

**KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH
MINYAK BUMI MENGGUNAKAN SINERGI BAKTERI
KONSORSIUM DAN TURI [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret]
DALAM PROSES BIOREMEDIASI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang
studi kimia pada Fakultas MIPA.**

Oleh :

**SUCI YULIANTI
08061003036**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2011**

S
589.9507
sue
le
2011

**KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH
MINYAK BUMI MENGGUNAKAN SINERGI BAKTERI
KONSORSIUM DAN TURI [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret]
DALAM PROSES BIOREMEDIASI**



SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang
studi kimia pada Fakultas MIPA.**

Oleh :

**SUCI YULIANTI
08061003036**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

**KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH
MINYAK BUMI MENGGUNAKAN SINERGI BAKTERI KONSORSIUM
DAN TURI [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] DALAM PROSES
BIOREMEDIASI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di
bidang studi kimia pada Fakultas MIPA.**

**Oleh :
SUCI YULIANTI
08061003036**

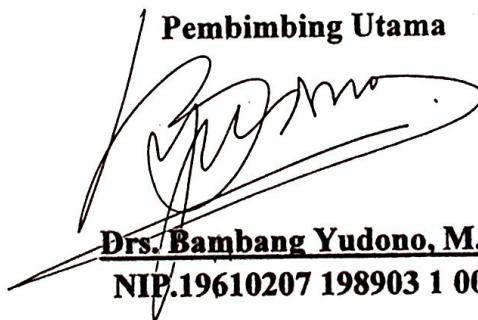
Indralaya, Mei 2011

Pembimbing Pembantu



**Zainal Fanani, M.Si
NIP.19670821 199512 1 001**

Pembimbing Utama



**Drs. Bambang Yudono, M.Sc
NIP.19610207 198903 1 004**

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



**Dra. Fatma, M.S
NIP.19620713 199102 2 001**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium dan Turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] Dalam Proses Bioremediasi
Nama Mahasiswa : Suci Yulianti
NIM : 08061003036
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Mei 2011. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Mei 2011

Ketua :

1. Drs. Bambang Yudono, M.Sc

()

Anggota :

2. Zainal Fanani, M.Si

()

3. Dr. Ferlina Hayati, M.Si

()

4. Widia Purwaningrum, M.Si


()

5. Addy Rachmat, 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 : Suci Yulianti
NIM : 08061003036
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 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,

Suci Yulianti
08061003036

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Suci Yulianti
NIM : 08061003036
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 Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium dan Turi [*Sesbania grandiflora* (L.) poitret] dalam Proses Bioremediasi”

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

Indralaya, Mei 2011
Penulis,

Suci Yulianti
08061003036

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- ⊗ Allah SWT, Tuhanku Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang
- ⊗ Baginda Rasulullah, Nabi Muhammad SAW suri tauladanku
- ⊗ Ayah dan Ibu yang tercinta
- ⊗ Adik-adikku yang tersayang
- ⊗ Almamaterku

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

- ❖ *"Barangsiapa mengerjakan amal saleh, baik laki-laki maupun perempuan dalam keadaan beriman, maka sesungguhnya akan Kami berikan kepadanya kehidupan yang baik dan sesungguhnya akan Kami beri balasan kepada mereka dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan." (Q.S. an-Nahl: 97).*
- ❖ *"Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami bersalah. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebankan kepada kami beban yang berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tak sanggup kami memikulnya. Beri maafilah kami; ampunilah kami; dan rahmatilah kami. Engkaulah Penolong kami, maka tolonglah kami terhadap kaum yang kafir." (Q.S. al-Baqarah: 286).*

"RAIHLAH ILMU, DAN UNTUK MERAIH ILMU

BELAJARLAH UNTUK TENANG DAN SABAR"

(KHALIFAH 'UMAR)

Wassalam,

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas rahmat dan karunia Allah SWT, shalawat salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan umatnya. Berkat karunia dan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium dan Turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] dalam Proses Bioremediasi”** diajukan sebagai salah satu untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi kimia pada Fakultas MIPA.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tulus penulis sampaikan kepada bapak Drs. Bambang Yudono, M.Sc selaku pembimbing utama dan bapak Zainal Fanani, M.si selaku pembimbing pembantu. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyelesaikan penelitian, tugas akhir dan sampai terwujudnya skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan, pengarahan dan bantuan dari semua pihak secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs. Muhammad Irfan, M. T sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dra. Fatma, M. S selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.
3. Bapak Zainal Fanani, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang terus memantau perkembangan kuliah.
4. Kedua orangtua-ku tercinta, K. M. Soleh Halim dan Nyimas Nurjalilah yang sangat aku sayangi yang telah memberikan doa, dukungan, perhatian dan kasih sayangnya serta motivasi.
5. Ibu Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang telah memberikan pengarahan dan saran bermanfaat dalam pengerjaan skripsi.
6. Seluruh staf dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI terimakasih atas semua ilmu yang diberikan.
7. Almarhum Bapak Sodiq dan keluarga yang telah banyak membantu dalam persiapan sampel “tanah segar” untuk penelitian.

8. Adik-adikku tercinta, “Epol, Iyal, dan Adit” terimakasih atas dukungan dan doanya.
9. Keluarga besar tercinta, paman, bibi, dan sepupuku terimakasih atas motivasi dan doanya.
10. Sahabat seperjuangan penelitianku “Aisyah, Maulin, Mulyani, Nurjayanti, dan Rahmah” untuk hari-hari bersama yang telah kita lewati.
11. Teman-teman seperjuangan-ku di “NADWAH UNSRI” dan “LKI FMIPA” semoga terus berkarya dan pererat tali ukhuwah kita.
12. Teman-teman seangkatan-ku (2006) “Melyza, Ade, Leni, Veta, Nike, Elis, Liana, Suci.P, Mila, Sutri, Yuni, Amel, Novi, Fitri.R, Sisca, Hidayati, Tri.W, Via, Jojor, Onde, Ulin, Heidi, Fitri.A, Lentari, Ony, Agustina, Kristina, Kennedy, Mike, Irman, Fahri, Madhon, Doan, Wahid, Hardi, Deni, Velan, Diki, A.Rizal, Fitra, dan Ridho, terimakasih atas jalinan persahabatan kita.
13. Adik-adik angkatan 2007 dan 2008, yang tak bisa disebutkan satu per satu terimakasih atas motivasi dan doanya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan agar skripsi ini lebih baik lagi. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Mei 2011

Penulis

Kinetics of Contaminated Petroleum Sludge Soil Degradation by Using Synergy Consortium Bacteria and Turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] in The Bioremediation Process

By :
SUCI YULIANTI
08061003036

ABSTRACT

It had been researched about kinetics of contaminated petroleum sludge soil degradation by using consortium bacteria (*Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Micrococcus sp*) and Turi plant [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] in bioremediation process. The concentration of Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) sludge is 88.88%. For media treatment, the contaminated soil concentration were varied 2.5%; 5.0%; 7.5%; 10.0%; 12.5%; 15.0% (w/w) by adding fresh soil, bulking agent 10%, and nutrition (N:P:K) 1% with ratio 10:1:0.1. The bioremediation process had been conducted during 12 weeks and every 2 weeks taken with observation parameter was Total Petroleum Hydrocarbon (TPH). Data were analyzed by using differential and integral methods, it showed that reaction order and degradation rate constant were 0.790 and $0.048 \%^{0.21}\text{week}^{-1}$ respectively. The GC-MS analysis showed that hydrocarbon compounds sludge consist of carbon chains C_{15} - C_{17} , C_{18} - C_{21} and $>C_{22}$ with amounting 7.86%, 38.53% and 58.60% respectively. After 12 weeks, contaminated petroleum sludge soil degraded which peaks lost with media concentration treatment 7.5% residues that appear carbon chain $>C_{22}$.

Keywords : Bioremediation, *Sesbania grandiflora*, Degradation



Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium dan Turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] Dalam Proses Bioremediasi

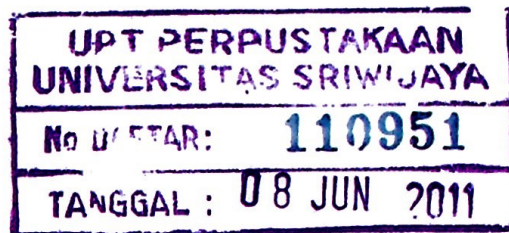
Oleh :
SUCI YULIANTI
08061003036

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang kinetika degradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi menggunakan sinergi bakteri konsorsium (*Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus sp*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Micrococcus sp*) dan tanaman Turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] dalam proses bioremediasi. Konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) limbah minyak bumi sebesar 88,88%. Untuk media perlakuan, tanah terkontaminasi tersebut divariasikan pada konsentrasi 2,5%; 5,0%; 7,5%; 10,0%; 12,5%; 15,0% (b/b) dengan menambahkan tanah segar, serbuk kayu 10%, dan nutrisi (N:P:K) 1% dengan perbandingan 10:1:0,1. Proses bioremediasi ini dilakukan selama 12 minggu dan setiap 2 minggu diukur Total Petroleum Hidrokarbon (TPH). Data analisis menggunakan metode diferensial dan metode integral, menunjukkan bahwa orde reaksi dan konstanta laju degradasinya masing-masing adalah 0,790 dan 0,048 %^{0,21} minggu⁻¹. Hasil analisis menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa senyawa-senyawa hidrokarbon limbah minyak bumi terdiri dari rantai karbon C₁₅-C₁₇, C₁₈-C₂₁ dan >C₂₂ dengan masing-masing kelimpahannya sebesar 7,86%, 38,53%, dan 53,60%. Setelah 12 minggu, tanah terkontaminasi limbah minyak bumi terdegradasi dimana ada puncak-puncak yang hilang pada konsentrasi media perlakuan 7,5% residu yang muncul rantai karbon >C₂₂.

Kata kunci : Bioremediasi, *Sesbania grandiflora*, Degradasi





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 Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Minyak Bumi	5
2.2 Komposisi Limbah Minyak Bumi	6
2.3 Mekanisme Degradasi Senyawa Hidrokarbon	10

2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Bioremediasi.....	13
2.5 Sinergisme Rhizosfer Tanaman dan Mikroba dalam Proses Bioremediasi	16
2.6 Taksonomi dan Morfologi <i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Poitret	18
2.7 Metode Penentuan Orde Reaksi dan Konstanta Laju Reaksi	20
2.7.1 Metode Diferensial	21
2.7.2 Metode Integral	21
2.8 Analisis Residu Limbah Minyak Bumi dengan GC-MS	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Tempat	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.2.1 Alat yang digunakan	25
3.2.1 Bahan yang digunakan	25
3.3 Prosedur Penelitian.....	26
3.3.1 Persiapan Limbah Minyak Bumi (<i>Sludge</i>)	26
3.3.2 Persiapan Tanah Segar, Agen Pengembang dan Nutrien	26
3.3.3 Persiapan Tanah Olahan.....	27
3.3.4 Pengukuran TPH sampel.....	27
3.3.5 Persiapan Bakteri Konsorsium dan Ataptasi <i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Poitret	28
3.3.6 Inokulasi Bakteri Konsorsium	28
3.3.7 Penanaman dan Pemeliharaan <i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Poitret.....	28
3.3.8 Pertumbuhan <i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Poitret	29

3.3.9 Analisis Data dan Analisis Sampel	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Pengukuran TPH Limbah Minyak Bumi	30
4.2 Penentuan Penurunan TPH Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi	30
4.3 Penentuan Orde Reaksi Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi	33
4.4 Penentuan Konstanta Laju Reaksi Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi	34
4.5 Analisis GC-MS Senyawa Hidrokarbon yang Terdegradasi .	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	43
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Identifikasi senyawa hidrokarbon yang terdegradasi	23
Tabel 2. Nilai TPH awal (T_0) pada minggu ke-0 dan TPH akhir (T_6) pada minggu ke-12 dalam setiap konsentrasi media perlakuan.....	31
Tabel 3. Nilai TPH dari minggu ke-0 hingga minggu ke-12 pada media perlakuan konsentrasi 7,5%.....	32
Tabel 4. Analisis persentase kelimpahan hasil degradasi limbah minyak bumi	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Degradasi hidrokarbon alifatik jenuh melalui oksidasi terminal	10
Gambar 2. Degradasi hidrokarbon alifatik jenuh melauai oksidasi subterminal	11
Gambar 3. Oksidasi sikloheksana (contoh hidrokarbon siklik)	11
Gambar 4. Mekanisme cincin aromatik (disederhanakan dengan contoh benzena)	12
Gambar 5. Mekanisme poliaromatik (naftalena)	13
Gambar 6. <i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Poitret	19
Gambar 7. Diagram temperatur program (waktu retensi versus temperatur)	23
Gambar 8. Grafik hubungan \ln [TPH] awal dan \ln r pada konsentrasi media perlakuan 2,5%; 5,0%; 7,5%; 12,5% dan 15,0%.....	33
Gambar 9. Grafik hubungan c_i^{-n+1} dan waktu (t)	34
Gambar 10.a Kromatogram TPH ekstrak limbah minyak bumi (<i>sludge</i>).....	36
Gambar 10.b Kromatogram media perlakuan 7,5% pada minggu ke-12 (T ₆)	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Persentase TPH <i>sludge</i>	44
Lampiran 2. Contoh Perhitungan Pembuatan Tanah Olahlan Pada Konsentrasi 2,5%.....	45
Lampiran 3. Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dengan Metode Diferensial dan Integral	46
Lampiran 4. Perhitungan Waktu Degradasi untuk Mencapai TPH 1%	49
Lampiran 5. Nilai Pengukuran Berat Basah Akhir Tanaman Turi	50
Lampiran 6. Kondisi Operasional Alat GC-MS	51
Lampiran 7. Data GC-MS untuk Identifikasi Senyawa Hidrokarbon Hasil Ekstrak Limbah Minyak Bumi	52
Lampiran 8. Data GC-MS untuk Identifikasi Senyawa Hidrokarbon yang Terdegradasi pada Media Perlakuan 7,5% Minggu ke-12 (T ₆)	53
Lampiran 9. Gambar Dokumentasi Penelitian	54
Lampiran 10. Kondisi Pertumbuhan Turi Pada Awal Penanaman Hingga Minggu ke-12 pada Konsentrasi Media Perlakuan 7,5%	55
Lampiran 11. Diagram Analisis Kinetika Reaksi Kimia,.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan industri dan eksplorasi minyak bumi selain menghasilkan gas dan minyak, juga menghasilkan limbah padat berupa *sludge*. Limbah minyak bumi (*sludge*) dapat mencemari tanah dan perairan. Limbah minyak bumi dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (Yani & Akbar, 2004). Sehubungan dengan hal tersebut, sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 128 tahun 2003 maka diperlukan pengolahan limbah minyak bumi sebagai upaya kegiatan pemulihan lingkungan, melalui pendekatan secara biologis atau dikenal dengan istilah bioremediasi.

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 konsorsium, kacang-kacangan (*Leguminoceae*) juga berpotensi sebagai agen remediasi. Tanaman legum dapat mengikat (fiksasi) nitrogen dari udara (Frick *et al.*, 1999), sehingga senyawa tersebut (oksigen dan nitrogen) membantu pertumbuhan bakteri pendegradasi limbah minyak bumi dan proses degradasi secara keseluruhan dapat berjalan efektif, efisien dan ramah lingkungan.

Pemilihan tanaman juga mendukung terjadinya degradasi terhadap polutan. Salah satunya yaitu *Sesbania grandiflora* (L.) Poitret. Tanaman ini memiliki cukup daya tahan terhadap tanah asam sampai pH 4,5. Sangat toleran terhadap tanah yang tercemari polutan dengan kadar tinggi bahkan tanah liat sekalipun. Pengolahan tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dengan cara melibatkan tanaman sebagai aspek biologis dikenal dengan teknik fitoremediasi.

Fitoremediasi beberapa tanaman berasosiasi dengan mikroba untuk menurunkan atau membersihkan pencemar, tanaman menyediakan eksudat akar seperti nutrien, enzim, dan oksigen bagi mikroba dalam akar tanaman (rhizosfer) (Frick *et al.*, 1999). Dua spesies hidup bersama dan mengadakan hubungan yang tidak saling mengganggu, akan tetapi masing-masing saling membutuhkan, maka hubungan hidup spesies itu disebut sinergisme. Diharapkan sinergisme antara *Sesbania grandiflora* (L.) Poitret dengan bakteri konsorsium mampu mendegradasi limbah minyak bumi dengan menurunkan kandungan konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dalam tanah terkontaminasi limbah minyak bumi. Dari seluruh proses bioremediasi akan dievaluasi melalui pendekatan kinetika reaksi kimia.

Pendekatan kinetika reaksi kimia dihitung menggunakan metode diferensial dan metode integral. Melalui pendekatan kinetika reaksi kimia tersebut dapat digunakan untuk memprediksi lamanya waktu proses degradasi mencapai TPH sebesar 1%. Selanjutnya akan dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif menggunakan instrumen *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) untuk memberikan informasi yang lebih spesifik tentang senyawa hidrokarbon penyusun limbah minyak bumi dan persentase kelimpahan senyawanya yang terdegradasi.

1.2 Rumusan Masalah

Pencemaran limbah minyak bumi di tanah merupakan ancaman yang serius bagi kesehatan manusia, meskipun dengan konsentrasi hidrokarbon yang sangat rendah. Dalam hal penggunaan bakteri indigen saja untuk mendegradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi, ada kemungkinan residu dari hasil proses degradasi tersebut bersifat sulit terdegradasi dan residu tersebut masih mempunyai potensi sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) yang dapat bersifat akumulatif. Selain itu, proses tersebut tidak berjalan secara efisien dimungkinkan karena adanya penurunan aktivitas bakteri indigen yang kekurangan energi dalam mendegradasi senyawa-senyawa tersebut. Untuk itu, perlu ada upaya untuk mengatasi masalah tersebut antara lain dengan menggunakan sinergi bakteri konsorsium dan turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret]. Disamping itu diperlukan, metode yang akurat dalam menentukan orde reaksi dan konstanta kecepatan laju degradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan persentase Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) pada konsentrasi media perlakuan terbaik dalam proses bioremediasi.
2. Menentukan persentase penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi.
3. Menentukan orde reaksi dan konstanta laju reaksi oleh sinergi bakteri konsorsium dan turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret].
4. Menghitung prediksi waktu degradasi untuk mencapai TPH 1%.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kemampuan sinergi bakteri konsorsium dan turi [*Sesbania grandiflora* (L.) Poitret] dalam mendegradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dan menentukan kinetika degradasi berdasarkan data Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) sehingga dapat bermanfaat untuk penanganan limbah minyak bumi dalam skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S.S. 2008. *Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi menggunakan Bakteri Campuran Indigeneous (Bacillus mycoides, Bacillus Sphaericus, Xanthobacter autotrophicus) Sungai Lilin Sumatera Selatan*. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya. (tidak dipublikasikan).
- Alexander, M. 1999. *Biodegradation and Bioremediation, 2nd ed.* Academic Press, London.
- Atlas, R.M & Bartha, R. 1997. *Microbial Ecology : Fundamentals and Application 4th ed.* Benjamin Cumming Publishing, Co. Inc. Redwood City. California.
- Avery, H.E. 1981. *Basic Reaction Kinetics and Mechanism*. Second edition, John Wiley and Sons Inc., London.
- Bouwer, E.J. 1992. *Bioremediation of Organic Contaminants in the Subsurface*. hlm.287-318.
- Dhamar, A. 2005. Multi-Proses Remediasi di dalam Penanganan Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Laut dan Pesisir. *Artikel Divisi Bioteknologi Lingkungan*. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan-Institut Pertanian Bogor.
- Dibble, J. T & Bartha, R. 1979. Effect of Environmental Parameters on The Biodegradation of Oil Sludge. *Journal Appl. Environment Microbiol.* 37 : 729-739.
- Doerffer, J.W. 1992. *Oil Spill Response in the Marine Environment*. First Ed Pergamon Press. Tokyo. 9-20 p.
- Ehrlich, H. L & Brierley, C. L. 1990. *Microbial Mineral Recovery*. Mc Graw-Hill, Inc. R. R. Donnelley & Sons Company. USA. 454 p.
- Eweis, J. B., Ergas, S. J., Chang. D. P. Y., & Schroeder, E. D. 1998. *Bioremediation Principles*. McGraw-Hill International Edition. 1-293.
- Fan, C. Y, & Tafuri, A. N. 1994. Engineering Application of Biooxidation Processes for Treating Petroleum-Contaminated Soils. *Dalam Wise, D. L & Trantolo, D. J. Bioremediation of Hazardous Waste Contaminated Soil*. Marcel Dakker, Inc. New York. 276 p.
- Frick, C. M., R. E. Farrell., & J. J. Germida. 1999. *Assessment of Phytoremediation as an In situ Technique for Dening Oil-contaminated sites*. Petroleum Technology Alliance of Canada. 1-82.

- Fuskhah, E., Soetrisno, R. D., Budhi. S. P. S., Maas. A. 2009. *Pertumbuhan Produksi Leguminosa Pakan Hasil Assisiasi dengan Rhizobium pada Media Tanam Salin*. Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan. Semarang. 28 Mei 2009.
- Gunalan. 1996. *Penerapan Biodegradasi pada Pengelolaan Limbah dan Pemulihan Lingkungan Tercemar Hidrokarbon Petroleum*. Majalah Sriwijaya. Vol. 39.
- 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-Pasific Marine Biotechnology Conference*. Shimizu, Shizuoka, Japan. 19-24 p.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 128 tahun 2003 tentang *Tata Cara dan persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Limbah Minyak Bumi secara Biologis*. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- 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 Pangan Bogor.
- Laidler, K.J dan Meiser, J.H. 1982. *Physical Chemistry*, 3-rd Edition, Benjamin Cumming Publishing Company Inc, California.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko & J. Parker. 1997. *Brock's Biology of Microorganisms*. Ed ke-8. Englewood Cliffs : Prentice Hall.
- Munawar. 1999. Bioremediasi In vitro Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi oleh Bakteri Hidrokarbonoklastik. *Jurnal Penelitian Sains*. No. 6 : 44-49.
- Naufal, S. 2005. *Pengaruh Mikroorganisme Eksoghen terhadap Pengolahan Lumpur Minyak Bumi (Studi Kasus : Bioremediasi di Terminal Tanjung Santan-Balikpapan, Kalimantan Timur)*. Tesis Magister Program Study Kajian Ilmu Lingkungan. Universitas Indonesia. Jakarta. (tidak dipublikasikan).
- 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. (tidak dipublikasikan).
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi dalam Skala Mikrokosmos : Simulasi Sederhana sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan. Universitas Trisakti. *Makara, Teknologi*, 10(2), November 2006 : 82-89.

- Purwanto, I. 2007. *Mengenal Lebih Dekat Leguminosae*. Penerbit Kanisius (Anggota IKAPI). Yogyakarta.
- Rossiana, N., Supriatun, T., Dhahiyat, Y. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair dengan Enceng Gondok (*Eichhoria Crassipes* (Mart) Solms) dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi dengan Sengon (*Paraserianthes Falcataria* L. Nielsen) Bermikoriza. *Laporan Penelitian*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran.
- Salt, D. E., R. D. Smith & I. Raskin. 1998. *Annual Review Plant Physiology and Plant Biology : Phytoremediation*. Annual Reviews. USA. 501-662.
- Schlegel, H. G and K. Schmidt. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Penerjemah R. M. T. Baskoro. Edisi keenam. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 688 p.
- Suthersan, S.S. 1999. In situ Bioremediation. *In Remediation Engineering. Design Concepts*. Ed. Boca Raton. 36 p.
- Udiharto, M. 1992. *Aktifitas Mikroba dalam degradasi Minyak Bumi*. Proceedings Diskusi Ilmiah VII Hasil Penelitian. Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMBB). Lembaga Minyak dan Gas (LEMIGAS).
- Udiharto, M & Sudaryono. 1999. *Bioremediasi terhadap Tanah Tercemar Minyak Parafinik dan Aspal*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan-BPPT. Jakarta.
- Walker, J.D. and R.R. Colwell. 1974. Microbial Petroleum Degradation : Use of Mixed Hydrocarbon Substrates, *Appl. Microbiol.* 1053-1060 p.
- Walsh. J. B. 1999. A Feasibility Study of Bioremediation in a Highly Organic Soil. *Thesis S-2*. Master of Science Worcester Polytechnic Institute.
- Yani, M., & Y. Akbar . 2004. Proses Biodegradasi Minyak Diesel oleh Campuran Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon. Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*. Vol 19 : 40-44.
- Yudono, B. 1994. *Journal Investigation into the Premature Cracking asphaltic Pavements in Hot and Climate*. Thesis School of Chemistry. University of Bristol.