

**KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI  
LIMBAH MINYAK BUMI DENGAN PROSES BIOREMEDIASI  
MENGUNAKAN SINERGI ANTARA BAKTERI  
KONSORSIUM, RUMPUT, dan LEGUM**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**RAHMAH**

**08061003031**



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

**2011**



S  
541.394  
Rah  
e  
e-10950  
2011

R. 21766 / 22230



**KINETIKA DEGRADASI TANAH TERKONTAMINASI  
LIMBAH MINYAK BUMI DENGAN PROSES BIOREMEDIASI  
MENGUNAKAN SINERGI ANTARA BAKTERI  
KONSORSIUM, RUMPUT, dan LEGUM**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**RAHMAH**

**08061003031**



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

**2011**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dengan  
Proses Bioremediasi Menggunakan Sinergi Antara Bakteri Konsorsium,  
Rumput, dan Legum**

**SKRIPSI**

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

**Oleh ;**

**RAHMAH**

**08061003031**

**Indralaya, Maret 2011**

**Pembimbing Pembantu**



**Zainal Fanani, M.Si**

**NIP. 196708211995121001**

**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 dengan Proses Bioremediasi Menggunakan Sinergi Antara Bakteri Konsorsium, Rumput, dan Legum

Nama Mahasiswa : Rahmah

NIM : 08061003031


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, M.Si.



(.....)

3. Drs. Almunadi T Panagan, M.Si.



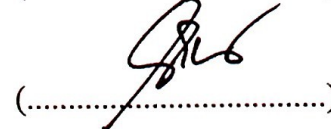
(.....)

4. Dr. Suheryanto, M.Si.



(.....)

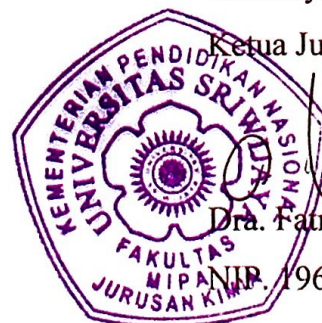
5. Addy Rachmat, M.Si.



(.....)

Indralaya, Mei 2011

Ketua Jurusan Kimia,



Dra. Fatma, M.S.

NIP. 196207131991022001



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Rahmah  
Nim : 08061003031  
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.

Indralaya, Mei 2011.  
Penulis,

Rahmah  
NIM. 08061003031

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Rahmah  
NIM : 08061003031  
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 dengan Proses Bioremediasi Menggunakan Sinergi Antara Bakteri Konsorsium, Rumput, dan Legum".

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.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Mei 2011

Yang menyatakan,

Rahmah  
NIM. 08061003031



Assalamu'alaikum Wr.Wb

*Kupersembahkan Skripsi ini untuk*

- ♥ *Sang KhaLik Allah Swt*
- ♥ *Panutanku Nabi Muhammad S.A.W*
- ♥ *Abah dan Ibu tercinta*
- ♥ *Kakak-kakak dan Keponakanku tersayang*
- ♥ *Almamaterku*

“Bacalah, dengan nama Tuhanmu Yang Menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal tanah. Bacalah, dan Tuhanmu lah Yang Maha Pemurah. Yang mengajarkan dengan kalam. Dia mengajarkan manusia suatu yang tidak diketahui.”

QS. Al – Alaq : 1-4

*Setiap orang dapat mencapai kejayaan dalam hal apa saja, asalkan ia sangat menyukai pekerjaan yang dilakukan*

*journey to reaching a target do not be easy forever...  
there will be a lot of intersection making us have to take choice.*

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan,. Maka apabila kamu telah selesai (urusan) , maka kerjakan urusan lain. Dan hanya kepada Tuhanmu lah kamu berharap.”

(Qs. Alam Nasyrah : 6-8)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, 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 dengan Proses Bioremediasi Menggunakan Sinergi antara Bakteri Konsorsium, Rumput dan Legum”**.

Penulis menyadari dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya, terutama kepada Bapak Drs. Bambang Yudono, M.Sc selaku pembimbing pertama dan Bapak Zainal Fanani, M.Si selaku pembimbing kedua, atas bimbingan, masukan dan arahnya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bpk. M. Irfan, M.T
2. Ibu Dra. Fatma, M.S., selaku Ketua Jurusan Kimia
3. Ibu Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si., terimakasih atas bantuan bakteri
4. Ibu-ibu analis yang telah membantu kami mengerjakan analisis 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 Bapak Saubari Rasyid dan Ibu Zaitun atas dukungan dan doanya untuk keberhasilanku



7. Kakak-kakakku dan keponakan-keponakanku tersayang, “Viky dan Nay”,kalian menjadi penghibur disaat cek kelelahan
8. Sahabat-sahabatku yang juga merangkap teman seperjuangan Tugas Akhir ku (Aisyah, Nur, Mulyani, Maulin, & Uci) serta Melyza. Thank’s so much for everything guys and you make my life so colourful
9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2006, Madon dan Deni (yang sudah membantu dalam persiapan tanah), Hardi, Fitra”opunk”, Vellan, da’ Ridho, Rizal (atas pinjaman motornya).
10. Rombongan anak Tugas Akhir “bakteri” (Uci, Liana“nyak”, Wahid & Randy), anak-anak “membrane” (Fitri meysa, Novi, AmeL & Yuyun), Veta dkk (untuk tumpangan kost-an nya kalo kami menginap), Sutri dan Vebri.
11. Teman-teman yang sudah terlebih dahulu mencapai kesuksesan, Leni, Fahri”entong”, Nana, Ade, Doan, Agustina, Jojor, Fitri tonang, Tari, iLes & Yuni.
12. Keluarga Pak Sodik (alm), Bu Mida, Uus, Roni dan Nurul terima kasih atas bantuannya selama ini
13. Last,,seluruh teman-teman angkatan 2006 yang tak bisa disebutkan satu persatu, thank’s atas kebersamaannya selama ini.

Inderalaya, Mei 2011

Penulis

# The Kinetic of Degradation Petroleum-Contaminated Soil with the Bioremediation Process Using Synergy of The Consortium Bacteria, Grass, and Legume.

RAHMAH

08061003031

## ABSTRACT

Had been done degradation petroleum-contaminated soil by using synergy between the consortium bacteria, grass *Eleusine indica*, and legume *Sesbania grandiflora*. This research aim to know ability synergy between the bacteria, grass and legume; determining kinetics of degradation and use GC-MS to comprehend fraction of petroleum which degradate. In this research, the contaminated soil was conditioned at concentration 2.5%; 5%; 7.5%; 10%; 12.5% and 15%, by mixing fresh soil, bulking agent and nutrient with comparison 10:1:0,1 and also added petroleum-sludge with initial concentration of TPH is 88,88 %. The bioremediation process was conducted using consortium bacteria inoculation within a week, then the treated soil was planted with grass and legume. The variation time of perception bioremediation for 12 weeks, and the sampling were taken every 2 weeks. The parameter measured is TPH, population of bacteria cell, growth of grass and legume. The kinetics data were analyzed by differential and integral method. result degradation of petroleum-sludge known by comparing chromatogram before and after bioremediation process using GC-MS. Research of synergy between the consortium bacteria, grass and legume showed that order react and degradation rate constant are 0,7 and 0,087 %<sup>0,2666</sup>/week. The chromatogram GC-MS showed that hydrocarbon compound are consist of C<sub>15</sub>-C<sub>17</sub>, C<sub>18</sub>- C<sub>21</sub> and C<sub>22</sub>. After 12 weeks bioremediation process, the residual hydrocarbon compound are dominated by hydrocarbon compound with carbon chain > C<sub>22</sub>.

Keyword : bioremediation process, contaminated soil, kinetic.



# Kinetika Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi dengan Proses Bioremediasi Menggunakan Sinergi Antara Bakteri Konsorsium, Rumput, dan Legum

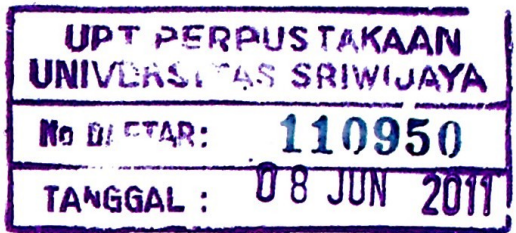
RAHMAH

08061003031

## ABSTRAK

Telah dilakukan degradasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi dengan menggunakan sinergi antara bakteri konsorsium, rumput *Eleusine indica*, dan legum *Sesbania grandiflora*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sinergi antara bakteri, rumput dan legum; menentukan kinetika degradasi dan penggunaan GC-MS untuk memahami fraksi limbah minyak bumi yang terdegradasi. Penelitian diawali dengan pembuatan tanah terkontaminasi dengan memvariasi antara tanah segar (2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5% dan 15%), serbuk gergaji, dan nutrisi dengan perbandingan 10:1:0,1 serta pengenceran TPH awal limbah minyak bumi yang semula konsentrasinya 88,88 %. Proses bioremediasi diawali dengan inokulasi bakteri selama satu minggu, selanjutnya tanah ditanami dengan rumput dan legum. Variasi waktu pengamatan bioremediasi setiap 2 minggu dalam rentang waktu 12 minggu. Parameter yang diukur selama rentang waktu tersebut adalah TPH, jumlah sel bakteri, pertumbuhan rumput dan legum. Kinetika degradasi ditentukan dengan cara metode diferensial dan integral. Hasil degradasi limbah minyak bumi diketahui dengan membandingkan kromatogram sebelum dan setelah proses bioremediasi menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sinergi antara bakteri konsorsium, rumput dan legum diperoleh orde reaksi dan konstanta degradasi berturut-turut adalah 0,7 dan  $0,087 \%^{0,2666}/\text{minggu}$ . Data kromatogram GC-MS menunjukkan bahwa senyawa hidrokarbon awal terdiri dari  $C_{15}$ - $C_{17}$ ,  $C_{18}$ - $C_{21}$  dan  $C_{22}$ . Setelah 12 minggu proses bioremediasi, senyawa hidrokarbon sisa didominasi oleh senyawa hidrokarbon dengan rantai karbon  $> C_{22}$ .

Kata kunci : proses bioremediasi, tanah terkontaminasi, kinetika



## DAFTAR ISI

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
ABSTRACT .....	ix
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	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 Minyak Bumi.....	5
2.2 Limbah Minyak Bumi dan Komponen Penyusunnya .....	6
2.2.1 Alkana .....	7
2.2.2 Naftalena .....	7
2.2.3 Aromatik.....	8
2.2.4 Alkena .....	8
2.3 Bakteri Pendegradasi Limbah Minyak Bumi .....	8
2.4 Degradasi Senyawa Hidrokarbon oleh Bakteri .....	11
2.5 Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi....	15

2.6	Morfologi dan Taksonomi Turi ( <i>Sesbania Grandiflora</i> ) .....	19
2.7	Morfologi dan Taksonomi <i>Eleusine indica</i> .....	21
2.8	Metode Penentuan Orde Reaksi dengan Pendekatan Kinetika Kimia.....	23
2.9	Analisa residu dengan Kromatografi dan Temperatur Program .....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		29
3.1	Waktu dan tempat.....	29
3.2	Alat dan Bahan .....	29
3.3	Cara kerja .....	30
3.3.1	Pengukuran TPH Sampel .....	30
3.3.2	Persiapan Tanah Segar .....	30
3.3.3	Persiapan Serbuk Kayu ( <i>Bulking Agent</i> ).....	31
3.3.4	Persiapan Nutrien .....	31
3.3.5	Persiapan Bioreaktor .....	31
3.3.6	Pengukuran TPH Awal Sebelum Penambahan Bakteri .....	31
3.4	Persiapan Bakteri.....	32
3.5	Adaptasi <i>Leguminoceae</i> .....	32
3.6	Inokulasi bakteri dan Tanaman Rumput dan Legum Turi ke Bioreaktor.....	32
3.7	Variabel Pengamatan.....	33
3.8	Analisa Sampel dan Analisa Data .....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Sinergi antara Bakteri Konsorsium, Rumput <i>Eleusine indica</i> dan Legum <i>Sesbania grandiflora</i> .....	35
4.2	Penentuan Orde Reaksi Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi.....	38
4.3	Penentuan Konstanta Laju Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi.....	39
4.4	Pertumbuhan Tanaman.....	40
4.5	Analisa Senyawa Hidrokarbon yang Terdegradasi dengan GC-MS .....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		46

5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	47
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	51
LAMPIRAN .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Skema Degradasi Hidrokarbon Alifatik Jenuh melalui Oksidasi Terminal .....	12
Gambar 2	Skema Degradasi Hidrokarbon Alifatik Jenuh melalui Oksidasi Subterminal .....	13
Gambar 3	Metabolisme cincin aromatik (disederhanakan dengan contoh Benzene).....	14
Gambar 4	Metabolisme Poliaromatik (Naftalena) .....	14
Gambar 5	Grafik $\ln r$ dan $\ln [C]$ .....	24
Gambar 6	Grafik Metode Integral.....	25
Gambar 7	Grafik Hubungan antara $R_T$ , Temperatur Program dan Kisaran Senyawa Hidrokarbon.....	28
Gambar 8	Grafik Penurunan TPH untuk variasi Konsentrasi Tanah Olahan dan untuk Variasi Waktu pada Tanah Olahan 7,5% .....	36
Gambar 9	Grafik untuk Menentukan Order Reaksi Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi dengan Metode Diferensial .....	39
Gambar 10	Grafik untuk Menentukan Konstanta Degradasi dengan Metode Integral .....	40
Gambar 11	Grafik Pertumbuhan Tanaman Rumput dan Legum Turi .....	41
Gambar 12	Kromatogram Hasil GC-MS pada Tanah Olahan 7,5% untuk $T_0$ dan untuk $T_6$ .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Kisaran temperatur dan Senyawa-Senyawa Alkana.....	28
Tabel 2	Persentase Kelimpahan Relatif Senyawa Hidrokarbon.....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan Berat <i>Sludge</i> , Tanah Segar, Nutrien dan Serbuk Kayu.....	52
Lampiran 2	Data Hasil <i>Soxhlet</i> TPH Awal dan masing-masing Konsentrasi .....	53
Lampiran 3	Data GC-MS untuk $T_0$ .....	55
Lampiran 4	Penurunan konsentrasi TPH sebagai fungsi waktu untuk Tanah Olahan <i>sludge</i> 7,5%.....	57
Lampiran 5	Perhitungan Jumlah Populasi Bakteri .....	57
Lampiran 6	Pengukuran Penurunan Degradasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi .....	57
Lampiran 7	Data Hasil Perhitungan Metode Integral untuk Konsentrasi Tanah Olahan 7,5% hari ke-0 sampai TPH hari ke-84.....	58
Lampiran 8	Perhitungan Laju Reaksi untuk Menurunkan TPH < 1%.....	59
Lampiran 9	Kondisi Operasional Alat GC-MS .....	60
Lampiran 10	Komposisi Medium Zobell.....	61
Lampiran 11	Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Turi.....	61
Lampiran 12	Pengukuran Pertumbuhan rumput <i>Eleusine indica</i> .....	61
Lampiran 13	Data GC-MS untuk $T_6$ .....	62
Lampiran 14	Diagram Alir Perlakuan Penelitian untuk Penentuan Kinetika Kimia.....	63
Lampiran 15	Dokumentasi Penelitian .....	64

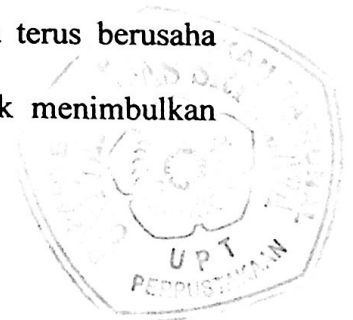
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Buangan minyak bumi dapat terjadi selama proses kegiatan industri perminyakan, mulai dari eksplorasi, eksploitasi, pengolahan sampai pengangkutan minyak bumi maupun produksinya sehingga dapat terjadi pencemaran di lingkungan darat ataupun air (Udiharto, 1992). Oleh sebab itu, lumpur minyak bumi merupakan salah satu produk samping dari limbah cair minyak bumi yang tidak mungkin dihindari oleh setiap perusahaan pertambangan minyak dan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan (Sumastri, 2005). Senyawa-senyawa hidrokarbon di dalam lumpur dapat menembus ke lapisan tanah, dan beresiko menyebabkan kontaminasi tanah dan air di sekitarnya. Selain itu, hidrokarbon ringan dalam lumpur minyak mudah menguap dan dapat menyebabkan polusi udara.

Pada Peraturan Pemerintah no. 85 tahun 1999 dinyatakan bahwa lumpur minyak bumi termasuk limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) hanya diizinkan disimpan paling lama 90 hari sebelum diolah dan perlu pengelolaan secara baik sehingga tidak mencemari lingkungan sekitarnya. Mengingat dampak pencemaran minyak bumi baik dalam konsentrasi rendah maupun tinggi cukup serius, maka manusia terus berusaha untuk mencari teknologi yang paling murah, mudah dan tidak menimbulkan dampak lanjutan.





Lingkungan memiliki kemampuan untuk mendegradasi limbah minyak bumi melalui aktivitas mikroba yang terkandung di dalam tanah tersebut. Secara alami mikroba dapat mendegradasi limbah minyak bumi, tetapi proses tersebut berjalan sangat lambat. Berbagai penelitian dan upaya terus dilakukan guna menemukan cara paling efektif mengatasi masalah tersebut. Salah satu usaha mengatasi akibat pencemaran yang populer yaitu teknologi bioremediasi (Irianto, dkk., 2003).

Bioremediasi adalah proses pemulihan tanah terkontaminasi minyak bumi dengan cara mengurangi polutan di lingkungan dengan menggunakan mikroorganisme pendegradasi minyak bumi. Proses bioremediasi tanah terkontaminasi minyak bumi biasanya bersifat spesifik dan pada tahap akhir proses ini terjadi penurunan aktivitas bakteri yang kekurangan energi dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon yang mempunyai konsentrasi tinggi. Akibatnya, proses bioremediasi menjadi lambat. Untuk membantu berjalannya proses bioremediasi tersebut, dilakukan penelitian yang akan mengkaji sinergi antara bakteri tanah dan tanaman untuk membantu proses degradasi limbah minyak bumi yang dikenal dengan fitoremediasi. Tanaman yang digunakan pada penelitian yaitu dari jenis rumput-rumputan dan kacang-kacangan.

Tanaman rumput dan legum dapat meningkatkan degradasi mikroba dengan menyuplai oksigen di sepanjang area saluran akar dan mengendurkan agregat tanah. Molekul oksigen diperlukan untuk oksidasi substrat yang merupakan langkah awal dalam degradasi hidrokarbon. Selain itu, dengan adanya tanaman rumput dan legum, populasi bakteri dapat dipertahankan.

Fitoremediasi menjadi topik penelitian yang perkembangannya cukup menarik, karena dapat digunakan untuk mengolah tanah yang terkontaminasi senyawa-senyawa organik, anorganik dan radioaktif. Pada tahap akhir penelitian ini, akan dievaluasi nilai orde reaksi dan konstanta degradasi dari hasil penurunan TPH nya dengan menggunakan kombinasi antara metode differensial dan metode integral. Pada metode integral, kinetika reaksi kimia yang digunakan yaitu reaksi orde satu. Untuk mengetahui persentase senyawa hidrokarbon dalam limbah minyak bumi yang terdegradasi dari hasil bioremediasi dengan menggunakan sinergi antara bakteri konsorsium, tanaman turi (*Sesbania grandiflora*) dan rumput (*Eleusine indica*), maka akan diidentifikasi dengan menggunakan data analisis *Gas Chromatography* (GC).

## 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan bakteri tanah pada proses bioremediasi tanah terkontaminasi limbah minyak bumi selama ini kurang berjalan secara efisien karena adanya penurunan aktivitas bakteri yang kekurangan energi dalam mendegradasi senyawa-senyawa yang sulit didegradasi. Oleh sebab itu, dibutuhkan cara lain yaitu fitoremediasi yang menggunakan tanaman rumput dan legum, dimana senyawa lain yang terdapat pada tanaman rumput dan legum yang berupa nitrogen dapat membantu mendegradasi senyawa yang sulit terhadap bakteri menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah untuk didegradasi oleh bakteri. Selain itu, dengan adanya tanaman rumput dan legum, populasi jumlah sel bakteri dapat dipertahankan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kemampuan sinergi antara bakteri konsorsium, legum *Sesbania grandiflora* dan rumput *Eleusine indica* dalam menurunkan nilai Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) tanah terkontaminasi minyak bumi pada proses bioremediasi.
2. Menentukan orde reaksi dan konstanta laju reaksi degradasi hidrokarbon pada tanah terkontaminasi minyak bumi.
3. Mengevaluasi keberhasilan hasil proses degradasi senyawa hidrokarbon dengan analisis menggunakan *Gas Chromatography* (GC).

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan bakteri konsorsium, rumput (*Eleusine indica*) dan legum turi (*Sesbania grandiflora*) dalam mendegradasi hidrokarbon pada tanah terkontaminasi minyak bumi. Selain itu, model sinergi tersebut dapat dimanfaatkan untuk penanganan limbah minyak bumi pada berbagai perusahaan kilang minyak di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

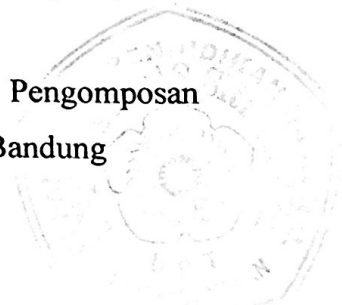
- Aditiawati, P., dkk. 2001. Isolasi Bertahap bakteri Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko. Proceeding : Simposium Nasional IATMI 2001 Hasil Penelitian S2. ITB, Bandung
- Agustina, S. 2009. Degradasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Menggunakan Bakteri Campuran Indigeneous (*Bacillus mycoides*, *Bacillus sphaericus*, *Xanthobacter autotrophicus*) Sungai Lilin Sumatera Selatan. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia FMIPA UNSRI
- Alexander, M. 1999. *Biodegradation and Bioremediation*, 2<sup>nd</sup> edn. Academic Press, London
- Apriyanti, E. 2009. Bioremediasi Tanah terkontaminasi Minyak Bumi Menggunakan Campuran Bakteri Indigeneous (*Bacillus sphaericus*, *Bacillus sphaericus var.rotans*, *Bacillus megaterium*) Sungai Lilin Sumatera Selatan. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia FMIPA UNSRI
- Dhamar, A. 2005. Multi-Proses Remediasi didalam PenangananTumpahan Minyak (*Oil Spill*) di Perairan Laut dan Pesisir. *Artikel Divisi Bioteknologi Lingkungan*. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisirdan Lautan. Institut Pertanian Bogor
- Dogra. S Dogra. 1990. Kimia Fisika dan Soal-soal. Universitas Indonesia (UI. Press). Jakarta
- Eweis, J.B., Ergas, S.J., Chang, D.P.Y. & Schroeder, E.D. 1998. *Bioremediation Principle*. Mcgraw-hill International editions. Civil engineering series. Singapore
- Frick, C.M., R.E. Farrell., & J.J. Germida. 1999. *Assessment of Phytoremediation as an In\_situ technique for cleaning Oil-contaminated Sites*. Petroleum Technology Alliance of Canada. 1-82
- Ghazali, F. Mohamad. 2001. *Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon by Microbial Consortia*. Universiti Putra Malaysia. Kuala Lumpur. Malaysia



- Gunalan. 1996. Penerapan Bioremediasi Pada Pengolahan Limbah dan Pemulihan Lingkungan Tercemar Hidrokarbon Petroleum. *Majalah Sriwijaya*. 32 (1) : 1 – 9
- Hadi, N. 2003. Degradasi Minyak Bumi via “Tangan” Mikroorganisme. Artikel Departemen Biokimia. IPB : <http://www.chem.-is-try.org/>
- Harayama, S.K., 1995. *Biodegradation of Crude Oil*. Program and Abstracts in the First Asia-Pacific Marine Biotechnology Conference. Shimizu, Shizuoka, Japan
- Haris, D.C. 1991. *Quantitative Chemical Analysis*, 3<sup>rd</sup> edition. New York : W.H. Freeman and Company
- Hidayati. N., Syarif. F & Juhaeti. T. 2006. Potensi *Centrocoma pubescence*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Micania cordata* dalam Membersihkan Logam Kontaminan pada Limbah Penambangan Emas. *Jurnal Biodiversitas* Volume 7, No 1 Januari 2006 : 4-6 Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bogor
- Hindersah, R., Simarmata, T. 2004. Potensi Rizobakteri *Azotobacter* dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah. Artikel Ulas Balik *Jurnal Natur Indonesia* 5 (2) 2004: 127-133
- Irianto, D., Oedjiono, Riyanto. A & M.S. Komar. 2003. Bioaugmentasi Benzena Tanah Tercemar Hidrokarbon yang Dibiodegradasi secara in-vitro dengan Menggunakan *Bacillus* sp. Strain U41 dan U44. *Jurnal Biota* vol III (3) Oktober 2003 : 101-106
- Karwati. 2009. Degradasi Hidrokarbon Pada Tanah Tercemar Minyak Bumi Dengan Isolat A10 dan D8. *Jurnal Penelitian Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor*. Bogor
- 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
- Khan, A.G., C. Kuek., Chaudrhry., C.S. Khoo & W.J. Hayes. 2000. *Role of Plant, Mycorrhizae and Phytochelator in Heavy Metal Contaminated Land*

*Remediation. Chemosphere* 41:197 – 207

- Munawar. 1999. Bioremediasi In-Vitro Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi oleh Bakteri Hidrokarbonoklastik. *Jurnal Penelitian Sains*. No. 6 : 44-49
- N. Merkl., Kraft R.S., & Invante, C. 2005. *Assessment of Tropical Grasses and Legumes for Phytoremediation of Petroleum-Contaminated Soils*. Venezuela 1-5
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos. *Jurnal Teknologi* Vol 10 No 2 November 2006 : 82-89 Universitas Trisakti
- Nuryanti, I. 2010. Pengaruh Waktu Aplikasi Beberapa Agen Bioremediasi Terhadap Penurunan Nilai TPH Minyak Bumi. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi FMIPA UNSRI (Tidak dipublikasikan)
- Oh, Y.S., & Bartha, R. 1997. *Construction of a bacterial consortium for the biofiltration of benzene, toluene and xylene emission*. *World journal of Microbiology and Biotechnology*. 13(6) : 627-632
- Rao, S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Edisi Kedua*. UI PRESS. Jakarta : xiii + 351 hal
- Rossiana, N., dkk. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair Dengan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) Dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi dengan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) Bermikoriza. Jurusan Biologi FMIPA-UNPAD. Jatinangor
- Sharpley, J.M. 1996. *Elementary Petroleum Microbiology*. Gulf Publishing Company. Texas
- Situmorang, V.R., 2009. Degradasi Limbah Minyak Bumi oleh *Bacillus Mycooides* dari Pertamina Sungai Lilin Kabupaten Musi Banyuwasin Sumatera Selatan. *Skripsi S-1* Jurusan Kimia FMIPA UNSRI Inderalaya. (Tidak dipublikasikan)
- Sumastri. 2005. Bioremediasi Lumpur Minyak Bumi Secara Pengomposan Menggunakan Kultur Bakteri Hasil Seleksi. PPPPTK IPA. Bandung



- Susanti, J.T., 2009. Kinetika Biodegradasi Tanah Terkontaminsai Minyak BUmi Menggunakan Bakteri Indigenus *Pseudomonas Pseudoalcaligenes* Sungai Lilin Sumatera Selatan. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia FMIPA UNSRI. (Tidak dipublikasikan)
- Sutedjo, M.M., & A.G. Kartasapoetra, 2002. Pengantar Ilmu Tanah. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1985. Morfologi Tumbuhan. Universitas Gadjah Mada. Press : Yogyakarta
- Udiharto. 1992. Aktivitas Mikroorganisme dalam Degradasi Minyak Bumi. Proceedings : Diskusi Ilmiah VIII Hasil Penelitian Lemigas. Lemigas. Jakarta
- Yulianti, R. 2009. Uji Kemampuan Beberapa Jenis Rumput dalam Fitoremediasi Limbah Minyak Bumi PT Pertamina UBEB Limau Sumatera Selatan. Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi FMIPA UNSRI. (Tidak dipublikasikan)
- Yudono, B. 1994. *An Investigation into The Premature Cracking Asphaltic Pavements in Hot and Climate*. Thesis School of Chemistry, University of Bristol