

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DARI RIZOSFER *Salvinia molesta* D.S. Mitchell PADA FITOREMEDIASI
LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

SKRIPSI

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



Oleh

**MELI ASTRIANI
08081004015**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
MEI 2012**

24662 / 25223

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DARI RIZOSFER *Salvinia molesta* D.S. Mitchell PADA FITOREMEDIASI
LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

SKRIPSI

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

S
579.307
Mel
i
2012
G. 121723



Oleh

**MELI ASTRIANI
08081004015**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
MEI 2012**

LEMBAR PENGESAHAN

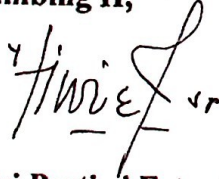
**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DARI *Salvinia molesta* D.S. Mitchell PADA FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR
MINYAK BUMI**

SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi

Oleh

MELI ASTRANI
08081004015

Pembimbing II,



Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si
NIP. 196407119189032001

Indralaya, Mei 2012
Pembimbing I,



Dra. Muharni, M.Si
NIP. 196306031992032001

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi,



Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc
NIP. 195909091987031004

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

"Jangan Pernah Untuk Memikirkan Hasil yang didapat, Tapi Usaha dan Do'a lah Yang Akan Menentukan"

ku persembahkan karya kecil ini untuk :

- ⊙ Dienku (Al Islam)
- ⊙ Kepada kedua orang tua ku tercinta (Iskandar dan Elia)
- ⊙ Kepada Saudara-saudaraku tersayang (yuk weni, enci, pepi, adek ayin dan tita)
- ⊙ Semua dosen di jurusan Biologi FMIPA serta guruku
- ⊙ Sahabatku , Teman-temanku tersayang dan orang-orang yang ku sayangi
- ⊙ Almamaterku

Sebagai ungkapan rasa syukur dan terima kasih telah menjadikan hidupku lebih bermakna

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga atas kehendak dan izin-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam dihaturkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi berjudul **Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Dari Rizosfer *Salvinia molesta* D.S. Mitchell Pada Fitoremediasi Limbah Cair Minyak Bumi**, disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Ucapan terima kasih yang setulusnya disertai dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat kepada kedua pembimbing saya, ibu Dra. Muharni, M.Si dan ibu Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran, perhatian dan ikhlas telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran sehingga selesainya penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada :

1. Kedua orang tua serta saudara-saudaraku terima kasih untuk dukugannya, kasih sayang dan doa yang senantiasa mengiringi setiap langkahku.
2. Drs. Muhammad Irfan, M. T selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.

5. Dr. Salni, M.Si dan Dra. Harmida, M.si selaku dosen pembahas yang telah banyak memberikan koreksi, masukan dan nasehat selama penulisan skripsi.
6. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang telah mendanai penelitian ini melalui program Penelitian Hibah Bersaing 2011.
7. Dra. Hary Widjajanti, M.Si sebagai Kepala Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang turut serta membantu kelancaran penulis dalam penyelesaian skripsi,
8. Seluruh Staf Dosen Pengajar dan Karyawan Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
9. Uni Nia selaku Analis Lab yang banyak membantu kelancaran penelitian dan skripsi ini.

Tiada manusia yang sempurna, begitu juga penulis. Namun dengan keterbatasan yang dimiliki, penulis tetap berusaha melakukan yang terbaik. Akhirnya, hanya kepada Allah SWT penulis berserah diri, semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan, bermanfaat bagi mahasiswa dan pembaca.

Indralaya, Mei 2012

Penulis

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF HYDROCARBON DEGRADING BACTERIA FROM RHIZOSPHERE *Salvinia molesta* D.S. Mitchell IN TO PHYTOREMEDIATION OF OIL LIQUID WASTE

By

MELI ASTRIANI
08081004015

ABSTRACT

Isolation and identification of hydrocarbon degrading bacteria from rhizosphere *Salvinia molesta* D.S. Mitchell to phytoremediation of oil liquid waste had been done on January until March 2012 at Laboratory of Microbiology, Departement of Biology, Mathematics and Natural Science Fakultas, University of Sriwijaya. This research aimed to get isolated bacterium around rhizosphere *Salvinia molesta* that can degrade hydrocarbon from oil liquid waste and to know its characteristics. The samples of oil liquid waste were taken once a week in one month. The results of isolation and identification were obtained 13 kinds of isolated bacterium that have the potential in phytoremediation of oil liquid waste. On treatment bioreactor was obtained 8 isolated bacteria classified into genera of *Aeromonas*, *Planococcus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, 3 into genus of *Azotobacter* and 5 isolated bacteria were obtained from control bioreactor classified into genera of *Staphylococcus*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, 2 into genus of *Azomonas*.

Key word: isolation, identification, rhizosphere *Salvinia molesta*, hydrocarbon bacteria, oil liquid waste.

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DARI RIZOSFER *Salvinia molesta* D.S. Mitchell PADA FITOREMEDIASI
LIMBAH CAIR MINYAK BUMI**

Oleh

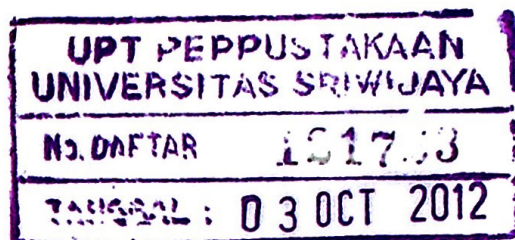
**MELI ASTRIANI
08081004015**

ABSTRAK

Isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi hidrokarbon dari rizosfer *Salvinia molesta* D.S. Mitchell pada fitoremediasi limbah cair minyak bumi telah dilakukan pada bulan Januari-Maret 2012 di Laboratorium Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri disekitar rhizosfer *Salvinia molesta* yang mampu mendegradasi hidrokarbon dari limbah cair minyak bumi serta mengetahui karakteristiknya. Sampel limbah cair minyak bumi diambil setiap satu minggu sekali selama satu bulan. Hasil isolasi dan identifikasi diperoleh 13 jenis isolat bakteri yang berpotensi dalam fitoremediasi limbah cair minyak bumi. Pada bioreaktor perlakuan diperoleh 8 isolat bakteri tergolong dalam genus *Aeromonas*, *Planococcus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, 3 dalam genus *Azotobacter*, dan 5 isolat bakteri diperoleh dari bioreaktor kontrol tergolong dalam genus *Staphylococcus*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, 2 dalam genus *Azomonas*.

Kata kunci : isolasi, identifikasi, rizosfer *Salvinia molesta*, bakteri hidrokarbon, limbah cair minyak bumi

DAFTAR ISI



Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN 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. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Limbah Cair Minyak Bumi.....	5
2.2. Bakteri pendegradasi Hidrokarbon.....	7
2.3. Mekanisme Biodegradasi Hidrokarbon oleh Bakteri.....	8
2.4. Fitoremediasi.....	11
2.5. <i>Salvinia molesta</i>	13
2.6. Rizosfer Tanaman.....	15
2.7. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Hidrokarbon di Sekitar Rizosfer.....	16
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat.....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Cara Kerja.....	19
3.3.1. Pengambilan Sampel Limbah.....	19
3.3.2. Persiapan Tanaman.....	19
3.3.3. Pembuatan Bioreaktor, Penanaman, dan Pemeliharaan Tanaman..	19
3.3.4. Pengambilan Sampel dari Bioreaktor.....	19
3.3.5. Pengayaan, Isolasi dan Pemurnian.....	20
3.3.6. Seleksi.....	21

3.3.7. Karakterisasi.....	22
3.3.8. Identifikasi Bakteri.....	27
3.3.9. Variabel pengamatan.....	27
3.3.10. Penyajian Data.....	27
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Isolasi dan Pemurnian.....	28
4.2. Hasil Seleksi.....	33
4.3. Karakterisasi Isolat dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon	37
BAB V. KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil Isolasi dan Pemurnian pada fitoremediasi	28
Tabel 4.2. Hasil Seleksi Tahap I dan seleksi Tahap II.....	33
Tabel 4.3. Hasil Karakterisasi Koloni, Morfologi Sel, dan Fisiologis Bakteri Rizosfer Pendegradasi Hidrokarbon.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Degradasi Hidrokarbon Alkana Melalui Oksidasi Terminal	10
Gambar 2.2 <i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitchel.....	13
Gambar 4.1. Grafik jumlah sel bakteri yang diisolasi dari proses fitoremediasi limbah cair minyak bumi.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Medium.....	48
Lampiran 2. Bentuk Koloni Standar Pada Medium Agar Tegak.....	53
Lampiran 3. Bentuk Koloni Standar Pada Medium Agar Miring.....	53
Lampiran 4. Bentuk Elevasi, Tepi dan Struktur Dalam Koloni Bakteri.....	54
Lampiran 5. Bentuk Koloni Standar.....	55
Lampiran 6. Bentuk Koloni Standar Pada Medium NB.....	55
Lampiran 7. Hasil Pewarnaan Bakteri.....	57
Lampiran 8. Hasil Seleksi Tahap I dan II.....	58
Lampiran 9. Morfologi Koloni Bakteri Rizosfer Pendegradasi Hidrokarbon.....	59
Lampiran 10. Hasil Uji Biokimia.....	62

BAB I

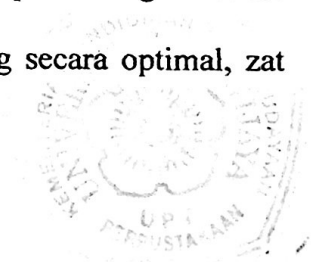
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri pengilangan minyak bumi semakin meningkat dalam kegiatan eksplorasi, transportasi dan proses pengolahan minyak bumi. Selama kegiatan industri minyak bumi berjalan, pencemaran di lingkungan dapat terjadi. Pencemaran tersebut antara lain kebocoran sistem penyimpanan minyak bumi, pembuangan limbah dari kegiatan industri yang dapat mencemari lingkungan. Pencemaran lingkungan akibat kegiatan operasinya menghasilkan limbah berupa limbah padat, cair dan gas.

Limbah cair minyak bumi merupakan limbah akhir dari serangkaian proses dalam industri pengilangan minyak bumi dan tergolong cukup berbahaya, karena dalam bentuk cair penyebarannya berlangsung cepat dan dapat mengakibatkan terjadinya akumulasi senyawa berbahaya di lingkungan hidup. Menurut Udiharto (1992) *dalam* Silvia & Jusfah (2008: 2), banyak cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran minyak bumi. Antara lain dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia, biologi. Cara fisika dan kimia ini masih memiliki beberapa kelemahan, sehingga diperlukan penanganan secara biologi dengan memanfaatkan agen biologi dalam proses degradasinya.

Lingkungan itu sendiri memiliki kemampuan untuk mendegradasi senyawa-senyawa pencemar yang masuk ke dalamnya. Namun, sering kali beban pencemaran di lingkungan lebih besar dibandingkan dengan kecepatan proses degradasi zat pencemar tersebut secara alami. Akibatnya, proses tidak berlangsung secara optimal, zat



pencemar akan terakumulasi sehingga dibutuhkan campur tangan manusia dengan teknologi yang ada untuk mengatasi pencemaran tersebut (Nugroho 2006: 83).

Langkah untuk mengatasi pengolahan limbah minyak bumi lebih lanjut, salah satunya adalah proses fitoremediasi. Limbah dalam bentuk cair penanganannya dapat menggunakan tanaman air sebagai alternatif untuk mengurangi pencemaran limbah cair minyak bumi. Salah satu tumbuhan air yang dapat dimanfaatkan sebagai agen fitoremediasi adalah *Salvinia molesta*. Nita (2011: 23) melaporkan fitoremediasi limbah cair minyak bumi menggunakan *Salvinia molesta* tumbuh baik pada konsentrasi 60%. Karakter yang dimiliki tanaman *Salvinia molesta* yaitu mempunyai trikoma yang bersifat superhidrofobik menyebabkan daun terpapar di perairan tidak mudah membusuk (Koch & Barthlott 2009: 1496). Trikoma pada daun ini sendiri memungkinkan terjadinya akumulasi polutan pada daun. Selanjutnya menurut Oliver (1993 dalam Sandy *et al.* 2011: 2) *Salvinia molesta* memiliki perakaran yang lebat dan panjang, sehingga memperluas area rizosfer untuk meningkatkan aktivitas dari bakteri.

Kemampuan *Salvinia molesta* dalam menurunkan TPH telah dilakukan pada berbagai konsentrasi limbah cair minyak bumi. Nita (2011: 38) melaporkan konsentrasi limbah cair minyak bumi yang tepat untuk kemampuan fitoremediasi dan pertumbuhan *Salvinia molesta* diperoleh pada konsentrasi 60% selama 1 bulan yaitu sebesar 1157 ppm dengan TPH awal 2359 ppm.

Proses fitoremediasi merupakan interaksi antara rhizobacteria dan tanaman dalam mendegradasi hidrokarbon dari limbah minyak bumi. Tanaman tidak dapat mendegradasi polutan secara langsung melainkan dengan bantuan dari bakteri. Mekanisme yang umum terjadi pada fitoremediasi yaitu rizodegradasi. Menurut Rossiana *et al.* (2007: 13) tanaman

dalam proses fitoremediasi menyediakan eksudat yang berada di daerah rizosfer. Hal ini dapat membantu proses pertumbuhan dan metabolisme mikroba yang hidup di rizosfer, sehingga tersedia nutrisi yang cukup dan kondisi lingkungan yang sesuai akan meningkatkan aktivitas, jumlah dan keanekaragaman bakteri.

Penelitian Farianti (2010: 50) ditemukan 13 jenis isolat yang mampu memanfaatkan senyawa hidrokarbon dari proses fitoremediasi limbah padat minyak bumi oleh tanaman *Neptunia oleraceae*. Hasil yang diperoleh berjumlah 13 isolat tersebut diantaranya, yaitu 3 genus *Acinetobacter* dan *Pseudomonas*, 2 bakteri termasuk dalam genus *Azobacter* dan *Alcaligenes*, serta masing-masing 1 isolat dari genus *Flavobacterium*, *Bacillus* dan *Aeromonas*.

Isolasi dilakukan untuk mengetahui karakteristik, jenis bakteri, nutrisi dan kondisi lingkungan. Hasil isolat yang didapatkan akan digunakan untuk mengoptimalkan proses degradasi hidrokarbon dari limbah minyak bumi yang dilakukan oleh tanaman dan bakteri. Sehingga perlu diketahui bakteri pendegradasi hidrokarbon dari rizosfer *Salvinia molesta* yang berperan dalam fitoremediasi limbah cair minyak bumi.

1.2. Rumusan Masalah

Salah satu cara pemulihan lingkungan yang tercemar limbah minyak bumi adalah dengan menggunakan metode fitoremediasi. *Salvinia molesta* merupakan salah satu tanaman air bersama *rhizobacteria* berperan dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon dari limbah cair minyak bumi. Keanekaragaman dan jumlah bakteri di rizosfer memberikan peluang untuk bisa memperoleh jenis bakteri pendegradasi senyawa hidrokarbon. Kemampuan bakteri pendegradasi hidrokarbon berbeda-beda sesuai dengan jenis substrat

dan ketersediaan enzim yang dimilikinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan isolasi bakteri pendegradasi hidrokarbon pada rizosfer *Salvinia molesta* dari limbah cair minyak bumi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan isolat bakteri disekitar rhizosfer *Salvinia molesta* yang mampu mendegradasi hidrokarbon dari limbah cair minyak bumi serta mengetahui karakteristiknya.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat memberikan informasi tentang beberapa bakteri yang mampu berperan dalam mendegradasi hidrokarbon dalam limbah cair minyak bumi. Informasi diharapkan dapat diaplikasikan pada proses fitoremediasi dalam skala yang lebih besar sehingga mampu mengatasi pencemaran lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. Second Edition. Jhon willey & Sons. New York. xi+ 467 hlm.
- Benson, L. 1957. *Plant Clasification*. D.C. Heath and Company. Boston: xiv + 688 hlm.
- Cappucino, J.G. & Sherman. N. 1992. *Microbiology a Laboratory Mannual*. 3rd edition. The Benjamin Cummings Publish Company, Inc. California. USA. xvii + 462 hlm.
- Dewi, I. R. 2007. Rhizobacteria Pendukung Pertumbuhan Tanaman. *Makalah Makalah Jurusan Budidaya Pertanian*. 4 April 2012.
- Farianti. M. 2010. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Hidrokarbon Di Sekitar Rizosfer *Neptunia oleraceae* yang Berperan dalam Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. F-MIPA Biologi. Universitas Sriwijaya. (Tidak Dipublikasikan).
- Ferfinia, A. 2010. Eksplorasi Bakteri dan Cendawan Rizosfer yang Berasosiasi Dengan Penyakit Busuk Basah Pada Batang Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi Pertanian Departemen Proteksi Tanaman*. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor: 37 hlm.
- Gossalam.S, Tahir.A & Sulvana, J.L. 2008. Uji Kemampuan Bakteri Dari Perairan Dalam Mendegradasi Senyawa Minyak Solar. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. Torani vol. 18(2) : 171-178.
- Hadi, S. N. 2003. Degradasi Minyak Bumi via “Tangan” Mikroorganisme. Artikel. Program Sarjana Departemen Biokimia IPB. <http://Chem-Is-Try.Org>. Diakses tanggal 3 Juli 2011.
- Hadiotomo, R. S. 1995. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia. Jakarta. vi + 163 hlm.
- Hasmawaty, A. R. 2006. Pengolahan Limbah Cair Minyak Bumi Menggunakan Mikroorganisme Pendegradasi dalam Bioreaktor Semi Kontinyu. *Tesis Jurusan Teknik Kimia*. Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya.
- Holt, J.G., Noel, R. K., Peter, H. A., James, T.S. & Stanley, T. W. 1973. *Bergeys Manual of Determinative Bacteriology*. 8th. New York Lippincott Williams & Wilkins.
- Holt, J.G., Noel, R.K., Peter, H. A., James, T.S. & Stanley, T.W. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9th. New York Lippincott Williams & Wilkins.

- Irianto, K. 2006. Mikrobiologi, Menguak Dunia Mikroorganisme. Jilid 1. Yrama Widya. Bandung. 256 hlm.
- Junaidi & Hatmanto, D.P.B. 2006. Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri Tekstil. *Jurnal Presipitasi*. Vol.1 No.1 September 2006, ISSN 1907-187X
- Jutono, J. Soedarsono, Hartadi, S., Kabirun, S & Susanto. 1973. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum Untuk Perguruan Tinggi*. Departemen Mikrobiologi. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta: xii + 232 hlm.
- Karwati. 2009. Degradasi Hidrokarbon Pada Tanah Tercemar Minyak Bumi Dengan Isolat A10 dan D8. *Skripsi Sarjana Sains pada Departemen Kimia F-MIPA*. Institut Pertanian Bogor :10 hlm.
- Koch, K & Barthlott, W. 2009. Superhydrophobic and Superhydrophilic Plant Surface. *Jurnal Royal Society*. Phil. Trans. R. Soc. A. 367, 1487–1509
- Kurniawan, H. 2008. fitoremediasi. <http://h925.blogspot.com/2008/05/fitoremediasi.html> 15 Juli 2011.
- Lay, B. W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 167 hlm.
- Merkel, N & R, Schultze-Kraft. 2004. Phytoremediation in the Tropics-The Effect io Crude Oil on the Growth of Tropical Plants. *Bioremediation Journal*. 8(3-4) 177-184
- Mitchell, D. S. and P. A. Thomas. 1972. Ecology Of Water Weeds in the Neotropics. *Technical Papers in Hydrology 12*. UNESCO. Paris. France. 48 hlm. 01 maret 2012.
- Mukerji, K.G., Manoharachary, C., and Singh, J. 2005. *Microbial Activity in the Rhizosphere*. Springer. Verlag Berlin Heidelberg Germany : xvi + 349 hlm.
- Munawar. 1999. Bioremediasi in vitro Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi Oleh Bakteri Hidrokarbonoklastik. *Jurnal Penelitian Sains*. No.6:44-49 hlm.
- Munawar. 1999. Isolasi dan Skrining Bakteri Pangguna Hidrokarbon di daerah Rizosfer Hutan Bakau yang Tercemar Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi. *Jurnal Ilmiah MIPA*. 2 (2): 41-47 hlm.
- Munawar. 1999. Isolasi dan Kemampuan Isolat Bakteri Rizosfer dari Hutan Bakau di Cilacap dalam Mendegradasi Residu Minyak Bumi. *Tesis Magister Bidang Khusus Mikrobiologi*. Program Studi Biologi. Instut Teknologi Bandung: 94 hlm. (Tidak Dipublikasikan).

- Nababan, B. 2008. Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar Dari Laut Belawan. *Tesis Program Studi Biologi*. Magister Sains Program Studi Biologi. Universitas Sumatera Utara. 77 hlm.
- Nita, F. A. 2011. Kemampuan fitoremediasi *Salvinia molesta* D. S. Mitchell Pada Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. F-MIPA Biologi. Universitas Sriwijaya. (Tidak Dipublikasikan).
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *Jurnal Makara Teknologi*. Vol. 10, No. 2: 82-89 hlm.
- Oliver, D.J. 1993. A Review of the Biology of Giant *Salvinia*. *Journal Aquatic Plant Manage*. 31: 227-231. 01 Maret 2012.
- Panjaitan. 2011. Pencemaran Minyak Bumi di Laut. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22664/4/Chapter%20II.pdf>. 05 Oktober 2011.
- Pelczar , M.J dan Chan, E.C.S. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi I*. Penerjemah Hadioetomo, R.S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S & Angka, S.L. Penerbit UI Press. Jakarta: 443 hlm.
- Pelczar, M.J dan Chan, E.C.S. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi II*. Penerjemah Hadioetomo, R.S., Imas. T., Tjitrosomo, S.S & SL Angka. Penerbit UI Press. Jakarta : 446-993 hlm
- Pikoli, M.R. Pingkan, A & Dea, I.A.2000. Isolasi Bertahap dan Identifikasi Isolat Bakteri Termofilik Pendegradasi Minyak Bumi Dari Sumur Bangko. *Proceeding Simposium Nasional*. Jurusan. Institut Teknologi Bandung.
- Prihandrijanti, M dan Lidiawati, T. 2009. Fitoremediasi Dengan Eceng Gondok dan Kiambang Untuk Menurunkan Konsentrasi Deterjen, Minyak Lemak, dan krom total. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. TPL02-1*. 1-6 hlm.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta: xii + 285 hlm.
- Rao, N.S. Subra. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi II. UI Press. Jakarta. 352 hlm.
- Rossiana, N, Supriatun, T & Dhahiyat, Y. 2007. Fitoremediasi Limbah cair Dengan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) Dan Limbah padat Industri Minyak Bumi Dengan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) Bermikoriza. *Penelitian Dibiayai oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional*. Universitas Padjajaran : 49 hlm.

- Safitri. 2009. Phytoremediasi Greywater Dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) Serta Pemanfaatannya Untuk Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) Secara Hidroponik. *Skripsi Sains Bidang Ilmu Tanah*. Fakultas Pertanian. IPB : 65 hlm.
- Sandy, J. N. Nurhidayati & Purwani. 2011. Profil Protein Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) yang Dikulturkan Pada Media Modifikasi Air Lumpur Sidoarjo. *Jurnal*. 1-15 hlm.
- Sari. N. 2009. Teknik Isolasi Mikroorganisme. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Program Studi Biologi*. FMIPA Biologi. ITS Surabaya, 5 hlm.
- Sary, T. H. 2009. Isolasi, Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Dari Limbah Minyak Bumi PT PERTAMINA UBEK LIMAU PRABUMULIH.. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. F-MIPA Biologi. Universitas Sriwijaya. (Tidak Dipublikasikan).
- Shovitri. 2011. Rhizobakteria di rhizosfer *Avicennia marina* dan *Pluchea indica* di Pantai Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *Seminar Kelautan Nasional VII*. FMIPA Jurusan Biologi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 14 hlm.
- Silvia & Jusfah. 2008. Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Isolat Bakteri Dari Limbah Minyak Bumi PT. CEVRON PACIFIC INDONESIA. *Jurnal Sains*. 1-20 hlm.
- Steenis, C.G.G.J. 2006. *Flora Untuk Sekolah di Indonesia*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta : 495 hlm.
- Sumarsih. 2008. Mikroba dan Kesuburan Tanah. <http://sumarsih.files.wordpress.com/2008/09/xi> *Mikroba dan kesuburan tanah*. 4 April 2012.
- Syakti, A.D. 2005. Multi-Proses Remediasi Didalam Penanganan Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Laut dan Pesisir. Dalam: *Seminar Bioremediasi*. <http://www.pksplpb.or.id>. 6 September 2011.
- Syafriadiman. 2011. Bioabsorpsi Logam Berat Kadmium. <http://syafriadiman.blogspot.com/2011/04/bioabsorpsi-logam-berat-kadmium-cd>. 4 Oktober 2011.
- Pratiwi, A. N. 2010. Isolasi Bertahap, Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Petrofilik Penambat Nitrogen Sebagai Agen Bioremediasi Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. F-MIPA Biologi. Universitas Sriwijaya. (Tidak Dipublikasikan).

- Widjajanti, H., Munawar & Nafiah. 2006. Isolasi, Seleksi, dan Karakterisasi Bakteri Hidrokarbonoklastik dari Limbah Cair Kegiatan Eksplorasi Minyak Bumi. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan & Sumber Daya Alam*. Vol6(4): 22-31 hlm.
- Widayati, W. E. 2008. Karakterisasi Eksudat Akar Tebu. *Jurnal Penelitian Perkebunan Gula Indonesia*. MPG Vol. 44 no. 1. 41-51 hlm.
- Yudono, B. 2011. Sinergi Bakteri Tanah dan Tanaman Pada Proses Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi. *Draft Disertasi Program Studi Ilmu Lingkungan*. Universitas Sriwijaya. xii + 171 hlm. (Tidak Dipublikasikan).
- Zaenuri. M. 2009. Isolasi dan Identifikasi *Lactobacillus* spp. *Laporan Praktikum Bakteriologi*. Universitas Jenderal Soedirman. Fakultas Biologi Purwokerto