

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DARI RIZOSFER LAMTORO GUNG (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit)
PADA FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI**

SKRIPSI

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



Oleh

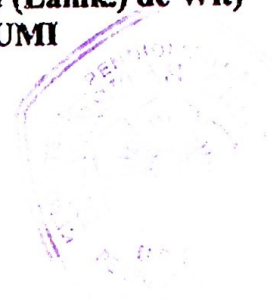
**ERNI ANGRAINI
08081004051**

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

S
579.307
Ern
i
2012

C-121698

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DARI RIZOSFER LAMTORO GUNG (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit)
PADA FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI**



SKRIPSI

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



Oleh

**ERNI ANGRAINI
08081004051**

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

LEMBAR PENGESAHAN

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DARI RIZOSFER LAMTORO GUNG (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit)
PADA FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI**

SKRIPSI

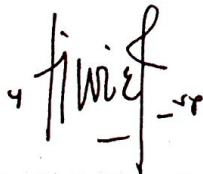
**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelara Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**

Oleh

**ERNI ANGRAINI
08081004051**

Inderalaya, Juli 2012

Pembimbing II



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

Pembimbing I



**Dra. Muharni, M.Si.
NIP. 196306031992032001**

Mengetahui

Ketua Jurusan Biologi



**Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc.
NIP. 195909091987031004**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Q.S Alam Nasyrat (94) : 5-6)"

"Jika kehidupan terkadang membuatmu ingin menangis, ingatlah bahwa ada ribuan moments yang telah membuatmu tersenyum. Syukurin apapun yang terjadi karena rencana Allah pasti yang terbaik"

Ku persembahkan karya ini untuk:

Dienku (Islam)

Kedua orang tuaku tercinta Ayah Ruslan Gani (alm) dan Ibu Fatmah

Kakakku Melda dan adikku Yogi tersayang

Semua dosen-dosen di jurusan Biologi FMIPA serta guru-guruku

Sahabat-sahabat dan teman-teman terkasih

Serta Almamaterku

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugrahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga atas kehendak dan izin-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam dihaturkan kepada nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi yang berjudul **Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon dari Rizosfer Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) pada Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi**, disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains bidang Studi Biologi di Jurusan 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, Dra Muharni, M.Si dan Dra Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh keikhlasan, kesabaran dan perhatian serta telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc sebagai ketua jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.

3. Dr. Salni, M.Si dan Dra. Harmida, M.Si sebagai dosen pembahas yang telah banyak memberikan koreksi, masukan dan nasehat selama penulisan skripsi ini.
4. Dr. 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 menyelesaikan skripsi.
5. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang telah mendanai penelitian ini melalui program dana hibah bersaing 2011.
6. Bapak dan ibu staf pengajar dan karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu pengetahuan semenjak awal perkuliahan.
7. Kedua orang tua, saudara-saudaraku dan sahabat-sahabatku terima kasih atas doa, cinta serta dukungan kalian baik secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, Juli 2012

Penulis

**ISOLATION AND IDENTIFICATION OF HYDROCARBON DEGRADING
BACTERIA FROM RHIZOSPHERE OF LAMTORO GUNG
(*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) ON THE PHYTOREMEDIATION
OIL SLUDGE**

By :
Erni Angraini
08081004051

ABSTRACT

Isolation and identification of hydrocarbon degrading bacteria rhizosphere of lamtoro gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) on the phytoremediation oil sludge had been done on January-March 2012 at Laboratory of Microbiology, Departement of Biology, Mathematics and Natural Science Faculty of Sriwijaya University. The purposes of this research are to get isolates of hydrocarbon degrading bacteria from rhizosphere of Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) and to know the characteristics of each isolate. The sample of soil were taken from control bioreactor (without *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) and treatment bioreactor (planted *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit). Soil samples were taken every 1 week in 1 month. The results of the isolation and selection were obtained 14 bacteria isolates which were potential in degradation of hydrocarbon. Based on the result identification of bacteria isolates from treatment bioreactor (planted *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) was obtained 11 isolates consist of 3 isolates of *Micrococcus*, 3 isolates of *Azotobacter*, 2 isolates of genera *Alcaligenes*, each isolates of *Azomonas*, *Acinetobacter* and *Staphylococcus*, while from control bioreactor (without *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) was obtained 3 bacteria isolates that is 2 isolates of *Micrococcus* and 1 isolate of *Pseudomonas*.

Key words: isolation, bacteria hydrocarbon, *Leucaena leucocephala* (Lamk) de Wit, rhizosphere, phytoremediation.

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON DARI RIZOSFER LAMTORO GUNG (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) PADA FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI

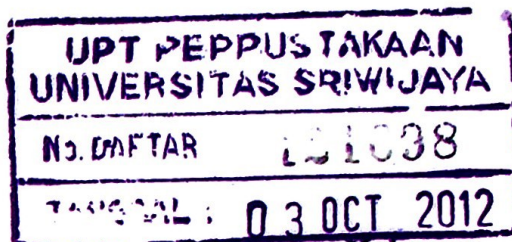
Oleh :
Erni Angraini
08081004051

ABSTRAK

Isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi hidrokarbon dari rizosfer Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) pada fitoremediasi limbah minyak bumi telah dilakukan pada bulan Januari-Maret 2012 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon dari rizosfer lamtoro gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) dan mengetahui karakteristik dari masing-masing isolat. Sampel tanah diambil dari bioreaktor kontrol (tanpa *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) dan bioreaktor perlakuan (ditanami *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit). Sampel tanah diambil setiap satu minggu sekali selama satu bulan. Hasil dari isolasi dan seleksi diperoleh 14 isolat bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi hidrokarbon. Berdasarkan hasil identifikasi isolat bakteri dari bioreaktor perlakuan (ditanami *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) diperoleh 11 isolat yang terdiri dari 3 isolat termasuk *Micrococcus*, 3 isolat tergolong *Azotobacter*, 2 isolat termasuk *Alcaligenes*, masing-masing 1 isolat yang tergolong *Azomonas*, *Acinetobacter* dan *Staphylococcus*, sedangkan dari bioreaktor kontrol (tanpa *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) diperoleh 3 isolat bakteri yaitu 2 isolat termasuk ke dalam *Micrococcus* dan 1 isolat tergolong *Pseudomonas*.

Kata kunci : isolasi, bakteri hidrokarbon, *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit, rizosfer, fitoremediasi.

DAFTAR ISI



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. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Limbah Minyak Bumi.....	5
2.2. Hidrokarbon Minyak Bumi.....	6
2.2.1. Pengertian Hidrokarbon Minyak Bumi.....	6
2.2.2. Pengelompokkan Hidrokarbon Minyak Bumi.....	7
2.3. Fitoremediasi.....	8
2.4. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lamk.) de Wit.....	10
2.5. Pengaruh Rizosfer terhadap Bakteri di dalam Tanah.....	11
2.6. Bakteri Hidrokarbonklastik.....	13
2.7. Mekanisme Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon oleh Bakteri.....	15
2.8. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Hidrokarbonoklastik.....	17
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat.....	19
3.2. Alat dan Bahan.....	19
3.3. Cara Kerja.....	20
3.3.1. Pengambilan Sampel <i>Sludge</i>	20
3.3.2. Persiapan Tanaman.....	20

3.3.3. Pembuatan Bioreaktor.....	20
3.3.4. Penanaman <i>Leucaena leucocephala</i> (Lamk.) de Wit.....	21
3.3.5. Pengambilan Sampel.....	21
3.3.6. Tahap Pengayaan, Isolasi dan Pemurnian.....	21
3.3.7. Seleksi.....	22
3.3.8. Karakterisasi.....	23
3.4. Identifikasi Bakteri.....	29
3.5. Variabel Pengamatan.....	29
3.6. Penyajian Data.....	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Isolasi dan Pemurnian.....	30
4.2. Hasil Seleksi.....	36
4.3. Karakteristik dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.....	39
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.6. Kelompok Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi.....	14
Tabel 4.1. Jumlah Sel Bakteri dan Jenis-Jenis Isolat Bakteri Hidrokarbon dalam Proses Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi.....	30
Tabel 4.2. Isolat Bakteri Hidrokarbon pada Rizosfer yang Lolos Seleksi Tahap I dan Seleksi Tahap II.....	37
Tabel 4.3. Hasil Karakterisasi Morfologi Koloni, Morfologi Sel dan Fisiologi Bakteri Rizosfer Pendegradasi Hidrokarbon.....	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.4. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lamk.) de Wit.....	10
Gambar 2.7.1. Reaksi Degradasi Hidrokarbon Alifatik.....	15
Gambar 2.7.2. Reaksi Degradasi Hidrokarbon Aromatik.....	16
Gambar 4.1. Jumlah Sel Bakteri yang diisolasi dari Bioreaktor Perlakuan dan Bioreaktor Kontrol.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Medium untuk Pengayaan, Isolasi, Pemurnian, Seleksi dan Karakterisasi..	52
Lampiran 2. pH dan Kelembaban Bioreaktor Kontrol dan Perlakuan selama 4 Minggu.	57
Lampiran 3. Bentuk Koloni Standar pada Medium Agar Tegak.....	58
Lampiran 4. Bentuk Koloni Standar pada Medium Agar Miring.....	58
Lampiran 5. Bentuk Elevasi, Tepi dan Struktur dalam Koloni Bakteri.....	59
Lampiran 6. Bentuk Koloni Standar.....	60
Lampiran 7. Bentuk Koloni Standar pada Medium NB.....	60
Lampiran 8. Hasil Seleksi Tahap I dan II.....	61
Lampiran 9. Morfologi Koloni Bakteri Rizosfer Pendegradasi Hidrokarbon.....	62
Lampiran 10. Hasil Uji Biokimia.....	66

BAB I

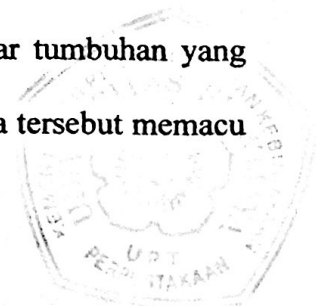
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan eksplorasi dan produksi minyak bumi disamping menghasilkan minyak dan gas, juga menghasilkan limbah yang berupa limbah cair maupun limbah padat. Pencemaran minyak bumi dapat berasal dari tumpahan selama kegiatan pengeboran, produksi, pengilangan dan transportasi. Salah satu kontaminan minyak bumi yang sulit diurai adalah senyawa hidrokarbon. Menurut Estuningsih *et al.* (2011: 57), hidrokarbon minyak bumi (*petroleum*) merupakan salah satu polutan dengan penyebaran yang sangat luas dan dapat mencemari tanah, pantai, air bawah tanah, sedimen, dan air permukaan. Kandungan *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) $\geq 1\%$ dan $\leq 15\%$ pada limbah minyak bumi harus diolah hal ini berdasarkan keputusan Kementrian Lingkungan Hidup (KLH) No 128 tahun 2003. Untuk itu perlu dicari suatu cara penanggulangan yang tepat, cepat, efektif, dan tidak mengganggu lingkungan.

Pengolahan limbah minyak bumi secara biologi, salah satunya yaitu dengan menggunakan teknik fitoremediasi. Proses fitoremediasi melibatkan tanaman dan bakteri rizosfer sebagai agen pendegradasi polutan. Menurut Priyanto & Prayitno (2000: 1), bahwa fitoremediasi ini mengandalkan pada peranan tanaman untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar, baik itu logam berat maupun senyawa organik.

Rizosfer merupakan suatu lapisan tanah yang berada disekitar akar tumbuhan yang mengandung berbagai senyawa sebagai hasil eksudasi. Senyawa-senyawa tersebut memacu



pertumbuhan mikroorganisme yang ada di dalam tanah. Masing-masing tanaman menghasilkan eksudat yang berbeda-beda. Menurut Rao (1994: 71), bahwa tanaman legum menghasilkan senyawa-senyawa eksudat antara lain gula, asam organik, asam amino dan jenis senyawa lainnya. Gula yang dihasilkan dari perakaran tanaman legum berupa gula glukosa dan fruktosa. Asam amino terdiri dari leusin, valin, amino butirat, glutamin, α -alanin, asparagin, serin, asam glutamat, asam aspartat, sistein, glisin, fenilalanin, treonin, tirosin, lisin, prolin, metionin, triptofan dan homoserin. Senyawa lainnya berupa fluoresen, biotin dan flavonon yang menjadi sumber nutrisi bagi rhizobakteria yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba.

Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) merupakan salah satu tanaman legum yang dapat dimanfaatkan sebagai agen fitoremediasi. Rahayu (2011: 41) melaporkan dari keempat tanaman leguminoceae yaitu turi (*Sesbania grandiflora*), petai cina (*Leucaena glauca*), lamtoro gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) dan putri malu (*Mimosa pigra*), lamtoro gung yang memiliki kemampuan paling tinggi dalam mendegradasi limbah minyak bumi dibandingkan dengan ketiga tanaman leguminoceae yang lain, di mana mampu menurunkan TPH sebesar 3,185 % dalam waktu 12 minggu.

Lingkungan secara alami dapat mendegradasi senyawa-senyawa hidrokarbon, tetapi prosesnya sangat lambat. Langkah awal pengoptimalan tersebut yaitu dengan cara isolasi bakteri di rizosfer untuk mengetahui jenis-jenis bakteri pendegradasi hidrokarbon kemudian kita dapat mengetahui nutrisi dan faktor-faktor lingkungan yang dapat menstimulasi aktivitas bakteri tersebut, sehingga proses pendegradasian terhadap senyawa hidrokarbon dapat berlangsung dengan optimal.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaporkan Farianti (2010: 61), bahwa dari hasil isolasi dan identifikasi bakteri yang berperan dalam proses fitoremediasi senyawa hidrokarbon limbah minyak bumi oleh *Neptunia oleraceae* diperoleh isolat bakteri dari *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Azotobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus* dan *Aeromonas*. Isolasi dan identifikasi bakteri hidrokarbon dalam proses fitoremediasi senyawa hidrokarbon limbah minyak bumi oleh *Eleusine indica* (L.) Gaertn yang telah dilaporkan Rynanda (2010: 51), diperoleh 13 genus di antaranya yaitu : 5 isolat dari *Pseudomonas*, 2 isolat termasuk dalam *Flavobacterium*, 2 isolat tergolong dari *Acinetobacter*, 2 isolat dari *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Azotobacter*. Berdasarkan informasi diatas, diharapkan pada penelitian ini ditemukan isolat-isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon pada rizosfer dalam proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit.

1.2. Rumusan Masalah

Proses fitoremediasi melibatkan tanaman dan bakteri rizosfer sebagai agen pendegradasi polutan, di mana tanaman mengeluarkan eksudat akar yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba. Kemampuan bakteri yang berbeda-beda dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon merupakan peluang dalam mendapatkan bakteri yang berpotensi sebagai pengguna hidrokarbon. Untuk itu, perlu dilakukan isolasi, karakteristik dan identifikasi bakteri pendegradasi hidrokarbon dari rizosfer pada proses fitoremediasi dengan menggunakan *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon dari rizosfer lamtoro gung (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit) dan mengetahui karakteristik dari masing-masing isolat.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi tentang beberapa bakteri yang mampu mendegradasi hidrokarbon limbah minyak bumi dengan menggunakan *Leucaena leucocephala* (Lamk.) de Wit sehingga dapat dimanfaatkan untuk fitoremediasi limbah minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiawati, P., Pikoli, M.R., Astuti, D.I. 2001. Isolasi Bertahap Bakteri Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko. *Proceeding Simposium Nasional*: 8 hlm.
- Alexander, M. 1977. *Introduction Soil Microbiology*. Edisi II. Jhon Wiley and Sons. Toronto: 467 hlm.
- Anonim^a. 2011. <http://impras7.wordpress.com/2009/10/23/pengolahan-limbah/>. 6 September 2011.
- Anonim^b. 2012. Lamtoro Gung. <http://id.wikipedia.org/wiki/Lamtoro>. 28 Juli 2012.
- Benson, L. 1957. *Plant Clasification*. D.C. Heath and Company. Boston: xiv + 688 hlm.
- Benson, H. J. 2001. *Microbiological Application: Laboratory Mannual in General Microbiology*. 8th edition. McGraw-Hill. North America: xi + 478 hlm.
- Cappucino, J.G. & Sherman, N. 1992. *Microbiology a Laboratory Mannual*. 3^{ed} edition. The Benjamin Cummings Publish Company Inc, California. USA: xvii + 462 hlm.
- Churchill, S.A., R.A. Griffin, L.P Jones and P. F Churchill. 1995. Biodegradation and Bioremediation. *Journal Envoron Microbiol.*, 24: 19-28.
- Dewi, R.S. 2005. Optimasi Penggunaan Surfaktan Linear Alkylbenzena Sulfonat (LAS) dan Nisbah C/N pada Bioremediasi Limbah Minyak Bumi. *Tesis S2*. Pasca Sarjana IPB. Bogor: xii + 83 hlm.
- Eris, F.R. 2006. *Pengembangan Teknik Biorermediasi dengan Slurry Bioreaktor untuk Tanah Tercemat Minyak Diesel*. Institut Pertanian Bogor. Bogor: 82 hlm.
- Estuningsih, S.P., Widjajanti, H, Yudono, B, Wahyudi, H. 2011. Pemanfaatan Rumput *Fimbrisylis* sp dalam Proses Bioremediasi Tanah pada Berbagai Konsentrasi Limbah Minyak Bumi. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol 14 Nomer 1 (D): 5 hlm.
- Fardiaz, S. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor: 186 hlm.
- Farianti, M. 2010. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Hidrokarbon di Sekitar Rizosfer *Neptunia oleraceae* Lour. yang berperan dalam Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi. FMIPA Biologi*. Universitas Sriwijaya. xiii + 67 hlm (tidak dipublikasikan).
- Feliatra., Effendi, I., Suryadi, E. 2004. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik dari Ikan Kerapu Macan (*Ephinephelus fuscogatus*) dalam Upaya Efisiensi Pakan Ikan. *Jurnal Natural Indonesia*. Vol (2): 75-8 hlm.



- Ferfinia, A. 2010. Eksplorasi Bakteri dan Cendawan Rizosfer yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Basah pada Batang Pepaya (*Carica pepaya* L) di Pasir Kuda, Desa Ciomas, Bogor. *Skripsi Sarjana Pertanian pada Departemen Proteksi Tanaman*. IPB. 39 hlm.
- Hadi, S.N. 2003. Degradasi Minyak Bumi via "Tangan" Mikroorganisme. Artikel. Program Sarjana Departemen Biokimia IPB. <http://www.chemistry.org>. 8 September 2011.
- Hadioetomo, R. S. 1995. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia. Jakarta: vi + 63 hlm.
- Haerani, N. 2009. *Lamtoro (Leucaena leucocephala)*. Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia. Jakarta: 12 hlm.
- Holt, J. G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., Williams, S.T. 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th Edition*. New York Lippincott Williams and Walkins: xxiii + 1268 hlm.
- Holt, J. G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., Williams, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 9th Edition*. New York Lippincott Williams and Walkins: xviii + 787 hlm.
- Husen, E., Rasti, S., Ratih, D.H. 2005. Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman. *Indonesia Journal of Agricultural Science*: 191-209 hlm.
- Irianto, K. 2006. *Mikrobiologi Menguk Dunia Mikroorganisme Jilid I*. Yrama Widya. Bandung: 256 hlm.
- Juhaeti, T., Syarif, F., Hidayati, N. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *Jurnal Penelitian Biologi*. Vol 6 (1): 31-33 hlm.
- Kardena, E. & S. H. Suhardi. 2001. Bioremediation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Contaminated Soil with *Phanerochaete chrysosporium*. *Journal Appl. Environ Microbiol.* 62: 2381.
- Karwati. 2009. *Degradasi Hidrokarbon pada Tanah Tercemari Minyak Bumi dengan Isolat A10 dan D8*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB. Bogor: 10 hlm.
- Kurniawan, H. 2008. Fitoremediasi. <http://h925.blogspot.com/2008/05/fitoremediasi.html>. 12 September 2011.
- Lasari, D.P. 2010. Minyak Bumi. <http://www.esdm.go.id/berita/artikel/56-artikel/3507-bakteri-pengolah-limbah-minyak-bumi-yang-ramah-lingkungan.html>. 10 September 2011.

- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta: 167 hlm.
- Lay, B.W. & Hastowo. 1999. *Mikrobiologi*. Penerbit PT. Rajawali Press. Bogor: viii + 371 hlm.
- Leahy, J.G and R.R Colwell. 1990. Microbial Degradation of Hydrocarbon in the Environment. *Microbiological Reviews*. Vol 54 No 3: 305-315 hlm.
- Mangkoedihardjo, S. 2005. *Seleksi Pemulihan untuk Ekosistem Laut Tercemar Minyak (Remediation Technologies Selection for Oil-Polluted Marine Ecosystem)*. Seminar Nasional dan Teknologi. ITS. Surabaya: 9 hlm.
- Millen, M. C. S., & Lambertz, D. 1998. *Lessons Learned on E & P Biotreatment*. Health, Environment and Safety Group. Chevron Research and Technology Company. Richmond California: 132 hlm.
- Munawar.1999. Isolasi dan Uji Kemampuan Isolat Bakteri Rizosfer dari Hutan Bakau di Cilacap dalam Mendegradasi Residu Minyak Bumi. *Tesis Magister Bidang Khusus Mikrobiologi*. Program Studi Biologi. Institut Teknologi Bandung: 94 hlm (tidak dipublikasikan).
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi *Sludge* Minyak Bumi dalam Skala Mirokosmos: Simulasi Sederhana sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *Jurnal Makara Teknologi*. Vol. 10, no. 2: 82-89 hlm.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Simmon, A. 2009. *Leucaena leucocephala*. Agroforestry Database: a Tree Reference and Selection Guide Version 4.0. <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>
- Pandjaitan, S. 2008. Fitoremediasi Pustaka. Blog Arsip. <http://fitoremediasi.blogspot.com/2008/11/fitoremediasi-pustaka.html>. 24 Februari 2012.
- Pelczar, M.J. & Chan E.C.S^a. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid I*. Penerjemah Ratna Siri Hadieotomo, Teja Mas, S. Sutarmi Tjitrosomo, dan Sri Lestari Angka. UI Press. Jakarta: 443 hlm.
- Pelczar, M.J. & Chan E.C.S^b. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid II*. Penerjemah Ratna Siri Hadieotomo, Teja Mas, S. Sutarmi Tjitrosomo, dan Sri Lestari Angka. UI Press. Jakarta: 447-997 hlm.
- Priyanto, B. & Prayitno. 2000. Fitoremediasi sebagai sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran khususnya Logam Berat. <http://lfl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm>. 6 September 2011.

- Putra, R.S. & Maryamah L. 2008. *Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi oleh Bacillus sp dan Klebsiella sp*. Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian IPB. Bogor: iv + 16 hlm.
- Rahayu, S.N. 2011. Kinetika Degradasi Tanah terkontaminasi Limbah Minyak Bumi (*Sludge*) dengan Metode Fitoremediasi menggunakan beberapa Jenis Leguminoceae. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia*. FMIPA Kimia. Universitas Sriwijaya. xv + 47 hlm hlm (tidak dipublikasikan).
- 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. *Laporan Penelitian Fakultas MIPA*. Universitas Padjajaran: 49 hlm.
- Rynanda, N. 2010. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Hidrokarbon di sekitar Rizosfer Rumput Belulang (*Eleusine indica* (L.) Gaertn yang berperan dalam Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. FMIPA Biologi. Universitas Sriwijaya. xiii + 57 hlm (tidak dipublikasikan).
- Shovitri, M., Nurhidayati, T., Zulaika, E., Ashuri, N.M., Purwati. 2011. Rhizobakteria di Rhizosfer *Avicennia marina* dan *Pluchea indica* di Pantai Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *Seminar Kelautan Nasional VII Universitas Hang Tuah*. Surabaya: 14 hlm.
- Suwarsih. 2011. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik dari Ikan Kerapu Macan (Ephinephelus fuscogatus) dalam Upaya Efisiensi Pakan Ikan*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Univeritas PGRI Ronggolawe. Tuban: 48-55 hlm.
- Udiharto, M. 1992. Aktivitas Mikroba dalam Mendegradasi Minyak. *Proceeding Diskusi Ilmiah vii Hasil Penelitian Lemigas*. Jakarta: 464-467 hlm.
- Udiharto, M. 1996. Bioremediasi Minyak Bumi. *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya: Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*. Cibinong.
- Utami, A. 2010. *Pengelolaan Kualitas Lingkungan Bioremediasi Minyak Bumi*. Program Studi Sarjana Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru: 17 hlm.
- Walker, J.D. & R.R. Colwell. 1974. Microbial Petroleum Degradation: Use of Mixed HydrocarbonS ubstrates, *Appl. Microbiol.* 27(6), 1053-106(01974).
- Wenzel, W.W. 2008. Rhizosphere Processes and Management in Plant-assisted Bioremediation (Phytoremediation) of Soil. *Review Article Springer Science*. DOI.10.1007/S11104-008-9686-1: 24 hlm.

- Widayati, W.E. 2008. Karakterisasi Eksudat Akar Tebu. *Jurnal Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, Pasuruan*. Vol 44 No 1: 451 hlm.
- Widjajanti, H., Munawar & Nafiah. 2006. Isolasi, Seleksi, dan Karakterisasi Bakteri Hidrokarbonklastik dari Limbah Cair Kegiatan Eksplorasi Minyak Bumi. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan & Sumber Daya Alam*. Vol 6 (4): 22-31 hlm.
- Yudono, B., M. Said, Munawar, Estuningsih, S.P. 2008. *Kegiatan Pengolahan Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi secara Biologis (Bioremediasi) Lokasi Sei Lilin Field Jambi*. PT Pertamina EP Region Sumatera Kerjasama dengan PPLH UNSRI: 84 hlm (tidak dipublikasikan).
- Yudono, B. 2011. Sinergi Bakteri Tanah dan Tanaman pada Proses Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi. *Disertasi Doktor Bidang Studi Ilmu Lingkungan Pascasarjana*. Universitas Sriwijaya: xv + 56 hlm (tidak dipublikasikan).