

**KINERJA KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK PADA BIOREMEDIASI
TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH MINYAK BUMI
DALAM SKALA MIKROKOSMOS**

SKRIPSI

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



Oleh:

**RICKY TRINANDA
08081004031**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
AGUSTUS 2012**

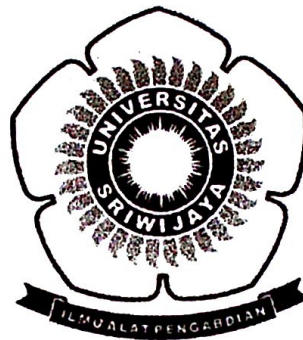
R. 24643 / 05207

S
579.307
Rie
K
2012 C. 121718.

**KINERJA KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK PADA BIOREMEDIASI
TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH MINYAK BUMI
DALAM SKALA MIKROKOSMOS**

SKRIPSI

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



Oleh:

**RICKY TRINANDA
08081004031**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
AGUSTUS 2012**

LEMBAR PENGESAHAN

**KINERJA KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK PADA BIOREMEDIASI
TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH MINYAK BUMI
DALAM SKALA MIKROKOSMOS**

SKRIPSI

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

Oleh :

**RICKY TRINANDA
08081004031**

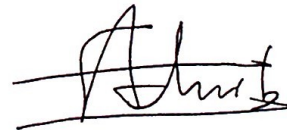
Indralaya, Agustus 2012

Pembimbing II



**Drs. Munawar, M. Si
NIP. 19680521199303 1 003**

Pembimbing I



**Dr. Salni, M. Si
NIP. 19660823199303 1 002**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



HALAMAN PERSEMBAHAN

"Tuntutlah ilmu, sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah Azza wajalla, dan mengajarkannya kepada orang yang tidak mengetahuinya adalah sodaqoh. Sesungguhnya ilmu pengetahuan menempatkan orangnya, dalam kedudukan terhormat dan mulia (tinggi). Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat"

(HR. Ar-Rabii')

Kupersembahkan karya ini untuk:

Dien-ku Al Islam

Kedua Orang tuaku

Saudari-saudariku

Sahabat-sahabatku & orang-orang terdekatku

Almamaterku

KATA PENGANTAR

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

Skripsi berjudul **Kinerja Konsorsium Bakteri Petrofilik Pada Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos**, 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 hormat kepada kedua pembimbing tugas akhir penulis, Dr. Salni, M. Si dan Drs. Munawar, M. Si yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran, perhatian, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran sehingga selesainya penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada :

1. Drs. Muhammad Irfan, M. T selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Zazili Hanafiah, M. Sc, selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya, terima kasih atas bimbingan dan bantuan yang diberikan selama masa perkuliahan
3. Dr. Moh. Rasyid Ridho, M. Si selaku dosen pembimbing akademik penulis yang telah memberikan bimbingannya selama masa perkuliahan.

4. Dra. Muharni, M. Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi sekaligus sebagai dosen pembahas yang telah memberikan saran, masukan dan bimbingan selama penulisan skripsi.
5. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M. Si selaku dosen pembahas yang telah banyak memberikan perhatian, bimbingan, saran, dan bantuan selama penulisan skripsi.
6. Seluruh staf dosen di Jurusan Biologi yang telah banyak memberikan bimbingan dan berbagi ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
7. Uni Nia selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi yang telah banyak membantu penulis selama penelitian.
8. Pak Nanang dan Ibu Desi selaku Staf Administrasi yang turut membantu kelancaran penulis dalam urusan administrasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Sahabat-sahabat perjuanganku di keluarga besar angkatan 2008 terima kasih atas kebersamaannya selama ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2009 sampai angkatan 2011 serta seluruh mahasiswa Biologi yang terhimpun dalam Himpunan Mahasiswa Biologi (HMB) FMIPA Universitas Sriwijaya, serta semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi ini.

Tiada yang sempurna, begitu juga penulis. Dengan keterbatasan yang dimiliki, penulis tetap berusaha untuk melakukan yang terbaik. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan skripsi ini. Akhirnya, hanya kepada Allah penulis

berserah diri, semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi dalam kemajuan ilmu pengetahuan, bermanfaat bagi semua orang.

Inderalaya, Agustus 2012

Penulis

**KINERJA KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK PADA BIOREMEDIASI
TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH MINYAK BUMI
DALAM SKALA MIKROKOSMOS**

Oleh :

Ricky Trinanda

08081004031

ABSTRAK

Penelitian mengenai kinerja konsorsium bakteri petrofilik pada bioremediasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dalam skala mikrokosmos telah dilakukan pada bulan Januari 2012 sampai Juni 2012 di Laboratorium Mikrobiologi dan Rumah kaca Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja konsorsium bakteri petrofilik pada proses bioremediasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dalam skala mikrokosmos dengan mengetahui jumlah sel bakteri, penurunan kadar TPH dan konsentrasi CO₂ yang dihasilkan selama proses bioremediasi berlangsung berdasarkan waktu inkubasi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Hasil penelitian menunjukkan Kinerja konsorsium petrofilik dalam mengadakan kerja sama dengan bakteri indigen tanah dan minyak pada bioreaktor M2 mampu meningkatkan rata-rata jumlah sel bakteri paling tinggi yaitu $6,3 \times 10^7$ cfu/gr tanah dan menunjukkan jumlah sel bakteri terbanyak pada minggu keenam proses bioremediasi. Kinerja konsorsium bakteri petrofilik pada bioreaktor M2 dan Bioreaktor M4 mampu menurunkan TPH paling baik dengan rata-rata TPH masing-masing 5,57 % dan 5,88 % selama proses bioremediasi dan menunjukkan kadar TPH terendah pada minggu keenam proses bioremediasi. Kinerja konsorsium bakteri petrofilik pada bioreaktor M2 mampu menghasilkan rata-rata konsentrasi CO₂ paling tinggi yaitu 139,6 ppm dan menunjukkan konsentrasi CO₂ tertinggi pada minggu keenam proses bioremediasi.

Kata kunci : Bioremediasi, Konsorsium Bakteri Petrofilik, Limbah Minyak Bumi, Skala Mikrokosmos.

PERFORMANCE OF BACTERIAL PETROPHYLIC CONSORTIUM IN BIOREMEDIATION AT CONTAMINATED SOIL BY WASTE OF PETROLEUM IN MICROCOSMIC SCALE

by :

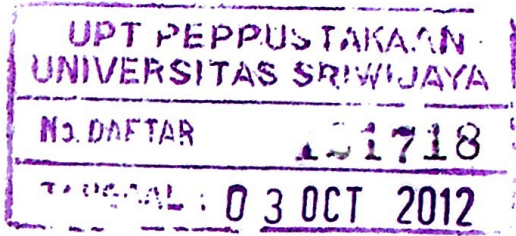
Ricky Trinanda

08081004031

ABSTRACT

The research about performance of bacterial petrophylic consortium in bioremediation at contaminated soil by waste of petroleum in microcosmic scale had been done on January 2012 until June 2012 at Microbiology Laboratory and Green House Biology Department, Mathematic and Nature Science Faculty, Sriwijaya University, Indralaya. This research aimed to know performance of bacterial petrophylic consortium in bioremediation process at contaminated soil by waste of petroleum in microcosmic scale with counting cell of bacterial, TPH degradation and CO₂ concentration. The experimental design is randomized group design. The result showed performance of bacterial petrophylic consortium in hold a cooperation with indigen soil bacteria and petroleum bacteria in bioreactor M2 can increase cell of bacteria in highest number and showed the highest number cell of bacteria in sixth week. Performance of bacterial petrophylic at bioreactor M2 and Bioreactor M4 can reduce TPH best with an average TPH respectively 5.57 % and 5.88% during the bioremediation process and showed the lowest levels of TPH in the sixth week of bioremediation processes. Performance of bacterial consortium in bioreaktor M2 can increase CO₂ concentration. average of the highest CO₂ concentration is 139.6 ppm and showed the highest CO₂ concentration in the sixth week of bioremediation processes.

Keyword : Bacterial Petrophylic Consortium, Bioremediation, Microcosmic Scale and Petroleum Waste.



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persembahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Abstract.....	vii
Abstrak.....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xvi
Bab I. Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Hipotesis.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
Bab II. Tinjauan Pustaka	
2.1. Minyak Bumi.....	5
2.1.1. Komponen Hidrokarbon.....	6
2.1.2. Komponen Nonhidrokarbon.....	9
2.2. Bioremediasi Limbah Minyak Bumi.....	10
2.3. Bakteri Petrofilik Pendegradasi Hidrokarbon.....	12
2.4. Mekanisme Biodegradasi Hidrokarbon oleh Bakteri.....	13
2.5. Tehnik Bioremediasi Berdasarkan Kepmen KLH no. 128 tahun 2003....	17

Bab III. Metode Penelitian	
3.1. Waktu dan Tempat.....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Rancangan Penelitian.....	19
3.4. Cara Kerja.....	19
3.4.1. Pembuatan Inokulum Bakteri.....	19
3.4.2. Preparasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi.....	22
3.4.3. Persiapan Bioreaktor Skala Mikrokosmos Dengan Tehnik <i>Biopile</i>	23
3.5. Inokulasi Konsorsium Bakteri Petrofilik ke Bioreaktor.....	24
3.6. Variabel Pengamatan.....	24
3.5.1. Jumlah Sel bakteri.....	24
3.5.2. Penurunan Persentase TPH.....	25
3.5.3. Konsentrasi CO ₂	26
3.7. Analisis Data & Penyajian Data.....	26
 Bab IV. Hasil dan Pembahasan	
4.1. Jumlah Sel Bakteri.....	27
4.2. Penurunan kadar TPH.....	32
4.3. Konsentrasi CO ₂	37
 Bab V. Kesimpulan dan Saran	
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran.....	42
 Daftar Pustaka.....	43
 Lampiran.....	46

DAFTAR TABEL

4.1. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap rata-rata jumlah sel bakteri.....	27
4.2. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap rata-rata TPH selama proses Bioremediasi.....	32
4.3. Pengaruh berbagai perlakuan terhadap rata-rata konsentrasi CO ₂ yang dihasilkan.....	38
4.4. Komposisi Medium Zobell.....	46
4.5. Hubungan log jumlah sel bakteri <i>Arthrobacter</i> sp dengan asorbansi ($\lambda = 375$ nm).....	47
4.6. Hubungan log jumlah sel bakteri <i>Mycobacterium</i> sp dengan absorbansi ($\lambda = 405$ nm).....	48
4.7. Hubungan log jumlah sel bakteri <i>Corynebacterium</i> sp dengan asorbansi ($\lambda = 380$ nm).....	49
4.8. Hubungan log jumlah sel bakteri <i>Bacillus</i> sp dengan asorbansi ($\lambda = 380$ nm).....	50
4.9. Hubungan log jumlah sel bakteri <i>Flavobacterium</i> sp dengan asorbansi ($\lambda = 392$ nm).....	51
4.10. Hubungan log jumlah sel bakteri <i>Pseudomonas</i> sp dengan asorbansi ($\lambda = 365$ nm).....	52
4.11. Pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Arthrobacter</i> sp.....	53
4.12. Pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Mycobacterium</i> sp.....	54
4.13. Pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Corynebacterium</i> sp.....	55
4.14. Pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Bacillus</i> sp.....	56
4.15. Pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Flavobacterium</i> sp.....	57
4.16. Pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Pseudomonas</i> sp.....	58
4.17. Jumlah sel bakteri (cfu/mL) selama 6 minggu proses bioremediasi	

limbah minyak bumi pada berbagai perlakuan.....	60
4.18. Penurunan TPH (%) selama 6 minggu proses bioremediasi pada berbagai perlakuan.....	60
4.19. Konsentrasi CO ₂ (ppm) yang dihasilkan pada proses bioremediasi limbah minyak bumi pada berbagai perlakuan selama 6 minggu.....	60
4.20. Anava (Analisis Varian) Log Jumlah Sel Bakteri (cfu/gr tanah).....	61
4.21. Uji Lanjut Duncan Log Jumlah Sel bakteri Pada Taraf α 5% (<i>effect</i> = Bioreaktor).....	61
4.22. Anava (Analisis Varian) Penurunan Kadar TPH (%).....	61
4.23. Uji Lanjut Duncan Penurunan Kadar TPH Pada Taraf α 5% (<i>effect</i> = Bioreaktor).....	62
4.24. Anava (Analisis Varian) Konsentrasi CO ₂ (ppm).....	62
4.25. Uji Lanjut Duncan Konsentrasi CO ₂ Pada Taraf α 5% (<i>effect</i> = Bioreaktor).....	62
4.26. Uji t Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M1.....	63
4.27. Uji F persamaan Regresi Pada Bioreaktor M1.....	63
4.28. Uji F model terintergrasi Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M1.....	63
4.29. Uji t Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M2.....	64
4.30. Uji F Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M2.....	64
4.31. Uji F Model Terintergrasi Persamaan Regresi M2.....	64
4.33. Uji t Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M3.....	65
4.34. Uji F Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M3.....	65
4.35. Uji F Model Terintergrasi Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M3.....	65
4.36. Uji t Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M4.....	66
4.37. Uji F Persamaan Regresi Pada Bioreaktor M4.....	66

4. 38. Uji F Model Terintegrasi Persamaan Regresi Pada Boreaktor M4.....

66

DAFTAR GAMBAR

2.1. Klasifikasi Hidrokarbon.....	10
2.2. Degradasi hidrokarbon alifatik melalui oksidasi subterminal.....	15
2.3. Reaksi degradasi hidrokarbon alifatik.....	15
3.1. Rancangan bioreaktor (tampak depan).....	23
3.2. Rancangan bioreaktor (tampak samping).....	24
4.1. Grafik pertumbuhan bakteri pada masing-masing perlakuan selama 6 minggu proses bioremediasi.....	29
4.2. Grafik Penurunan TPH pada masing-masing perlakuan selama 6 minggu proses bioremediasi.....	34
4.3. Grafik peningkatan konsentrasi CO ₂ pada masing-masing perlakuan selama 6 minggu proses bioremediasi.....	40
4.7. Kurva standar <i>Arthrobacter</i> sp.....	47
4.8. Kurva Standar <i>Mycobacterium</i> sp.....	48
4.9. Kurva Standar <i>Corynebacterium</i> sp.....	49
4.10. Kurva Standar <i>Bacillus</i> sp.....	50
4.11. Kurva Standar <i>Flavobacterium</i> sp.....	51
4.12. Kurva Standar <i>Pseudomonas</i> sp.....	52
4.13. Kurva Pertumbuhan <i>Arthrobacter</i> sp.....	53
4.14. Kurva Pertumbuhan <i>Mycobacterium</i> sp.....	54
4.15. Kurva pertumbuhan <i>Corynebacterium</i> sp.....	55
4.16. Kurva pertumbuhan <i>Bacillus</i> sp.....	56
4.17. Kurva Pertumbuhan <i>Flavobacterium</i> sp.....	57
4.18. Kurva Pertumbuhan <i>Pseudomonas</i> sp.....	58

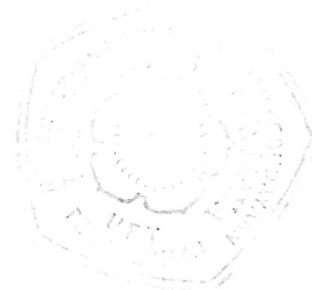
4.19. Strategi pembuatan kultur campur bakteri petrofilik.....	59
4. 20. Grafik analisis regresi dan persamaan regresi linear penurunan kadar TPH pada bioreaktor M1.....	63
4.21. Grafik analisis regresi dan persamaan regresi linear penurunan kadar TPH pada bioreaktor M2.....	64
4.22. Grafik analisis regresi dan persamaan regresi linear penurunan kadar TPH pada bioreaktor M3.....	65
4.23. Grafik analisis regresi dan persamaan regresi linear penurunan kadar TPH pada bioreaktor M3.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Medium.....	46
Lampiran 2. Kurva Standar Bakteri Petrofilik.....	47
Lampiran 3. Kurva Pertumbuhan Bakteri Petrofilik.....	53
Lampiran 4. Strategi Pembuatan Kultur Campur Bakteri Petrofilik.....	59
Lampiran 5. Hasil Penelitian Selama Proses Bioremediasi Berlangsung.....	60
Lampiran 6. Pengolahan Data.....	61
Lampiran 7. Analisis Regresi Penurunan TPH Pada Bioreaktor M1.....	63
Lampiran 8. Analisis Regresi Penurunan TPH Pada Bioreaktor M2.....	64
Lampiran 9. Analisis Regresi Penurunan TPH Pada Bioreaktor M3.....	65
Lampiran 10. Analisis Regresi Penurunan TPH Pada Bioreaktor M4.....	66
Lampiran 11. Estimasi dan efisiensi waktu penurunan TPH < 1% pada masing-masing bireaktor.....	67

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Minyak bumi merupakan sumber energi utama yang digunakan baik pada rumah tangga, industri maupun transportasi. Hal ini menyebabkan meningkatnya kegiatan eksplorasi, eksploitasi, pengolahan dan transportasi produksi minyak sehingga semakin besar kecenderungannya untuk mencemari lingkungan. Polutan minyak bumi bersifat toksik dan bersifat karsinogenik terhadap komponen biologi di lingkungan.

Penanggulangan limbah minyak bumi dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Secara fisika, pemulihan lingkungan yang tercemar oleh minyak bumi memerlukan biaya yang tinggi untuk pengangkutan dan pengadaan energi guna membakar materi yang tercemar. Penggunaan senyawa kimia sebagai penetralisir memerlukan teknologi dan peralatan canggih untuk menarik bahan kimia dari lingkungan agar tidak menimbulkan dampak negatif Baker & Herson (1994) *dalam* Nugroho (2006: 83).

Menurut Zam (2006) *dalam* Pratiwi (2010: 1) bahwa bioremediasi merupakan alternatif pengolahan limbah minyak bumi yang menghasilkan senyawa akhir yang stabil dan tidak beracun. Menurut Alexander (1994: 282-283) *dalam* Handayani (2009: 3) interaksi antar spesies mikroorganisme dalam kultur campur atau dalam bentuk konsorsium sangat penting dalam proses bioremediasi untuk memulihkan tanah yang tercemar minyak bumi.

Susunan senyawa minyak bumi yang kompleks, menyebabkan suatu spesies tunggal mikroorganisme tidak dapat mendegradasi keseluruhan komponen penyusun minyak bumi tersebut, karena setiap spesies bakteri membutuhkan substrat yang spesifik (Nugroho 2007: 13). Beberapa bakteri yang berinteraksi saling menguntungkan dalam bentuk konsorsium sangat berperan selama berlangsungnya proses degradasi minyak bumi.

Berdasarkan hasil penelitian Munawar *dkk.* (2011) didapatkan enam isolat bakteri hasil seleksi berdasarkan laju degradasi minyak bumi tertinggi secara statistik, yaitu *Arthrobacter* sp, *Bacillus* sp, *Corynebacterium* sp, *Flavobacterium* sp, *Mycobacterium* sp, dan *Pseudomonas* sp . Keenam bakteri ini digunakan sebagai kultur campur atau konsorsium untuk proses bioremediasi. Menurut Prpich & Daugillis (2005: 338) penggunaan kultur campur dalam mendegradasi hidrokarbon lebih baik daripada kultur satu jenis mikroba, karena kerja sinergis dari kultur mikroba akan berpengaruh terhadap proses degradasi hidrokarbon.

Proses bioremediasi dalam penelitian ini dilakukan pada skala mikrokosmos yaitu suatu model simulasi sederhana yang dibuat untuk menggambarkan teknik bioremediasi *land treatment* di lapangan yang sesungguhnya dengan tujuan untuk melakukan uji kemampuan konsorsium mikroba dalam meningkatkan degradasi minyak bumi (Nugroho 2006: 2). Dalam skala mikrokosmos dilakukan pengkondisian faktor lingkungan seperti pengaturan kelembapan dan pH yang optimum untuk pertumbuhan bakteri petrofilik, pemberian nutrisi, dan pemberian aerasi.

Di dalam kaitannya, proses degradasi limbah minyak bumi dengan menggunakan konsorsium bakteri petrofilik perlu dilakukan pada tanah terkontaminasi

limbah minyak bumi yang steril dan yang tidak steril serta membandingkannya dengan proses degradasi pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi yang steril dan tidak steril tanpa pemberian konsorsium bakteri petrofilik, sehingga dapat diketahui besarnya degradasi limbah minyak bumi yang dilakukan konsorsium bakteri petrofilik pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi yang steril dan yang tidak steril, serta besarnya degradasi limbah minyak bumi yang terjadi secara alamiah (tanpa konsorsium bakteri petrofilik) dan besarnya degradasi limbah minyak bumi yang terjadi karena faktor fisik (tanpa konsorsium bakteri petrofilik dan adanya proses sterilisasi pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi).

Selain pemberian konsorsium bakteri petrofilik dan perlakuan sterilisasi yang dilakukan pada tanah yang terkontaminasi limbah minyak bumi, waktu inkubasi sangat berpengaruh terhadap besarnya degradasi TPH. Berdasarkan Kepmen KLH no. 128/2003, proses bioremediasi dinyatakan berakhir jika hasil pengujian tanah yang terkontaminasi minyak konsentrasi TPH menunjukkan kurang dari 1 %. Sehingga waktu inkubasi yang efisien perlu diupayakan.

Besarnya proses degradasi limbah minyak bumi dapat diketahui melalui jumlah sel bakteri, penurunan kadar TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) dan konsentrasi CO₂ yang dihasilkan selama proses degradasi berlangsung. Berdasarkan Eweiss *et. al* (1998) dalam Munawar dkk (2007: 92) bukti bahwa biodegradasi telah terjadi dapat diketahui melalui kenaikan aktifitas mikroorganisme, kenaikan pelepasan karbon dioksida (CO₂), kenaikan pengambilan O₂, atau kehadiran produk-produk hasil metabolit.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, permasalahan dalam penelitian ini adalah berapa besar degradasi TPH yang dilakukan oleh konsorsium bakteri petrofilik pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi yang disterilisasi dan tanpa sterilisasi. Berapa besar degradasi TPH yang terjadi secara alamiah (tanpa konsorsium bakteri petrofilik) dan berapa besar degradasi TPH yang terjadi pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi karena faktor fisik (tanpa konsorsium bakteri petrofilik dan adanya proses sterilisasi pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi).

1.3. Hipotesis

Penambahan konsorsium bakteri petrofilik pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi tanpa sterilisasi mampu menurunkan TPH paling baik dan menunjukkan peningkatan jumlah sel bakteri serta menghasilkan konsentrasi CO₂ yang tinggi.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja konsorsium bakteri dalam proses bioremediasi pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dalam skala mikrokosmos dengan mengetahui jumlah sel bakteri, penurunan TPH dan konsentrasi CO₂ yang dihasilkan selama proses bioremediasi berlangsung.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan proses bioremediasi tanah yang terkontaminasi minyak bumi pada skala lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. Second Edition. Jhon Willey & Sons. New York. xi + 467 hlm.
- Anonim. 2011. Degradasi Hidrokarbon. http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_material/degradasi_minyak_bumi_via_tangan_mikroorganisme/. 20 Oktober 2011.
- Atlas, R.M. 1981. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon: an Environmental Perspective. *Microbial Review Vol. 45. No. 1p.* 180-209.
- Atlas, R.M., & Bartha. 1998. *Microbial Ecology "Fundamental and Applications 4th Edition"*. Addison Wesley Longman, Inc. California, USA. Chapter 13-14.
- Eris FR. 2006. *Pengembangan Teknik Bioremediasi dengan Slurry Bioreaktor untuk Tanah Tercemar Minyak Diesel*. Pascasarjana IPB.
- Eweis, J.B., Ergas, S.J., Chang, D.P.Y. & Schroeder, E. D. 1998. *Bioremediation Principles*. McGraw-hill. International Edition. Civil Engineering Series. Singapore. xvi + 296 hlm.
- Gordon, R. 1994. Bioremediation and its Application to Exxon Valdez Oil Spill in Alaska. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/2094/>.
- Hadi, S N. 2003. Degradasi Minyak Bumi via Tangan Mikroorganisme. Artikel: <http://www.chem-is-try.org/?sect=artikel&ext=64>. Oktober 2011.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek. Tehnik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka. Jakarta. xi + 163 hlm
- Handayani, E. 2009. Bioremediasi *Sludge* Minyak Bumi Menggunakan Kultur Campur Bakteri Indigen Pada Medium Dengan Rasio N:P Yang Berbeda. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. 49hlm. (tidak dipublikasikan)
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Himpunan Peraturan Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 1997-2004 Edisi Lengkap*. Jakarta. CV. Tamika Utama.
- Huda, K. Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi Skala Laboratorium Menggunakan Kultur Campur Bakteri Indigen Dari Kawasan Mangrove sungsang Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Fakultas

- Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. 48 hlm. (tidak dipublikasikan)
- Irianto, A., Oedjiono, Agus, R., & Syamsul, K. 2003. Bioaugmentasi Benzena Tanah Tercemar Hidrokarbon yang Dibiodegradasi Secara *In Vitro* Menggunakan *Bacillus* sp. Strain U41 dan U44. *Jurnal Biota*. 8 (3): 101-106.
- Kao CM, Wang CC. 2000. *Control of BTEX migration by intrinsic bioremediation at a gasoline spill site. Wat Res* 34 (13):3413-3423.
- Karwati. 2009. Degradasi Hidrokarbon Pada Tanah tercemari Minyak Bumi Dengan Isolat A10 dan D8. *Skripsi Sarjana Sains pada Departemen Kimia*. Institut Pertanian Bogor.
- Munawar. 1999. Bioremediasi *In Vitro* Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi Oleh Bakteri Hidrokarbonoklastik. *Jurnal Penelitian Sains*. 6: 44-49.
- Munawar. 2002. Pengaruh Pemberian Fasilitas Aerasi Pada Proses Bioremediasi Limbah Minyak Bumi. *Jurnal Ilmiah MIPA*. V (1) : 52-57.
- Munawar dan Mukhtasor. 2007. Pengujian Nutrien Organik Untuk Bioremediasi Tumpahan Minyak Mentah Dengan Metode Biostimulasi Di Lingkungan Pantai Surabaya Timur. *Jurnal Verifikasi*. vol.8, no. 2.
- Munawar, Aditiawati, A., dan Astuti, D. I. 2011. Biodegradasi Fraksi Asfalten Oleh Bakteri Yang diisolasi Dari Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Di Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Neumann, H.J, Pacczynska-Lahme, D. Saverin. 1981. *Composition and Properties of Petroleum*. Halsted Press. New York.
- Nugroho, A. 2006. *Biodegradasi Sludge Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment*. *Makara teknologi*: 10 (2): 82-89.
- Nugroho, A. 2007. Dinamika Konsorsium Bakteri Hidrokarbonoklastik: Studi Kasus Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi Skala Laboratorium. *Jurnal Ilmu Dasar*. Universitas Trisakti: 13-23.
- Pratiwi, N. A. 2010. Isolasi Bertahap, Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Petrofilik Penambat Nitrogen Sebagai Agen Bioremediasi Limbah Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. Universitas Sriwijaya. 89 hlm. (Tidak Dipublikasikan).

- Prescott, L. W., Harley, J. P., & Donald A. 2005. *Microbiology*. Second Edition. Wm. C. Brown Publisher. United State of America. Xxxii + 912 hlm.
- Prpich, G. P. & Daugilis, A. J. 2005. Enhanced Biodegradation of Phenol By A Microbial In A Solid-liquid Two Phase Partitioning Bioreactor. *Biodegradation*. 16: 329-339 hlm
- Robertus. 2008. Penambahan Nutrisi Pada Proses Bioremediasi. *Makalah*. 1-4
- Sofa, P. 2008. *Penanganan Limbah dengan Bioremediasi*. <http://massofa.wordpress.com/2008/10/14/penanganan-limbah-dengan-bioremediasi/>. 01/07/09
- Syani, E. 2008. Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi menggunakan Bakteri *Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp. *Warta Akrab No. 19, Juli 2008*. Akademi Kimia Analis.
- Suhardi, H. 2008. Mengajak Mikroorganisme bertarung di Lingkungan Terbuka. *Abstrak: Seminar dosen ITB*. Aplikasi Tehnik Biopile di Conoco Philips Indonesia, Sumatera Operation.
- Sukarmin. 2004. *Hidrokarbon dan Minyak Bumi*. Departemen Pendidikan nasional. Jakarta: x + 54 hlm.
- Syakti. A. D. 2005. Multi-Proses Remediasi Di Dalam Penanganan Tumpahan Minyak (Oil Spill) Di Perairan Laut dan Pesisir. *Seminar Bioremediasi*. <http://pksplpb.or.id.index.php?option=comcontent&task=view&id=39&itemid=1>. 10/12/2005
- 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
- Zulfikliani. 1993. *Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi oleh Pseudomonas sp Gamma Cobalt-60 dalam Medium Air Laut yang diperkaya nitrogen dan fosfor*. FMIPA Universitas Andalas: xv + 70 hlm (tidak dipublikasikan).