

**KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH  
MINYAK BUMI (SLUDGE) DENGAN METODE FITOREMEDIASI  
MENGUNAKAN BEBERAPA JENIS *LEGUMINOCEAE***

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**S.NURJAYANTI MULYANTI RAHAYU**

**08061003006**



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

**2011**

S  
635.93307  
Nur  
K  
2011



**KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI LIMBAH  
MINYAK BUMI (SLUDGE) DENGAN METODE FITOREMEDIASI  
MENGUNAKAN BEBERAPA JENIS LEGUMINOCEAE**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**S.NURJAYANTI MULYANTI RAHAYU**

**08061003006**



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

**2011**

**HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

**Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi (*Sludge*)  
Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan  
Beberapa Jenis *Leguminosae***

**Skripsi**

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

**Oleh :**

**S.NURJAYANTI MULYANTI RAHAYU  
08061003006**

**Indralaya, Mei 2011**

**Pembimbing Pembantu**



**Dra. Fatma, M.S**

**NIP. 196207131991022001**

**Pembimbing Utama**



**Drs. Bambang Yudono, M.Sc**

**NIP. 196102071989031004**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Kimia**



**Dra. Fatma, M.S**

**NIP. 196207131991022001**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi (*Sludge*) dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Beberapa Jenis *Leguminoceae*

Nama Mahasiswa : S.Nurjayanti Mulyanti Rahayu  
NIM : 08061003006  
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 6 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 :

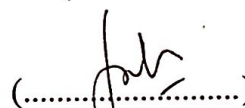
2. Dra. Fatma, M.S.

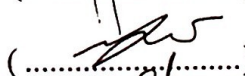
3. Nova Yuliasari, S.Si., M.Si.

4. Herlina, M.Kes, A.pt.

5. Fahma Riyanti, S.Si., M.Si.

  
(.....)

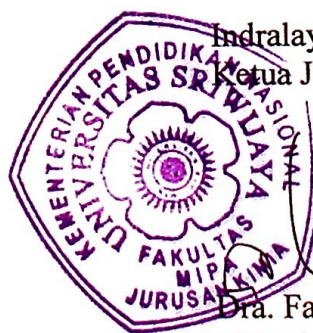
  
(.....)

  
(.....)

  
(.....)

  
(.....)

Indralaya, Mei 2011  
Ketua Jurusan Kimia,



Dra. Fatma, M.S.  
NIP.196207131991022001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : S.Nurjayanti Mulyanti Rahayu  
NIM : 08061003006  
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 keserjanaan 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,

S.Nurjayanti Mulyanti Rahayu  
NIM.08061003006

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama mahasiswa : S.Nurjayanti Mulyanti Rahayu  
NIM : 08061003006  
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 (*Sludge*) dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Beberapa Jenis *Leguminosae* ” 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,

S.Nurjayanti Mulyanti Rahayu  
NIM.08061003006

**Assalamu'alaikum Wr.Wb**

*Jangan katakan "Sabar itu ada batasnya"*

*jika kita ingin bersama Allah.*

*Sebab, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.*

**(Qs.Albaqarah: 153)**

*Allah bersama-sama orang yang sabar, menguatkan, memantapkan, meneguhkan, mengawasi, dan menghibur mereka. Allah sebagai tempat bergantung, sehingga kita akan terlepas dari keputus-asaan saat menjalani perjuangan.*

*Jalan untuk belajar melakukan sesuatu adalah dengan melakukannya. Jalan untuk belajar tentang suatu usaha adalah dengan bekerja di sana. Kesuksesan mengajarkan bagaimana caranya agar berhasil. Mulailah dengan determinasi untuk sukses dan pekerjaan sudah terselesaikan setengahnya.*

*Kerja keras bukan untuk sukses tetapi untuk sebuah nilai*

*Strive not to be a success, but rather to be a value*

**Albert Einstein**

**Kupersembahkan Skripsi ini untuk :**

- ♣ **Sang KhaLik Allah Swt**
- ♣ **Panutanku Nabi Muhammad S.A.W**
- ♣ **Bapak dan Mamak tercinta**
- ♣ **Adikku tersayang**
- ♣ **Sahabat-sahabatku**
- ♣ **Almamaterku**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah S.W.T yang telah memberikan berkah, rahmat, dan karunia serta pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi (*Sludge*) Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Beberapa Jenis *Leguminoceae*”.

Penulis menyadari dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya, terutama kepada Bapak Drs. Bambang Yudono, M.Sc selaku pembimbing utama dan Ibu Dra. Fatma, M.S., selaku pembimbing pembantu, atas bimbingan, masukan dan arahnya. Penulis juga ingin menyampaikn rasa terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Fatma, M.S., selaku Ketua Jurusan Kimia.
2. Ibu Widya Purwaningrum, selaku Kepala Laboratorium Kimia Analisa dan Instrumental Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si., terimakasih atas bantuan dan supportnya.
4. Ibu-ibu analis yang telah membantu kami dalam mengerjakan analisa sampelnya.
5. Seluruh Staf Dosen Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Terutama dengan rasa hormat, kasih sayang dan terima kasih yang tak terhingga untuk kedua orang tuaku Bpk.Slamet dan Ibu Misni tercinta atas dukungan dan doanya untuk keberhasilanku.



7. Adikku dona, keponakan-keponakanku tersayang (aisyah, gilang, fariz, riska, gita, valen, dan aqsa), serta maz beib buat kesabaran, dukungan dan semangatnya.
8. Sahabat-sahabatku yang juga teman seperjuangan TA-ku (aisyah, rahma, mulyani, maulin “mami”, dan uci) serta melyza. Terima kasih atas bantuan, doa, dorongan, serta semangat kalian terhadapku. Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari kalian semua.
9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2006, madon (teman seperjuangan dari 12), wahid dan deni (dalam bantuan mencangkul tanah), hardi, Fahri, S.Si (cin...i’m done), fitra ”opunk”, vellan, ridho, rizal (atas pinjaman motornya).
10. Rombongan anak TA “arang” yang hitam-hitam (elis, sutri, vebri dan yuni), “bakteri” (uci, “nyak”, wahid dan randy), “membran” (meysa, novi amel n yuyun), veta, ade, ike, leni, siska, fitri aritonang, nurhana, doan, rokend ”babe”, anak-anak “medan”, sumirah (08).
11. Keluarga (alm)Pak Sodik atas bantuannya selama ini.
12. Last,,seluruh teman-teman angkatan 2006 yang tak bisa disebutkan satu persatu, kakak tingkat 2005 dan 2004, adik-adik tingkat, dan terima kasih atas dukungannya.

Inderalaya, Mei 2011

Penulis

**Kinetics of Degradation Petroleum Contaminated Soil  
(Sludge) With Phytoremediation Method Using  
*Leguminosae* Plants**

By

**S.NURJAYANTI MULYANTI RAHAYU  
08061003006**

**ABSTRACT**

It had been researched about kinetics of degradation petroleum contaminated soil (sludge) with phytoremediation method using *leguminosae* plants. The initial concentration of Totalizing Petroleum Hydrocarbon (TPH) sludge is 88.88%. Contaminated soil by petroleum in concentration condition were 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 as medium for phytoremediation. The medium were planted with turi (*Sesbania grandiflora*), petai cina (*Leucaena glauca*), putri malu (*Mimosa pigra*), and lamtoro gung (*Leucaena leuchepala*). Phytoremediation process had been done during 12 weeks and the sampling were taken every 2 weeks, the measured is Totalizing Petroleum Hydrocarbon (TPH). The kinetics data were analyzed by using differential and integral methods. The reaction degradation and reaction rate constants were 1.2976; 0.9223; 0.9602; 1.0051 and  $0.0220\%^{-0.2976}\text{weeks}^{-1}$ ,  $0.0078\%^{0.0777}\text{weeks}^{-1}$ ,  $0.0420\%^{0.0398}\text{weeks}^{-1}$ , and  $0.0126\%^{-0.0051}\text{weeks}^{-1}$  respectively. Increased biomass were 112.90 gr, 41.25 gr, 22.70 gr, and 27.70 gr respectively. Identify using GC-MS for turi (*Sesbania grandiflora*), showed no more carbon chain C<sub>15</sub>-C<sub>21</sub> and carbon chain > C<sub>22</sub> realized decrease 36 peak.

**Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi (*Sludge*)  
Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan  
Beberapa Jenis *Leguminoceae***

Oleh

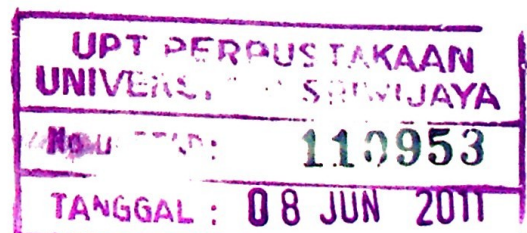
**S.NURJAYANTI MULYANTI RAHAYU  
08061003006**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang kinetika degradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dengan metode fitoremediasi menggunakan beberapa jenis *leguminoceae*. Konsentrasi awal Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) limbah minyak bumi sebesar 88,88%. Tanah terkontaminasi dikondisikan pada konsentrasi 2,5%; 5,0%; 7,5%; 10,0%; 12,5%; dan 15,0% dengan menambahkan tanah segar, serbuk gergaji, dan nutrient dengan rasio N/P/K sebesar 10 : 1 : 0,1. Fitoremediasi dilakukan selama 12 minggu dan setiap 2 minggu pada konsentrasi 7,5% dilakukan sampling dengan parameter Total Petroleum Hidrokarbon (TPH). Setelah 12 minggu media yang telah ditanami turi (*Sesbania grandiflora*), petai cina (*Leucaena glauca*), putri malu (*Mimosa pigra*), dan lamtoro gung (*Leucaena leuchepala*) menghasilkan orde reaksi masing-masing sebesar 1,2976; 0,9223; 0,9602; dan 1,0051 dengan metode diferensial. Dengan metode integrasi, diperoleh konstanta degradasi masing-masing sebesar  $0,0220\%^{-0,2976}$  minggu<sup>-1</sup>,  $0,0078\%^{0,0777}$  minggu<sup>-1</sup>,  $0,0420\%^{0,0398}$  minggu<sup>-1</sup>, dan  $0,0126\%^{-0,0051}$  minggu<sup>-1</sup>. Pertambahan biomassa setelah 12 minggu sebesar 112,90 gr, 41,25 gr, 22,70 gr, dan 27,70 gr. Identifikasi pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi yang ditanami turi (*Sesbania grandiflora*) menggunakan GC-MS, menunjukkan tidak lagi mengandung senyawa rantai C<sub>15</sub>-C<sub>21</sub>, dan rantai karbon > C<sub>22</sub> mengalami penurunan 36 puncak.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Limbah Minyak Bumi.....	5
2.2 Fitoremediasi.....	7
2.3 Degradasi Limbah Minyak Bumi oleh Tumbuhan.....	10
2.4 Taksonomi dan Morfologi <i>Leguminosae</i> .....	16
2.4.1 Turi ( <i>Sesbania grandiflora</i> ).....	17
2.4.2 Petai Cina ( <i>Leucaena glauca</i> ).....	18
2.4.3 Putri Malu ( <i>Mimosa pigra</i> ).....	18
2.4.4 Lamtoro Gung ( <i>Leucaena leucopala</i> ).....	19
2.5 Kinetika Reaksi.....	20
2.5.1 Metode Differensial.....	20
2.5.2 Metode Integral.....	21
2.6 Analisis Residu Limbah Minyak Bumi dengan GC-MS.....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan.....	24
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1 Persiapan Limbah Minyak Bumi ( <i>Sludge</i> ).....	25
3.3.2 Persiapan Tanah Segar.....	25



3.3.3	Persiapan Agen Pengembang ( <i>Bulking Agent</i> ) .....	25
3.3.4	Persiapan Nutrien.....	25
3.3.5	Penanaman dan Adaptasi <i>Leguminoceae</i> .....	26
3.3.6	Persiapan Bioreaktor.....	26
3.4	Variabel Pengamatan.....	26
3.4.1	Pengukuran TPH Sampel.....	26
3.4.2	Pengukuran Jumlah Populasi Bakteri .....	27
3.4.3	Pengukuran Pertambahan Biomassa <i>Leguminoceae</i> .....	27
3.5	Analisis Data dan Analisis Residu.....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dengan Menggunakan Tanaman <i>Leguminoceae</i> .....	29
4.2	Degradasi oleh Aktivitas Bakteri.....	30
4.3	Penentuan Orde Reaksi Limbah Minyak Bumi dengan Metode Differensial .....	31
4.4	Penentuan Konstanta Laju Degradasi Limbah Minyak Bumi dengan Metode Integral .....	33
4.5	Penentuan Pertambahan Biomassa Tanaman <i>Leguminoceae</i> .....	35
4.6	Identifikasi Senyawa Hidrokarbon Menggunakan Analisis GC-MS.....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran .....	42
DAFTAR PUSTAKA .....		43
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....		46
LAMPIRAN .....		47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Degradasi Hidrokarbon Alifatik Jenuh Melalui Oksidasi Terminal.....	12
Gambar 2.	Degradasi Hidrokarbon Alifatik Jenuh Melalui Oksidasi Subterminal.....	12
Gambar 3.	Oksidasi Sikloheksana (contoh hidrokarbon alisiklik).....	13
Gambar 4.	Metabolisme Cincin Aromatik (disederhanakan dengan contoh Benzene) .....	15
Gambar 5.	Metabolisme Poliaromatik (Naftalena).....	16
Gambar 6.	Turi ( <i>Sesbania grandiflora</i> ).....	17
Gambar 7.	Petai cina ( <i>Leucaena glauca</i> ).....	18
Gambar 8.	Putri malu ( <i>Mimosa pigra</i> ) .....	18
Gambar 9.	<i>Lamtoro gung</i> ( <i>Leucaena leuchepala</i> ).....	19
Gambar 10.	Grafik Temperatur Program (Waktu Retensi vs T).....	23
Gambar 11.	Grafik Penentuan Orde ( $\ln r$ vs $\ln C$ ).....	32
Gambar 12.	Grafik Penentuan Konstanta Degradasi (Waktu vs $[C_{7,5\%}]^{n+1}$ ).....	34
Gambar 13.	Perbandingan biomassa <i>Sesbania grandiflora</i> , <i>Leucaena glauca</i> , <i>Mimosa pigra</i> , <i>Leucaena leuchepala</i> dalam waktu 12 minggu .....	35
Gambar 14.	Kromatogram pengukuran GC-MS (a) $T_0$ sebelum fitoremediasi (b) $T_6$ setelah fitoremediasi menggunakan turi ( <i>Sesbania grandiflora</i> ) .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Identifikasi Senyawa Hidrokarbon yang Terdegradasi.....	23
Tabel 2. Penurunan % $\Delta$ TPH selama 12 minggu .....	29
Tabel 3. Analisis kelimpahan relatif senyawa-senyawa hidrokarbon dalam residu limbah minyak bumi.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Konsentrasi Tanah Olahhan .....	48
Lampiran 2.	Data Hasil Sokhlet TPH Awal dan Masing-Masing Konsentrasi Perlakuan .....	49
Lampiran 3.	Pengukuran Bakteri dalam <i>Leguminoceae</i> .....	51
Lampiran 4.	Penentuan Orde Reaksi Degradasi TPH .....	52
Lampiran 5.	Penentuan Konstansta Degradasi TPH dengan Metode Integral .....	54
Lampiran 6.	Penentuan Waktu Degradasi Untuk Mencapai Sebesar TPH <1% .....	59
Lampiran 7.	Pengukuran Pertambahan Biomassa turi ( <i>Sesbania grandiflora</i> ), petai cina ( <i>Leucaena glauca</i> ), putri malu ( <i>Mimosa pigra</i> ), dan lamtoro gung ( <i>Leucaena leuchepala</i> ) .....	60
Lampiran 8.	Data GC-MS untuk T <sub>0</sub> .....	62
Lampiran 9.	Data GC-MS untuk T <sub>6</sub> .....	63
Lampiran 10.	Kondisi Operasional Alat GC-MS .....	64
Lampiran 11.	Dokumentasi Penelitian .....	65
Lampiran 12.	Diagram Analisis Kinetika Kimia .....	67



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan industri dan transportasi banyak menghasilkan limbah sisa minyak bumi yang mencemari tanah dan perairan. Pencemar paling besar adalah dari kegiatan produksi minyak bumi seperti pengeboran, proses produksi, pengangkutan, dan pengilangan minyak (Yani & Akbar, 2004).

*Sludge* merupakan limbah padat yang dihasilkan dalam proses eksplorasi minyak bumi. *Sludge* merupakan campuran yang tersusun atas minyak, padatan dan air yang membentuk sistem koloid stabil, sehingga sangat sulit terpisahkan (Marjaka & Nugraha, 2005). PT. PERTAMINA UBEP LIMAU adalah perusahaan minyak dengan produksi terbesar di region Sumatera hingga 11.387 barel per hari (Nuryanti, 2009). Dari proses produksi minyak yang besar ini menyebabkan banyak pula limbah yang dihasilkan, sehingga diperlukan teknologi yang tepat dalam proses pengolahan limbah yang aman dan ramah terhadap lingkungan.

Proses penanganan limbah yang sudah sering dilakukan yaitu dengan teknik bioremediasi. Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan. Penggunaan mikroorganisme dalam proses degradasi minyak bumi seiring berjalannya waktu dikhawatirkan akan lebih bersifat resisten sehingga akan menurunkan aktivitasnya dalam proses degradasi.

Untuk itu, diperlukan alternatif yang lain yaitu dengan teknik fitoremediasi



dengan memanfaatkan tanaman dalam mempercepat proses degradasi. Dalam penelitian ini, tanaman yang digunakan dari famili polong-polongan (*leguminoceae*) berupa turi (*Sesbania grandiflora*), petai cina (*Leucaena glauca*), putri malu (*Mimosa pigra*), dan lamtoro gung (*Leucaena leuchepala*) karena mempunyai kemampuan bersimbiosis secara mutualistik dengan bakteri *rhizobium sp* yang tumbuh di daerah perakarannya. Menurut Fuskhah dkk (2009) adanya bakteri ini menyebabkan terbentuknya nodul/bintil akar yang mampu memfiksasi nitrogen bebas dari udara sehingga dapat mensuplai kebutuhan tanaman akan unsur nitrogen (N). Hasil simbiosis ini diharapkan mampu meningkatkan produksi biomassa tanaman sehingga dapat mempercepat proses degradasinya, dilihat dari penurunan nilai Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) karena tanaman telah mendapatkan suplai makanan yang cukup.

Pada penelitian ini, data yang diperoleh akan dievaluasi menggunakan persamaan reaksi kinetika kimia degradasi polutan minyak bumi menggunakan pendekatan metode differensial untuk menentukan orde reaksi dan metode integral untuk menentukan konstanta laju reaksi. Yudono *et al.* (2009) mengemukakan informasi kinetika sangat penting karena kinetika memberikan informasi konsentrasi kimia yang masih tertinggal pada setiap waktu dan dapat digunakan untuk memprediksi capaiannya ke depan. Dari pendekatan kinetika dengan metode differensial dan integral tersebut diharapkan akan lebih akurat dalam menentukan orde reaksi dan konstanta laju reaksinya. Salah satu kelebihan dari metode diferensial dibandingkan dengan metode integral bahwa metode ini tidak bergantung pada dugaan dari suatu orde reaksi. Avery (1981) mengemukakan

bahwa kekurangan metode ini adalah sulit untuk menentukan tangen secara tepat. Selanjutnya melalui metode integral, dapat ditentukan lamanya waktu degradasi yang dibutuhkan untuk menurunkan TPH < 1% sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup 128 Tahun 2003. Studi kualitatif akan dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa (GC-MS) dimana akan memberikan gambaran yang lebih rinci tentang fraksi-fraksi senyawa alkana dari limbah minyak bumi yang menurun, meningkat dan menghilang selama proses fitoremediasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian mengenai tanah terkontaminasi limbah minyak bumi yang memanfaatkan bakteri dalam proses degradasinya. Dengan pemanfaatan bakteri ini, dikhawatirkan lama kelamaan bakteri ini akan bersifat resisten dan aktivitasnya mengalami penurunan seiring berjalannya waktu. Selain itu, ada juga senyawa-senyawa dalam limbah minyak bumi yang tidak mampu diuraikan oleh bakteri. Untuk itu, diperlukan alternatif lain dalam mendegradasi limbah minyak bumi yang masuk ke dalam tanah salah satunya dengan teknik fitoremediasi.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan degradasi tanaman *leguminoceae* (*Sesbania grandiflora*, *Leucaena glauca*, *Mimosa pigra*, dan *Leucaena leuchepala*) untuk menurunkan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) dalam tanah

terkontaminasi limbah minyak bumi.

2. Menentukan orde reaksi, konstanta reaksi, dan lamanya waktu degradasi yang diperlukan hingga residu pengolahan limbah minyak bumi mencapai TPH di bawah 1% menggunakan tanaman *leguminoceae*.
3. Menentukan pertambahan biomassa tanaman *leguminoceae* pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi.
4. Menganalisis senyawa hidrokarbon yang terdegradasi pada tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dengan menggunakan GC-MS.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu model proses fitoremediasi limbah minyak bumi yang lebih efisien dan efektif dengan sinergi terhadap tanaman, memberikan solusi pengolahan limbah minyak bumi yang bersifat lebih alamiah dan ramah lingkungan serta dapat diaplikasikan pada pengolahan tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dalam skala yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Introduction To Soil Microbiology*. 2<sup>nd</sup> edn. John Willey and Sons. Toronto. xi+467 p.
- Alexander, M. 1999. *Biodegradation and Bioremediation*, 2<sup>nd</sup> edn. Academic Press. London.
- Avery, H.E. 1981. *Basic Reaction Kinetics and Mechanism*. Second edition, John Wiley and Sons Inc., London.
- Arif, S. 2008. *Klasifikasi Tumbuhan*. Herbarium Bandungense Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati.
- Atlas, R.M. & Bartha, R. 1987. *Microbial Ecology : Fundamentals and Application* . 2<sup>nd</sup> Ed. The Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc., Menlo Park.
- Atlas, R.M. & Bartha, R. 1997. *Microbial Ecology : Fundamentals and Application* . 4<sup>th</sup> Ed. The Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc. Redwood City. California.
- Capone , D.G. & Bauer, J.E. 1992. *Microbial Processes in Coastal Pollution*. In : Mitchell, R. (Ed.). *Environmental Microbiology*, pp 191-238. John Wiley & Sons, Inc., Publication, New York. Dhyana. 2008. *Herbarium Bandungense Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati*. Bandung.
- Doerffer, J. W. 1992. *Oil Spill Response in the Marine Environment*. Pergamon Press. Tokyo.
- Fuskah, E., Soetrisno, R.D., Budhi, S.P.S., & Maas, A. 2009. *Pertumbuhan dan Produksi Leguminosa Pakan Hasil Asosiasi dengan Rhizobium pada Media Tanam Salin*. Semarang.
- Greene, E. A., Kay, J. G., Jaber, K., Stehmeier, G., & Voordouw, G. 2000. *Composition of Soil Microbial Communities Enriched on a Mixture of Aromatics Hydrocarbons*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(12), 5282-5289.
- Harahap, R.E. 2003. *Fitoremediasi Upaya Mengolah Air Limbah dengan Media Tanaman*. Direktorat Perkotaan dan Perdesaan Wilayah Barat Ditjen Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.



- Hidayati, N., Syarif, F., & Juhaeti, T. 2005. *Potensi *Centrocema pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Micania cordata* dalam Membersihkan Logam Kontaminan pada Limbah Penambangan Emas*. Bogor.
- Hindersah, R. & Simamarta, T. 2004. *Artikel Ulas Balik Potensi Rizobakteri Azetobakter dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah*. Bandung.
- Laidler, K.J. & Meiser, J.H. 1992. *Physical Chemistry*, 3<sup>rd</sup> Ed. Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc. California.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta: 218 hlm.
- Juhaeti, T., Syarif, F., & Hidayati, N. 2004. *Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas*. Bogor.
- Keputusan Menteri 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. 32 hlm.
- 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.
- Lin, X., Li, X., Li, P, Li, F., Zhang , L., & Zhou, Q. 2008. *Evaluation of Plant-Microorganism Synergy for the Remediation of Diesel Fuel Contaminated Soil*. *Bulletin of Enviromental Contamination and Toxicology*, 81(1), 19-24.
- Marjaka, W. & Nugraha, H. 2005. *Pemanfaatan Sludge Minyak pada Industri Migas Indonesia. Asisten Deputi Urusan Pertambangan, Energi dan Migas. Deputi Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan Sumber Instituis. Kementerian Lingkungan Hidup Jakarta*.
- Marsaoli, M. 2004. *Kandungan Bahan Organik, N-Alkana, Aromatik dan Total Hidrokarbon dalam Sedimen di Perairan Raha Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara*. Ternate.
- Merkl, N.,Kraft R.S., & Invante, C. 2005. *Assessment of Tropical Grasses and Legumes for Phytoremediation of Petroleum-Contaminated Soils*. Venezuela 1-5.
- Nugroho, Astri. 2006. *Biodegradasi Sludge Minyak Bumi Dalam Skala Mikroskosmos. Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment*. Jakarta.

- Nuryati, Dewi, Tita. 1995. Degradasi Limbah Minyak Bumi di Perairan Payau Cilacap oleh Isolat Bakteri Setempat. *Laporan Penelitian OPB*. TITB. Bandung.
- Nuryanti, I. 2009. *Pengaruh Waktu Aplikasi dan Asosiasi Beberapa Agen Bioremediasi terhadap Penurunan Nilai TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) Limbah Minyak Bumi PT.PERTAMINA EP LIMAU SUMSEL*. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya.(tidak dipublikasikan). 58 hlm.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta: xii+286 hlm.
- Sumastri. 2005. Bioremediasi Lumpur Minyak Bumi secara Pengomposan Menggunakan Kultur Bakteri Hasil Seleksi. *Jurnal PPPPTK IPA*. Bandung
- Udiharto. 1992. Aktivitas Mikroba Dalam Mendegradasi Minyak. *Proceeding Diskusi Ilmiah VII Hasil Penelitian Lemigas*. Jakarta.
- Wenzel, W.W. 2007. *Rhizosphere Processes and Management in Plant-Assisted Bioremediation (Phytoremediation) of Soils*. Review Article Springer Science. DOI 10.1007/s11104-008-9686-1.
- Yani, M. & Akbar, Y. 2004. *Proses Biodegradasi Minyak Diesel oleh Campuran Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon*. Kampus IPB. Bogor.
- Yudono, B. 1994. *An Investigation into The Premature Cracking Asphaltic Pavements in Hot and Climate*. Thesis School of Chemistry, University of Bristol.
- Yudono, B., Said, M., Pol, Hatsage., & 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.