Basic Slag*. Department of Agronomy and Soils, Auburn University, Alabama.
- Damanik, M. M. B., B. E. Hasibuan., Fauzi., Sarifuddin., dan H. Hanum. 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press, Medan.
- Darmawijaya, M. I. 1992. *Klasifikasi Tanah*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hasibuan, B. E. 2009. *Pupuk dan Pemupukan*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.

- Muhali, I. 1980. *Pengetahuan Pupuk*. Acaksana Karya Bhakti. Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP), Yogyakarta.
- Musa, L., Mukhlis, dan A. Rauf. 2006. *Dasar Ilmu Tanah. Departemen Ilmu Tanah*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Musa, L., dan Mukhlis. 2006. *Kimia Tanah. Departemen Ilmu Tanah*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Purwono, M. S., dan Hartono, R. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Roy, R. N., A. Finck., G. J. Blair., and H. L. S. Tandon. 2006. *Plant nutrition for food security (A guide for integrated nutrient management)*. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson., and J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. MacMillan Pub. Co, New York.
- Tony. 2009. Super Slag Basic. [http://mailto:tony@npk.ltd.uk](mailto:tony@npk.ltd.uk). [Diakses 14/04/2009].

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Analisis Awal Tanah Andisol Asal Tongkoh

No	Parameter	Hasil Analisis	Kriteria *)
1.	pH H ₂ O	5.11	Masam
2.	C-Organik (%)	9.30	Sangat Tinggi
3.	Bahan Organik (%)	15.99	
4.	Tekstur		Pasir Berlempung
	Pasir (%)	84	
	Debu (%)	6	
	Liat (%)	10	
5.	P-Tersedia (ppm)	14.83	Rendah
6.	Retensi P (%)	82.5	

*) . Penilaian kriteria sifat tanah berdasarkan kriteria BPP Medan.

Lampiran 2. Data Analisis Terak Baja (*Basic Slag*) dari PT. Purnama Baja Heckett, Cilegon-Banten

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis
1.	Iron (Fe) Total	%	26.86
2.	Iron Trioxide (Fe ₂ O ₃)	%	38.41
3.	Aluminium Trioxide (Al ₂ O ₃)	%	5.34
4.	Calcium Oxide (CaO)	%	30.12
5.	Magnesium Oxide (MgO)	%	6.52
6.	Manganesa Dioxide (MnO ₂)	%	2.28
7.	Chromium Trioxide (Cr ₂ O ₃)	%	0.39
8.	Potassium Oxide (K ₂ O)	%	0.34
9.	Silicone Dioxide (SiO ₂)	%	15.30



Terak baja adalah hasil sampingan dari pabrik baja yang menggunakan bijih-bijih besi sebagai bahan utama yang mengandung 10-18 % P₂O₅, 35 % CaO, 5-10 % SiO₂, 10 % (FeO+Fe₂O₃), 5-10 % MnO dan 2-10 % MgO (Roy et al, 2006)

KAJIAN FASE PEMBUNGAAN DAN PENYERBUKAN *Nepenthes* spp.

Suci Rahayu dan Retno Widhiastuti

Departemen Biologi FMIPA, Universitas Sumatera Utara, MEDAN

Email :suci_bio85@yahoo.co.id : retnows2002@yahoo.com

Abstrak

Penelitian tentang kajian fase pembungaan dan penyerbukan *Nepenthes* spp telah dilakukan di Taman Wisata Alam (TWA) Sicikeh-Cikeh. Fase pembungaan diamati pada tiga spesies *Nepenthes* spp yaitu : *N. spectabilis*, *N. tobaica*, dan *N. robbiaensis*, yang dalam kondisi berbunga. Pengamatan dilakukan ketika awal pembungaan dimulai. Fase pembungaan diklasifikasikan dalam 5 tahap, F0 (fase inisiasi), F1 (Fase perkembangan kuncup), F2 (Fase anthesis/ bunga mekar), F3 (Fase penyerbukan), dan F4 (Fase perkembangan buah). Keseluruhan fase berlangsung selama 21-30 hari. Lama waktu masing-masing fase berbeda, fase (F0) inisiasi selama 2-3 hari, Fase (F1) perkembangan kuncup 1-2 hr, Fase (F2) anthesis/mekar sempurna berlangsung selama 3-5 hari, Fase (F3) penyerbukan dan pembuahan 1-3 hari, dan Fase (F4) perkembangan buah berlangsung 7-15 hari. Jenis serangga penyerbuk yang mengunjungi kantung atas dan bunga menunjukkan persamaan, antara lain ; *Thrips hawaiiensis*, *Tabanus* sp, *Catocala* sp, *Bambus* sp, *Apis mellifera*, *Thipid* sp. Sedangkan serangga yang mengunjungi kantung bawah adalah *Thrips hawaiiensis* dan *Formica* sp. Jenis *Formica* ditemukan dalam kantung atas.

Kata kunci: *Nepenthes* spp , Fase pembungaan , penyerbukan

PENDAHULUAN

Hutan rawa gambut di Sumatera dan Kalimantan sebagai salah satu habitat alami *Nepenthes* spp., hampir setiap tahun mengalami kebakaran. Konversi lahan hutan untuk pengembangan pemukiman, pertanian, dan perkebunan menjadi suatu hal yang harus dilakukan seiring dengan semakin bertambahnya populasi penduduk. Hal ini pulalah yang ditengarai sebagai penyebab makin berkurangnya habitat *Nepenthes* spp. di alam. Oleh sebab itu, diperlukan usaha konservasi, baik *in-situ* maupun *ex-situ* dengan cara budidaya dan pemuliaan. (Azwar, 2002).

Penelitian kajian fase pembungaan dan penyerbukan *Nepenthes* spp bertujuan mengetahui periode fase-fase pembungaan dan cara penyerbukan yang terjadi secara alami pada tumbuhan *Nepenthes* spp.

Informasi tentang fase-fase pembungaan dan penyerbukan merupakan informasi yang sangat penting bagi perluasan pengetahuan tentang tanaman itu sendiri maupun untuk kepentingan perkembangan sains.

CARA KERJA

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni sampai dengan November 2010. Penelitian dilakukan Taman Wisata Alam Sicikeh-cikeh yang secara geografis terletak pada 92° 20" 98° 30" BT dan 02° 35" - 02° 41" LU, secara administratif termasuk Dusun Pancur Nauli, desa Lae Hole, Kecamatan Parbuluan, Kabupaten Dairi, Propinsi Sumatera Utara.

Pelaksanaan Penelitian

Tanaman yang dijumpai sedang berbunga diberi tanda (ditaging) digunakan sebagai sampel. Masing-masing lokasi jumlah tanaman yang diamati adalah 5 tanaman, dengan total sampel sebanyak 15 tanaman. Sampel tanaman yang diamati adalah tanaman yang dipastikan memiliki bakal tunas yang diperkirakan akan berkembang lebih lanjut menjadi bunga. Pada masing-masing sampel diberi tanda dengan memasang label. Pengamatan dimulai sejak adanya tanda-tanda inisiasi bunga berupa munculnya bakal bunga pada tangkai bunga sampai buah masak fisiologis.

Stadia perkembangan bunga didasarkan kepada kriteria yang digunakan oleh Dafni (1993) dengan beberapa modifikasi yakni : stadia inisiasi, stadia kuncup kecil, stadia kuncup besar, stadia bunga terbuka, dan stadia perkembangan buah. Untuk memudahkan pengamatan, maka perlu dibuat pembatasan masing-masing stadia bunga yang akan diamati, terutama yang menyangkut karakteristik masing-masing stadia, seperti perubahan warna dan bentuk serta morfologi bunga. Selain pengamatan deskriptif berupa data gambaran perubahan struktur dan morfologi bunga juga dilakukan pengamatan terhadap pengukuran panjang dan jumlah bunga yang membentuk biji. Disamping itu, untuk melengkapi data deskriptif juga dilakukan pendokumentasian struktur dan morfologi bunga dengan menggunakan kamera digital Sony DSC-P8 dengan resolusi 3,2 Mega Pixels yang dirangkai dengan mikroskop binokuler.

Pengamatan Serangga Penyerbuk

Pengamatan serangga penyerbuk dilakukan dengan dua katagori metoda penelitian yang digunakan yaitu Metoda Survei Deskriptif dan Metoda Survei Analitis (Leedy, 1974).

a. Evaluasi umum (survey deskriptif)

Sasaran adalah untuk mengetahui serangga apa yang berperan aktif dalam kegiatan penyerbukan. Kriteria yang digunakan adalah kunjungan kepada suatu bunga. Cara evaluasi dilakukan dengan observasi

langsung dan pemotretan. Diamati pada tanaman yang sedang berbunga, jenis-jenis serangga yang hadir. Identifikasi serangga dilakukan di LIPI Serpong.

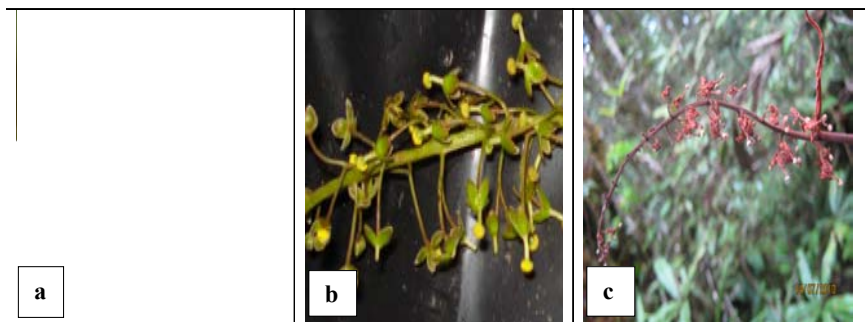
b. Evaluasi khusus (survey analitis).

Pengamatan kehadiran dilakukan dari jam 8.00 sampai 15.00 WIB. Untuk menghitung kelimpahan digunakan metoda Vansell dan Todd (1946) berupa daerah pengamatan selebar 1m dan panjang 50m. Guna pengamatan frekuensi kunjungan, setiap bunga diamati selama lima menit.

HASIL PENELITIAN

Didapatkan tiga jenis *Nepenthes* yang sedang berbunga di TWA Sicikeh-Cikeh ketika pengamatan. Ketiga *Nepenthes* yang menunjukkan berbunga yaitu : *N. spectabilis* Danser, *N. tobaica* Danser, dan *N. rombigaulis*. Posisi pembungaan setiap jenis *Nepenthes* semua terdapat pada ujung (terminal) batang.

Perbungaan *Nepenthes* merupakan bunga majemuk dalam tandan. Tandan bunga betina dan bunga jantan terdapat pada individu yang berbeda. Panjang tandan bunga *N. spectabilis* 6-18cm, *N. tobaica* 6-16cm, dan *N. rombigaulis* 4-12cm. Bunga bentuk bulir tersusun dalam tandan, setiap tandan terdapat 27-66 bulir bunga. Panjang tangkai bunga *N. spectabilis*, *N. tobaica*, dan *N. rombigaulis* berturut-turut 1-2,5 cm, 2-4,5cm, 1-2 cm. Masing-masing tangkai bulir umumnya mempunyai bunga satu, jarang yang dua (Gambar 1).



Gambar 1. Tiga macam bunga betina dari tiga jenis *Nepenthes* spp : a. *N. Spectabilis*, b. *N. tobaica*, dan *N. rombigaulis*

Fase-Fase Pembungaan *Nepenthes*

Perubahan morfologi atau perubahan fisik organ generatif *Nepenthes* spp dijelaskan sebagai berikut:

a. Fase/ tahap inisiasi bunga

Tahap inisiasi bunga merupakan masa transisi perubahan organ vegetatif pada kuncup terminal atau aksial meristem menjadi organ reproduktif (Owens, 1991). Pada tahap inisiasi, kuncup bunga atau buds berbentuk bulir berwarna hijau akan tumbuh pada tandan perbungaan. Kuncup-kuncup bunga akan tersusun spiral pada tangkai perbungaan. Kuncup-kuncup bunga tersebut bersifat acropetally atau tumbuh dari bawah ke atas. Tandan mempunyai pelindung (seludang/spata) bunga yang berwarna hijau. Pelindung tandan bunga pada bagian ujung membentuk sulur (Gambar 2 a).

b. Fase/ tahap perkembangan kuncup

Seiring dengan perkembangan kuncup bunga, pelindung/seludang tandan yang terletak di axil bunga akan mengering dan berubah warna menjadi coklat akhirnya rontok. Dalam perkembangan lebih lanjut, kuncup bunga akan membengkak sehingga terjadilah perubahan ukuran diameter kuncup. Warna kuncup bunga juga akan berubah dari hijau ke putih kekuningan. Pembengkakan ini menunjukkan bahwa di dalam kuncup bunga sedang berlangsung proses pembentukan dan perkembangan ovary serta alat reproduksi yaitu putik pada bunga betina, atau benang sari pada bunga jantan (Gambar 2b).

Fase perkembangan kuncup atau fase kuncup kecil merupakan fase yang paling genting bagi perkembangan bunga *Nepenthes* spp. Dalam fase ini mudah sekali terinfeksi mikroba atau dimakan oleh serangga maupun hewan tingkat tinggi lainnya. Jaringan bunga yang masih muda, seludang yang telah terbuka membuat bunga *Nepenthes* spp dalam fase ini sangat besar ancaman yang harus dihadapi. Lama fase kuncup kecil yang singkat pada bunga *Nepenthes* spp diduga merupakan strategi memperkecil resiko ancaman terhadap lingkungannya. Jika dibandingkan dengan fase-fase lainnya (fase inisiasi, fase anthesis, fase penyerbukan) maka fase kuncup kecil atau perkembangan kuncup ini selama pembungaan *Nepenthes* merupakan fase yang paling singkat 1-2 hari.

c. Fase/tahap anthesis

Stadia bunga terbuka dikenal dengan sebutan anthesis. Pada tahap anthesis ini, mahkota bunga (corolla) akan membuka terlebih dahulu, setelah itu diikuti oleh keluarnya tangkai putik pada bunga betina atau tangkai kepala sari pada bunga jantan. Bunga menjadi sangat mekar kurang lebih satu hari setelah kelopak bunga membuka. Gambar 2c, menunjukkan kuncup bunga yang sudah mencapai kemekaran maksimal. Ketika dalam tahap pembukaan bunga, organ reproduksi betina atau kepala putik akan terlihat membengkok yang menandakan organ ini

belum siap diserbuki. Sedangkan organ reproduksi jantan yaitu serbuk sari atau (polen) yang terdapat dalam kepala sari dalam bunga jantan juga belum membuka atau pecah, sehingga dalam tahap ini organ reproduktif belum siap untuk proses penyerbukan. Bunga *Nepenthes* spp adalah unisexual, artinya dalam satu bunga terdapat organ reproduktif jantan atau organ reproduktif betina saja. Fase ini pada *N. spectabilis* memerlukan waktu 2-3 hari, *N. tobaica* 1-3 hari, dan *N. robbiaensis* 1-2 hari.

d. Fase/tahap penyerbukan dan pembuahan

Dalam studi ini, tahap penyerbukan atau bertemunya benang sari (polen) dengan kepala putik (stigma) *Nepenthes* spp terjadi dua hari setelah anthesis, dimana stigma pada bunga betina sudah menunjukkan reseptif dan polen dalam bunga jantan sudah terhambur atau keluar dari anther.

Fase penyerbukan ditandai dengan mulai gugurnya mahkota bunga (jika ada), sebagai tanda telah terjadinya pembuahan (polinasi) dan awal perkembangan buah. Lama waktu yang digunakan untuk menyelesaikan fase ini, pada *N. spectabilis* 2-3 hari, *N. tobaica* dan *N. robbiaensis* yaitu 1-3 hari. Pada Gambar 2d tampak adanya serangga dari Ordo Hymenoptera yang sedang mengunjungi bunga betina untuk melakukan penyerbukan. Diduga berdasarkan bunga yang sering dikunjungi oleh beberapa jenis serangga ketika bunga mekar, maka sindrom penyerbukan bunga *Nepenthes* diperantarai oleh serangga.

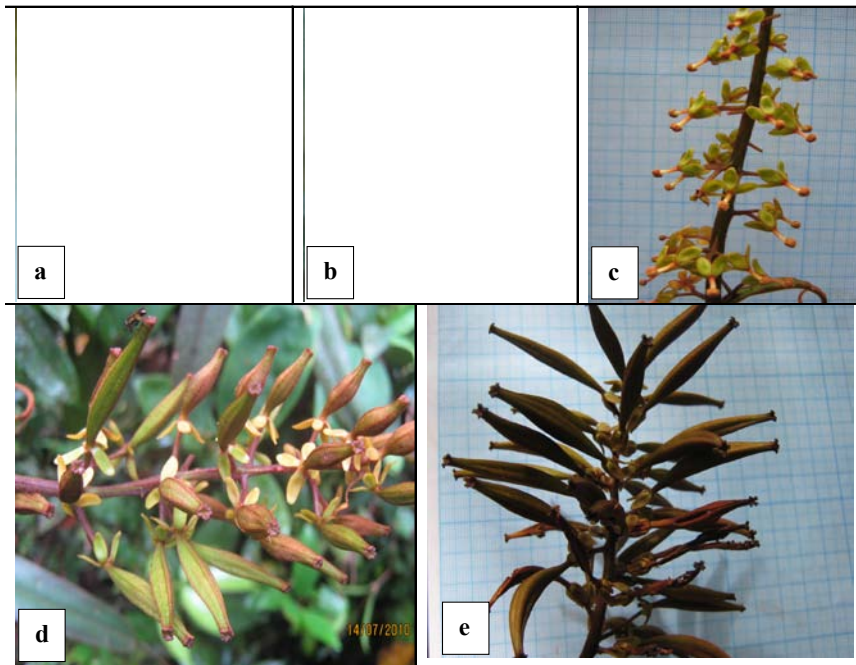
Hasil penelitian pada bunga *N. rafflesiana* di Kalimantan menunjukkan sindrom penyerbukan *Nepenthes* oleh serangga. Dua posisi kantong yang berbeda (dimorfisme) pada *Nepenthes* ternyata juga memiliki fungsi yang berbeda. Kantong *Nepenthes* yang di atas, yang terdapat pada batang yang memanjat sangat membantu penarikan serangga untuk mengunjungi bunga yang sedang mekar. Bunga *Nepenthes* mekar yang dikunjungi serangga sangat membantu sukses fertilisasi (Giusto *et al.*, 2010).

Bunga betina *Nepenthes* tidak mempunyai mahkota (corolla), tetapi hanya terdapat kelopak (calix) dan putik (stigma). Setiap satu bulir bunga berukuran 1,5-2 cm. Warna bunga oranye menyolok, berukuran kecil, dan tanpa perhiasan bunga. Bunga dengan warna menyolok merupakan ciri bunga yang secara umum diserbuki oleh serangga. Hubungan yang spesifik antara bunga dengan serangga penyerbuknya dinamakan sindrom penyerbukan (Kuchmeister *et al.*, 1997 ; Ervice *et al.*, 1999)

e. Fase/tahap perkembangan buah menuju kemasakan

Satu minggu setelah penyerbukan, benang sari dan putik umumnya sudah gugur, sehingga hanya struktur buah yang masih

berwarna hijau saja yang masih melekat pada tangkai perbungaan (inflorescence). Pada hari ke tujuh sesudah pembuahan (atau kurang lebih 2 minggu dari waktu berbunga) struktur buah akan berubah menjadi warna menjadi hijau kemerahan. Pada tahap ini, struktur buah sudah terbentuk dengan lengkap; namun ukuran buah masih sama dengan ukuran kuncup bunga semula. Buah *Nepenthes* spp berbentuk kapsul yang tersusun atas 5 karpel dan biji-biji terdapat dalam karpel. Kapsul *Nepenthes* spp sudah masak pada hari ke 14 (2 minggu) setelah putik gugur, yang ditandai dengan warna hitam kecoklatan.



Gambar 2: Fase-fase pembungaan *Nepenthes* : a. Fase inisiasi, b. Fase perkembangan kuncup, c. Fase anthesis, d. Fase Penyerbukan dan Pembuahan, E. Fase pemasakan buah

Jumlah dan Jenis Serangga Penyerbuk *Nepenthes* spp

Jenis dan banyaknya serangga yang didapat pada kantung atas, kantung bawah dan bunga yang sedang mekar sempurna pada *N. spectabilis*, *N. tobaica*, dan *N. rombicaulis* terlihat pada Tabel 1. Fenomena kesamaan dan perbedaan jenis serta jumlah serangga, pada kantung atas, kantung bawah, dan bunga dari setiap jenis *Nepenthes* sangat menarik untuk dicermati. Perbedaan jenis serta banyaknya serangga yang hadir pada kantung bawah, kantung atas, dan bunga tentunya sangat berkaitan dengan fungsi masing-masing organ tersebut.

Tabel 3:
Jenis dan Jumlah Serangga Penyerbuk Pada Kantung Atas, Kantung Bawah dan Bunga *N. spectabilis*, *N. tobaica*, dan *N. rombicaulis*

Jenis Serangga	Kantung Atas			Kantung Bawah			Bunga		
	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3
<i>Thrips hawaiiensis</i>	2	1	2	3	3	4	1	3	2
<i>Tabanus sp</i>	1	1	3	-	-	-	1	1	1
<i>Catocala sp</i>	1	2	2	-	-	-	2	2	1
<i>Bambus sp</i>	1	1	1	-	-	-	1	1	1
<i>Apis mellifera</i>	1	3	2	-	-	-	1	1	1
<i>Thipid sp</i>	3	2	2	-	-	-	2	2	3
<i>Formica sp</i>	-	-		4	3	3	1	2	2

Keterangan: N1 = *N. spectabilis*, N2 = *N. tobaica*, dan N3 = *N. rombicaulis*

Serangga yang didapatkan pada bunga dari ketiga jenis *Nepenthes* menunjukkan banyak kesamaan, namun banyaknya serangga yang mengunjungi tidaklah sama. Jenis serangga yang terjebak dalam kantung atas *Nepenthes* cenderung menunjukkan kesamaan dengan jenis serangga yang mengunjungi bunga. Fenomena kesamaan tersebut ditunjukkan baik pada *N. spectabilis*, *N. tobaica* maupun *N. rombicaulis*. Pada kantung bawah, jenis serangga yang terjebak berbeda dengan serangga yang mengunjungi bunga.

Penelitian jenis serangga penyerbuk pada *Nepenthes rafflesiana* di hutan Kalimantan yang telah dilakukan oleh (Giesto *et al.*, 2010) menunjukkan bahwa kantung atas dan bunga mempunyai kesamaan jenis serangga yang berkunjung. Sedangkan kantung bawah cenderung berbeda. Jenis serangga yang datang berkunjung ke organ kantung atas dan bunga *Nepenthes rafflesia* diantaranya dari marga : Lalat kecil, lalat besar, kupu-kupu, kumbang, lebah, tabuhan, dan semut. Jenis serangga yang datang berkenjung ke kantung bawah secara umumnya dari adalah dari marga semut dan lalat kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, F. 2002. *Kantong Semar (Nepenthes spp.) di Hutan Sumatra, Tanaman Unik yang Semakin Langka*. <http://www.LIPI.go.id>. Diakses tanggal 25 Mei 2008.
- Dafni, A. 1993. *Pollination Biology: a Practical Approach*. University Press, Oxford.
- Ervik, F., Tollsten, L. And Knudsen, T (1999). Floral Scent Chemistry and Pollination . Ecology in Phytaphantoid Palms (Arecaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 217, 279 -2097.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Giusto, B. D, Bessiere, Gueroult, M, Lim, L.B.L, Marshall, D.J, McKey, M.H, and Gaume, L. 2010. Flower-Scent Mimicry Masks a Deadly Trap in The Carnivorous Plant *Nepenthes rafflesiana*. *Journal of Ecology*. Vol.98, p 845-856.
- Kuchemeister, H., Gotsberger, I.S, and Gerhard, (1997) ; Flowering, Pollination, Nectar Standing Crops, and Nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae). an Aamazonian Rain Forest Palm. *Plant Systematic and Evolution* 206, 71-97.
- Owen, J.N. 1991. *Flowering and Seed Set*. Departement of Biology, University of Victoria, British Colombia, Canada.

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI CAMPURAN BERBAGAI JENIS BIJI-BIJIAN DAN STABILISASINYA DENGAN TEKNIK MIKROENKAPSULASI

Herla Rusmarilin

Fakultas Pertanian USU, Jl. Prof. A Sofyan No.3,
herla_surabaya@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas anti-oksidan dari ekstrak berbagai jenis tempe biji-bijian (kedelai, sorghum, millet dan jewawut) dengan menggunakan metode tiosianat. Pelarut yang digunakan adalah hexan dan etanol. Perbandingan tepung tempe dengan pelarut adalah 1:5 (b/v). Setiap perlakuan ditentukan kadar proksimatnya. Identifikasi kadar asam lemak ekstrak heksan biji-bijian dilakukan menggunakan GC dan komponen antioksidan menggunakan metode titrimetri.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa jenis perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar serat. Aktivitas antioksidan pada ekstrak heksan (Ekstrak H) tempe biji-bijian relatif lebih tinggi dibanding perlakuan penyangraian kedelai, jewawut, millet dan sorghum. Setiap jenis tempe memiliki kemampuan diatas tokoferol. Aktifitas antioksidan ekstrak heksan tertinggi diperoleh dari tempe Formulasi III dan VI, masing-masing memiliki faktor protektif sebesar 3.70 dan 3.60 kali, sedangkan α -tokoferol sebesar 1.98, sedangkan ekstrak etanol tertinggi diperoleh dari tempe Formulasi VI dan IV, masing-masing memiliki faktor protektif sebesar 5.14 dan 4,97 kali.

Total tokoferol ekstrak heksan tertinggi diperoleh dari kedelai sangrai dan millet sangrai, masing-masing sebesar 168.45 dan 114.90 mg/100 g, sedangkan total fenol ekstrak etanol diperoleh dari kedelai dan sorghum sangrai, masing-masing sebesar 593,557 dan 312,989 mg/100 g. Asam lemak hasil analisis dengan GC menunjukkan bahwa asam lemak tidak jenuh dari biji-bijian komposisinya lebih tinggi dibanding asam lemak jenuhnya, kandungan asam lemak trans relatif sangat kecil.

Pada Uji TBA, pengamatan 0 hari menunjukkan penghambatan tertinggi ekstrak heksan pada formulasi tempe III, IX dan X, sedangkan pada 7 dan 14 hari penghambatan tertinggi terdapat pada formulasi tempe IV, IX dan X. Penghambatan tertinggi ekstrak aetanol pada formulasi tempe X dan IX pada 0 hari, sedangkan pengamatan 7 dan 14

hari pada formulasi tempe IX dan II. Kadar air mikroenkapsulat adalah 2,4036% dan daya larutnya sebesar 15,303%.

Kata kunci: Ekstrak heksan, ekstrak etanol, aktivitas antioksidan.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai Negara tropik memiliki berbagai jenis tanaman yang berpotensi menghasilkan antioksidan, diantaranya adalah biji-bijian yang banyak tumbuh namun belum banyak terungkap secara luas manfaat dari biji-bijian tersebut secara optimal.

Pada umumnya tanaman memiliki kandungan antioksidan yang potensial, merupakan komponen bioaktif yang dihasilkan oleh tanaman tersebut bukan merupakan komponen utama yang digunakan untuk kebutuhan hidupnya, akan tetapi berperan sebagai anti oksidatif, anti mikroba dan merupakan metabolit sekunder, sehingga para peneliti mulai memusatkan perhatian untuk menemukan sumber-sumber antioksidan alami dari berbagai tanaman.

Penambahan kedelai pada ransum tikus dapat menurunkan kejadian tumor payudara. Genistein, sebagai antioksidan dan komponen yang terkandung pada kedelai ternyata bertanggung jawab mencegah pertumbuhan kanker payudara. Mekanisme kerja senyawa tersebut adalah menghambat pembentukan pembuluh darah baru yang esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tumor (angiogenesis).

Tokotrienol yang dikandung oleh minyak nabati terutama minyak sawit, minyak jagung merupakan komponen untuk mencegah timbulnya kanker. Perkembangan sel-sel kanker payudara terbukti mampu dihambat hampir 50% dengan dosis pemberian 180µg/ml tokotrienol dari kelapa sawit. Sedangkan minyak kedelai yang tidak mengandung senyawa tokotrienol tidak mampu menghambat perkembangan dan pertumbuhan kanker.

Anti oksidan yang terkandung di dalam biji-bijian dan biji buah markisa asam diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam menurunkan jumlah radikal bebas yang terbentuk di dalam bahan pangan maupun di dalam tubuh.

CARA KERJA

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis biji-bijian yang tumbuh di Indonesia diantaranya kedelai lokal, sorghum lokal, millet lokal, jewawut lokal, wijen lokal dan biji markisa ungu.

Bahan kimia yang digunakan H_2SO_4 pekat, $CuSO_4$, K_2SO_4 , NaOH 40%, H_2SO_4 0,02N, NaOH 0,02N, Hexan, aquades, H_2SO_4

0,255N, NaOH 0,313N, K₂SO₄ 10%, alkohol, FeCl₂, asam lemak linoleat, air bebas ion, larutan buffer Phospat pH 7, etanol, ammonium thiosianat 30%, HCl 3,5%.

Analisis yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar serat, ekstrak hexan, ekstrak etanol, komponen antioksidan metode titrimetri, GCMS, aktivitas anti oksidan metode Chen *et al*, (1996).

Persiapan Penelitian

1. Pembuatan Tepung Biji-Bijian

Masing-masing biji-bijian diberi perlakuan penyanggraian sesuai matang konsumen kemudian dikeringkan dengan oven vakum suhu 40-50°C, dihancurkan, diayak dengan ayakan 30 mesh. Selanjutnya tepung biji dikemas dan disimpan dalam desikator dan siap untuk dianalisa.

Pengukuran kadar air sampel kering ditentukan dengan metode oven (Sudarmadji, *et al.* 1984). Pengukuran kadar lemak dilakukan terhadap sampel kering dengan menggunakan aparat soxhlet (Sudarmadji, *et al.* 1984), penentuan kadar protein dengan metoda Kjeldhal (Sudarmadji, *et al.* 1984), dan penentuan kadar serat kasar (Apriyantono, *et al.* 1989).

Ekstraksi komponen anti oksidan ditentukan berdasarkan penelitian Mulyani, *et al.* (1998) dengan menggunakan pelarut heksan dan etanol. Pengujian aktivitas anti oksidan dengan metoda thiosianat dari Chen, *et al.* 1996). Penentuan asam lemak dengan metoda GC-MS dan penentuan komponen aktioksidan dengan metoda titrimetri.

Penyanggraian dilakukan dengan alat penyanggrai dari tanah liat dengan menggunakan bahan bakar arang, dijaga pada suhu 85-90°C.

2. Pengujian Aktivitas Anti Oksidan

Aktivitas anti oksidan ekstrak H dan ekstrak E dari sampel tempe diuji dengan metoda thiosianat dari Chen *et al.* (1996). Metoda ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap oksidasi dan tahap analisis. Aktivitas anti oksidan dari sampel dinyatakan sebagai periode induksi yaitu waktu (hari) yang dibutuhkan oleh sampel untuk mencapai nilai absorbansi 0.3. Selanjutnya aktivitas anti-oksidan juga dinyatakan dalam faktor protektif yaitu perbandingan periode induksi sampel dengan periode induksi kontrol.

Pengujian aktivitas antioksidan dengan metode TBA (Kikuzaki dan Nakatami, 1993) yang dimodifikasi.

3. Pembuatan mikroenkapsulasi menggunakan teknik koaservasi pemisahan fase dilakukan dengan menggunakan 5% Gelatin:CMC dengan perbandingan 6:1, pH 4,1, surfaktan Tween 20:80 (1:3) 3%

dan fixing agent formaldehid 5%, diaduk 30 menit, didinginkan sampai suhu 10°C, lalu dinaikkan pH menjadi 9 dengan penambahan NaOH 20%, encerkan dengan air bebas ion sampai 350 ml, disaring, ampas dicuci dengan akuades hingga aromanya normal, dikeringkan dengan vakum (Kristiani, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Proksimat Komponen Tempe Biji-bijian pada Berbagai Perlakuan

Analisa proksimat yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia tempe biji-bijian, yaitu campuran kedelai, sorgum, jewawut dan millet sangrai pada berbagai perbandingan. Analisis komposisi kimia pada tempe pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1:
Komposisi kimia tempe biji-bijian pada setiap perlakuan

Jenis Perlakuan K:M:S:J	Parameter				
	Kadar air	Kadar abu	Kadar protein	Kadar Lemak	Kadar Serat
TI. 12,5:25:25:37,5	5.4995	2.4366	11.1503	8.5908	5.6570
TII. 25:25:25:25	4.6906	2.2868	13.6634	10.6246	5.4361
TIII. 37,5:25:25:12,5	4.5808	2.1715	16.1673	12.3725	4.6194
TIV. 50:25:25:0	5.0685	2.0890	18.1770	14.7281	4.3078
TV. 25:12,5:25:37,5	4.2559	2.2721	14.1589	10.573	4.6306
TVI. 25:37,5:25:12,5	4.4566	2.8940	13.9091	11.1363	4.4991
TVII.25:50:25:0	3.8256	3.0644	13.6250	12.7314	4.2420
TVIII.25:25:12,5:37,5	3.9087	3.5340	14.4718	12.4925	5.2379
TIX. 25:25:37,5:12,5	3.3774	2.6556	13.6751	9.6119	5.4822
TX. 25:25:50:0	3.2805	2.3999	13.3755	7.9437	5.7006
TXI. 100:0:0:0	4.1043	1.9800	20.5992	21.9227	5.6234

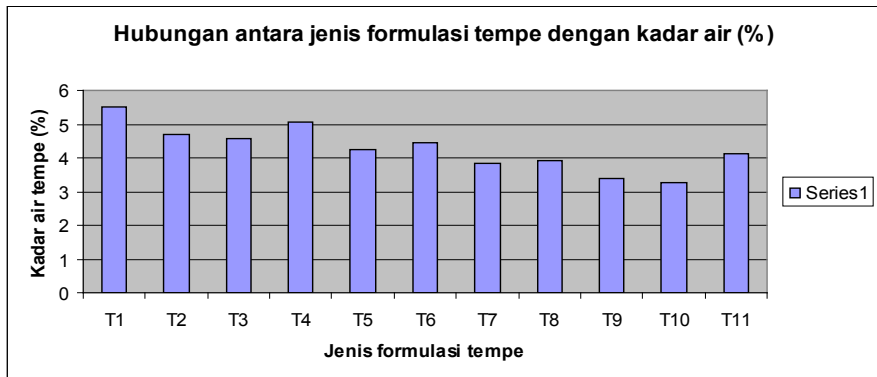
Keterangan: masing-masing perlakuan diulang 3 kali.

K = kedelai, M=millet, S=sorgum, J=jewawut, F = formulasi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jenis perlakuan tempe berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar serat. Kadar air pada bahan akan mempengaruhi komponen di dalam bahan. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan tempe I yaitu campuran kedelai:millet:sorgum:jewawut (12,5:25:25:37,5) yaitu sebesar 5.4995%, hal ini disebabkan perlakuan tempe I banyak mengandung pati (perbandingan kedelai hanya 12,5%), sehingga mempunyai kemampuan mengikat air yang relatif lebih besar secara fisik, namun mudah dihilangkan (Minhajuddin, 2005 dalam Anonimous¹, 2009).

Pada setiap perlakuan formulasi tempe ternyata mengandung nilai gizi yang relatif cukup tinggi terutama protein dan lemak, sehingga

biji-bijian dalam perlakuan ini dapat digunakan sebagai sumber protein, lemak dan kandungan gizi lainnya. Selain itu biji-bijian yang telah diberi perlakuan pemasakan ternyata tidak atau relatif sangat sedikit mengandung lemak trans, dan banyak mengandung asam lemak tidak jenuh yang penting untuk pemeliharaan kesehatan jantung.



Gambar 1. Pengaruh jenis formulasi tempe terhadap kadar air tempe
Keterangan: T = tempe

Kedelai merupakan komoditi yang memiliki banyak keunggulan, namun bisa menimbulkan gangguan pada metabolisme tubuh bila tidak ditangani dan diolah secara baik, diantaranya timbulnya bau langu, adanya anti-trypsin, maupun hemagglutinin. Kedelai merupakan sumber protein yang mendekati sempurna, karena hanya kekurangan asam amino esensial metionin dan cystein bila dibandingkan dengan pola FAO/WHO yaitu 100 mg/gN untuk metionin dan systein dan 200 mg/gN.

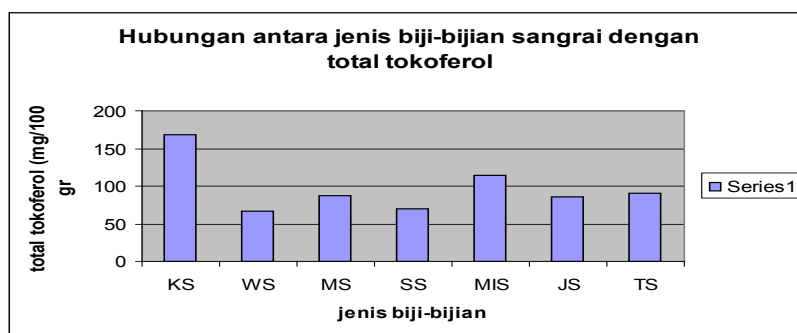
Kandungan nutrisi kedelai sedikit dibawah protein hewani (Kwon dan Song, 1996). Kedelai memiliki senyawa bioaktif yang dapat menurunkan kolesterol, anti-kanker dan penyakit kardiovaskular (tekanan darah tinggi, penyakit cerebro-vascular dan penyakit jantung koroner), sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi level kolesterol darah dalam diet adalah protein nabati, ratio asam lemak jenuh dan tidak jenuh, ratio asam lemak omega-3 dan omega-6 dan kadar serat makanan tidak larut. Oleh karena itu kedelai digunakan dalam penelitian ini., kadar protein masih tetap tinggi walaupun telah diberi berbagai perlakuan.

Kapang tempe menghasilkan enzim proteolitik dan lipolitik, dan ini menyebabkan degradasi protein dan lemak kedelai menjadi senyawa yang lebih mudah dicerna karena nitrogen terlarut menjadi meningkat dan pH tempe juga meningkat (Deliani, 2008).

Selain itu tempe mengandung berbagai vitamin penting dan selama fermentasi berlangsung kadarnya semakin meningkat. Vitamin B12 aktivitasnya meningkat hingga 33 kali, vitamin B2 aktivitasnya

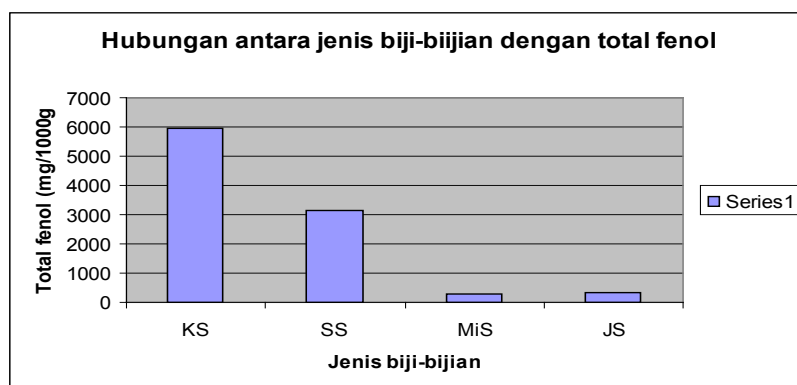
meningkat 8-47 kali, piridoksin 4-14 kali, niacin 2-5 kali, biotin 2-3 kali, asam folat 4-5 kali dan asam pantotenat 2 kali ipat (Siswono, 2003). Komponen yang dihasilkan selama proses fermentasi merupakan bentuk yang tersedia bagi tubuh. Tempe kedelai mengandung antioksidan yang bebas yaitu daidzein, glisitein, genestein dan antiokasidan faktor II (6,7,4 tri hidroksi isoflavin) yang memiliki sifat antioksidan paling kuat. Antioksidan ini disintesa pada saat terjadinya proses fermentasi kedelai menjadi tempe oleh bakteri *Micrococcus luteus* dan *Coreyne bacterium*.

Dari hasil-hasil penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kemungkinan munculnya antioksidan dari hasil fermentasi biji-bijian lain adalah cukup relevan dan ini dapat dilihat dari hasil analisis IPB bersertifikasi (Gambar 2 dan 3.).



Keterangan: KS, WS, MS, SS, MIS, JS dan TS (kedelai, wijen, biji markisa, sorgum, millet, jowawut dan teh sangrai).

Gambar 2. Hubungan antara jenis biji-bijian sangrai dengan total tokoferol

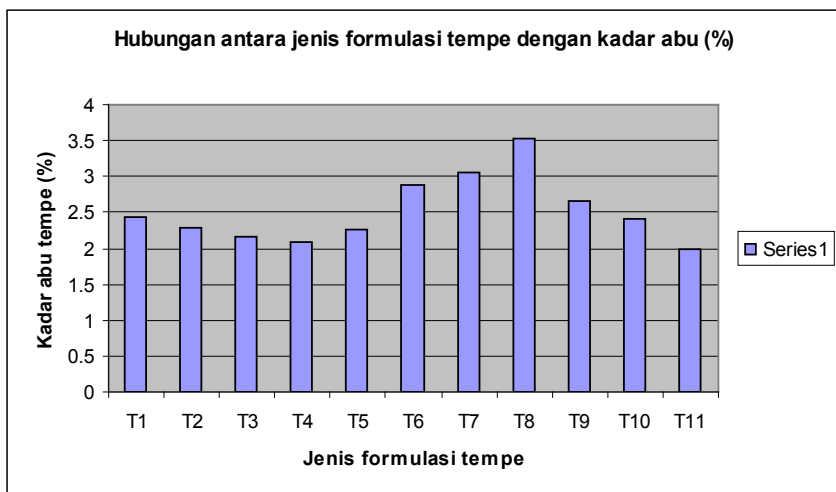


Keterangan: KS, SS, MIS, JS (kedelai, sorgum, millet dan jowawut sangrai).

Gambar 3. Hubungan antara jenis biji-bijian dengan total fenol

Dari Gambar 3 menunjukkan kedelai dan millet mengandung total tokoferol yang lebih banyak dibanding lainnya, sedangkan Gambar 4 menunjukkan kedelai dan sorgum sangrai mengandung total fenol yang lebih tinggi.

Kadar abu dari setiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0.01$). Sorgum dan biji-bijian lain kaya dengan Mg, suatu mineral yang ternyata merupakan co-faktor untuk lebih dari 300 enzim metabolisme, termasuk enzim yang terlibat pada penggunaan gula tubuh dan sekresi insulin. Menurut laporan Anonimus (2009) dengan mengkonsumsi sorgum sebanyak 100 g per hari sudah dapat memenuhi kebutuhan tubuh akan zat besi dan zink, karena masing-masing mengandung 7 mg dan 5 mg per 100 g nya.



Gambar 4. Pengaruh jenis formulasi tempe terhadap kadar abu tempe

Di negara Inggris telah diteliti bahwa wanita yang sedang mengalami awal menopause secara signifikan terhindar dari kanker payudara setelah diet yang kaya fiber dari biji-bijian utuh seperti sorgum, millet, jewawut (Cade *et al.*, 2007).

Bila dibandingkan biji sorghum tanpa perlakuan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

	Air (%)	Abu (%)	Serat (%)	Protein (%)	Lemak (%)
Biji Utuh*	10.470	1.49	2.54	9.01	3.66
Biji Rebus**	3.428	1.554	6.8380	12.1425	6.2720
Biji Kukus**	2.028	2.187	5.7240	13.4503	4.8140
Biji Sangrai**	4.249	2.628	6.3100	12.8709	5.4969

Keterangan: * Data dari Beti *et al.* (1990)

** Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Pangan, USU, hasil perebusan dan pengukusan dikeringkan dalam oven vakum.

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa pada berbagai perlakuan ternyata sorgum masih dapat memberikan kontribusi yang cukup baik terhadap nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh.

Sorghum yang digunakan pada penelitian adalah sorghum yang dibudidayakan di Sumatera Barat mempunyai nama ilmiah *Sorghum bicolor* (L) Moench. Nama lainnya adalah *Holchus sorghum* L, *Andropogan sorghum* (L) Bot, Sifat biji sorgum, Laimeheriwa (1990) melaporkan bahwa di antara kulit biji sorgum dan daging biji dilapisi oleh lapisan testa termasuk pada bagian kulit biji dan lapisan aleuron termasuk pada bagian dari daging biji, jaringan kulit biji terikat erat oleh daging biji (lapisan semen), oleh karena itu pada perlakuan penyangraian kulit biji sulit dipisahkan dari dagingnya.

Sorghum merupakan sumber KH yang cukup potensial karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi yaitu sekitar 73%. Namun masalah utama penggunaan biji sorgum sebagai bahan pangan adalah karena kandungan tanin yang cukup tinggi yaitu mencapai 0.40-3.60% (Rooney dan Sullines, 1977). Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan proses fermentasi menggunakan kapang laru tempe agar dihasilkan senyawa antioksidan bebas yang memiliki berat molekul rendah, terbukti hasil aktivitas antioksidan pada perlakuan pemasakan biji-bijian relatif lebih rendah dibanding perlakuan fermentasi tempe.

Jika dibandingkan dengan bahan makanan lain seperti jagung, beras, terigu, kedelai dan kacang tanah, sorgum megandung leusin, valin, fenilalanin, asam glutamat, alanin dan tirosin yang relatif tinggi (Beti, *et al.* 1990), sorgum juga mengandung amilopektin yang tinggi dalam pati sorgum (Sirappa, 2003). Bentuk tempe akan memberikan daya cerna dan penyerapan nutrisi yang relatif tinggi. Jika dilihat dari kandungan nutrisinya, sorghum mengandung protein yang relatif lebih tinggi dari beras, jagung atau gandum.

Millet, sorgum dan jewawut mengandung serat tidak larut yang tinggi, sehingga dapat membantu wanita terhindar dari gallstone (telah dipublikasikan pada *American Journal of Gastroenterology*). Para peneliti telah membuktikan bahwa serat tidak larut tidak hanya memberikan waktu transit yang pendek pada usus (makanan dengan cepat bergerak melalui usus), tetapi juga mengurangi sekresi asam-asam empedu, meningkatkan sesnsitivitas insulin dan menurunkan trigliserida (lemak darah), oleh karena itu sorgum, millet dan jewawut dapat digunakan sebagai sumber serat yang tidak larut (The Food Meteljan Foundation, 2009).

Lemak biji-bijian ternyata mengandung asam lemak trans yang relatif sangat rendah, mengandung asam lemak jenuh yang lebih rendah, namun mengandung asam-asam lemak tidak jenuh yang relatif tinggi

(Tabel 2), sehingga sangat baik untuk mempertahankan dan meningkatkan kesehatan tubuh.

Tabel 2:
Sifat fisiko-kimia pada minyak biji-bijian sangrai

Perlakuan	Kedelai	Sorgum	Millet	Jewawut	Wijen	Biji Markisa
Bilangan Yodium	122.29	120.78	136.18	140.47	109.29	141.12
Bilangan penyabunan	192.69	193.33	192.39	192.52	192.35	192.86
SFA	13.54%	13.52%	9.90%	11.19%	15.96%	11.36%
MUFA	36.30%	35.67%	24.34%	17.82%	42.93%	14.61%
PUFA	50.16%	50.82%	65.76%	70.99%	42.11%	74.03%

Keterangan: Hasil analisis di Laboratorium kimia MIPA menggunakan Gas chromatography

Dari Tabel diatas menunjukkan bahwa biji markisa dan jewawut mengandung asam lemak tidak jenuh relatif tinggi dibanding biji yang lain. Asam lemak tidak jenuh mempunyai efek penurunan terhadap kandungan kolesterol serum, sehingga dapat menetralkan efek negatif sterol di dalam tubuh (Wikipedia, 2009).

2. Analisis Aktivitas Antioksidan Ekstrak Heksan dan Etanol pada Berbagai Jenis Perlakuan Formulasi Tempe dengan Metode Tiosianat

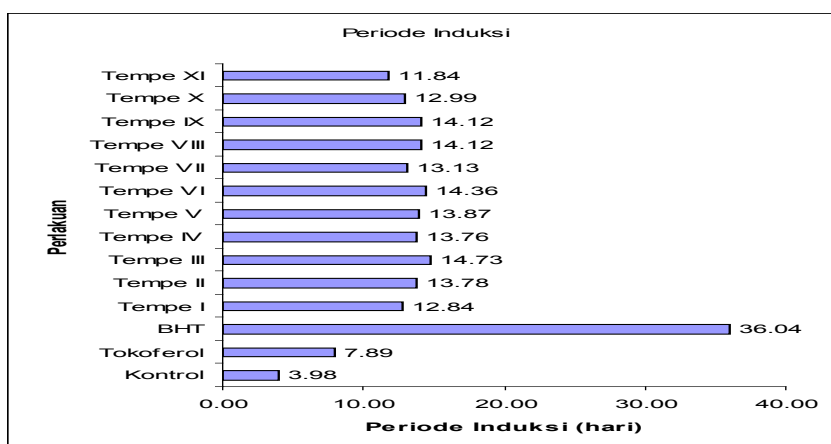
Pengujian aktivitas antioksidan dengan metode tiosianat adalah untuk mengukur nilai peroksidanya dengan menggunakan tiosianat sebagai indikator warna. Senyawa peroksida sebagai produk hasil oksidasi lipida akan mengoksidasi ferro menjadi ferri. Ferri dan tiosianat membentuk warna merah.

Pengukuran aktivitas antioksidan berdasarkan seberapa kuat kemampuan antioksidan yang ditambahkan dapat mereduksi atau menghambat hasil-hasil dari oksidasi asam lemak linoleat.

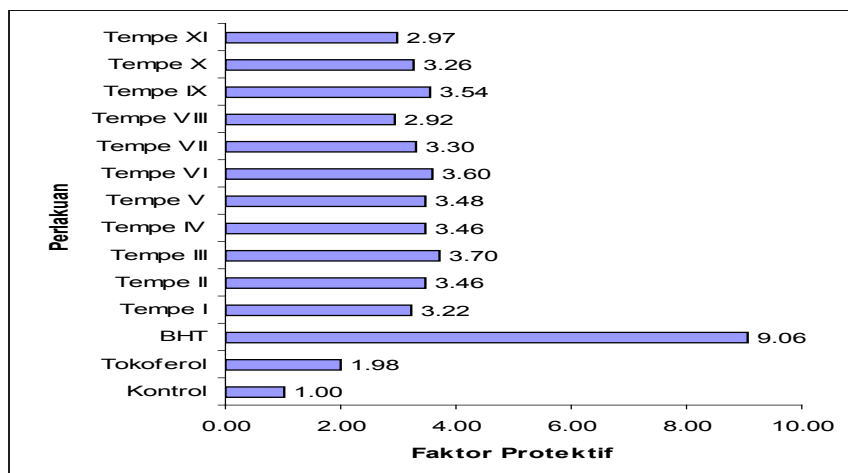
Hasil uji aktivitas antioksidan dari ekstrak H dan E tempe biji-bijian yang diuji menunjukkan bahwa nilai absorbansi yang dicapai ekstrak H tempe biji-bijian, tokoferol, sebagian berada dibawah 0.3, hanya BHT sampai dengan pengamatan hari ke 14 masih berada dibawah 0.3. Dari persamaan regresi linier diperoleh nilai periode induksi berturut-turut : kontrol< tokoferol<tempeFXI<FI<FX<FVII<FII<FV<FIX<FVIII< FVI< FIII< BHT (Gb 5). Diantara formulasi tempe pada penelitian ini, tempe F6 memberikan periode induksi selama 27.32 hari.

Sebagai pembanding digunakan tokoferol (antioksidan alami) dan BHT (antioksidan sintetis). Ekstrak heksan tempe biji-bijian pada penelitian ini memberikan pengaruh antioksidasi yang lebih tinggi dari pada tokoferol, tetapi lebih kecil daripada BHT.

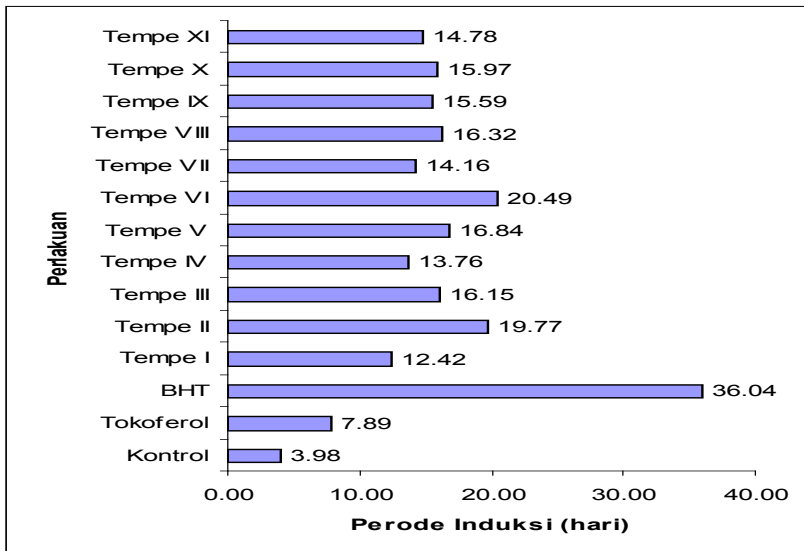
Sampel dengan nilai absorbansi dibawah 0.3 menunjukkan bahwa jumlah hidroperoksida yang terbentuk selama reaksi oksidasi juga rendah. Pada metode tiosinat dinyatakan bawa nilai absorbansi 0.30 menunjukkan batas tertinggi jumlah hidroperoksida yang terbentuk selama reaksi oksidasi asam linoleat berlangsung. Diatas nilai 0.30 senyawa antioksidan tidak mampu lagi menghambat oksidasi asam linoleat. Pada kondisi ini seluruh asam linoleat yang ada dianggap sudah rusak.



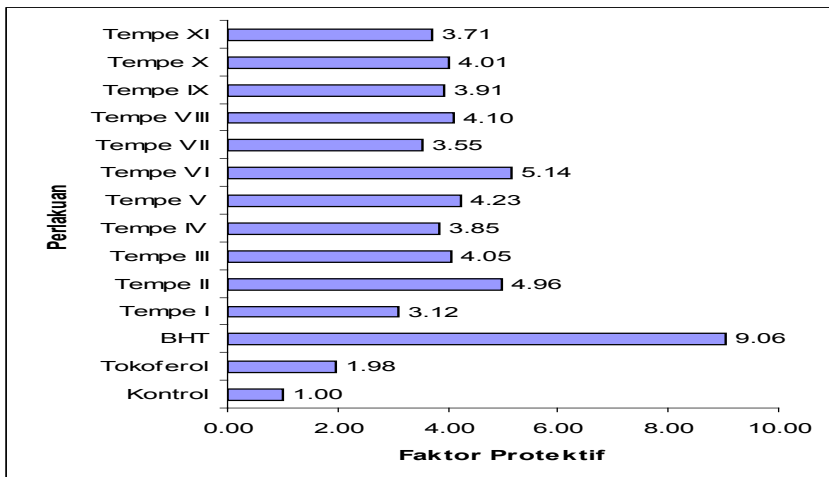
Gambar 5: Periode Induksi Aktivitas Antioksidan Ekstrak H Tempe Biji-bijian



Gambar 6: Faktor protektif aktivitas antioksidan ekstrak H tempe Biji-bijian



Gambar 7. Periode Induksi aktivitas antioksidan ekstrak E Tempe Biji-bijian



Gambar 8. Faktor Protektif Aktivitas Antioksidan Ekstrak E Tempe Biji-bijian

Ekstrak heksan dari tempe formulasi III (F3: kedelai: millet :sorgum: jewawut =37,5:25:25:12,5) memberikan faktor protektif (FP) yang relatif tinggi dibanding formulasi lain, yaitu sebesar 3,7 kali lebih kuat dibandingkan tokoferol (FP=1,98) atau sekitar 40.8399% dibanding BHT, yang artinya masih lebih lemah dibandingkan BHT.

Ekstrak Etanol, tempe formulasi VI (F6: kedelai: millet:sorgum:jewawut =25:37,5:25:12,5) memiliki Periode Induksi Yang paling tinggi dibanding biji lain pada penelitian ini, tetapi masih lebih rendah dari BHT yaitu selama 20,49 hari dan memiliki kemampuan 5,14 kali lebih kuat dibanding antioksidan yang lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.

Pada uji total fenol, kedelai sangrai mengandung total fenol yang relatif tinggi dibanding yang lain yaitu sebesar 5935.57 mg/1000 g ekstrak E (hasil analisis Laboratorium Analisis IPB, sertifikasi), sedangkan tertinggi kedua adalah sorgum sangrai yaitu sebesar 3129.89 mg/1000 gram. Total tokoferol ekstrak heksan tertinggi diperoleh dari kedelai sangrai dan millet sangrai, masing-masing sebesar 168.45 dan 114.90 mg/100 g. Pada uji aktivitas antioksidan tempe kedelai menempati urutan terakhir (paling rendah) dibanding formulasi tempe yang lain, hal ini menunjukkan campuran dari berbagai biji-bijian ternyata dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada setiap perlakuan.

Kedelai mengandung tiga (3) jenis isoflavon yaitu daizein, glisitein, genistein dan faktor 2 (6, 7, 4 trihidroksi isoflavon). Faktor II merupakan antioksidan paling kuat dibanding isoflavon pada kedelai. Antioksidan ini disintesis pada saat terjadinya proses fermentasi kedelai menjadi tempe oleh bakteri *Micrococcus luteus* dan *Corynebacterium*. Penelitian yang dilakukan di Universitas North Carolina Amerika Serikat menemukan bahwa genestein dan fitoestrogen pada tempe ternyata dapat mencegah kanker prostate dan payudara (Wikipedia, 2009).

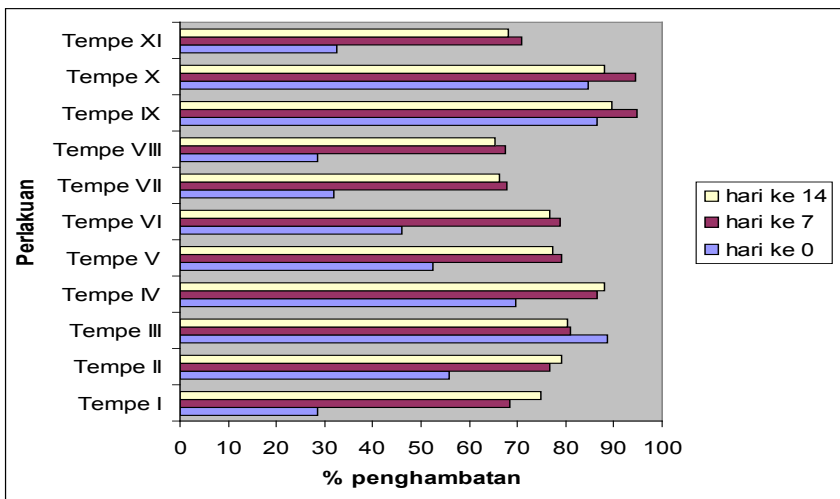
Sorgum mengandung senyawa fenol yaitu asam ferulat dan polifenol yang banyak terdapat pada lapisan aleuron yang berguna untuk kesehatan yaitu sebagai anti-kanker dan kemampuannya dalam menurunkan kolesterol darah. Dari penelitian mahasiswa IPB membuktikan bahwa dengan mengkonsumsi sorgum indeks glicemic pada tikus percobaan memberikan hasil yang rendah yaitu sebesar 44.69 % sehingga baik untuk penderita diabetes, sedangkan percobaan dengan tikus membuktikan bahwa tikus yang mengkonsumsi sorgum mempunyai sel-sel imun 3.3 samai 3.4 kali lebih aktif mempebanyak diri, mempunyai kapasitas antioksidan hati 30% lebih tinggi, dan aktivitas enzim-enzim antioksidan hampir 2 kali lebih tinggi (Anonimus 2009).

Dari hasil penelitian ini juga membuktikan bahwa aktivitas antioksidan tempe formulasi seluruhnya memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding bahan bakunya (setelah perlakuan pemasakan).

3. Aplikasi Antioksidan dalam Sistem Pangan dengan Uji TBA

Oksidasi lemak yang ditambahkan dalam analisis akan dihambat oleh antioksidan dalam ekstrak tempe. Dengan terjadinya oksidasi akan terbentuk hidropersoksida yang selanjutnya terdekomposisi membentuk

senyawa aldehida, terutama malonaldehid. Malonaldehid adalah salah satu TBARS (TBA-reactive trikloro asetat) yang utama dan akan membentuk warna merah bila bereaksi dengan TBA. Semakin tinggi intens oksidasi maka jumlah TBRAS yang terbentuk semakin tinggi. Adanya ekstrak sampel ternyata dapat menurunkan jumlah TBRAS kontrol. Aktivitas antioksidan ekstrak dinyatakan sebagai persen penghambatan yang nilainya berbanding terbalik dengan jumlah TBRAS yang terbentuk. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Ktivitas antioksidan ekstrak heksan tempe dengan Uji TBA

Dari Gambar 9 menunjukkan bahwa pada 0 hari tempe formulasi III, IX dan X memiliki persen penghambatan relatif lebih tinggi dibanding tempe yang lainnya, sedangkan pada 7 dan 14 hari tempe formulasi IV, IX dan X memiliki persen penghambatan relatif lebih tinggi dibanding tempe yang lainnya. Terdapat kecenderungan adanya peningkatan aktivitas antioksidan ekstrak H dengan semakin lama penyimpanan. Walaupun pada uji tiosinat tempe IX dan X memberikan aktivitas yang lebih rendah, namun uji TBA menunjukkan penghambatan yang lebih tinggi. Menurut Nawar (1985), sukrosa dan protein dapat menjadi komponen pengganggu dalam uji TBA, sukrosa akan memberikan warna merah bila bereaksi dengan TBA dan malonaldehid dapat bereaksi dengan protein, sehingga malonaldehid yang bereaksi dengan TBA akan berkurang. Diperlukan kajian lebih lanjut untuk menjelaskan fenomena ini.

4. Mikroenkapsulasi Menggunakan Teknik Koaservasi Kompleks

Kadar air mikroenkapsulat adalah 2,4036% dan daya larutnya sebesar 15,303%. Hasil mikroenkapsulasi dengan teknik koaservasi diperlukan penambahan Tween 40, agar tidak terjadi agregasi selama proses. Sedangkan fixing agent dilakukan untuk memperkeras dinding mikroenkapsulat yang terbentuk, dan mengikat inti secara lebih permanen. Penambahan formaldehid diharapkan tidak memberikan efek toksik setelah mengalami pencucian 3-5 kali.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar serat.

Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh dari Ekstrak H tempe formulasi III, sedangkan ekstrak E diperoleh dari tempe formulasi VI. Perlakuan penempahan ternyata mengandung anti-oksidan yang relatif lebih tinggi.

Aktivitas antioksidan dengan Uji TBA diperoleh dari ekstrak H pada tempe formulasi IX, X dan IV, ekstrak E pada tempe formulasi IX dan II pada hari ke 14.

Hasil uji komponen antioksidan yang dianalisis Laboratorium Analisa Kimia IPB dengan sertifikasi menunjukan bahwa total tokoferol tertinggi terdapat pada kedelai sangrai dan millet sangrai, dan terendah pada wijen sangrai, sedangkan total fenol terdapat pada kedelai sangrai dan sorgum sangrai.

Semua perlakuan mengandung asam lemak tidak jenuh yang relatif tinggi, dan kandungan asam lemak transnya relatif sangat sedikit, sehingga sangat baik bila digunakan dalam diet manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2009. Antisipasi El Nino Dengan Sorgum. <http://wargahijau.org>.
- Bailey G.S. and Williams D.E., 1993. Potential mechanisms for food-related carcinogens and anticarcinogens. *J.Food Tech.* (2) : 105-118.
- Bakan, J.A., 1986. Mikroenkapsulasi. Di dalam : Rachman L, Lieberman, H.A, Kangs J.L (ed) : *Teori dan Praktek Farmasi Industri*. UI Press, Jakarta.
- Barik B.R., Kundu A.B and Dey A.K., 1987. Two phenolic constituents from *Alpina Galanga* rhizomes. *J. Pergamon* : 2126-2127.

- Beti, Y. A., A. Ispandi dan Sudariono. 1990. Sorgum Monografi No. 5. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Malang. 25 Halaman.
- Cade J. E., Burley V.J and Greenwood D.C. 2007. Dietary Fiber and Risk of Breast Cancer in The U.K. Women's Cohort Study. Int. Journal Epidemiol. PMID. 17251246
- Greenwald P., 1996. Chemoprevention of cancer. J.Sci.Amer. (9): 96-99.
- Handi, S., 1997. Mikroenkapsulasi campuran ekstrak kulit dan buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia swingle*) serta aplikasinya pada teh celup, Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Hammerschmidt, P.A. dan Prat, D.E., 1978. Phenolic antioxidant of dried soybeans. J. Food Sci. 43:556
- Hariyadi, P. 2005. Lebih Sehat Dengan Sereal. Departement of Food Science and Technology, IPB. http://web.ipb.ac.id/pubde_ntrtnhlth_sereal.php.
- Hodgson E., 1987. Metabolism of toxicants. Di dalam : Modern Toxicology. Eds : Hodgson E. and Levi PE, Elsevier, NY.AMS London. 51-84.
- Jackson, L and K Lee., 1991. Mikroenkapsulation and Food Industry. Lebenson Wiss-u. Technol. 24 : 289-297.
- Kim, Y.D. and C.V. Morr, 1996. Microencapsulation properties of gum arabic and several food protein, spray dried orange oil emulsion particels. J. Agric. Food Chem. 44 : 1314-1320.
- King, A.H., 1995. Encapsulation food ingredient. A Review of Available Technology. Focusing on Hydrocolloids. J. American Society.
- Knightly, W.H., 1991. Encapsulation Techniques. Di dalam : Hui, Y.H. (ed) Encyclopedia of Food Science and Technology Vol.2. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Kristiani, S., 1997. Studi Mikroenkapsulasi dan Stabilitas Minyak Kaya Asam Lemak Gamma Linolenat dari Kapang *Mortiriella*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Kwon T.W. and Song Y.S. 1996. The Role of Soybean Oriental Food Systems. Proceedings of The Second International. Soybean Processing and Utilization Conference. Edotor: Alex Buchanan. Funny Publishing Limited Paartnership, Thailand.
- Laimeheriwa, J. 1990. Teknologi Budidaya Sorgum. Balai Informasi Pertanian, Departemen Pertanian, Irian Jaya.

Prosiding Seminar Nasional Biologi:

"Meningkatkan Peran Biologi dalam Mewujudkan *National Achievement with Global Reach*"

- Murakami, A., H. Ohigashi, and K. Koshimizu, 1996. Antitumor promotion with food phytochemicals : a strategy for cancer chemoprevention. *J. Biosci. Biotech. Biochem.* 60 (1) : 1-8.
- Niwa, Y. 1997. *Free Radicals Invite Death*. Personal Care Co., LTD, Tokyo.
- Sahidi, F. 1997. *Natural Antioxidants. Chemistry, Health Effects, and Applications*. AOAC Press, Champaign, Illinois.
- Sirappa, M. P., 2003. *Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia sebagai Komoditi Alternatif untuk Pangan, Pakan dan Industri*, *Jurnal LIT-BANG Pertanian* 22(4): 133-140.
- Smith, J., 1991. *Food Additive User's Handbook*. Blackie and Son Ltd. London.
- The George Meteljan Foundation. 2009. *Food Advisor: Millet*. . <http://Whfoods.org>.
- Wikipedia, 2009. Tempe. <http://id.wikipedia.org/wiki/tempe>.
- Zakaria, F.R., D. Ratih, Y. Sedarnawati, 1996. *Prosiding Seminar Senyawa Radikal dan Sistem Pangan; Reaksi Biomolekuler, Dampak terhadap Kesehatan dan Penangkalan*. PAU Pangan dan Gizi-IPB, Bogor.

PENGARUH EKSTRAK DAUN MAHONI (*Swietenia mahagoni Jacq*) TERHADAP LALAT BUAH (*BACTROCERA SPP.*) DALAM UPAYA MENDAPATKAN INSEKTISIDA NABATI

Muhammad Zaidun Sofyan

Abstrak

Penelitian tentang Pengaruh Ekstrak Daun Mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*) terhadap Lalat Buah (*Bactrocera spp.*) dalam Upaya Mendapatkan Insektisida Nabati telah dilakukan pada bulan oktober 2010 di laboratorium pribadi dan kebun jambu biji di desa Tanjung Anom Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang Propinsi Sumatera Utara. Penyemprotan *Bactrocera spp* dilakukan pada konsentrasi ekstrak daun mahoni 10%, 5%, 2,5%, dan Kontrol (Akuades). Tiap perlakuan diulang 3 kali, dan masing-masing disemprot 5 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun mahoni memiliki efek sebagai insektisida terhadap *Bactrocera spp* dengan nilai LC50 2,423%.

Kata kunci: Insektisida nabati, *Bactrocera spp.*, LC50.

PENDAHULUAN

Lalat buah merupakan salah satu hama utama yang menyerang komoditas hortikultura di seluruh dunia. Di Indonesia hama ini menyerang sayuran dan buah-buahan. Cabai, mangga, belimbing, semangka, jambu merupakan komoditas yang banyak diserang (Susanto, 2010). Lebih kurang 75% tanaman buah-buahan dapat diserang oleh hama lalat buah (Sutrisno, 1991). Kalshoven (1981) dalam Bangun (2009) menyatakan bahwa salah satu hama yang menyerang tanaman jeruk adalah lalat buah (*Bactrocera spp.*). Tobing *et al.* (2007) menyatakan bahwa lalat buah (*Bactrocera dorsalis*) kebanyakan aktif pada pagi hari. Pasaribu *et al.* (2007) menyatakan lalat buah (*Bactrocera dorsalis* Hendell) merupakan hama potensial dalam menurunkan produksi tanaman cabai merah. Kuswadi (2001) menyatakan klasifikasi terakhir yang ditemukan oleh Drew pada tahun 1989 ternyata lalat buah yang banyak di Indonesia adalah jenis *Bactrocera sp.* Vargas *et al.* (2005) dalam Susanto (2010) menyatakan hama ini menjadi *key pest* pada buah-buahan di seluruh dunia. Fletcher (1987) dalam Almahdy (2008) menyatakan fakta di lapangan menunjukkan bahwa kerusakan buah markisah di Alahan Panjang diperkirakan mencapai 40%.

Usaha untuk mengatasi serangan lalat buah diantaranya dengan teknik jantan mandul, umpan protein, atraktan dan insektisida (Rouse *et al.*, 2005 dalam Susanto, 2010). Penggunaan insektisida sintetik telah terbukti dapat menimbulkan dampak negative terhadap keadaan lingkungan biotic. Insektisida yang digunakan dapat menimbulkan residu dalam tanah, air, udara, tanaman, dan residu pestisida di lingkungan kerja Oginawati (2005) dalam Soemirat (2005). Selanjutnya Rejesus (1986); Stoll (1988); Thamrin dan Asikin (2005) menyatakan bahwa kebanyakan pestisida sintetik memiliki sifat non spesifik, yaitu tak hanya membunuh jasad sasaran tetapi juga membunuh organisme lain dan penggunaannya sering menimbulkan masalah seperti pencemaran lingkungan, keracunan terhadap manusia dan hewan peliharaan dan dapat mengakibatkan resistensi bagi hama serangga.

Penggunaan insektisida sintetik dalam pengendalian hama perlu dicari penggantinya. Alternatif yang perlu dikembangkan adalah produk alam hayati yang berspektrum sempit terhadap organism sasaran. Balfas (1994); Mudjiono *et al.*(1994) menyatakan bahwa untuk mengurangi frekuensi penggunaan pestisida sintetik salah satunya adalah menggantinya dengan pestisida dari bahan nabati, karena beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bagian tanaman ada yang bersifat toksik terhadap hama.

Insektisida nabati ekstrak biji mahoni efektif untuk mengendalikan hama perusak daun (*Spodoptera litura f*) dan hama penghisap buah lada (*Dasynus piperis*) (Annonim, 2009). Natawigena (2000) menyatakan air rebusan biji mahoni (*Swietenia macrophylla*) di daerah Lebak, Jawa Barat, sering digunakan untuk mengendalikan hama kepinding tanah (*Scotinophara cinerea*) dan walang sangit (*Leptocorixa acuta*) pada tanaman padi.

Insektisida nabati yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak daun mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*). Daun tanaman ini mudah didapat dan belum banyak informasi tentang penggunaannya sebagai insektisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun mahoni terhadap mortalitas Lalat Buah (*Bactrocera spp*).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan oktober 2010 sampai selesai di laboratorium pribadi dan kebun jambu biji yang terdapat di desa Tanjung Anom Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang Propinsi Sumatera Utara.

Bahan yang digunakan daun mahoni dan Aquades. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan elektrik,

gelas ukur 100 dan 250 ml, mortar, botol plastic 600 ml, saringan teh dan Hand sprayer dengan ukuran nozzle 0,541 ml/semprotan.

Ditimbang daun mahoni sebanyak 30 gram, diblender sampai halus, lalu ditambahkan akuades sampai volume 300 ml (larutan 10% ekstrak daun mahoni), dibiarkan selama 6 jam, dan kemudian disaring. Untuk pembuatan larutan 5 % diambil 100 ml larutan 10 % dan ditambah 100 ml akuades. Sedangkan untuk pembuatan larutan 2,5 % diambil larutan ekstrak daun mahoni 5% sebanyak 100 ml dan ditambahkan akuades sebanyak 100 ml.

Aplikasi di Lapangan

Bactrocera spp langsung ditangkap di lapangan dengan menggunakan kantong plastik, kemudian dimasukkan kedalam botol plastik, tiap botol diisi 8 ekor, dan tiap perlakuan di ulang tiga kali. Penyemprotan *Bactrocera spp* dilakukan pada konsentrasi ekstrak daun mahoni 10%, 5%, 2,5%, dan kontrol (akuades). Tiap perlakuan diberikan 5 kali semprotan, dan diamati sampai di dapat mortalitas *Bactrocera spp* 100% dengan interval pengamatan setiap 5 menit..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji ekstrak daun mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*) terhadap mortalitas *Bactrocera spp* terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1:
Persentase mortalitas *Bactrocera spp* pada beberapa konsentrasi ekstrak daun Mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*).

Konsentrasi ekstrak (%)	Persentase mortalitas pada menit ke-					
	5	10	15	20	25	30
0	0	0	0	0	0	0
2,5	20,83	29,17	33,33	37,5	45,83	79
5	33,33	45,83	66,66	70,83	79,16	88
10	50	62,5	62,5	70,83	83,33	100

Keterangan: Jumlah sampel tiap kelompok 24 ekor.

Hasil pengamatan terhadap persentase mortalitas *Bactrocera spp* terdapat pada table 1 yaitu pada konsentrasi ekstrak 10% terjadi mortalitas 100%, ekstrak 5% terjadi mortalitas 88%, ekstrak 2,5% terjadi mortalitas 79%, dan konsentrasi 0% tidak terjadi mortalitas pada semua *Bactrocera spp* selama pengamatan sampai menit ke- 30. Hal ini menunjukkan bahwa semua konsentrasi ekstrak daun mahoni yang digunakan dapat menyebabkan terjadinya mortalitas pada *Bactrocera spp*.

Tabel 2:
Hasil uji antar perlakuan konsentrasi ekstrak daun mahoni
(*Swietenia mahagoni Jacq*) dan waktu

Perlakuan	Notasi
Konsentrasi	
0 (akuades)	a
2,5%	b
5%	c
10%	c
Waktu	
5	a
10	a
15	ab
20	ab
25	ab
30	b

Hasil analisis data dengan SPSS 13 menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak mahoni yang digunakan mempunyai pengaruh mortalitas yang berbeda sangat nyata yaitu antara konsentrasi 2,5% dan 5%, sedangkan antara konsentrasi 5% dan 10% tidak berbeda nyata. Hasil analisis terhadap waktu yang digunakan menunjukkan antara 5 menit dengan 30 menit berbeda sangat nyata, dan antara waktu pengamatan 10 menit dengan 30 berbeda nyata terhadap mortalitas *Bactrocera spp.*.

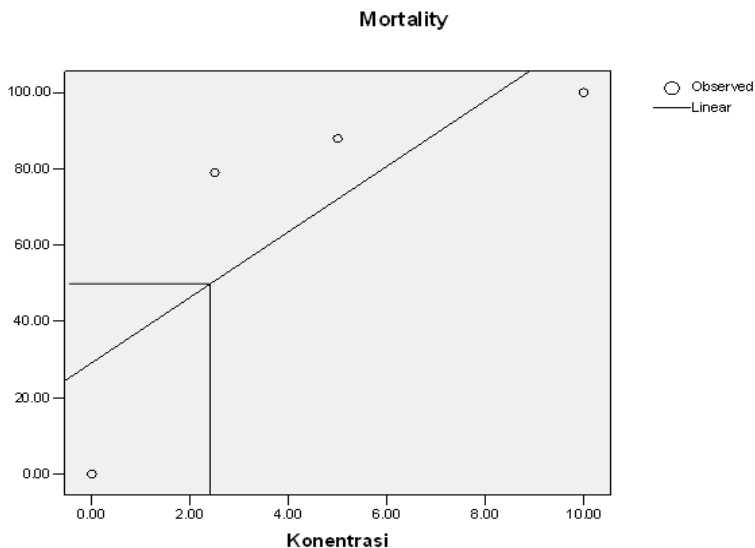
Sumitra *et al.* (2006) dalam Sahgal *et al.* (2009) menyatakan ekstrak biji mahoni mengandung alkaloid, terpenoid, antraquinones, cardiac glikosida, saponin, dan minyak atsiri sebagai unsur aktif utama. Hariana (2007) dalam Lumban Raja (2008) menyatakan biji mahoni mengandung saponin dan flavonoid. Karimah (2006) dalam Sinaga (2009) menyatakan saponin dan flavonoid berfungsi sebagai *larvasida*. Herbert (1995) menyatakan flavonoid berfungsi sebagai insektisidal.

Saponin adalah glikosida, yaitu metabolit sekunder yang banyak terdapat di alam, terdiri dari gugus gula yang berikatan dengan aglikon atau sapogenin. Senyawa ini bersifat *racun* bagi *binatang berdarah dingin*. Oleh karena itu dapat digunakan untuk pembasmi hama tertentu (Anonim, 2010). Suparjo (2010) menyatakan saponin merupakan senyawa metabolit sekunder yang umumnya ditemukan pada tanaman dikotil dan berperan sebagai bagian dari sistem pertahanan tanaman dan termasuk kedalam kelompok besar molekul pelindung tanaman yang disebut *Phytoanticipins* atau *Phytoprotectans*. Saponin diketahui mempunyai efek sebagai antimikroba, menghambat jamur dan melindungi tanaman dari serangan serangga. Liener (1969) dalam Kuntari (2008) menyatakan senyawa saponin mempunyai efek menghambat kerja enzim khemotripsin, kholinesterase dan preoteinase.

Terhambatnya kerja enzim kolinesterase akan menyebabkan paralisis spastik otot yang akhirnya dapat menimbulkan kematian cacing.

Kandungan metabolit sekunder yang lain yang terdapat pada mahoni adalah flavonoid. Sastrohamidjojo (1985) dalam Nurhayati *et al.* (2006) menyatakan senyawa metabolit sekunder yang bersifat polar adalah flavonoid dan alkaloid, sedangkan senyawa yang bersifat nonpolar adalah terpenoid dan steroid. Wikipedia (2010) menyatakan bahwa flavonoid merupakan pigmen yang paling penting untuk menghasilkan warna bunga kuning, merah dan biru. Mereka juga melindungi tanaman dari serangan oleh mikroba dan serangga. Lenny (2006) menyatakan sejumlah flavonoida mempunyai rasa pahit sehingga dapat bersifat menolak sejenis ulat tertentu. Scheuer (1994) dalam Nurhayati *et al.* (2006) menyatakan bahwa adanya flavonoid dalam lingkungan sel menyebabkan gugus OH- pada flavonoid berikatan dengan protein integral membran sel. Hal ini menyebabkan ter bendungnya transport aktif $\text{Na}^+ - \text{K}^+$. Transpor aktif yang berhenti menyebabkan pemasukan ion Na^+ yang tidak terkendali ke dalam sel, hal ini menyebabkan pecahnya membran sel. Pecahnya membran sel inilah yang menyebabkan kematian sel.

Hasil pengamatan pengaruh ekstrak daun mahoni dari menit ke 5 sampai menit ke 30 menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap persentase mortalitas lalat buah (*Bactrocera spp.*). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan jumlah toksik yang terdapat pada masing-masing ekstrak daun berbeda, sehingga infiltrasi zat toksik terhadap *Bactrocera spp* juga berbeda.



Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi ekstrak daun mahoni dengan persentase mortalitas *Bactrocera spp.*

Hasil uji statistik dengan program SPSS 13 (*Statistical Product and Service Solutions*) didapatkan persamaan garis linier $Y = 8,583X + 29,2$ (Gambar 1), ini berarti nilai LC50 untuk ekstrak daun mahoni adalah 2,423%. Ariens (1986) dalam Astuti (2004) menyatakan penelitian pengujian tingkat toksik suatu bahan biasanya dinyatakan dalam Lethal Dose-50 (LD50) untuk bahan yang bersifat padat, sedangkan uji toksisitas dengan menggunakan bahan toksik cair yang mengukur besarnya dosis atau konsentrasi sehingga dapat membunuh 50 % hewan uji disebut dengan Lethal Concentration-50 (LC50). Bila suatu zat yang mempunyai waktu paruh biologi yang sangat tinggi diberikan pada organisme dalam jangka waktu yang lama, dengan sendirinya dapat terjadi akumulasi dalam organisme pada konsentrasi yang rendah. Ini terjadi terutama pada zat yang lipofil dan sulit dibiotransformasi seperti DDT, aldrin, dieltrin, atau turunan difenil terklorinasi. Soemardji et al. (2002) dalam Susetyarini (2007) menyatakan penentuan LD50 merupakan tahap untuk mengetahui keamanan bahan yang akan digunakan manusia dengan menentukan besarnya dosis yang menyebabkan kematian 50% pada hewan uji setelah pemberian dosis tunggal. LD50 bahan obat mutlak harus ditentukan karena nilai ini digunakan dalam penilaian rasio manfaat (khasiat) dan daya racun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa ekstrak daun mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*) dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Nilai LC50 untuk ekstrak daun mahoni adalah 2,423%.

Saran

Saran perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kandungan kimia ekstrak daun mahoni, rasa jambu biji dan pengaruhnya terhadap predator lalat buah (*Bactrocera spp.*) dan formulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almahdy, A., 2008, Efikasi Bergapten Sebagai Pestisida Botani Baru, Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi, Vol. 13, No. 1, 2008, Fakultas Farmasi Universitas Andalas.
- Annonim, 2009, Insektisida Nabati Biji Mahoni, *leaflet* Insektisida Ramah Lingkungan dari Uppm Politeknik Negeri Lampung. <http://blog.unila.ac.id/redha/2009/09/14/insektisida-nabati-ekstrak-biji-mahoni/>.

- Annonim, 2010, Saponin Untuk Pembasmi Hama Udang, *Download* oktober 2010, [http://124.40.249.124/intranet/delayota%20e-books%20Lainnya/delayota%20e-books%20for%20Others/IPTEK%20\(perikanan_pertanian_peternakan_dsb\)/budidaya%20perikanan/deptan/saponin_basmi_hama_udang.pdf](http://124.40.249.124/intranet/delayota%20e-books%20Lainnya/delayota%20e-books%20for%20Others/IPTEK%20(perikanan_pertanian_peternakan_dsb)/budidaya%20perikanan/deptan/saponin_basmi_hama_udang.pdf)
- Astuti, D., 2004, Uji Toksisitas Limbah Cair Msg (Mono Sodium Glutamat) Terhadap Ikan Nila (*Tillapia Nilotica*) Di Palur Karanganyar, *Infokes Vol 8 No 1 Maret – September 2004*.
- Balfas, R. 1994. Pengaruh Ekstrak Air Dan Etanol Biji Mimba Terhadap Mortalitas Dan Pertumbuhan Ulat Pemakan Daun Handeuleum, *Doleschalia polibete*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. p. 203-207.
- Bangun,D.A., 2009, Kajian Beberapa Metode Perangkap Lalat Buah (Diptera, Tephritidae) Pada Pertanaman Jeruk Manis (Citrus Spp.) Di Desa Sukanalu Kabupaten Karo, Departemen Ilmu Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, USU-Medan.
- Kuntari, T., 2008, Daya Antihelminik Air Rebusan Daun Ketepeng (*Cassia Alata* L) Terhadap Cacing Tambang Anjing In Vitro, *Jurnal Logika*, Volume 5-Nomor 1-Agustus 2008
- Kuswadi, 2001. Panduan Lalat buah *Bractocera* sp. Di Lapangan. Panduan Teknis.
- Lenny, S, 2006, Senyawa Flavonoida, Fenil Provanoida, dan Alkaloida, Karya Ilmiah,
- Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Lumban Raja,L., 2008, Uji Efek Ekstrak Etanol Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni Jacq*) Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Tikus Putih, *skripsi* Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara-Medan.
- Mudjiono, A., Suyanto dan W. Prihayana. 1994. Kemampuan Insektisida Nabati,
- Mikroba Dan Kimia Sintetis Terhadap Ulat *Plutella xylostella*,Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. p. 86-90. Direktorat Perlindungan Tanaman, Jakarta.

- Natawigena, W.D., 2000, Beberapa Kendala Dalam Memproduksi Pestisida Nabati, Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UNPAD, (Disajikan dalam Seminar Nasional 'PHT Promo 2000' tanggal 29 Juni 2000).
- Nurhayati,A.P,D., N. Abdulgani, dan R. Febrianto, 2006, Uji Toksisitas Ekstrak *Eucheuma Alvarezii* terhadap *Artemia Salina* sebagai Studi Pendahuluan Potensi Antikanker, *Akta Kimindo Vol. 2 No. 1 Oktober 2006: 41– 46*, Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Pasaribu,O.B.M., R. Astuti, Azwana, Maimunah, dan H. Zahara, 2007, Pengaruh Metil Eugenol dari Bahan Tanaman Selasih Terhadap Perkembangan Populasi Serangga pada Tanaman Cabe Merah Organik, *Balai Besar Karantina Tumbuhan Belawan 20414, Telah Diseminarkan Pada Temu Teknis Pejabat Fungsional Non Peneliti. Bogor, 21-22 Agustus 2007*.
- Rejesus, B.M. 1986. Botanical Pest Control Research in the Philippines. University of Philippines, Los Banos. 30 pp.
- Sahgal, G.,S.Ramanathan, S.Sasidharan, M.N. Mordi, S. Ismail, dan S.M. Mansor, 2009, Phytochemical and antimicrobial activity of *Swietenia mahagoni* crude methanolic seed extract, *Tropical Biomedicine* 26(3): 274–279 (2009).
- Sinaga,R., 2009, Uji Efektivitas Pestisida Nabati Terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera, Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.), *skripsi* Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara-Medan.
- Soemirat, J.,2005, Toksikologi Lingkungan, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Stoll, G. 1988. Natural Crop Protection, Best On Local Farm Resource in the Tropics And Subtropics. Margraf Publishers. F.R.Germany. 187 pp.
- Suparjo, 2010, Saponin: Peran dan Pengaruhnya bagi Ternak dan Manusia, Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Jambi., download Oktober 2010, <http://jajo66.files.wordpress.com/2008/06/saponin.pdf>
- Susanto,A., 2010, Pengendalian Lalat Buah yang Ramah Lingkungan, http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/05/pengendalian_lalat_buah_yang_ramah_lingkungan1.pdf

- Susetyarini,E, 2007, Pengaruh Dekok Daun Beluntas Terhadap Ld 50 (Toksitas Akut) Tikus Putih Jantan (*Ratus Norwegicus*), Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sutrisno,S., 1991, Current Fruits Fly Problems in Indonesia. Proceeding of International Symposium on The Biology and Control of Fruits Flies. Okinawa-Japan 2-4 September 1991.
- Tobing, M.C., Marheni, Mariati, dan R., Sipayung, 2007, Pengaruh Metil Eugenol dalam Pengendalian Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis*) pada Pertanaman Jeruk, Jurnal Natur Indonesia 9 (2): 127 – 130 ISSN 1410-9379, Keputusan Akreditasi No 55/DIKTI/Kep./2005.
- Thamrin, M, S. Wahyuono, S. Asikin, P. Astuti dan G. Alam. 2005.Penelusuran Dan Identifikasi Senyawa Aktif Dari *Eleocharis Dulcis* Sebagai Attraktan Serangga Penggerek Batang Padi Putih. Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Patisipatif.
- Wikipedia, 2010, Flavonoid, download oktober 2010, <http://en.wikipedia.org/wiki/Flavonoid>.

UJI INFEKTIVITAS *Fusarium sp* PADA TIGA KELAS UMUR DAN LETAK TITIK INFEKSI PADA TANAMAN GAHARU (*Aquilaria malaccensis* Lamk.)

Nelly Anna, Edi Batara M.S., dan Evalina Herawati

Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, USU

e-mail: coto_nena1006@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas infeksi *Fusarium sp.* pada umur 2, 3, dan 4 tahun serta untuk mengetahui letak titik inokulasi *Fusarium sp.* (batang bagian bawah, tengah dan atas) yang terbaik untuk diinfeksi pada tanaman gaharu. Penelitian dilaksanakan di Desa Pekan Bahorok, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, yang dilaksanakan pada bulan Juni–Nopember 2010. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode suntik dengan inokulan cair. Parameter yang diamati adalah persentase infeksi dan besar infeksi selama 6 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase infeksi dengan letak titik infeksi batang bagian atas, tengah dan bawah terinfeksi sebesar 100%. Letak titik infeksi batang bagian bawah memberikan besar infeksi yang efektif dari batang bagian tengah dan atas. Tanaman gaharu berumur 4 tahun lebih efektif untuk diinfeksi dengan *Fusarium sp.* daripada umur 2 tahun dan 3 tahun.

Kata kunci: Infektivitas, kelas umur, letak titik inokulasi, *Fusarium sp.*, Gaharu

PENDAHULUAN

Tanaman gaharu merupakan salah satu jenis tanaman andalan kehutanan yang memiliki fungsi ganda yaitu fungsi ekonomi dan fungsi ekologi. Gaharu adalah produk Hasil Hutan Bukan Kayu dalam bentuk gumpalan, serpihan atau bubuk yang memiliki aroma keharuman khas yang bersumber dari kandungan bahan kimia berupa resin (α - β oleoresin). Gaharu terbentuk dalam jaringan kayu, akibat tanaman terinfeksi penyakit cendawan (fungi) yang masuk melalui luka batang.

Terjadinya luka pada pohon dapat mendorong munculnya proses penyembuhan yang akan menghasilkan gaharu. Penelitian Litbang Kehutanan dan lembaga riset lainnya menunjukkan bahwa gaharu timbul disebabkan oleh terjadinya infeksi yang dialami tanaman penghasil gaharu tersebut. Sementara ini diketahui ada beberapa jenis mikroba

penyakit pembentuk gaharu dari berbagai wilayah sentra produksi antara lain: *Fusarium* sp., *Phitium* sp., *Botrydiplodia* sp., *Cystosphaera* sp., *Thielaviopsis* sp., *Libertella* sp., *Trichoderma* sp., dan *Scytalisium* sp (Sumarna, 2002).

Komoditas gaharu telah cukup lama dikenal masyarakat secara umum. Beberapa jenis tanaman gaharu yang dikenal antara lain *Aquilaria malaccensis*. *A. malaccensis* sangat terkenal karena memiliki aroma yang sangat khas yang pada umumnya banyak dimanfaatkan untuk bahan wewangian dan kosmetik serta pewangi ruangan. Selain itu, secara klinis juga dapat bermanfaat sebagai obat-obatan, antara lain obat penghilang stress, gangguan ginjal, hepatitis, sirosis, pembengkakan liver dan ginjal, reumatik, kanker, malaria dan radang lambung.

Kabupaten Langkat, tepatnya di Jalan Ampera, Desa Pekan Bahorok, salah satu daerah di Sumatera Utara, memiliki kondisi alam yang baik sehingga sangat potensial dan mempunyai prospek cerah di masa yang akan datang untuk pengembangan tanaman gaharu.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas infeksi *Fusarium* sp. pada umur 2, 3, dan 4 tahun serta untuk mengetahui letak titik inokulasi *Fusarium* sp. (batang bagian atas, tengah dan bawah) yang terbaik untuk diinfeksi pada tanaman gaharu.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Pekan Bahorok, Kabupaten Langkat, Propinsi Sumatera Utara. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bor kayu, spidol permanen, cat, kapas, alkohol, lilin malam, meteran. Bahan yang digunakan adalah tanaman *A. malaccensis* dan isolat *Fusarium* sp. yang berasal dari Laboratorium Bioteknologi Hutan, Departemen Kehutanan Universitas Sumatera Utara.

Pelaksanaan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode inokulasi dengan inokulan cair. Teknik inokulasi menggunakan inokulan cair dilaksanakan pada 5 tanaman gaharu secara acak untuk tiap kelas umur yaitu 2, 3, dan 4 tahun. Tiap tanaman gaharu dibagi menjadi 3 bagian (atas, tengah dan bawah). Tiap bagian tanaman gaharu dibuat 5 lubang. Jarak lubang pertama adalah 20 cm dari permukaan tanah. Jarak antar lubang ke lubang lainnya adalah 10 cm. Mata bor dan lubang bor disterilkan dengan alkohol. Lubang bor dibuat pada tiap sepertiga lingkaran pohon. Disuntikkan inokulan cair ke dalam lubang bor. Lubang ditutup dengan menggunakan "lilin malam".

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial. Faktor perlakuan yang digunakan adalah:

Faktor A: Kelas umur

A1: 2 tahun

A2: 3 tahun

A3: 4 tahun

Faktor B: Letak infeksi

B1: atas

B2: tengah

B3: bawah

Parameter Pengamatan

(1) Persen infeksi, diamati setelah 1-2 bulan proses inokulasi.

$$\% \text{ Infeksi} = \frac{\sum \text{tanaman yang terinfeksi}}{\sum \text{tanaman}} \times 100\%$$

(2) Besar infeksi, dihitung dengan cara mengukur perkembangan gejala pada titik infeksi dengan menggunakan alat ukur/penggaris. Besar infeksi diamati pada bulan ke-2 setelah inokulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan di lapangan, masyarakat memiliki 2 (dua) teknik inokulasi yaitu: menyayat kulit batang pohon gaharu dengan arah memanjang ke bawah dan teknik bor. Metode dengan menyayat kulit batang tanaman gaharu dapat menyebabkan tanaman terkontaminasi dengan masuknya patogen yang tidak diinginkan. Sementara teknik bor lebih aman, karena ditutup dengan lilin malam agar tidak terkontaminasi sehingga memiliki hasil produksi gaharu yang lebih baik.

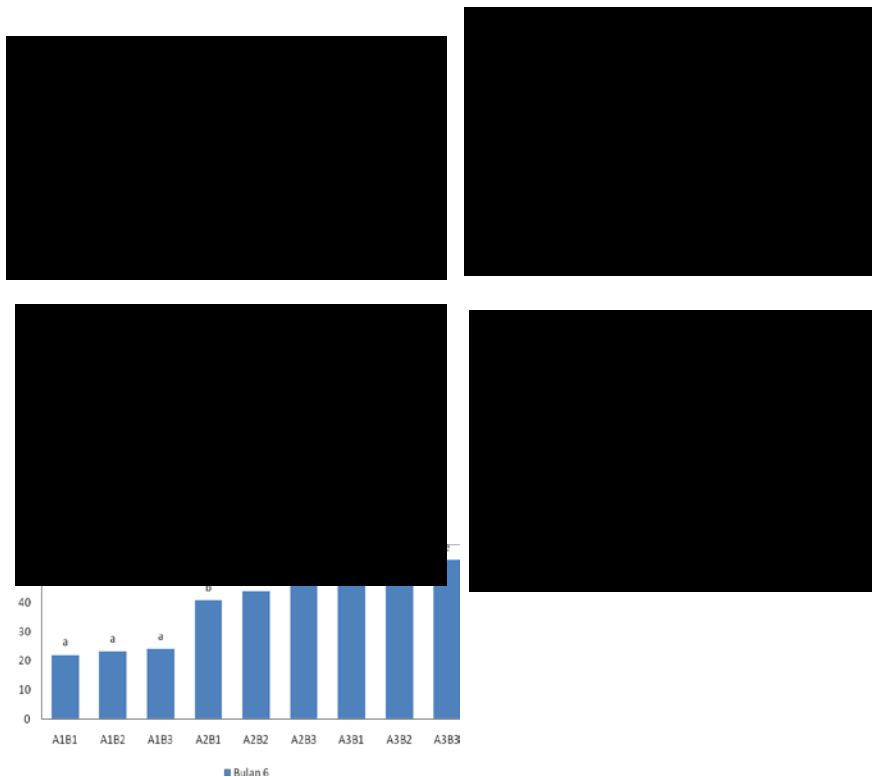
Persentase Infeksi

Data persentase infeksi yang diperoleh setelah 1 bulan inokulasi pada waktu yang bersamaan pada setiap kelas umur tanaman pada tiga bagian batang tanaman yaitu atas, tengah dan bawah adalah sebesar 100%. Situmorang (2007) menyatakan bahwa produksi gubal gaharu mulai terbentuk setelah satu bulan dilakukan inokulasi. Pemanenan gubal gaharu akan dilakukan mulai dari 3, 4, 5 bulan sampai waktu lebih lama setelah bioproses gaharu. Kualitas gubal gaharu yang dihasilkan sangat berbanding lurus dengan lamanya bioproses, artinya semakin lama bioproses semakin tinggi kualitas dan kuantitas gubal yang dihasilkan. Bagian batang tanaman yang terinfeksi terlihat berwarna kecoklatan. Hal

ini menunjukkan bahwa ada perkembangan *Fusarium* sp. pada tanaman gaharu. Tanaman gaharu yang terinfeksi akan mengalami gangguan fisiologis. Tarigan (2004) menyatakan bahwa gangguan fisiologis pada tanaman gaharu pada saat terbentuknya gubal dapat dilihat secara fenotif pada tanaman tersebut. Adapun tanda-tanda telah terbentuknya gubal antara lain: daun pada tajuk menguning secara bertahap, tanda ini relatif sama dengan adanya gangguan penyakit. Daun yang menguning mulai rontok, ranting kehilangan daun dan mulai mengering serta proses pertumbuhan terhenti.

Besar Infeksi

Data besar infeksi diperoleh dari pengamatan yang dilakukan pada setiap bulan. Dari grafik dapat dilihat perubahan besar infeksi yang terjadi pada setiap bulan.



Gambar 1: Rata-rata besar infeksi mulai bulan ke-2 sampai bulan ke-6

Penyebaran infeksi yang terjadi berbeda-beda pada setiap pohon. Hal ini dipengaruhi oleh letak titik infeksi dan perbedaan kelas umur. Hasil pengamatan dari bulan ke-2 sampai bulan ke-6 dapat dilihat bahwa besar infeksi yang terbesar terdapat pada letak titik batang bagian bawah sedangkan besar infeksi yang terkecil terdapat pada batang bagian atas. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Sumadiwangsa dan Zulnely (1999) yang menyatakan bahwa gaharu terbentuk pada cabang, akar dan batang, tetapi gubal gaharu terbentuk dengan baik pada batang bagian tengah sampai ke bagian bawah. Penyebaran infeksi adalah besarnya infeksi yang terdapat pada bagian tanaman yang terserang oleh jamur patogen sehingga menyebabkan terganggunya aktivitas dari bagian tanaman. Abadi (2003) menyatakan bahwa jamur patogen dapat masuk ke dalam bagian tanaman melalui luka, lubang alami seperti mulut kulit atau langsung menembus permukaan tumbuhan yang utuh.

Pengamatan perubahan warna kayu dilakukan dengan menyayat kulit batang setebal 3 cm lebih hingga terlihat bagian jaringan kayu yang telah terinfeksi dan mengalami perubahan warna. Perubahan warna jaringan kayu terutama di sekitar lubang inokulasi terjadi karena adanya pelukaan dan infeksi. Apabila dibandingkan dengan jaringan kayu pada tanaman yang sehat (tidak terinfeksi), jaringan kayunya berwarna putih kuning muda dan berubah warna sesaat karena adanya getah pohon dan oksidasi yang terjadi. Tetapi pada tanaman gaharu yang terinfeksi, jaringan kayu akan berubah warna coklat muda, coklat tua (gelap) dan bahkan pada tingkat infeksi lanjut akan menunjukkan warna hitam atau kehitaman yang permanen. Hal ini menyebabkan tanaman memproduksi metabolit sekunder yang terakumulasi pada jaringan kayu. Luka pada batang akibat pengeboran dapat merangsang sistem pertahanan tanaman akan menyebabkan tanaman memproduksi metabolit sekunder, berupa resin. Secara genetik sudah terdapat pada beberapa jenis penghasil tanaman gaharu, tetapi aktivitas resin ini baru bisa dipacu dengan adanya perlakuan eksternal yaitu pelukaan dan adanya jamur patogen yang sesuai (Hartal, dan Anwar, 2007)

Sumarna (2002) menyatakan infeksi yang disebabkan jamur mengakibatkan sumbatan pada penyaluran makanan sehingga menghasilkan suatu zat phytalyosin sebagai reaksi dari infeksi patogen. Akibat dari infeksi tersebut, sistem fisiologi tanaman menjadi terganggu dan secara visual dapat dilihat pada daerah yang terinfeksi berwarna coklat sampai hitam dan memiliki aroma yang wangi.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa *Fusarium* sp. dapat bekerja dengan baik untuk menginfeksi tanaman *Aquilaria malaccensis*. Keberadaan inokulum patogen menjadi sangat penting dalam perkembangan penyakit karena inokulum merupakan cikal bakal terjadinya suatu penyakit tumbuhan. Rukmana dan Saputra (1997) menyatakan tidak semua inokulum mampu melakukan infeksi pada tanaman, hanya inokulum patogen berpotensi untuk menginfeksi

tumbuhan. Inokulum memiliki mekanisme bertahan, misalnya dorman pada kondisi inang dan atau lingkungan yang kurang sesuai. Inokulum adalah struktur dari patogen yang dapat menimbulkan infeksi.

KESIMPULAN

Persentase infeksi dengan letak titik infeksi batang bagian atas, tengah dan bawah adalah sebesar 100%. Letak titik infeksi batang bagian bawah memberikan besar infeksi yang efektif dari batang bagian tengah dan atas. Besar infeksi tertinggi terdapat pada tanaman umur 4 tahun dengan letak titik infeksi batang bagian bawah sedangkan besar infeksi terendah terdapat pada tanaman umur 2 tahun dengan letak titik infeksi batang bagian atas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, L.A. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Banyumedia Publishing. Malang
- Hartal dan G. Anwar. 2007. Jurnal Imu-Ilmu Pertanian Indonesia. Edisi Khusus No. 3. Teknologi peningkatan kualitas kayu gubal gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) di kawasan pesisir Bengkulu dengan inokulasi jamur penginduksi resin. http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:a_nyfZnjZ3QJ:bdpunib.org/jipi/artikeljipi/edkhus2/464.pdf+jurnal+penelitian+gaharu&hl=id&gl=id&sig=A_FQjCNE0PGH8ZG1De3CiV3jYX0b20_E8-w Dikutip tanggal 10 November 2009. Pukul 12.00 Wib.
- Rukmana, R dan S. Saputra. 1997. Penyakit Tanaman Dan Teknik Pengendalian. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Situmorang, Jonner. 2009. Upaya peningkatan produksi gaharu. Menuju Produksi Gaharu Secara Lestari. <http://gaharulestari.blogspot.com/2009/02/menuju-produksi-gaharu-secara-lestari.html>. Dikutip tanggal 10 November 2009. Pukul 12.00 Wib.
- Sumarna, Y. 2002. Budidaya Gaharu. Cetakan ke – 4. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suwadiwangsa, S dan Zulnely. 1999. Catatan Mengenai Gaharu Di Kalimantan Timur dan Nusa Tenggara Barat. Info Hasil Hutan Badan Penelitian Kehutanan dan Perkebunan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor. Hal:80-90.
- Tarigan, K. 2004. Profil Pengusahaan (Budidaya) Gaharu. Pusat Bina Penyuluhan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.

SEED GERMINATION RESISTANCE OF ACASIA (*Acacia nilotica*)

Suji Hartini

Abstract

The objectives of this research were to study (1). Influence of salinity concentration (AL), allelopathy of alang-alang and sereh wangi to seed germination of *A. nilotica* and (2). Interaction influence allelopathy of alang-alang (AL), sereh wangi (SR) and Salinity concentration (AL) to germination of *A. nilotica*.

Method used in examination of germination is Completely Randomize Design (CRD) in factorial pattern with two factor. The first factor is salinity with 6 concentration level (AL0%, AL20%, AL40%, AL60%, AL80%, and AL100%). The second factor is allelopathy alang-alang and sereh wangi with 6 concentration level (AA0%, AA20%, AA40%, AA60%, AA80%, AA100% and SR0%, SR20%, SR40%, SR60%, SR80% and SR100%). The second factor is intensity with 3 intensity level (NG55%, NG65%, and NG75%). Data analysed by ANOVA and if there are influence of treatment hence will be continued with test DUNCAN and LSD.

Result of research indicate that (1). Single factor of salinity, and extract of sereh wangi effective obstruction germination of seed *A. nilotica* with concentration 40%-100%. But do not that way the things of with alang-alang extract, (2). There are effect is strengthening (sinergic) between treatment combination of alang-alang extract and salinity concentration, and also sereh wangi extract and salinity concentration to seed germination of *A. nilotica*. The best of obstruction effect is combination AL 100% and AA 100%, and also AL 100% and SR 100%. Obstruction effect reach 90%.

PENDAHULUAN

Akasia (*Acacia nilotica* (L.) Willd. ex. Del, merupakan spesies berduri, tumbuhan ini awalnya ditemukan di barat daya Queensland Australia, dengan laju penyebaran sangat mengkhawatirkan, hal yang sama terjadi di Taman Nasional Baluran Jawa Timur (Brenan dalam Djufri, 2004a; BTNB, 1999). Akasia tersebar luas di Afrika tropika dan subtropika (Reynolds & Carter, 1990).

Invasi *A. nilotica* telah menyebabkan terdesaknya berbagai jenis rumput sebagai komponen utama penyusun padang rumput Baluran.

Rumput sebagai sumber pakan utama satwa telah bergeser keberadaannya oleh *A. nilotica*, sehingga satwa mencari alternatif pakan lain. Salah satunya adalah daun dan biji *A. nilotica*. Namun sebagai sumber pakan utama, rumput tetap tidak dapat tergantikan (Sabarno, 2002; Djufri, 2002; Djufri, 2004b; Djufri dan Setiadi, 2004). Fenomena ini menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem di Taman Nasional Baluran, sehingga menyebabkan berkurang dan menyusutnya pakan utama bagi herbivora. Kondisi ini bila tidak tertangani secara baik, maka pada gilirannya menyebabkan terancamnya kehidupan satwa di kawasan ini (Djufri, dkk., 2005). Kehadiran *A. nilotica* di Taman Nasional Baluran Jawa Timur dipandang sebagai gulma sudah sangat mengkhawatirkan, sebab telah menjadi ancaman bagi kelestarian komunitas padang rumput di daerah tersebut. Oleh karenanya, sudah mendesak untuk ditangani. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan cara memutus siklus hidupnya, yaitu dengan menghambat perkecambahan dan pertumbuhan anakan *A. nilotica*.

Penelitian ini berupaya untuk mengungkapkan sifat fisiologis *A. nilotica* sebagai spesies yang bersifat sangat invasif di komunitas padang rumput Taman Nasional Baluran Jawa Timur. Kehadirannya akan menurunkan luas daerah *feeding ground* dari banteng, rusa dan herbivora lainnya. Bila tidak diantisipasi segera akan menurunkan kualitas ekosistem di kawasan ini secara keseluruhan.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi dan menghentikan meluasnya invasi *A. nilotica* agar penyebarannya tidak bertambah luas, namun sampai saat ini upaya tersebut belum memberikan hasil secara optimal. Oleh karena itu, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah meneliti secara mendalam tentang aspek fisiologi tumbuhan *A. nilotica*, sehingga siklus hidupnya dapat diputus, misalnya mencegah pertumbuhan pada level biji, sebab biji merupakan miniatur dari kehidupan organisme. Bila kita dapat memutus rantai siklus hidup *A. nilotica* maka regenerasinya dapat dicegah, dan pada gilirannya pengaruh invasi spesies tersebut terhadap kelestarian komunitas padang rumput Baluran dapat diatasi.

Salah satu cara untuk menghambat pertumbuhan biji adalah dengan memberikan zat penghambat tumbuh berupa alelopati dari alang-alang (*Imperata cylindrica*), sereh wangi (*Cymbopogon nodus*) dan air laut. Pemberian alelopati dan air laut memberikan pengaruh yang bervariasi tergantung susunan kimia dan spesies tanaman. Peningkatan konsentrasi alelopati berkorelasi dengan kemampuan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Wattimena, 1988).

Selain itu perkecambahan dan pertumbuhan juga dapat dihambat dengan pemberian naungan. Radiasi matahari merupakan faktor penting bagi tanaman. Energi matahari mempunyai tiga efek penting dalam

proses fisiologi tanaman, yaitu (a) Efek panas yang mempengaruhi pertukaran panas jaringan dan lingkungan, proses transpirasi, respirasi, reaksi biokimia dalam fotosintesis dan metabolisme lainnya, (b). Efek fotokimia yaitu fotosintesis, (c). Efek morfogenik yang berperan dalam regulasi dan stimulan dalam berbagai proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Pitono *et al.*, 1996). Junawati dan Muhammad (1997) menambahkan bahwa pengaruh intensitas penyinaran terhadap pertumbuhan tanaman lebih besar dibandingkan pengaruh perubahan mutu penyinaran.

Untuk merealisasikan tujuan tersebut di atas maka dipandang perlu dilakukan suatu penelitian, dan pada kesempatan ini diajukan judul penelitian **“PENGHAMBATAN PERKECAMBAHAN BIJI AKASIA (*Acacia nilotica*) DENGAN ZAT PENGHAMBAT TUMBUH”**.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk; Membuktikan pengaruh perlakuan air laut, ekstrak alang-alang dan ekstrak sereh wangi terhadap perkecambahan biji *A. nilotica*, serta interaksinya.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel biji dilakukan di Taman Nasional Baluran Banyuwangi Jawa Timur, dan penelitian laboratorium dilakukan di Program Studi Analisis Lingkungan Jurusan Biologi FMIPA IPB Bogor.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji *A. nilotica* yang diambil dari lapangan yaitu di Taman Nasional Baluran Banyuwangi Jawa Timur, air laut, alang-alang, sereh wangi, cawan petri, kertas merang, gelas ukur, blender, aquades dan botol untuk menyimpan larutan stok, jeregen, lat kayu, termometer, jangka sorong, lux meter, kamera digital, timbangan digital, cangkul, tempayan, polibag, hand sprayer, paranet dan mikroskop.

Rancangan percobaan yang digunakan untuk pengujian perlakuan terhadap perkecambahan biji *A. nilotica* adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor yang dimaksud adalah air laut (AL), ekstrak alang-alang (AA) dan ekstrak serai (SR) masing-masing 6 taraf yaitu 0%, sebagai kontrol, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Larutan 100% diperoleh dari pembuatan ekstrak 1: 5 (aquades : alang-alang/ sereh) Setiap perlakuan dilakukan 5 ulangan. Kombinasi yang dicobakan untuk perkecambahan adalah antara air laut dengan ekstrak alang-alang, dan air laut dengan ekstrak sereh wangi. Data dianalisis dengan ANOVA dan untuk menguji pengaruh antar perlakuan menggunakan uji DUNCAN dan BNJ. (Steel & Torrie, 1980; Vincent, 1991; Mattjik dan Sumertajaya, 2000; Ali Hanafiah, 2001; dan Santoso, 2004).

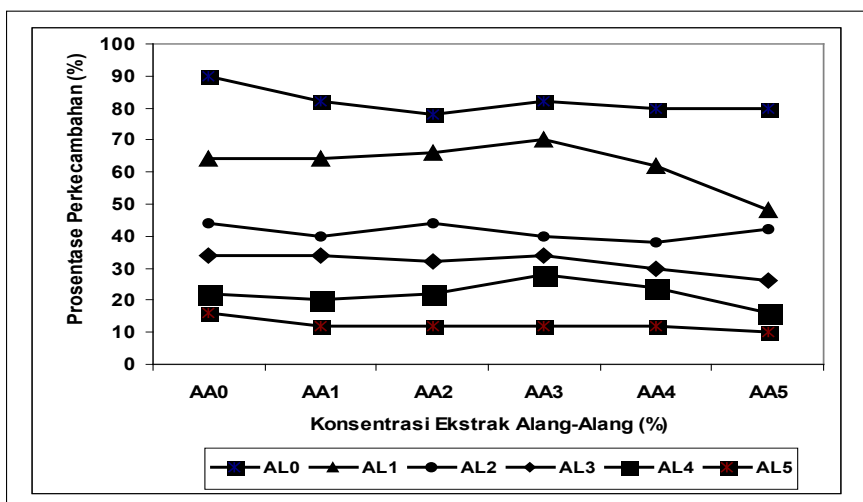
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Ekstrak Alang-Alang (AA) dan Air Laut (AL) terhadap Perkecambahan Biji *A. Nilotica*

Pengaruh faktor tunggal ekstrak alang-alang dengan konsentrasi yang berbeda belum efektif menghambat perkecambahan biji *A. nilotica*. Pemberian ekstrak alang-alang 100%, biji *A. nilotica* masih mampu berkecambah 80%.

Hasil ANOVA dan uji lanjut (Tabel-1) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak alang-alang dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh terhadap prosentase perkecambahan biji *A. nilotica*. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa konsentrasi ekstrak alang-alang yang dicobakan tidak efektif terhadap penghambatan perkecambahan biji *A. nilotica*.

Data tentang pengaruh ekstrak air laut terhadap perkecambahan biji *A. nilotica* disajikan pada Gambar-1 dan Tabel-1. Berdasarkan hasil penghitungan rata-rata prosentase perkecambahan diketahui bahwa perlakuan air laut (AL) dengan konsentrasi yang berbeda memberikan penghambatan perkecambahan terhadap biji *A. nilotica* yang berbeda-beda pula. Prosentase perkecambahan biji *A. nilotica* menunjukkan kecenderungan yang jelas yaitu semakin tinggi konsentrasi air laut yang diberikan semakin tinggi daya hambatnya, karena semakin rendah prosentase biji *A. nilotica* yang mampu berkecambah.



Gambar 1. Pengaruh kombinasi perlakuan air laut (AL) dan ekstrak alang-alang (AA) terhadap perkecambahan biji *A. nilotica*

Hasil ANOVA dan uji lanjut (Tabel-1) menunjukkan bahwa faktor tunggal berbagai konsentrasi air laut memberikan pengaruh yang nyata terhadap prosentase perkecambahan biji *A. nilotica*, hambatan tertinggi pada konsentrasi air laut 100% (ALAA0) dan terendah (AL1AA0). Prosentase perkecambahan terbesar pada kontrol (AL0AA0). Hal ini disebabkan karena pada kontrol biji *A. nilotica* tidak mengalami stres akibat salinitas. Sebaliknya pada perlakuan air laut biji *A. nilotica* mengalami stres, sehingga tidak dapat berkecambah secara optimal. Menurut Cushnahan, Baily & Gordon (1995) bahwa NaCl dapat menghambat proses perkecambahan dalam konsentrasi tertentu. Semakin tinggi konsentrasi NaCl maka semakin besar daya hambatnya. Hal ini sangat relevan dengan data yang ditunjukkan pada Gambar-1 dan Tabel-1. Selanjutnya Purcelli *et al.* (1995) menyatakan bahwa pengaruh buruk salinitas lebih banyak berkaitan dengan potensial osmotik dan bukan pada hubungan antar ion-ion. Hal ini dimungkinkan karena tumbuhan memiliki kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan ion secara aktif terhadap perubahan lingkungan (Dien & Godbold, 1993).

Data prosentase perkecambahan seluruh kombinasi perlakuan disajikan pada Gambar-1 dan hasil uji DMRT disajikan pada Tabel-1. Berdasarkan data tersebut dapat dikemukakan bahwa prosentase perkecambahan terbanyak dihasilkan dari kontrol, dimana biji *A. nilotica* dapat berkecambah mencapai 90%. Perlakuan yang efektif untuk menghambat perkecambahan biji *A. nilotica* adalah kombinasi perlakuan AL5AA5, AL5AA4, AL5AA3, AL5AA2, dan AL5AA1, dimana biji *A. nilotica* hanya mampu berkecambah 10%-12% saja.

Berdasarkan Tabel-1 dapat diketahui bahwa ada interaksi antara kombinasi perlakuan air laut dengan ekstrak alang-alang terhadap penghambatan perkecambahan biji *A. nilotica* berupa efek saling memperkuat, dimana dengan peningkatan konsentrasi air laut dan alang-alang memberikan efek penghambatan terbesar yaitu mencapai 90% AL5AA5, kemudian diikuti AL5AA4, AL5AA3, AL5AA2, AL5AA1. Berdasarkan uji DMRT 5% antar perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda, kecuali antar perlakuan AL4AA4 dan AL4AA5 yang memberikan pengaruh yang sama.

Berdasarkan ANOVA dan uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi air laut (AL) dan ekstrak alang-alang (AA) dengan berbagai konsentrasi dapat mempengaruhi prosentase perkecambahan biji *A. nilotica*. Kombinasi perlakuan yang dicobakan menghasilkan efek penghambatan perkecambahan biji *A. nilotica* yang berbeda-beda tingkatannya. Prosentase penghambatan perkecambahan terbesar dihasilkan pada perlakuan AL5AA5 dimana biji *A. nilotica* hanya 10% yang mampu berkecambah, sedangkan prosentase perkecambahan terbaik dihasilkan pada kontrol (AL0AA0) dengan prosentase perkecambahan mencapai 90%.

Tabel 1:
Uji beda nyata pengaruh kombinasi perlakuan air laut (AL) dan ekstrak alang-alang (AA) terhadap prosentase perkecambahan biji *A. nilotica*

No.	Perlakuan	Rata-rata perkecambahan (%)	No.	Perlakuan	Rata-rata perkecambahan (%)
1.	AL0AA0	90 a	19.	AL3AA0	34 hijk
2.	AL0AA1	82 ab	20.	AL3AA1	34 hijk
3.	AL0AA2	78 ab	21.	AL3AA2	32 hijkl
4.	AL0AA3	82 ab	22.	AL3AA3	34 hijkl
5.	AL0AA4	80 ab	23.	AL3AA4	30 ijkl
6.	AL0AA5	80 ab	24.	AL3AA5	26 klm
7.	AL1AA0	64 def	25.	AL4AA0	22 klmno
8.	AL1AA1	64 def	26.	AL4AA1	20 lmno
9.	AL1AA2	66 de	27.	AL4AA2	22 klmno
10.	AL1AA3	70 cd	28.	AL4AA3	28 jkl
11.	AL1AA4	62 def	29.	AL4AA4	24 klmn
12.	AL1AA5	48 ef	30.	AL4AA5	24 klmn
13.	AL2AA0	44 gh	31.	AL5AA0	16 mno
14.	AL2AA1	40 hij	32.	AL5AA1	12 no
15.	AL2AA2	44 gh	33.	AL5AA2	12 no
16.	AL2AA3	40 hij	34.	AL5AA3	12 no
17.	AL2AA4	38 hij	35.	AL5AA4	12 no
18.	AL2AA5	42 hi	36.	AL5AA5	10 o

Ket: Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. AL0 = Air laut 0% (kontrol), AL1 = 20% 0% (kontrol), AL2 = 40%, AL3 = 60%, AL4 = 80% dan AL5 = 100%. AA0 = Ekstrak alang-alang 0% (kontrol), AA1 = 20%, AA2 = 40 %, AA3 = 60%, AA4 = 80% dan AA5 = 100%.

Pengaruh Perlakuan Air Laut dan Ekstrak Sereh Wangi terhadap Perkecambahan Biji *A. nilotica*

Data tentang pengaruh faktor tunggal ekstrak sereh wangi terhadap perkecambahan biji *A. nilotica* disajikan pada Gambar-2 dan Tabel-2. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata prosentase perkecambahan diketahui bahwa perlakuan ekstrak sereh wangi (SR) dengan konsentrasi yang berbeda memberikan penghambatan perkecambahan terhadap biji *A. nilotica* yang berbeda pula. Prosentase perkecambahan biji *A. nilotica* menunjukkan kecenderungan yang jelas yaitu semakin tinggi konsentrasi ekstrak sereh wangi yang diberikan, maka semakin tinggi daya hambatnya.

Hasil ANOVA dan uji lanjut (Tabel-2) menunjukkan bahwa faktor tunggal berbagai konsentrasi ekstrak sereh wangi memberikan pengaruh yang nyata terhadap prosentase perkecambahan biji *A. nilotica*, hambatan tertinggi pada konsentrasi ekstrak sereh wangi 100% (SRAL0)

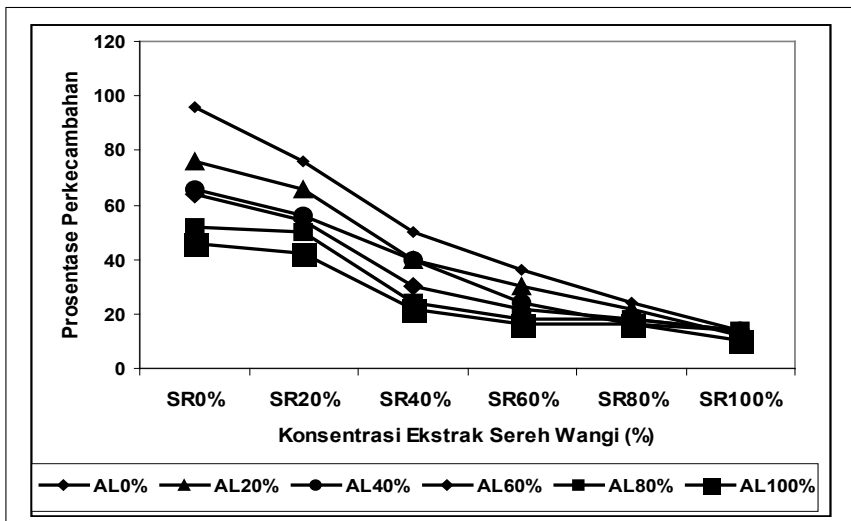
dan terendah 20% (SR1AL0) selain kontrol. Prosentase perkecambahan tertinggi pada kontrol (SR0AL0). Hal ini disebabkan karena pada kontrol biji *A. nilotica* tidak mengalami stres akibat alelopati, sebaliknya pada perlakuan ekstrak sereh wangi biji *A. nilotica* mengalami stres, sehingga tidak dapat berkecambah secara optimal.

Sejumlah penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh alelopati terhadap perkecambahan biji menunjukkan bahwa senyawa alelopati yang dilepaskan ke lingkungannya mempengaruhi perkecambahan tumbuhan lain yang berasosiasi. Silander *et al.* dalam Djufri (1999) menyatakan bahwa senyawa yang menghambat perkecambahan tersebut berupa fenol yang mudah larut dalam air, volatil dan terpen. Hal yang sama dilaporkan oleh Al-Mousawi dan Al-Naib dalam Djufri (1999) bahwa alelopati ekstrak tumbuhan dapat menghambat perkecambahan semai herba yang hidup di bawah naungan hutan seperti *Acacia*, *Eucalyptus*, *Melaleuca*, dan lain sebagainya. Zat penghambat tersebut mereka identifikasi sebagai volatil bersifat inhibitor, misalnya α -pinene, *champane*, dan *cicola*. Selain itu, dijumpai juga senyawa inhibitor yang larut dalam air seperti klorogenat, isoklorogenat, ferolat, *p*-kumarat, asam-asam kafeat, serta beberapa fenol.

Berdasarkan efek daya hambat ekstrak sereh wangi yang cukup kuat diduga bahwa komposisi kimia tersebut di atas bersifat alelokemi terhadap perkecambahan biji *A. nilotica*. Temuan ini dapat digunakan sebagai langkah awal untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang senyawa yang mana paling berpengaruh terhadap perkecambahan biji *A. nilotica*, tentunya melalui penelitian yang lebih mendalam dengan waktu lebih panjang. Meskipun untuk membuktikan faktor tunggal yang paling berpengaruh terhadap gejala fisiologi tanaman bukanlah sesuatu yang mudah. Menurut Barbour *et al.* (1987) mengemukakan bahwa sangat sulit untuk menentukan faktor tunggal yang berpengaruh terhadap mekanisme fisiologi di alam, sebab setiap faktor saling terkait satu dengan yang lainnya (sinergik). Namun perlu diingat bahwa tidak semua faktor sama pentingnya untuk semua gejala fisiologi tanaman (Sieglar, 1996; Tang *et al.*, 1995; Einhelling, 1995).

Menurut Audus dalam Supriatno (1995) pengaruh penghambatan terhadap fase awal perkecambahan secara umum diikuti oleh kegagalan mobilisasi cadangan makanan ke titik-titik tumbuh kecambah. Oleh karenanya, gejala yang muncul adalah tidak disintesisnya komponen-komponen baru yang sangat diperlukan dalam proses perkecambahan. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa konsentrasi ekstrak sereh wangi yang dicobakan menghambat kemampuan berkecambah biji *A. nilotica* karena menghambat transport asam amino, pembentukan protein, pertumbuhan akar pada semai, perkecambahan biji, dan pada tahapan

lebih lanjut membunuh tumbuhan. Kenyataan ini terbukti melalui percobaan ini.



Gambar 2. Kombinasi perlakuan air laut (AL) dan ekstrak sereh wangi (SR) terhadap prosentase perkecambahan biji *A. nilotica*

Konsekuensi lebih lanjut tentang ekstrak sereh wangi terhadap perkecambahan biji *A. nilotica* adalah menurunkan mutu benih bila berkecambah. Benih sangat berpengaruh terhadap kualitas semai dan hasil tanaman. Agar mendapatkan hasil yang baik diperlukan benih yang baik pula. Dengan menanam benih yang berkualitas baik diharapkan dapat menghasilkan semai yang baik, dan pada gilirannya menghasilkan hasil yang baik pula, demikian juga sebaliknya. Menurut Mayer dan Maybers, 1989; Poulsen, 1994; Copeland dan McDonald, 1995) bahwa kualitas benih ditentukan oleh jenis, kemurnian benih, bentuk benih, ukuran benih, tingkat kematangan benih, atau tingkat kemasakan buah.

Data prosentase perkecambahan seluruh kombinasi perlakuan disajikan pada Gambar-2 dan hasil uji lanjut disajikan pada Tabel-2. Berdasarkan data pada Gambar-2 dapat dikemukakan bahwa prosentase perkecambahan terbanyak dihasilkan dari kontrol, dimana biji *A. nilotica* dapat berkecambah mencapai 96%. Perlakuan yang efektif untuk menghambat perkecambahan biji *A. nilotica* adalah kombinasi perlakuan AL5SR5, AL5SR4, AL5SR3, dimana biji *A. nilotica* hanya mampu berkecambah 14%-36% saja.

Tabel 2.
Rata-rata prosentase perkecambahan biji *A. nilotica* (%) pada berbagai konsentrasi air laut dan ekstrak alng-alang

No.	Perlakuan	Rata-rata perkecam-bahan (%)	No.	Perlakuan	Rata-rata perkecam-bahan (%)
1.	AL0SR0	96 a	19.	AL3SR0	36 fgh
2.	AL0SR1	76 ab	20.	AL3SR1	30 fgh
3.	AL0SR2	66 ab	21.	AL3SR2	24 hij
4.	AL0SR3	64 ab	22.	AL3SR3	22 ijk
5.	AL0SR4	52 abc	23.	AL3SR4	18 ijk
6.	AL0SR5	46 abc	24.	AL3SR5	16 lm
7.	AL1SR0	76 ab	25.	AL4SR0	24 hij
8.	AL1SR1	66 ab	26.	AL4SR1	22 ijk
9.	AL1SR2	56 abc	27.	AL4SR2	16 lm
10.	AL1SR3	54 abc	28.	AL4SR3	18 ijk
11.	AL1SR4	50 abc	29.	AL4SR4	18 ijk
12.	AL1SR5	42 cd	30.	AL4SR5	16 lm
13.	AL2SR0	46 cd	31.	AL5SR0	14 lmn
14.	AL2SR1	40 ef	32.	AL5SR1	12 lmn
15.	AL2SR2	30 fgh	33.	AL5SR2	14 lmn
16.	AL2SR3	24 hi	34.	AL5SR3	14 lmn
17.	AL2SR4	20 hij	35.	AL5SR4	14 lmn
18.	AL2SR5	36 fgh	36.	AL5SR5	10 no

Ket: Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%. AL0 = Air laut 0% (kontrol), AL1 = 20%, AL2 = 40%, AL3 = 60%, AL4 = 80% dan AL5 = 100%. AA0 = Ekstrak alang-alang 0% (kontrol), AA1 = 20%, AA2 = 40 %, AA3 = 60%, AA4 = 80% dan AA5 = 100%.

Berdasarkan Tabel-2 dapat diketahui bahwa ada interaksi antara kombinasi perlakuan air laut dengan ekstrak sereh wangi terhadap penghambatan perkecambahan biji *A. nilotica* berupa efek saling memperkuat, dimana dengan peningkatan konsentrasi air laut dan ekstrak sereh wangi memberikan efek penghambatan terbesar yaitu mencapai 86% AL5SR5, kemudian diikuti AL5SR4, AL5SR3, AL5SR2, AL5SR1.

Berdasarkan hasil sidik ragam dan uji lanjut pada Tabel-2 dapat dikemukakan bahwa interaksi perlakuan air laut dan ekstrak sereh wangi sangat efektif menghambat perkecambahan biji *A. nilotica* dengan kombinasi perlakuan sebagai berikut : AL2SR1-AL2SR5, AL3SR1-AL3SR5, AL4SR1-AL4SR5 dan AL5SR1-AL5SR5 dengan penghambatan perkecambahan mencapai > 50%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut;

- a. Perlakuan tunggal air laut, dan ekstrak serih wangi efektif untuk menghambat perkecambahan biji *A. nilotica* dengan konsentrasi 40%-100%, namun tidak demikian halnya dengan ekstrak alang-alang.
- b. Ada efek saling memperkuat (sinergik) antara kombinasi perlakuan air laut dan ekstrak serih wangi terhadap perkecambahan biji *A. nilotica*. Efek penghambatan paling efektif diperoleh pada kombinasi AL 100% dan AA 100%, serta AL 100% dan SR 100%. Efek penghambatan mencapai 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Hanafiah Kemas. 2001. *Rancangan Percobaan. Teori dan Aplikasi*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Amzallag, G.N. 1997. Tolerance to salinity in plants: new concepts for old problem in Jaiwal, P.K.R. Singh, and A. Gulati (eds). *Strategies for Improving Salt Tolerance in Higher Plants*. New York. Science Publisher.
- Barbour, G.M., J.K. Burk and W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. The Benyamin/Cummings Publishing Company, Inc., New York.
- BTBN. 1999. *Rancangan Pencabutan Seedling/Anakan Hasil Pembongkaran Secara Mekanis 150 ha di Savana Bekol Taman Nasional Baluran*. Jawa Timur.
- Copeland, L.O. and M.B. Mc. Donald. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. New York. Chapman & Hall.
- Cushanahan, A.J., S. Berley, and F.J. Gordon. Some Effect of Sodium Application on the Yield and Chemical Composition of Pasture Grown under Differing Condition of Potassium and Suplay. *Plants and Soil*. 176 (1):117-127.
- Djufri. 1999. Pengaruh Konsentrasi Alelopati Ekstrak Daun dan Akar Kayu Putih (*Eucalyptus urophylla*) terhadap Viabilitas Perkecambahan Beberapa Jenis Suku Fabaceae. *Laporan Penelitian*. Lemlit Unsyiah Banda Aceh.
- _____. 2002. Penentuan Pola Distribusi, Asosiasi, dan Interaksi Spesies Tumbuhan Khususnya Padang Rumput di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Biodiversitas*. 3 (1): 181-188.

- _____. 2004a. REVIEW: *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del. dan Permasalahannya di Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Biodiversitas*. 4(2): 96-104.
- _____. 2004b. REVIEW: Invasi Spesies Eksotik Akasia Berduri (*Acacia nilotica*) (L.) Willd. ex Del. di Taman Nasional Baluran Jawa Timur: Ancaman terhadap Eksistensi Savana. *ENVIRO*. 4(2): 88-96.
- _____. dan Setiadi. 2004. Invasi Akasia (*Acacia nilotica*) (L.) Willd. Ex. Del dan Permasalahannya di Taman Nasional Baluran. *Jurnal Analisis Lingkungan*. 1(2):113-116.
- _____. 2005a. Pola Distribusi dan Asosiasi Tumbuhan Bawah pada Tegakan Akasia (*Acacia nilotica*) (L.) Willd. ex. Del. di Savana Kramat Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Enviro*. 5 (1): 48-54.
- _____. Setiadi, D. Guhardja, E. Qayim, I. 2005b. Pengaruh Kerapatan Tegakan Akasia (*Acacia nilotica*) (L.) Willd. ex Del. terhadap Komposisi dan Keanekaragaman Tumbuhan Bawah di Savana Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Jurnal Analisis Lingkungan*. 2(1): 135-145.
- Dien, B. and D. L. Godbold. 1993. Potassium, Calcium and Magnesium Antagonism in Cloness of *Populustrichocarpa*, in N.J. Barrow (ed.). *Plant Nutrition from Genetic Engineering to Field Practice. XII International Plant Nutrition*. Colluqium, Peeth.
- Einhelling, F.A. 1996. Interaction Involving Allelophaty in Cropping Systems. *Agronomic Journal* 88:886-893.
- Gardner, Franklin P, R. Brent Pearce and Roger L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI Press. Jakarta.
- Hopkins, W.G. 1995. *Introduction to Plant Physiology*. New York. John Wiley & Sons Inc.
- Hardjowigeno, Sarwono. 1992. *Ilmu Tanah*. Melton Putra. Jakarta.
- Jacoby, B. 1994. Mechanism involved in salt tolerance by plants. In Peassaraki, M. (eds). *A Handbook of Plant and Crops Stresses*. New York. Marcel Dekker Inc.
- Junawati, M. dan H. Muhammad. 1997. *Peranan Lingkungan Fisik terhadap Produksi*. Dalam D. Sitepu, Sudiarto, Nurliani Bermawie, Supriadi, Deciyanto Soetopo, Rosita S.M.D., Hermani dan Amrizal, M. Rivai (eds). *Jahe. Monograf No.3*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.

- Mattjik, A.A. dan Sumertajaya, M. 2000. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan MINITAB. Jilid I*. IPB Press, Bogor.
- Mayer, A.M. and A.P. Mayber. 1989. *The Germination of Seeds*. London: Pergamon Press.
- Pitono, J., M. Januwati dan Ngadiman. 1996. Pengaruh Naungan terhadap Pertumbuhan dan Produksi Terna Tanaman Sambiloto. *Warta Tumbuhan Obat Indonesia*. Kelompok Kerja Nasional Tumbuhan Obat Indonesia. Vol. III (1): 39-40.
- Poljakoff-Mayber, A. and H.R. Lener. 1994. Plants in saline environments in M. Pessaraki (ed) *A. Handbook of plants and Crops stresses*. New York. Marcell Dekker Inc.
- Poulsen, K.M. 1994. *Seed Testing. Lecture Note C-8*. Denmark: Danida Forest Seed Centre.
- Pucelli, C.A., F.H.G. Boem and R.S. Lavado. 1995. The K/N and Ca/Na Ratios and Rape Seed Yield. Under Soil Salinity of Sodcity. *Plant and Soil*. 175 (2). 251-255.
- Radford, I.D., D.J. Kriticos, M. Nicholas, and J.R. Brown. 1999. Towards an integrated approach to management of *Acacia nilotica* in northern Australia. *Proceedings of the VI International Rangeland Congress*, Jul. 17-23. 1999. Townsville.
- Rugayah. 1999. Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah yang Diaplikasi *Sesbania rostrata* Brem. Dan Pupuk Urea pada Tanah Ultisol. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Padjajaran. Bandung.
- Sabarno, M.Y. 2002. Savana Taman Nasional Baluran. *Biodiversitas*. 3(1): 207-212.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. ITB. Bandung.
- Santoso, S. 2004. *SPSS. Statistik Multivariat*. Gramedia, Jakarta.
- _____. 2004. *Mengatasi Berbagai Masalah Statistik dengan SPSS versi 11,5*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Siegler, D.S. 1996. Chemistry and Mechenisms of Allelophyathic Interactions. *Agronomic Journal* 88:876-885.
- Supriatno. 1995. Perkecambahan Biji Beberapa Tanaman Kacang-Kacangan Akibat Perlakuan Herbisida Alachlor dengan Waktu Aplikasi dan Konsentrasi Berbeda. *Thesis*. PPS Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Steel, R.C.D. and J.M. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistic; A Biometric Approach*. Mc-Graw-Hill, Tokyo.
- Tang, C.S. W. Cai, K. Kohl, and R.K. Nishimoto. 1995. Plant Stress and Allelopathy. In Inderjit. K.M.M. Dakshini, and F.A. Einhelling (eds.) *Allelopathy, Organisms, Processes, and Applications*. Ames-Iowa:ACS Symposium Series 582.
- Vincen, Gaspersz. 1991. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Teknik dan Biologi*. Armico, Bandung.
- Wattimena, G.A. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Laboratorium Jaringan Tanaman PAU Bioteknologi IPB., Bogor.
- Windarti, S. Endang Angarwulan dan Sunarto. 2004. Pertumbuhan dan Akumulasi Stump Jati Super (*Tectona grandis* L.f.) pada Cekaman NaCl Selama Masa Pembibitan. *ENVIRO*. 4(2): 61-68.

TOTAL PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF EXTRACTS CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz FRUIT

Supriatno^{1,2} dan Shaida Fariza Sulaiman²

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Syiah Kuala Darussalam
Banda Aceh 23111 supriatnop@yahoo.com

² School of Biological Sciences,
University Sains Malaysia, 11800 USM Pulau Pinang

Abstract

The total phenolic content (TPC) and antioxidant activities of methanol, ethyl acetate, chloroform and hexane extracts of *Sechium edule* fruit were determined in vitro. The total phenolic content of the extract were determined spectrophotometrically according to the Folin-Ciocalteu reagent. Antioxidant activities of the extract were evaluated by using scavenging assays of 1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical, ferric reducing antioxidant power (FRAP) and reducing power, respectively. Ethyl acetate and methanol extracts of *Sechium edule* fruit showed the highest total phenolic content and antioxidant activities. The sequence for total phenolic content and antioxidant activities were ethyl acetate > methanol > chloroform > n-hexane extract.

Keywords: Phenolic content, antioxidant activities, *Sechium edule*

INTRODUCTION

Plants are potential sources of natural antioxidants. They may contain variety of bioactive compounds, such as phenolic compounds (e.g. phenolic acids, flavonoids, tannins, phenolic diterpenes, quinines, lignin, and coumarins), terpenoid (carotenoids), nitrogen compound (alkaloids), vitamin and some endogenous metabolites (Zhang and Wang, 2009). Most of these substances could play a significant role in relation to human health or diseases such as reducing the risk of developing chronic diseases, cardiovascular diseases, cancer, inflammations and ageing. Recent studies indicate that frequent consumption of fruits is associated with lower of stroke and Alzheimer's disease (Alothman and Karim, 2009; Wright *et al.*, 2008; Dai *et al.*, 2006). The protective effects of fruits and vegetables have long been attributed to their antioxidant compounds, such as polyphenols, carotenoids, and vitamin C and E. Vitamin C has been proposed, for a long time, as a biological antioxidant.

It was found to act as a chain-breaking scavenger for peroxy radicals and also to act as a synergist with vitamin E, since vitamin C can donate a hydrogen atom to the vitamin E-derived phenolate radical, thus regenerating its activity. Vitamin E is one of the best quenchers for singlet oxygen, and can act as a chain-breaking antioxidant (Chanwitheesuk, *et al.*, 2005). Furthermore, singlet oxygen is very powerfully quenched by carotenoids, especially β -carotene. In the case of phenolic compounds, the ability of the phenolics to act as antioxidants depends on the redox properties of their phenolic hydroxyl groups, that allow them to act as reducing agents, hydrogen-donating antioxidants, oxygen quenchers (Rice-Evans & Miller, 1996).

The cucurbitaceae family, posses many genus and species important to human health such as cucumber (*Cucumis sativus* L.), pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duch), squash (*Cucurbita maxima* L.) watermelon (*Citrullus lunatus*, Thumb), white gourd (*Banincasa hispida*, Thumb), bitter cucumber (*Momordica charantia*, L.), cantaloupe (*Cucumis melo* L.) and Chayote (*Sechium edule*). For example pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duch) is believed a health and functional vegetable because it is rich in phenolics, flavonoids, vitamin (including β -carotene, vitamin A, α -tocopherol, and vitamin C), amino acids, and carbohydrates (Que *et al.*, 2008).

Otherwise, Chayote (*Sechium edule*) fruit and root have been important element in the diet of the people living in many part of Latin America and other areas of the world. Tender leaves, stems and fruit of cultivated Chayote (*Sechium edule*) are used as daily vegetable (Booth, *et al.* 1992). The edible parts of Chayote (*Sechium edule*) are relatively low in fiber, protein and vitamins compared with other vegetables. Nevertheless, they have a high calorie and carbohydrate content, especially in young stems, root, fruit and seeds, and the micronutrient content of the fruit is adequate. The fruit and especially the seeds are rich in several important amino acids (Ordenez *et al.*, 2006).

Futhermore, Chayote (*Sechium edule*) antioxidant assessment on different solvent polarities extract fruit of chayote is very limited (Ordenez, *et al.* 2006). Thus, the main objectives of the study are to determine the total phenolic content and antioxidant activities of extract chayote fruit.

MATERIAL AND METHODOLOGY

Material and Chemicals

The chayote fruits used were purchased from Cameroon highland in Pahang, Malaysia, during April-June 2009. The fruits were cleaned and cut into small pieces before being dried in a hot air-blowing oven at 40 °C. The samples, after drying were ground to a fine powder in a

mechanical blender and kept at room temperatur prior to extraction. Four different solvent extraction system will be used according to ascending solvent polarity (hexane, chloroform, ethyl acetate and methanol) as described by Kulkarni *et al.* (2004) used soxhlet apparatus. The extracts were filtered and concentrated using rotary evaporator (EYELA, Japan). The yields of crude extracts were used for the total phenolic content test and antioxidant activities test.

The chemicals used in this study were of analytical reagent grade, that include: n-hexane (HX), chloroform, ethyl acetate (EA), methanol (MeOH), ethanol, 1,1 diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH), 2,4,6-tri (2-pyridyl)-s-triozine (TPTZ), ferric chloride hexahydate ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Folin-Ciocalteu phenol reagent, ascorbic acid, gallic acid, sodium acetate ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), Acetic acid glacial (CH_3COOH), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetra-methylchromane-2-carboxylic acid (Trolox), trichloroacetic acid (TCA), and quercetin (Sigma-Aldrich, Chemicals, USA), potassium hexacyano-ferrat III ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$), Ferrous chloride (FeCl_2), Aluminium trichloride (AlCl_3), Anhydrous sodium carbonate (Na_2CO_3), potassium acetate (CH_3COOK) and dimethyl sulphoxide (DMSO)(Fluka company, Switzerland)

Determination of Total Phenolic Content (TPC)

Total phenolic content (TPC) in the chayote fruit extracts were determined with Folin-Ciocalteu (FC) reagent according to the method which was described by Singleton *et al.* (1999). In brief, the extract samples 0.5 ml (1.0 mg/ml of different dilutions) were mixed with 1 ml of 2 N (10% v/v) Folin-Ciocalteu reagents (Sigma-Aldrich) and after 3 min, 3 ml of 2% (w/v) sodium carbonate will be added to previous mixture. The absorbance of reaction was measured at 760 nm using the spectrophotometer after 2 hours of incubation at room temperature. The same procedure repeated to all standard Gallic acid solution (0-200 $\mu\text{g}/\text{ml}$) and standard curve determined as Gallic acid equivalents. Results were expressed as Gallic acid equivalents (mg GAE/g extract).

Determination of Antioxidant Activity

Antioxidant capacity determined by DPPH. The antioxidant capacity was determined using stable DPPH radical, according to the method of Brand-Willams *et al.* (1995). The crude extracts from four extracts with different polarities (hexane, chloroform, ethyl acetate and methanol) were used in the screening of DPPH free radical scavenging activity. The reaction mixture consisted of 50 μl of extracts (4.0mg/ml) was added 150 μl of 300 μM DPPH ethanolic solution in 96 well plates each was incubated at 37°C for 30 minutes. The decrease in absorbance is determined at 515 nm using micro plate reader (Multiskan Spectrum

spectrophotometer, Thermo Co., Vantaa, Finland). All test analysis will be run in triplicate (n=3) and quercetin, rutin and gallic acid is used as positive control. Percentage of inhibition of the DPPH radical (%I) was calculated according to the formula

$$\% I = (1 - \text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}}) \times 100$$

Where $\text{Abs}_{\text{blank}}$ is the absorbance of the control reaction (containing all reagents except the test sample) and $\text{Abs}_{\text{sample}}$ is the absorbance of the test sample.

Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay. Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay was measured using a modified version of the method described by Benzie and Strain (1996). Briefly, to prepare the FRAP solution, 25 ml of acetate buffer 300 mM, adjusted to pH 3.6 by the addition of acetic acid, was mixed with 2.5 ml of ferric chloride hexahydrate ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 20 mM dissolved in distilled water and 2.5 ml of 2,4,6-tri (2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) 10mM dissolved in HCl 40 mM. An aliquot (300 μl) of sample (1.0 mg/ml) was added to 2700 μl of the FRAP reagent and the reaction mixture was incubated at 37°C for 30 min. The increase in absorbance at 593 nm was measured spectrophotometrically. A blank with only 0.1 mL methanol was used for calibration. A standard curve was made with Trolox and the antioxidant capacity based on the ability to reduce ferric ions of sample was expressed as mM Trolox equivalents (TE) per gram extract (mM TE/g extract).

Antioxidant Activity Determination by Reducing Power. The reducing power of crude extracts was determined according to the Shyu *et al.* (2009) with slight modifications. An aliquot of each sample (125 μL) was mixed with 125 μL of sodium phosphate buffer (0.2 M, pH 6.6) and 125 μL of 1% $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ followed by incubation at 50 °C for 20 min. After adding 125 μL of 10% trichloro acetic acid, the mixture was centrifuged at 3000 g for 10 min (Mikro 20 Hettich, Zentrifugen, Germany). The supernatant solution (100 μL) was mixed with 100 μL of dd H_2O and 20 μL of 1% ferric chloride to react for 10 min. Subsequently, the absorbance was measured at 700 nm. The EC_{50} value is the concentration of sample at which the absorbance is 0.5. L-Ascorbic acid and (+)-catechin standards were used as positive references. A higher absorbance indicated a higher reducing power. EC_{50} value (mg/ml) is the effective concentration giving an absorbance of 0.5 for reducing power and was obtained from linier regression analysis (Ksouri *et al.*, 2009).

Statistic Analysis

Data were analyzed using Graph Pad Prism 3.2 software. All assays were carried out in triplicates and results are expressed as mean $\pm$ SD. A one-way analysis of variance (ANOVA) using SPSS 16.0 and DMRT test were carried out to test any significant differences between parameters at $p < 0.05$.

RESULT AND DISCUSSION

Total Phenolic Content (TPC)

The total phenolic content (TPC) were determined by using Gallic acid standard calibration curve, through a linier regression equation of Gallic acid standard curve ($y = 14.33x + 0.0132$, $R^2 = 0.9981$) (Fig. 1)

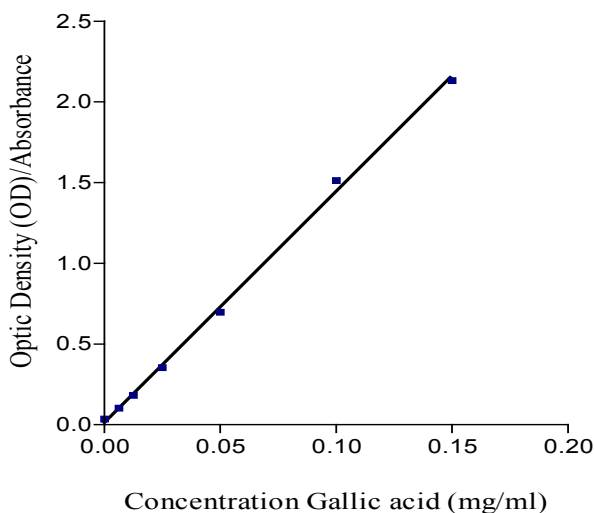


Fig. 1: Gallic acid calibration curve for determination of total phenolic content (TPC) by using Folin-Ciocalteu reagent

The highest yield total phenolic content was obtained when extraction of chayote fruit with ethyl acetate, followed by methanol, chloroform and hexane. The content of total phenolic varied among different extracting solvents. Ethyl acetate was the solvent which rendered more total phenolic content (22.69 ± 0.15 mg GAE/g extract) followed by that obtained with methanol (9.72 ± 0.34 mg GAE/g extract) and chloroform (9.08 ± 0.20 mg GAE/g extract), respectively. However, hexane yielded a last amount of total phenolic content which were 4.03 ± 0.18 mg GAE/g extract (Fig. 2 and Table 1)

Data Table-4

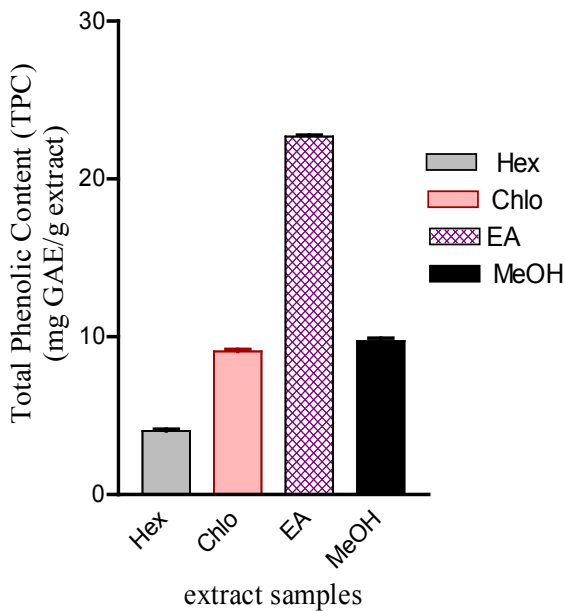


Fig. 2: Total Phenolic Content of chayote fruit extract

Table 1:
Total Phenolic Content of chayote fruit extract

Extraction solvent	Total Phenolic Content (TPC) (mg GAE/g extract) ^a
Hexane	4.03 ± 0.18 ^d
Chloroform	9.08 ± 0.20 ^c
Ethyl acetate	22.69 ± 0.15 ^a
Methanol	9.73 ± 0.22 ^b

^a Value are expressed as means ± SD (n=3) in the column followed by a different letter are significantly different (p < 0.05)

Phenolic compounds widely exist in plants are bioactive substance. It is well known that they are highly effective antioxidants (Shahidi and Nacz, 2004 in Shyu *et al.*, 2009). Different polarities and solubility of phenolic contents in plant were overcome with ascending polarity of solvents used to extract samples in this study. While high total phenolic content of ethyl acetate and methanol extracts was previously reported by Beevi *et al.* (2010); Tian *et al.* (2009) and Shyu *et al.* (2009)

DPPH Antioxidant Activity

The DPPH is a free radical and an electron or hydrogen radical acceptors to become a stable diamagnetic molecule and has a deep purple color (Soares *et al.*, 1997). The reduction capability of DPPH radical was determined by the decrease in absorbance induced by extract chayote fruit antioxidant. The scavenging antioxidant activities of extracts chayote fruit from four solvents against DPPH radical has been evaluated at a final concentration of 1.0 mg/ml and the results are illustrated in fig 3.

Data Table-2

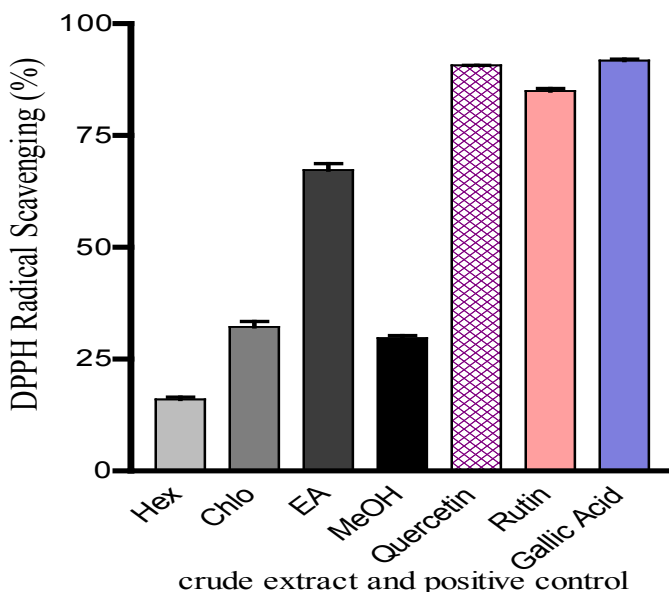


Fig. 3: Scavenging activity of crude extract samples chayote fruit against the radical DPPH at concentration 1.0 mg/ml.

Most of the extracts exhibited activities lower than 50%. Ethyl acetate extract of *Sechium edule* fruit showed the highest radical scavenging activities $67.26 \pm 1.48\%$, followed by chloroform extract $32.25 \pm 1.21\%$, methanol extract $29.73 \pm 0.54\%$ and hexane extract $15.97 \pm 0.56\%$. Among the different solvent of extracts, ethyl acetate extract showed the highest activities compared with other solvent such as hexane, methanol and chloroform. While high free radical scavenging activity of ethyl acetate extracts was previously reported by Boussaada *et al.* (2008) and Shyu *et al.* (2009)

Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Activity

The FRAP activity was determined by using standard calibration curve of Trolox. By manipulating the regression equation of Trolox calibration curve with $y = 2.5579x + 0.0995$, $R^2 = 0.9809$ (fig 4), the result are expressed in mM Trolox equivalent/mg extract (mM TE/mg).

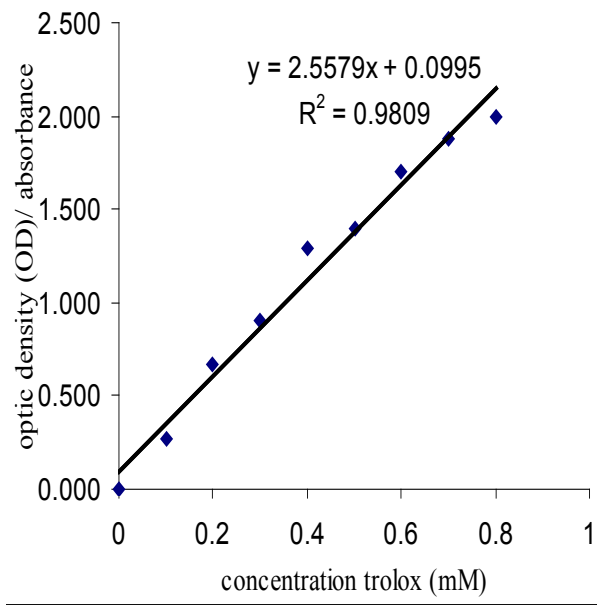


Fig. 4: Calibration curve of Trolox for determination of Ferric reducing antioxidant power (FRAP) Activity

The ferric reducing antioxidant power (FRAP) of the fruit of *Sechium edule* is shown in Table 2.

Table 2:
Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) of chayote fruit extract

Extraction solvent	FRAP (mM TE/mg extract) ^a
Hexane	0.003323 ± 0.000390 ^d
Chloroform	0.089070 ± 0.002603 ^c
Ethyl acetate	0.240627 ± 0.011174 ^a
Methanol	0.105229 ± 0.001194 ^b

^a Value are expressed as means ± SD (n=3) in the column followed by a different letter are significantly different (p < 0.05)

The ethyl acetate, methanol and chloroform extracts were able to reduce ferric ions efficiently and had reducing activity in range of 0.089070-0.240627 mM TE/mg. Ethyl acetate and methanol extracts showed high reducing activity in range of 0.105229-0.240627 mM TE/mg. However, hexane extract had negligible reducing activity. This indicated that most of the extracts were unable to donate electron to reduce ferric ions and scavenging free radical.

Reducing Power of Antioxidant Activity

The reducing power of extract chayote fruit and standard antioxidant such as catechin and ascorbic acid is presented in Fig 5. Fig 5 shows that reducing power increased with concentration of each sample.

Data Table-7 RP

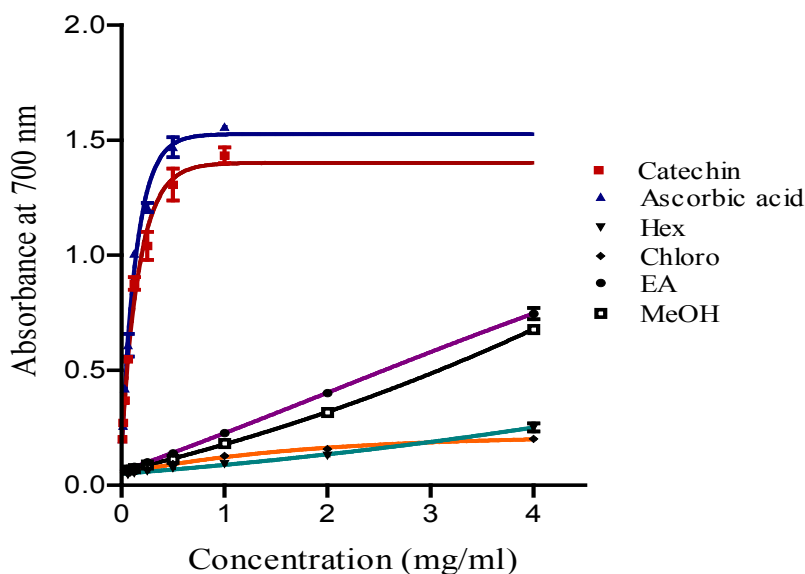


Fig. 5: Reducing power of antioxidant activities of the chayote fruit extract.

Ethyl acetate extract and methanol extract showed variable reducing power displaying the higher reducing power than chloroform and hexane extract. The reducing ability of ethyl acetate and methanol extract of chayote fruit were relatively more pronounced than the other extracts. However, chloroform and hexane extract of chayote fruit showed the least reducing power (Fig 6). Catechin and ascorbic acid revealed the most potent reducing power with EC_{50} value 0.054 and 0.044 mg/ml, respectively, which were distinctly higher than that of any of the *Sechium edule* extracts. The EC_{50} values of reducing power for the ethyl

acetate and methanol extracts were 2.571 and 3.014 mg of dried extract/ml, respectively. While high reducing power of ethyl acetate extracts was previously reported by Shyu *et al.* (2009). Sim and Sil (2008) reported that the antioxidant activity, the reducing power of methanol extracts increases with increasing amount of sample.

***data tabel 8 RP**

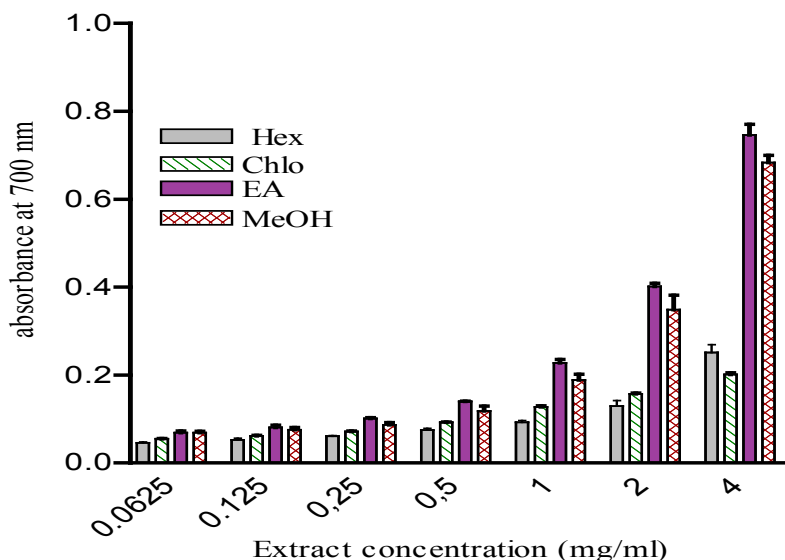


Fig. 6: Reducing power of chayote fruit extract from four solvents

CONCLUSIONS

Among the different solvents used, ethyl acetate, methanol, chloroform and hexane extract possessed significant amounts of total phenolic content and showed potent antioxidant, radical scavenging activity and reducing power.

REFERENCES

- Alothman, M., Bhat, R. and Karim, A.A. (2009) Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry*, 115: 785-788.
- Beevi, S.S., Narasu, M.L. and Gowda B.B. (2010) Polyphenolics profile, antioxidant and radical scavenging activity of leaves and stem of *Raphanus sativus* L. *Plant Food Human Nutrient*

- Benzie, I.F.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power". The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239: 70-76.
- Booth, S., Bressani, R., and Johns T. (1992) Nutrient content of selected indigenous leafy vegetable consumed by the Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala. *Journal of Food Composition and Analysis* 5 : 25-34
- Boussaada, O., Chriaa, J., Nabli R., Ammar S., Saidana, D., Mahjoub M.A., Chraief, I. and Helal, A.N. Antimicrobial and antioxidant activities of methanol extracts of *Evax pygmaea* (Asteraceae) growing wild in Tunisia. *World Journal Microbiol Biotechnol* 24 : 1289-1296
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologies/ Food Science and Technology* 28: 25-30.
- Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A. and Rakariyatham, N. (2005) Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chemistry* 92 : 491-497
- Dai, Q., Borenstein, A.R., Wu, Y., Jackson J.C. and Larson, E.B. (2006). Fruit and vegetable juices and alzheimer's disease: the kame project. *The American journal of medicine* 119 : 751-759
- Ksouri, R., Fallen, H., Megdiche, W., Trabelsi, N., Mhamdi, B., Chaieb, K., Bakrouf, A., Magne, C., and Abdelly, C. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology* 47 : 2083-2091.
- Kulkarni, A.P., Aradhya, S.M. and Divakar, S. (2004) Isolation and identification of a radical Scavenging antioxidant-punicalagin from pith and carpellary membrane of pomegranate fruit. *Food Chemistry* 87:551-557.
- Ordenez, A.A.L., Gomez, J.D., attuone, M.A., and Isla, M.I. (2006). Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts. *Food Chemistry* 97 : 452-458.
- Que, F., Mao, L., Fang, X. and Wu, T. (2008). Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. *International Journal of food science and technology* 43 : 1195-1201

- Rice-Evans, C. A., & Miller, N. J. (1996). Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food. *Transactions and Biochemical Society*, 24(3), 790–795.
- Shyu, Yung-Shin., Lin, Jau-Tien., Chang, YT., Chiang, CJ., and Yang, DJ. (2009). Evaluation of antioxidant ability of ethanolic extract from dill (*Anethum graveolens* L.) flower. *Food Chemistry* 115 : 515-521.
- Soares, J. R., Dins, T. C. P., Cunha, A. P., & Almeida, L. M. (1997). Antioxidant activity of some extracts of *Thymus zygis*. *Free Radical Research* 26, 469 - 478.
- Sim, K.H and Sil, H.Y. (2008) Antioxidant activities of ed pepper (*Capsicum annuum*) pericarp and seed extracts. *International Journal of Food science and Technology* 43: 1813-1823
- Singleton, V.L., Orthofer, R. & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu Reagents. *Methods in Enzymology* 99: 152-178.
- Tian, F., Li, B., Ji, B., Yang, J., Zhang, G., Chen, Y. and Luo, Y. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of consecutive extracts from *Galla chinensis*: The polarity affects the bioactivities. *Food Chemistry* 113 : 173-179.
- Wright, M. E., Park, Y., Subar, A. F., Freedaman, N. D., Albanes, D., Hollenbeck, A., Leitzmann, M. F., & Schatzkin, A. 2008. Intakes of fruit, vegetables, and specific botanical groups in relation to lung cancer risk in the nih-aarp diet and health study. *American Journal of Epidemiology* (available online).
- Zhang, Y. and Wang, Z.Z. (2009). Phenolic composition and antioxidant activities of two *Phlomis* species: A correlation study. *Compter Rendus Biologies* 332 : 816-826