

**PENGUNAAN OIL BACTER, ENDOMIKORIZA DALAM FITOREMEDIASI  
OILY SLUDGE DENGAN TANAMAN SENGON (*PARASERIANTHES  
FALCATARIA L. NIELSEN*) TERHADAP BIOSURFAKTAN  
DAN TOTAL PETROLEUM HYDROCARBON (TPH)**

Nia Rossiana\*, Titin Supriatun\*\* dan Dadan Sumiarsa\*\*

\*Jurusan Biologi FMIPA UNPAD\*\* Jurusan Kimia FMIPA Universitas Padjadjaran

Email : niarossiana@yahoo.com

**Abstract**

This research have been done on using wild-type bacteria and endomycorrhiza; oil bacter 1 (*Pseudomonas sp.*, *Alcaligenessp.*, *Flavobacteriumsp.*), Oil bacter 2 (*Bacillus megaterium*, *Alcaligenessp.*, *Flavobacteriumsp.*) and endomycorrhiza biounpadin oily sludge phytoremediation dose 30%, 35% with plants engon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen). The study was conducted with an experimental method use a Completely Randomized Design (CRD) with 4 combination between the consortium of bacteria in different doses with 3 replications. The medium used is a mixture of oily sludge with soil and sand in the ratio 2:1. Medium is composted for 1 month, then planted engon inoculated endomycorrhiza aged 1 month and left for 8 months. The parameters analyzed were: biosurfactant production, oil content/TPH (Total Petroleum hydrocarbon (%)), the population of bacteria/TPC (Total Plate Count) (CFU / colony forming units), pH, humidity (%), infection endomycorrhiza percentage (%). The results up to 8 months showed that the combination of consortium of oil bacter 1 (*Pseudomonas sp.*, *Alcaligenessp.*, *Flavobacteriumsp.*) dose of 35% oily sludge produced biosurfactant 0.332 g/L, decrease of TPH 37.09%, endomycorrhiza infection in plants engon 26.67% - 36.67%, population of bacteria  $2.67 \times 10^6$  CFU, pH of the medium from 5.1 to 6.3 and 70-83% humidity of medium.

## I. PENDAHULUAN

*Oily sludge* sebagai limbah industri minyak dapat didaur ulang (*recycle*), didaur guna (*reuse*), ditanami (*replant*) sehingga limbah berkurang (*reduce*) diharapkan terjadi pemulihan (*recovery*). Sehubungan dengan hal tersebut, diperkuat dengan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 128 tahun 2003 maka perlu diaplikasikan dalam upaya kegiatan pemulihan lingkungan. Melalui pendekatan secara biologis atau menggunakan mikroorganisme dikenal dengan istilah **bioremediasi** (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003), menggunakan kombinasi mikroorganisme dan tanaman

(**Fitoremediasi**), Kedua proses tersebut merupakan *clean production technology*, menunjang paradigma pengelolaan limbah *waste to product*.

Limbah tersebut mengandung minyak atau *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) yang sukar larut antara air dan minyak, sehingga diperlukan biosurfaktan. Biosurfaktan merupakan senyawa yang mampu meningkatkan efisiensi degradasi hidrokarbon, karena surfaktan dapat meningkatkan emulsifikasi/kelarutan minyak dalam air. Luas permukaan antara minyak dengan air semakin besar maka metabolisme mikroorganisme untuk mendegradasi akan terjadi

sehingga didapatkan persentase penurunan kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (Abuseoud, et al., 2008.).

## II. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat kombinasi dan masing-masing dilakukan tiga kali ulangan.

Kombinasi Perlakuan:

- 1) Konsorsium oil bacter1 (*Pseudomonas sp.*, *Alcaligenessp.*, *Flavobacteriumsp.*) dengantakaran sludge 30% (I<sub>1</sub>b<sub>1</sub>).
- 2) Konsorsium oil bacter1 (*Pseudomonas sp.*, *Alcaligenessp.*, *Flavobacteriumsp.*) dengantakaran sludge 30% (I<sub>1</sub>b<sub>2</sub>).
- 3) Konsorsium Oilbacter2(*Bacillus megaterium*, *Alcaligenessp.*, *Flavobacteriumsp.*) dengantakaran sludge 35% (I<sub>2</sub>b<sub>1</sub>).
- 4) Konsorsium Oilbacter2(*Bacillus megaterium*, *Alcaligenessp.*, *Flavobacteriumsp.*) dengantakaran sludge 35% (I<sub>2</sub>b<sub>2</sub>).

### 1. Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur dalam penelitian ini terdiri atas parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama meliputi produksi biosurfaktan, kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) dan persentase infeksi mikoriza. Produksi biosurfaktan diketahui dengan analisis tegangan permukaan metode berat tetes dan kalibrasi dengan Alkil Benzena Sulfonat (ABS). Kadar TPH diketahui dengan metode Soxhlet. Parameter pendukung meliputi penghitungan jumlah populasi bakteridengan metode *Total Plate*

*Count* (TPC) dengan 6 kali pengenceran, pengukuran kelembapan dan derajat keasaman (pH) medium perlakuan setiap 4 minggu dengan menggunakan *soil tester*.

### 2. Cara Kerja

Lumpur minyak yang digunakan dalam penelitian ini dicampur dengan tanah dan pasir hingga menjadi sebuah media tanam dengan kadar 30% dan 35%. Masing-masing media tanam ini kemudian diinokulasi dengan media starter yang terdiri dari konsorsium bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Pseudomonas fluorescens* (b<sub>1</sub>), konsorsium bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus sphaericus* (b<sub>2</sub>). Setelah satu bulan pengomposan, sampel tanah diambil untuk diuji kandungan biosurfaktan. Pada waktu bersamaan, ke dalam media tanam yang telah diinokulasi bakteri tersebut, ditanam sengon berumur satu bulan yang sebelumnya telah diinfeksi dengan mikoriza. Proses fitoremediasi dimulai dan terus dilakukan selama delapan bulan. Selama delapan bulan tersebut, dilakukan perawatan dengan cara menyiram sengon danmemberi pupuk NPK setiap satu bulan sekali. Setelah delapan bulan, sampel tanah diambil dari masing-masing perlakuan dan dilakukan pengamatan produktivitas biosurfaktan dengan menghitung tegangan permukaan metode berat tetes menggunakan alat stalagmometer dan menghitung jumlah biosurfaktan yang dihasilkan dengan metode kalibrasi tegangan permukaan ABS. Kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) dengan metode soxhlet dilakukan pada sampel setelah satu bulan dan delapan bulan fitoremediasi. Parameter pendukung yang

dilakukan adalah *Total Plate Count* (TPC) untuk mengetahui jumlah bakteri pada setiap media tanam setiap dua bulan sekali. Selain itu juga diukur pH dan kelembapan media tanam setiap bulan agar tetap berada pada rentang normal agar proses fitoremediasi bisa terus berjalan.

### 3. Parameter yang dianalisis

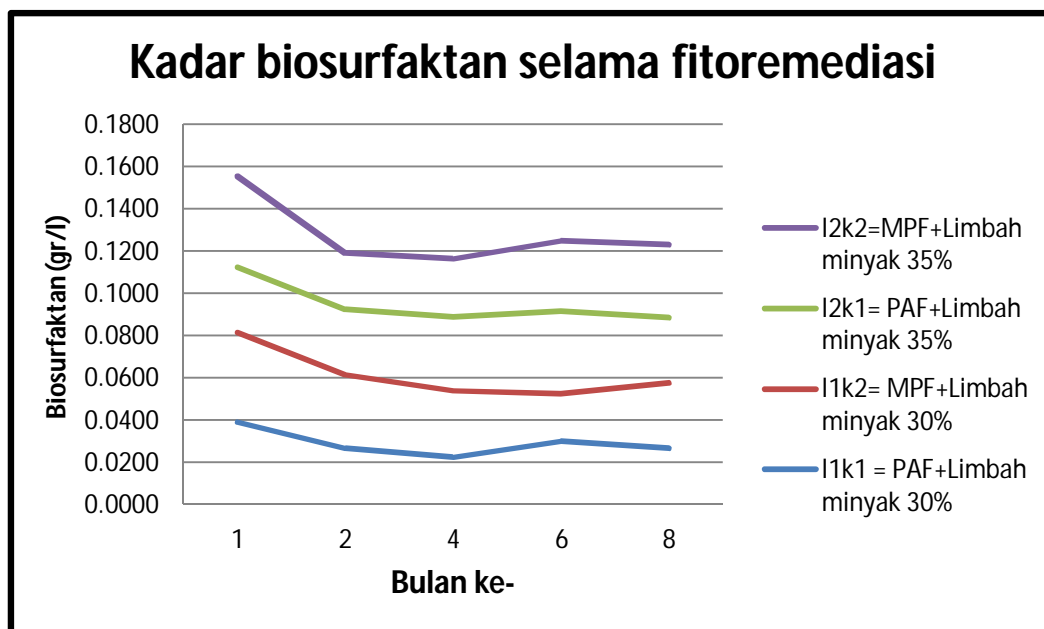
1. Produksi biosurfaktan dapat diketahui dengan menghitung tegangan permukaan
2. Sampel dengan metode berat tetes serta menghitung massa biosurfaktan dengan metode konversi Alkil Benzene Sulfonat (ABS).
3. Kadar TPH dapat diketahui dengan metode Soxhlet.
4. Jumlah populasi bakteri. Dihitung dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan 6 kali pengenceran

5. Kelembaban medium pengomposan. Diukur satu bulan sekali dengan menggunakan soil tester. Jika medium terlalu kering, maka ditambahkan air lalu diaduk sampai homogen.
6. Derajat keasaman (pH). Diukur selama satu bulan sekali.
7. Presentasi infeksi mikoriza

## III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Produksi Biosurfaktan

Penggunaan *oil bacter* 1 (PAF) dan *oil bacter* 2 (MPF) dalam fitoremediasi *oily sludge* takaran 30% dan 35% dengan sengon (*Paraserianthes falcataria* L.Nielsen) bermikoriza selama 8 bulan pengamatan dapat memproduksi biosurfaktan pada kadar 0332-0, 0,155 seperti pada Gambar 3.1.



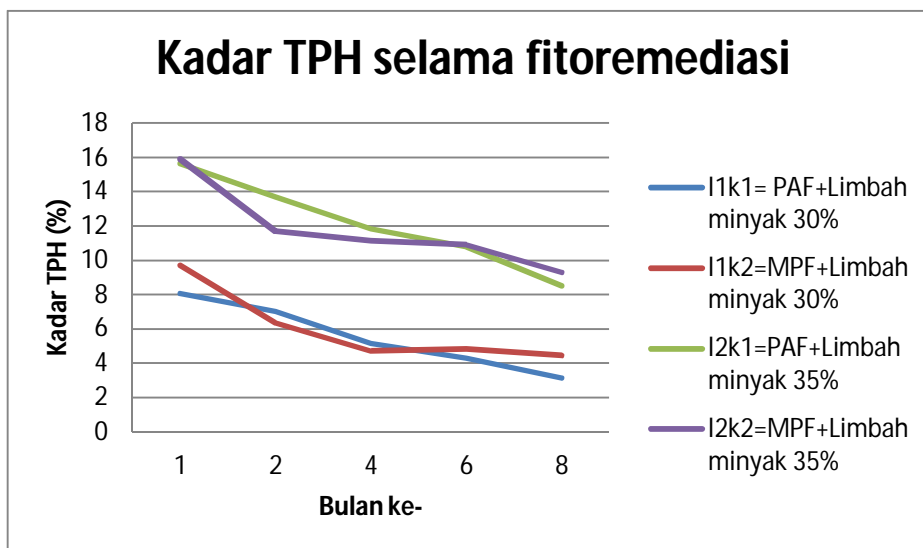
Gambar 3.1 Kadar biosurfaktan pada empat kombinasi perlakuan selama fitoremediasi

Kombinasi konsorsium I<sub>2</sub>k<sub>1</sub> yaitu bakteri *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp., dan *Flavobacterium* sp. (PAF) menghasilkan biosurfaktan rata-rata sebesar 0,0332 g/l. Bakteri ini tergolong bakteri hidrokarbonoklastik dan mampu menghasilkan biosurfaktan, seperti *Pseudomonas* sp. menghasilkan biosurfaktan jenis rhamnolipid, *Alcaligenes* sp. menghasilkan biosurfaktan jenis ekstraseluler polisakarida dan bakteri *Flavobacterium* sp. menghasilkan jenis flavolipid (Aqi, 2008). Perbedaan jenis biosurfaktan pada setiap bakteri tergantung pada jenis bakteri dan nutrisi yang dikonsumsi, seperti elemen makro yang penting dalam pertumbuhan bakteri penghasil biosurfaktan adalah karbon dan nitrogen (Karanth, *et al.*, 2010). Pada bulan ke-1 medium masih banyak mengandung hidrokarbon sehingga biosurfaktan yang dihasilkan sebesar 0,1556 g/l, tingginya

kadar biosurfaktan akan meningkatkan kelarutan senyawa hidrofobik dan memberikan kemudahan bakteri untuk mendegradasi hidrokarbon. Penurunan dan kenaikan kadar biosurfaktan berhubungan dengan jumlah populasi bakteri didalam medium perlakuan. Pada bulan ke-1 rata-rata jumlah bakteri sebesar  $5,56 \times 10^6$  CFU/ml lebih tinggi dibandingkan bulan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah bakteri di dalam medium perlakuan maka semakin tinggi jumlah biosurfaktan yang dihasilkan.

### 3.2 Kadar Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)

Keempat kombinasi konsorsium bakteri dengan takaran limbah minyak berbeda, berpengaruh terhadap kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) yang ada didalam medium perlakuan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 3.2 Pengaruh Kombinasi Perlakuan Konsorsium Bakteri Dengan Takaran Limbah Minyak Berbeda Terhadap Kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH)

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa terjadi perubahan kadar TPH selama 8 bulan fitoremediasi. Kombinasi

perlakuan I<sub>2</sub>k<sub>1</sub> memberikan persentase penurunan kadar TPH paling tinggi dari bulan ke-1 hingga bulan ke-8 sebesar

37,09% yaitu dari 15,65% menjadi 8,53%. Perlakuan  $l_2k_2$  dengan persentase penurunan kadar TPH sebesar 34,23% (15,91% - 9,32%) dan perlakuan  $l_1k_1$  dan  $l_1k_2$  masing-masing sebesar 25,61% (8,08%-3,15%) dan 25,40% (9,71%-4,82%). Perlakuan  $l_2k_1$  memberikan penurunan kadar TPH paling baik hal ini didukung dengan tingginya jumlah biosurfaktan yang dihasilkan oleh perlakuan tersebut. Dengan tingginya biosurfaktan dapat menaikkan tingkat degradasi dan menyebabkan terdegradasinya senyawa alifatik, senyawa aromatik dan sikloalkana yang diketahui sulit terdegradasi (Jennings & Tanner, 2000).

### 3.3 Persentase Infeksi Mikoriza

Pada akar tanaman sengon bermikoriza yang ditambahkan dengan konsorsium mikroorganisme pada media tanam menunjukkan persentase infeksi yang berbeda-beda.

Data mengenai infeksi mikoriza dapat diamati pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Persentase Infeksi Mikoriza Akar Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) Pada Kombinasi Konsorsium Bakteri dengan Takaran Limbah Minyak Berbeda

| Kombinasi perlakuan | Pot |    |    | Rata-rata | Tingkat infeksi |
|---------------------|-----|----|----|-----------|-----------------|
|                     | 1   | 2  | 3  |           |                 |
| $l_1k_2$            | 30  | 30 | 20 | 26,67     | +++ (sedang)    |
| $l_1k_1$            | 20  | 30 | 30 | 26,67     | +++ (sedang)    |
| $l_2k_1$            | 30  | 40 | 40 | 36,67     | +++ (sedang)    |
| $l_2k_2$            | 30  | 30 | 20 | 26,67     | +++ (sedang)    |
| Rata –rata total    |     |    |    | 29,17     | +++ (sedang)    |

Sumber : persentase tingkat infeksi : Kormanik & McGraw (1980)

Degradasi polutan organik ditingkatkan oleh eksudat akar dengan cara mengaktifkan komunitas mikroba di daerah rizosfer (Leyval, 2002). Efisiensi fitoremediasi dalam tanah terkontaminasi hidrokarbon selalu terbatas karena kelarutan hidrokarbon di air rendah dan lebih kuat teradsorpsi oleh tanah. Untuk itu adanya biosurfaktan dalam fitoremediasi akan menjadi gabungan yang saling melengkapi dalam mendegradasi hidrokarbon dalam tanah (Zhang, 2010). Mikoriza memainkan peran penting dalam fitoremediasi dan kelangsungan pertumbuhan tanaman dengan cara menyediakan tempat yang cocok bagi komunitas mikroorganisme

karena ketersediaan energi dan substrat. Adanya inokulasi mikoriza pada akar sengon membantu penurunan kadar TPH karena mikoriza mengeluarkan eksoenzim yang dapat menguraikan minyak yang terkandung dalam medium perlakuan. Melalui enzim yang dikeluarkan mikoriza senyawa aromatik dalam medium perlakuan dapat didegradasi (Guerra-Santos, *et al.*, 1986)

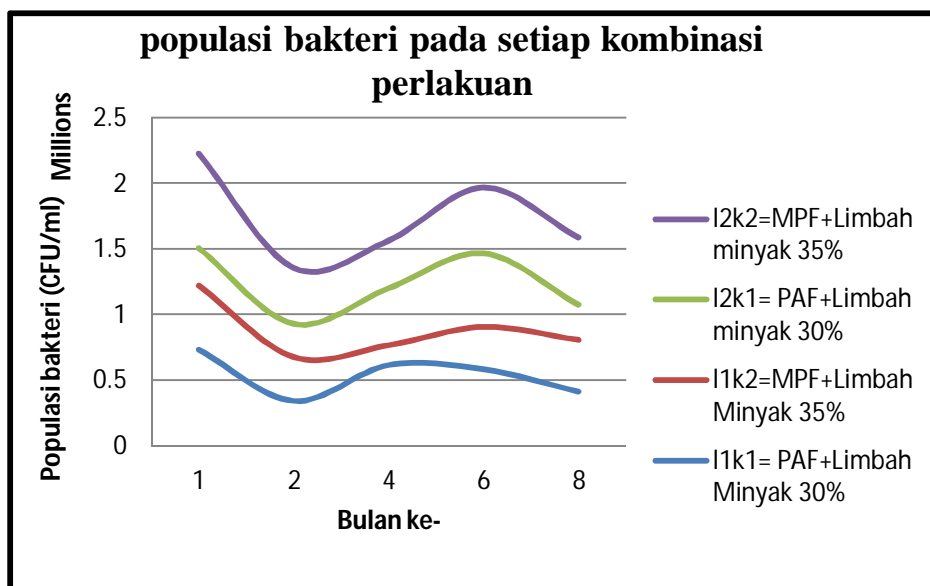
### 3.4 Populasi Bakteri

Salah satu yang dijadikan sebagai indikator terjadinya degradasi hidrokarbon adalah aktivitas pertumbuhan sel mikroorganisme dalam medium tanah. Perhitungan jumlah

koloni dengan metode TPC (Total Plate Count) adalah dengan menghitung populasi bakteri pada kombinasi perlakuan  $I_1k_1$ ,  $I_1k_2$ ,  $I_2k_1$  dan  $I_2k_2$ .

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat pada kombinasi perlakuan dengan takaran limbah 30% jumlah populasi bakteri relatif lebih banyak dibandingkan pada takaran limbah 35%.

Pada kisaran bulan ke-4 dan ke-6 terjadi peningkatan pada masing-masing medium perlakuan. Terjadinya kenaikan jumlah sel bakteri ini menandakan bakteri dapat memanfaatkan senyawa hidrokarbon pada limbah minyak bumi sebagai sumber nutrisi.



Gambar 4.4 Perbandingan rata-rata jumlah populasi bakteri pada tiap kombinasi perlakuan konsorsium bakteri dengan takaran limbah minyak berbeda

Jumlah populasi yang diamati kemungkinan tidak berasal dari mikroorganisme yang diinokulasikan saja, tetapi juga termasuk mikroorganisme rhizosfer dan mikroorganisme *indigenous* yang ada di dalam tanah dan limbah minyak.

#### IV. KESIMPULAN

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, kesimpulan yang didapat adalah :

1. Kombinasi *oil bacter* 1 (*Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp dan *Flavobacterium* sp) dan *oil bacter* 2 (*Bacillus megaterium*, *Pseudomonas* sp. dan *Flavobacterium* sp) pada

takaran limbah 35% dapat menghasilkan biosurfaktan masing-masing sebesar 0,0332 g/L dalam fitoremediasi *oily sludge* dengan tanaman sengon bermikoriza

2. Kombinasi *oil bacter* 1 (*Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp dan *Flavobacterium* sp) dan *oil bacter* 2 (*Bacillus megaterium*, *Pseudomonas* sp. dan *Flavobacterium* sp) pada takaran limbah 35% dapat menurunkan TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) masing-masing sebesar 37,09 % dan 34,23% dalam fitoremediasi *oily sludge* dengan tanaman sengon bermikoriza

#### 4.2. Saran

1. Diperlukan kajian penelitian produksi biosurfaktan, enzim hidrokarbonase, biochelating agent dengan menggunakan keempat genus bakteri *oil bacter* baik secara tunggal maupun konsorsium

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abuseoud, M., Maachi, R., Boudergua, S., Nabi, A. 2008. Evaluation Of Different Carbon And Nitrogen Sources In Production Of Biosurfactant by *Pseudomonas fluorescens*. *Desalination* 223: 143-151
- Aqi, A., Ikramullah, M., Asif, S., Ahmad, A., Jamal, A., and Jaffri, S.A. 2010. *Evaluation of Lipopeptide (Surfactin) Production By Bacillus subtilis*. *Biomedica* 26: 34-38
- Atlas, R. M. and Bartha, R. 1993. *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. Cummings Redwood City. California.
- Crawford, R.L and Crawford, D.L. 1996. *Bioremediation: Principles and Applications*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Guerra-Santos, L., Kappeli, O., Fiechter, A. 1986. Dependence Of *Pseudomonas aeruginosa* Continuous Culture Biosurfactant Production On Nutritional And Environmental Factors. *Journal of Applied Microbiology and Biotechnology* 24 (6): 443-448
- Jennings and Tanner. 2000. *Biosurfactant - Producing Bacteria Found In Contaminated And Uncontaminated Soils*. Dept Of Botany And Microbiology. University Of Oklahoma.
- Karant, N.G.K , Deo, P.G., dan Veenanadig, N.K.. 2010. *Microbial production of biosurfactants and their importance*. *Current Science: A fortnightly journal of research*. 99 (1): 19. <http://www.ias.ac.in/currsci/jul10/articles19.htm> (Diakses September 2010)
- Neves, E. B., Durrant, L. R. 2003. *Bacterial degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons*. *Proceedings of the Seventh International In Situ and On-Site Bioremediation Symposium*. Florida.
- Nugroho, A. 2006. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Plöciniczak, M.P., Plaza, G. A., Seget, Z. P., and Cameotra, S. S. 2011. Environmental Applications of Biosurfactants: Recent Advances. *International Journal of Molecular Sciences*. 12(1): 633–654.
- Rossiana, N. 2005. Penggunaan Zeolit, Kultur Bakteri dan Mikoriza Dalam Fitoremediasi Lumpur Minyak Bumi Dengan Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). Laporan Penelitian RUT 2004.
- Zhang. 2007. *Fundamentals Of Environmental Sampling And Analysis*. John Wiley&Sons Ltd. New Jersey