

Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi dengan Penambahan Kompos Berbahan Baku Limbah Cair Tahu dan Kulit Pisang

Bioremediation of Petroleum Contaminated Soil by Adding Liquid Water of Tofu and Banana Peel Compost

Nabela Nur Hanifah*, Yuliani, Herlina Fitrihidajati

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail : nabelanh@gmail.com

ABSTRAK

Pertambangan minyak bumi di Bojonegoro mengakibatkan turunnya kualitas tanah yang diketahui dari rendahnya unsur hara dan tingginya senyawa pencemar hidrokarbon yaitu Total Petroleum Hydrocarbon, yang menyebabkan tanah menjadi kurang produktif. Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan terhadap tanah tercemar minyak bumi tersebut yaitu dengan upaya bioremediasi. Bioremediasi merupakan aplikasi dari prinsip biologi dalam mengatasi zat kimia berbahaya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh pemberian kompos limbah cair tahu dan kulit pisang terhadap penurunan kadar TPH dan kenaikan kadar N tanah. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdapat satu faktor perlakuan terdistribusi empat aras yaitu tanpa penambahan kompos (A), pemberian kompos 87,46 g/kg (B), 120 g/kg (C), dan 154,8 g/kg (D) dengan 5 kali pengulangan. Data hasil penelitian tahap pertama dianalisis secara deskriptif dibandingkan dengan nilai sifat kimia tanah dan data pada penelitian tahap kedua dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan kompos yang diperoleh dari limbah cair tahu dan kulit pisang mempunyai kadar hara N= 3,83%, P= 2,00%, K= 0,352%, C= 43,91%. Pemberian kompos limbah cair tahu dan kulit pisang berpengaruh terhadap penurunan kadar TPH dan peningkatan kadar hara N pada tanah tercemar minyak bumi.

Kata kunci: bioremediasi; tanah tercemar minyak bumi; kompos; limbah cair tahu; kulit pisang

ABSTRACT

Petroleum mining in Bojonegoro resulting decline in soil quality has known from the low in nutrients and high pollutants hydrocarbon compound is Total Petroleum Hydrocarbon, which causes the soil become less productive. It is necessary to handle of petroleum contaminated soil by using bioremediation. Bioremediation is the application of biological principles in dealing with hazardous chemicals. This study aimed to determine the effect of tofu liquid waste and banana peels compost to decrease levels of TPH and increasing levels of N soil. This type was experimental researched used randomized block design with one factor treatment consisted of four levels, without addition of compost (A), composting 87.46 g/kg (B), 120 g/kg (C), and 154,8 g/kg (D) with five repetitions. Data of the first phase of the research was analyzed descriptively by comparing the value of soil chemical properties and data of second phase of the research was analyzed using descriptive statistics. The results showed that compost derived from tofu liquid waste and banana peel had higher levels of N = 3.83%, P = 2.00%, K = 0.352%, C = 43.91%. Giving liquid waste compost banana peels out and affect the decreased levels of TPH and increased levels of N in the soil contaminated with petroleum.

Key words: bioremediation; petroleum contaminated soil; compost; wastewater of tofu; banana peels

PENDAHULUAN

Minyak bumi memiliki peranan yang penting dalam industri transportasi dan rumah tangga. Aktifitas industri minyak bumi terdiri atas berbagai rangkaian proses pengolahan yang kompleks dari hulu ke hilir. Minyak bumi terdiri atas campuran senyawa yang sangat kompleks terutama senyawa organik yang hanya mempunyai unsur karbon dan hidrogen atau biasa disebut sebagai senyawa hidrokarbon (Hardjono, 2007).

Perkembangan sektor industri minyak bumi yang semakin pesat tidak hanya memberikan dampak yang positif seperti meningkatkan kesejahteraan rakyat, namun juga dapat memberikan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan (Haris, 2003). Strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan bioremediasi. Bioremediasi merupakan aplikasi proses dari prinsip biologi dalam mengolah air tanah, tanah

dan lumpur yang terkontaminasi zat-zat kimia berbahaya (Cookson, 1995).

Penambahan nutrisi seperti unsur hara makro N, P, dan K pada tanah tercemar minyak bumi dapat meningkatkan kadar hara pada tanah sehingga kadar hara pada tanah tercukupi (Udiharto, 2005). Kadar hara yang tercukupi pada tanah dapat menstimulasi kehidupan mikroorganisme yang ada dalam tanah (Setyowati, 2008). Mikroorganisme yang mampu hidup dan berperan penting pada tanah tercemar minyak bumi, yaitu lingkungan yang mengandung hidrokarbon adalah bakteri. Aktivitas bakteri memerlukan molekul karbon sebagai salah satu sumber nutrisi dan energi dalam pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Kelompok mikroorganisme yang memanfaatkan karbon dari senyawa hidrokarbon disebut mikroorganisme hidrokarbonoklastik (Nugroho, 2006).

Bentuk lain dari pencemaran lingkungan dapat ditimbulkan oleh industri makanan seperti industri tahu yang saat ini tersebar luas di kota-kota besar maupun kota kecil, dan dalam proses produksinya menghasilkan limbah padat dan limbah cair (Fadilla, 2010). Limbah cair tahu mengandung N-total=1,378%, P=11,44,883%, K=598,922% (Indahwati, 2008). Selain industri tahu, industri makanan lain yang banyak dijumpai di masyarakat adalah industri makanan gorengan, yang dapat menghasilkan limbah salah satunya berupa kulit pisang. Berdasarkan hasil penelitian terhadap kulit pisang yang dijadikan pupuk padat mengandung N-total=1,34%, P=0,05%, dan K= 1,478% (Nasution, 2013). Pemanfaatan limbah cair tahu dan kulit pisang dengan kadar hara N, P, dan K yang cukup tinggi sebagai bahan baku kompos. Penambahan kompos bermanfaat sebagai sumber inokulan dan sumber nutrisi bagi bakteri dalam tanah sehingga mempercepat proses degradasi senyawa pencemar hidrokarbon (Retno dan Mulyana, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kandungan unsur hara N, P, K pada kompos berbahan baku limbah cair tahu dan kulit pisang (*Musa acuminata*), mendeskripsikan konsentrasi kompos limbah cair tahu dan kulit pisang (*Musa acuminata*) yang optimal dalam menurunkan kadar TPH dan meningkatkan kadar N pada tanah tercemar minyak bumi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian terdiri atas dua tahapan. Penelitian tahap pertama dilakukan pada bulan Mei 2016 di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro, sedangkan penelitian tahap kedua dilakukan

pada bulan Juni–Juli 2016 di *Green House* Jurusan Biologi, Universitas Negeri Surabaya. Uji kadar N tanah sebelum perlakuan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya, dan uji TPH, kadar N, P, K pupuk dan N tanah setelah perlakuan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 buah ember 5 liter, neraca, soiltester, dan termometer. Bahan yang diperlukan adalah tanah tercemar minyak bumi, limbah cair tahu, kulit pisang (*Musa acuminata*), dedak, sekam padi, air gula, EM-4, dan air.

Tahap pertama meliputi persiapan semua alat dan bahan dan persiapan sampel tanah yg meliputi pengukuran kadar TPH dan N tanah. Tahap penelitian pembuatan kompos limbah cair tahu dan kulit pisang dan tahap penelitian bioremediasi yang disertai analisis hasil kadar N, P, K, pada kompos serta TPH dan kadar N pada tanah secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

Data yang diperoleh dari penelitian pembuatan kompos limbah cair tahu dan kulit pisang berupa kadar hara N, P, K, C, C/N rasio, suhu, pH, dan kelembapan. Tahap bioremediasi diperoleh kadar TPH dan N pada tanah tercemar minyak bumi sebelum dan sesudah perlakuan dengan penambahan kompos limbah cair tahu dan kulit pisang. Data-data yang telah diperoleh pada tahap pertama dianalisis secara deskriptif dibandingkan dengan nilai sifat kimia tanah menurut Hardjowigeno (2003) dan pada tahap kedua dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif untuk mendeskripsikan penurunan kadar TPH dan kenaikan unsur hara N tanah.

HASIL

Penelitian ini terdiri atas dua tahapan, yaitu tahap persiapan dan tahap penelitian. Hasil yang diperoleh dari penelitian tahap pertama berupa data kadar N, P, dan K pada kompos limbah cair tahu dan kulit pisang. Pada penelitian tahap kedua hasil berupa data kadar TPH (*Total Petroleum Hydrocarbon*) dan kadar nitrogen (N) tanah tercemar minyak bumi sebelum dan setelah perlakuan. Data awal tanah tercemar minyak bumi sebelum perlakuan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar TPH awal tanah tercemar minyak bumi melebihi ambang batas baku mutu yang disyaratkan aman oleh Menteri Lingkungan Hidup, yaitu sebesar 10.000 ppm dan kadar N tanah tergolong rendah berdasarkan kriteria penelitian kandungan unsur hara tanah yang ditentukan oleh Pusat Penelitian Tanah (Hardjowigeno, 2003).

Data yang diperoleh dari analisis kadar hara N, P, dan K pada kompos limbah cair tahu dan kulit pisang seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan hasil uji kadar hara pada kompos berbahan baku limbah cair tahu dan kulit pisang meliputi N= 3,83%, P= 2,00%, K= 0,352%, dan rasio C/N= 11,46, menurut Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah berdasarkan Penelitian Tanah (Hardjowigeno, 2003), nilai N, P, dan K tergolong tinggi kemudian kompos tersebut diperlakukan pada tanah tercemar minyak bumi.

Tabel 1. Hasil uji awal kadar TPH pada tanah tercemar minyak bumi

Parameter	Kadar Pada Tanah	Kriteria	Keterangan
TPH	16.600,00 mg/kg	>10.000 mg/kg (Kep, Men. LH No.128)	Melebihi ambang batas
N	0,1 %	0,10-0,20 % (Kriteria Hardjowigeno, 2003)	Rendah

Hasil penambahan kompos berbahan baku limbah cair tahu dan kulit pisang terhadap penurunan kadar TPH dan kenaikan kadar hara N pada tanah tercemar minyak bumi selama 30 hari, dengan berbagai konsentrasi kompos dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa penurunan kadar TPH tertinggi pada konsentrasi B (kompos 87,46 g/kg tanah) dengan penurunan kadar TPH sebesar 10.200,00 mg/kg. Kenaikan kadar N tertinggi pada konsentrasi C (kompos 120 g/kg tanah) dengan jumlah kadar hara N 0,494%.

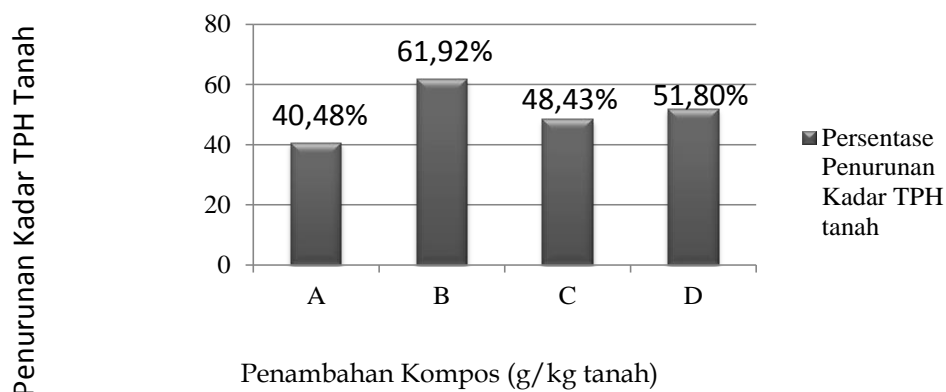
Tabel 2. Kadar hara N, P, K pada kompos limbah cair tahu dan kulit pisang

Parameter	Konsentrasi	Keterangan	Kriteria Sifat Kimia
N-total	3,83%	>0,75	Sangat tinggi
P	2,00%	>0,035	Sangat tinggi
K	0,352%	>0,006	Sangat tinggi
Rasio C/N	11,46	11-15	Sedang

Tabel 3. Hasil penurunan kadar TPH dan kenaikan kadar N setelah perlakuan dengan berbagai konsentrasi

Konsentrasi kompos limbah cair tahu dan kulit pisang (g) *	Kadar TPH (mg/kg) sebelum perlakuan	Kadar TPH (mg/kg) setelah perlakuan	Penurunan kadar TPH (mg/kg)	Kadar hara N (%) sebelum perlakuan	Kadar hara N (%) setelah perlakuan	Kenaikan kadar hara N (%)
A	16.600,00	9.880,00	6.720,00	0,1	0,426	0,326
B		6.320,00	10.200,00		0,376	0,276
C		8.560,00	10,040,00		0,494	0,394
D		8.000,00	8,600,00		0,424	0,324

*keterangan: A: konsentrasi kompos 0 g/kg tanah, B: kompos 87,46 g/kg tanah, C: kompos 120 g/kg tanah, D: kompos 154,8 g/kg tanah.



Gambar 1. Persentase penurunan kadar TPH tanah dengan penambahan kompos limbah cair tahu dan kulit pisang

PEMBAHASAN

Hasil penelitian pembuatan kompos menunjukkan bahwa kandungan kadar hara pada kompos limbah cair tahu dan kulit pisang termasuk dalam kriteria sangat tinggi. Kandungan kadar hara yang tinggi pada kompos dikarenakan adanya dekomposisi bahan organik pada saat proses pengomposan. Limbah cair tahu diperoleh dari proses pembuatan tahu dengan bahan baku kacang kedelai yang diekstrak hingga diperoleh ekstrak protei (Fadilla, 2010). Penambahan kompos sebagai nutrisi terhadap tanah tercemar minyak bumi dalam meningkatkan kadar N, P, dan K akan menambah konsentrasi kadar hara pada tanah sehingga kadar hara pada tanah tercukupi dan dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme (Handrianto, 2011).

Hasil penelitian bioremediasi menunjukkan terjadi penurunan kadar TPH dan kenaikan kadar hara N pada tanah tercemar minyak bumi. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya proses degradasi senyawa-senyawa hidrokarbon dan dekomposisi unsur hara oleh bakteri yang distimulasi melalui penambahan nutrisi dengan pemberian kompos pada tanah tercemar minyak bumi. Penambahan nutrisi pada proses bioremediasi ini dilakukan karena bakteri memerlukan nutrisi sebagai sumber energi dalam pembentukan komponen sel dan berbagai aktifitas di dalam sel (Suharni dkk., 2008).

Unsur hara nitrogen dan fosfor diperlukan oleh bakteri namun nutrisi dalam tanah terbatas, dan karbon juga diperlukan sebagai salah satu sumber nutrisi sekaligus energi untuk kebutuhan metabolisme dan perkembangbiakannya (Nugroho, 2006). Contoh bakteri yang menggunakan karbon sebagai salah satu sumber nutrisi dan energi adalah bakteri hidrokarbonoklastik yang memanfaatkan karbon dari senyawa hidrokarbonoklastik. Bakteri tersebut mampu mengekskresikan enzim hidroksilase (enzim pengoksidasi hidrokarbon) sehingga mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam pencemaran minyak bumi dengan memotong rantai hidrokarbon menjadi lebih pendek (Nugroho, 2006).

Pada beberapa perlakuan penambahan kompos dengan konsentrasi yang lebih tinggi mengalami penurunan TPH yang lebih kecil, hal ini dimungkinkan karena aktivitas bakteri dalam mendegradasi TPH lebih rendah daripada aktivitas dalam mendekomposisi unsur hara N, sehingga kadar TPH yang terdegradasi lebih sedikit dan unsur hara N lebih tinggi. Begitupun

sebaliknya, apabila penurunan kadar TPH lebih tinggi daripada kenaikan kadar hara N menunjukkan bahwa aktivitas bakteri dalam mendegradasi TPH lebih tinggi daripada aktivitas dekomposisi. Hal tersebut dikarenakan bakteri membutuhkan nitrogen yang akan dimanfaatkan dalam menunjang kehidupannya sehingga dapat melakukan aktivitas proses degradasi minyak dalam tanah (Nugroho, 2006).

Dekomposisi bahan-bahan organik pada tanah menjadi nitrogen terjadi melalui proses aminasi, amonifikasi, dan nitrifikasi. Aminasi merupakan proses pembentukan asam amino dari bahan organik (protein) oleh berbagai macam mikroorganisme, amonifikasi merupakan proses pembentukan senyawa amino menjadi ammonium oleh mikroorganisme, dan nitrifikasi adalah perubahan ammonium menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrosomonas* kemudian diubah *Nitrobacter* menjadi nitrat (Hardjowigeno, 2003). Proses dekomposisi protein oleh bakteri dapat menimbulkan ammonia, karbohidrat, dan senyawa organik (Yuanita, 2008). Tersedianya nutrisi dalam tanah akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi dalam menyusun komponen sel (Suharni dkk., 2008).

SIMPULAN

Kadar hara pada kompos limbah cair tahu dan kulit pisang adalah N= 3,83%, P= 2,00% dan K= 0,352%. Kompos limbah cair tahu dan kulit pisang dapat menurunkan kadar TPH hingga 61,92% dan meningkatkan kadar N pada tanah tercemar minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Cookson JR, John T, 1995. *Bioremediation Engineering Design and Application*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Fadilla Z, 2010. Pengaruh Konsentrasi Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Scenedesmus* sp. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Jakarta: Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Handrianto P, 2011. Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Melalui Metode Biostimulasi Dengan Penambahan Kompos Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

- Hardjono A, 2007. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gajah Mada University press.
- Hardjowigeno S, 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Perssindo.
- Haris A, 2003. Peranan Mikroba Dalam Mendegradasi Minyak Bumi dan Fenol Pada Air Terproduksi dari Industri Perminyakan. *Tesis*. Tidak dipublikasikan. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Indahwati, 2008. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (*Capsicum Annuum*. L) secara Hidroponik dengan Metode Kultur Serabut Kelapa. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Nasution FJ, 2013. Aplikasi Pupuk Organik Padat dan Cair dari Kulit Pisang Kepok untuk Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Nugroho A, 2006. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Retno T dan Mulyana N, 2013. Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Menggunakan Campuran *Bulking Agents* yang Diperkaya Konsorsia Mikroba Berbasis Kompos Iradiasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Vol. 9: 139-150.
- Setyowati C, 2008. *Studi Penurunan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) pada Oil Sludge dengan Composting Bioremediation*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Suharni TT, Nastiti SJ, dan Soetarto AES, 2008. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Udiharto M, 2005. *Pemanfaatan Bioreaktor Untuk Penanggulangan Lumpur Berminyak*. Cepu: Yayasan Kesejahteraan Warga Migas.
- Yuanita S, 2008. Penambahan "Probiotik Alami" pada Kompos Berbahan Baku Sampah Rumah Tangga dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.). *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.