

PENGARUH KADAR SERBUK GERGAJI DALAM PROSES BIOREMEDIASI TANAH TERCEMAR MINYAK

Ade Rahayu Putri¹, Said Zul Amraini², Bahruddin²

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Email : adek_rp@yahoo.com

ABSTRACT

Bioremediation is one of the most cost-effective and environmentally friendly methods to remediate many different types of waste materials widely used by many private and public entities. This research was conducted to determine the influence rates of sawdust in the bioremediation process of petroleum contaminated soil by using laboratory methods, in combination with the addition of fertilizer as sources of nitrogen. This research was conducted based on the 100:5:1 of C:N:P ratios, respectively. Test parameters needed to knowing the optimal condition in remediation were pH, moisture content and temperature. Results show the Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) was degraded until 44% for the addition of 500 grams sawdust size 0.2 cm, 33% for the addition of 750 grams sawdust size 3 cm and 20% without any treatment within around two months. The addition of sawdust and fertilizer has increased the efficiency of TPH degradation and obtained positive relationship for the addition of fertilizer to the level of TPH degradation.

Keywords: *bioremediation, sawdust, degradation, TPH, fertilizer*

1. PENDAHULUAN

Produksi minyak bumi memegang peranan yang penting untuk memenuhi berbagai kebutuhan bahan bakar, oleh karena itu dilakukan eksplorasi dan eksploitasi guna memproduksi minyak bumi, yang dapat dilakukan *onshore* ataupun *offshore*. Secara keseluruhan, sektor industri telah mengakibatkan beban pencemaran melalui peningkatan kuantitas cemar dalam jangka waktu tertentu. Pengelolaan limbah merupakan aspek terpenting dalam perlindungan lingkungan.

Dampak lingkungan dapat terjadi apabila limbah hasil produksi tidak ditangani dengan baik, yang nantinya dapat mengakibatkan gangguan yang serius terhadap sumber-sumber air (air tanah maupun aliran di permukaan tanah), kehidupan satwa liar serta sumber daya alam lainnya. 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). Oleh karena itu, tanah yang tercemar minyak bumi perlu dikelola dan diolah sesuai dengan standar pengelolaan limbah B3 untuk mencegah penyebaran dan penyerapan minyak ke dalam tanah.

Venosa (2002) menjelaskan bahwa Bioremediasi dianggap merupakan teknologi efektif yang digunakan untuk menghilangkan minyak bumi yang terdistribusi pada kondisi geografis dan iklim tertentu. Di dalam limbah minyak tersebut terkandung berbagai spesies karbon organik yang pada umumnya sangat sulit untuk diidentifikasi spesiesnya, dan secara keseluruhan biasanya dinyatakan sebagai *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH).

Yang dimaksud *bulking agent* adalah bahan tambahan yang digunakan untuk memperbaiki permeabilitas dan porositas dalam proses pemulihan (Tim Perumus Bioremediasi BPMIGAS-KKKS, 2003). Pada penelitian ini akan dilakukan teknik bioremediasi dengan menambahkan *bulking agent* yang dalam hal ini adalah serbuk gergaji. Menurut Anderson (1995), *degradability* campuran dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan organik mudah urai dengan kandungan C yang tinggi. *Bulking agent* tersebut berfungsi sebagai pengatur porositas, kelembaban dan sumber nutrisi.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang terkontaminasi minyak bumi, pupuk urea, TSP, dolomit, air dan serbuk gergaji ukuran 3 cm dan ukuran 0,2 cm.

Tabel 1. Penamaan Sampel dan Perlakuan

Nama sampel	Perlakuan
A1	100 gr serbuk gergaji, penambahan 50 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 250 gr
A2	200 gr serbuk gergaji, penambahan 100 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 500 gr
A3	300 gr serbuk gergaji, penambahan 150 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 750 gr
A4	400 gr serbuk gergaji, penambahan 200 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 1 kg
B1	100 gr serbuk gergaji, penambahan 50 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 250 gr
B2	200 gr serbuk gergaji, penambahan 100 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 500 gr
B3	300 gr serbuk gergaji, penambahan 150 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 750 gr
B4	400 gr serbuk gergaji, penambahan 200 gr serbuk gergaji setiap 2 minggu sampai batas maksimal 1 kg
C	Tanpa penambahan serbuk gergaji, hanya penambahan pupuk urea dan TSP setiap 3 minggu

Penelitian ini berskala laboratorium dengan menggunakan 4 wadah yang berisikan dua macam ukuran serbuk gergaji yang divariasikan jumlahnya dan satu wadah tanpa penambahan serbuk gergaji. Sebelum diterapkan percobaan dilakukan pengukuran terhadap berbagai parameter yaitu kelembaban, pH dan TPH. Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran awal pada tanah.

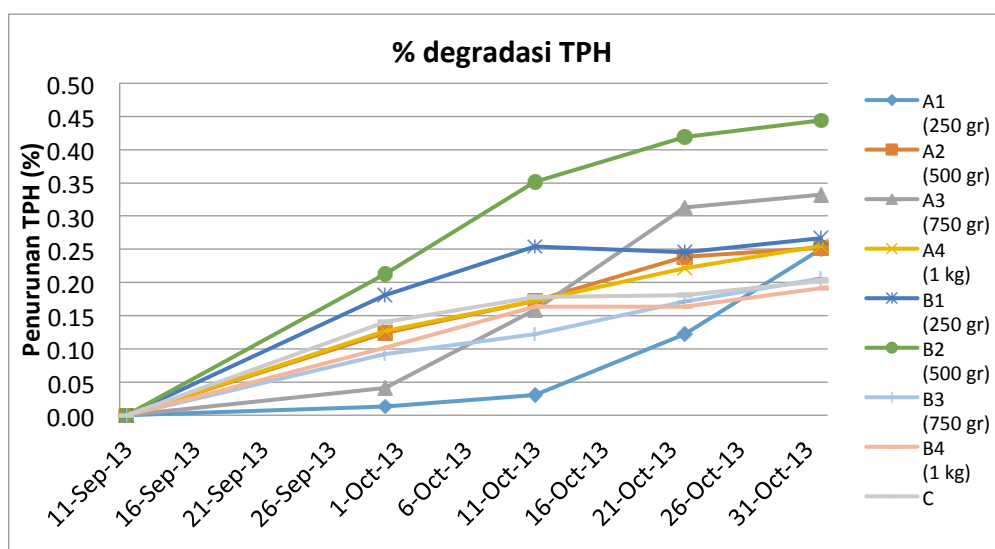
Tabel 2. Data Awal Tanah

Sample	pH	kelembapan (%)	TPH (%)
awal	3.9	17	4.18

Selanjutnya dilakukan monitoring yang terdiri atas pengukuran suhu, penyiraman, pembalikan, penambahan kadar serbuk gergaji dan sampling rutin. Kemudian dilakukan analisis hasil bioremediasi dengan parameter pH, suhu, kelembaban, dan konsentrasi TPH. Kadar TPH akhir maksimal yang dipantau selama dua bulan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu hal yang sangat penting untuk diperhitungkan dalam teknik bioremediasi adalah waktu (durasi) pengolahan. Hal ini sangat vital untuk menghindari adanya penumpukan tanah terkontaminasi di *stock pile* dan kinerja keseluruhan dari proses bioremediasi tidak terhambat. Karena berhubungan dengan hidup mikroorganisme yang cenderung kompleks dan sulit untuk diprediksi secara pasti maka durasi yang lama menjadi salah satu kelemahan dari penerapan teknik bioremediasi. Dalam penelitian ini, penambahan serbuk gergaji memiliki tujuan utama sebagai agen pemecah awal kontaminan yang terdapat dalam tanah sehingga meringankan beban mikroorganisme untuk mendegradasi dan durasi dari siklus bioremediasi dapat dipersingkat. Berikut ini adalah grafik perbandingan dari masing-masing perlakuan terhadap durasi yang dibutuhkan untuk mendegradasi kontaminan.



Gambar 1. Grafik Besar Penurunan TPH Terhadap Durasi Waktu

Dengan penambahan serbuk gergaji ukuran 0,2 cm dengan jumlah serbuk sebanyak 500 gr, terjadi penurunan TPH sebesar 44%. Dan juga dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa penurunan TPH terbesar pada sample yang ditambah serbuk gergaji ukuran 3 cm bekerja optimal pada penambahan sebanyak 750 gr, yaitu sebesar 33%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja dari serbuk gergaji ukuran 0,2 cm lebih optimal dibandingkan dengan serbuk gergaji ukuran 3 cm. Pengaruh penambahan kadar serbuk gergaji jelas memberikan dampak terhadap penurunan TPH. Serbuk gergaji juga berfungsi sebagai pengatur porositas tanah, semakin besar porositas suatu tanah maka kandungan oksigen yang terdapat dalam tanah tersebut akan semakin banyak pula. Hal itu berdampak pada pertumbuhan bakteri yang berbanding lurus dengan kandungan oksigen yang ada, semakin banyak oksigen maka akan semakin banyak bakteri yang tumbuh. Semakin banyak bakteri maka akan semakin berhasil pula proses bioremediasi yang terjadi. Serbuk gergaji yang ditambahkan juga berfungsi sebagai sumber nutrisi, dimana semakin banyak nutrisi maka akan semakin banyak pula jumlah bakteri. Dalam penelitian ini terlihat penurunan TPH yang cukup signifikan pada sample yang diberi serbuk gergaji dibandingkan dengan penurunan TPH pada sampel tanpa penambahan serbuk gergaji, yaitu hanya sebesar 20%. Hal ini terjadi karena mikroba berjumlah rendah akibat rendahnya jumlah nutrisi.

Tabel 3. Persentase Penurunan TPH Optimal

Sample Serbuk gergaji	jumlah optimal	persen peningkatan
ukuran 3 cm	750 gr	33%
ukuran 0,2 cm	500 gr	44%
Tanpa serbuk gergaji	-	20%

Sumber: Pengukuran di TS Lab Duri.

Pada Tabel 3 diatas terlihat kemampuan degradasi yang ditunjukkan oleh penurunan TPH akan semakin besar sehingga mencapai jumlah optimum masing-masing jenis serbuk gergaji, dimana setelah melewati jumlah optimum kemampuan degradasi akan menurun. Hal ini disebabkan oleh karena perbedaan luas penampang dari dua jenis serbuk gergaji tersebut yang mempengaruhi proses aerasi pada tanah yang terkontaminasi minyak. Pada jumlah yang optimum, sampel dengan penambahan serbuk gergaji ukuran 3 cm juga mengalami penurunan TPH yang signifikan meskipun tidak secepat jenis serbuk gergaji ukuran 0,2 cm. Sedangkan sampel yang hanya dengan penambahan pupuk, mengalami penurunan TPH yang tidak begitu signifikan. Pada data sample terakhir umumnya semua perlakuan menunjukkan sifat yang sama pada grafik, yaitu perubahan yang sangat kecil dan cenderung datar pada nilai TPH. Hal ini disebabkan karena pada minggu terakhir ini nilai TPH dari tanah sudah mencapai 2%, dimana hal ini berakibat pada kurangnya ketersediaan karbon pada tanah yang dijadikan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme pendegradasi

sehingga kinerja degradasi mikroorganisme pun berkurang sebelum akhirnya mati pada saat ketersediaan karbon sudah benar-benar habis.

Bulking agent berfungsi sebagai pengatur porositas, kelembapan, dan sumber nutrisi (Anderson, 1995 dalam Budiharjo, 2007). Kemampuan *bulking agent* tersebut dapat berdampak pada bertambahnya mikroorganisme. Selain itu *bulking agent* juga membantu menjaga kelembapan. Dimana kelembapan tanah ideal bagi pertumbuhan mikroba dalam tanah adalah 12-30% (Eweis et al., 1998 dalam Budiharjo, 2007). Walaupun dari hasil penelitiannya didapatkan bahwa penggunaan serbuk gergaji menempati posisi kedua laju penurunan TPH dari jenis *bulking agent* lain yang digunakan pada penelitiannya, namun Budiharjo menekankan bahwa penurunan konsentrasi TPH pada sample tanpa *bulking agent* relative paling kecil dibandingkan dengan sample yang menggunakan *bulking agent*. Hal tersebut memperlihatkan peran *bulking agent* dalam mendukung proses bioremediasi untuk memberikan penurunan konsentrasi TPH yang besar karena peningkatan aktivitas mikrobanya. Meskipun demikian penurunan konsentrasinya masih memenuhi kebutuhan proses bioremediasi. Hal ini juga didukung oleh Sulistiyowati (2001) yang menyatakan bahwa secara alamiah mikroba tanah mampu bertahan hidup dalam tanah yang mengandung hidrokarbon, tanpa perlakuan apapun dan mampu menjalankan perannya dalam menguraikan pencemar meskipun sangat lambat.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa penelitian maka didapatkan beberapa kesimpulan penelitian yaitu Metode penambahan serbuk gergaji dapat diterapkan untuk proses bioremediasi dalam mendegradasi hidrokarbon minyak bumi. Dilihat dari kinerja bioremediasi dengan metode penambahan serbuk gergaji halus sebanyak 500 gram menghasilkan penurunan TPH hingga 44%, cukup signifikan dibandingkan dengan penambahan serbuk gergaji kasar 750 gram yang menghasilkan penurunan TPH sebesar 33% atau bioremediasi tanpa penambahan serbuk gergaji ataupun bulking agent lain yang hanya sebesar 20%. Kelebihan dari penggunaan serbuk gergaji dalam teknik bioremediasi antara lain adalah mempercepat laju penurunan TPH dibandingkan dengan kinerja pada proses bioremediasi tanpa adanya penambahan bulking agent. Dan dengan digunakannya serbuk gergaji, maka limbah serbuk gergaji dari sawmill akan lebih bermanfaat.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar dilakukan penelitian selama satu siklus lengkap bioremediasi untuk mendapatkan data lengkap dalam penurunan TPH dari awal hingga mencapai di bawah 1%.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Said Zul Amraini, ST, MT dan Bapak Dr.Ir. Bahruddin, MT yang telah

membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, W.C. (1995). Innovative Remediation Technology (Bioremediation). USA: Water Atlas R and R.Bartha. 1995. *Microbial Ecology*. London. The Benjamin / Cummings Publishing. P. 11-13
- Atlas, R. M. 1984. *Petroleum Microbiology*: Macmillan Publishing Company, New York.
- Chator dan Somerville. 1978. *The Oil Industry and Microbial Ecosystems*. London. Heyden & Son Ltd.
- Cookson, W. 1995. *Bioremediation Engineering*. Mc Graw – Hill, New York.
- Darmaji P, Suhardi, Suprpto, Herminiwati, & Zulhairi RR. 1998. Optimasi pembuatan arang aktif dari limbah kayu. <http://www.pwc.com/id/en/publications/assets/oil-and-gas-guide-2012.pdf>
- Ismoyo, Imam Hendargo dan Rijakkzaman. 1994. Kamus Istilah Lingkungan. Jakarta: Bina Rena Pariwisata.
- Kenneth Todar, Ph.D. <http://textbookofbacteriology.net/themicrobialworld/nutgro.html>
- MENKLH (2003). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 128 Tahun 2003 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi Oleh Minyak Bumi Biologis. Jakarta: MenKLH.
- Pelczar, M. J., and Chan, E. C. S. 1993. Elements of Microbiology. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Santosa.D.A. 1999. *Bahan kuliah Bioteknologi Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institute Pertanian Bogor.
- Sri Pertiwi, E., Hary, W., Bambang, Y., and Hary, W. 2011. Pemanfaatan Rumput *Fimbrisylis* sp. dalam Proses Bioremediasi Tanah pada Berbagai Konsentrasi Limbah Minyak Bumi. Jurusan Biologi FMIPA-Unsri, Sumsel.
- Sulistyowati, Anis (2001). Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Hidrokarbon di PT.NNT. Tugas Akhir Teknik Lingkungan-ITS, Surabaya.
- Tim Perumus Bioremediasi BPMIGAS-KKKS (2003). Pedoman Tata Cara Pengolahan Limbah Berminyak dan Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Secara Biologis BPMIGAS-KONTRAKTOR KKS. Kaltim: TOTAL E&P INDONESIA.
- Van Hamme, J. D., Singh, A., and Ward, O., P. 2003. Recent Advances in Petroleum Microbiology. *Microbiol. and Mol. Biol. Rev.* 67 (4), 503 – 549