



## **LAPORAN PENELITIAN**

**FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR DENGAN ECENG GONDOK  
(*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) DAN LIMBAH PADAT  
INDUSTRI MINYAK BUMI DENGAN SENGON  
(*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) BERMIKORIZA**

**OLEH :**

**Dr. Nia Rossiana M.S.**

**Dr. Titin Supriatun M.S.**

**Prof. Yayat Dhahiyat Ph.D**

DIBIYAI OLEH DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
SESUAI DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN  
031/SP2H/PP/DP2M/III/2007 tgl 29 Maret 2007

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PADJADJARAN**

**JULI 2007**

**LAPORAN KEMAJUAN KEGIATAN  
PENELITIAN DA TAHUN ANGGARAN 2004**

Kategori : I Tahun Anggaran : 2007  
Universitas : Padjadjaran Ketua Peneliti : Dr. Nia Rossiana M.S.  
Fakultas : MIPA

---

**Keterangan Umum**

1. Judul Penelitian :  
Fitoremediasi limbah cair dengan eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) dan limbah padat industri minyak bumi dengan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) bermikoriza
2. Dibiayai melalui proyek : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional  
Nomor : 031/SP2H/PP/DP2M/III/2007  
Tanggal : 29 Maret 2007
3. Jumlah biaya penelitian : Rp. 40.000.000,- (Empat puluh Rupiah)
4. Jangka waktu penelitian : 8 bulan
5. Personalia peneliti :

No.	Nama	Asal Fakultas	Tugas
1.	Dr. Nia Rossiana, MS	MIPA	Mempersiapkan bahan uji berupa Limbah cair dan limbah padat industri minyak Unit Pertamina VI Balongan. Campuran media : pasir, tanah, kascing, polibag, waskom Mengkomposkannya sampai 3 bulan Mengkondisikan 2 percobaan
2.	Dr. Titin Supriatun. M.S.	MIPA	Mempersiapkan inokulum mikoriza indigenus dimulai dari isolasi dari Tanaman <i>Eupatorium</i> di Arboretum Jurusan Biologi UNPAD. Diperbanyak dalam tanaman jagung dan <i>Eupatorium</i> di rumah kaca. Monitoring pertanaman dan infeksi mikoriza
3.	.Prof. Yayat Dhahiyat Ph.D	Biologi Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan UNPAD	Menjaga agar percobaan medium bioremediasi, mengkondisikan eceng gondok dan analisis bahan uji di

			PPSDAL UNPAD dan PPTM Dep. Energi dan Pertambangan di Bandung. Monitoring dan analisis parameter yang diukur, juga percobaan dalam kondisi kelembaban, pH, dll. yang optimum.
--	--	--	---

6. Lokasi penelitian / Laboratorium :

Laboratorium Biologi Lingkungan dan rumah kaca Jurusan Biologi, FMIPA

Jl. Raya Bandung Sumedang Jatinangor telp/Fax 022-7796412

7. Persiapan yang telah dilakukan :

- a. Membuat surat perijinan pengambilan bahan uji dari Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran ke Bagian Lingkungan Keselamatan Kesehatan Kerja (LK3)
- b. Mendapat surat ijin persetujuan pengambilan bahan uji
- c. Mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan Biologi dan Bagian Rumah Kaca untuk melakukan penelitian
- d. Mempersiapkan bahan untuk media : Limbah cair dan padat berupa lumpur minyak bumi dari Unit Pertamina VI Balongan Indramayu sebanyak 6 jerigen, pasir, tanah, kascing sebagai sumber mikroorganisme.
- e. Menganalisis karakteristik kimialimbah bahan uji di Pusat Penelitian Sumber Daya Alam UNPAD
- f. Mengkomposkan limbah padat dengan konsentrasi 25%- 30%- 35% dan 40% dengan campuran pasir, kascing, tanah arboretum sampai saat ini sudah 45 hari dari yang direncanakan 3 bulan
- g. Membuat inokulum dari mikoriza indigenus diperbanyak pada tanaman Eupatorium dan jagung
- h. Benih sengon dikedambahkan dan tanaman saat ini berumur 25 hari akan diinokulasi mikoriza
- i. Memeriksa derajat infeksi mikoriza
- j. Membuat percobaan fitoremediasi limbah cair minyak dimulai dari konsentrasi 100 % - 75% -50% 25% dalam 24 jam tanaman eceng gondok mengalami kematian burning
- k. Konsentrasi limbah cair diturunkan 15% -10% -7,5 % dan 5%

8. Rencana kerja selanjutnya

1. Akan Dicoba pada 4 konsentrasi terakhir, analisis pH, temperatur, Turbiditas, COD, BOD untuk analisis limbah cair sampai 3 bulan kedepan
2. Untuk Limbah padat akan dianalisis karakteristik limbah padat dan parameter lain yang diukur setiap bulan sampai 18 bulan kedepan
3. Membuat persemaian sengon bermikoriza dan ditanam pada nedium sampai 18 bulan kedepan disertai monitoring setiap triwulan

Bandung 25 Juli 2007

Mengetahui,

Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Padjadjaran

Ketua Peneliti,

Prof. Dr. Johan S. Masjhur, dr,Sp.PD-KE,Sp.KN      Dr.Nia Rossiana Dhahiyat, MS

NIP. 130.256.894

NIP. 132.207 290

### **Identitas Penelitian**

#### **1. Judul Usulan :**

Fitoremediasi limbah cair dengan eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) dan limbah padat industri minyak bumi dengan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) bermikoriza

**2. Ketua Peneliti** : Dr. Nia Rossiana Dhahiyat M.S.

Bidang keahlian : Bioremediasi

Jabatan fungsional : Lektor  
 Unit kerja : Laboratorium Biologi Lingkungan Jurusan Biologi FMIPA UNPAD  
 Alamat surat : Jl Raya Bandung Sumedang Jatinangor 45363  
 Telpon/Faks : 022-7796412// 022-7796412  
 Alamat E-mail : szrdhahi@melsa.net.id

**3. Tim Peneliti :**

No	Nama dan Bidang Keahlian	Gelar Kesarjanaa (S0,S1,S2,S3)	Tugas dalam Penelitian	Pria/ Wanita Alokasi Waktu	Unit Kerja Lembaga
1..	Nia Rossiana Dhahiyat Mikrobiologi dan Toksikologi Lingkungan	Doktor S-3 UNPAD	Desain penelitian, analisis mikroba dan toksikan	Wanita 30 jam	Lab. Mikrobiologi dan Biologi Lingkungan Jurusan Biologi FMIPA UNPAD
2	Titin Supriatun Mikoriza dan Struktur Tumbuhan	Doktor S-3 UNPAD	Pemantauan pertumbuhan tanaman dan kompatibilitas mikoriza	Wanita 15 jam	Lab.Struktur Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA UNPAD
3.	Yayat Dhahiyat Ekotoksikologi perairan	Doktor Reading UK	Analisis kualitas perairan, tanaman air dan limbah bahan berbahaya dan beracun	Pria 15 jam	Lab. Biologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPAD

**4. Obyek penelitian :** Limbah industri minyak bumi (*Oil sludge*) yang berupa cairan dan padatan merupakan obyek dalam penelitian ini, limbah tersebut merupakan limbah bahan beracun dan berbahaya (B3). Detoksifikasi dan degradasi limbah tersebut dapat dilakukan secara biologis yang aman dan ramah lingkungan dengan menggunakan 3 jenis bakteri dan tumbuhan yang dikenal dengan **Fitoremediasi**. Penggunaan eceng gondok untuk limbah cair dan sengon bermikoriza untuk pengolahan dan penurunan zat organik dalam

limbah padat diharapkan dapat menunjang pengelolaan limbah secara terpadu dan berkelanjutan di lingkungan industri minyak pada khususnya dan umumnya bagi seluruh perindustrian.

**5. Masa pelaksanaan penelitian :**

Mulai tahun 2007 dan berakhir tahun 2009

**6. Anggaran yang diusulkan :**

Anggaran tahun pertama Rp. 350.000.000,-

Anggaran keseluruhan Rp. 671.400.000,-

**7. Lokasi penelitian :**

Area pengolahan limbah cair dan padat (*Laydown area*) unit Pertamina VI  
Balongan Indramayu

**8. Hasil yang ditargetkan :** Hasil penelitian fitoremediasi dapat diaplikasikan pada unit pengolahan

limbah cair maupun padat milik perusahaan nasional maupun swasta dengan teknologi perlindungan yang ramah lingkungan. Penggunaan tanaman seperti eceng gondok biomasnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan tangan sedangkan sengon yang bersifat *fast growing trees* kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan

**9. Instansi yang terlibat :** Pertamina unit VI Balongan Indramayu

## II. SUBYEK PENELITIAN

### ABSTRAK

Penelitian ini merupakan aplikasi diberlakukannya Peraturan Pemerintah No 19 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3). Menurut peraturan tersebut limbah lumpur minyak bumi dikategorikan sebagai limbah B3 dengan kegiatan 2320. Limbah industri dapat didaurulang (*recycle*), didaurguna (*reuse*) dan *recovery*. 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 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003). Limbah minyak bumi terdiri dari senyawa hidrokarbon yang merupakan polialifatik hidrokarbon seperti alkana (n-normal, iso dan siklo) dan poliaromatik hidrokarbon (PAH) seperti naftaeno, benzena, naftalena, benzo(a)pirena, air, unsur logam (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, Ni, Cu) serta non hidrokarbon seperti senyawa nitrogen, sulfur, oksigen dan aspal (Connell & Miller, 1995).

Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan, mikroorganismen untuk meminimalisasi dan mendetoksifikasi polutan, karena tanaman mempunyai kemampuan menyerap logam dan mineral yang tinggi atau sebagai *fitoakumulator* dan *fitochelator*. Konsep pemanfaatan tumbuhan dan mikroorganismen untuk meremediasi tanah yang terkontaminasi polutan adalah pengembangan terbaru dalam teknik pengolahan limbah. Fitoremediasi dapat diaplikasikan pada limbah organik maupun anorganik dalam bentuk padat, cair, dan gas (Salt *et al.*, 1998).

*Eichhornia crassipes* (Mart). Solms merupakan tumbuhan air yang dapat menyerap hara dan logam berat dalam jumlah yang cukup signifikan. Zat hara yang terserap oleh akar tanaman akan ditranslokasikan di dalam tubuh tanaman. Hasil penelitian yang telah dilakukan di bak percobaan menunjukkan bahwa penggunaan eceng gondok dengan penutupan 50% dari luas area percobaan pengolahan limbah cair tahu dapat menurunkan residu tersuspensi 75,74 – 85,5 % dan COD 55,52 – 76,83 % (Dhahiyat, 1990)

Tanaman sengon merupakan tanaman Leguminosae, sering digunakan sebagai tanaman untuk reboisasi karena bersifat *fast growing trees*. Selain mempunyai dua nama latin yakni *Albizia falcataria* (L) Forberg dan *Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen, sengon mempunyai nama daerah yang bermacam-macam. Hal ini dapat dilihat dengan adanya program pemerintah berupa proyek “Sengonisasi” bagi daerah-daerah kritis yang rawan bencana erosi (National Academy of Sciences, 1979). Manfaat penting dari penggunaan mikoriza adalah asosiasi jamur dan tanaman berkemampuan sebagai biofertilizer, mendetoksifikasi dan mendegradasi senyawa yang sukar diuraikan dalam tanah.

Hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium, rumah kaca dan terakhir dalam skala lapang selama 6 bulan menunjukkan bahwa fitoremediasi limbah lumpur minyak konsentrasi 20% dengan tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) bermikoriza yang mediumnya diinokulasi bakteri *Pseudomonas mallei*, *Bacillus alvei* dan *Pseudomonas sphaericus* potensial untuk dikembangkan. Tanaman sengon mengalami pertumbuhan baik selama fitoremediasi. Hasil analisis setelah fitoremediasi menunjukkan bahwa terjadi penurunan kandungan minyak sampai 51,23% dan kandungan logam berat Cd, Cr, Pb, Cu, Zn dan Ni masing-masing sebesar 30,2%, 2,5%, 32,6%, 71,9%, 62,8% dan 47,09%. (Rossiana, 2005)

Berdasarkan hal tersebut diperlukan optimalisasi fitoremediasi limbah lumpur minyak bumi dengan kontinuitas biomonitoring

## **BAB I. PENDAHULUAN**

Limbah lumpur minyak bumi (LMB) merupakan limbah akhir dari serangkaian proses dalam industri pengilangan minyak bumi. Kegiatan operasinya dimulai dari

eksplorasi, produksi (pengolahan sampai pemurnian) sampai penimbunan dan berpotensi menghasilkan limbah berupa lumpur minyak bumi (*oily sludge*).

Karakteristik dari limbah lumpur minyak bumi asal Balongan adalah TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) 66%, kandungan minyak (*Oil content*) 32,56%, Asphaltent 0,86%, Cd 0,14 ppm, Cr 2,96 ppm, Cu 3,58 ppm, Ni 58,21 ppm, Pb 7,90 ppm, Zn 73,53 ppm (PPSDAL, 2000).

Penggunaan metode dan proses biologi dalam menurunkan kadar polutan yang bersifat toksik terhadap lingkungan akibat adanya xenobiotik/zat yang menyebabkan pencemaran, adalah nama lain dari bioremediasi (Baker & Herson, 1994). Bioremediasi merupakan salah satu teknologi inovatif untuk mengolah kontaminan, yaitu dengan memanfaatkan mikroba, tanaman, enzim tanaman atau enzim mikroba (Gunalan, 1996).

Metode dan prinsip proses bioremediasi adalah biodegradasi yang dilakukan secara aerob, oksigen dalam konsentrasi rendah akan mempengaruhi proses tersebut (Eweis, *et al.*, 1998). Pentingnya aerasi untuk memenuhi kekurangan oksigen berkaitan dengan kurang efektifnya kerja enzim oksigenase dalam penguraian fraksi aromatik. Selain oksigen, rendahnya kandungan nutrisi dalam medium akan membatasi pertumbuhan mikroorganisme untuk mendegradasi.

Faktor penghambat bioremediasi adalah bahan yang akan diremediasi mengandung klorin atau logam berat. Kandungan logam berat baik dalam lumpur minyak maupun dalam medium pasca bioremediasi akan mempengaruhi penguraian bahan organik, karena akan menghambat kerja enzim dan populasi mikroorganisme yang selanjutnya akan menjadi kendala bagi pertumbuhan tanaman (Garcia *et al.*, 1995).

Selain itu perlu ada upaya menghilangkan terlebih dahulu logam berat yang terdapat dalam limbah dengan menggunakan adsorben sebelum proses bioremediasi. Penggunaan pasir dan zeolit sebagai campuran dan adsorben alam penyerap logam berat merupakan penanganan awal sebelum dilakukan proses lebih lanjut, sehingga kemungkinan adanya proses inhibisi enzim oleh ion logam dapat diatasi.

Dalam bioremediasi penggunaan mikroorganisme *indigenous* (indigen) saja masih belum maksimum sehingga diperlukan inokulasi mikroorganisme *eksogenous* (eksogen) yang merupakan kultur campuran (konsorsium) beberapa jenis bakteri atau jamur yang potensial dalam mendegradasi pencemar tersebut (Udiharto & Sudaryono, 1999).



Fitoremediasi merupakan pemanfaatan tumbuhan, mikroorganisme untuk meminimalisasi dan mendetoksifikasi polutan, strategi remediasi ini cukup penting, karena tanaman berperan menyerap logam dan mineral yang tinggi atau sebagai *fitoakumulator* dan *fitochelator*. Konsep pemanfaatan tumbuhan untuk meremediasi tanah yang terkontaminasi polutan adalah pengembangan terbaru dalam teknik pengolahan limbah. Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa di tanah yang ditanami tumbuhan hijau kandungan senyawa kimia organiknya lebih sedikit dibandingkan di sekitar tanah yang tidak ditanami tumbuhan hijau. Fitoremediasi dapat diaplikasikan pada limbah organik maupun anorganik dalam bentuk padat, cair, dan gas (Salt *et al.*, 1998).

Tanaman sengon merupakan tanaman Leguminosae, sering digunakan sebagai tanaman untuk reboisasi di kehutanan karena bersifat *fast growing trees*. Selain mempunyai dua nama latin yakni *Albizia falcataria* (L) Forberg dan *Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen, sengon mempunyai nama daerah yang bermacam-macam. Hal ini dapat dilihat dengan adanya program pemerintah berupa proyek “Sengonisasi” bagi daerah-daerah kritis yang rawan bencana erosi (National Academy of Sciences, 1979).

Manfaat penting dari penggunaan infeksi mikoriza adalah kemampuannya mendetoksifikasi dan mendegradasi senyawa yang sukar diuraikan dalam tanah. Peranan mikoriza dalam rizosfer adalah memfasilitasi pergerakan mineral tanah menuju tanaman

Hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium, rumah kaca dan terakhir dalam skala lapang selama 6 bulan menunjukkan bahwa fitoremediasi limbah lumpur minyak konsentrasi 20% dengan tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) bermikoriza yang mediumnya diinokulasi bakteri *Pseudomonas mallei*, *Bacillus alvei* dan *Pseudomonas sphaericus* potensial untuk dikembangkan. Tanaman sengon mengalami pertumbuhan baik selama fitoremediasi. Hasil analisis setelah fitoremediasi menunjukkan bahwa terjadi penurunan kandungan minyak sampai 51,23% dan kandungan logam berat Cd, Cr, Pb, Cu, Zn dan Ni. masing-masing sebesar 30,2%, 2,5%, 32,6%, 71,9%, 62,8% dan 47,09%. (Rossiana, 2005) )

Hasil penelitian nilai uji toksisitas LC<sub>50</sub> 48 jam medium lumpur minyak bumi sebelum fitoremediasi sebesar 28,62 ppm dan medium lumpur minyak bumi setelah fitoremediasi sebesar 126,55 ppm, terjadi penurunan tingkatan racun pada medium

setelah fitoremediasi dibandingkan dengan sebelum fitoremediasi dari racun sedang ke tingkat racun rendah (Kasmara, Rossiana dan Achwani, 2005).

## **TUJUAN PENELITIAN**

Rangkaian kegiatan penelitian ini bertujuan untuk optimalisasi percobaan, mendapatkan suatu cara pengolahan dan pengelolaan limbah yang termasuk Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), khususnya lumpur minyak bumi (*oily sludge*) secara efektif, selektif dan ramah lingkungan dengan cara mendayagunakan kemampuan mikroorganisme unggul, yang dapat mendegradasi senyawa organik dan mendetoksifikasi limbah tersebut. Selanjutnya, kompos hasil proses bioremediasi, dimanfaatkan untuk media pertumbuhan tanaman keras seperti sengon.

### **Target jangka pendek:**

- (1) Menggunakan kultur (konsorsium) mikroorganisme unggul yang dapat tahan hidup dan berkembangbiak dengan baik dalam media limbah lumpur minyak bumi.
- (2) Mendapatkan kondisi dan komposisi optimum dari proses fitoremediasi yang dapat mendegradasi secara optimal senyawa organik (PAH), meminimalisasi toksikan serta kandungan logam dalam limbah lumpur minyak bumi.
- (3) Fitoremediasi limbah dapat dimanfaatkan/digunakan sebagai media pertumbuhan tanaman keras seperti sengon, dll.

### **Target jangka panjang:**

Mendapatkan suatu cara pengolahan dan pengelolaan limbah yang termasuk bahan beracun dan berbahaya, khususnya lumpur minyak bumi secara efektif, selektif dan efisien, serta ramah lingkungan. Dalam hal ini, dari skala laboratorium, ditingkatkan (*scale up*). Dengan menggunakan kuantitas limbah yang lebih besar dan aplikasi hasil bioremediasi untuk penanaman tanaman keras bukan hanya skala percobaan tapi diaplikasikan di lapangan Hal ini dianggap sangat *urgent* untuk dapat membantu mengatasi permasalahan pengolahan limbah industri di masa mendatang.

## BAB II. STUDI PUSTAKA

Tumbuhan mempunyai kemampuan untuk menahan substansi toksik dengan cara biokimia dan fisiologisnya serta menahan substansi non nutritif organik yang dilakukan pada permukaan akar. Bahan pencemar tersebut akan dimetabolisme atau diimobilisasi melalui sejumlah proses termasuk reaksi oksidasi, reduksi dan hidrolisa enzimatis (Khan *et al.*, 2000).

Saat ini pengetahuan mengenai mekanisme fisiologi fitoremediasi mulai digabungkan dengan biologi dan teknik untuk mengoptimalkan fitoremediasi sehingga terbagi menjadi (Salt *et al.*, 1998):

1. Fitoekstraksi: pemanfaatan tumbuhan pengakumulasi polutan untuk memindahkan logam berat atau polutan organik dari tanah dengan cara mengakumulasi di bagian tumbuhan yang dapat dipanen.
2. Fitodegradasi: pemanfaatan tumbuhan dan asosiasi mikroorganisme untuk mendegradasi polutan organik.
3. Rhizofiltrasi: pemanfaatan akar tumbuhan untuk menyerap polutan, terutama logam berat, dari air dan aliran limbah.
4. Fitostabilisasi: pemanfaatan tumbuhan untuk mengurangi polutan dalam lingkungan.
5. Fitovolatilisasi : pemanfaatan tumbuhan untuk menguapkan polutan. Pemanfaatan tumbuhan untuk memindahkan polutan dari udara.

Menurut Corseuil & Moreno (2000), mekanisme tumbuhan dalam menghadapi toksikan adalah:

1. Penghindaran (*escape*) fenologis. Apabila pengaruh yang terjadi pada tanaman musiman, tanaman dapat menyelesaikan siklus hidupnya pada musim yang cocok
2. Eksklusi. Tanaman dapat mengenal ion yang bersifat toksik dan mencegah penyerapan sehingga tidak mengalami keracunan
3. Penanggulangan (*ameliorasi*). Tanaman mengabsorpsi ion tersebut, tetapi berusaha untuk meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan kelat (*chelation*), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekskresi.

4. Toleransi. Tanaman dapat mengembangkan sistem metabolit yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik tertentu dengan bantuan enzim.

*Eichhornia crassipes* ( Mart ). Solms dapat tumbuh dengan sangat cepat, yaitu mencapai 10 g m<sup>-2</sup> per hari. Hal ini berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara, seperti nitrat ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ) dan orthofosfat ( PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ) *Eichhornia crassipes* ( Mart ). Solms dapat menyerap nitrogen secara langsung sebesar 5850 kg/ha per tahun dan dapat menyerap fosfor sebesar 350 – 1125 kg/ ha per tahun. Hal ini dapat mengurangi konsentrasi kontaminan pada limbah perairan (McEldowney *et al.*, 1993 ).

*Eichhornia crassipes* ( Mart ). Solms dapat diterapkan pada limbah cair rumah potong ternak mampu menurunkan kadar TS ( Total Solid ) sebesar 23,92 %, COD 51,65%, BOD 67,44%, Amonia 58%, Nitrat 32,07%, P total 25,81% (Sumarno, 1990).

Sistem lahan basah yang diterapkan pada limbah rumah tangga yang ditanami oleh makrofia seperti *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Phragmites communis* dan *Typha latifolia*, dapat mereduksi kadar padatan tersuspensi, BOD (Biological Oxygen Demand ), N total, dan P total hingga 92-99% (McEldowney *et al.*, 1993). Sistem lahan basah buatan yang diterapkan pada limbah rumah tangga dapat menurunkan nilai BOD<sub>5</sub> dari 229,54 mg/L menjadi 28,86 mg/L, konsentrasi COD berkurang dari 460,82 mg/L menjadi 68,50 mg/L, efisiensi NH<sub>4</sub>-N sebesar 90,54% dari efisiensi PO<sub>4</sub>-P sebesar 68,50%. Sistem ini juga dapat mengurangi padatan dalam air (Kurniadie, 2001).

Tanaman meremediasi polutan organik melalui tiga cara, yaitu menyerap secara langsung bahan kontaminan, mengakumulasi metabolisme non fitotoksik ke sel-sel tanaman, dan melepaskan eksudat dan enzim yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba, serta menyerap mineral pada daerah rizosfer. Tanaman juga dapat menguapkan sejumlah uap air. Penguapan ini dapat mengakibatkan migrasi bahan kimia ( Schnoor *et al.*, 1995 ).

Tanaman melepaskan eksudatnya yang dapat membantu bioremediasi bahan organik oleh mikroba agar bahan organik tersebut dapat diserap dan dimetabolisme dalam tubuh tanaman. Penyerapan polutan berupa bahan organik dibatasi oleh mekanisme penyerapan oleh tanaman dan jenis tanaman ( Schnoor, 2000).

Tanaman dapat memperluas daerah perakaran menuju ke daerah yang terkena polutan ( EPA, 2000 ). Beberapa bahan kimia dimineralisasi oleh tanaman dengan bantuan air dan CO<sub>2</sub>. Tanaman mengeluarkan sekret melalui akar eksudat akar sebesar 10 – 20% dari hasil fotosintesis melalui eksudat akar. Hal ini dapat membantu proses pertumbuhan dan metabolisme mikroba maupun fungi yang hidup disekitar rizosfer. Beberapa senyawa organik yang dikeluarkan melalui eksudat akar ( misalnya phenolik, asam organik, alkohol, protein ) dapat menjadi sumber karbon dan nitrogen sebagai sumber pertumbuhan mikroba yang dapat membantu proses degradasi senyawa organik. Sekret berupa senyawa organik dapat membantu pertumbuhan dan meningkatkan aktivitas mikroba rhizosfer ( Salt *et al.*, 1998 ).

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

**Bahan :** Limbah cair dan padat minyak bumi, pasir, kascing, tanah, zelit, basal medium, NaCl fisiologis, methyl chloride, kertas saring, aquades

**Alat :** Garu, pacul, terpal, ember, selang, thermometer, soil tester, soxhlet, Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS), Spectrofotometry Infra Red, alat pemeriksaan mikrobiologis

#### **Cara kerja dan rancangan percobaan :**

Percobaan skala lapang dilakukan di lagoon area pengolahan limbah lumpur minyak bumi

Pertamina unit VI Balongan Indramayu. Pengolahan limbah cair dilakukan pada 6 kolam percobaan ukuran 25 X 20 meter. Tipe aliran air permukaan merupakan tipe aliran yang ada di daerah berawa dengan air diam pada permukaan dengan kedalaman 0,5 – 1 meter. Pada aliran air dibawah permukaan, aliran limbah cair mengalir pada zona perakaran tumbuhan air dipermukaan. Kedalaman airnya dapat mencapai 0,5 – 1,5 meter. Pada tipe aliran dalam, air diperoleh dari bagian permukaan yang kemudian mengalir ke bagian bawah dan terserap oleh akar tanaman.

Adapun parameter yang diukur terdiri dari parameter fisik, kimiawi dan biologis adalah :

1. Fisik : Turbiditas, TDS (Total Dissolved Solid), TSS (Total Suspended Solid), Daya hantar listrik
2. Kimiawi : Logam berat (Hg, Cd, Pb dan Cr) minyak, COD (Chemical Oxygen Demand), pH, NO<sub>3</sub> dan PO<sub>4</sub>
3. Biologi : Plankton dan benthos serta biomasa eceng gondok.

Selain itu diukur kandungan logam berat tersebut di atas didalam daging ikan.

Sedangkan pengolahan limbah padat percobaan dilakukan pada 4 plot berukuran 6 x 6 x 0,50 meter terbagi menjadi 3 x 3 x 4 ulangan. Faktor tunggal adalah konsentrasi limbah yang ditempatkan dalam 12 plot tempat medium pengomposan lumpur minyak masing-masing konsentrasi yaitu 20%, 30% dan 40% dari total volume yang dicampur dengan zeolit 10%, pasir dan tanah perbandingan 2:1. Sebagai nutrisi digunakan pupuk kascing Medium diaduk dengan garu dan pacul dan disemprot dan disiram air setiap hari. Kultur mikroorganisme bakteri *Pseudomonas malei*, *Bacillus alvei*, *Bacillus sphaericus*. diinokulasikan ke dalam medium pengomposan masing-masing sebanyak 2000 ml dengan jumlah sel  $10^8$  sel /ml diinkubasikan selama satu bulan, Kondisi medium dipertahankan yaitu pH 6-7, kelembaban 60-70 % dan temperatur tanah sekitar 30<sup>0</sup>C.

Penyiraman dan pengadukan dilakukan secara periodik untuk menjaga kelembaban dan aerasi medium. Medium tanah bergerombol, dihaluskan dengan pacul supaya mudah untuk ditanam. Sebelum dilakukan fitoremediasi, terlebih dulu biji sengon disemaikan dalam polibag. Setelah berumur 2 minggu dipindahkan kedalam polibag baru dan disekitar akar ditambahkan 50 gram mikoriza. Pertumbuhan sengon dipelihara sampai 3 bulan sampai ditanamkan pada medium hasil pengomposan dengan jarak tanam 2 x 2 meter dan diamati setiap bulan selama 3 tahun

Parameter pencemaran minyak bumi yang dianalisis setiap bulan adalah

1. Kadar minyak/lemak dan logam berat sebelum dan sesudah fitoremediasi
2. Penentuan kadar hidrokarbon aromatik (PAH) sebelum dan sesudah proses fitoremediasi.
3. Pemantauan jumlah mikroorganismenya
4. Pemantauan toksisitas medium dengan uji toksisitas Lc-50 terhadap *Daphnia carinata* King
5. Pertumbuhan tanaman sengon, pH dan kelembaban medium.
6. Karakteristik tumbuh dihitung dengan metode Coombs *et al.* (1985), yaitu:
  - Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata (LTT)
  - Laju Asimilasi Bersih Rata-rata (LAB)
  - Index Luas Daun Rata-rata (ILD)

### JADWAL KEGIATAN

KEGIATAN	B U L A N											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
PERBANYAKAN MIKROORGANISME												
BIOREMEDIASI												
FITOREMEDIASI dan analisis pertumbuhan tanaman												

Analisis kimiawi										
Analisis Fisik										
Analisis Biologis										
EVALUASI HASIL										
PENGGANDAAN LAPORAN										
SEMINAR										

#### BAB IV. PEMBIAYAAN

##### Rekapitulasi Anggaran :

URAIAN	Jumlah (Rp)	Persentase (%)
Gaji dan Upah	Rp. 135.000.000,-	22 %
Bahan	Rp. 440.000.000,-	63,5 %
Perjalanan	Rp. 86.400.000,-	13%
Lain-lain	Rp. 10.000.000,-	1,5 %
Jumlah Total	Rp. 671.400.000,-	100 %
Terbilang	Enam ratus tujuh puluh satu juta empat ratus ribu rupiah	

##### Rincian Anggaran :

###### 1. Gaji dan Upah

No.	Pelaksanaan	Jumlah Pelaksana	Volume	Honor/ Jam (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
1.	Peneliti Utama	1	1 x 30 x 50	Rp. 30.000,-	Rp. 45.000.000,-
2.	Peneliti Pendamping	2	2 x 15 x 50	Rp.30.000,-	Rp. 45.000.000,-
3.	Teknisi	6	6 x 10 x 50	Rp. 15 000,-	Rp. 45.000.000,-
<b>Jumlah Biaya Gaji dan Upah</b>					<b>Rp.135.000.000,-</b>

###### 2. Bahan

No.	Nama Alat dan Bahan	Volume	Biaya Satuan	Biaya
1.	Ongkos angkut Sludge	500 m <sup>3</sup>	Rp. 10.000	Rp 50.000.000,-
2.	Ongkos ayak Tanah	500 m <sup>3</sup>	Rp. 5.000	Rp..25.000.000,-
3.	Pasir	1000m <sup>3</sup>	Rp. 25.000	Rp. 25.000.000,-
4.	Zeolit	100m <sup>3</sup>	1 kg <sub>3</sub> = Rp. 1000 1 m = 1000 kg	Rp. 10.000.000,-
5.	Kascing	6 m <sup>3</sup>	1 kg = Rp. 2000	Rp. 12.000.000,-
	<b>Pengadaan Bibit Sengon Bermikoriza</b>			



	<b>dan perbaikan kolam dan laydown</b>			
6.	Bibit Sengon dan eceng gondok	2000 buah	Rp 5000	Rp. 10.000.000,-
7.	Mikoriza	100 kg	Rp. 100.000	Rp. 10.000.000,-
8.	Perbaikan 8 buah kolam	8000 m2	Rp.2.500.000,-	Rp. 20.000.000,-
9	Sewa bajak 2	2 bulan	Rp. 7.500.000,-	Rp. 15.000.000,-
10	Jet pump, pasang dan selang		Rp. 25.000.000,-	Rp. 25.000.000,-
11.	Pacul, garu, topi			Rp. 2.000.000,-
12	Pembukaan lahan	10.000 m2	Rp. 14.600,-	Rp. 146.000.000,-
13	Alat pengukur Ph			Rp 10.000.000,-
14	COD meter			Rp. 10.000.000,-
15	TPH meter			Rp 20.000.000,-
. Zat kimia dan biaya analisis				Rp. 50.000.000,-
<b>JUMLAH</b>				Rp.440.000.000,-

### 3. Perjalanan

No.	Perjalanan	Volume	Biaya Satuan	Biaya
1.	Indramayu, Peneliti 3 org, 2 hr 3 kali Selama 8 Bulan 3 x 2 x3x 8	144 OH	Rp. 400.000,-	Rp. 57.600.000,-
2.	Indramayu, teknisi 3 org, 6 hr selama 8 bulan 3 x 6 x 8	144 OH	Rp. 200.000,-	Rp. 28.800.000,-
<b>J U M L A H</b>				Rp. 86.400.000,-

### 4. Lain-lain (Administrasi, Publikasi dan Operasional)

No.	Uraian Kegiatan	Volume	Biaya Satuan	Biaya
1.	Administrasi : pengurusan surat izin ke UP VI Balongan dan pengambilan sampel	10 bulan (1 paket)	Rp. 270.000,-	Rp. 2700.000,-
2.	Publikasi : jurnal jurusan, fakultas, universitas dan internasional.	(1 paket)	Rp. 1300.000,-	Rp. 1300.000,-
3.	Pinjaman komputer, infocus dan Operasional literatur, pembuatan laporan kemajuan dan persentasi	1 paket	Rp. 5000.000,-	Rp. 5000.000,-
4.	Fotocopy laporan	15 laporan	Rp. 63.700,-	Rp. 1000.000,-
<b>JUMLAH</b>				<b>Rp. 10 000 .000,-</b>

#### Jumlah Anggaran

<b>Jumlah (Rp)</b>	Lima puluh juta rupiah
<b>Terbilang</b>	<b>Rp. 50.000.000,-</b>

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.H & D. S. Herson. 1994. *Bioremediation*. USA : McGraw-Hill, Inc. 1-5, 12-30, 180-181, 211-224.
- Connel, D.W. & G.J. Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta. UI Press.
- Corseuil, H.X & F.N. Moreno. 2000. *Phytoremediation Potential Of Willow Trees For Aquifers Contaminated With Ethanol-Blended Gasoline*. Pergamon Press. Elsevier Science Ltd.
- Garcia, C., J. L. Moreno, T. Hernandez & F. Costa. 1995. Effect Composting Sewage Sludges Contaminated With Heavy Metals. *J. Bioresource Technology*, 53:13-19.
- Eweis, J.B., S.J. Ergas., D.P.Y. Chang & E.D. Schroeder. 1998. *Bioremediation Principles*. Singapore. WCB McGraw-Hill.
- Gunalan. 1996. Penerapan Bioremediasi pada Pengelohan Limbah dan Pemulihan Lingkungan Tercemar Hidrokarbon Petroleum. *Majalah Sriwijaya. UNSRI*. Vol 32, No 1.
- Kasmara, H., Rossiana, N., Achwanie, A. 2005 Uji toksisitas LC-50 medium sebelum dan setelah fitoremediasi. *Jurnal Biotika*, edisi September.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Pengelolaan limbah minyak bumi secara biologi. Badan Pengendali Dampak Lingkungan, 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.
- PPSDAL. 2000. Penelitian Pendahuluan Bioremediasi Limbah Minyak Bumi dengan Mikroba Lokal di UP III Pertamina Balongan. *Laporan penelitian PPSDAL Unpad*.
- Rossiana, N. 2005. Penggunaan zeolit, kultur bakteri dan mikoriza dalam fitoremediasi Lumpur minyak bumi dengan tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen *Laporan Penelitian RUT XI 2004*
- Salt, D.E., R.D. Smith & I. Raskin. 1998. Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology : Phytoremediation. *Annual Reviews*. USA. 501–662.

Udiharto, M., dan Sudaryono. 1999. Bioremediasi Terhadap Tanah Tercemar Minyak Bumi Parafinik dan Aspak. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan-BPPT*, Jakarta. 121-132.

**Bidang Ilmu Lingkungan**

**USUL PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR DENGAN ECENG GONDOK  
(*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) DAN LIMBAH PADAT  
INDUSTRI MINYAK BUMI DENGAN SENGON  
(*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) BERMIKORIZA**

**OLEH :**  
**Dr, Nia Rossiana M.S.**  
**Dr. Titin Supriatun M.S.**  
**Yayat Dhahiyat Ph.D**

**UNIVERSITAS PADJADJARAN**  
**BANDUNG**  
**2006**

**LEMBAR PENGESAHAN**

---

---

**Judul riset :** Fitoremediasi limbah cair dengan eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms)  
dan limbah padat industri minyak bumi dengan sengon (*Paraserianthes falcataria* L.  
Nielsen) bermikoriza

Program : Insentif briset terapan

Bidang : Teknologi kesehatan

Peneliti Utama

- Nama Lengkap : Dr. Nia Rossiana Dhahiyat, M.S
- Jenis Kelamin : Perempuan

Lama riset : 3 (tiga) tahun

- Tahun Dimulai : 2007
- Tahun Berakhir : 2009

1. Total biaya : Rp. 450.000.000,-  
Tahun I (2007) : Rp. 200.000.000,-  
Tahun II (2008) : Rp. 60.000.000,-

Jatinangor, 17 Maret 2006

Mengetahui  
Dekan FMIPA UNPAD

Ketua Peneliti

Prof. Dr. Husein H. Bahti  
NIP.130.367 261

Dr.Nia Rossiana Dhahiyat, MS  
NIP. 132.207 290

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Padjadjaran

Prof. Dr. Johan S. Masjhur, dr,Sp.PD-KE,Sp.KN  
NIP. 130.256.894

#### 1.URAIAN UMUM

1.1. Judul penelitian : Biomonitoring Fitoremediasi Lumpur Minyak Bumi

1.2. Ketua Tim Peneliti

Nama : Dr. Nia Rossiana M.S.  
Bidang keahlian : Biologi lingkungan  
Alamat : **Laboratorium Biologi Lingkungan**  
Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Padjadjaran  
Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Bandung 45363

No. Telpon/Fax : (022)- 7796412 / (022)- 7796412

E-mail : Szrdhahi@ melsa net.id

No. Telpon Rumah : (022) 7802443 - Hp 08157192764

1.3. Tim peneliti

No	Nama dan Gelar Akademik	Bidang keahlian	Instansi	Alokasi waktu	
				Jam/mgu	Bulan
1.	Yayat Dhahiyat Ph.D	Toksikologi	Perikanan UNPAD	10	7
2.	Dadan Sumiarsa M.S.	Kimia Organik	Kimia UNPAD	10	7

#### 1.4. Subyek Penelitian

Dalam rangka program pemerintah hal produksi bersih, penelitian ini dapat diaplikasikan sebagai pemantauan terhadap pengelolaan lumpur minyak bumi secara bioremediasi. Fitoremediasi merupakan bioremediasi yang memanfaatkan tumbuhan untuk memindahkan atau mengurangi kerusakan karena pencemar. Sengon sebagai tanaman fast growing trees berasosiasi dengan mikoriza yaitu sejenis jamur yang bersimbiosis dengan akar membantu menurunkan kadar senyawa toksik dalam lumpur minyak bumi. Parameter keberhasilan fitoremediasi dapat dilihat dari nilai penurunan kadar senyawa toksik apakah dalam standard bakumutu lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003 dan Environmental Protection Agency, 2002) Biomonitoring seperti Uji Lc-50, Uji LD-50 baik chronis maupun sub-akut serta biopatologi terhadap hewan uji merupakan pemantauan biologi yang akan menyatakan bahwa hasil fitoremediasi aman dan ramah lingkungan.

#### 1.5. Bidang ilmu : Biologi/ Toksikologi lingkungan

#### 1.6. Periode penelitian :

Mulai 2006 dan berakhir 2008

#### 1.7. Jumlah anggaran yang diajukan tahun pertama :

Rp. 50.000.000,-

#### 1.8. Jumlah anggaran keseluruhan :

Rp. 100.000.000,-

#### 1.9. Lokasi penelitian

- (1) Laboratorium Biologi Lingkungan Jurusan Biologi FMIPA UNPAD
- (2) Laboratorium Biologi perairan Jurusan Perikanan FAPERTA UNPAD

#### 1.10. Hasil yang ditargetkan

Mendapatkan paket teknologi cara pemantauan secara biologi (biomonitoring) pengelolaan limbah B3 (Bahan berbahaya dan beracun) selama dan setelah fitoremediasi. Diharapkan hasilnya akan menyatakan bahwa fitoremediasi dalam

standard bakumutu dan aman bagi lingkungan. Hal ini dianggap sangat urgent untuk dapat membantu mengatasi permasalahan pengelolaan limbah lumpur minyak bumi dimasa yang akan datang.

#### 1.11. Perguruan tinggi pengusul :

Jurusan Biologi Universitas Padjadjaran

## 2. Abstrak penelitian / Studi pustaka

Pertamina Unit VI Balongan Indramayu merupakan industri perminyakan dalam kegiatan operasinya seperti eksplorasi, produksi, pengolahan sampai pemurnian dan penimbunan BBM, berpotensi menghasilkan limbah berupa lumpur minyak bumi (oil sludge). Sejak tahun 1994 industri minyak tersebut mulai didirikan dan merupakan industri yang pertama kali di Indonesia yang menggunakan proses RCFC (Residual Catalytic Fluid Cracking), yaitu suatu proses dalam reaktor kilang yang memecahkan residu molekul hidrokarbon besar menjadi lebih kecil dengan penggunaan katalis. Melalui proses RCFC produksi minyak menghasilkan sekitar 83000 BSPD ( Barrel Stream Per Day) sehingga limbah yang dihasilkannya mencapai 20 ton/hari dan biaya pengolahan limbah diperkirakan memerlukan 200-300 US \$/ton/hari

Lumpur minyak bumi merupakan limbah akhir dari serangkaian proses pengilangan minyak bumi yang terdiri dari unsur non logam yaitu senyawa organik seperti N-alkana, paraffin, aromatik, polynuclear aromatic (PNA) hidrokarbon, air dan unsur logam (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, Ni, Cu). Karakteristik limbah lumpur minyak bumi asal Balongan adalah TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) 660 mg/g, Asphaltent 0,86 %, Cd 0,14 ppm, Cr 2,96 ppm, Cu 3,58 ppm, Ni 58,21 ppm, Pb 7,9 ppm, Zn 19,45 ppm (PPSDAL, 2000). Limbah tersebut, termasuk dalam kategori limbah B3 yaitu Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun karena sifat dan konsentrasinya dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Oleh karena itu sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu Peraturan Pemerintah No. 85 tahun 1999 tentang pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), tertera bahwa limbah lumpur minyak termasuk kedalam daftar limbah B3 dari sumber spesifik dengan kode kegiatan 2320, maka pengelolaannya diperlukan penanganan secara baik sehingga tidak mencemari lingkungan (BAPEDAL, 2001).

Sehubungan dengan hal tersebut, maka diperlukan suatu upaya kegiatan pemulihan lingkungan yang telah tercemar oleh minyak tersebut antara lain melalui pendekatan pemulihan secara biologis atau dikenal dengan istilah bioremediasi. Keterbatasan bioremediasi adalah bahan yang akan diremediasi mempunyai khlorin atau logam berat yang sukar didegradasi oleh mikroorganisme, sehingga dalam medium hasil perlakuan masih meninggalkan sisa logam berat dengan konsentrasi cukup tinggi. Adanya kandungan logam berat baik dalam lumpur minyak dan medium hasil bioremediasi akan mempengaruhi penguraian bahan organik, karena akan menghambat kerja enzim glukosidase, fosfatase, populasi mikroorganisme serta aktivitas enzim lainnya (Garcia et al, 1995) selain itu juga akan menjadi kendala bagi pertumbuhan tanaman. Sehubungan dengan itu perlu ada upaya menghilangkan terlebih dahulu logam

berat yang terdapat dalam limbah sebelum proses bioremediasi dengan menggunakan adsorben. Oleh karena itu penggunaan zeolit sebagai adsorben alam penyerap logam berat merupakan penanganan awal sebelum dilakukan proses lebih lanjut (Prayitno,1999). Zeolit sebagai mineral berpori mempunyai daya serap tinggi karena mempunyai sifat fisika dan kimia dalam pertukaran ion, sehingga digunakan dalam proses pemisahan, pemurnian dalam pengolahan lingkungan seperti penyerap dan penyaring limbah beracun, radioaktif dan logam berat (Manahan,1999). Sebelum digunakan, zeolit harus diberi perlakuan secara kimia maupun fisika seperti pemanasan dan perendaman dengan asam untuk memperluas pori sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya adsorpsinya secara maksimal.

Pada saat ini telah banyak teknologi yang digunakan dalam pengolahan limbah minyak mulai dari pengolahan secara mekanis dan kimia, namun masih meninggalkan permasalahan pada kadar maksimum minyak. Sehingga teknologi ramah lingkungan untuk meminimasi kadar minyak adalah dengan Solid Bioremediation yaitu secara pengomposan.

Dalam bioremediasi, proses berlangsung dengan memanfaatkan mikroorganisme indigenous yaitu organisme yang telah ada di lingkungan tersebut. Apabila diperlukan dapat pula ditambahkan mikroorganisme dari luar (eksogen) yang merupakan kultur (konsorsium) campuran dari berbagai jenis bakteri, jamur yang potensial dalam mendegradasi pencemar tersebut. Mikroorganisme yang ada distimulasi dengan berbagai cara agar kemampuannya meningkat, yaitu dengan peningkatan atau pengaturan nutrisi dan tekstur tanah seperti nitrogen, fosfor sedangkan pasir digunakan untuk menambah porositas dan memperluas kontak dengan lumpur minyak. (Baker and Herson, 1994 ;Udiharto dan Sudaryono, 1999). Pengujian tanah hasil bioremediasi diperlukan untuk melihat seberapa besar pencemar minyak menghambat pertumbuhan tanaman.

Fitoremediasi merupakan konsep bioremediasi terbaru yang memanfaatkan tumbuhan untuk meminimalisasi pencemar. Mekanisme fisiologi tumbuhan secara molekuler mulai dikembangkan dengan teknik lingkungan untuk mengoptimalkan dan mengembangkan pengolahan limbah. Hasil fitoremediasi harus dimonitor secara berkala sehingga area pengelolaan limbah disekitar industri merupakan blue print aman lingkungan.

Biomonitoring seperti uji toksisitas diperlukan dalam evaluasi pencemaran, karena uji fisika dan kimia tidak cukup untuk menilai pengaruh pencemaran terhadap organisme Uji toksisitas digunakan juga untuk menentukan limbah dan bahan berbahaya dan beracun.

Adapun kegunaan uji toksisitas lainnya adalah untuk menentukan kondisi lingkungan yang cocok untuk kehidupan organisme, pengaruh factor lingkungan terhadap toksisitas limbah, toksisitas limbah terhadap organisme uji, sensitivitas organisme terhadap limbah dan zat pencemar, efektivitas metode pengolahan limbah, untuk memenuhi standard (baku) mutu kualitas air, persyaratan effluent dan izin membuang suatu limbah (APHA, 1995). Selain kegunaan di atas uji toksisitas dapat menentukan klasifikasi zat kimia sesuai dengan toksisitas relatifnya, memberikan informasi tentang reaktivitas suatu populasi hewan, memberikan



sumbangan informasi yang dibutuhkan dalam merencanakan pengujian obat pada manusia dan dalam pengujian mutu zat kimia, dan deteksi pencemaran toksik (Lu, 1995).

Uji toksisitas bersifat akut dapat berupa LC50 dan LD50 yang masing-masing penggunaannya biasanya untuk limbah cair dan limbah padat. LC50 adalah konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari organisme uji yang dapat diestimasi dengan grafik dan perhitungan, pada suatu waktu pajanan/pemaparan/exposure tertentu, misalnya LC50 48 jam, LC50 96 jam. Sedangkan LD50 adalah dosis yang menyebabkan kematian 50% dari organisme uji yang dapat diestimasi dengan grafik yang dapat diestimasi dengan grafik dan perhitungan, pada waktu pajanan/exposure tertentu, misalnya LD50 96 jam.

Di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun pada Pasal 8 ayat 2 dinyatakan bahwa limbah yang termasuk limbah B3 adalah limbah lain yang apabila diuji dengan metode toksikologi memiliki LD50 di bawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Selanjutnya dalam penjelasan PP tersebut dinyatakan bahwa apabila nilai LD50 lebih besar dari 15 gram per kilogram berat badan maka limbah tersebut bukan limbah B3.

Selanjutnya di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun yaitu pada Pasal 5 ayat 1 dinyatakan klasifikasi B3 pada butir g (highly toxic) dan h beracun (moderately toxic). Bahan Berbahaya dan Beracun yang bersifat racun bagi manusia akan menyebabkan kematian atau sakit yang serius apabila masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, kulit atau mulut. Adapun tingkatan racun B3 dikelompok ke dalam, amat sangat beracun, sangat beracun, beracun (LD50 51-500 mg/kg), agak beracun, parktis tidak beracun dan relatif tidak berbahaya.

Dengan memperhatikan ke dua peraturan pemerintah di atas, uji toksisitas LD50 telah mempunyai kekuatan hukum di Indonesia, sedangkan LC50 belum disinggung. Walaupun demikian secara internasional keduanya telah banyak dipakai untuk berbagai keperluan seperti diuraikan di atas. Khusus LC50 di luar negeri (dunia internasional) telah menggunakan misalnya beberapa badan internasional seperti US EPA dan ASTM (Amerika Serikat), European Community, OECD, Environment Canada, Australian Petroleum Exploration Association (APEA) dan Energy Research and Development Corporation (ERDC). Kedua lembaga di Australia yang disebut belakangan itu telah mencantumkan LC50 dalam uji berbagai limbah pada aktivitas perminyakan dan gas di Australia dan menentukan baku mutu toksistasnya (akan dijelaskan kemudian).

Pengaruh zat pencemar/toxicant antara lain berhubungan dengan lamanya pajanan/pemaparan/exposure serta konsentrasi atau dosis zat pencemar. Untuk melihat berbagai efek yang berhubungan dengan waktu pemaparan, penelitian toksikologi biasanya dibagi menjadi tiga kategori yaitu (Lu, 1995):

1. Uji toksisitas akut (LC50 dan LD50), dilakukan dengan memberikan zat kimia/toksikan yang sedang diuji sebanyak satu kali dalam jangka waktu singkat (24, 48, 96 jam).
2. Uji toksisitas jangka pendek (subakut atau subkronis), dilakukan dengan memberikan zat berulang-ulang, biasanya setiap hari, atau lima kali seminggu selama jangka waktu kurang lebih 10% dari masa hidup (life time) hewan uji, misalnya tiga

bulan untuk tikus. Penelitian subakut dilakukan juga pada waktu yang lebih pendek misalnya 14 dan 28 hari. Uji reproduksi pada *Daphnia* biasanya berlangsung selama 21 hari.

3. Uji toksisitas jangka panjang, dilakukan dengan memberikan zat kimia berulang-ulang selama masa hidupnya atau sebagian besar masa hidup hewan uji, misalnya 18 bulan untuk mencit, dan 24 bulan untuk tikus.

Uji toksisitas jangka panjang ini sangat berharga karena dapat menunjukkan kerusakan organ sasaran misalnya hati, ginjal, insang (pada ikan) serta toksisitas khusus misalnya karsinogenesitas.

#### Jenis hewan uji

Untuk uji LC50 di Indonesia biasanya digunakan *Daphnia* sp, ikan (mas, mujair dan tawes), udang windu (*Penaeus monodon*), sedangkan untuk hewan uji LD50 adalah mencit (*Mus musculus*) dan tikus wistar (*Rattus norvegicus*). Pemilihan hewan uji ini biasanya merupakan standard internasional, atau merupakan jenis asli dimana organisme itu hidup. Alasan lainnya antara lain karena murah, mudah didapat, dan mudah ditangani. Misalnya hewan uji *Daphnia* secara internasional digunakan sebagai hewan uji LC50 dan demikian juga tikus wistar untuk LD50. Selain itu terdapat banyak data toksikologi tentang jenis hewan uji, sehingga mempermudah membanding hasil uji toksisitas (Lu, 1995; Landis & Ho-Yu, 1995).

#### Evaluasi

Untuk menghitung LC50 dan LD50 dapat digunakan secara grafikal dan perhitungan dengan analisis probit. Terdapat banyak program komputer untuk menghitung uji akut ini misalnya yang biasa digunakan adalah Micro Probit 3.0, Probit Analysis for the IBM PC & Compatibles, Copyright 1982, 1986, 1987, by Dr. Thomas C & Alexander Sparks. Dalam sheet analisis probit dapat diketahui LD50 dan 95% Fiducial Limit. Metode probit ini merupakan prosedur parametric yang paling luas digunakan dalam perhitungan LD50. Informasi dari perhitungan ini hanya mengetahui kematian 50% dari hewan uji, yang kemudian dibandingkan dengan baku mutu toksisitas baik LC50 dan LD50 yang berlaku secara nasional dan internasional.

Penelitian toksisitas subakut/subkronis dan jangka panjang akan memberikan informasi lebih luas misalnya dalam uji reproduksi organisme uji *Daphnia* akan diketahui pengaruh zat toksikan terhadap jumlah neonates (anakan) yang lahir, ukurannya, berapa kali hewan dapat bereproduksi, berapa jumlahnya satu kali reproduksi dan pertumbuhannya. Pada organisme mencit atau tikus dapat dilihat kerusakan pada organ sasaran misalnya hati dan ginjal dan pertumbuhannya. Selain itu juga data yang didapatkan digunakan pada penentuan no observed effect level (NOEL), yang merupakan suatu bagian penting dari data dasar toksisitas yang menyeluruh.

#### Baku Mutu Uji Toksisitas Akut (LC50 dan LD50).

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun, tingkatan racun B3 dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkatan racun B3 (PPRI No. 74/2001)

Urutan	Kelompok	LD50 (mg/kg)
1	Amat sangat beracun (extremely toxic)	< 1
2	Sangat beracun (highly toxic)	1 – 50
3	Beracun (moderately toxic)	51 – 500
4	Agak beracun (slightly toxic)	501 – 5000
5	Praktis tidak beracun (practically non-toxic)	5001 – 15000
6	Relatif tidak berbahaya (relatively harmless)	> 15000

Sedangkan menurut Lu (1995), klasifikasi zat kimia sesuai dengan toksisitas relatifnya adalah sebagai berikut

Tabel 2. Klasifikasi toksisitas zat kimia

Urutan	Kategori	LD50 (mg/kg)
1	Supertoksik	5 atau kurang
2	Amat sangat toksik	5 – 50
3	Sangat toksik	50 – 500
4	Toksik sedang	500 – 5000
5	Toksik ringan	5000 – 15000
6	Praktis tidak toksik	> 15000

Di bawah ini disajikan beberapa criteria toksisitas LC50 96 jam dari Komosi Pestisida Departemen Pertanian, IMCO, FAO, UNESCO, WMO dan Kelompok Ahli (1973) dan APEA & ERDC (1994).

Tabel 3. Kriteria toksisitas Komisi Pestisida

Urutan	Kategori	LC50 (mg/L)
1	Rendah	>100
2	Sedang	10 – 100
3	Tinggi	1 – 10
4	Sangat tinggi	< 1

Tabel 4. Kriteria toksisitas IMCO, FAO, UNESCO, WMO, dan Kelompok Ahli (1973).

Urutan	Kategori	LC50 (mg/L)
1	Tidak beracun	> 10000
2	Rendah	1000 – 10000
3	Sedang	100 – 1000
4	Beracun	1 – 100
5	Sangat beracun	< 1

Tabel 5. Kriteria toksisitas APEA & ERDC (1994)

Urutan	Kategori	LC50 (mg/L)
--------	----------	-------------

1	Tidak toksik	>100000
2	Hampir tidak toksik	10000 – 100000
3	Rendah	1000 – 10000
4	Sedang	100 – 1000
5	Toksik	1 –100
6	Sangat toksik	< 1

Dengan melihat kategori toksisitas dari tiga kelompok instansi, ternyata terdapat perbedaan dalam pengklasifikasian zat toksikan, Komisi Pestida hanya mengkategorikan 4, FAO & UNESCO 5 kategori dan APEA & ERDC menjadi 6 kategori, tetapi semuanya sepakat bahwa < 1 mg/l adalah sangat beracun.

### 3. Bahan dan Metode penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian berupa cawan keramik, desikator digunakan untuk mengisap air yang masih terdapat dalam sampel, beaker glas untuk Uji Lc-50, kandang hewan, akuarium, alat gavage

#### Pelaksanaan percobaan

##### Persiapan Bibit Tanaman

Benih sengon direndam dalam larutan bayclean selama 5 menit, kemudian dicuci dengan air biasa sampai bersih dan direndam dalam air panas selama satu menit. Selanjutnya benih direndam dalam air biasa selama 24 jam, benih yang baik yaitu kulit berwarna coklat tua, tenggelam dalam air ketika direndam. Medium semai pasir steril pada kotak persemaian disediakan untuk menyemaikan benih sengon dengan antar jarak 5 cm dan kedalaman 2 cm, persemaian disimpan dalam rumah kaca sampai kecambah berumur 10 hari untuk selanjutnya dipilih bibit yang homogen (jumlah daun, tinggi dan diameter tanaman sama). Setiap hari dilakukan penyiraman sebanyak 2 kali pagi dan sore hari, setelah muncul daun pertama tanaman diberi ajir untuk menegakkan pertumbuhannya dan siap dipindahkan kedalam medium uji.

Penanaman sengon

Tanaman sengon ditanam dalam medium kompos dengan penambahan pupuk dan banyaknya tanaman per polibag sesuai perlakuan, setiap polibag diisi dengan 5000 gram medium kompos. Pengamatan dilakukan setiap 2 minggu sampai 16 minggu tanam sampai tanaman siap untuk ditanam di lapangan. Diamati sampai dua tahun.

Variabel respons dan analisis data parameter yang akan diamati adalah pertumbuhan tanaman sengon, penurunan kadar hidrokarbon, kandungan logam berat, derajat keasaman (pH), kelembaban medium.

Data yang digunakan untuk menganalisis pertumbuhan tanaman sengon melalui perhitungan berbagai karakteristik tumbuh adalah bobot kering total tanaman dan luas daun. Data tersebut diperoleh dari empat tanaman contoh yang ditimbang atau diukur pada umur 4, 8, 12, 16 MST sampai dua tahun. Tanaman contoh dikeringkan pada suhu 60 °C selama 72 jam sampai bobot tanaman tetap dan ditimbang untuk memperoleh bobot kering total tanaman. Luas daun diukur dengan menggunakan alat leaf area meter. Karakteristik tumbuh dihitung dengan metoda Coombs et al., (1985) yaitu:

a. Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata (LTT) setiap empat minggu, yaitu laju rata-rata penambahan berat kering total tanaman per satuan luas lahan per duapuluh delapan harian yang menggambarkan peningkatan rata-rata bobot bahan kering total tanaman per m<sup>2</sup> lahan per hari dalam periode empat minggu, dihitung dengan rumus:

$$LTT = \frac{W_2 - W_1}{A(t_2 - t_1)} \text{ g m}^{-2} \text{ hari}^{-1};$$

b. Laju Asimilasi Bersih Rata-rata (LAB) setiap empat minggu, yaitu laju rata-rata penambahan bobot kering tanaman per satuan luas daun untuk setiap empat minggu yang menggambarkan laju fotosintesis bersih (kapasitas tanaman mengakumulasi bahan kering) per cm<sup>2</sup> daun per hari dalam periode empat minggu, dihitung dengan rumus:

$$LAB = \frac{W_2 - W_1}{A_2 - A_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1} \text{ g m}^{-2} \text{ hari}^{-1};$$

c. Indeks Luas Daun Rata-rata (ILD) setiap empat minggu, yaitu nisbah rata-rata antara luas daun dengan luas lahan yang ditumbuhi oleh tanaman tersebut dalam periode duapuluh delapan harian yang menggambarkan kemampuan tanaman menyerap radiasi matahari untuk proses fotosintesis, dihitung dengan rumus:

$$\text{ILD} = \frac{L_2 - L_1}{2A} \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2}$$

d. Kekuatan Sumber Rata-rata (KS) setiap empat minggu, yaitu hasil perkalian antara luas daun dengan laju asimilasi bersih tanaman dalam periode duapuluh delapan harian yang menggambarkan kemampuan suatu tanaman untuk beradaptasi yang dinilai dari kemampuannya untuk melaksanakan fotosintesis per unit luas daun dihitung dengan rumus:

$$\text{KS} = \frac{A_2 - A_1}{2} \times \text{LAB} \text{ g hari}^{-1}$$

Arti lambang huruf dalam ketiga rumus di atas adalah: W2 = bobot kering total tanaman pada waktu t2, W1 = bobot kering total tanaman pada waktu t1, L2 = Luas daun tanaman pada waktu t2, L1 = Luas daun tanaman pada waktu t1, t2 = waktu pengamatan sesudah t1, t1 = waktu pengamatan tertentu, dan A = luas lahan tempat tumbuh, S = sampel.

Untuk selanjutnya sampel tanah dilakukan Uji LC-50 terhadap *Daphnia carinata* (kutu air) dan LD-50 terhadap tikus putih (*Rattus rattus var. Wistar*) serta biopatologi menurut metode dengan standard APHA (1995).

#### JADWAL PENELITIAN

##### 4.1. Jadwal penelitian tahun pertama

No.	Kegiatan/ Bulan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan : alat untuk analisis, zeolit, pembuatan berbagai medium, bahan kimia	X	X	X									

2.	Percobaan tahap pertama Percobaan bioremediasi Percobaan tahap ketiga : pengujian medium dengan penanaman sengon				X	X	X	X					
						X	X	X	X	X			
					X	X	X	X	X	X	X	X	
3.	Analisis hidrokarbon, logam berat, pengukuran enzim fosfatase, glukosidase, populasi mikroorganisma , pengukuran pertumbuhan tanaman			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4.	Persiapan dalam Pembuatan laporan					X	X	X	X	X	X	X	X

#### 4.2. Jadwal tahun kedua

Pada tahun kedua percobaan akan dilakukan di plot percobaan 12 x 10 meter dan lokasi Penelitian/ percobaan di UP VI Balongan Indramayu dengan rancangan perlakuan hasil optimum pada percobaan pertama, sedangkan pada tahun ketiga akan dilakukan percobaan Fitoremediasi dengan tanaman sengon dalam skala semi teknis dilapangan

#### V. ANGGARAN BIAYA

No.	Jenis pengeluaran	Anggaran yang diusulkan
1.	Bahan habis pakai	Rp. 25.900.000,-
2.	Peralatan	Rp. 14.600.000,-
3.	Biaya perjalanan	Rp. 9.000.000,-
4.	Honor tim peneliti	Rp. 49.200.000,-
5.	Biaya lain-lain	
	a. Biaya pemotretan/scanning	

	b. Biaya dokumentasi/ laporan	Rp. 1.500.000,-
	c. Fotocopy dan penjiilidan	Rp. 500.000,-
	d. Biaya pemeliharaan/sewa alat	Rp. 700.000,-
		Rp. 2.300.000,-
	<b>TOTAL</b>	
		Rp. 100.000.000,-

#### RINCIAN PENGELUARAN

##### A. BAHAN HABIS PAKAI

No	Nama bahan	Jumlah/g	Harga satuan/kg/l	Jumlah uang
1.	Pepton	1000 g.	Rp. 1.200.000,-	Rp. 1.200.000,-
2.	Nutrient Agar	3000 g.	Rp. 1.600.000,-	Rp. 4.800.000,-
3.	Methylen Chlorida	10 liter	Rp. 90.000,-	Rp. 900.000,-
4.	Uji LD-50	5 set	Rp. 800.000,-	Rp. 4.400.000,-
5.	Kapas	9 kg	Rp. 80.000,-	Rp. 750.000,-
6.	PNPP	5 L	Rp. 400.000,-	Rp. 2.000.000,-
7.	Reagen Somogyi	5 L	Rp. 290.000,-	Rp. 1.450.000,-
8.	Alkohol	30 L	Rp. 15.000,-	Rp. 450.000,-
9.	Spirtus	45 L	Rp. 8000,-	Rp. 350.000,-
10.	Waskom	180 biji	Rp. 20.000,-	Rp. 3.600.000,
11.	Plot percobaan 10 x12 m			Rp.3.900.000,-
12.	Hewan Peliharaan			Rp. 1.100.000,-
13.	Uji Lc-50			Rp. 4.500.000,-
				Rp. 25.900.000,



## B. PERALATAN

1. Atomic Absorbic Spectrofotometer	Rp. 3.900.000,-
2. Pipet analitis, tabung reaksi, petridis	Rp. 2.000.000,-
3. Spectrofotometer-IR	Rp. 3.000.000,-
5. Kolom PAHs	Rp. 5.600.000,-

## C. HONOR TIM PENELITIAN

1. Ketua tim peneliti	24 x Rp. 750.000,- = Rp. 18.000.000,-
2. Anggota tim peneliti	2 x 24 x Rp. 500.000,- = Rp. 24.000.000,-
3. Analis	1 x 24 x Rp. 300.000,- = Rp. 7.200.000,-

Total = Rp.100.000.000,-

LAMPIRAN 1 : BIODATA DAN PERNYATAAN KESEDIAAN IKUTSERTA  
PENELITIAN DARI KETUA, ANGGOTA

1. Nama : Yayat Dhahiyat Ph.D
2. Tempat dan tanggal lahir : Tasikmalaya 6 April 1951
3. Program studi : Manajemen lingkungan  
Fakultas : Pascasarjana  
Perguruan Tinggi : Universitas Padjadjaran
4. Alamat : Laboratorium Biologi perairan  
No. Telpon/Fax : (022)- 2502176 / (022) 2504982  
E-mail : szrdhahi@ melsa net.id  
No. Telpon Rumah : (022) 7802443- Hp 08151626921
5. Pendidikan terakhir : S-3 Aquatic Biology/Ecotoxicology, School of Animal and  
Microbial sciences, Reading University United Kingdom
6. Pengalaman Penelitian :
- a. Penelitian Ekotoksikologi: Uji Toksisitas LC50 Lumpur Bor (Unocal, Total Indonesia, Mobil Oil, Pertamina, PT LNG Arun), Bioremediasi, Pemanfaatan Katalis Bekas, Klasifikasi Limbah B3 dari Industri Minyak dan Gas Bumi, LD50 dan LC50 Limbah B3, 1990-2002.
- b. Riset Unggulan Terpadu: Pemanfaatan Limbah Katalis Pasca Perengkahan Minyak Residu Untuk Menghasilkan Produk Semen Tersubstitusi dan Filler Beton yang Aman dan Akrab Lingkungan, 2002.
7. Publikasi Ilmiah
1. The effect of chromium (Cr VI) and Cadmium ( $Cd^{2+}$ ) on the life-history of *Daphnia magna* Straus. Thesis PhD, School of Animals and Microbial Sciences, Faculty of Sciences, The University of Reading, UK., 1997
  2. Accumulation of chromium and cadmium in the bodies of *Daphnia magna* Straus clone B and clone 5. Dimuat dalam Jurnal Agrikultura Volume. 9, No. 3, 1999.
  3. The acute static test of chromium (Cr VI) and cadmium ( $Cd^{2+}$ ) on *Daphnia magna* Straus. Dimuat dalam Jurnal Biologi Indonesia Volume II, No.5, 1999.
  4. Kualitas air pada sistem budidaya ikan air tawar di Daerah Bandung Selatan (Water quality of running water fishponds in South of Bandung). Dimuat dalam Jurnal Agrikultura Volume 11, No. 1, 2000.
  5. Chronic Static Tests of Chromium (Cr VI) and Cadmium ( $Cd^{2+}$ ) on *Daphnia magna* Straus. Dimuat dalam Jurnal Akuatika Volume 1, No.1 September 2001.
  6. Studi Kualitas Air di Lingkungan Tambak Inti Rakyat Sungai Nilam, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Dimuat dalam Jurnal Ekologi dan Pembangunan (Ecology and Development), No. 6 Agustus 2002.
  8. Dengan ini, saya menyatakan bersedia untuk ikut serta dalam Tim Peneliti dengan tugas dan waktu yang sesuai seperti diuraikan dalam Lampiran 1. Apabila saya tidak memenuhi kesediaan ini, saya bersedia diberhentikan dari keanggotaan Tim peneliti tersebut.

Bandung, 20 April 2005

Yayat Dhahiyat Ph.D  
NIP 130 887 174

1. Nama : Dadan Sumiarsa M.S.
2. Tempat dan tanggal lahir : Cirebon 4 Juli 1962
3. Program studi : Kimia Organik  
Fakultas : Kimia  
Perguruan Tinggi : Universitas Padjadjaran
4. Alamat : Laboratorium Toksikologi Lingkungan  
Jl. Sekeloa Bandung  
No. Telpon/Fax : (022)- 2502176 / (022)- 2504982  
E-mail : ecology@ melsa net.id  
No. Telpon Rumah : (022) 7806314 - Hp 08164863048
5. Pendidikan terakhir : S-2 Kimia Institut Teknologi Bandung

6. Pengalaman Penelitian

No.	Judul	Tahun sumber dana
1.	Uji hayati drilling fluid minyak bumi	1997, Total Indonesia Unocal
2.	Studi keberadaan logam berat dan kesehatan karyawan Pertamina Mundu Cirebon	1998, Pertamina
3.	Studi pendahuluan Bioremediasi lumpur minyak bumi Balongan	1999 - 2000 Pertamina
4.	Analisis kandungan minyak dan lemak dalam medium bioremediasi lumpur minyak bumi dengan kascing	2001, Lembaga Penelitian UNPAD
5.	Kandungan hidrokarbon aromatik dalam medium bioremediasi lumpur minyak bumi	2002, Lembaga Penelitian UNPAD

7. Publikasi Ilmiah

Tahun 2002 Bioremediasi lumpur minyak bumi dengan kascing, jurnal Biotika,  
jurusan Biologi FMIPA UNPAD

Dengan ini, saya menyatakan bersedia untuk ikut serta dalam Tim Peneliti dengan tugas dan waktu yang sesuai seperti diuraikan dalam Lampiran 1. Apabila saya tidak memenuhi kesediaan ini, saya bersedia diberhentikan dari keanggotaan Tim peneliti tersebut.

Bandung, 20 April 2005

Dadan Sumiarsa M.S.

NIP 131 803 270

- .1. N a m a : Dr. Nia Rossiana M.S.  
 2.Tempat dan tanggal lahir : Cirebon 11 April 1958  
 3. Program studi : Biologi  
 Fakultas : MIPA –  
 Perguruan Tinggi : Universitas Padjadjaran  
 4. Alamat : Jurusan Biologi FMIPA UNPAD  
 Jatinangor Bandung  
 No. Telpon/Fax : (022)- 7796412 / (022)- 7796412  
 E-mail : szrdhahi@ melsa net.id  
 No. Telpon Rumah : (022) 7802443 Hp. 08157102764  
 5. Pendidikan terakhir : S-3 Universitas Padjadjaran  
 6.Pengalaman Penelitian

No.	Judul	Tahun sumber dana
1.	Uji hayati Parakuat diklorida pada Daphnia sp. dan Ratus ratus var. Wistar	1998, pelatihan PPSL
2.	Studi pendahuluan Bioremediasi lumpur minyak bumi Balongan	1999-2000 Pertamina
3.	Uji medium pascabioremediasi dengan tanaman cabai	2000, Lembaga Penelitian UNPAD
4.	Uji biodegradasi lumpur minyak bumi dengan metode Carberry	2001, Lembaga Penelitian UNPAD
5.	Isolasi dan seleksi mikroorganisme dalam medium bioremediasi lumpur minyak bumi	2001, LITMUD DIKTI
	Beberapa jenis mikroorganisme yang ditemukan, analisis BOD dan kadar minyak dalam biostimulasi lumpur minyak bumi	DEPDIKBUD
6.	Fitoremediasi lumpur minyak bumi dengan tanaman sengon bermikoriza	2002, Lembaga Penelitian UNPAD

7.		2003-2004 Litsar DIKTI
----	--	------------------------

7. Publikasi Ilmiah

- Tahun 1992 Penekanan serangan Rhizoctonia solani oleh Trichoderma sp dan Gliocladium sp pada tanaman kedelai Jurnal Pascacarjana IPB
- Tahun 1999 Pengaruh ekstrak gambir terhadap perkembangan penyakit karat pada tanaman krisan (Chrysanthemum sp) Jurnal Kongres Biologi Nasional
- Tahun 2002 Bioremediasi lumpur minyak bumi dengan kascing, jurnal Biotika Jurusan Biologi FMIPA UNPAD

Dengan ini, saya menyatakan bersedia untuk ikut serta dalam Tim Peneliti dengan tugas dan waktu yang sesuai seperti diuraikan dalam Lampiran 1. Apabila saya tidak memenuhi kesediaan ini, saya bersedia diberhentikan dari keanggotaan Tim peneliti tersebut.

Bandung, 20 April 2005

Dr. Nia Rossiana M.S.

NIP 132 207 290

IAMPIRAN 2 : DAFTAR PERALATAN UTAMA YANG DIPERLUKAN UNTUK PENELITIAN

No.	Nama alat	Spesifikasi Alat	Jumlah unit
	Peralatan yang dimiliki :		
1.	Spectrofotometer -IR	Analisis enzim fosfatase dan glukosidase	1 unit
2.	Spektrofotometer -uv	Penghitungan mikroorganisme	1 unit /kurang baik
3.	Inkubator	Pertumbuhan mikroorganisme	1 unit
4.	Soxhlet	Analisis kadar minyak dan lemak	1 unit/ 3 labu
	Peralatan yang diajukan dalam anggaran		
1.	Column for PAHs analysis	Analisis Polyaromatic hidrokarbon	1 unit
	Gas Chromatography -MS	Analisis logam berat	1 unit

2.	Soxhlet	Analisis kadar minyak dan lemak	1 unit/4 labu
3.	Spectrofotometer -uv	Penghitungan mikroorganisme	1 unit
4.	Respirometer Warburg	Respirasi mikroorganisme	1 unit
5.	Leaf Area meter	Pengukuran luas daun	1 unit
6.	Pipet analitis	Mengambil pengenceran zat /surfactan	10 unit
7.			

#### DAFTAR PUSTAKA

Baker, K.H. and Herson, D.S. 1994. Bioremediation. USA : McGraw-Hill, Inc. 1-5, 12-30, 180-181, 211-224.

BAPEDAL, 2001. Peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Badan Pengendali Dampak Lingkungan. Jakarta.

Coombs, J., Hall, D.O., Long, S.P. and Scurlock. 1985. Techniques in bioproductivity and Photosynthesis. Second edition, United Nations Environment Programme, Pergamon Press.

Dasmadji, Simatupang, R., Zulfan dan Dikri, A. 1998. Bioremediation process for crude oil contaminate soil-A field scale application. Proceeding, Indonesian Petroleum Association, Twenty-sixth Convention. Jakarta.

Garcia, C., Moreno, J.L., Hernandez T., Costa, F., 1995. Effect Composting Sewage Sludges Contaminated wirh Heavy Metals. J. Bioresource Technology, 53:13-19.

Michael R.N. and Thomas W. S., 2000. Kinetics of Silicate Exchange in Alkaline Aluminosilicate Solutions. J. Inorg. Chem. 39. 2661 - 2665.

PAU-ITB-VIRIDIAN, 2000. Workshop and Seminar on Bioremediation of soil contamination. Seminar paper.

PPSDAL UNPAD, 2000. Penelitian Pendahuluan Bioremediasi limbah minyak bumi dengan mikroba lokal di UP III PERTAMINA BALONGAN. Laporan akhir.

Udiharto M. dan Sudaryono, 1999. Bioremediasi terhadap tanah tercemar minyak bumi parafinik dan aspak. Prosiding seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan - BPPT, Jakarta. Hal 121 - 132.

Udiharto, M. 2002. Aplikasi Bioremediasi di Lingkungan Industri Migas. Workshop Penyusunan Panduan Bioremediasi Limbah berminyak (Sludge) Tanah Tercemar Minyak. Kerja sama KLH-ITB - PERTAMINA DPMS. Bandung.

USULAN PENELITIAN  
HIBAH BERSAING PERGURUAN TINGGI  
TAHUN ANGGARAN 2006



BIOMONITORING FITOREMEDIASI LUMPUR MINYAK BUMI

Ketua peneliti :

Dr. Nia Rossiana M.S.

UNIVERSITAS PADJADJARAN

2005



HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Biomonitoring Fitoremediasi Lumpur Minyak Bumi

2. Nama Ketua Tim Peneliti : Dr. Nia Rossiana M.S.

3. NIP : 132207290

4. Jurusan : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Perguruan Tinggi : Universitas Padjadjaran

5. Alamat : Laboratorium Biologi Lingkungan

No. Telpon/Fax : (022)- 7796412 / (022)- 7796412

E-mail : szrdhahi@ melsa net.id

No. Telpon Rumah : (022) 7802443 - Hp 08157192764

6. Jumlah Dana Yang diminta: Rp.50.000.000,-

Jumlah Dana total : Rp 100.000.000,

Jumlah Dana Tahun Dinas

sekarang : Rp. 50.000.000,-

Mengetahui,  
Ketua Lembaga Penelitian

Bandung, 20 April 2005  
Ketua Tim Peneliti,

Prof. Dr. Johan S. Masjhur, dr., SpPD-KE., SpKN  
NIP. 130 256 894

Dr. Nia Rossiana M.S  
NIP 132 207 290

**FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR DENGAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) DAN LIMBAH PADAT INDUSTRI MINYAK BUMI DENGAN SENGON**

(*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) BERMIKORIZA

oleh

Nia Rossiana Dhahiyat

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Padjadjaran

PENDAHULUAN

Limbah industri minyak bumi (Oil sludge) yang berupa cairan dan padatan merupakan obyek dalam penelitian ini, limbah tersebut merupakan limbah bahan beracun dan berbahaya (B3). Detoksifikasi dan degradasi limbah tersebut dapat dilakukan secara biologis yang aman dan ramah lingkungan dengan menggunakan mikroorganisme dan tumbuhan, cara ini dikenal dengan Fitoremediasi. Penggunaan eceng gondok untuk limbah cair dan sengon bermikoriza untuk pengolahan dan penurunan zat organik dalam limbah padat diharapkan dapat menunjang pengelolaan limbah secara terpadu dan berkelanjutan di lingkungan industri minyak pada khususnya dan umumnya bagi seluruh perindustrian.

Penelitian ini merupakan aplikasi diberlakukannya Peraturan Pemerintah No 19 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3). Menurut peraturan tersebut limbah lumpur minyak bumi dikategorikan sebagai limbah B3 dengan kegiatan 2320. Limbah industri dapat didaurulang (recycle), didaurguna (reuse) dan recovery. 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 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003). Limbah minyak bumi terdiri dari senyawa hidrokarbon yang merupakan polialifatik hidrokarbon seperti alkana (n-normal, iso dan siklo) dan poliaromatik hidrokarbon (PAH) seperti naftaeno, benzena, naftalena, benzo(a)pirena, air, unsur logam (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, Ni, Cu) serta non hidrokarbon seperti senyawa nitrogen, sulfur, oksigen dan aspal (Connell & Miller, 1995). Hasil penelitian yang dilakukan oleh PPSDAL LP UNPAD (2000) menunjukkan karakteristik limbah lumpur minyak bumi asal Balongan adalah TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) 66%, kandungan minyak (Oil content) 32,56%, Asphaltent 0,86%, Cd 0,14 ppm, Cr 2,96 ppm, Cu 3,58 ppm, Ni 58,21 ppm, Pb 7,90 ppm, Zn 73,53 ppm.

Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan, mikroorganisme untuk meminimalisasi dan mendetoksifikasi polutan, karena mikroorganisme dapat mendegradasi dan tumbuhan mempunyai kemampuan menyerap logam dan mineral atau sebagai fitoakumulator dan fitochelator. Konsep pemanfaatan tumbuhan dan mikroorganisme untuk meremediasi tanah yang terkontaminasi polutan adalah pengembangan terbaru dalam teknik pengolahan limbah. Fitoremediasi dapat diaplikasikan pada limbah organik maupun anorganik dalam bentuk padat, cair, dan gas (Salt et al., 1998).

*Eichornia crassipes* (Mart) Solms merupakan tumbuhan air yang dapat menyerap hara dan logam berat dalam jumlah yang cukup signifikan. Zat hara yang terserap oleh akar tanaman akan ditranslokasikan di dalam tubuh tanaman. Hasil penelitian yang telah dilakukan di bak percobaan menunjukkan bahwa penggunaan eceng gondok dengan penutupan 50% dari luas area percobaan pengolahan limbah cair tahu dapat menurunkan residu tersuspensi 75,74 – 85,5 % dan COD 55,52 – 76,83% (Dhahiyat, 1991)

Tanaman sengon merupakan tanaman Leguminosae, sering digunakan sebagai tanaman untuk reboisasi karena bersifat fast growing trees. Selain mempunyai dua nama latin yakni *Albizia falcataria* (L) Forberg dan *Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen, sengon mempunyai nama daerah yang bermacam-macam. Hal ini dapat dilihat dengan adanya program pemerintah berupa proyek “Sengonisasi” bagi daerah-daerah kritis yang rawan bencana erosi (National Academy of Sciences, 1979). Manfaat penting dari penggunaan mikoriza adalah asosiasi jamur dan tanaman berkemampuan mendetoksifikasi dan mendegradasi senyawa yang sukar diuraikan dalam tanah. Peranan mikoriza dalam rizosfer adalah memfasilitasi pergerakan mineral tanah menuju tanaman

Hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium, rumah kaca dan terakhir dalam skala lapang selama 6 bulan menunjukkan bahwa fitoremediasi limbah lumpur minyak konsentrasi 20% dengan tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) bermikoriza yang mediumnya diinokulasi bakteri *Pseudomonas mallei*, *Bacillus alvei* dan *Pseudomonas sphaericus* potensial untuk dikembangkan. Tanaman sengon mengalami pertumbuhan baik selama fitoremediasi. Hasil analisis setelah fitoremediasi menunjukkan bahwa terjadi penurunan kandungan minyak sampai 51,23% dan kandungan logam berat

Cd, Cr, Pb, Cu, Zn dan Ni. masing-masing sebesar 30,2%, 2,5%, 32,6%, 71,9%, 62,8% dan 47,09 % (Rossiana, 2005) )

## TUJUAN PENELITIAN

Hasil penelitian fitoremediasi dapat diaplikasikan pada unit pengolahan limbah cair maupun padat milik perusahaan nasional maupun swasta dengan teknologi perlindungan yang ramah lingkungan. Penggunaan tanaman seperti eceng gondok biomasnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan tangan sedangkan sengon yang bersifat fast growing trees kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan.

Rangkaian kegiatan penelitian ini bertujuan untuk optimalisasi percobaan, mendapatkan suatu cara pengolahan dan pengelolaan limbah yang termasuk Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3), khususnya lumpur minyak bumi (oil sludge) secara efektif, selektif dan ramah lingkungan dengan cara mendayagunakan kemampuan mikroorganisme unggul, yang dapat mendegradasi senyawa organik dan mendetoksifikasi limbah tersebut. Selanjutnya, hasil proses bioremediasi, dimanfaatkan untuk media pertumbuhan tanaman

## TINJAUAN PUSTAKA

Limbah lumpur minyak bumi (LMB) merupakan limbah akhir dari serangkaian proses dalam industri pengilangan minyak bumi. Kegiatan operasinya dimulai dari eksplorasi, produksi (pengolahan sampai pemurnian) sampai penimbunan dan berpotensi menghasilkan limbah berupa lumpur minyak bumi (oily sludges).

Penggunaan metode dan proses biologi dalam menurunkan kadar polutan yang bersifat toksik terhadap lingkungan akibat adanya xenobiotik/zat yang menyebabkan pencemaran, adalah nama lain dari bioremediasi (Baker & Herson, 1994). Bioremediasi merupakan salah satu teknologi inovatif untuk mengolah kontaminan, yaitu dengan memanfaatkan mikroba, tanaman, enzim tanaman atau enzim mikroba (Gunalan, 1996).

Faktor penghambat bioremediasi adalah bahan yang akan diremediasi mengandung klorin atau logam berat. Kandungan logam berat baik dalam lumpur minyak maupun dalam medium pasca bioremediasi akan mempengaruhi penguraian bahan organik,

karena akan menghambat kerja enzim dan populasi mikroorganisme yang selanjutnya akan menjadi kendala bagi pertumbuhan tanaman (Garcia et al., 1995).

Selain itu perlu ada upaya menghilangkan terlebih dahulu logam berat yang terdapat dalam limbah dengan menggunakan adsorben sebelum proses bioremediasi. Penggunaan pasir dan zeolit sebagai campuran dan adsorben alam penyerap logam berat merupakan penanganan awal sebelum dilakukan proses lebih lanjut, sehingga kemungkinan adanya proses inhibisi enzim oleh ion logam dapat diatasi.

Dalam bioremediasi penggunaan mikroorganisme indigenus (indigen) saja masih belum maksimum sehingga diperlukan inokulasi mikroorganisme eksogenous (eksogen) yang merupakan kultur campuran (konsorsium) beberapa jenis bakteri atau jamur yang potensial dalam mendegradasi pencemar tersebut (Udiharto & Sudaryono, 1999).

Tumbuhan mempunyai kemampuan untuk menahan substansi toksik dengan cara biokimia dan fisiologisnya serta menahan substansi non nutritif organik yang dilakukan pada permukaan akar. Bahan pencemar tersebut akan dimetabolisme atau diimobilisasi melalui sejumlah proses termasuk reaksi oksidasi, reduksi dan hidrolisa enzimatis (Khan et al., 2000).

Saat ini pengetahuan mengenai mekanisme fisiologi fitoremediasi mulai digabungkan dengan biologi dan teknik untuk mengoptimalkan fitoremediasi sehingga terbagi menjadi (Salt et al., 1998):

5. Fitoekstraksi : pemanfaatan tumbuhan pengakumulasi polutan untuk memindahkan logam berat atau polutan organik dari tanah dengan cara mengakumulasi di bagian tumbuhan yang dapat dipanen.
6. Fitodegradasi : pemanfaatan tumbuhan dan asosiasi mikroorganisme untuk mendegradasi polutan organik.
7. Rhizofiltrasi : pemanfaatan akar tumbuhan untuk menyerap polutan, terutama logam berat, dari air dan aliran limbah.
8. Fitostabilisasi : pemanfaatan tumbuhan untuk mengurangi polutan dalam lingkungan.
9. Fitovolatilisasi : pemanfaatan tumbuhan untuk menguapkan polutan. Pemanfaatan tumbuhan untuk memindahkan polutan dari udara.

Mekanisme tumbuhan dalam menghadapi toksikan adalah : (Corseuil & Moreno, 2000) :

10. Penghindaran (escape) fenologis. Apabila pengaruh yang terjadi pada tanaman musiman, tanaman dapat menyelesaikan siklus hidupnya pada musim yang cocok
11. Eksklusi. Tanaman dapat mengenal ion yang bersifat toksik dan mencegah penyerapan sehingga tidak mengalami keracunan
12. Penanggulangan (ameliorasi). Tanaman mengabsorpsi ion tersebut, tetapi berusaha untuk meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan kelat (chelation), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekskresi.
13. Toleransi. Tanaman dapat mengembangkan sistem metabolit yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik tertentu dengan bantuan enzim.

*Eichornia crassipes* ( Mart ). Solms dapat tumbuh dengan sangat cepat, yaitu mencapai  $10 \text{ g m}^{-2}$  per hari. Hal ini berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara, seperti nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan orthofosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) *Eichornia crassipes* ( Mart ). Solms dapat menyerap nitrogen secara langsung sebesar 5850 kg/ha per tahun dan dapat menyerap fosfor sebesar 350 – 1125 kg/ ha per tahun. Hal ini dapat mengurangi konsentrasi kontaminan pada limbah perairan ( McEldowney et al., 1993 ).

*Eichornia crassipes* (Mart) Solms dapat diterapkan pada limbah cair rumah potong ternak mampu menurunkan kadar TS ( Total Solid ) sebesar 23,92 %, COD 51,65%, BOD 67,44%, Amonia 58%, Nitrat 32,07%, P total 25,81% (Sumarno, 1990).

Sistem lahan basah yang diterapkan pada limbah rumah tangga yang ditanami oleh makrofit seperti *Eichornia crassipes* ( Mart ). Solms, *Phragmites communis* dan *Typha latifolia*, dapat mereduksi kadar padatan tersuspensi, BOD ( Biological Oxygen Demand ), N total, dan P total hingga 92-99% ( McEldowney et al., 1993 ). Sistem lahan basah buatan yang diterapkan pada limbah rumah tangga dapat menurunkan nilai BOD5 dari 229,54 mg/l menjadi 28,86 mg/l, konsentrasi COD berkurang dari 460,82 mg/l menjadi 68,50 mg/l, efisiensi  $\text{NH}_4\text{-N}$  sebesar 90,54% dari efisiensi  $\text{PO}_4\text{-P}$  sebesar 68,50%. Sistem ini juga dapat mengurangi padatan dalam air ( Kurniadie, 2001 ).

Tanaman meremediasi polutan organik melalui tiga cara, yaitu menyerap secara langsung bahan kontaminan, mengakumulasi metabolisme non fitotoksik ke sel-sel tanaman, dan melepaskan eksudat dan enzim yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba, serta menyerap mineral pada daerah rizosfer. Tanaman juga dapat menguapkan sejumlah uap air. Penguapan ini dapat mengakibatkan migrasi bahan kimia ( Schnoor et al., 1995 ).

Tanaman melepaskan eksudatnya yang dapat membantu bioremediasi bahan organik oleh mikroba agar bahan organik tersebut dapat diserap dan dimetabolisme dalam tubuh tanaman. Penyerapan polutan berupa bahan organik dibatasi oleh mekanisme penyerapan oleh tanaman dan jenis tanaman ( Schnoor, 2000).

Tanaman dapat memperluas daerah perakaran menuju ke daerah yang terkena polutan ( EPA, 2000 ). Beberapa bahan kimia dimineralisasi oleh tanaman dengan bantuan air dan  $\text{CO}_2$ . Tanaman mengeluarkan sekret melalui akar eksudat akar sebesar 10 – 20% dari hasil fotosintesis melalui eksudat akar. Hal ini dapat membantu proses pertumbuhan dan metabolisme mikroba maupun

fungi yang hidup disekitar rizosfer. Beberapa senyawa organik yang dikeluarkan melalui eksudat akar ( misalnya phenolik, asam organik, alkohol, protein ) dapat menjadi sumber karbon dan nitrogen sebagai sumber pertumbuhan mikroba yang dapat membantu proses degradasi senyawa organik. Sekret berupa senyawa organik dapat membantu pertumbuhan dan meningkatkan aktivitas mikroba rhizosfer ( Salt et al., 1998 ).

## METODOLOGI PENELITIAN

Bahan : Limbah cair dan padat minyak bumi, pasir, kascing, tanah, zelit, basal medium, NaCl fisiologis, methyl chloride, kertas saring, aquades

Alat : Garu, pacul, terpal, ember, selang, thermometer, soil tester, soxhlet, Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS), Spectrofotometry Infra Red, alat pemeriksaan mikrobiologis

### Cara kerja dan rancangan percobaan :

Percobaan skala lapang dilakukan di lagoon area pengolahan limbah lumpur minyak bumi Pertamina unit VI Balongan Indramayu. Pengolahan limbah cair dilakukan pada 6 kolam percobaan ukuran 25 X 20 meter. Tipe aliran air permukaan dengan kedalaman 0,5 – 1 meter aliran limbah cair mengalir pada zona perakaran tumbuhan air kedalaman airnya dapat mencapai 0,5 – 1,5 meter. terserap oleh akar tanaman.

Adapun parameter yang diukur terdiri dari parameter fisik, kimiawi dan biologis adalah :

4. Fisik : Turbiditas, TDS (Total Dissolved Solid), TSS (Total Suspended Solid), Daya hantar listrik
5. Kimiawi : Logam berat (Hg, Cd, Pb dan Cr) minyak, COD (Chemical Oxygen Demand), pH, NO<sub>3</sub> dan PO<sub>4</sub>
6. Biologi : Plankton dan benthos serta biomasa eceng gondok. Selain itu diukur kandungan logam berat di dalam daging ikan.

Sedangkan pengolahan limbah padat percobaan dilakukan pada 4 plot berukuran 6 x 6 x 0,50 meter terbagi menjadi 3 x 3 x 4 ulangan. Faktor tunggal adalah konsentrasi limbah yang ditempatkan dalam 12 plot tempat medium pengomposan lumpur minyak masing-masing konsentrasi yaitu 20%, 30% dan 40% dari total volume yang dicampur dengan zeolit 10%, pasir dan tanah perbandingan 2:1. Sebagai nutrisi digunakan pupuk kascing Medium diaduk dengan garu dan pacul dan disemprot dan disiram air setiap hari.

Kultur mikroorganisme bakteri. diinokulasikan ke dalam medium pengomposan masing-masing sebanyak 2000 ml dengan jumlah sel  $10^8$  sel /ml diinkubasikan selama satu bulan, Kondisi medium dipertahankan yaitu pH 6-7, kelembaban 60-70 % dan temperatur tanah sekitar  $30^{\circ}\text{C}$ . Penyiraman dan pengadukan dilakukan secara periodik untuk menjaga kelembaban dan aerasi medium. Medium tanah bergerombol, dihaluskan dengan pacul supaya mudah untuk ditanam. Sebelum dilakukan fitoremediasi, terlebih dulu biji sengon disemaikan dalam polibag. Setelah berumur 2 minggu dipindahkan kedalam polibag baru dan disekitar akar ditambahkan 50 gram mikoriza. Pertumbuhan sengon dipelihara sampai 3 bulan sampai ditanamkan pada medium hasil pengomposan dengan jarak tanam 2 x 2 meter dan diamati setiap bulan selama 3 tahun

Parameter pencemaran minyak bumi yang dianalisis setiap bulan adalah

1. Kadar minyak/lemak dan logam berat sebelum dan sesudah fitoremediasi
2. Penentuan kadar hidrokarbon aromatik (PAH) sebelum dan sesudah proses fitoremediasi.
3. Pemantauan jumlah mikroorganisme
4. Pemantauan toksisitas medium dengan uji toksisitas Lc-50 terhadap *Daphnia carinata* King
5. Pertumbuhan tanaman sengon, , pH dan kelembaban medium.
6. Karakteristik tumbuh dihitung dengan metode Coombs et al. (1985), yaitu:
  - Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata (LTT)
  - Laju Asimilasi Bersih Rata-rata (LAB)
  - Index Luas Daun Rata-rata (ILD)

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.H & D. S. Herson. 1994. Bioremediation. USA : McGraw-Hill, Inc. 1-5, 12-30, 180-181, 211-224.
- Connel, D.W. & G.J. Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Jakarta. UI Press.
- Corseuil, H.X & F.N. Moreno. 2000. Phytoremediation Potential Of Willow Trees For Aquifers Contaminated With Ethanol-Blended Gasoline. Pergamon Press. Elsevier Science Ltd.
- Dhahiyat, Y. 1991. Kandungan Limbah Cair pabrik tahu dan pengolahannya dengan eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms). Jurnal Lingkungan & Pembangunan (Environment & Development) Volume 11, Nomor 1. Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi seluruh Indonesia. Jakarta.
- Garcia, C., J. L. Moreno, T. Hernandez & F. Costa. 1995. Effect Composting Sewage Sludges Contaminated With Heavy Metals. J. Bioresource Technology, 53:13-19.



Eweis, J.B., S.J. Ergas., D.P.Y. Chang & E.D. Schroeder. 1998. *Bioremediation Principles*. Singapore. WCB McGraw-Hill.

Gunalan. 1996. Penerapan Bioremediasi pada Pengelohan Limbah dan Pemulihan Lingkungan Tercemar Hidrokarbon Petroleum. *Majalah Sriwijaya*. UNSRI. Vol 32, No 1.

Kasmara, H., Rossiana, N., Achwanie, A. 2005 Uji toksisitas LC-50 medium sebelum dan setelah fitoremediasi. *Jurnal Biotika*, edisi September.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. *Pengelolaan limbah minyak bumi secara biologi*. Badan Pengendali Dampak Lingkungan, 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.

PPSDAL LP UNPAD. 2000. *Penelitian Pendahuluan Bioremediasi Limbah Minyak Bumi dengan Mikroba Lokal di UP III Pertamina Balongan*. Laporan penelitian PPSDAL Lembaga Penelitian Unpad. Bandung.

Rossiana, N. 2005. *Penggunaan zeolit, kultur bakteri dan mikoriza dalam fitoremediasi Lumpur minyak bumi dengan tanaman sengon (Paraserianthes falcataria L. Nielsen)* Laporan Penelitian RUT XI 2004

Salt, D.E., R.D. Smith & I. Raskin. 1998. *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology : Phytoremediation*. Annual Reviews. USA. 501–662.

Udiharto, M., dan Sudaryono. 1999. *Bioremediasi Terhadap Tanah Tercemar Minyak Bumi Parafinik dan Aspak*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan-BPPT, Jakarta. 121-132.