

**KINETIKA DEGRADASI LIMBAH MINYAK BUMI
MENGUNAKAN BAKTERI KONSORSIUM DAN RUMPUT
ELEUSINE INDICA (L.) GAERTN**

SKRIPSI

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

Oleh :

MAULIN WIRANINGSIH

08061003032



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

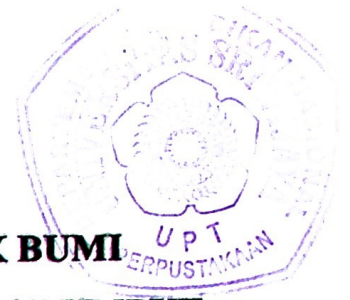
2011

S
631.4307

man

le

2011



**KINETIKA DEGRADASI LIMBAH MINYAK BUMI
MENGUNAKAN BAKTERI KONSORSIUM DAN RUMPUT
ELEUSINE INDICA (L.) GAERTN**

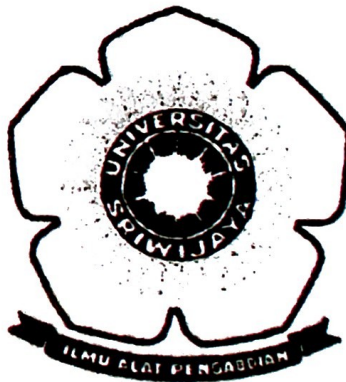
SKRIPSI

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

Oleh :

MAULIN WIRANINGSIH

08061003032



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2011

Lembar Pengesahan

**KINETIKA DEGRADASI LIMBAH MINYAK BUMI MENGGUNAKAN
BAKTERI KONSORSIUM DAN RUMPUT *ELEUSINE INDICA* (L.) GAERTN**

SKRIPSI

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

Oleh :

MAULIN WIRANINGSIH

08061003032

Indralaya, Mei 2011

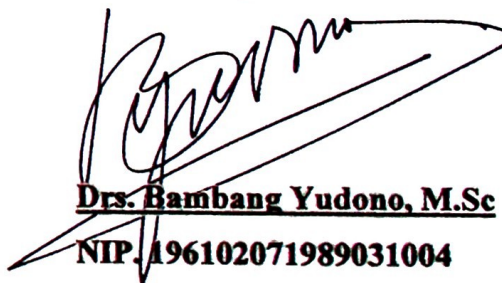
Pembimbing Pembantu

Pembimbing Utama



Zainal Fanani, M.Si

NIP. 196708211995121001

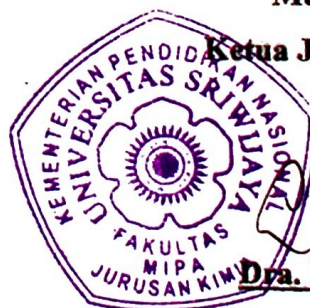


Drs. Bambang Yudono, M.Sc

NIP. 196102071989031004

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



Dra. Fatma, M.S

NIP. 196207131991022001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan
Bakteri Konsorsium dan Rumput *Eleusine indica* (L.)
Gaertn
Nama Mahasiswa : Maulin Wiraningsih
Nim : 08061003032
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada
tanggal 13 Mei 2011. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan
masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Mei 2011

Ketua :

1. Drs. Bambang Yudono, M.Sc

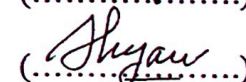
(.....)


Anggota :

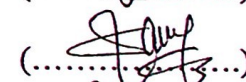
2. Zainal Fanani, S.Si, M.Si

(.....)

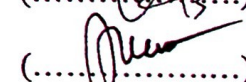

3. Dr. Suheryanto, M.Si

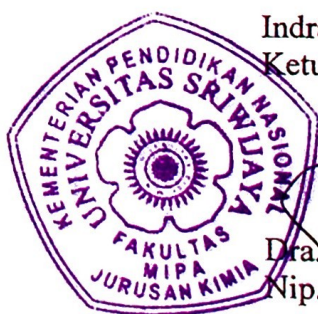
(.....)


4. Dra. Julinar, M.Si

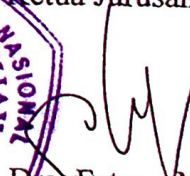
(.....)


5. Dr. Muharni, M.Si

(.....)




Indralaya, Mei 2011
Ketua Jurusan Kimia,


Dra. Fatma, M.S.
Nip. 196207131991022001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : Maulin Wiraningsih
NIM : 08061003032
Fakultas/ Jurusan : MIPA/ Kimia

Menyatakan skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar keserjnaan 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.

Indralaya, Mei 2011
Penulis,

Maulin Wiraningsih
08061003032

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : Maulin Wiraningsih
NIM : 08061003032
Fakultas/ Jurusan : MIPA/ Kimia
Jenis Karya : Skripsi

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

“ Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Bakteri Konsorsium dan Rumput *Eleusine indica* (L.) Gaertn”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Mei 2011
Yang menyatakan,

Maulin Wiraningsih
08061003032

“Ingatlah lima perkara sebelum lima perkara”

1. Pergunakanlah hidupmu sebelum datang kematianmu
2. Pergunakanlah masa sehatmu sebelum datang masa sakitmu
3. Pergunakanlah masa lapangmu sebelum datang masa sempitmu
4. Pergunakanlah masa mudamu dengan baik sebelum datang masa tuamu
5. Pergunakanlah hartamu sebelum datang kemiskinanmu

(HR.. Hakim)

“Kepunyaan Allah-Lah segala yang ada di langit dan di bumi, dan kepada Allah-lah dikembalikan segala urusan.” (QS. **Ali Imran: 109**)

“Kebenaran itu adalah dari Tuhanmu , sebab itu jangan sekali-kali kamu termasuk orang-orang yang ragu .”(QS. **Al-baqarah: 147**)

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang di beri ilmu beberapa derajat”. (QS. **Al-Mujadalah: 11**)

Dedicated to :

- ❖ *ALLAH SWT*
- ❖ *Nabi MUHAMMAD SAW*
- ❖ *Bapak dan Ibu Tercinta*
- ❖ *Adikku tersayang*
- ❖ *Almamaterku*



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Alhamdulillah Penulis Panjatkan Kepada Allah, SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul KINETIKA DEGRADASI LIMBAH MINYAK BUMI MENGGUNAKAN BAKTERI KONSORSIUM DAN RUMPUT *ELEUSINE INDICA* (L.) GAERTN dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga senantiasa Allah curahkan kepada Rasulullah saw., keluarga, para sahabat dan ummatnya sepanjang zaman.

Penulis menyampaikan terima kasih yang tak hingga kepada Bapak Drs. Bambang Yudono, M.Sc dan Bapak Zainal Fanani, S.Si, M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan saran-saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
2. Ibu Dra. Fatma, M.S selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
3. Bapak Zainal Fanani, S.Si, M.Si selaku pembimbing akademik
4. Staf dosen dan karyawan Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
5. Sahabat-sahabatku Nuraisyah, Nurjayanti, Mulyani, Rahmah, Suci Yulianti dan Melyza atas bantuan dan dorongan semangatnya.

6. mas pungky, thanks for support and sharing with me mengenai masalah penulisan skripsi. Pokoknyaaa makasih banyaaaak yach....!^_^
7. Dan yang tak akan terlupakan, teman-teman seperjuangan angkatan 2006, madon, wahid n deni (yang udah ngebantuin nyangkut tanah), hardi, fahri “ntong”, fitra”opunk”, vellan, da’ ridho,rizal (atas pinjaman motornya), dan doan.
8. Rombongan anak TA “arang” (iles, sutri, vebri n yuni), anak TA “bakteri” (uci, “nyak”, wahid n randy), anak-anak “membrane”(fitri meysa, novi ameL n yuyun), special veta, ade, ike dan leni (makasih banyak untuk tumpangan kostan nya kalo kami nginep).
9. Adik-adik tingkatku: Sandra, ira, kiki, tari, okta, wita, muthia dan semua adik-adik angkatan 2007 dan 2008 yang tidak bias d sebutkan satu persatu. Terima kasih buad keceriaan dari kalian.
10. Keluarga Pak Sodik (alm) atas bantuannya selama ini.

Akhirnya penulis berharap semoga amal baik yang telah diberikan akan mendapat ganjaran dari Allah, SWT dan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat. Amin.

Inderalaya, Maret 2011

Penulis

Kinetics of Degradation Sludge By Using The Bacteria Consortium and Grass *Eleusine indica* (L.) Gaertn

By :

Maulin Wiraningsih

08061003032

ABSTRACT

The kinetics of contaminated petroleum sludge soil was degradation of bacteria Consortium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas Pseudomallei*, *Pseudomonas Pseudoalcaligenes* and *Bacillus sp*) and Grass *Eleusine indica* (L.) Gaertn. Degradation is measured on the basis of some value to the initial concentration of Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) is 88.88%. Model of research done by conditioning on the concentration sludge of 2.5%; 5.0%; 7.5%; 10,0%; 12.5% and 15.0% by adding fresh soil, bulking agent 10% and nutrition (N:P:K) with ratio 10:1:0.1. The degradation process had been conducted during 12 weeks and every 2 weeks the concentration sampling is taken with observation parameter is Total Petroleum Hydrocarbon (TPH). Data were analyzed by using differtial and integral methods, it showed that reaction order is 0.902 and and degradation rate constant $0.0816\%^{0.098} \text{ week}^{-1}$ respectively. The GC-MS analyzed showed that the initial hydrocarbon compounds are consists of C₁₅-C₁₇, C₁₈-C₂₁ and >C₂₂. After 12 weeks biodegradation process, the residual hydrocarbon compound are dominated by hydrocarbon compounds with carbon chain >C₂₂.

Keywords: Degradation, Bacteria Consortium, Grass *Eleusine Indica* (L.) Gaertn

Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Bakteri Konsorsium dan Rumput *Eleusine indica* (L.) Gaertn

Oleh :

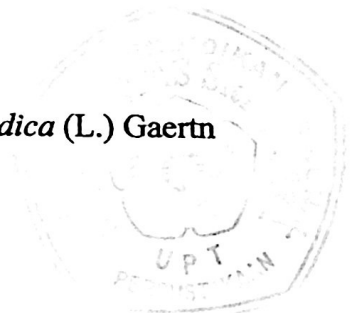
Maulin Wiraningsih

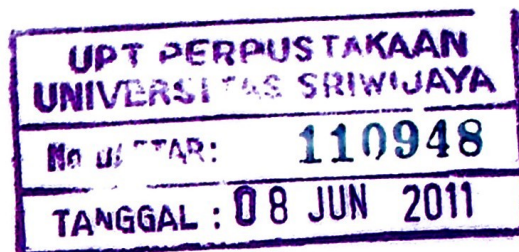
08061003032

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian kinetika degradasi minyak bumi menggunakan bakteri konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes* dan *Bacillus sp*) dan rumput *Eleusine Indica* (L.) Gaertn. Degradasi di ukur berdasarkan beberapa nilai TPH dengan konsentrasi awal Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) tanah terkontaminasi minyak bumi diperoleh sebesar 88,88%. Model penelitian dilakukan dengan cara mengkondisikan limbah minyak bumi pada konsentrasi 2,5%; 5,0%; 7,5%; 10,0%; 12,5%; dan 15,0% dengan menambahkan tanah segar, serbuk gergaji, dan nutrisi (N:P:K) dengan perbandingan 10:1:0,1. Degradasi dilakukan selama 12 minggu dan setiap 2 minggu dilakukan penyamplingan dengan parameter yang diamati adalah Total Petroleum Hidrokarbon (TPH). Data analisis menggunakan metode diferensial dan metode integral, menunjukkan bahwa orde reaksi dan konstanta reaksi degradasinya masing-masing 0,902 dan $0,0816\%^{0,098}$ minggu⁻¹. Analisa menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa senyawa-senyawa hidrokarbon terdiri dari C₁₅-C₁₇, C₁₈-C₂₁ dan >C₂₂. Setelah 12 minggu proses degradasi menghasilkan residu senyawa hidrokarbon yang didominasi oleh senyawa hidrokarbon dengan rantai karbon >C₂₂.

Kata Kunci: Degradasi, Bakteri Konsorsium, Rumput *Eleusine Indica* (L.) Gaertn





DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH..... | iv |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| ABSTRACK..... | ix |
| ABSTRAK..... | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR GAMBAR..... | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvi |
| 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 Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan Limbah Minyak Bumi | 6 |
| 2.2.1 Nutrisi..... | 6 |
| 2.2.2 Oksigen..... | 7 |
| 2.2.3 Tingkat Keasaman (pH) | 7 |
| 2.2.4 Suhu..... | 8 |
| 2.2.5 Kadar Air..... | 9 |

| | | |
|---------------------------------------|---|----|
| 2.3 | Bioremediasi Limbah Industri Pengelolaan Minyak Bumi..... | 10 |
| 2.4 | Degradasi Hidrokarbon Oleh Bakteri..... | 12 |
| 2.5 | Mekanisme Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon | 13 |
| 2.6 | Karakterisasi Bakteri <i>Pseudomonas pseudoalcalgenes</i> | 16 |
| 2.7 | Karakterisasi Bakteri <i>Bacillus sp</i> | 16 |
| 2.8 | Karakterisasi Bakteri <i>Pseudomonas pseudomallei</i> | 16 |
| 2.9 | Karakterisasi Bakteri <i>Micrococcus sp</i> | 17 |
| 2.10 | Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi | 17 |
| | 2.10.1 Interaksi Rhizosphere Tanaman dan Mikroba Dalam Proses Bioremediasi..... | 21 |
| | 2.10.2 Bioavailabilitas Polutan Organik Dalam Rhizospher..... | 23 |
| 2.11 | Morfologi dan Taksonomi <i>Eleusine Indica</i> (L.) Gaertn..... | 23 |
| 2.12 | Pendekatan Kinetika Kimia Biodegradasi Polutan Minyak Bumi..... | 25 |
| | 2.12.1 Metode Differensial..... | 26 |
| | 2.12.2 Metode Integrasi..... | 27 |
| 2.13 | Analisis Residu Limbah Minyak Bumi dengan GC-MS..... | 28 |
| BAB III. METODOLOGI PENELITIAN | | |
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian | 31 |
| 3.2 | Alat dan Bahan | 31 |
| | 3.2.1 Alat yang Digunakan..... | 31 |
| | 3.2.2 Bahan yang Digunakan | 31 |
| 3.3 | Prosedur Kerja..... | 32 |
| | 3.3.1 Persiapan Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi (<i>sludge</i>) | 32 |
| | 3.3.2 Persiapan Tanah Segar Agen Pengembang, Agen Pengembang dan Nutrien..... | 32 |
| | 3.3.3 Persiapan Tanah Olahan..... | 33 |
| | 3.3.4 Penanaman Rumput <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn..... | 33 |
| | 3.3.5 Inokulasi Bakteri dan Tanaman Rumput ke dalam Bioreaktor | 33 |
| 3.4 | Parameter Pengamatan | 34 |
| | 3.4.1 Pengukuran TPH Sampel | 34 |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----------|
| 3.4.2 | Pengukuran Jumlah Populasi Bakteri..... | 35 |
| 3.4.3 | Pertumbuhan <i>Eleusine Indica</i> (L.) Gaertn..... | 35 |
| 3.5 | Analisis Data dan Analisis Sampel | 36 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | | |
| 4.1 | Pengukuran Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) Limbah Minyak Bumi (<i>Sludge</i>) | 37 |
| 4.2 | Penentuan Penurunan TPH Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi (<i>Sludge</i>) | 38 |
| 4.3 | Jumlah Populasi Bakteri..... | 40 |
| 4.4 | Penentuan Orde Reaksi Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi dengan Metode Differensial..... | 41 |
| 4.5 | Penentuan Kontanta Reaksi Degradasi Limbah Minyak Bumi (<i>Sludge</i>)..... | 42 |
| 4.6 | Analisis GC-MS Hidrokarbon Minyak Bumi | 43 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | | |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 47 |
| 5.2 | Saran..... | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 48 |
| LAMPIRAN..... | | 54 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 1. Identifikasi Senyawa Hidrokarbon yang Terdegradasi | 29 |
| Tabel 2. Pengukuran TPH awal dan TPH akhir pada setiap Media Perlakuan..... | 38 |
| Tabel 3. Analisis Kelimpahan Relatif Senyawa-senyawa Hidrokarbon Dalam Residu Limbah Minyak Bumi | 45 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 1. Oksidasi n-alkana melalui Jalur Terminal..... | 14 |
| Gambar 2. Degradasi Hidrokarbon Alifatik Jenuh Melalui Oksidasi Subterminal | 14 |
| Gambar 3. Oksidasi Metana menjadi Karbondioksida..... | 15 |
| Gambar 4. Foto <i>Eleusine Indica</i> (l.) Gaertn | 24 |
| Gambar 5. Diagram Hubungan Temperatur Program dengan Waktu Retensi..... | 30 |
| Gambar 6. Grafik %TPH pada konsentrasi 7,5%..... | 39 |
| Gambar 7. Grafik Hubungan \ln [TPH] dan $\ln r$ | 41 |
| Gambar 8. Grafik Hubungan $C_t^{(-n+1)}$ dan waktu (t) | 42 |
| Gambar 9. Kromatogram Degradasi Limbah Minyak Bumi..... | 44 |
| Gambar 10. Foto Pengambilan <i>Sludge</i> | 65 |
| Gambar 11. Foto Pengukuran Sampel Secara Gravimetri | 65 |
| Gambar 12. Foto Pengeringan Sampel dalam Oven | 65 |
| Gambar 13. Foto Pupuk KCl..... | 65 |
| Gambar 14. Foto Pupuk Urea..... | 65 |
| Gambar 15. Foto Pupuk TSP..... | 65 |
| Gambar 16. Foto <i>Bulking Agent</i> | 66 |
| Gambar 17. Foto Tanah Segar..... | 66 |
| Gambar 18. Foto Adaptasi | 66 |
| Gambar 19. Foto <i>Eleusine Indica</i> | 66 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Perhitungan Berat <i>Sludge</i> , Tanah Segar, dan Nutrien | 54 |
| Lampiran 2. Perhitungan % TPH awal Limbah Minyak Bumi..... | 55 |
| Lampiran 3. Perhitungan % Sampel pada T_6 Metode Integral..... | 56 |
| Lampiran 4. Perhitungan kinetika degradasi limbah minyak bumi Dengan menggunakan Metode Differensial dan Integral..... | 57 |
| Lampiran 5. Perhitungan Waktu Degradasi untu mencapai 1% | 59 |
| Lampiran 6. Komponen Medium Zobell..... | 60 |
| Lampiran 7. Data Jumlah Bakteri..... | 60 |
| Lampiran 8. Pengukuran Berat Basah Akhir Rumput <i>Eleusine Indica</i> (L.) Gaertn..... | 61 |
| Lampiran 9. Kondisi Operasional Alat GC-MS..... | 62 |
| Lampiran 10. Data kromatogram konsentrasi tanah olahan 7,5% pada T_0 | 63 |
| Lampiran 11. Data kromatogram konsentrasi tanah olahan 7,5% pada T_6 . | 64 |
| Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian | 65 |
| Lampiran 13. Diagram Analisis Kinetika Kimia | 66 |

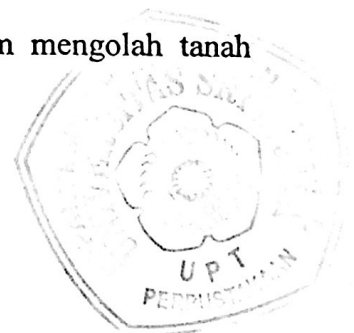
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah minyak bumi dikategorikan sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3), sesuai dengan PP. No. 85 Tahun 1999. Komponen utama penyusun limbah ini adalah senyawa hidrokarbon dan sejumlah kecil senyawa non-hidrokarbon (Doerffer, 1992). Senyawa hidrokarbon minyak bumi memiliki karakteristik toksik, karsinogenik, mutagenik, dan berpotensi untuk terakumulasi dalam rantai makanan dan jaringan lemak manusia yang dapat menyebabkan terjadinya keracunan saraf.

Salah satu metode alternatif pengolahan limbah minyak bumi adalah dengan menggunakan metode bioremediasi. Bioremediasi merupakan salah satu metode alternatif pengolahan limbah minyak bumi yang digunakan untuk pemulihan tanah tercemar hidrokarbon. Bioremediasi mengandalkan reaksi mikrobiologis di dalam tanah. Teknik ini mengkondisikan mikroba sedemikian rupa sehingga mampu mengurai senyawa hidrokarbon yang berada di dalam tanah. Limbah minyak bumi yang diuraikan oleh mikroba akan menghasilkan senyawa akhir yang lebih ramah lingkungan. Sedangkan proses bioremediasi merupakan salah satu metode pengolahan tanah terkontaminasi yang relatif murah dan efektif dibandingkan dengan metode fisika maupun kimia lainnya dikarenakan proses ini memanfaatkan aktifitas bakteri dalam mengolah tanah terkontaminasi.



Dalam bioremediasi penggunaan mikroorganisme *indigenus* (indigen) saja masih belum maksimum sehingga diperlukan inokulasi mikroorganisme *eksogenous* (eksogen) yang merupakan konsorsium (kultur campuran) beberapa jenis bakteri atau jamur yang potensial dalam mendegradasi pencemar tersebut (Udiharto & Sudaryono, 1999). Hasil identifikasi 10 isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon (bakteri hidrokarbonoklastik) dari limbah minyak bumi PT. PERTAMINA UBEP Limau SUMSEL yaitu 4 isolat diantaranya termasuk genera *Pseudomonas*, 4 isolat termasuk genera *Bacillus*, 1 isolat termasuk genus *Micrococcus* serta 1 isolat termasuk genus *Flavobacterium* (Nuryanti, 2009). Nugroho (2006) menyatakan bahwa bakteri konsorsium mampu mendegradasi limbah minyak bumi, dengan bukti konsorsium mampu tumbuh dengan baik hingga beban *sludge* mencapai 50% (v/v).

Selain bakteri konsorsium, rumput juga berpotensi sebagai agen remediasi. Sistem perakaran yang luas pada rumput dapat memperluas bidang kontak antara bakteri dan akar rumput. Disamping itu, eksudat yang dihasilkan rumput dapat dimanfaatkan bakteri untuk pertumbuhan. Confield *et al.* (2007) menyatakan dalam fitoremediasi sering digunakan rumput-rumputan karena memiliki perakaran serabut, asosiasi dengan mikroba tanah tinggi, serta tanah dalam lingkungan yang tidak mendukung. Yulianti (2009) menyatakan berdasarkan hasil uji kemampuan dari empat jenis rumput (*Eleusine indica*, *Fimbristylis acuminata*, *Cyperus kyllingia* dan *Cyodon dactylon*), *Eleusine indica* mempunyai kemampuan yang paling baik dalam menurunkan TPH dibandingkan dengan ketiga jenis rumput yang lain. Yulianti (2009) melaporkan bahwa pada nilai TPH

awal limbah minyak bumi 10% hasil pengamatan menunjukkan sebagian besar rumput *Eleusine indica* (L.) Gaertn mati, tetapi bagian tengah dari beberapa rumput ada yang tetap tumbuh sampai akhir penelitian.

Proses degradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dinyatakan sebagai penurunan konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) per satuan waktu. Dalam penelitian ini orde reaksi dan konstanta laju reaksi masing-masing ditentukan dengan menggunakan metode differensial dan metode 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. Diharapkan pendekatan metode tersebut dapat digunakan untuk memprediksi lamanya waktu proses degradasi limbah minyak bumi untuk menuju target residu yang diharapkan. Beberapa karya tentang kinetika bioremediasi tanah telah diteliti (Antizar-Ladislao, *et al*; Li *et al*, 2006).

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan minyak bumi sebagai sumber energi yang selalu menghasilkan limbah minyak bumi yang bersifat karsinogenik dan dapat mencemari lingkungan. Salah satu metode alternatif penanganan limbah minyak bumi adalah bioremediasi dengan menggunakan bakteri konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas Pseudoalcaligenes*, *Pseudomonas Pseudomallei*, *Bacillus sp*) dan rumput *Eleusine Indica* (L.) Gaertn. Untuk mengetahui kemampuan bakteri

dalam mendegradasi, diteliti penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dalam pengolahan tanah terkontaminasi minyak bumi dan kinetika reaksinya.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan persentase penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) tanah terkontaminasi minyak bumi berdasarkan kemampuan degradasi Bakteri Konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas Pseudoalcaligenes*, *Pseudomonas Pseudomallei*, *Bacillus sp* dan rumput *Eleusine Indica* (L.) Gaertn.
2. Menentukan orde reaksi dan konstanta reaksi dari degradasi senyawa hidrokarbon minyak bumi oleh Bakteri Konsorsium (*Micrococcus sp*, *Pseudomonas Pseudoalcaligenes*, *Pseudomonas Pseudomallei*, *Bacillus sp*) dan rumput *Eleusine Indica* (L.) Gaertn.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat diterapkan untuk penanganan pencemaran lingkungan oleh tanah terkontaminasi minyak bumi dalam skala lebih besar.

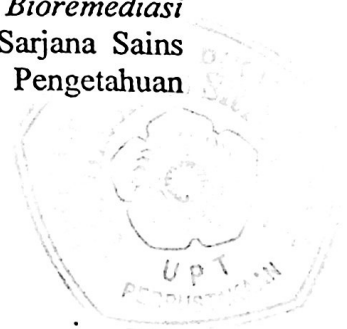
DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Alexander, M. 1999. Biodegradation and Bioremediation. 2nd edn. Academic Press, London.
- Antizar-Ladislao B, J Lopez-Real and AJ Back. 2005. Laboratory studies of the remediation of polycyclic aromatic hydrocarbon contaminated soil by in-vessel composting. *Waste Manag* 25: 281-289.
- Atlas, R. M. & Bartha, R. 1987. Transport dan Transformation of Petroleum Biological Processes. In Boesch, D. F. & Rabblais, N. N (eds). Long-term Environmental Effects of Offshore Oil and Gas Development. Elsevier Applied Science Publishers, Ltd. New York.
- Atlas, R.M & Bartha, R. 1997. *Microbial Ecology: Fundamental and Application* 4th ed. Benjamin Cumming Publishing, Co. Inc. Redwood City. California. 536 hlm.
- Avery, H. E. 1981. *Basic Reaction Kinetics and Mechanism*. Second edition, John Wiley and Sons Inc, London.
- Baker, A. J. M., Reeves, R. D., & Mc. Grath, S. P. 1991. In situ decontamination of heavy metal polluted soils. Using crops of metal-accumulating plants: a feasibility study. In: Hinchee RE, Olfenbuttel RF (eds) In situ bioreclamation. Butterworth-Heinemann, Stoneham, MA.
- 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. 1984. Structure-biodegradability relationship of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*
- Buchler, M and J. Schindler. 1984 Aliphatic Hydrocarbon, In: *Biotechnology Biotransformasi*, Vol. 6a. Verlag. Chemic. Basel, p.329-375.
- Chaineau, C. H., Rougeux, G., Yepremian C. & Oudot, J. 2005. effects of nutrient concentration on the biodegradation of crude oil and associated microbial populations in the soil. *Soil Biol Biochem*, 37 : 1490-1497.

- Chaney, R. L. 1983. Plant uptake of organic waste constituents. In: Parr et al (ed) Land treatment of hazardous wastes. Noues Data, Park Ridge, NJ, pp 50-76.
- Churchill, S. A., Griffin, R. A., Jones, L.P & Churchill, P. F. 1995. Biodegradation and Bioremediation, *Journal Environ Microbial.*, 24: 19-28.
- Confield, N., A.P. Schwab & M.K. Banks. 2007. Phytoremediation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in Spil : Part 1. Dissipation of Target Contaminan. *International Journal of Phytoremediation.* 9 : 355-370.
- Cookson, J.T. 1995. Bioremediation Engineering: Design and Application. Mc Graw Hill, Inc. New York USA.
- Dibble, J. T & Bartha, R. 1979. Effect of Enviromental Parameters on the Biodegradation of oil sludge. *Journal Appl. Enviroment Microbial.* 37: 729-739.
- Doerffer, J.W. 1992. *Oil Spill Respone in the Marine Environment.* First Ed Pergamon Press. Tokyo. 9-20 p.
- Ehrich, H.L. 1990. Geochemistry. Second Edition. Maecal Dekker Inc. USA.
- Fan, C. Y & tafuri, A. N. 1994 Engineering Application of Biooxidation Processes for Treating Petroleum-Contaminated Soil.
- Frick, C. M., R. E. Farrell., & J. J. Germida. 1999. *Aseessment of Phytoremediation as an In_situ Technique for cleaning Oil-contaminated Sites.* Petroleum Technology Alliance of Canada.
- 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.
- Gunalan, 1996. Penerapan Bioremidiasi pada Pengolahan Limbah dan Pemulihan Lingkungan Tercemar Hidrokarbon Petroleum. *Majalah Sriwijaya* Vol. 32(1): 1-9.
- Hadi, N. 2005. *Degradasi Minyak Bumi Via "Tangan" Mikroorganisme.* Artikel Departemen Biokimia. IPB: <http://www.chemistry.org/?sect=artikel&ext=64>
- Harayama, S., Sigiura, K., Asaumi, M., Shimauchi, T., Goto, M., Sasaki, S., and Ishihara. M. 1995. Biodegradation of Crude Oil, dalam *Program and*

Abstracts in the First Asia-Pacific Marine Biotechnology Conference.
Shimizu, Shizuoka, Japan. 19-24 p.

- Harmsen. J., Rulkens, W. & Eijsackers, H. (2005). Bioavailability: concept for understandin or tool for predicting. *Land Contam Recl* 13: 161-171.
- Herfatmanesh, A., Minai, D. & Tehrani. 2007. Biodegradation of Aliphate and Aromatic Fractions of Heavy Crude oil-Contaminated Soil: A Pilot Study *Bioremediation Journal.*, 11 (2): 71-79.
- Horowitzh, A., Gutnick, D & Rosenberg, E. 1975. Sequential Growth of Bacteria on Crude Oil, *Applied Microbiology*, 30(1), 10-19.
- Irianto, D. 1999. Biodegradasi Aerobik Senyawa Hidrokarbon Aromatik Monosiklik oleh Bakteri. Program Studi Biologi FMIPA, USU.
- Kaye, J. P. & Hart, S. C. 1997. Competition for nitrogen between plants and soil microorganisms. *Trends Ecol Evol* 12: 139-143.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 128 tahun 2003 tentang *Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi secara Biologis*. Kementerian Lingkungan hidup. Jakarta. 32hlm.
- Kurniawan, H & Lukman, G. 1999. Aspek Industri Sistem Kultivasi Sel Mikroalga Imobil. *Jurnal tinjauan ilmiah riset biologi dan bioteknologi* Vol 2 Nomor 2 thn 1999. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Panan Bogor.
- Marschner. P., Jentschke, G., & Godvold, D. L. 1998. Cation exchange capacity and lead soption in ectomycorrhzal fungi. *Plant Soil* 205: 93-98.
- Millen, M. S.. & Lambertz, D. 1998. *Lesson Learned on E & P Biotreatment*. Kealthy Enviroment and Safety Group. Chevron Research and Technology Compans. Richmon. California.
- Moorehead, D. L., Westerfield, M. M., % Zak, J. C. 1998. Plant retard litter decay in a nutrient-limited soil: a case of exploitative competition. *Oecologia* 113: 530-536.
- Nuryanti, I. 2009. *Pengaruh Waktu Aplikasi beberapa Agen Bioremediasi terhadap Penurunan nilai TPH Minyak Bumi*. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya.



- Oh, Y. S., & Bartha, R. 1997. Construction of a bacterial consortium fo the biofiltration of benzene, toluene and xylene emissions. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 13(6), 627-632.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta
- Pelczar, M. J. & Chan, E. C. S. 2005. *Dasardasar Mikrobiologi I*. Penterjemah Hadioetomo, R. S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S & Angka, S. L. Penerbit UI Press. Jakarta: 443 hlm.
- Salt, D. E., Blaylock, M., Kumar, N. P. B. A., Dushenkov, V., Ensley, B. D., & Chet, I. 1995. Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants.
- Semple, K. T., Morrins, A. W. J., & paton, G. I. 2003. Bioavailability of hydrophobic contaminants in soils: fundamental concepts and technique for analysis. *Eur J Soil Sci* 54:809-818.
- Sharpley, J.M. 1966. *Elementary Petroleum Microbiology*. Gulf Publishing Company. Texas: 37-109 hlm.
- Smith, V. H., Graham, D. W., & Cleland, D. D. 1998. Application of resorce-ratio theory to hydrocarbon biodegradation. *Environ Sci Technol* 32: 3386-3395.
- Sublette, K.L. 1993. Shourt Course On: Microbial Enhanced Oil Recovery. Organized by PT Sakindo Mulia, Jakarta,
- Suthersan, S.S. 1999. In Situ Bioremediation. *In Remediation Engineerig. Design Concept*. Ed. Boca Raton. 36 hlm.
- Thomas, J.M., Ward, C.H., Raymond, R.L., Wilson., J.T & Loehr, R.C. 1992. Bioremediation. Dalam : *Encyclopedia of Microbiology*. Academic Press, Inc. 1: 369-385 hlm.
- Udiharto, M. 1992. *Aktivitas Mikroba Dalam Degradasi Minyak Bumi. Proceeding: Diskusi Ilmiah VII Hasil Penelitian Lemigas*. Lemigas. Jakarta : 464-476 hlm.
- Udiharto. 1998. Pemanfaatan mikroorganisme indigenus untuk bioremediasi lahan tercemar limbah minyak bumi. Dalam First Symposium on Enfiromental Chemistry and Toxicology. UGM. Yogyakarta.
- Udiharto, M & Sudaryono. 1999. *Bioremediasi terhadap Tanah Tercemar Minyak Parafinik dan Aspal*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan-BPPT. Jakarta.

- Walsh, J. B. 1999. A Feasibility Study Of Bioremediation In A Highly Organic Soil. *Thesis S-2*. Master of Science Worcester Polytechnic Institute.
- Watanabe, K., Maki, T., Hitoyuki, F. & Shigeki, H. 1998. Molecular Detection, Isolation, and Physiological Characterization of Functionally Dominant Phenol-Degrading Bacteria in Activated Sludge. *Applied and Environmental Microbiology*.
- Watkinson, R. 1980. Interaction of Microorganism with Hydrocarbon, In: *Hydrocarbon in Biotechnology*, Ed. Harrison, D.E.F., Higgins, U. Watkinson, R. Heyden & Son Ltd., London.
- Wenzel, W. W., Lombi, E., & Adriano, D. C. 2004. Root and rhizosphere processes in metal hyperaccumulation and phytoremediation technology. In: Prasad MNV (ed) *Heavy metals in plants: from biomolecules to ecosystems*. Springer, Berlin.
- Young, C. C., Lin, T. C., Yeh, M. S., Shen, F. T., & Chang, J. S. 2005. Identification and Kinetic Characteristics of an Indigenous Diesel-degrading *Gordonia alkanivorans* Strain. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*.
- Yeung, P. Y., R. L. Johnson & J. G. Xu. 1997. Biodegradation and Bioremediation: Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons in Soils as Affected by Heating and Forced Aeration.
- Yudono, B. 1994. An Investigation Into the Pre-nature Cracking Asphaltic Pavement in Hot and Climated Thesis School of Chemistry, University of Bristol. Inggris.
- Yudono B. Said M., Estuningsih. S. P. 2006. Pengolahan Tanah Terkontaminasi Eks Blow out Sumur 1. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Sriwijaya.
- Yudono B, Said M, Pol Hatstege, Suryadi FX. 2009. Kinetics of indigenous isolated bacteria *Bacillus mycoides* used for ex-situ bioremediation of petroleum contaminated soil in PT Pertamina Sungai Lilin South Sumatera. *J Sust Develop* 2:64-71
- Yulianti, R. 2009. Uji Kemampuan Beberapa Jenis Rumput dalam Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi PT. PERTAMINA UBEB Limau SUMSEL. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya