

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DI SEKITAR RIZOSFER *Neptunia oleracea* Lour. YANG BERPERAN DALAM
FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh :

**Melinda Farianti
08061004008**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2010**

R. 20796
NO. Reg 21260

5
379.307
mel
1
2010

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DI SEKITAR RIZOSFER *Neptunia oleracea* Lour. YANG BERPERAN DALAM
FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI**



SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh :

**Melinda Farianti
08061004008**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2010**

LEMBAR PENGESAHAN

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON
DI SEKITAR RIZOSFER *Neptunia oleracea* Lour. YANG BERPERAN DALAM
FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**

Oleh :

Melinda Farianti

08061004008

Indralaya, November 2010


Pembimbing II



Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si

NIP. 196407111989032.001

Pembimbing I



Dra. Muharni, M.Si

NIP. 196306031992032.001

Mengetahui

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Zazili Hanafiah, M. Sc

NIP. 1959909091987031.004

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

"Ilmu yang tak dikuasai akan menjelma di dalam diri manusia menjadi sebuah ketakutan.

Belajar dengan keras hanya bisa dilakukan oleh seseorang yang bukan penakut"

(Andrea Hirata)

Ku persembahkan karya ini untuk:

Dienku (islam)

Kedua orang tuaku tercinta mama Triatty, S.Pd dan Papa Drs. A. Fauzi AR

Adik-adikku tersayang Elliza & Rian Afandy

Semua dosen di jurusan Biologi FMIPA serta guruku

Serta Almamaterku

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. Skripsi yang berjudul *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Di Sekitar Rizosfer *Neptunia oleracea* Lour. yang Berpotensi dalam Fitoremediasi Limbah 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, Dra. Muharni, M.Si dan Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang telah membimbing, mengarahkan dengan penuh kesabaran, perhatian dan keikhlasan telah meluangkan waktu, tenaga serta pikiran sehingga selesainya penulisan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Muhammad Irfan, M.T. sebagai Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc sebagai Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Drs. Juswardi, M.Si sebagai dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat mulai awal perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Salni, M.Si dan Dra. Nita Aminasih, M.P sebagai dosen pembahas yang telah banyak memberikan koreksi, masukan dan nasehat selama penulisan skripsi.
5. Dra. Hary Widjajanti, M.Si sebagai Kepala Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Sriwijaya, yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi.

6. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang telah mendanai penelitian ini melalui program penelitian strategis 2009.
7. Kedua orang tua serta saudara-saudaraku terima kasih untuk semua doa, cinta, dukungan baik moril dan materil serta semangat yang selalu menyertaiku.
8. Bapak dan Ibu staf pengajar serta karyawan Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sriwijaya yang telah membekali ilmu pengetahuan mulai dari awal perkuliahan.
9. Teman seperjuangan Marindah Rynanda terima kasih atas kebersamaan, kerjasamanya serta canda tawanya selama menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman di Laboratorium Mikrobiologi Pipit, Farhan, Irul, Dwi dan Rahma. Teman-teman terkasih Sri, Fenny, Yaya, Ana, Amel, Eka, Ling dan Adit terima kasih atas bantuan dan dukungannya. Seluruh mahasiswa Biologi angkatan 2006-2010, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Sahabat-sahabatku tersayang Ika, Dyah, Sheila, Didi, Wahyu dan Firzadi untuk semua doa, dukungan, perhatian, serta canda tawa serta motivasinya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. You are my inspiring motivator.

Tiada manusia yang sempurna, namun dengan keterbatasan yang dimiliki penulis tetap berusaha melakukan yang terbaik. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan, bermanfaat bagi mahasiswa dan pembaca.

Indralaya, November 2010

Penulis

ISOLATION AND IDENTIFICATION HYDROCARBON DEGRADING
BACTERIA ON RHIZOSPHERE ZONE WITH *Neptunia oleracea* Lour.
PARTICIPELY IN PHYTOREMEDIATION FROM OIL SLUDGE

By :

Melinda Farianti
08061004008

ABSTRACT

Isolation and identification of hydrocarbon degrading bacteria on rhizosphere zone with *Neptunia oleracea* Lour. participely in phytoremediation from oil sludge has been done on April to July 2010 at Laboratory of Mycrobiology, Departement of Biology, Mathematics and Natural Science Faculty, University of Sriwijaya. The aim this research was to get bacteria isolates from rhizosphere zone that can hydrocarbon degradating as long phytoremediation processing with *Neptunia oleracea* Lour. plant and knowing the characteristics of bacteria isolates obtained and their identification. Soil samples were taken from tester bioreactor (with *Neptunia oleracea* Lour.) and control bioreactor (without *Neptunia oleracea* Lour.). Soil samples were taken every 1 week in 1 month. The results of isolat and selection were found 13 bacteria isolates from rhizosphere zone that have potential in phytoremediation from oil slude. The result of identification bacteria, 10 bacteria from tester bioreactor obtained were *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Azotobacterium* and *Pseudomonas* at T₀ and T₁; at T₂ obtained genera were *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Azotobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* and *Bacillus*; at T₃ obtained genera were *Flavobacterium*, *Azotobacterium*, *Pseudomonas* and *Bacillus*; at T₄ obtained genera were *Flavobacterium*, *Azotobacterium* and *Bacillus*. 3 bacteria from control bioreactor obtained were *Acinetobacter* and *Pseudomonas* at T₀, T₁ dan T₄; and than at T₂ and T₃ obtained genera were at were *Acinetobacter*, *Pseudomonas* and *Aeromonas*.

Key word: isolation, phytoremediation, rhizosphere, hydrocarbon bacteria

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENDEGRADASI HIDROKARBON DI SEKITAR RIZOSFER *Neptunia oleracea* Lour. YANG BERPERAN DALAM FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK BUMI

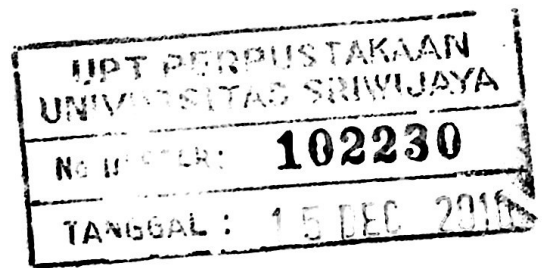
Oleh :

Melinda Farianti
08061004008

ABSTRAK

Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon di Sekitar Rizosfer *Neptunia oleracea* Lour. yang Berperan dalam Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi telah dilakukan pada bulan April-Juli 2010 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri rizosfer yang mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon dari limbah minyak bumi secara bertahap sesuai dengan lamanya waktu remediasi dengan menggunakan tanaman *Neptunia oleracea* Lour. serta mengetahui karakteristik dan mengidentifikasi isolat bakteri yang diperoleh. Sampel tanah diambil dari bioreaktor perlakuan (*Neptunia oleracea* Lour.) dan bioreaktor kontrol (tanpa *Neptunia oleracea* Lour.). Sampel tanah diambil setiap satu minggu sekali selama satu bulan. Hasil isolasi dan seleksi diperoleh 13 isolat bakteri yang berpotensi dalam fitoremediasi limbah minyak bumi. Berdasarkan hasil identifikasi 10 jenis genera bakteri didapatkan dari bioreaktor perlakuan, pada T₀ dan T₁ diperoleh isolat bakteri dari genus *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Azotobacterium* dan *Pseudomonas*; pada T₂ diperoleh isolat bakteri dari genus *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Azotobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* dan *Bacillus*; pada T₃ diperoleh isolat bakteri dari genus *Flavobacterium*, *Azotobacterium*, *Pseudomonas* dan *Bacillus*; pada T₄ diperoleh isolat bakteri dari genus *Flavobacterium*, *Azotobacterium* dan *Bacillus*. 3 genera bakteri didapatkan dari bioreaktor kontrol, pada T₀, T₁ dan T₄ diperoleh isolat bakteri dari genus *Acinetobacter* dan *Pseudomonas*, sedangkan pada T₂ dan T₃ diperoleh isolat bakteri dari genus *Acinetobacter*, *Pseudomonas* dan *Aeromonas*.

Kata kunci: isolasi, fitoremediasi, rizosfer, bakteri hidrokarbon



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 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6

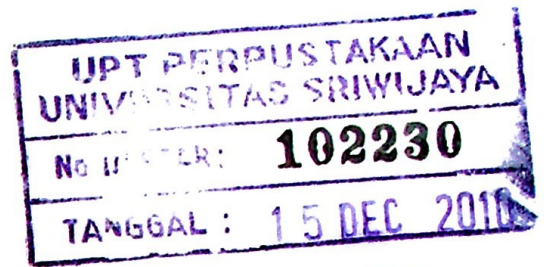
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Minyak Bumi	7
2.2 Hidrokarbon Limbah Minyak Bumi.....	8
2.2.1 Pengertian Hidrokarbon Petroleum	8
2.2.2 Pengelompokan Hidrokarbon Petroleum	9
2.3 Fitoremediasi.....	12
2.4 Tanaman <i>Neptunia oleracea</i> Lour.....	14
2.5 Pengaruh Rizosfer Terhadap Bakteri di Dalam Tanah.....	16
2.6 Bakteri Hidrokarbon.....	18
2.7 Mekanisme Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon oleh Bakteri.....	20
2.8 Isolasi Bakteri Dari Daerah Rizosfer.....	23

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Cara Kerja.....	27
3.3.1. Pembuatan Bioreaktor.....	27
3.3.2. Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman.....	27

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 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Minyak Bumi	7
2.2 Hidrokarbon Limbah Minyak Bumi.....	8
2.2.1 Pengertian Hidrokarbon Petroleum	8
2.2.2 Pengelompokan Hidrokarbon Petroleum	9
2.3 Fitoremediasi.....	12
2.4 Tanaman <i>Neptunia oleracea</i> Lour.....	14
2.5 Pengaruh Rizosfer Terhadap Bakteri di Dalam Tanah.....	16
2.6 Bakteri Hidrokarbon.....	18
2.7 Mekanisme Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon oleh Bakteri.....	20
2.8 Isolasi Bakteri Dari Daerah Rizosfer.....	23
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Cara Kerja	27
3.3.1. Pembuatan Bioreaktor.....	27
3.3.2. Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman.....	27

3.3.3. Pengambilan Sampel.....	28
3.3.4. Tahap Pengayaan.....	28
3.3.5. Isolasi dan Pemurnian.....	28
3.3.6. Seleksi.....	29
3.3.7. Karakterisasi.....	30
3.4 Identifikasi Bakteri.....	36
3.5 Variabel Pengamatan.....	37
3.6 Penyajian Data.....	37

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Jumlah Sel Bakteri.....	38
4.2 Hasil Isolasi.....	42
4.3 Hasil Seleksi.....	47
4.4 Karakteristik Isolat Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.....	49
4.5 Identifikasi Bakteri Rizosfer Pendegradasi Hidrokarbon.....	52
4.6 Bakteri Rizosfer Yang Mampu Memanfaatkan Hidrokarbon.....	57

BAB V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Jumlah Sel Bakteri yang Diperoleh Berdasarkan Waktu Isolasi	38
Tabel 4.2. Hasil Isolasi dan Pemurnian Bakteri di Daerah Rizosfer dari Proses Fitoremediasi Dengan Menggunakan <i>Neptunia olerace</i>	42
Tabel 4.3. Isolasi Bakteri Hidrokarbon Dari Daerah Rizosfer yang Lolos Seleksi Tahap I dan II.....	47
Tabel 4.4. Hasil Karakterisasi Koloni, Morfologi Sel dan Fisiologis Bakteri Rizosfer Pendegradasi Hidrokarbon.....	51
Tabel 4.5. Pengelompokan Bakteri Rizosfer Hasil dari Isolasi, Karakterisasi dan Identifikasi	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1: <i>Neptunia oleracea</i> Lour	14
Gambar 2.2. Degradasi Hidrokarbon alkana melalui oksidasi terminal	22
Gambar 2.3. Degradasi hidrokarbon alifatik jenuh melalui oksidasi subterminal	23
Gambar 4.1. Jumlah Sel Bakteri Berdasarkan Waktu Isolasi	40
Gambar 4.2. Hasil Isolasi Bakteri di Daerah Rizosfer dari Proses Fitoremediasi Berdasarkan Waktu	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Medium	70
Lampiran 2. Bentuk Koloni Standar pada Medium Agar Tegak	75
Lampiran.3. Bentuk Koloni Standar pada Medium Agar Miring	75
Lampiran 4. Bentuk Elevasi, Tepid an Struktur Dalam Koloni Bakteri.....	76
Lampiran 5. Bentuk Koloni Standar.....	77
Lampiran 6. Bentuk Koloni Standar pada Medium NB.	77
Lampiran 7. Morfologi Koloni Bakteri Rizosfer Pendegradasi Hidrokarbon	78
Lampiran 8. Hasil Uji Biokimia.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan produksi minyak bumi selain menghasilkan produk minyak mentah (*crude oil*), juga menghasilkan limbah minyak bumi. Limbah minyak tersebut masih mengandung kadar hidrokarbon minyak bumi yang relatif tinggi, beberapa senyawa nitrogen (N), sulfur (S), oksigen (O), logam-logam termasuk unsur logam berat dan unsur lainnya. Apabila limbah tersebut tidak dikelola atau penanganan limbah yang kurang baik, maka dapat berdampak terhadap lingkungan hidup seperti terjadinya pencemaran tanah, air permukaan, air tanah dangkal (*aquifer*) dan terganggunya kesehatan masyarakat setempat atau kehidupan makhluk hidup lainnya (Suardana *et al.*, 2002: 1).

Lingkungan memiliki kemampuan untuk mendegradasi senyawa-senyawa pencemar yang masuk ke dalamnya melalui proses biologis dan kimiawi. Namun, sering kali beban pencemaran di lingkungan lebih besar dibandingkan dengan kecepatan proses degradasi zat pencemar tersebut secara alami. Akibatnya, zat pencemar akan terakumulasi sehingga dibutuhkan campur tangan manusia dengan teknologi yang ada untuk mengatasi pencemaran tersebut (Nugroho 2006: 2).

Fitoremediasi adalah proses bioremediasi yang menggunakan berbagai tanaman untuk menghilangkan, memindahkan, dan atau menghancurkan kontaminan dalam tanah dan air bawah tanah. Fitoremediasi memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan metode konvensional lain dalam menanggulangi masalah



pencemaran, yaitu : tumbuhan bisa dengan mudah dikontrol pertumbuhannya; merupakan cara remediasi yang paling aman bagi lingkungan karena memanfaatkan tumbuhan; memelihara keadaan alami lingkungan (Kurniawan 2008: 3).

Rizosfer merupakan suatu lapisan tanah yang berada di sekitar akar tumbuhan yang mengandung berbagai senyawa sebagai hasil eksudasi dari sistem perakaran tumbuhan. Senyawa-senyawa tersebut dapat memacu pertumbuhan komunitas mikroorganisme yang ada di dalam tanah, sehingga keanekaragaman dan jumlahnya meningkat. Rizosfer dicirikan oleh lebih banyak kegiatan mikrobiologis dibandingkan kegiatan di dalam tanah yang jauh dari perakaran tanaman. Intensitas kegiatan semacam ini tergantung dari panjangnya jarak tempuh yang dicapai eksudasi (cairan yang keluar dari) sistem perakaran (Rao 1994: 63).

Tanaman dapat memecah polutan organik, seperti *crude oil*, dan *polyaromatic hydrocarbons* (PAHs). Dalam hal ini polutan organik dapat dibersihkan oleh tanaman melalui satu mekanisme atau kombinasi proses-proses fitodegradasi, rizodegradasi, dan fitovolatilisasi. Biodegradasi dalam rizosfer atau rizodegradasi, merupakan suatu proses dimana tanaman mengeluarkan senyawa organik seperti tamarat, oksalat, sitrat, malat dan enzim melalui akar yang disebut eksudat akar, sehingga daerah rizosfer merupakan lingkungan yang sangat baik untuk tempat tumbuhnya mikroba dalam tanah. Mikroba di daerah rizosfer akan mempercepat proses biodegradasi kontaminan (Anonim^a 2009: 2).

Tanaman *Neptunia oleracea* merupakan salah satu jenis tanaman legum yang dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi. Menurut Adam dan Duncan (2000) dalam Diab (2008: 67) dalam penelitiannya menyatakan, tanaman legum dapat dipergunakan

untuk mendegradasi tanah pada daerah rizosfer dengan konsentrasi 2,2-2,3% *crude oil*. Presentase tanah yang terdegradasi pada daerah rizosfer sebesar 62,4%. Hasil biodegradasi minyak dan *total petroleum hydrocarbons* (TPHs) menunjukkan pengurangan sebesar 30% dari *total petroleum hidrokarbon* (TPHs) yang diamati pada daerah rizosfer. Tanaman legum dipilih karena memiliki keunggulan dimana, tanaman ini memiliki sistem perakaran yang luas dan bercabang serta menyediakan permukaan akar yang besar untuk pertumbuhan mikroba. Selain itu tanaman legum memiliki kemampuan untuk memfiksasi dengan bantuan bakteri penambat nitrogen.

Neptunia oleracea dapat bersimbiosis dengan rhizobia (bakteri yang terdapat pada tanaman legum) dalam memfiksasi nitrogen. Proses interaksi ini tanaman menghasilkan spesialisasi pada organ akar yaitu nodul. Pada pusat jaringan nodul, bakteri internal memperbaiki dinitrogen untuk digunakan oleh inang. Interaksi legum-rhizobia dimulai oleh penukaran signal kompleks setelah pengenalan faktor nodulasi (Nod) bakteri diaktifkan pada saat proses nodulasi tanaman (Goormachtig *et al.*, 2004: 2).

Menurut Jussila *et al.*, (2006: 1) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa dengan menggunakan tanaman legum *Galega orientalis* pada tanah yang telah tercemar minyak, maka di daerah rizosfer ditemukan beberapa jenis bakteri. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa dengan menggunakan medium selektif yang digunakan untuk karakterisasi dan identifikasi, didapatkan isolat bakteri dari jenis gram positif yaitu *Rhodococcus*, *Bacillus* dan *Arthrobacter*, sedangkan bakteri gram negatif adalah *Pseudomonas*.

Aktivitas mikroorganisme dalam memecah hidrokarbon sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang terdiri atas kebutuhan oksigen, pH dan suhu. Disamping itu, waktu juga merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam proses degradasi atau dekomposisi senyawa hidrokarbon. Semakin lama proses degradasi berlangsung, semakin banyak senyawa yang terdegradasi (Alexander 1977 dalam Munawar 1999: 12).

Bakteri mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mendegradasi minyak bumi. Kemampuan bakteri mendegradasi fraksi minyak bumi tergantung pada jenis enzim yang dimilikinya (Fedorak *et al.*, 1983 dalam Aditiawati *et al.*, 2001: 1). Bakteri pendegradasi komponen minyak (aspalten) yang lebih sulit didegradasi berjumlah lebih sedikit dan tumbuh lebih lambat karena kalah bersaing dengan pendegradasi alkana yang memiliki substrat lebih banyak dan lebih mudah di degradasi. Isolasi bertahap telah dilakukan Pratiwi (2010: 80) diperoleh empat genera bakteri pendegradasi fraksi jenuh yang termasuk genus *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus* dan *Mycobacterium*, dari tahap I; *Bacillus* dan *Mycobacterium* dari tahap II pendegradasi fraksi aromatik; *Arthrobacter*, *Mycobacterium* dan *Micrococcus* dari tahap III pendegradasi fraksi resin; *Bacillus*, *Corynebacterium* dan *Micrococcus* dari tahap IV pendegradasi fraksi aspalten.

Pemanfaatan tanaman legum (*Neptunia oleracea*) sebagai agen fitoremediasi dinilai berpotensi dalam mengurangi pencemaran hidrokarbon. Proses fitoremediasi tidak hanya melibatkan tanaman sebagai alat pendegradasi polutan, tetapi juga melibatkan bakteri yang terdapat di dalam tanah, terutama bakteri rizosfer. Tanaman secara langsung melepaskan eksudat akar, berupa gula, senyawa organik, dan asam

amino yang dapat menstimulasi aktifitas mikroba, serta menyerap mineral pada daerah rizosfer. Dengan meningkatnya aktifitas mikroba, maka proses pendegradasian terhadap senyawa hidrokarbon dapat berlangsung dengan optimal. Isolat bakteri yang mampu mendegradasi minyak bumi dapat diperoleh dari hasil isolasi di daerah tercemar minyak. Selanjutnya dilakukan tahapan seleksi, karakterisasi dan identifikasi jenis bakteri yang didapat. Berdasarkan informasi diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang isolasi, karakterisasi dan identifikasi bakteri hidrokarbon secara bertahap berdasarkan lamanya waktu remediasi hidrokarbon di sekitar rizosfer pada proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Neptunia oleracea*.

1.2 Rumusan Masalah

Salah satu teknik degradasi senyawa hidrokarbon adalah menggunakan metode fitoremediasi. Pada proses fitoremediasi, tanaman melepaskan eksudat akar yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba. Akibat aktivitas mikroba yang meningkat, maka proses degradasi hidrokarbon dapat berlangsung secara optimal. Tingginya keanekaragaman dan jumlah bakteri di daerah rizosfer memberikan peluang yang besar untuk memperoleh jenis bakteri yang berpotensi sebagai pengguna hidrokarbon. Selain itu, kemampuan bakteri mendegradasi hidrokarbon berbeda-beda, sesuai dengan jenis substrat (fraksi hidrokarbon kompleks atau sederhana) dan ketersediaan enzim yang dimilikinya. Untuk itu, perlu dilakukan isolasi bakteri secara bertahap berdasarkan lamanya waktu remediasi hidrokarbon, pada daerah rizosfer dari tanaman *Neptunia oleracea*, serta mengidentifikasi isolat yang didapat berdasarkan karakteristik yang dimilikinya.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan isolat bakteri dari rizosfer yang mampu mendegradasi hidrokarbon dari limbah industri minyak bumi secara bertahap sesuai dengan lamanya waktu fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Neptunia oleracea* serta mengidentifikasi dan mengetahui karakteristik dari masing-masing isolat bakteri tersebut.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi tentang beberapa bakteri yang mampu berperan dalam mendegradasi hidrokarbon sesuai dengan lamanya proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Neptunia oleracea*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiawati, P., Megga R. P. & Dea, I. A. 2001. Isolasi Bertahap Bakteri Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko. *Proceeding Simposium Nasional*. 8 hlm.
- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. Edisi II. Jhon Wiley and Sons. Toronto. 467 hlm.
- Anonim. 2008. *Studi Kasus: Fitoremediasi Petroleum Hidrokarbon*. <http://brsidharta.edublogs.org/files/2008/04/studi-kasus-fitoremediasi.doc>. 5 Maret 2010.
- Anonim^a. 2009. *XI. Fitoremediasi*. <http://sumarsih07.files.wordpress.com/2008/09/xi-fitoremediasi.pdf>. 3 November 2009.
- Anonim^b. 2009. Oil Sludge. From Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_sludge.
- Anonim^c. 2008. *Petroleum*. From Wikipedia, the free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Petroleum>
- Anonim^d. 2009. *Pseudomonas*. From Wikipedia, Characteristic Pseudomonas Bacteria The Free Encyclopedia . <http://en.wikipedia.org/wiki/characteristicpseudomonasbacteria/>. 27 September 2010.
- Atlas, R. M & Bartha, R. 1997. *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications 4th ed.* Benjamin Cumming Publishing, Co. Inc. Reedwood City. California. 563 hlm.
- Cappucino, J. G. & Sherman, N. 1992. *Microbiology a Laboratory Manual*. 3^{ed} edition. The Benjamin Cummings Publish Company Inc, California. USA: xvii + 462 hlm.
- Cowan, R. S. 2001. *Flora of Australia Online*; Neptunia. <http://www.anbg.gov.au/abrs/abif/flora/stdisplay.xsql>. 31 Januari 2010.
- Diab, E. A. 2008. Phytoremediation of Oil Contaminated Desert Soil Using the Rhizosphere Effects. *Global Journal of Environmental Research*. Department of Plant Ecology and Ranges. Cairo, Egypt. 66-73.
- Eris, F. R. 2006. *Pengembangan Teknik Bioremediasi Dengan Surry Bioreaktor Untuk Tanah Tercemar Minyak Diesel*. Institut Pertanian Bogor. 1-82 hlm.



- Gilardi, G. L. 1967. Morfologi And Biochemical Charasteristic *Aeromonas pucntata* (*hydrophilla*, *lygeufaciens*) Isolated From Human Sources. *Journal from Applied Microbiology of American Society for Microbiology (ASM)*. Vol 15 (2): 417-421 hlm.
- Goormatching, S., W. Capoen, E. K. James & M. Holsters. 2004. Switch From Intracellular to Intercellular Invation During Water Stress-Tolerant Legume Nodulation. *Juornal The National Academy of Science*. USA
- Hadioetomo, R. S. 1995. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia. Jakarta: vi + 63 hlm.
- Harayama, S., Sigiura K., Asaumi M., Shimauchi T., Goto M., Sasaki S. and Ishihara M. 1995. Biodegradation of Crude Oil. *Program and Abstratcs in the First Asia-Pasific Marine Biotechnology Conference*. Shimiz. Jepan 19-24.
- Holt, J. G., Noel, R. K., Peter, H. A., James, T. S. & Staley T. W. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th edition. New York Lippincott Williams and Walkins.
- Horowitz, A., Gutnick D. and Rosenberg E. 1975. Sequential Growth of Bacteria on Crude Oil, *Applied Microbiology*. USA: 30(1), 10-19.
- Husain, D. R. 2006. Karakteristik Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas nautical* Strain 617 pada Hidrokarbon Tetradekana. *Buletin Penelitian Jurusan Biologi FMIPA UNHAS*. Vol. 9 (1): 51-58 hlm.
- <http://www.flowersofindia.net/catalog/slides/Sensitive%20Water%20Plant.jpg>
- Irianto, K. 2006. *Mikrobiologi, Menguak Dunia Mikroorganisme*. Jilid 1. Yrama Widya. Bandung. 256 hlm.
- 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.
- Jussila, M. M., German J., Kristina L. M., & Leena S. 2006. Genetic diversity of culturable bacteria in oil-contaminated rhizosphere of *Galega orientalis*. *Journal Environmental Pollution*. Department of Applied Chemistry and Microbiology University of Helsinki, Finlandia. 244-257 hlm.
- Kurniawan, H. 2008. Fitoremediasi. <http://h925.blogspot.com/2008/05/fitoremidiasi.html>
- Kurnia, U., Husen., Saraswati., & Nurjaya. 2001. Teknologi Pengendalian Pencemaran Lahan Sawah. *Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produksi Pertanian*. 249: 282 hlm.

- Lay, B. W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta: 167 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.
- Marjaka, W. & Nugraha, H. 2005. *Pemanfaatan Sludge Minyak Pada Industri Migas Indonesia*. Asisten Deputi Urusan Pertambangan, Energi dan Migas. Deputi Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan Sumber Institusi. Kementerian Lingkungan Hidup Jakarta. 24 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. Bioremediasi Invitro Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi Oleh Bakteri Hidrokarbonoklastik. *Jurnal Penelitian Sains*. No.6: 44-49 hlm.
- Munawar. 1999. Isolasi dan Skrining Bakteri Pengguna Hidrokarbon di Daerah Rizosfir Hutan Bakau yang Tercemar Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi. *Jurnal Ilmiah MIPA*. 2 (2): 41-47 hlm.
- Munawar. 1999. Isolasi dan Uji Kemampuan Isolat Bakteri Rizosfir 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).
- Munir, E. 2006. Pemanfaatan Mikroba Dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi Alternatif untuk Pelestarian Lingkungan. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Mikrobiologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. Medan. 1-34 hlm.
- 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.
- Okoh, A. I. 2006. Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum hydrocarbon pollutants. *Academic Journals Biotechnology and Molecular Biology Review* Vol. 1 (2): 38-50 hlm.
- Paul, S. 2006. Effect of Root Death and Decay on Dissipation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Rhizosphere of Yellow Sweet Clover and Tall Fescue. *Journal of Environmental*. Vol 34: 207-216 hlm.

- Pandjaitan, Sorba PR. 2008. *Fitoremediasi Pustaka*. Blog Arsip. <http://fitoremediasi.blogspot.com/2008/11/fitoremediasi-pustaka.html>
- Pratiwi, Ajeng Niken. 2010. Isolasi Bertahap, Karakterisasi Dan Identifikasi Bakteri Petrofilik Penambat Nitrogen Sebagai Agen Bioremediasi Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Universitas Sriwijaya: 1-119 hlm (Tidak Dipublikasikan).
- Rao, N.S. Subra. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi II. UI Press. Jakarta. 352 hlm.
- Rossiana, N. 2005. 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.
- Ruyitno. 1991. *Pengantar Praktikum Bakteria: Petunjuk Pencemaran di Suatu Perairan*. LIPI. Jakarta. Hal. 71 – 82 hlm.
- Saleh, A. 2001. *Proses Pengolahan Limbah Cair Hasil Pengolahan Minyak Bumi dengan Metode Cakram Biologi*. Lembaga Penelitian. Universitas Sriwijaya.
- Silvia, S. 2008. *Biodegradasi Hidrokarbon Bumi Menggunakan Isolat Bakteri Dari Limbah Minyak Bumi PT. Cevron Pacific Indonesia*. Universitas Andalas. 1-20 hlm.
- Stainer, R. Y., Ingraham, J. L., Wheelis, M. L., & Painter, Page R. 1987. *General Microbiology Fifth Edition*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. USA: xiii + 675 hlm.
- Suardana, P., Deddy, S., Eddy, S. 2002. Pengaruh Surfaktan Linear Alkilbenzena Sulfonat Dalam Mempercepat Bioremediasi Limbah Minyak Bumi (Studi Kasus Pengelolaan Limbah Minyak Duri, PT Caltex Pacific Indonesia). *Simposium Nasional*. 11 hlm.
- Sumastri. 2000. Bioremediasi Lumpur Minyak Bumi Secara Pengomposan Menggunakan Kultur Bakteri Hasil Seleksi. *Jurnal PPPPTK IPA Bandung*. 1-4 hlm.
- Syahputra, B. 2006. Tahukah Anda Fitoremediasi?. *The Environmentalis*. <http://bennysyah.edublogs.org/2006/12/14/tahukah-anda-apa-fitoremediasi-itu/>.
- Syakti, A.D. 2005. Multi-Proses Remediasi Didalam Penanganan Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Laut dan Pesisir. *Dalam: Seminar Bioremediasi*. <http://www.pksplipb.or.id>. 31 Januari 2010.
- Taki, H., Yoh, T., Shigeaki, H. 1997. *Bioremediation of Spilled Oil*. Technology Center, Taisei Corporation. National Institute of Technology and Evaluation. Marine Biotechnology Institute. Japan 11 hlm.

- Udiharto, M. 1995. Bioremediasi Minyak Bumi. *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya: Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*. Cibinong.
- Wedhastri, S. 2002. Isolasi dan Seleksi *Azotobacter* spp. Penghasil Faktor Tumbuh dan Penambat Nitrogen dari Tanah Masam. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. Universitas Gadjja Mada. Vol 3 (1) :45-51 hlm.
- Widjajanti, H., Munawar & Nafiah. 2006. Isolasi, Seleksi, dan Karakterisasi Bakteri Hidrokarbonoklastik dari Limbah Cair Kegiatan Eksplorasi Minyak Bumi. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan & Sumber Daya Alam*. Vol 6(4): 22-31 hlm.