

# Biostimulan Bioremediasi dari Limbah Organik Pasar Sebagai Solusi Pencemaran Limbah Pertambangan Minyak

Hanif Abdillah<sup>1</sup>, Nindy Septian Cahyarini<sup>2</sup>, dan Muhammad Arief Mahardhika<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang dan Gunung Anyar Tambak, Gunung Anyar, Surabaya

<sup>2</sup>Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang dan Desa Pojok, Kec. Campurdarat, Kab. Tulungagung

<sup>3</sup>Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang dan Kuwiran, Kec. Banyudono, Kab. Boyolali  
E-mail: <sup>1</sup>cakhanif.abd@gmail.com, <sup>2</sup>nindyseptianc@gmail.com, <sup>3</sup>mahardhika868@gmail.com

**Abstrak.** Limbah organik pasar di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan yang inovatif adalah menjadikannya sebagai biostimulan untuk bioremediasi limbah pertambangan minyak. Bioremediasi merupakan revitalisasi lahan tercemar menggunakan mikroba yang ditambahkan dengan stimulan organik maupun anorganik. Biostimulan diproduksi dengan fermentasi limbah organik pasar menggunakan kultur Effective Microorganism (EM-4). Peningkatan nilai unsur hara nitrogen dan fosfor mencapai 20% dengan penambahan sekam padi, tetes tebu, dan urine kelinci. Berdasarkan hasil uji kandungan N,P,K,C-Organik dan kandungan air yang terdapat pada biostimulan dari limbah organik pasar dengan variabel penambahan EM4 5% secara berurutan memiliki kandungan 690 ppm; 100 ppm; 1270 ppm; 1270 ppm; 979.900 ppm, pada variabel penambahan EM4 10% memiliki kandungan 830 ppm; 110 ppm; 1760 ppm; 11.800 ppm; 967.200 ppm dan pada variabel penambahan EM4 15% memiliki kandungan 830 ppm; 900 ppm; 1690 ppm; 12.330 ppm; 965.700 ppm. Proses bioremediasi menggunakan sampel tanah tercemar limbah tambang minyak dari Pertambangan Minyak Ledok, Cepu dan sampel pembanding berupa tanah yang dicemari oli bekas. Penggunaan limbah organik pasar sebagai biostimulan mampu menurunkan kadar hidrokarbon 94,6026% untuk tanah tercemar oli bekas dan mampu menurunkan 48,4672% pada tanah tercemar limbah tambang minyak. Proses bioremediasi ini dilakukan dalam kurun waktu satu minggu. Pemanfaatan limbah organik pasar sebagai biostimulan proses bioremediasi merupakan terobosan yang dapat mengatasi masalah limbah pasar dan pencemaran tanah akibat limbah pertambangan minyak.

**Kata kunci:** bioremediasi, biostimulan, limbah organik pasar, limbah pertambangan minyak

**Abstract.** Market's organic waste in Indonesia has not been optimally utilized. The innovative utilization is to make it as bioremediation stimulant for oil mining contaminant. Bioremediation is a revitalization process of contaminated land using microbes that are added by organic or inorganic stimulant. Bio-stimulant was produced by fermentation of market's organic waste using Effective Micro-Organism 4 (EM4). The increase of nitrogen (N) and phosphorus (P) nutrient value reaches 20% by adding rice husk, molasses, and rabbit urine. Based on the test result of N, P, K, organic-C, and water content on bio-stimulant with addition of 5% EM4 continuously 690 ppm; 100 ppm; 1270 ppm; 1270 ppm; 979.900 ppm. Bio-stimulant with addition of 10% EM4 has N, P, K, organic-C, and water content continuously 830 ppm; 110 ppm; 1760 ppm; 11.800 ppm; 967.200 ppm. Bio-stimulant with addition of 15% EM4 has N, P, K, organic-C, and water content continuously 830 ppm; 900 ppm; 1690 ppm; 12.330 ppm; 965.700 ppm. Oil contaminated soil was obtained from Ledok Oil Mining in Cepu. Soil with lubricants contaminant was used as simulation sample. Utilization of market organic waste as bio-stimulant can decrease



total petroleum hydrocarbon (TPH) content lubricant contaminated soil for 94.6026% and 48.4672% on oil contaminated soil. This result was obtained for one-week bioremediation process. Utilization of market's organic waste as bio-stimulant is a breakthrough innovation that can overcome the problem both of market waste and oil-mining contaminated soil.

**Keywords:** bioremediation, stimulant, market's organic waste, oil mining contamination



## 5. Pendahuluan

Sampah merupakan barang buangan yang dianggap tidak berguna lagi namun perlu dikelola agar tidak memberikan dampak negatif kepada lingkungan. Sebagai contoh, sampah di Pasar Ungaran Kabupaten Semarang yang telah menumpuk akan langsung dibuang di TPA Blondo, Bawen tanpa ada pengolahan lebih lanjut. Sedangkan produksi sampah di Pasar Ungaran per harinya mencapai 10 ton atau satu bak truk sampah (Data Kelurahan Ungaran, 2017). Jumlah sampah organik berkisar antara 82-95%, sampah kertas 1-7%, dan sampah plastik 4-12% (Chandau, 2012). Limbah organik pasar mengandung kadar N,P dan K cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biostimulan organik yang memiliki nilai manfaat tinggi. Biostimulan organik memiliki kandungan unsur hara seperti nitrogen (N) dan fosfor (P) sehingga memiliki kemampuan untuk mengembalikan kesuburan tanah yang telah tercemar limbah tambang minyak. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh perindustrian minyak merupakan permasalahan yang serius. Sifat fisik dan kimia tanah yang tercemar akan mengalami perubahan dengan adanya pencemaran tersebut (Mukaromah, 2014). Salah satu contoh kasus pencemaran tanah oleh rembesan crude oil terjadi di Kabupaten Bojonegoro yang berada di wilayah Kecamatan Kadewan. Salah satu Proses biologis yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan pencemaran tanah oleh tambang minyak yaitu proses bioremediasi.

Bioremediasi adalah penghilangan, pemutusan, maupun perubahan ikatan kimia dari kontaminan sehingga berubah menjadi senyawa yang lebih aman oleh bantuan mikrobial (Agamuthu, 2013). Bioremediasi merupakan proses yang paling menguntungkan karena biaya yang lebih murah serta waktu yang dibutuhkan tidak terlalu lama (Haghollahi, 2016). Dengan proses bioremediasi, lahan yang telah tercemar dapat dimanfaatkan lagi menjadi lahan hijau karena kontaminan telah dihilangkan dan unsur hara di tanah telah direvitalisasi.

Peningkatan kadar nitrogen dan fosfor pada biostimulan berbahan baku sampah organik pasar dapat dilakukan dengan penambahan urin kelinci. Urin kelinci mengandung kadar nitrogen paling banyak dibandingkan bahan yang lain sehingga mampu meningkatkan kadar nitrogen pada biostimulan.

Keterkaitan yang erat antara limbah organik pasar yang dapat diolah menjadi pupuk cair dan dimanfaatkan sebagai biostimulan bioremediasi limbah tambang minyak akan menghasilkan suatu inovasi yang sangat bermanfaat dan menjadi salah satu cara untuk mengembangkan ilmu penelitian

## 6. Metode

### 2.1 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah limbah organik pasar yang terdiri dari buah, sayur, dan rimpang yang diambil dari Pasar Ungaran Kabupaten Semarang,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , toluene (Analar grade), urine kelinci dan EM4, tetes tebu, dan dedak padi. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin pencacah, shaker, spectrophotometer, satu set alat-alat beaker glass, pipet volume, pipet ukur, Erlenmeyer, cuvet, gelas ukur, drum plastik 5 liter, timbangan, ember, selang.

### 2.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu pembuatan biostimulan, analisis komposisi biostimulan, proses bioremediasi menggunakan biostimulan, uji tingkat pencemaran setelah bioremediasi.

#### 2.2.1 Pembuatan Biostimulan

Limbah organik pasar (sayur 70% (b/b), buah 20% (b/b), bumbu dan lain-lain 10% (b/b), dicacah menggunakan mesin pencacah, selanjutnya diperas dan diambil sari patinya. Sari pati diencerkan dengan air (50:50, v/v) dan diperkaya dengan dedak padi, masing-masing sebanyak 10 gram/liter campuran bahan. Sementara itu, kultur mikroba dibuat dari EM4 yang dicampur dengan urine kelinci dan tetes tebu sebagai media pertumbuhan mikroorganisme. Kondisi dari media pertumbuhan dijaga pada temperatur 30°C. Campuran bahan selanjutnya diinokulasi dengan kultur mikroba dan difermentasi secara anaerobik selama 21 hari.



## 2.2.2 Proses Bioremediasi

Tanah yang tercemar oleh limbah tambang minyak diambil langsung dari penambangan minyak tradisional di CEPU, selain itu tanah yang diuji juga menggunakan tanah yang dicampur oli mesin bekas (Agamuthu, 2013). Tanah dengan massa 1,5 kg dipisahkan dari pengotor, kemudian masing-masing dimasukkan kedalam wadah dengan label 1 s.d 20 Masing-masing tanah dicampur dengan oli bekas 10% (b/b) atau 150 gram dan didiamkan selama dua hari. Setelah dua hari, biostimulan diberikan secara merata kedalam tanah dengan label 2 s.d 10; 12 s.d 20 digunakan sebagai variabel kontrol dimana tidak ada perlakuan lain terhadap tanah yang telah dicampur dengan oli bekas. Tanah label 1 dan 11 Tanah diinkubasi pada temperatur ruangan (30 °C).

## 2.2.3 Pengujian Komposisi Biostimulan

Biostimulan yang selesai difermentasi kemudian diuji kandungan N,P,K, C-organik dan kadar air yang terkandung di dalamnya, metode uji ditunjukkan dalam tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.2. Metode Pengujian N,P,K,C-organik dan Kadar air

Sampel	Metode Pengujian
C organik	<i>Walkley – Black Methode</i>
N total	<i>Kjeldahl</i>
P total	<i>SSA</i>
K total	<i>SSA</i>
Kadar Air	SNI 01-2891-1992 Btr 5.1

## 2.2.4 Uji Tingkat Pencemaran Setelah Bioremediasi

Pengujian ini ditujukan untuk mengukur perubahan kadar Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) sebelum dan sesudah proses bioremediasi. Sodium sulfat anhidrat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) sebanyak 2 gram ditambahkan ke sampel tanah 1 s.d 20 untuk menyerap kandungan minyak di dalam tanah. Kandungan hidrokarbon dari tanah dapat diketahui dengan mencampurkan 10 gram sampel tanah ke 20 ml toluene di dalam Erlenmeyer 250 ml. Setelah proses shaking selama 60 menit dengan kecepatan 200 rpm, disaring untuk mendapatkan fasa liquid dan ekstrak yang dihasilkan, kemudian ekstrak yang dihasilkan diukur dengan spectrophotometer pada panjang gelombang 420 nm. TPH pada tanah diestimasi menggunakan kurva kalibrasi yang didapatkan dari panjang gelombang terpanjang dari oli bekas yang dilarutkan pada toluene.

## 7. Hasil dan Pembahasan

### 7.1. Hasil Uji Produk biostimulan

Produk biostimulan memiliki kandungan N, P, K dan C-organik yang tinggi. Hal ini berdasarkan hasil pengujian hasil fermentasi biostimulan berbahan baku sampah organik pasar. Pengujian dilakukan dilaboratorium Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.1- tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Hasil uji sampel variabel 5%

Sampel	Ppm
C organik	5500
N total	690
P total	100
K total	1270
Kadar Air	967.200

Tabel 3.2 Hasil uji sampel variabel 10%

Sampel	Ppm
C organik	11.800
N total	830
P total	110
K total	1760
Kadar Air	967.200

Tabel 3.3 Hasil uji sampel variabel 15%

Sampel	Ppm
C organik	12.330
N total	830
P total	900
K total	1690
Kadar Air	965.700

Variabel 5%;10%;15% didasarkan pada konsentrasi pemberian EM4, apabila dianalisis dari hasil uji sampel dapat diketahui bahwa pemberian EM4 dengan kadar 15% memiliki kandungan unsur-unsur yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan variabel 5% dan 10%. Sementara itu produk biostimulan berbahan baku sampah organik pasar dibandingkan dengan kandungan biostimulan yang telah beredar dipasaran dan dibandingkan dengan produk pupuk organik cair (POC) berbahan baku kotoran kambing, kandungan unsur-unsur biostimulan yang beredar dipasaran ditunjukkan pada tabel 3.4 dan kandungan unsur-unsur POC ditunjukkan pada tabel 3.5 sebagai berikut :

Tabel 3.4 Kandungan biostimulan dipasaran

Sampel	ppm
C organik	1270
N total	410
P total	1490
K total	590

Tabel 3.5 Kandungan POC berbahan baku kotoran kambing

Sampel	ppm
C organik	510
N total	170
P total	80
K total	2510
Kadar Air	990.800

Biostimulan berbahan baku sampah organik pasar memiliki kandungan N,P,K dan C-organik yang lebih besar jika dibandingkan dengan produk biostimulan yang beredar dipasaran dan POC berbahan baku kotoran kambing. Produk biostimulan berbahan baku sampah organik pasar berpotensi untuk menjadi produk biostimulan unggulan. Sementara itu menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 tahun 2011, tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah, persyaratan teknis minimal pupuk cair organik adalah sebagai berikut, ditunjukkan pada tabel 3.6:



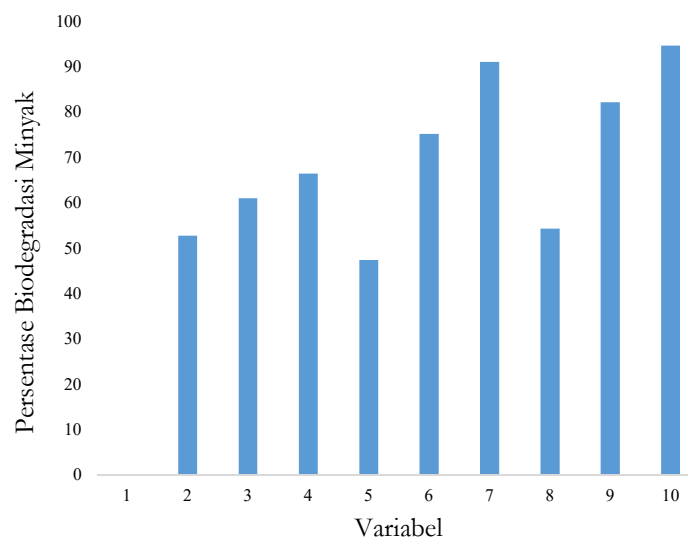
Tabel 3.6 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik

Sampel	Satuan	Standar Mutu
C organik	%	Min 6
N total	%	3-6
P total	%	3-6
K total	%	3-6
Kadar Air	%	15-25

Berdasarkan Permentan Nomor 70 tahun 2011 dapat disimpulkan bahwa produk biostimulan berbahan baku sampah organik pasar memenuhi syarat sebagai biostimulan.

## 7.2. Hasil Bioremediasi limbah tambang minyak menggunakan Biostimulan

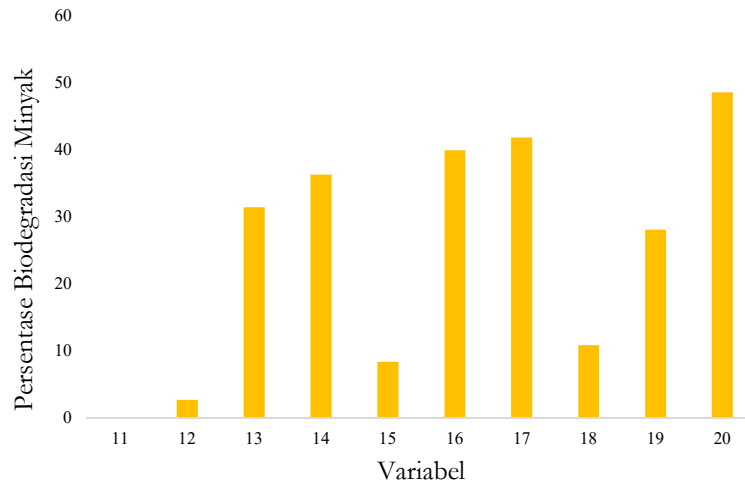
Bioremediasi dapat diterapkan pada lahan yang tercemar pestisida, pencemaran logam berat, pencemaran oleh minyak bumi dan lain sebagainya. Produk biostimulan berbahan baku sampah organik pasar diaplikasikan pada tanah tercemar limbah tambang minyak. Sampel limbah tambang minyak diambil dari penambangan minyak tradisional yang terletak di kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Tanah tercemar limbah tambang minyak diinkubasikan dengan biostimulan BOW dengan kadar pemberian biostimulan 5% b/b; 10% b/b dan 15% b/b pada suhu ruangan (25-30 °C). Hasil bioremediasi menunjukkan tingkat penurunan kandungan minyak dari oli bekas didalam tanah ditunjukkan pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Grafik Persentase Biodegradasi Oli Bekas

Pada grafik tersebut menunjukkan persentase tingkat penurunan kadar hidrokarbon yang dianalisis menggunakan spektrofotometri. Pada grafik menunjukkan proses biodegradasi menggunakan berbagai variabel, tingkat degradasi terbesar terjadi pada variabel 7 dan 10 yaitu biostimulan dengan konsentrasi 15% dan kadar pemberian biostimulan sebesar 15% (b/b). Tingkat penurunan Biodegradasi tanah tercemar limbah minyak ditunjukkan pada gambar 3.2 sebagai berikut :





Gambar 3.2 Grafik Persentase Biodegradasi Minyak

Pada gambar 3.2 menunjukkan persentase Biodegradasi Minyak. Persentase biodegradasi pada tanah tercemar limbah tambang minyak dengan menggunakan berbagai variabel. Pada gambar tersebut dapat disimpulkan tingkat penurunan kadar hidrokarbon tertinggi adalah sampel nomor 17 dan 20 yaitu biostimulan dengan konsentrasi 15% dan kadar pemberian biostimulan sebesar 15% (b/b).

## 8. Kesimpulan

Biostimulan Organic Waste (BOW) berbahan baku sampah organik pasar memiliki nilai unsur-unsur C-organik, N, P dan K yang tinggi yaitu sebesar 12.330 ppm; 830 ppm; 900 ppm; 1690 ppm. Nilai unsur-unsur biostimulan berbahan baku sampah organik pasar lebih tinggi jika dibandingkan dengan produk yang dijual dipasaran selain itu nilai unsur-unsurnya juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan produk Pupuk Organik Cair berbahan baku kotoran kambing. Nilai unsur-unsur Biostimulan Organic Waste (BOW) telah memenuhi Persyaratan Teknis minimal pupuk cair organik dan pembenah tanah. Hasil pengujian penurunan tingkat kadar hidrokarbon menunjukkan adanya penurunan jumlah hidrokarbon terlarut dalam tanah yakni 94,6026% untuk tanah tercemar limbah oli sementara itu BOW mampu menurunkan 48,4672% pada tanah tercemar limbah tambang minyak sehingga Pemanfaatan BOW sebagai biostimulan proses bioremediasi merupakan terobosan yang dapat mengatasi masalah limbah pasar dan pencemaran tanah akibat limbah pertambangan minyak.

## Daftar Pustaka

- [8] Agamuthu P, Tan YS, Fauziah. 2013. Bioremediation of Hydrocarbon Contaminated Soil Using Selected Organic Waste. 2013 International Symposium on Environmental Science and Technology
- [9] Asuma S, Edwards GC, Fitzgerald-Hubble CR, Halfpenny-Mitchell L., Gillespie TJ, Mortimer WP. Volatile Hydrocarbon Emission from a Diesel Fuel Contaminated Soil Bioremediation Facility. *Air Waste Manage. Assoc*, 2002; 52: 769-780.
- [10] Badan Pusat Statistik. 2017. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) diakses pada tanggal 15 Oktober 2017
- [11] Basharudin H. 2008. Bioremediation of Oil Contaminated Wastewater using Mixed Culture. Master Dissertation, Universiti Malaysia Pahang.
- [12] Hadisuwito, S. 2007. Membuat Pupuk Kompos Cair. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- [13] Haghollahi A, Fazaalipoor MH, Schaffie M. 2016. The Effect of Soil Type on the Bioremediation of Petroleum Contaminated Soils. *Journal of Environmental Management*. Mineral Industries Research Center, Iran.
- [14] Mukaromah E, Prijambada ID, Widada J, Ma'as A. 2014. Studi Makrokosmos Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Melalui Inokulasi Mikroorganisme dan Pemberian Nutrisi Berulang. Yogyakarta: Repository Universitas Gadjah Mada



- [15] Nandi. 2006. Minyak Bumi dan Gas. Handout Geologi Lingkungan Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
- [16] Nurdianti D, Utami AS, Bastian N, Johan. 2017. Pemanfaatan Limbah Organik Pasar sebagai Bahan Pupuk Kompos untuk Penghijauan di Lingkungan Masyarakat Kota Cirebon. Yogyakarta: The 5th URECOL Proceeding.
- [17] Rosenberg E, Ron EZ. 1996. Bioremediation of Petroleum Contamination. Cambridge: Cambridge University Press
- [18] Sang-Hwan L, Seokho L, Dae-Yeon K, Jeong-gyu K. 2007. Degradation Characteristic of Waste Lubricants under Different Nutrient Conditions.







Pemakalah :  
Muhammad Arief Mahardhika  
11.23- 11.36 WIB

<p>Pertanyaan :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. - Menggunakan limbah organik dari pasar, mengapa masih perlu mencampurkan dengan urin kelinci, dsb? Padahal pakai feses kambing, dsb tidak efektif.  - Kenapa memilih tanah yang tercampur oli dan minyak? (Zahwa)</li><li>2. Bagaimana mekanisme bioremediasi dan butuh waktu berapa lama? Untuk aplikasinya untuk insitu atau exsitu? (Wusana)</li></ol>	<p>Jawaban : B</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. - Bioremediasi perlu menggunakan mikroorganisme. Kalau hanya menggunakan sayur, nitrogen, dan fosfornya bila difementasi dengan EM4 dirasa kurang sehingga ditambah urin dan dedak padi untuk sumber karbon mikroorganisme. - Memilih tanah oli karena biasanya oli sering digunakan dan sering mencamari tanah. Sehingga menguji oli dan minyak. Terbukti oli dapat dilakukan bioremediasi, sedangkan minyak membutuhkan proses yang lebih lama.</li><li>2. Mekanisme : tidak meneliti secara langsung. Yang kami tau terdiri dari yeast dan berbagai bakteri. Bakteri yang berperan adalah bakteri asam laktat. Proses bioremediasi berkisar 3 bulan. Model penelitiannya dituangkan langsung ke tanah, kendalanya untuk insitu butuh biostimultan yang banyak. Untuk exsitu dirasa kurang efektif.</li></ol>
---	---