

Optimisasi Penambahan Limbah Drilling Cutting Pada Proses Bioremediasi

Lidia Sari*, Said**; Chairul**

*Mahasiswa teknik Kimia Universitas Riau

**Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

lidia_bonbon@yahoo.com

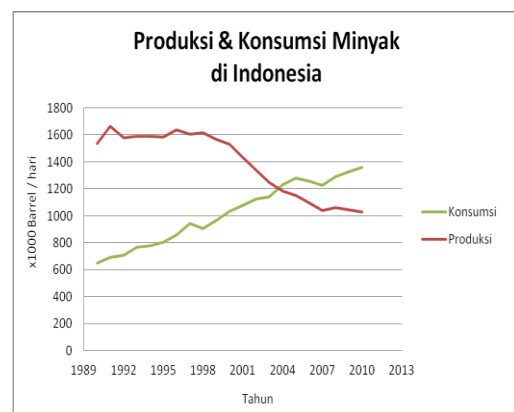
ABSTRACT

The company ways to maintain its production of crude oil, by drilling new wells and wells that have done some existing treatments. These activities will generate waste, and called with sludge drilling cutting. Characteristics of drilling cutting waste is similar to petroleum-contaminated soil. Based on the Decree of the Minister of the Environment No. 128 of 2003 on Procedures for the Technical Requirements for Waste Oil and Soil Contaminated by Petroleum Biological, waste oil is classified as hazardous and toxic waste (B3). One way to improve the quality of petroleum-contaminated soil is bioremediation techniques . In the process of bioremediation, microbes in the soil to degrade hydrocarbons that contaminate the soil. In this study drilling cutting waste is added to the oil-contaminated soil samples, which will be processed in bioremediation using naturally existing microorganisms. The results of the most effective and efficient comparison of the addition of contaminated soil and drilling cutting waste is 3:2 and its supported by the pH value of the sample in neutral pH range (6,5 - 7,5), because the hydrocarbon degrading bacteria can grow well on the pH.

Key word: drilling cutting, TPH, bioremediasi, hidrokarbon.

1. Pendahuluan

Dari tahun ke tahun jumlah kebutuhan energi semakin meningkat. Sampai saat ini sumber energy tersebut masih bergantung pada bahan bakar fosil terutama minyak bumi. Hal ini mendorong peningkatan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi.



Gambar 1 : Jumlah Produksi dan Konsumsi Minyak Bumi di Indonesia

Sumber: EIA *International Energy Annual*;
Short-Term Energy Outlook, 2012

Kegiatan eksplorasi minyak bumi sangat berpotensi menyebabkan pencemaran. Penelitian di Jerman menunjukkan bahwa, 0,5 – 0,75 ton minyak hilang pada setiap 1000 ton minyak yang dihasilkan (Budianto, 2009). Kehilangan tersebut terjadi pada saat produksi dan pengilangan sebanyak 0,1 ton, selama pengangkutan sebanyak 0,1 ton dan sebanyak 0,4 ton pada saat penyimpanan. Cara suatu perusahaan minyak untuk mempertahankan produksi minyak mentah, diantaranya adalah dengan melakukan pengeboran sumur baru dan melakukan perawatan sumur yang telah ada. Kegiatan pengeboran sumur baru dan perawatan sumur yang ada akan menghasilkan limbah, yang berupa limbah padat (*drilling cutting & cement cutting*) dan limbah cair.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 Tentang Tata Cara Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi Secara Biologis, limbah minyak dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Hal ini juga di perkuat oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 33 Tahun 2009 Tentang Tata Cara Pemulihan lahan terkontaminasi limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Oleh karena itu, tanah yang tercemar minyak bumi perlu dikelola dan diolah sesuai dengan standar pengelolaan limbah B3 untuk

mencegah penyebaran dan penyerapan minyak kedalam tanah.

Salah satu cara memperbaiki kualitas tanah yang terkontaminasi minyak bumi adalah dengan teknik bioremediasi. Dalam proses bioremediasi, bakteri/ mikroba yang ada di dalam tanah akan mendegradasi hidrokarbon yang mencemari tanah tersebut. Kecepatan mikroba dalam mendegradasi hidrokarbon dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, pH, kelembapan, ketersediaan nutrient dan oksigen.

Limbah padat (*drilling cutting* dan *cement cutting*) yang dihasilkan dari proses pengeboran minyak bumi memiliki karakteristik serupa dengan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi. Pada saat ini sebanyak 5% limbah padat *drilling cutting* dipakai dalam proses pembuatan paving block, dan sisanya sebanyak 95% masih belum terolah sehingga makin lama akan makin bertambah dan menimbulkan problem mengenai tempat penyimpanan. Penelitian kali ini membahas tentang penambahan limbah padat *drilling cutting* ke dalam sample tanah yang terkontaminasi minyak, yang mana akan diproses secara bioremediasi alamiah dengan menggunakan mikroorganisme yang ada.

2. Metodologi

Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tanah terkontaminasi minyak, limbah *drilling cutting*, air, pupuk urea, posphat dan kalium, pupuk TSP, dolomit, n-Hexane untuk mengekstrak sample pada saat analisis kadar TPH

Alat

Alat yang digunakan untuk melaksanakan proses Bioremediasi adalah kotak atau wadah yang terbuat dari plastik dengan dimensi: panjang 60 cm, lebar 35 cm, dan tebal 20 cm untuk masing-masing percobaan, sovel atau cetok, untuk membolak-balik padatan uji coba (homogenisasi) dan sirkulasi oksigen, penyiram air (*sprayer*), untuk mengatur kelembaban padatan uji coba, skop kecil untuk dipakai dalam pengambilan sampel, timbangan, erlenmeyer, gelas piala, tangki umpan, label nama dan alat tulis, plat plastik untuk mengeringkan sample pada analisis kadar TPH, vial gelas 50 ml untuk tempat mengektak sample tanah pada saat alisis kadar TPH, timbangan analitik untuk menimbang sampel pada analisis kadar TPH, *infra red moisture analyzer*, *infracal TPH analyzer*, mikro pipet, pH meter.

Variabel Penelitian

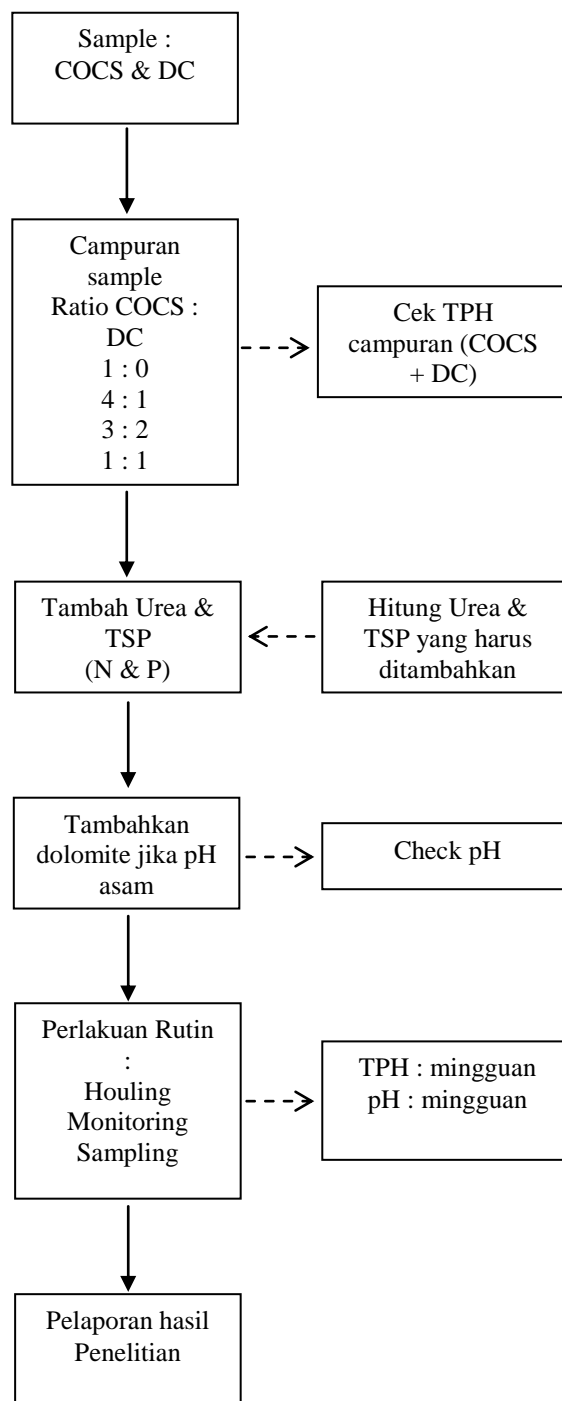
Variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Variabel berubah yaitu pemberian berbagai jumlah tanah terkontaminasi minyak dan *drilling cutting*.
- Variabel tetap yaitu pengkondisian faktor lingkungan selama proses bioremediasi, diantaranya temperature, ketersediaan nutrient, dan kelembaban.

Prosedur Penelitian

Pada tahapan pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga tahapan yang lebih khusus, yaitu

tahapan pengambilan dan persiapan sampel tanah, tahapan bioremediasi, dan tahapan pengukuran. Skema diagram penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Tahapan pengambilan dan persiapan sampel

Sampling adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengambil contoh uji di lapangan yang akan dipergunakan untuk tujuan identifikasi atau pengujian. Contoh uji (sampel tanah) dikumpulkan dengan metode komposit. Sampel tanah terkontaminasi minyak dan limbah padat *drilling cutting* dikumpulkan dari tempatnya langsung pada lapisan permukaannya dengan kedalaman 10 – 20 cm dari permukaan tanah.

Tahapan Bioremediasi

Metode pengolahan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu metoda Bioremediasi skala laboratorium yang mengacu pada proses bioremediasi yang dilakukan di SBF Minas. Urutan proses yang dilakukan yaitu :

- Pencampuran

Pencampuran contoh padatan *drilling cutting* dan tanah terkontaminasi minyak dengan perbandingan tertentu. Campuran padatan diaduk agar menjadi homogen sekaligus memperbaiki ukuran butiran padatan

- Pengayaan Nutrisi

Penambahan pupuk hingga mencapai rasio C:N:P = 100:5:1

- Penyiraman

Untuk menjaga kelembaban optimum yang diperlukan

- Pengadukan

Mencegah kekurangan oksigen dan mencampur tanah terkontaminasi dengan pupuk menggunakan alat pengaduk (cetok)

- Penghancuran

Penghancuran butiran tanah hingga menjadi 1-2 mm untuk mempercepat proses bioremediasi

Tahapan Pengukuran

Tahapan pengukuran pada penelitian ini terdiri dari :

Table 3.1 : Tahapan Pengukuran

| Parameter | Jadwal | Metoda Uji |
|-----------------------|----------|------------|
| TPH | Mingguan | EPA 418.1 |
| pH (Derajat Keasaman) | Mingguan | SM 2550B |

3. Hasil Dan Pembahasan

Uji Total Petroleum Hidrokarbon (TPH)

TPH merupakan suatu kelompok besar senyawa kimia yang ditemukan pada minyak mentah. Pengukuran TPH biasa dilakukan pada lingkungan yang tercemar atau terkontaminasi minyak mentah atau produk sampingan dari minyak mentah.

Senyawa-senyawa yang sering ditemukan dari minyak mentah adalah hexane naphthalene, fluorine dan gasoline dimana senyawa ini juga mudah menguap. Senyawa-senyawa tersebut memiliki efek samping seperti sakit kepala, pusing dan mual-mual (Irrena, 2011)

Sebelum COCS dan *drilling cutting* dimasukkan ke *mixing cell*, terlebih dahulu di ukur TPH awal. TPH awal berfungsi untuk mengetahui jumlah TPH sebelum diproses sehingga memudahkan dalam pemantauan jika terjadi kenaikan atau penurunan selama proses bioremediasi. Jika TPH awal $\leq 4\%$ maka tanah harus dicampurkan dengan tanah yang memiliki TPH lebih tinggi, jika tanah $\geq 15\%$ maka

harus dilakukan pencampuran dengan tanah yang memiliki kontaminan yang sedikit. Berikut data dari sampel awal:

Tabel 4.1 Sampel Awal

| No | Tanggal Pengambilan Sampel | Nama Sampel | TPH (%) |
|----|----------------------------|-------------|---------|
| 1 | 14 May 2013 | Sampel A | 4.58 |
| 2 | 15 May 2013 | Sampel B | 11.43 |
| 3 | 16 May 2013 | Sampel C | 10.16 |
| 4 | 17 May 2013 | Sampel D | 4.80 |

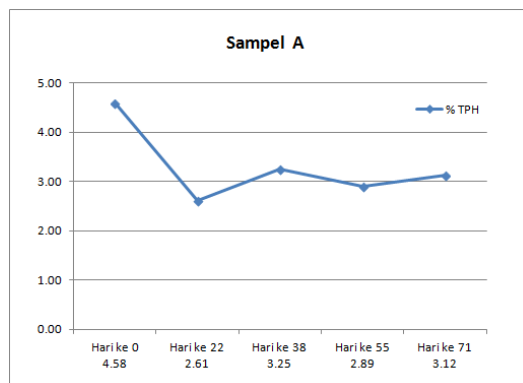
Berdasarkan data pada tabel 4.1, maka dapat dilihat bahwa pada pengambilan sampel awal ini semua campuran sampel telah memenuhi kriteria awal.

Uji TPH pada Sampel A

Pada sampel ini tanah yang diolah hanya tanah COCS saja. Dari hasil perlakuan bioremediasi terhadap tanah sebanyak 3000 gram, dengan teknik landfarming selama 3 bulan didapat hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil TPH pada Sampel A

| Tanggal | Waktu (hari) | Perlakuan | TPH (%) |
|-----------|--------------|--------------|---------|
| 14-Mei-13 | 0 | Sampel Awal | 4.58 |
| 5-Jun-13 | 22 | Sampling I | 2.61 |
| 21-Jun-13 | 38 | Sampling II | 3.25 |
| 8-Jul-13 | 55 | Sampling III | 2.89 |
| 24-Jul-13 | 71 | Sampling IV | 3.12 |



Gambar 4.1 Grafik TPH Sampel A

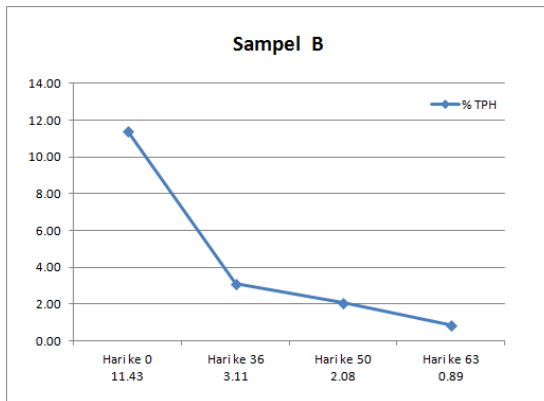
Dari data yang diperoleh (**gambar 4.1**) dapat dianalisa bahwa, pada perlakuan sampling pertama terjadi penurunan TPH yang sangat baik. Pada sampling kedua yaitu pada tanggal 21 Juni 2013 dan 24 Juli 2013 terjadi kenaikan TPH. Kenaikan ini dapat disebabkan oleh pencampuran media yang kurang homogen sehingga TPH tidak merata dan sampel kurang mewakili.

Uji TPH pada Sampel B

Pada sampel ini tanah yang diolah ialah COCS dan limbah *drilling cutting* dengan perbandingan 4:1 yaitu COCS sebanyak 2400 gram dan *drilling cutting* sebanyak 600 gram. Dari hasil perlakuan bioremediasi dengan teknik landfarming selama 3 bulan didapat hasil seperti dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil TPH pada Sampel B

| Tanggal | Waktu (hari) | Perlakuan | TPH (%) |
|-----------|--------------|--------------|---------|
| 15-Mei-13 | 0 | Sampel awal | 11.43 |
| 20-Jun-13 | 36 | Sampling I | 3.11 |
| 4-Jul-13 | 50 | Sampling II | 2.08 |
| 17-Jul-13 | 63 | Sampling III | 0.89 |



Gambar 4.2 Grafik TPH Sampel B

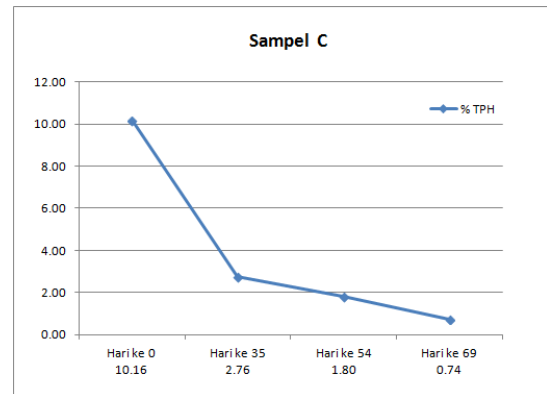
Dari data yang diperoleh (**gambar 4.2**) hasil yang diperoleh sangat baik. Ini terlihat dari setiap bulannya terjadi penurunan TPH. Pada perlakuan satu dan dua terdapat penurunan TPH sebesar 1.03% dari semula dan pada perlakuan selanjutnya menurun hingga 1.19% dari TPH sebelumnya sehingga pada TPH sampling ketiga sudah mencapai $\leq 1\%$.

Uji TPH pada Sampel C

Pada sampel ini tanah yang diolah ialah COCS dan limbah *drilling cutting* dengan perbandingan 3:2 yaitu COCS sebanyak 1800 gram dan *drilling cutting* sebanyak 1200 gram. Dari hasil perlakuan bioremediasi dengan teknik landfarming selama 3 bulan didapat hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil TPH pada mixing cell C

| Tanggal | Waktu (hari) | Perlakuan | TPH (%) |
|-----------|--------------|---------------|---------|
| 16-Mei-13 | 0 | Sampling awal | 10.16 |
| 20-Jun-13 | 35 | Sampling I | 2.76 |
| 9-Jul-13 | 54 | Sampling II | 1.80 |
| 24-Jul-13 | 69 | Sampling III | 0.74 |



Gambar 4.3 Grafik TPH Sampel C

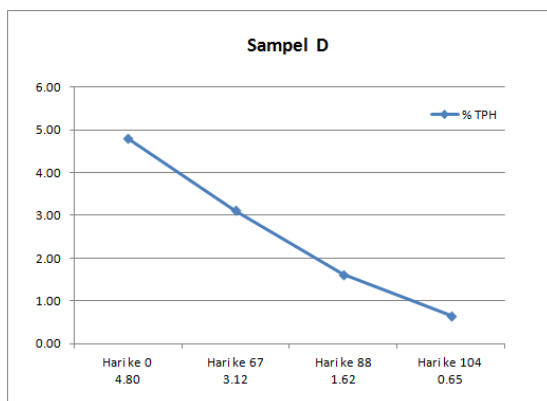
Dari data yang diperoleh (**gambar 4.3**) penurunan TPH pada tanah COCS ini cukup teratur. Ini dapat dilihat pada perlakuan sampling satu dan dua terjadi penurunan sebesar 0.96% dan pada perlakuan sampling dua dan tiga terjadi penurunan sebesar 1.06% sehingga pada sampling ketiga sudah didapat TPH $\leq 1\%$.

Uji TPH pada Sampel D

Pada sampel ini tanah yang diolah ialah tanah COCS dan *sludge drilling cutting* dengan perbandingan 1:1, yaitu COCS sebanyak 1500 gram dan *drilling cutting* sebanyak 1500 gram. Dari hasil perlakuan bioremediasi dengan teknik landfarming selama kurang lebih 4 bulan didapat hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.5 Hasil TPH pada Sampel D

| Tanggal | Waktu (hari) | Perlakuan | TPH (%) |
|-----------|--------------|--------------|---------|
| 17-May-13 | 0 | Sampel awal | 4.80 |
| 23-Jul-13 | 67 | Sampling I | 3.12 |
| 13-Agu-13 | 88 | Sampling II | 1.62 |
| 29-Agu-13 | 104 | Sampling III | 0.65 |



Gambar 4.4 Grafik TPH Sampel D

Dari data yang diperoleh (**gambar 4.3**) penurunan TPH yang terjadi pada Sampel D sangatlah cepat. Ini dapat dilihat pada perlakuan sampling satu dan dua terjadi penurunan sebesar 1.5 % dan pada perlakuan sampling dua dan tiga terjadi penurunan sebesar 0.97% sehingga pada perlakuan ketiga TPH tanah sudah mencapai $\leq 1\%$.

Pengukuran pH (Tingkat Keasaman)

Bakteri pendegradasi hidrokarbon dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH netral (6,5 - 7,5). Berikut ini merupakan hasil pengukuran pH pada masing-masing mixing cell.

Tabel 4.6 pH Sampel A

| Tanggal | Perlakuan | pH |
|-----------|--------------|------|
| 14-Mei-13 | Sampel awal | 5.12 |
| 5-Jun-13 | Sampling I | 7.75 |
| 21-Jun-13 | Sampling II | 6.49 |
| 8-Jul-13 | Sampling III | 7.34 |
| 24-Jul-13 | Sampling IV | 8.14 |

Tabel 4.7 pH Sampel B

| Tanggal | Perlakuan | pH |
|-----------|--------------|------|
| 15-Mei-13 | Sampel awal | 5.19 |
| 20-Jun-13 | Sampling I | 7.67 |
| 4-Jul-13 | Sampling II | 7.80 |
| 17-Jul-13 | Sampling III | 6.74 |

Tabel 4.8 pH Sampel C

| Tanggal | Perlakuan | pH |
|-----------|--------------|------|
| 16-Mei-13 | Sampel awal | 6.22 |
| 20-Jun-13 | Sampling I | 7.22 |
| 9-Jul-13 | Sampling II | 7.54 |
| 24-Jul-13 | Sampling III | 6.81 |

Tabel 4.9 pH Sampel D

| Tanggal | Perlakuan | pH |
|-----------|--------------|------|
| 17-Mei-13 | Sampel awal | 5.2 |
| 23-Jul-13 | Sampling I | 7.53 |
| 13-Agu-13 | Sampling II | 7.50 |
| 29-Agu-13 | Sampling III | 6.64 |

Pada tabel 4.6 hingga tabel 4.9 dapat dilihat bahwa nilai pH masih dalam batas optimum yang sudah ditetapkan. Namun pada sampling keempat di Sampel A, nilai pH sudah mencapai ≥ 8 , kondisi ini juga mempengaruhi nilai TPH yang didapat yaitu terjadi kenaikan TPH, sehingga diperlukannya pengawasan untuk menjaga pH agar tidak mengalami kenaikan. Jika pH didalam tanah sudah melebihi batas maksimum, maka akan berpengaruh terhadap kehidupan bakteri pendegradasi yang hidup di dalamnya. Tanah yang memiliki pH ≥ 8 membuat tanah menjadi lebih basa, sehingga dapat membuat bakteri pendegradasi menjadi mati.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian optimisasi penambahan limbah *drilling cutting* pada proses bioremediasi didapat kesimpulan bahwa penambahan limbah lumpur padat CMTF mampu mempercepat proses penurunan TPH pada tanah tercemar dengan metode bioremediasi.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Chairul, ST., MT, dan Bapak Said Zul Amraini, ST., MT selaku dosen pembimbing, kedua orangtua, suami dan anak-anak tercinta, serta rekan-rekan Teknik Kimia non regular 2008 atas semua dukungan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Budianto, Hery, 2009, *Perbaikan Lahan Terkontaminasi Minyak Bumi Secara Bioremediasi*, Indonesia Environment Consultant.
- Chevron, 2005, *Operation of Soil Clean Up in Sumatera Light South*, Riau.
- Eweis, et al. *Bioremediation Principles*. 1998. New York: McGraw-Hill.
- Fahrudin, 2010, *Bioteknologi Lingkungan*, edisi pertama, Alfabeta, Bandung.
- Krisna, Deni, 2010, *Pharmaceutical Microbiology- Microbial Growth*, <http://denikrisna.wordpress.com/category/bakul/mikrobiologi-farmasi/>, 30 Juli 2011.

Munir, Erman. 2006. *Pemanfaatan Mikroba Dalam Bioremediasi*:

Suatu Teknologi Alternatif untuk Pelestarian Lingkungan. Universitas Sumatera Utara.

Nugroho, Astri. 2006. *Biodegradasi Sludge Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos*. Universitas Trisakti, Jakarta.

Riani, Meissa, 2010, *Pengaruh Penggunaan Surfaktan Petrokimia Dibandingkan Dengan Penggunaan Surfaktan Oleokimia Dalam Mengatasi Pencemaran Minyak Bumi Dengan Teknik Bioremediasi Terhadap Tanah*. Universitas Indonesia, Jakarta.

U. S. *Energy Information Administration (EIA) - International Energy Statistics, 2012*

Wilson, Meridith, *Bioremediation of Drill Cutting in an Arid Climate*. Devon Energy Corporation, Houston, TX, USA.

