

KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI  
LIMBAH MINYAK BUMI DENGAN BAKTERI INDIGEN  
*Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* DAN Konsorsium  
(*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas*  
*pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*)

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

**MULYANI**

08061003008

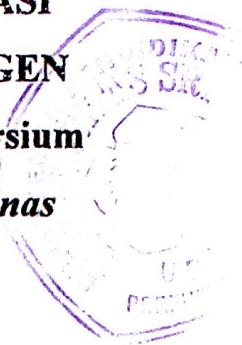


JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2011

S  
Sdg. 9507-  
mul

KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI  
LIMBAH MINYAK BUMI DENGAN BAKTERI INDIGEN  
*Pseudomonas pseudoalcaligenes, Bacillus sp* DAN Konsorsium  
(*Micrococcus sp, Pseudomonas pseudomallei, Pseudomonas*  
*pseudoalcaligenes, Bacillus sp*)



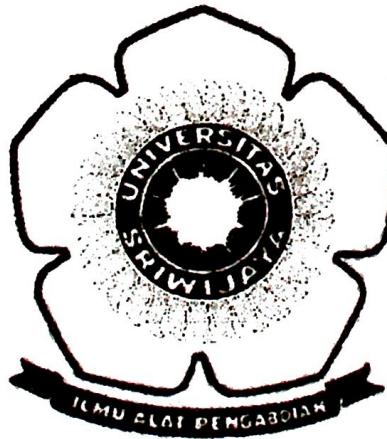
## SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

MULYANI

08061003008



JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2011

## LEMBAR PENGESAHAN

KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI  
LIMBAH MINYAK BUMI DENGAN BAKTERI INDIGEN *Pseudomonas*  
*pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* DAN Konsorsium (*Micrococcus sp*,  
*Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*)

## SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Bidang Studi Kimia

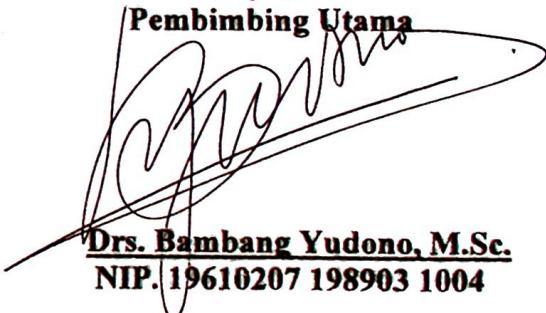
Oleh :  
**MULYANI**  
08061003008

Pembimbing Pembantu



Dra. Fatma, MS.  
NIP. 19620713 199102 2001

Inderalaya, Mei 2011  
Pembimbing Utama



Drs. Bambang Yudono, M.Sc.  
NIP. 19610207 198903 1004

Mengetahui  
Ketua Jurusan Kimia



Dra. Fatma, MS.  
NIP. 19620713 199102 2001

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dengan Bakteri Indigen *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan Konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*).

Nama Mahasiswa : Mulyani  
NIM : 08061003008  
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 05 Mei 2011.  
Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Inderalaya, Mei 2011

Ketua :

1. Drs. Bambang Yudono, M.Sc.

(  )

Anggota :

2. Dra. Fatma, M.S.

(  )

3. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.

(  )

4. Nurlisa Hidayati, S.Si., M.Si.

(  )

5. Dr. Suheryanto, S.Si., M.Si.

(  )

Inderalaya, Mei 2011

Ketua Jurusan Kimia,

Dra. Fatma, M.S.

NIP. 196207131991022001



## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Mulyani  
Nim : 08061003008  
Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, Mei 2011  
Penulis,

Mulyani  
NIM. 08061003008

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mulyani  
NIM : 08061003008  
Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dengan Bakteri Indigen *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan Konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*)".

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalty non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, Mei 2011  
Yang menyatakan,

Mulyani  
NIM. 08061003008

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalammu'alaikum wr wb

*“Sungguh, bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan, sungguh, bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan. Oleh karena itu, jika kamu telah selesai dari suatu tugas, kerjakan tugas lain dengan sungguh-sungguh dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu memohon dan mengharap.”*

(Q.S.Asy Syarh ; 5)

*“Jadikanlah sabar dan sholat penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusu.”*  
(Q.S.Al Baqarah ; 45)

*“Sebaik-baik manusia adalah orang yang banyak manfaatnya (kebaikannya) kepada manusia lainnya.”*  
(H.R. Qadla'ie dari Jabir)

*“Detik demi detik terasa sekali, sakit segala sakit mempunyai arti. Jadikanlah aku ya Allah sebagai ahli syukur karena masih dapat kau uji. Apapun yang terjadi batasnya diketahui, bila tiba saatnya nanti, pasti akan terjadi. Nikmat yang kau berikan sungguh berarti, Subhanallah.”*

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- © Allah SWT, Pencipta alam semesta ini yang telah memberikan iman dan islam pada agamaku
- © Nabi Muhammad SAW
- © Ayah dan Ibu tercinta
- © Kakak dan Adik tersayang
- © Sahabat terbaik
- © ALMAMATERKU

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia serta pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dengan Bakteri Indigen *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*).

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan tugas akhir ini, terutama kepada Bapak Drs. Bambang Yudono, M.Sc. selaku pembimbing utama dan Ibu Dra. Fatma, M.S. selaku pembimbing pembantu sekaligus sebagai ketua jurusan kimia terima kasih atas bimbingan dan dukungannya. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. M. Irfan, MT, selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dra. Setiawati Yusuf, M.S., selaku pembimbing akademik
3. Staf dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
4. Staf analis Laboratorium Analisa Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
5. Staf analis Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UNSRI
6. Terkhusus dengan segala hormat, rasa sayang, cinta dan ucapan terima kasih yang tak berhingga untuk kedua orang tuaku ayah H.Azwar Fauzi, BA dan ibu Hj. Yuli Erti atas doa, dukungan baik moril maupun materil demi keberhasilanku.

7. Saudara-saudari kandungku yang tersayang, Y'Pi, K'Pet, Y'Ata, Iyik, Adi and satu-satu nya ayuk iparku Y'Niar, terima kasih atas segala keceriaan dan dukungan yang kalian berikan dalam kehidupanku.
  8. Sahabat tersayang sekaligus partner seperjuanganku “Tim Bioremediasi vs Fitoremediasi” Aisyah, Nur, Mami, Rahma, Uci (di urut berdasarkan nim) serta sahabat ku Mely (walaupun bkn satu TA), salam sukses teman.
  9. Buat Wahid, terima kasih atas bantuannya baik doa maupun dukungannya.
  10. Buat teman-teman seperjuangan angkatan 2006, ikhwan2 yang sudah bersedia mengeluarkan keringatnya demi terlaksananya penelitian ini, for Madon, Deni, Fahri, Doan, Hardi, Fitra, Babe, Randy, Vellan, Ridho, dll thanks all atas bantuannya.
  11. Teman-teman akhwat angkatan 2006 for Veta, Ike, Nyak, Uci PS, Novi, Mesya, Amel, Siska, Sutri, dll yang tidak dapat disebutkan satu persatu, makasih banyak atas bantuan dan doanya.
  12. Keluarga Pak Sodiq (Alm), terima kasih atas bantuannya.
  13. Kakak-kakak tingkat 2004-2005 serta adik-adik tingkatku tersayang.
- Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam skripsi ini. Untuk itu penulis menghargai segala kritik dan saran. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua.

Inderalaya, Mei 2011

Penulis

**Kinetics of Degradation Petroleum Contaminated  
Soil by Bacteria Indigen *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* and  
Consortium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*,  
*Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*)**

Mulyani  
NIM: 08061003008

**ABSTRACT**

It had been done a research about kinetics of degradation petroleum contaminated soil by bacteria indigen *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* and consortium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*) the concentration total petroleum hydrocarbon (TPH) is 88.88%. The sample was diluted to 2.5%; 5.0%; 7.5%; 10.0%; 12.5% and 15.0% with mixing fresh land, bulking agent and nutrition with ratio N/P/K was 10: 1: 0.1. The bioremediation had been done during 10 weeks and every 2 weeks were examined with parameter Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). After 10 weeks the media have been added with the bacteria *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* and consortium by using the differential method, the biodegradation reaction order of *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* and consortium are 0.7072; 0.8008 and 0.6568. With the integration method, the reaction rate constants are  $0.099\%^{0.2928} \text{ week}^{-1}$ ,  $0.123\%^{0.1992} \text{ week}^{-1}$  and  $0.095\%^{0.3432} \text{ week}^{-1}$  respectively. The GC analyzis showed that the bacteria could degrade the petroleum contaminated soil.

**Keywords:** *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *kinetics of degradation*, *bioremediation*.



**Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi**  
**Limbah Minyak Bumi dengan Bakteri Indigen *Pseudomonas***  
***pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan Konsorsium (*Micrococcus sp*,**  
***Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*)**

**Mulyani**  
**NIM: 08061003008**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang kinetika degradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dengan bakteri indigen *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*) dengan konsentrasi awal Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) adalah 88,88%. Tanah terkontaminasi tersebut dikondisikan pada konsentrasi 2,5%; 5,0%; 7,5%; 10,0%; 12,5% dan 15,0% dengan menambahkan tanah segar, serbuk gergaji dan nutrien dengan rasio N/P/K sebesar 10: 1: 0,1. Bioremediasi dilakukan selama 10 minggu dan setiap 2 minggu dilakukan pengamatan dengan parameter TPH. Setelah 10 minggu media yang telah ditambahkan dengan bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium menghasilkan orde reaksi masing-masing sebesar 0,7072; 0,8008 dan 0,6568 dengan metode differensial. Dengan metode integrasi, konstanta degradasi diperoleh masing-masing sebesar  $0,099\%^{0,2928}$  minggu<sup>-1</sup>,  $0,123\%^{0,1992}$  minggu<sup>-1</sup> dan  $0,095\%^{0,3432}$  minggu<sup>-1</sup>. Identifikasi dengan GC menunjukkan bahwa bakteri yang digunakan mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon minyak bumi. Kata Kunci: *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, kinetika degradasi, bioremediasi.



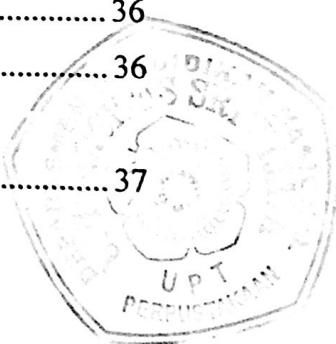


## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Balakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Limbah Minyak Bumi ( <i>Sludge</i> ) Eksplorasi Minyak Bumi .....	5
2.2 Komposisi Limbah Minyak Bumi ( <i>Sludge</i> ) .....	6
2.3 Pencemaran Lingkungan oleh Limbah Minyak Bumi .....	8
2.4 Bioremediasi Limbah ( <i>Sludge</i> ) Eksplorasi Minyak Bumi .....	8
2.5 Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon .....	9
2.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Biodegradasi Hidrokarbon Oleh Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon .....	12

2.7 Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Hidrokarbonoklastik.....	16
2.8 Mekanisme Biodegradasi Hidrokarbon oleh Bakteri .....	18
2.9 Karakteristik Bakteri <i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i> .....	24
2.10 Karakteristik Bakteri <i>Bacillus sp</i> .....	25
2.11 Karakteristik Bakteri <i>Pseudomonas pseudomallei</i> .....	25
2.12 Karakteristik Bakteri <i>Micrococcus sp</i> .....	25
2.13 Pendekatan Kinetika Kimia Biodegradasi	
Polutan Minyak Bumi .....	26
2.13.1 Metode Differensial.....	27
2.13.2 Metode Integrasi.....	28
2.14 Analisa Residu Limbah Minyak Bumi Dengan GC.....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
3.2 Alat dan Bahan .....	31
3.2.1 Alat .....	31
3.2.2 Bahan.....	31
3.3 Prosedur Penelitian.....	32
3.3.1 Persiapan Limbah Minyak Bumi ( <i>sludge</i> ) .....	32
3.3.2 Persiapan Tanah Segar .....	32
3.3.3 Persiapan Serbuk Kayu (Agen pengembang).....	32
3.3.4 Persiapan Nutrien .....	32
3.3.5 Persiapan Bakteri.....	33
3.3.6 Persiapan Bioreaktor .....	33
3.3.7 Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi dengan Bakteri <i>Pseudomonas</i> <i>pseudoalcaligenes</i> , <i>Bacillus sp</i> dan konsorsium .....	34
3.3.8 Pengukuran Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) ...	35
3.3.9 Pengukuran Jumlah Populasi Bakteri.....	36
3.3.10 Analisa Data .....	36
3.3.11 Analisa Sampel dan Analisis Kromatografi Berdasarkan Temperatur Program .....	37



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
4.1 Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi.....	38
4.2 Orde Reaksi Limbah Minyak Bumi ( <i>sludge</i> ) dengan Metode Differensial .....	41
4.3 Konstanta Laju Degradasi Limbah Minyak Bumi dengan Metode Integral .....	42
4.4 Identifikasi Senyawa Hidrokarbon yang Terdegradasi .....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	54
LAMPIRAN .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kelompok Bakteri Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi .....	11
Tabel 2. Identifikasi senyawa hidrokarbon yang terdegradasi .....	29
Tabel 3. Komposisi perlakuan terhadap konsentrasi tanah olahan .....	34
Tabel 4. % TPH tanah terkontaminasi minyak bumi pada berbagai variasi konsentrasi tanah olahan <i>sludge</i> selama inkubasi 10 minggu menggunakan isolat bakteri <i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i> , <i>Bacillus sp</i> dan konsorsium ....	39
Tabel 5. % TPH untuk konsentrasi tanah olahan <i>sludge</i> 7,5% menggunakan isolat bakteri <i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i> , <i>Bacillus sp</i> dan konsorsium.....	40
Tabel 6. Analisis Kelimpahan Relatif Senyawa-senyawa Hidrokarbon dalam Residu Limbah Minyak Bumi .....	45

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Degradasi hidrokarbon alifatik jenuh melalui oksidasi terminal .....	20
Gambar 2. Degradasi hidrokarbon alifatik jenuh melalui oksidasi subterminal ...	20
Gambar 3. Oksidasi sikloheksana (contoh hidrokarbon alisiklik) .....	21
Gambar 4. Metabolisme cincin aromatik (disederhanakan dengan contoh benzene).....	23
Gambar 5. Metabolisme Poliaromatik (Naftalena) .....	24
Gambar 6. Diagram Hubungan Temperatur Program dengan Waktu Retensi.....	30
Gambar 7. Grafik hubungan $\ln C$ dengan $\ln r$ .....	41
Gambar 8. Grafik hubungan antara $t$ dalam minggu dengan $C^{-n+1}$ .....	43
Gambar 9. Kromatogram Degradasi Limbah Minyak Bumi.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Berat <i>Sludge</i> , Tanah Segar, Nutrien dan Serbuk Kayu.....	56
Lampiran 2. Contoh Perhitungan % TPH Awal Limbah minyak bumi (% TPH awal sludge).....	57
Lampiran 3. Contoh Perhitungan % TPH Sampel pada $T_5$ untuk Masing-masing Konsentrasi Tanah Olahan dengan Bakteri <i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i> .....	58
Lampiran 4. Contoh perhitungan % TPH pada $T_1$ dengan konsentrasi 7,5% tanah olahan pada Bakteri <i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i> .....	59
Lampiran 5. Tabel Pengukuran Orde Reaksi.....	60
Lampiran 6. Tabel Pengukuran Nilai k.....	61
Lampiran 7. Perhitungan Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi dengan Metode Diferensial dan Metode Integral.....	62
Lampiran 8. Penentuan Waktu Degradasi Untuk Mencapai TPH Sebesar 1%.....	70
Lampiran 9. Data jumlah bakteri yang di hitung pada konsentrasi 7,5 % tanah olahan.....	71
Lampiran 10. Kondisi Operasional pada GC.....	72
Lampiran 11. Data Hasil Pengukuran GC.....	73
Lampiran 12. Gambar Alat dan Bahan.....	75

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Balakang**

Limbah minyak bumi (*sludge*) merupakan produk limbah hasil pemprosesan minyak dan gas pada *process plant*. Limbah tersebut sudah dikumpulkan di dalam *stock pile* (*sludge pond*) sebagai tempat penyimpanan sementara.

Kontaminasi hidrokarbon akibat tanah yang terkontaminasi limbah menyebabkan kerusakan yang serius pada ekosistem lokal. Limbah minyak bumi dapat mengandung senyawa-senyawa hidrokarbon alifatik maupun aromatik yang menyebabkan terhambatnya proses penyerapan nutrien oleh akar tumbuhan (Udiharto, 1999).

Selama proses eksplorasi minyak bumi masih berjalan, maka akan selalu terbentuk minyak buangan yang kurang ramah lingkungan. Dalam jumlah tertentu, limbah minyak bumi dapat menimbulkan gangguan dan susah ditanggulangi karena memerlukan teknologi dan biaya tinggi sehingga perlu dicari alternatif untuk menanggulanginya.

Salah satu alternatif pengolahan limbah minyak bumi yaitu secara biologi. Limbah minyak bumi diuraikan oleh mikroorganisme dalam proses metabolismenya menjadi turunan yang lebih sederhana dan tidak beracun berupa gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Teknik ini sering disebut sebagai teknik bioremediasi yang merupakan metode alternatif pengolahan *physiochemical* yang efisien dan ekonomis ((Jackson and Pardue, 1999; Venosa *et al.*, 1997;

Bonaventura and Johson, 1996). Bioremediasi menggunakan mikroorganisme indigen yang dapat memanfaatkan minyak mentah dari minyak bumi sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhannya. Bakteri indigen merupakan bakteri yang didapat dari limbah minyak bumi atau ditemukan secara alami pada bagian yang tercemar.

Berdasarkan deskripsi diatas, pada penelitian ini dilakukan perbandingan proses bioremediasi dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*). Perbandingan tersebut dilakukan untuk melihat kemampuan dari masing-masing bakteri dalam mendegradasi minyak bumi.

Proses akhir bioremediasi akan diteliti secara kimia nilai Total Petroleum Hidrokarbon (TPH), data yang diperoleh dari persentase kandungan TPH akan dievaluasi menggunakan persamaan kinetika reaksi degradasi limbah minyak bumi untuk menentukan orde reaksi dan konstanta degradasi menggunakan metode differensial dan integral. Avery (1981) menjelaskan dengan menggunakan metode differensial orde reaksi dapat diketahui secara langsung tetapi sulit untuk menentukan konstanta reaksi secara tepat, sehingga untuk mendapatkan konstanta reaksi yang lebih akurat ditentukan dengan menggunakan metode integral untuk meramalkan lamanya waktu degradasi yang dibutuhkan dalam menurunkan TPH dibawah 1% sesuai Kepmen LH No.128/2003. Serta untuk melihat senyawa hidrokarbon dalam limbah minyak bumi yang terdegradasi dari hasil bioremediasi

dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium, maka akan diidentifikasi dengan menggunakan data analisis GC.

## 1.2 Rumusan Masalah

Kegiatan eksplorasi dan produksi minyak bumi menghasilkan buangan berbentuk limbah yang mengandung hidrokarbon yang dapat mencemari tanah. Salah satu alternatif pengolahan limbah kegiatan eksplorasi minyak bumi, yaitu bioremediasi dalam hal ini dengan bakteri tanah *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan bakteri konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*). Didalam mengetahui kemampuan dari masing-masing bentuk kultur ini pada proses pendegradasi, diteliti penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dalam pengolahan tanah terkontaminasi minyak bumi. Data yang diperoleh dari persentase kandungan TPH akan ditentukan kinetika degradasinya melalui metode differensial untuk menentukan nilai orde reaksi (n) dan metode integral untuk menentukan konstanta laju degradasi (k).

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui kemampuan degradasi bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium dalam menurunkan TPH minyak bumi pada tanah yang terkontaminasi.

2. Menghitung nilai orde reaksi (n) dan konstanta laju degradasi (k) dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium.
3. Menentukan waktu (minggu) penurunan kadar TPH sebesar 1% dalam proses bioremediasi dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp* dan konsorsium.
4. Mengidentifikasi senyawa hidrokarbon yang terdapat dalam limbah minyak bumi (*sludge*) dengan menggunakan data analisis GC.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat diterapkan untuk penanganan pencemaran lingkungan oleh tanah terkontaminasi minyak bumi yang lebih efisien dan efektif dengan membandingkan kinerja dari ketiga jenis bakteri. Pada tahap akhir akan diperoleh bakteri indigen yang terbaik dalam mendegradasi limbah minyak bumi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Anazi, K.J. 1996. *Effects of Oily Sludge Landfarming on the Soil Environment.* Thesis S-2. Master of Science. University of Petroleum & Minerals Dhahran. Saudi Arabia. 84 p.
- Alexander, M. 1977. *Introduction To Soil Microbiology.* 2<sup>nd</sup>. John Wiley and Sons. Toronto. xi + 467 p.
- Alexander, M. 1999. *Biodegradation and Bioremediation,* 2<sup>nd</sup> edn. London: Academic Press.
- Avery, H.E. 1981. Basic Reaction Kinetics And Mechanism. Second Edition, John Wiley And Sons Inc. London.
- Banks, M., & Schultz, K. 2005. *Comparison of Plants for Germination Toxicity Tests in Petroleum-Contaminated Soils. Water, Air, & Soil Pollution,* 167(1), 211-219.
- Bartha, R & Atlas, R.M. 1977. *The Microbiology Aquatic Oil Spills. Adv. Appl. Microbiology. Volume 22.* New York: Academic Press.
- Benson, H.J. 2002. *Microbiological Application: Laboratory Manual in General Microbiology.* 8th edition. McGraw-Hill. North America. xi + 478 p.
- Bonaventura, C. & Johnson, F. M. 1996. *Healthy environment for healthy people: Bioremediation now and tomorrow.* Environmental Health Perspective Supplements, 105(1), 5-21.
- Bossert, I.D. & Bartha, R. 1986. *Structure-biodegradability relationship of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 37: 490-497.
- Burrows, W., Moulder, J.W. & Lewert, R.M. 1968. *Textbook of Microbiology.* W.B Sounders Company. London. 974 p.
- Churchill, S.A., Griffin, R.A., Jones, L.P & Churchill, P.F. 1995. Biodegradation and Bioremediation. *Journal Envoron Microbiol.*, 24: 19-28.
- Dibble, J.T & Bartha, R. 1979. Effect of Environmental Parameters on the Biodegradation of oil sludge. *Journal Appl. Environment Microbiol.* 37: 729-739.

- Dogra, S dan Dogra, S.K. 1990. *Kimia Fisika dan Soal-Soal: Ed. XV*, 623-624. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Ehrlich, H.L & Brierley, C.L. 1990. *Microbial Mineral Recovery*. McGraw-Hill, Inc. R.R. Donnelley & Sons Company. USA. 454 p.
- Eweis, J.B., Ergas, S.J., Chang, D.PY. & Schroeder, E.D. 1998. *Bioremediation Principles*. Mcgraw-hill international editions. Civil engineering series.
- Fan, C.Y & Tafuri, A.N. 1994. Engineering Application of Biooxidation Processes for Treating Petroleum-Contaminated Soil. Dalam Wise, D.L & Trantolo, D.J. *Remediation of Hazardous Waste Contaminated Soils*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Gibbs, C.T. & Daves, S.J. 1976. The Rate of Microbial Degradation of Soil in a Beach Column. *Journal Microbial Ecology*. 3: 55-64.
- Gilbert, E.J. 1993. *Pseudomonas lipases*; biochemical properties and molecular cloning. *Enzyme Microb Technol* 15:634-645.
- Greene, E. A., Kay, J. G., Jaber, K., Stehmeier, G., & Voordouw, G. 2000. *Composition of soil microbial communities enriched on a mixture of aromatic hydrocarbons*. Applied and Environmental Microbiology, 66(12), 5282-5289.
- Hadioetomo, R.S. 1995. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia. Jakarta. Vi + 163 hlm.
- Hadi, N. 2005. *Degradasi Minyak Bumi Via "Tangan" Mikroorganisme*. Artikel Departemen Biokimia. IPB: <http://www.chemistry.org/?sect=artikel&ext=64>
- Herfatmanesh, A., Minai, D. & Tehrani. 2007. *Biodegradation of Aliphatic and Aromatic Fractions of Heavy Crude oil-Contaminated Soil: A Pilot Study*. *Bioremediation Journal*, 11(2): 71-79.
- Hidayat, N., Masdiana, C. & Suhartini, S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta. xvi + 198 hlm.
- Jackson, W. A., & Pardue, J. H. 1999. *Potential for Enhancement of Biodegradation of Crude Oil in Louisiana Salt Marshes using Nutrient Amendments*. *Water, Air, & Soil Pollution*, 109(1), 343-355.
- Kadarwati, S. 1994. *Aktivitas Mikroba dalam Transformasi Substansi di Lingkungan Situs Hidrokarbon*. Lembaran Publikasi Lemigas. 2: 12-20 hlm.

- Mathew, M., & Obbard, J. P. 2006. *Optimisation of the dehydrogenase assay for measurement of indigenous microbial activity in beach sediments contaminated with petroleum.* Biotechnology Letters, 23(3), 227-230.
- Novitasari, N. 2008. *Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi (Sludge) Dengan Menggunakan Bakteri Indigenous Xanthobacter autotrophicus Sungai Lilin Sumatera Selatan.* Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Tidak dipublikasikan: xii + 42 hlm.
- Pelczar, M.J & Chan, E.C.S. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi 1.* Penterjemah Hadioetomo, R.S., Imas, T., Tjitosomo, S.S & Angka, S.L. Penerbit UI Press. Jakarta: 443 hlm.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba.* Bumi Aksara. Jakarta: xii + 286 hlm.
- Sharpley, J.M. 1966. *Elementary Petroleum Microbiology.* Gulf Publishing Company. Texas: 37-109 hlm.
- Sudiana. 2004. *Peran Komunitas Mikroba Lumpur Aktif dan Perombakan Detergen Alkil Sulfonat Linier dan Benzena Alkil Sulfonat.* LIPI : Bogor.
- Thomas, J.M., Ward, C.H., Raymond, R.L., Wilson., J.T & Loehr, R.C. 1992. Bioremediation. Dalam: *Encyclopedia of Microbiology.* Vol 1. Academic Press, Inc. 369-385 p.
- Udiharto, M. 1999. *Aktivitas Mikroba Dalam Degradasi Minyak Bumi.* Proceeding: Diskusi Ilmiah VII Hasil Penelitian Lemigas. Lemigas. Jakarta : 464-476 hlm.
- Venosa, A. D., Suidan, M. T., King, D., & Wrenn, B. A. 1997. *Use of hopane as a conservative biomarker for monitoring the bioremediation effectiveness of crude oil contaminating a sandy beach.* J. Ind. Microbiology and Biotechnology, 18(2), 131-139.
- Yudono B., Zainal F., & Suryadi F.X. 2009. *Comparation of Biodegradation KINETICS of Petroleum Contaminated Soil by using Indigenous Isolated Pseudomonas pseudoalcaligenes, Bacillus megaterium, and Xanthobacter autotrophicus Bacteria.*
- Yudono, B, 1994. *An Investigation Into The Prenature Cracking Asphalitic Pavement in Hot and Climated Thesis School of Chemistry.* Unpublished master's thesis, University of Bristol, London.