

**EKSPLORASI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI RHIZOSFER MANGROVE
DI KAWASAN TAMAN NASIONAL SEMBILANG SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Bidang Studi Biologi**



Oleh :

**IDA FRISTIKA TARIGAN
08091004020**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JULI 2013**

R 21903

22367

S
579.307

lida

CIA → 131709

2013

c/1

**EKSPLORASI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI RHIZOSFER MANGROVE
DI KAWASAN TAMAN NASIONAL SEMBILANG SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Bidang Studi Biologi**



Oleh :

**IDA FRISTIKA TARIGAN
08091004020**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JULI 2013**

LEMBAR PENGESAHAN

EKSPLORASI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI RHIZOSFER MANGROVE DI KAWASAN TAMAN NASIONAL SEMBILANG SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Bidang Studi Biologi

OLEH :

IDA FRISTIKA TARIGAN
08091004020

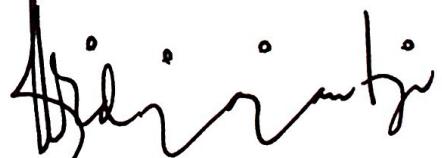
Indralaya, Juli 2013

Pembimbing II

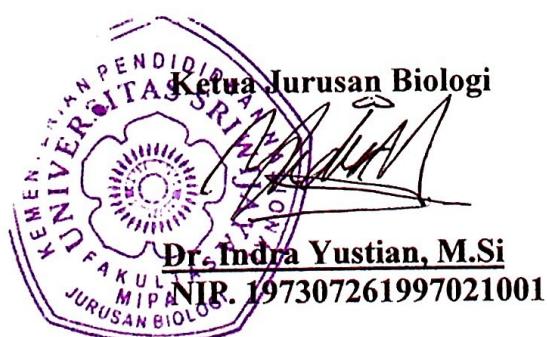


Drs. Sarno, M.Si
NIP. 196507151992031004

Pembimbing I



Dr. Hary Widjajanti, M.Si.
NIP. 196112121987102001



Motto :

- ❖ Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku (Filipi 4: 13)
- ❖ Mintalah, maka akan diberikan kepadamu; carilah, maka kamu akan mendapat; ketoklah, maka pintu akan dibukakan bagimu. Karena setiap orang yang meminta, menerima dan setiap orang yang mencari, mendapat dan setiap orang yang mengetok, baginya pintu dibukakan (Matius 7: 7-8)

Kupersembahkan Karya Kecilku Ini Untuk:

- ◆ Tuhanku, Yesus Kristus
- ◆ Bapak dan Mama Tercinta (B.Tarigan & R.Saragih)
- ◆ Abang dan adikku Tersayang (Sahdat Tarigan,
Hotni Tarigan, Rehmuliana Tarigan)
- ◆ Dosen-dosenku
- ◆ Teman-teman dan Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan anugrahNYA yang berlimpah kepada penulis sehingga Skripsi yang berjudul “Eksplorasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Mangrove di Kawasan Taman Nasional Sembilang Sumatera Selatan” dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari adanya bimbingan, dukungan, motivasi, bantuan serta petunjuk dari beberapa pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Hj. Harry Widjajanti, M.Si. dan Drs. Sarno, M.Si., selaku Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran, perhatian dan ikhlas telah meluangka waktu, tenaga, pikiran dan materi hingga selesainya penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahua Alam Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Indra Yustian, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahua Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dra. Nina Tanzerina, M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahua Alam Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Staf Dosen Pengajar dan Pegawai Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahua Alam Universitas Sriwijaya.
5. Dr. Munawar, M.Si., Dra. Muharni, M.Si., Dr. Yuanita Windusari, M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dalam penyelesaian skripsi ini.

6. Drs. Endri Junaidi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, menasehati dan mendukung penulis selama masa perkuliahan.
7. Uni Nia selaku Analis di Laboratorium Mikrobiologi yang telah banyak membantu penulis selama penelitian di laboratorium, Pak Nanang dan Kak Andi atas bantuanya.
8. Kedua orang tuaku, abang dan kedua adikku terimakasih atas doa, dukungan, kasih sayang serta perhatian yang menyemangatiku selalu.
9. Kelompok Kecil ku (k'Debora, k' Srika, Irin, Harpri, Trisna, Nova, Fera, Riris, Manati), teman-teman Serai buat Do'a dan dukungannya.
10. Teman-teman seperjuanganku "2009"(Erlik, Siska, Novida, Jenni, Yosefa, Enita) buat dukungan dan persahabatan yang indah.
11. Seluruh Staf yang bekerja di Taman Nasional Sembilang, kak Sam, teman-teman yang telah membantu penulis selama pengambilan sampel.
12. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis panjatkan Do'a kepada Tuhan Yesus Kristus semoga segala bantuan, bimbingan serta arahan yang telah diberikan kepada penulis akan mendapat balasanNya. Amin. Akhir kata, penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Indralaya, Juli 2013

Penulis

**EXPLORATION OF PHOSPHATE SOLUBILIZING BACTERIA FROM
RHIZOSPHERE OF MANGROVE IN AREA SEMBILANG NATIONAL PARK
SOUTH SUMATRA**

By :

**IDA FRISTIKA TARIGAN
08091004020**

ABSTRACT

“Exploration of Phosphate Solubilizing Bacteria from Rhizosphere of Mangrove in Area Sembilang National Park South Sumatra” has been done in January to April 2013. Sampling of soil was conducted in Sembilang National Park by *cluster sampling method*. Samples were taken from 3 different stations. Isolation, characterization and identification in the Laboratory of Microbiology Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences University of Sriwijaya. This research aims to obtain the isolate of phosphate solubilizing bacteria from sediments in rhizosphere of mangrove, to knows the characteristics and identify the bacteria, as well as his ability to solubilize phosphate in different form. The results of isolation obtained 10 isolates bacteria are capable to solubilize phosphate from rhizosphere of mangrove. Four isolates from station I there are *Flavobacterium* sp (TM₁P₁), *Citrobacter* sp (TM₁P₂), *Bacillus* sp (TM₁P₃) and *Acetobacter* sp (TM₁P₄). One isolate from station II there is *Citrobacter* sp (TM₂P₁), and five isolates from station III there are *Yersinia* sp (TM₃P₁), *Acetobacter* sp (TM₃P₂), *Citrobacter* sp (TM₃P₃), *Klebsiella* sp (TM₃P₄) and *Micrococcus* sp (TM₃P₅). 10 isolates bacteria are capable to solubiliz phosphate in Ca₃(PO₄)₂ form, but there is no isolate capable solubilizing phosphate in AlPO₄ and FePO₄ form.

Keywords: mangrove, exploration, BPF, rhizosphere, TNS

EKSPLORASI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI RHIZOSFER MANGROVE DI KAWASAN TAMAN NASIONAL SEMBILANG SUMATERA SELATAN

Oleh :

**IDA FRISTIKA TARIGAN
08091004020**

ABSTRAK

“Eksplorasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Mangrove di Kawasan Taman Nasional Sembilang Sumatera Selatan” telah dilakukan pada bulan Januari sampai April 2013. Pengambilan sampel berupa tanah dilakukan di Taman Nasional Sembilang dengan metode *cluster sampling*. Sampel diambil dari 3 stasiun yang berbeda. Isolasi, karakterisasi dan identifikasi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri pelarut fosfat dari sedimen di rhizosfer mangrove, mengetahui karakteristik dan mengidentifikasi bakteri tersebut serta mengetahui kemampuan bakteri tersebut dalam melarutkan fosfat yang berbeda. Diperoleh 10 isolat bakteri yang mampu melarutkan fosfat disekitar rhizosfer mangrove. Empat isolate berasal dari stasiun I yaitu *Flavobacterium* sp (TM₁P₁), *Citrobacter* sp (TM₁P₂), *Bacillus* sp (TM₁P₃) dan *Acetobacter* sp (TM₁P₄). Satu isolat dari stasiun II yaitu *Citrobacter* sp (TM₂P₁), dan lima isolat dari stasiun III yaitu *Yersinia* sp (TM₃P₁), *Acetobacter* sp (TM₃P₂), *Citrobacter* sp (TM₃P₃) *Klebsiella* sp (TM₃P₄) dan *Micrococcus* sp (TM₃P₅). Sepuluh isolat bakteri yang diperoleh mampu melarutkan fosfat dalam bentuk senyawa Ca₃(PO₄)₂, tetapi tidak mampu melarutkan fosfat dalam bentuk senyawa AlPO₄ dan FePO₄.

Kata kunci: mangrove, eksplorasi, BPF, rhizosfer, TNS

DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA	131709
NO. DAFTAR :	25 JULI 2021
TANGGAL :	HALAMAN

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Mangrove	4
2.1.1 Manfaat dan Peranan Mangrove	5
2.1.2 Zonasi Hutan Mangrove	7
2.1.3 Sedimen Mangrove	8
2.1.4 Kondisi Umum Mangrove Taman Nasional Sembilang (TNS)....	9
2.2 Fosfat Sebagai Unsur Hara Makro Bagi Tanaman	11
2.2.1 Siklus Fosfor di Alam	12
2.3 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)	13
2.4 Mekanisme Pelarutan Fosfat	15
2.5 Isolasi, Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Cara Kerja	20
3.3.1 Pengambilan sampel.....	20
3.3.2 Sterilisasi Alat	20
3.3.3 Isolasi dan Pemurnian Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)	20
3.3.4 Menghitung Diameter Zona Bening	21
3.3.5 Seleksi Kemampuan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dalam Melarutkan Sumber Fosfat yang Berbeda pada Medium Pikovskaya	22
3.3.6 Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat	22
3.3.7 Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat	27
3.4 Variabel Pengamatan	27
3.5 Penyajian Data	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat	28
4.2 Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat	34
4.3 Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

47

LAMPIRAN

51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Isolasi dan Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Mangrove	28
Tabel 2. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Pelarut Fosfat pada Stasiun I dan II	44
Tabel 3. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Pelarut Fosfat pada Stasiun III	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Siklus/daur Fosfor di Alam	13
Gambar 2. Isolat bakteri dari stasiun III pada medium pikovskaya dengan sumber P berupa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	30
Gambar 3. Seleksi isolat bakteri dari stasiun III pada medium pikovskaya dengan sumber P berupa AlPO_4	33
Gambar 4. Seleksi isolat bakteri dari stasiun II pada medium pikovskaya dengan sumber P berupa FePO_4	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lokasi Penelitian	51
Lampiran 2. Tabel Hasil Pengukuran pH, Kelembaban dan Diameter Zona Bening	53
Lampiran 3. Hasil Karakterisai Morfologi.....	54
Lampiran 4. Hasil Pewarnaan gram	55
Lampiran 5 Hasil Karakterisasi Uji Biokima.....	56
Lampiran 6 Komposisi Medium dan Reagen yang Digunakan.	62
Lampiran 7. Bentuk Koloni Standar	67
Lampiran 8. Bentuk Elevasi, Tepian, dan Strukrur Dalam Koloni bakteri.....	68
Lampiran 9. Bentuk Koloni Standar pada Medium Nutrien Agar Miring.....	69
Lampiran 10. Bentuk Koloni Standar pada Medium Nutrien Agar Tegak	70
Lampiran 11. Pertumbuhan koloni pada agar lempeng	71



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Provinsi Sumatera Selatan adalah provinsi di Indonesia yang memiliki potensi hutan mangrove yang cukup luas serta keanekaragaman hayati yang tinggi. Taman Nasional Sembilang (TNS) yang terletak di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan, merupakan kawasan mangrove terluas di Indonesia Bagian Barat. Berdasarkan hasil inventarisasi dan identifikasi hutan mangrove yang dilaksanakan oleh Balai Pengelolaan DAS Musi tahun 2006, luas potensial hutan mangrove di provinsi Sumatera Selatan adalah sekitar 1.693.110,10 hektar (Suwignyo *et al.* 2011: 1-2).

Secara geografis TNS berada diantara $1^{\circ}38'$ - $2^{\circ}25'$ LS dan $104^{\circ}12'$ - $104^{\circ}55'$ BT (Irwan 2011: 1). Menurut hasil survei *Wetland International Indonesia Programme* tahun 2004, mangrove di TNS adalah mangrove terbaik di Indonesia Bagian Barat. Menurut hasil survei *Carbon and Environmental Research* tahun 2008 mangrove di kawasan TNS adalah mangrove terbaik di Dunia setelah Papua (Suryani 2009: 1).

Mangrove merupakan ekosistem yang sangat produktif. Sumber daya mangrove mempunyai beberapa peran, baik secara fisik, kimia dan biologi yang sangat menunjang pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat dan berfungsi sebagai penyangga keseimbangan ekosistem di wilayah pesisir (Suwignyo *et al.* 2011: 4). Hutan mangrove merupakan tempat berkembangnya komunitas bakteri. Bakteri mengisi sejumlah relung dan merupakan komponen dasar fungsi lingkungan (Yunasfi 2006: 13). Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang tumbuh secara alami dengan habitat yang kaya akan zat organik, senyawa

nitrogen, dan fosfor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mangrove, dan tanpa adanya campur tangan manusia sehingga tanahnya mempunyai ekosistem yang masih alami (Metasari 2011: 7).

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara utama yang diperlukan tanaman dan memegang peranan penting dalam proses metabolisme. Tanaman menyerap fosfor dalam bentuk $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} dan PO_4^{2-} . Bentuk $H_2PO_4^-$ umumnya lebih tersedia bagi tanaman daripada HPO_4^{2-} dan PO_4^{2-} . Ketersediaan fosfor anorganik sangat ditentukan oleh pH tanah, jumlah dan tingkat dekomposisi bahan organik serta kegiatan jasad mikro dalam tanah seperti bakteri. Ketersediaan P dalam tanah pada umumnya rendah, ini disebabkan P terikat menjadi Fe-fosfat ($FePO_4$) dan Al-fosfat ($AlPO_4$) pada tanah masam dan Ca-fosfat ($Ca_3(PO_4)_2$) pada tanah basa. Tanaman tidak dapat menyerap P dalam bentuk terikat dan harus diubah menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Suliasih & Rahmat 2007: 23).

Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan kelompok mikroba tanah yang memiliki kemampuan melarutkan P yang terfiksasi dalam tanah dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia sehingga dapat diserap tanaman (Rao 1994: 275). Efek pelarutan umumnya disebabkan oleh adanya produksi asam organik seperti asam asetat, asam format, asam laktat, asam oksalat, asam malat dan asam sitrat yang dihasilkan oleh mikroba tersebut (Ponmurugan & Gopi 2006: 349). Ekosistem terbaik untuk BPF adalah rhizosfer tanaman, karena di daerah tersebut terdapat eksudat akar yang berupa asam amino, vitamin, faktor tumbuh, tanin, alkoloid, dan bahan organik sisa jaringan tanaman. Bakteri hidup bebas pada ekosistem kering seperti tanah dan ekosistem berair seperti daerah mangrove (Seshadari & Ignacimutu 2002: 70).

1.2. Perumusan Masalah

Ekosistem mangrove memiliki peranan yang penting di alam dan juga bagi kehidupan manusia. Pertumbuhan tanaman mangrove memerlukan beberapa unsur yang menjadi unsur hara makro, salah satunya adalah fosfat. Ketersediaan P dalam tanah umumnya rendah disebabkan P terikat pada senyawa logam Ca, Al dan Fe sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. BPF mampu melarutkan P yang terikat menjadi bentuk fosfat terlarut yang tersedia bagi tanaman. Aktivitas bakteri pelarut fosfat secara alami dapat mensuplai kebutuhan akan unsur fosfat bagi tanaman mangrove. Masalah yang dikaji adalah:

1. Apakah terdapat bakteri pelarut fosfat di rhizosfer mangrove serta termasuk kedalam genus apakah bakteri tersebut?
2. Bagaimana kemampuan BPF tersebut dalam melarutkan sumber fosfat yang berbeda?

1. 3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri pelarut fosfat dari sedimen di rhizosfer mangrove, mengetahui karakteristik dan mengidentifikasi bakteri tersebut, serta mengetahui kemampuannya dalam melarutkan sumber fosfat yang berbeda.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang bakteri yang dapat melarutkan fosfat yang terdapat di sedimen rhizosfer mangrove dan kemampuannya dalam melarutkan sumber fosfat yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A. 2003. *Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 44 hlm.
- Atlas, R.M., & B. Richard. 1987. *Microbial Ecology: Fundamentals and Application*. The Benjamin Publish. New York. USA. 563 pages.
- Boyd, C.E., E. Margaret, Tanner, M. Mahmoud & M. Kiyoshi. 1994. Chemical Characteristics of Bottom Soils from Freshwater and Brackishwater Aquaculture Ponds. *Journal Of The World Aquaculture Societil* (25): 517-534.
- Cappuccino, J.G. & N. Sherman. 2008. *Microbiology a Laboratory Manual*. 8rd Edition. The Benjamin Publish. New York. USA. 462 pages.
- Cahaya, N. 2010. Taman Nasional Sembilang (TNS) Banyuasin Sumatera Selatan. <http://noenkcahyana.blogspot.com/2010/11/taman-nasional-sembilang.html>. Diakses Juni 2012.
- Darliana, I. 2011. Mikroba Pelarut Fosfat. *Jurnal Penelitian*. Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNBAR. 16 hlm.
- Dharma. 2010. Siklus Fosfor. <http://dhamadharma.wordpress.com/2010/02/11/siklus-fosfor-di-alam>. Diakses Juni 2013.
- Dwijoseputro, D. 1994. *Mikrobiologi Dasar*. Penerbit UI Press. Jakarta.
- Elfianti, D. 2005. *Peran Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Sumatera Utara. Medan. 10 hlm.
- Hadioetomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. Penerbit PT Gramedia Pustaka. Jakarta. 163 hlm.
- Havlin, J.L., S.L. Tisdale, J.D. Beaton & W.L. Nelson. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers: an Introduction to Nutrient Management* 8th Edition. Person Prentice Hall. New Jersey. 503 pages.
- Hamdiyati, Y. 2011. *Pertumbuhan dan Pengendalian Mikroorganisme*. FPMIPA.UPI. Bandung. 9 hlm.
- Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.M. Staley & S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* 9th Edition. Williams and Wilkins. Baltimore. USA. 787 pages.

- Hrenovic, J., V. Damir & S. Bozidar. 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.
- Illmer, P. & F. Schinner. 1995. Solubilization of inorganic calcium phosphates-solubilization mechanisms. *Soil Biology and Biochemistry.* (27): 257-263.
- Irwan. 2011. Taman Nasional Sembilang Banyuasin. <http://irwanpratubangsawan.wordpress.com/2011/11/05/selayang-pandang-taman-nasional-sembilang>. Diakses Desember 2012.
- Kabirun, S. 1998. Pengadaan Inokulasi Bakteri Pelarut Fosfat yang Unggul Sebagai Teknologi Masukan Rendah untuk Meningkatkan Produksi Kedelai di Tanah Ultisol. *Laporan Penelitian.* Fakultas Pertanian. UGM. Yogyakarta. 57 hlm.
- Kasmita, R. 2010. Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Molekuler Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari Beberapa Sampel Tanah di Bogor, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT). *Skripsi.* Departemen Ilmu Tanah Dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 45 hlm.
- Kusmana, C. 2009. *Pengelolaan Sistem Mangrove Secara Terpadu I.* Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor. 22 hlm.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium.* PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 167 hlm.
- Lekatompessy, S.T.A. & A. Tutuhatunewa. 2010. Kajian Konstruksi Model Peredam Gelombang dengan Menggunakan Mangrove di Pesisir Lateri Kota Ambon. *Arika* (04): 51-60.
- Marpaung, R.H. 2011. Keragaman Bakteri pada Ekosistem Mangrove Berdasarkan Salinitas Air Laut di Pantai Gudang Garam, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara. *Skripsi.* Universitas Sumatera Utara. 63 hlm.
- Metasari, K. 2011. Eksplorasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiosis dari Tanah Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya. *Skripsi.* Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya. 61 hlm.
- Monalisa, E. 2002. Isolasi Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Areal Kebun Karet Desa Serdang Kecamatan Gelumbang Kabupaten Muara Enim. *Skripsi.* Universitas Sriwijaya. 57 hlm.
- Nybakken, J.W. 1993 *Marine Biology: an Ecological Approach.* 3rd ed. Harper Collins College Publishers. New York.

- Noor, Y.R., M. Khazali & I.N.N. Suryadiputra. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*, Bogor. 220 hlm.
- Pelczar, M.J. & E.C.S. Chan. 2005. *Dasar Dasar Mikrobiologi I*. Terjemahan oleh Hadioetomo, R.S., T. Imas, S.S. Tjitosomo & S.L. Angka. UI Press. Jakarta. 443 hlm.
- Ponmurugan, P. & C. Gopi. 2006. In Vitro Production of Growth Regulators and Phosphatase Activity by Phosphate Solubilizing Bacteria. *African Journal of Biotechnology* (5): 348-360
- Premono, M.E. 1994. Jasad Renik Pelarut Fosfat Pengaruhnya Terhadap P Tanah dan Efisiensi Pemupukan P Tanaman Tebu. *Disertasi*. IPB. Bogor. 148 hlm.
- Prescott, L.M., J.P. Harley & D.A. Klein. 1993. *Microbiology. 2nd Edition*. Wm. C. Brown Publish. USA. 912 pages.
- Raharjo, B., A. Suprihadi & D.K. Agustina. 2007. Pelarutan Fosfat Anorganik oleh Kultur Campur Jamur Pelarut Fosfat Secara In Vitro. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)* (15): 45-54.
- Rao, S.N.S. 1994. *Mikroorganisma Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi kedua. Susilo, H. Universitas Indonesia. Jakarta. 353 hlm.
- Saraswati, R., E. Husen & R.D.M. Simanungkalit. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 278 hlm.
- Saraswati, R. & Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* (3): 41-58.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Terjemahan oleh Diah, R.L. & Sumaryono. ITB, Bandung. 173 hlm.
- Satriadi, A. 2004. Jenis dan Karakteristik Sedimen Daerah Mangrove di Pantai Kabongan Lor Kabupaten Rembang. *Laporan Penelitian*. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. 44 hlm.
- Seshadari, S. & S. Ignacimuthu. 2002. Variations in Heterotrophic and Phosphate Solubilizing Bacteria from Chennai Southwest Coast of Indian. *Indian Journal of marine Science* (31): 69-72.
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini & W. Hartatik. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembang Pertanian. Bogor. 283 hlm.

- Suliasih & Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh Beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. *Biodiversitas* (8): 23-26.
- Suryani, E. 2009. Taman Nasional Sembilang Surga Mangrove. <http://newsoul-sayangidirimu.blogspot.com/2009/05/sembilang-surga-mangrove-dari-selatan.html>. Diakses Desember 2012.
- Sutedjo, M.M., A.G. Kartasapoetra & R.D.S. Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta: 447 hlm.
- Suwignyo R. A., Munandar, Sarno, T.Z. Ulqodry & E.S. Halimi. 2011. *Pengalaman Pendampingan dalam Pengelolaan Hutan Mangrove pada Masyarakat*. Fakultas Pertanian dan FMIPA Universitas Sriwijaya. Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial, Kementerian Kehutanan, Palembang. 21 hlm.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge. 419 pages,
- Ulqodry, T.Z., Fauziyah, F. Agustriani. 2009. Evaluasi dan Pemetaan Potensi Mangrove Taman Nasional Sembilang Sumatera Selatan sebagai Penyedia Sumberdaya Perikanan. *Laporan Penelitian*. FMIPA. UNSRI. (Tidak dipublikasikan).
- Widawati, S & Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, Serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat Di Media Pikovskaya Padat. *Biodiversitas* (7): 109-113.
- Yunasfi. 2006. Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia marina* oleh Bakteri dan Fungi pada Berbagai Tingkat Salinitas. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana ITB. Bogor. 158 hlm.
- Volk & Wheeler. 1984. *Mikrobiologi Dasar*. Markham. Penerbit Erlangga. Jakarta. 396 hlm.