

Lampiran 1

Sarana

1. Laboratorium

Untuk penelitian ini akan digunakan beberapa laboratorium di lingkungan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya yaitu Laboratorium Bioteknologi, dan mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya dan Laboratorium kimia organik jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya serta laboratorium Kelautan program studi kelautan.

2. Peralatan utama

Peralatan utama yang digunakan :

a. Peralatan pengambilan sampel

Untuk pengambilan sampel digunakan peralatan selama dari program studi kelautan FMIPA UNSRI dan peralatan yang dipinjam dari Dinas kelautan Sumatera selatan.

b. Peralatan dilaboratorium

Peralatan dan laboratorium yang digunakan adalah sebagai berikut :

	Nama Alat	Lokasi	Kegunaan	Kemampuan
1.	Seperangkat alat ekstraksi	Lab. Kimia organik FMIPA	Untuk ekstraksi	Dalam kondisi baik
2.	Vakum rotavapor	Lab. Kimia Organik Jurusan Biologi	Untuk menguapkan pelarut	Dalam kondisi baik
3.	Autoclaf	Lab. Mikrobiologi Jurusan Biologi	Untuk sterilisasi medium	Dalam kondisi baik
4.	Inkubator	Lab. Mikrobiologi Jurusan Biologi	Inkubasi biakan bakteri	Dalam kondisi baik
5.	Kolom untuk isolasi	Lab. Bioteknologi Jurusan Biologi	Isolasi senyawa aktif	Dalam kondisi baik
6.	Spektrofotometer	Lab Mikrobiologi Jurusan Biologi	Pengukuran TPH	Dalam kondisi baik
7.	Koloni counter	Lab Mikrobiologi Jurusan Biologi	Penghitungan bakteri	Dalam kondisi baik
8.	G I S	Jurusan Kelautan	Penentuan titik lokasi sampling	Dalam kondisi baik

3. Keterangan tambahan

Untuk kegiatan penelitian ini juga tersedia fasilitas pendukung berupa komputer untuk pembuatan laporan/publikasi dan analisa data

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Ketua Peneliti :

Nama Lengkap : Dra.Hary Widjajanti,MSi
 NIP : 131 755 999
 Golongan/Pangkat/Jabatan : III-d/Penata Tingkat I/Lektor
 Tempat/tanggal lahir : Blitar/12 Desember 1961
 Jenis kelamin : Perempuan
 Kantor/Unit Kerja : Program Studi Biologi FMIPA UNSRI
 Alamat Kantor : Jalan Raya Prabumulih Indralaya OKI
 Alamat Rumah : Jalan Jambu No. 8 - Komplek PT.PUSRI Palembang

Pendidikan

No.	Perguruan Tinggi	Kota & Negara	Tahun Lulus	Bidang Studi
1.	Universitas Gadjah Mada	Yogyakarta	1986	Biologi
2.	Universitas Sriwijaya	Palembang	2001	Ilmu Tanaman

Pengalaman Penelitian

No.	Judul Penelitian	Tahun
1.	Variasi konsentrasi starter <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus thermophilus</i> dalam pembuatan yogurt santan	1995
2.	Pengaruh komposisi bahan dan lama fermentasi terhadap aspek mikrobiologi dan aspek biokimia dalam pembuatan bekasam	1996
3.	Deteksi beberapa bakteri patogen pada berbagai jenis ikan konsumsi yang laku dijual di pasar Palembang	1997
4.	Respon pertumbuhan bakteri kontaminan pada beberapa sayuran yang dijual di pasar Palembang terhadap lama penyimpanan dingin	1998
5.	Aktivitas bakteri pelarut fosfat <i>Micrococcus sp</i> terhadap tanaman jagung (<i>Zea mays</i>)	1999
6.	Studi aktivitas mikoriza vesikular arbuskular <i>Gigaspora margarita</i> dan bakteri pelarut fosfat <i>Bacillus megaterium</i> terhadap tanaman kedelai (<i>Glycine max</i> , (L.) Merrill)	2000
7.	Pengaruh Penambahan Jerami Padi dan Bokashi Asal Bahan Gambut Terhadap Tanaman Kedelai di Tanah Ultisol	2001
8.	Pengaruh penambahan suspensi mikroba terhadap proses dekomposisi	2001

	bahan gambut	
9.	Pengaruh inokulasi MVA dan <i>Rhizobium</i> dan pemberian air terhadap nodulasi akar, pertumbuhan, dan produksi kedelai	2001
10.	Penentuan Model Bioremediasi Skala Mikrokosmos Menggunakan Bakteri Indigen dari Lingkungan perairan Yang Tercemar Limbah Minyak Bumi	2002
11.	Variasi konsentrasi dan waktu inkubasi suspensi inokulum khamir <i>Saccharomyces</i> dalam pembuatan minyak kelapa melalui proses fermentasi	2003
12.	Pengaruh koinokulasi MVA <i>Glomus aggregatum</i> dan PGPR <i>Pseudomonas putida</i> terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai	2004
13.	Pengaruh penambahan limbah cair tahu dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan, kandungan protein dan lemak kapang <i>Rizhopus oligosporus</i> serta aktivitas enzim hidrolitiknya dengan variasi dan agitasi	2004
14.	Kemampuan isolat bakteri dan fungi pelarut fosfat dari areal perkebunan tebu dalam melarutkan batuan fosfat, FePO_4 , dan AlPO_4	2005
15.	Isolasi, seleksi, dan karakterisasi fungi pelarut fosfat dari areal perkebunan karet desa Serdang kabupaten Prabumulih Sumatera Selatan	2006
16.	Isolasi dan skrining mikroba endofitik penghasil zat antimikroba dari tanaman daun dewa (<i>Gynura pseudochina</i>)	2007

Publikasi

No.	Karya Ilmiah	Tahun
1.	Pengaruh komposisi bahan dan lama fermentasi terhadap aspek mikrobiologi dan aspek biokimia dalam pembuatan bekasam	1997
2.	Pengaruh mikoriza vesikular arbuskular <i>Gigaspora margarita</i> dan bakteri pelarut fosfat <i>Bacillus megaterium</i> terhadap tanaman kedelai (<i>Glycine max</i> , (L.) Merrill)	2001
3.	Pengaruh inokulasi MVA <i>Glomus aggregatum</i> dan <i>Rhizobium</i> pada pemupukan N dan P terhadap nodulasi akar, kadar N dan P tanaman, dan pertumbuhan kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	2004
4.	Isolasi, seleksi, dan karakterisasi bakteri pendegradasi amoniak dari limbah cair eksplorasi minyak bumi	2006
5.	Isolasi, seleksi, dan karakterisasi bakteri hidrokarbonoklastik dari limbah cair kegiatan eksplorasi minyak bumi	2007

Matakuliah yang diampu :

Di Jurusan Biologi FMIPA UNSRI (S1) :

1. Mikrobiologi (1990 - sekarang)
2. Mikrobiologi Industri (1994- 2006)
3. Mikrobiologi Tanah (1999 – sekarang)
4. Bakteriologi (2002- sekarang)

Di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Unsri

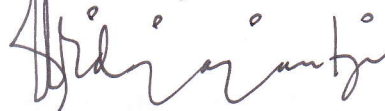
1. Mikrobiologi (2002 – sekarang)

Di Prorgam Pascasarjana (S2) PS Ilmu Lingkungan BKU Biologi Lingkungan :

1. Biologi Tanah (2006-sekarang)

Indralaya, Nopember 2008

Kepua Peneliti,



Dra. Hary Widjajanti, MSi

NIP. 131 755 999

Anggot peneliti I :

Nama : Dr. Moh. Rasyid Ridho, MSi.
 Pekerjaan/NIP : Dosen/132 130 335
 Jabatan/Golongan : Lektor Kepala/IV-a
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Tempat/Tgl.Lahir : Pekalongan, 1 Mei 1969
 Alamat : Program Studi Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya,
 Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Telpon/Fax (0711) 581118,
 Hp : 081367168357
 email : rasyid_mr@yahoo.com

Pendidikan:

1. Sarjana (S1) Jurusan Zoologi, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) Tahun 1993
2. Magister Sains (S2) Program Studi Ilmu Kelautan Program Pascasarjana IPB Tahun 1999
3. Doktor (S3) Program Studi Ilmu Kelautan Program Pascasarjana IPB Tahun 2004

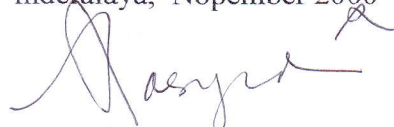
Penelitian :

1. Identifikasi kondisi mangrove pesisir Sumatera Selatan (Kabupaten Banyuasin-OKI), Provinsi Sumatera Selatan. 2006.
2. Rencana Pengelolaan Perikanan (*Fisheries Management Plant*) Sumatera Selatan. 2005
3. Pemantauan Kondisi Terumbu Karang Pulau Simbang, Kabupaten Sungailiat, Provinsi Babel, 2005
4. Pemantauan Kualitas Perairan DAS Musi dan Dawas Provinsi Sumatera Selatan, Environmental Research and Management, 2005
5. Pengaruh Jumlah Inti Blister Terhadap Persentase Pelapisan dan Ketebalan Lapisan Mutiara pada Tiram Mutiara *Pteria penguin* di Teluk Hurun, Lampung” 2003.
6. Persen Penutupan Karang dan Hubungan dengan Struktur Komunitas Ikan di Terumbu Karang di Perairan Pulau Tikus Kepulauan Seribu, 2002
7. Distribusi, Biomassa dan Struktur Kkomunitas Ikan Demersal di Perairan Laut Cina Selatan, 2001

Publikasi

1. Kebiasaan makanan ikan beloso (*Saurida undosquamis*) di perairan Laut Cina Selatan Bagian Selatan (LCS) (Jurnal Ilmiah BIOSFERA Fakultas Biologi UNSOED Purwokerto). Terakreditasi, 2004
2. Distribusi sumberdaya ikan demersal di perairan Laut Cina Selatan (Jurnal ILMU-ILMU PERAIRAN DAN PERIKANAN INDONESIA FPIK IPB Desember 2004). Terakreditasi
3. Keanekaragaman jenis ikan di hulu Sungai Cikaniki, Taman Nasional Gunung Halimun, Jawa Barat (Jurnal Penelitian Sains; hal 25-33 No. 14 Oktober 2003)
4. Struktur komunitas sumberdaya ikan demersal di perairan Laut Cina Selatan (Jurnal MARITEK FPIK IPB), 2003
5. Hubungan antara biomassa dengan struktur komunitas sumberdaya ikan demersal di perairan Laut Cina Selatan (Jurnal Ilmiah TORANI Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNHAS, Makassar). Terakreditasi, 2003
6. Distribusi biomassa sumberdaya ikan demersal di perairan Laut Cina selatan (Buletin PSP FPIK IPB). Terakreditasi, 2002
7. Distribusi sumberdaya ikan demersal di perairan pantai Barat Sumatera (Jurnal ILMU-ILMU PERAIRAN DAN PERIKANAN INDONESIA FPIK IPB). Terakreditasi, 2002
8. Distribusi biomassa sumberdaya ikan demersal di perairan Pantai Bengkulu (Jurnal MARITEK FPIK IPB), 2001

Inderalaya, Nopember 2008



Dr. Moh. Rasyid Ridho, MSi
NIP. 132 130 335

Anggota Peneliti II :

1. Nama : Drs. Munawar, MSi
2. Tempat & Tanggal lahir : Banyumas, 21 Mei 1968
3. Program Studi/Fak : Biologi/MIPA
4. Jabatan/Gol/NIP : Lektor/III-c/132014616
5. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya Palembang
6. Bidang keahlian : Mikrobiologi
7. Alamat : Perumahan Restu Iman Asri Jl Sarjana Blok C No 4
Ogan Ilir, Sumatera Selatan
6. No. Telepon : 081532834404
7. E-mail : mu_na_war@yahoo.com

Pendidikan

- (S-1 Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto (1992)
- (S-2 Mikrobiologi Pascasarjana Institut Teknologi Bandung (1999)

Kursus/Pelatihan/Seminar yang Pernah Diikuti

1. Pelatihan Pengelolaan Peralatan Laboratorium Basic Science di ITB Bandung (1994)
2. Pelatihan Laboratory Management kerjasama DIKTI dengan WUTC (Western University Training Centre), tahun 1995
3. Pelatihan Penulisan Buku Ajar Perguruan Tinggi, Bogor (2002)
4. Pelatihan Pendalaman Materi Bidang Mikrobiologi Industri, UGM Yogyakarta (2003)
5. Pelatihan penelitian Skrining bakteri hidrokarbonoklatik yang digunakan dalam proses bioremediasi limbah minyak (2006)

Pengalaman Penelitian

1. Respon pertumbuhan isolat Salmonella dan Shigella dari ikan bandeng segar terhadap ekstrak laos dan kunyit. (1992)
2. Respon pertumbuhan bakteri kontaminan daging sapi yang dijual di pasar Palembang terhadap bubuk kunyit dan lama pendinginan. (1994)
3. Deteksi beberapa bakteri patogen pada berbagai jenis ikan konsumsi yang laku dijual di pasaran Palembang. (1995)

4. Isolasi dan uji kemampuan isolat bakteri rizosfir dari hutan bakau di Cilacap dalam mendegradasi residu minyak bumi. (1999)
5. Penentuan Model Bioremediasi Residu Pengolahan Minyak Bumi Menggunakan bakteri Indigen secara Mikrokosmos (2003)
6. Isolasi, Seleksi Dan Karakterisasi Serta Produksi Enzim Protease dari *Bacillus* sp yang berasal dari rawa sumatera selatan (2005)
7. Isolasi, Seleksi Dan Karakterisasi Mikroba Pelarut Fosfat Dari Areal Perkebunan Tebu Pabrik Gula Cintamanis (2005)
8. Isolasi , seleksi dan karakterisasi kapang pelarut fosfat dari areal perkebunan karet (2006)

Publikasi

No.	Karya Ilmiah	Tahun
1.	Optimalisasi sumber nitrogen (KNO ₃) pada medium pertumbuhan bakteri pengurai hidrokarbon (2000)	2000
2.	Pengaruh pemberian fasilitas aerasi pada proses bioremediasi limbah minyak bumi (2002)	2002
3.	Penggunaan bakteri indigen dari daerah rizosfer hutan bakau Cilacap dalam proses bioremediasi limbah minyak bumi (2003)	2003
4.	Isolasi, seleksi, dan karakterisasi bakteri pendegradasi amoniak dari limbah cair eksplorasi minyak bumi	2006
5.	Isolasi, seleksi, dan karakterisasi bakteri hidrokarbonoklastik dari limbah cair kegiatan eksplorasi minyak bumi	2007

Publikasi Ilmiah :

1. Optimalisasi sumber nitrogen (KNO₃) pada medium pertumbuhan bakteri pengurai hidrokarbon (2000)
2. Pengaruh pemberian fasilitas aerasi pada proses bioremediasi limbah minyak bumi (2002)
3. Penggunaan bakteri indigen dari daerah rizosfer hutan bakau Cilacap dalam proses bioremediasi limbah minyak bumi (2003)

4. Isolasi, seleksi, dan karakterisasi bakteri pendegradasi amoniak dari limbah cair eksplorasi minyak bumi
5. Isolasi, seleksi, dan karakterisasi bakteri hidrokarbonoklastik dari limbah cair kegiatan eksplorasi minyak bumi

Pengalaman Kerja

1. Ketua Laboratorium Mikrobiologi jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya (1994-1996)
2. Sebagai Instruktur dalam pelatihan keselamatan kerja di laboratorium Mikrobiologi di PT PUSRI (2000)
3. Sebagai konsultan di perusahaan swasta yang sedang menangani pengolahan limbah sludge minyak di Pertamina DOH Sumbagsel (2003 – sekarang)

Matakuliah yang diampu :

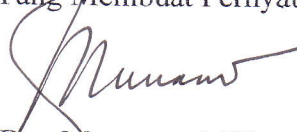
Di Jurusan Biologi FMIPA UNSRI (S1) :

1. Mikrobiologi (1990 - sekarang)
2. Mikrobiologi Industri (1994- 2006)
3. Mikrobiologi Tanah (1999 – sekarang)
4. Biostatistik (1997 - sekarang)
5. Rancangan Percobaan (2002 – sekarang)

Di Program Pascasarjana (S2) PS Ilmu Lingkungan BKU Biologi Lingkungan :

1. Bioremediasi (2006-sekarang)

Inderalaya, Nopember 2008
Yang Membuat Pernyataan



Drs. Munawar, MSi
NIP. 132 061 414

DRAFT ARTIKEL ILMIAH

DRAFT ARTIKEL ILMIAH

UPAYA REHABILITASI HUTAN MANGROVE : Studi Modeling Bioremediasi Menggunakan Agen Biologis Indigenous untuk Menurunkan Bahan Pencemar di Hutan Mangrove Wilayah Propinsi Sumatera Selatan

Oleh :

Hary Widjajanti, Moh.Rasyid Ridho, Munawar
Jurusan Biologi FMIPA UNSRI

ABSTRACT

Mangrove ecosystem with physical properties very sensitive to pollution, especially oil pollution because oil will accumulated and trapped in substrates. This condition will destroy a growth and development of mangrove trees so that all of the mangrove ecosystem will be disrupted. Bioremediation is an effective, efficient, and economically technology for recovery environmental pollution. This research examine bioremediation process with indigenous bacteria from mangroveecosystem so that can more effective bioremediation because the bacterias need no more longer adaptation period. The aims of this research was found an indigenous bacteria isolates from Sungsang mangrove ecosystem and knowing their ability to degrade oil pollution. The hydrocarbonoclastic bacteria that found from mangrove ecosystem will used as a bioremediation agent for recovery oil pollution in mangrove ecosystem. In the first step, indigenous bacteria was isolated from mangrove ecosystem from Sungsang and then all of the isolates was select for their properties to live in environment with oil. The isolates that can grow inthe environment with oil and then selected for their properties for using oil as a carbon sources. In this research 117 bacterias was isolated from Sungsang mangrove ecosystem, 97 isolates can grow inthe environment with oil, and 17 isolates can use oil as a carbon souece. From optimation process to N : P ratio the bacterias can grow better in N : P ratio 10 :1 and in 5% oil concentration. From the indigenous bacteria will produced a bacterial consortium that have good ability to degrade oil pollution in mangrove ecosystem.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hutan mangrove di Indonesia luasnya semakin berkurang dari tahun ke tahun. Pada tahun 1980 an Indonesia masih memiliki hutan mangrove terluas di dunia dengan luas 4,13 juta hektar. Namun tahun 1990 luas hutan mangrove Indonesia berkurang sekitar 60% hingga menjadi 2,5 juta hektar (Noor, 1994). Penurunan luas *mangrove* tersebut diantaranya terjadi karena konversi lahan untuk industri, perumahan, dan transportasi.

Dilaporkan oleh Kusmana (1997) dalam Susilo (1997) bahwa luas hutan mangrove di Sumatera Selatan menduduki rangking ke-3 di Indonesia (363.430 ha) setelah Irian Jaya (1.326.990 ha) dan Kalimantan Timur (775.640 ha). Kawasan hutan mangrove di Sumatera Selatan yang sangat penting setelah Taman Nasional Sembilan yaitu kawasan Tanjung Api-api, Sungsang dan Upang (Ridho *et al.*, 2005). Ketiga kawasan tersebut dalam kurun waktu sebelas tahun yaitu dari tahun 1992 sampai tahun 2003 telah mengalami penurunan luasan sebesar 4352,6 ha (Ridho *et al.*, 2005). Salah satu wilayah yang terjadi penurunan luasan yaitu di daerah longsong tahun 2004 di Teluk Payau Kabupaten Banyuasin pada posisi 2°27,919' LS 104°49,670' BT (Ridho *et al.*, 2006).

Hutan mangrove, disamping secara kuantitatif mengalami penurunan luas, juga secara kualitatif mengalami penurunan mutu lingkungan akibat mengalami pencemaran. Hal itu termasuk kawasan mangrove di Sumatera Selatan terutama kawasan Tanjung Api-api, Sungsang dan Upang. Ketiga kawasan itu merupakan wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi dan DAS Dawas yang dijadikan sebagai jalur utama pelayaran pengangkutan minyak bumi dari ladang minyak Sekayu (Kabupaten MUBA) dan ladang minyak Palembang (Ridho *et al.*, 2005). Pencemaran minyak dapat disebabkan oleh tumpahan dan ceceran minyak selama kegiatan pengeboran, produksi, pengilangan dan transportasi, perembesan dan reservoarnya; kegiatan pemuatan dan pembongkaran di pelabuhan; maupun limbah tanker/kapal.

Kawasan *mangrove* mempunyai manfaat ganda dari aspek sosial-ekonomi, dan ekologis, diantaranya sebagai fungsi fisik yaitu melindungi pantai dan tebing sungai dari erosi, fungsi biologis yaitu sebagai tempat asuhan (*nursery ground*) dan tempat pemijahan (*spawning grounds*) bagi ikan, udang, dan kerang lepas pantai, fungsi ekonomi misalnya untuk tambak, kayu, dan rekreasi. Alasan tersebut mendasari perlunya peraturan perlindungan kawasan *mangrove*, yakni UU No. 5 tahun 1990 yang menyatakan bahwa *mangrove* termasuk daerah pendukung kehidupan yang mempunyai fungsi ekologis dan ekonomis. Untuk itu, hutan mangrove harus tetap diupayakan kelestariannya baik luasnya maupun kualitasnya. Sebagai upaya pemulihan kualitas hutan mangrove dari pencemaran yang sudah ada, perlu segera diterapkan teknologi bioremediasi yang menggunakan agen biologis indigenous, maka perlu dilakukan studi modeling proses bioremediasi yang menggunakan agen biologis indigenous untuk mengurangi beban bahan pencemar.

Tujuan penelitian

1. Untuk memperoleh isolat bakteri indigenous dari ekosistem *mangrove* yang mampu mendegradasi hidrokarbon limbah minyak bumi
2. Mengetahui kemampuan masing-masing isolat bakteri indigenous yang diperoleh dalam medegradasi fraksi hidrokarbon minyak bumi
3. Mencari model bioremediasi yang efektif untuk mengurangi beban cemaran di hutan mangrove

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian diharapkan membantu dalam memberi informasi dan rekomendasi dalam upaya melestarikan hutan mangrove dengan menerapkan model bioremediasi yang efektif untuk mengurangi beban cemaran pada hutan mangrove.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan April 2008 sampai dengan Maret 2010. Pengambilan sampel sumber isolat bakteri hidrokarbonoklastik dilakukan di hutan mangrove kecamatan Sungsang kabupaten Banyuasin. Proses isolasi dan seleksi bakteri hidrokarbonoklastik dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya. Penentuan model bioremediasi dilakukan di laboratorium Ekologi dan Lab Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UNSRI. Analisis parameter yang mengindikasikan kinerja bioremediasi dalam skala mikrokosmos dilakukan di laboratorium Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain berupa sampel tanah rizosfir dan air dari ekosistem hutan mangrove Sungsang, Banyuasin-Sumatera Selatan sebagai sumber isolat bakteri, medium Bushnell Haas Mineral Salt (BHMS) padat dan cair sebagai medium isolasi dan purnian isolat, medium Zobell padat dan cair sebagai medium skrining tahap

pertama, medium Soeminararti padat dan cair sebagai medium skrining tahap kedua, minyak bumi (crude oils), reagen pewarnaan Gram (Pewarna Gram A, gram B, Gram C, dan Gram D) dan pewarna endospora (Malachite Green dan Safranin), akuades, alkohol 96%, Spiritus, senyawa BETX (benzen, etil benzen, toluen, dan xilen) untuk uji kemampuan mendegradasi hidrokarbon aromatik, alkana (N-heksan) sebagai uji kemampuan mendegradasi hidrokarbon alifatik, pelarut cloroform, CCl_4 , untuk analisis hidrokarbon, garam fisiologis untuk pengenceran penghitungan bakteri. Alat-alat yang dibutuhkan antara lain berupa *cool box*, plastik dan diligen steril untuk pengambilan sampel, peralatan gelas (antara lain: tabung reaksi, erlenmeyer 250 ml-500 ml, cawan petri, gelas ukur, pipet ukur) untuk pembuatan dan wadah media untuk isolasi, untuk pertumbuhan bakteri, dan peralatan lain yang menunjang seperti autoklaf, inkubator, pH meter, mikroskop serta peralatan untuk pengukuran hidrokarbon yang menunjukkan terjadinya degradasi seperti, timbangan, spektrofotometer, sentrifuge, gelas pemisah dan lain-lain.

Metode

Pengambilan sampel tanah rizosfir dan air dari hutan mangrove

Sampel diambil menggunakan metode "multiple sampling" dengan cara menentukan dua stasiun secara berkelompok. Kelompok pertama merupakan stasiun yang belum tercemar limbah minyak bumi yaitu daerah Sungsang ke arah hulu dan kelompok kedua merupakan stasiun yang tercemar limbah minyak bumi yaitu daerah sungsang ke arah hilir (laut). Sampel berupa tanah rizosfir dari sekitar akar tumbuhan dan air secara acak berkelompok diambil dari setiap stasiun. Masing-masing stasiun ditentukan 3 titik sampling yang mewakili dan dari titik sampling tersebut diambil sampel tanah secara aseptik sebanyak ± 10 kg dan air ± 10 liter. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam wadah yang steril. Untuk menjaga kondisi sampel tidak berubah maka semua tempat sampel yang telah berisi sampel baik tanah maupun air dimasukkan ke dalam *cool box* ditambah dengan es. (Steel dan Torrie, 1981).

Pengukuran faktor fisika dan kimia tempat pengamabilan sampel.

Kondisi fisik dan kimia tanah dan air diukur beberapa parameter yaitu: pH, suhu, kelembaban, tekstur tanah, (langsung diukur di lapangan), kandungan C-N-P-K, BOD,

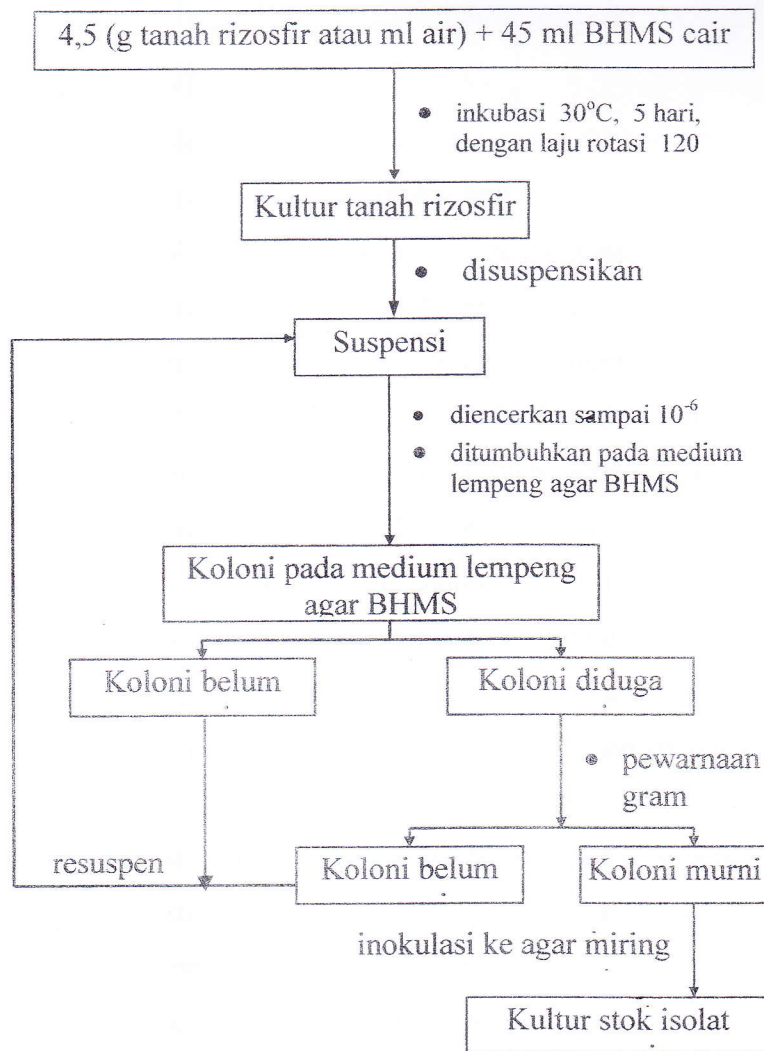
COD, salinitas, dan kandung hidrokarbon (diukur dari sampel yang diambil dan dianalisis di laboratorium Kimia).

Isolasi dan pemurnian

Sampel berupa tanah rizosfir dan air ditimbang/diukur sebanyak 4,5 (gram atau ml) dan diinokulasikan ke dalam 45 ml medium BHMS cair, lalu diinkubasi dalam *shaker incubator* selama lima hari pada suhu 30°C dengan laju pengocokan 120 rpm. Selanjutnya diencerkan sampai 10^{-6} , masing-masing pengenceran tersebut diambil sebanyak 1 ml dicampur dengan medium BHMS agar sampai merata, kemudian dituang ke dalam cawan petri steril, setelah medium BHMS agar dalam cawan petri memadat kemudian diinkubasi pada suhu 30 °C sampai ditemukan koloni bakteri yang tumbuh (lima hari). (Pelczar, M.J. & E.C.S. Chan. 1981 Sharpley, J.M. 1966. Udiharto, M. 1994)

Setiap koloni bakteri yang tumbuh dan mempunyai ciri berbeda, dipindahkan pada medium BHMS padat dalam cawan petri menggunakan jarum ose dengan cara goresan (*streak plate*) dan diinkubasi kembali pada suhu 30°C selama 4 – 5 hari. Pekerjaan ini dilakukan berulang kali sampai mendapatkan koloni yang murni. Tahapan isolasi sampai mendapat kultur murni dapat dilihat pada bagan alir Gambar 1.

Kemurnian koloni ditentukan dengan uji pewarnaan Gram, jika sifat Gram dan bentuk selnya seragam berarti koloni sudah murni, tetapi jika sifat Gram dan bentuk selnya tidak seragam berarti koloni belum murni. Jika diperoleh koloni belum murni disuspensi ulang dan dikultur kembali pada medium BHMS padat dalam cawan petri, pekerjaan ini dilakukan sampai mendapatkan koloni yang murni (Gambar 1.).



Gambar 1. Bagan alir isolasi dan pemurnian

Kemurnian koloni ditentukan dengan uji pewarnaan Gram, jika sifat Gram dan bentuk selnya seragam berarti koloni sudah murni, tetapi jika sifat Gram dan bentuk selnya tidak seragam berarti koloni belum murni. Jika diperoleh koloni belum murni disuspensi ulang dan dikultur kembali pada medium BHMS padat dalam cawan petri, pekerjaan ini dilakukan sampai mendapatkan koloni yang murni (Gambar 1.).

Seleksi dan Identifikasi Isolat

Isolat yang diperoleh diseleksi berdasarkan kemampuan bertahan hidup dan tumbuh pada medium yang mengandung residu minyak bumi serta kemampuan untuk mendegradasi

residu minyak bumi tersebut. Seleksi dilakukan melalui dua tahap yaitu (1) **seleksi tahap I** masing-masing isolat yang telah murni diinokulasikan pada medium Zobell padat dalam cawan petri, kemudian dioleskan residu minyak bumi ke permukaan medium untuk menyeleksi isolat yang mampu tumbuh di lingkungan residu. Kultur diinkubasi pada suhu 30°C selama lima hari. Tumbuhnya koloni isolat bakteri pada permukaan medium Zobell yang diolesi residu minyak bumi berarti isolat bakteri tersebut mampu bertahan hidup dan tumbuh pada lingkungan yang mengandung residu minyak bumi. (2) **seleksi tahap II**, isolat yang mampu tumbuh pada seleksi -tahap I diinokulasikan pada medium Soeminarti cair dalam tabung reaksi dan ditambahkan residu minyak bumi sebagai sumber karbon tambahan pada permukaan medium tersebut. Kemudian kultur diinkubasi pada suhu 30°C selama lima hari. Terbentuknya lapisan berwarna putih diantara fase media (cair) dan fase residu menunjukkan isolat tersebut tumbuh dan mempunyai kemampuan menggunakan residu minyak bumi sebagai sumber karbon dan energi. Selanjutnya isolat yang sudah diketahui mampu mendegradasi residu disebut sebagai isolat terpilih dan dibuat kultur persediaan. (Ruyitno. 1991)

Isolat bakteri rizosfir yang terpilih dari hasil seleksi selanjutnya diidentifikasi. Tahapan identifikasi yang dilakukan meliputi: pengujian morfologi koloni, morfologi sel, sifat Gram, ada tidaknya endospora, pengujian biokimia yang terdiri atas: uji glukosa, laktosa, manitol, maltosa, sakarosa, IMViC, H₂S, urea, motilitas, arabinosa, manosa, salisin, xilosa, hidrolisis pati, gelatin, dan haemolisis. Selanjutnya untuk menentukan spesies isolat bakteri yang diperoleh, hasil pengujian pada tahap identifikasi dicocokkan dengan buku Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Buchanan, R.E. & N.E. Gibbons (CoE). 1974)

Optimasi rasio N:P dari KNO₃ dan K₂HPO₄ dan kadar residu medium

Masing-masing isolat terpilih yang telah diremajakan pada medium Zobell agar miring umur sekitar 48 jam dibuat suspensi dengan cara menginokulasikan masing-masing isolat sebanyak 1 ose ke dalam 10 ml larutan garam fisiologis dan dikocok sampai homogen. Suspensi masing-masing isolat diinokulasikan sebanyak 10% (v/v) ke dalam medium modifikasi Soeminarti cair dengan variasi rasio N:P = 5:1, 10:1 dan 15:1. Kultur diinkubasi pada suhu 30 °C dengan dishaker 100 rpm selama lima hari. Masing-masing isolat pada

masing-masing medium dengan berbagai rasio N:P tersebut dihitung jumlah selnya. Pada medium dengan rasio N:P yang menunjukkan jumlah sel bakteri paling tinggi berarti rasio N:P tersebut paling baik.

Masing-masing isolat terpilih yang telah diremajakan pada medium Zobell agar miring umur sekitar 48 jam dibuat suspensi dengan cara menginokulasikan masing-masing isolat sebanyak 1 ose ke dalam 10 ml larutan garam fisiologis dan dikocok sampai homogen. Suspensi masing-masing isolat diinokulasikan sebanyak 10% (v/v) ke dalam medium modifikasi Soeminarti cair dengan kadar residu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% (v/v). Kultur diinkubasi pada suhu 30°C dengan dishaker 100 rpm selama lima hari. Masing-masing isolat pada masing-masing medium dengan berbagai kadar residu dihitung jumlah selnya. Pada medium dengan kadar residu yang menunjukkan jumlah sel bakteri paling tinggi berarti kadar residu tersebut yang paling baik untuk pertumbuhannya.

Penentuan kurva pertumbuhan isolat bakteri

Masing-masing isolat yang terpilih ditentukan kurva pertumbuhannya. Penentuan kurva pertumbuhan dilakukan dengan cara menginokulasikan masing-masing isolat pada medium Soeminarti cair dengan rasio N:P dan kadar residu optimal. Kultur diinkubasi pada suhu 30°C dan dihitung jumlah sel masing-masing isolat setiap hari sampai menunjukkan jumlah yang menurun. Data jumlah sel masing-masing isolat pada setiap waktu pengamatan yang diperoleh dibuat grafik sehingga diketahui fase-fase pertumbuhannya. Setiap kurva pertumbuhan dari isolat yang diperoleh ditentukan waktu generasi terpendek pada fase pertumbuhan eksponensialnya.⁽⁶⁾ Waktu generasi terpendek yang diperoleh dari masing-masing isolat digunakan sebagai dasar pembuatan dan pemberian inokulum pada pengujian kemampuan isolat dalam mendegradasi residu minyak bumi. Persamaan yang dipakai untuk menentukan waktu generasi adalah persamaan berikut:

$$g = \frac{\log 2 (t)}{\log X_t - \log X_0}$$

g = waktu generasi

X_t = jumlah sel bakteri pada waktu akhir (t_x)

X_0 = jumlah sel bakteri pada waktu awal (t_0)

t = waktu inkubasi dari $t_0 - t_x$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Isolasi bakteri hidrokarbonoklastik

Hasil isolasi dan pemurnian isolat bakteri dari 6 (enam) stasiun dan 4 (empat) daerah perakaran tanaman diperoleh sebanyak 117 isolat seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah isolat bakteri yang diperoleh

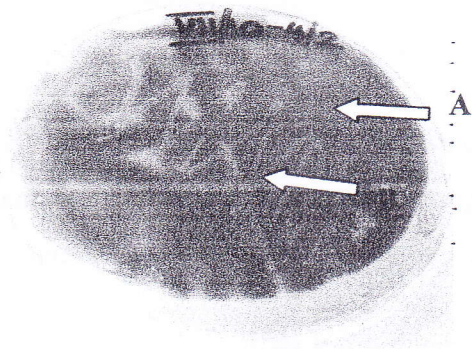
Asal isolat	Pengenceran 10^{-4}	Pengenceran 10^{-5}	Pengenceran 10^{-6}	Jumlah
Stasiun 1	9	6	2	17
Stasiun 2	10	7	1	18
Stasiun 3	9	5	3	17
Stasiun 4	6	5	1	12
Stasiun 5	5	3	2	10
Stasiun 6	5	3	1	9
Perakaran <i>Nypa</i> sp	7	4	1	12
Perakaran <i>Avicennia</i>	4	-	-	4
Perakaran spesies X	8	1	-	9
Perakaran <i>Sonneratia</i>	4	3	2	9
Jumlah total				117

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa dari 117 isolat yang diperoleh yang banyak didapatkan isolat adalah dari stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3, sedangkan jumlah isolat yang paling sedikit adalah dari perakaran *Avicennia*. Hal ini diduga berkaitan erat dengan faktor lingkungan pada masing-masing tempat pengambilan sampel seperti yang tertera pada Tabel 3.

2. Hasil Seleksi I dan seleksi II

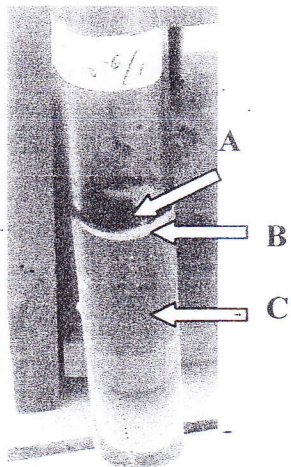
Seleksi I dilakukan untuk memilih bakteri yang mampu tumbuh pada lingkungan yang mengandung minyak bumi sehingga bakteri yang dapat tumbuh pada seleksi I adalah bakteri yang mampu tumbuh pada lingkungan yang mengandung minyak bumi (Gambar 7). Seleksi II dilakukan untuk memilih bakteri yang dapat menggunakan hidrokarbon minyak

bumi sebagai satu-satunya sumber karbonnya (Gambar 8). Jumlah isolat bakteri yang diperoleh dari proses seleksi I dan II disajikan pada Tabel 2.



Gambar 7. Hasil proses seleksi 1

Keterangan : A. Medium + minyak bumi
B. Bakteri yang tumbuh



Gambar 8. Hasil proses seleksi 2

Keterangan : A. Minyak bumi
B. Lapisan pertumbuhan bakteri
C. Medium cair

Tabel 2. Jumlah isolat hasil seleksi I dan seleksi II

Asal isolat	Jumlah isolat yang lolos seleksi I	Jumlah isolat yang lolos seleksi II	Kode isolat
Stasiun 1	15	6	HW ₁ – HW ₆
Stasiun 2	14	2	HW ₇ , HW ₈
Stasiun 3	17	3	HW ₉ -HW ₁₁
Stasiun 4	7	1	HW ₁₂
Stasiun 5	9	-	-

Stasiun 6	8	1	HW ₁₃
Perakaran <i>Nypa</i> sp	9	-	-
Perakaran <i>Avicennia</i>	3	-	-
Perakaran spesies <i>X</i>	8	-	-
Perakaran <i>Sonneratia</i>	7	4	HW ₁₄ -HW ₁₇
Jumlah	97	17	

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa dari 117 isolat yang diperoleh, sebanyak 97 isolat yang mampu tumbuh pada lingkungan yang mengandung minyak bumi dan hanya 17 isolat yang mampu menggunakan minyak bumi sebagai satu-satunya sumber karbon (C).

Tabel 3. Parameter kimia sedimen pada lokasi pengambilan sampel

	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5	Stasiun 6	Perakaran <i>Avicennia</i>	Perakaran <i>Nypa</i> sp	Perakaran spesies <i>X</i>	Perakaran <i>Sonneratia</i>
pH	5,37	6,89	5,79	7,52	7,41	7,57	5,44	5,77	5,60	6,22
C-organik	4,39	1,87	3,75	2,04	2,54	2,39	2,32	2,86	3,24	2,60
N-total	0,38	0,16	0,36	0,18	0,21	0,19	0,17	0,21	0,29	0,19
P-Bray I	12,60	6,60	18,17	3,75	4,80	10,35	11,25	10,80	9,15	10,50
K-dd	1,60	1,28	1,92	1,60	1,60	1,55	1,60	2,24	1,92	1,60
Na	17,40	8,15	17,40	34,80	39,15	26,10	6,52	3,26	4,35	3,26
Ca	5,40	5,30	5,63	9,83	8,88	8,23	3,55	4,20	3,55	3,75
Mg	1,05	0,70	1,02	2,05	1,22	1,45	1,61	1,64	2,55	3,06
KTK	34,80	30,45	34,80	52,50	56,12	43,50	21,75	24,80	19,58	26,10
Al-dd	0,98	tu	0,23	tu	tu	tu	0,14	0,07	0,07	tu
H-dd	0,12	tu	0,12	tu	tu	tu	0,10	0,06	0,11	tu

3. Hasil Karakterisasi morfologi koloni isolat bakteri hidrokarbonoklastik

Karakter morfologi koloni dari 17 isolat yang lolos seleksi II disajikan pada Tabel 4, 5, dan 6. Dari 17 isolat sebagian besar (14 isolat) memiliki karakter koloni pada medium NA tegak berbentuk filiform dan 2 berbentuk villous, dan 1 isolat berbentuk beaded. Pertumbuhan pada medium NA miring menunjukkan bentuk pertumbuhan spreading (47,06%), echinulate (47,06%), dan arborescent (5,88%). Dari 17 isolat yang diperoleh sebagian besar bersifat fakultatif anaerob (64,71%), dan sisanya bersifat aerob (35,29%). Kalau diamati memang sangat dimungkinkan bahwa bakteri yang ditemukan bersifat fakultatif anaerob, hal ini karena kondisi sedimen yang terkadang tergenangi oleh air sungai

jika sedang pasang sehingga kondisinya anaerob, sedang pada saat lain kondisinya tidak tergenangi pada saat surut.

Tabel 4. Pertumbuhan pada medium NA tegak dan NA miring dan kebutuhan akan oksigen

Kode isolat	Pertumbuhan pada medium NA tegak	Pertumbuhan pada medium NA miring	Kebutuhan akan oksigen
HW ₁	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Aerob
HW ₂	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Fakultatif anaerob
HW ₃	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Fakultatif anaerob
HW ₄	<i>Filiform</i>	<i>Arborescent</i>	Aerob
HW ₅	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Fakultatif anaerob
HW ₆	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Fakultatif anaerob
HW ₇	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Fakultatif anaerob
HW ₈	<i>Filiform</i>	<i>Echinulate</i>	Fakultatif anaerob
HW ₉	<i>Filiform</i>	<i>Echinulate</i>	Aerob
HW ₁₀	<i>Filiform</i>	<i>Echinulate</i>	Aerob
HW ₁₁	<i>Villous</i>	<i>Echinulate</i>	Fakultatif anaerob
HW ₁₂	<i>Villous</i>	<i>Echinulate</i>	Fakultatif anaerob
HW ₁₃	<i>Beaded</i>	<i>Echinulate</i>	Fakultatif anaerob
HW ₁₄	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Aerob
HW ₁₅	<i>Filiform</i>	<i>Echinulate</i>	Aerob
HW ₁₆	<i>Filiform</i>	<i>Spreading</i>	Fakultatif anaerob
HW ₁₇	<i>Filiform</i>	<i>Echinulate</i>	Fakultatif anaerob

Tabel 5. Pertumbuhan pada medium NA Lempeng

Kode isolat	Warna	Bentuk	Tepian	Elevasi
HW ₁	Kuning	Bulat, tepi kerang	<i>Udulate</i>	<i>Low convex</i>
HW ₂	Krem	Lonjong	<i>Entire</i>	<i>Low convex</i>
HW ₃	Putih	Konsentris	<i>Entire</i>	<i>Effuse</i>
HW ₄	Krem	Tidak jelas	-	
HW ₅	Krem	Konsentris	<i>Undulate</i>	<i>Effuse</i>
HW ₆	Kuning muda	Bulat	<i>Entire</i>	<i>Effuse</i>
HW ₇	Krem	Bulat tepi kerang	<i>Undulate</i>	<i>Low convex</i>
HW ₈	Kuning muda	Tidak beraturan	<i>Lobate</i>	<i>Low convex</i>
HW ₉	Krem	Tidak beraturan	<i>Lobate</i>	<i>Effuse</i>
HW ₁₀	Krem	Tidak beraturan	<i>Fimbriate</i>	<i>Effuse</i>
HW ₁₁	Krem	Tidak beraturan	<i>Fimbriate</i>	<i>Effuse</i>
HW ₁₂	Krem	Bulat, tepi kerang	<i>Ciliate</i>	<i>Low convex</i>
HW ₁₃	Kuning muda	Konsentris	<i>Ciliate</i>	<i>Effuse</i>
HW ₁₄	Putih	Bulat, tepi kerang	<i>Entire</i>	<i>Effuse</i>
HW ₁₅	Kuning keputihan	Tidak beraturan	<i>Undulate</i>	<i>Covex rugose</i>

HW ₁₆	Kuning keputihan	Konsentris	<i>Ciliate</i>	<i>Effuse</i>
HW ₁₇	Putih kekuningan	Konsentris	<i>Entire</i>	<i>Effuse</i>

Tabel 6. Morfologi sel, sifat Gram, dan endospora isolat bakteri hidrokarbonoklastik indigen

Isolat	Morfologi sel yang diamati		
	Bentuk Sel	Sifat Gram	Endospora
HW ₁	Kokus	Positif	Tidak ada
HW ₂	Basil	Positif	Ada
HW ₃	Kokus	Negatif	Tidak ada
HW ₄	Kokus	Positif	Tidak ada
HW ₅	Basil	Positif	Ada
HW ₆	Kokus	Positif	Tidak ada
HW ₇	Basil	Negatif	Ada
HW ₈	Basil	Positif	Ada
HW ₉	Kokus	Positif	Tidak ada
HW ₁₀	Kokus	Negatif	Tidak ada
HW ₁₁	Kokus	Negatif	Tidak ada
HW ₁₂	Basil	Positif	Ada
HW ₁₃	Kokus	Negatif	Tidak ada
HW ₁₄	Kokus	Negatif	Tidak ada
HW ₁₅	Kokus	Negatif	Tidak ada
HW ₁₆	Kokus	Negatif	Tidak ada
HW ₁₇	Kokus	Positif	Tidak ada

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa karakteristik morfologi koloni dalam hal warna terdapat variasi yaitu dari warna putih, kuning keputihan, kuning, dan krem dengan bentuk bervariasi antara bulat, konsentris, bulat tepian kerang, dan yang lebih banyak adalah dengan bentuk yang tidak beraturan. Demikian juga dengan tepi dan elevasi koloni menunjukkan adanya keragaman diantara 17 isolat. Hal ini menunjukkan bahwa isolat yang didapatkan memiliki variasi karakter morfologi yang cukup tinggi.

Berdasarkan karakter morfologi sel dapat dilihat bahwa isolat yang didapatkan hanya memiliki bentuk basilus dan kokus, dengan sifat gram positif dan negatif dengan variasi ada yang membentuk spora dan ada yang tidak (Tabel 6).

Untuk memperoleh karakter yang lebih memadai dari isolat yang ditemukan maka telah dilakukan karakterisasi sifat fisiologi isolat yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Karakteristik fisiologi isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon (uji indol, H₂S dan pembentukan gas, metil red, voges proskauer, urea, sitrat, motilitas, pati, gelatin, katalase).

Isolat	Karakterisasi fisiologi isolat bakteri yang diamati								
	Indol	H ₂ S	MR/VP	Sitrat	Motil	Pati	Gelatin	Katalase	Urea
HW ₁	-	-	-/+	-	+	-	-	+	-
HW ₂	-	+	-/+	+	+	-	-	+	+
HW ₃	-	-	-/+	+	-	-	-	-	-
HW ₄	-	-	-/-	-	+	+	-	+	-
HW ₅	-	-	-/+	+	-	-	-	-	-
HW ₆	+	+	+/-	+	-	-	-	-	-
HW ₇	-	+	+/+	+	+	-	-	+	-
HW ₈	-	+	+/-	+	-	+	+	+	-
HW ₉	-	-	-/-	-	+	-	-	+	-
HW ₁₀	-	-	-/+	-	+	-	-	+	+
HW ₁₁	-	+	+/-	-	+	+	+	+	+
HW ₁₂	-	-	+/+	+	+	+	+	+	-
HW ₁₃	-	-	+/-	+	+	-	-	+	-
HW ₁₄	-	-	-/-	+	-	-	-	+	-
HW ₁₅	-	-	-/+	-	+	-	-	+	-
HW ₁₆	-	-	-/-	+	+	-	-	-	-
HW ₁₇	-	-	+/-	+	+	-	-	-	-

Keterangan + : Uji positif
- : Uji negatif

Tabel 8. Karakteristik fisiologi isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon pada uji fermentasi karbohidrat

Isolat	Uji Fermentasi		
	Glukosa	Sukrosa	Laktosa
HW ₁	+	+	-
HW ₂	+	-	-
HW ₃	-	-	-
HW ₄	-	+	+
HW ₅	-	-	-
HW ₆	+	+	-
HW ₇	+	+	+
HW ₈	+	+	-
HW ₉	+	+	-
HW ₁₀	+	+	+
HW ₁₁	+	+	+
HW ₁₂	+	+	-
HW ₁₃	-	-	+
HW ₁₄	-	-	+
HW ₁₅	-	+	+
HW ₁₆	+	-	-
HW ₁₇	-	-	-

Keterangan + : Uji positif - : Uji negatif

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dari kawasan hutan mangrove pantai Sungsang diperoleh 117 isolat bakteri indigen, 97 isolat dapat tumbuh pada lingkungan yang mengandung minyak bumi, dan 17 isolat yang mampu menggunakan minyak bumi sebagai satu-satunya sumber karbon.
2. Dari proses optimasi didapatkan bahwa rasio N : P yang baik untuk menunjang pertumbuhan bakteri hidrokarbonoklastik indigen adalah 10 : 1 dan kadar residu minyak bumi yang paling baik adalah 5%.
3. Konsorsium bakteri hidrokarbonoklastik yang diperoleh akan dapat digunakan sebagai agen bioremediasi kawasan mangrove yang tercemar minyak bumi

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan isolasi kelompok mikroba yang lain misalnya fungi (kapang dan khamir) dan Actinomycetes hidrokarbonoklastik indigen sehingga nantinya dapat dibuat kultur konsorsium campuran antara bakteri, fungi, dan Actinomycetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoae, S., 1993. *Ecology and Management of Mangrove*. The IUCN Wetlands Programme. Bangkok. Thailand. 176 hal.
- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. 2nd. John Wiley and Sons. Toronto. Hal. 203-222.
- Ayotamuno, M.J., R.N. Okparanma, E.K. Nweneka, S.O.T. Ogaji, and S.D. Probert. 2007. Bio-remediation of a Sludge Containing Hydrocarbons. *Appl. Energy*. 84(9): 936-943.
- Bengen, D.G. 1999. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir Dan Lautan IPB. Bogor. 58 hal.
- Buchanan, R.E. & N.E. Gibbons (CoE). 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 8th. Ed. S.T. Cowan, J.G. Holt, J. Liston, R.G.E. Murray, C.F. Niven, A.W. Ravin & R.Y. Stanier (Eds.). Baltimore.
- Burbridge, P.R. dan Koesoebiono. 1980. Management of Mangrove Exploitation in Indonesia. Dalam *Prosiding Simposium Mangrove Environment*. Hal. 173-182.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. Tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi Secara Biologis. Nomor 128. Jakarta

- Lee, K., R. Siron, and G.H. Tremblay. 1995. Effectiveness of Bioremediation in Reducing Toxicity in Oiled Intertidal Sediments. In Hinchee *et al.*, (Eds.): *Microbial Processes for Bioremediation*. Bettele Press. Columbus, OH. pp: 127-127.
- Margesin, R., and F. Schinner. 2001. Bioremediation (natural attenuation and Biostimulation) of diesel-oil-contaminated soil in an alpine glacier skiing area. *Appl. Environ. Microbiol.* 67(7):3127-3133
- Minai-Tehrani, D and A. Herfatmanesh. 2007. Biodegradation of Aliphatic and Aromatic Fraction of Heavy Crude Oil-Contaminated Soil: A Pilot Study. *Bioremediatin Journal.* 11(2):71-76.
- Munawar, 1999. Isolasi dan uji kemampuan isolat bakteri rizosfer dari hutan bakau Cilacap dalam mendegradasi residu minyak bumi. *Thesis Magister Sains* Institut Teknologi Bandung.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta. 368 hal.
- Noor, Y.R., Khazali, M., dan Suryadiputra, I.N.N. 1999. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands International. Indonesia Programme. 220 hal.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis* (penerjemah Muhammad Eidman, Koesoebiono, Dietrich Geoffrey Bengen, Malikusworo Hutomo, dan Sukristijno Sukardjo). PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Pelczar, M.J. & E.C.S. Chan. 1981. **Elements of Microbiology**. Mc Graw Hill Inc. Hal.68-93.
- Ridho, M.R., Alfitri, Agussalim, A, dan Ardikusumah, H. 2005. *Laporan Penelitian Pengelolaan DAS Musi dan Dawas Provinsi Sumatera Selatan*. Environmental Research and Management. Jakarta.
- Ridho, M.R., Sundoko, Ulqodry, T. Z. 2006. Analisis Perubahan Luasan Mangrove di Muara Sungai Banyuasin, Sungsang dan Upang Provinsi Sumatera Selatan Menggunakan Citra Satelit Landsat-TM. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan dan Sumberdaya Alam*. Vol. 4, No. 2: 11-18.
- Ruyitno. 1991. Pengantar Praktikum Bakteria: Petunjuk Pencemaran di Suatu Perairan. Dalam D.H. Kunarso dan Ruyitno (Eds) *Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. LIPI. Jakarta. Hal. 71 – 82.
- Sharpley, J.M. 1966. *Elementary Petroleum Microbiology*. Gul.Publ.Co. Texas. Hal.37 – 147.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1981. 2nd ed. *Principles and Procedures of Statistics A Biometrical Approach*. Mc-Graw Hill International Book Company. London. Hal. 403 - 450
- Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. *-Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, Dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor
- Susilo, S. B. 1997. *Penginderaan Jauh untuk mangrove*. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Udiharto, M. 1994. Aktivitas Mikroba Dalam Degradasi Minyak Bumi. Dalam Proceeding: *Diskusi Ilmiah VII Hasil Penelitian Lemigas*. Lemigas. Jakarta. Hal. 464 – 476
- Zhu, X., A.D. Venosa, M.T. Suidan, and K. Lee. 2001. *Guidelines for the Bioremediation of Marine Shorelies and Freshwater Wetlands*. U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development National Risk Management