

## Pembuatan Kompos Berbahan Baku Limbah Lumpur Pabrik Kertas dengan Penambahan *Trichoderma harzianum*

Inayah Fitri, Herlina Fitrihidajati, Yuni Sri Rahayu  
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Surabaya

### ABSTRAK

Limbah lumpur di industri kertas saat ini jumlahnya cukup besar. Pemanfaatan limbah lumpur pabrik kertas sebagai kompos merupakan salah satu alternatif untuk memanfaatkannya. Namun permasalahan dan kendala yang dihadapi adalah proses pengomposan yang memakan waktu lama sekitar 3 bulan. Agar dapat mempercepat proses pengomposan, maka pembuatan kompos dari limbah lumpur dapat ditambahkan jamur *T. harzianum*. Tujuan penelitian ini ialah mendeskripsikan kualitas kandungan unsur hara kompos dari limbah lumpur pabrik kertas dengan penambahan *T. Harzianum* yang meliputi N, P, K, dan rasio C/N. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan kriteria kandungan unsur hara tanah menurut Hardjowigeno. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan *T. harzianum* berpengaruh terhadap kualitas kadar unsur hara N, P, K, dan rasio C/N kompos dengan kadar N, P, K, dan C/N rasio berturut-turut adalah 1,09% (sangat tinggi); 0,24% (sedang); 0,28% (rendah) dan 17 (tinggi).

**Kata kunci:** *Trichoderma harzianum*; kadar unsur hara; kualitas kompos.

### ABSTRACT

*Sludge in the paper mill is now large. Utilization of sludge as composting is one alternative to use it. But the problems and constraints faced is the composting process takes about 3 months. In order to speed up the composting process, the addition of fungus T. harzianum is one of the alternative. The purpose of this study was to describe the quality of the nutrient concentration of sewage sludge compost from paper mill with the addition of T. harzianum as N, P, K, and C/N ratio. Descriptive data were analyzed by comparing the nutrient content and the soil criteria based on Hardjowigeno. The results showed that the addition of T. harzianum affected the quality of the nutrient of N, P, K and C/N ratio in compost. The concentration of N, P, K, and C/N ratio were 1.09% (very high), 0.24% (medium), 0.28 % (low) and 17 (high).*

**Key words:** *Trichoderma harzianum*; concentration of nutrient; compost quality

### PENDAHULUAN

Salah satu potensi pencemaran lingkungan yang harus dikelola oleh industri kertas ialah limbah lumpur. Limbah lumpur di lokasi pabrik hanya ditumpuk dan belum dikelola dengan baik, sehingga selain menimbulkan gangguan terhadap estetika, juga menyebabkan pencemaran tanah, air tanah dan menimbulkan bau bagi masyarakat sekitar (Hardiani, 2009). Bagaimanapun juga, dengan terus meningkatnya kebutuhan kertas akan diikuti peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan sehingga dalam penanganannya limbah ini akan menjadi masalah (Widiastuti, 2009).

Pemanfaatan limbah lumpur pabrik kertas sebagai kompos merupakan salah satu alternatif yang seharusnya dikembangkan oleh industri kertas. Kompos yang dihasilkan dari limbah lumpur pabrik kertas telah terbukti berpotensi

dalam meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman. Di samping itu kompos juga tidak mencemari lingkungan sepanjang kondisi dan penggunaannya dilakukan secara proporsional. Namun permasalahan dan kendala yang dihadapi adalah proses pengomposan yang memakan waktu lama sampai sekitar 3 bulan. Untuk itu perlu dikembangkan proses pengomposan lumpur yang efektif dalam waktu yang lebih singkat 2 - 3 minggu.

Salah satu penyebab lamanya proses pengomposan limbah lumpur pabrik kertas ialah banyaknya kandungan senyawa organik kompleks seperti senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Widiastuti dan Siswanto, 2009). Dalam limbah tersebut kandungan yang terbesar ialah selulosa karena struktur selulosa sulit untuk didegradasi secara langsung. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mempercepat proses

degradasi limbah lumpur tersebut dengan perlakuan secara biologis, yaitu dengan memanfaatkan bantuan mikroorganisme yang berperan sebagai dekomposer bahan organik dalam proses pengomposan. Mikroorganisme selulolitik di alam merupakan mikroorganisme tanah yang dapat memanfaatkan selulosa sebagai sumber karbon karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim selulase, yang merupakan enzim yang dapat memutuskan ikatan glikosida  $\beta$ -1,4 untuk mendekomposer selulosa. Enzim ini terdiri atas tiga komponen, yaitu selubiohidrolase (CHB), endoglukanase, dan  $\beta$ -glukosidase yang bekerja secara sinergis memecah selulosa. Mikroorganisme yang mampu menghasilkan ketiga komponen selulose tersebut diantaranya ialah *Trichoderma* (Soetopo dan Endang, 2008). Jamur *Trichoderma* ini banyak tersebar di alam. Genus ini dikenal sebagai penghasil enzim hidrolitik, selulose, pektinase dan xilanase yang mampu mendegradasi polisakarida kompleks seperti selulose, pektin, hemiselulose dan xilan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikaji mengenai pembuatan kompos yang berbahan baku limbah lumpur pabrik kertas dengan penambahan *T. harzianum* dengan kerapatan spora  $1,5 \times 10^{10}$ .

#### BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini ialah deskriptif dengan mengetahui kandungan unsur hara N, P, K, dan rasio C/N. **Alat** yang digunakan dalam penelitian ini ialah pengaduk, termometer tanah, soil tester, pH meter, cetok, pot plastik dengan kapasitas 10 kg yang dilubangi bagian bawah, glangsing, sprayer, cangkul, gunting, pisau, ember plastik, dan neraca O'hauss. **Bahan** yang digunakan

dalam penelitian ini ialah limbah lumpur pabrik kertas, tanah, *T. harzianum*.

**Prosedur** pembuatan kompos, sebagai berikut (1) mencampurkan bahan padat antara lain limbah lumpur pabrik kertas sebanyak 8 kg yang sebelumnya dikeringanginkan selama 3 hari, serbuk gergaji 32 g, dan 24 g dedak dengan bahan cair yaitu 50 ml *T. harzianum*, (2) setelah bahan tercampur hingga homogen dilakukan pengukuran suhu, kelembapan, dan pH nya (pengukuran tersebut tetap dilakukan setiap 2 hari sekali selama proses pengompos) kemudian menutup pot plastik tersebut dengan karung. Jika pada saat melakukan pengukuran suhu, kelembapan, pH dan terjadi peningkatan suhu, maka harus dilakukan proses pengadukan untuk menyetabilkan suhu, dan (3) setelah kompos matang, dilakukan pengeringan pada tempat yang teduh selama  $\pm 5$  jam dan kompos diambil sebanyak 100 g untuk dianalisis kandungan unsur haranya (N, P, K dan rasio C/N). Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan kriteria kandungan unsur hara tanah.

#### HASIL

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang Jawa Timur, telah diperoleh data yang meliputi kadar N, P, K serta rasio C/N dari limbah lumpur pabrik kertas sesudah diberi penambahan *T. harzianum*, yaitu seperti Tabel 1. Data mengenai pengukuran suhu, kelembapan dan pH setiap dua hari sekali sampai hari ke-20 juga dicatat (Tabel 2).

**Tabel 1.** Komposisi unsur hara N, P, K dan rasio C/N limbah lumpur pabrik kertas sesudah diberi penambahan *Trichoderma harzianum*

No	Parameter	Hasil	Kriteria
1	N (%)	1,09	Sangat tinggi (> 0,75%)
2	P (%)	0,24	Sedang (0,16-0,25%)
3	K (%)	0,28	Rendah (0,1-0,2%)
4	Rasio C/N	17	Tinggi (16-25)

**Tabel 2.** Pengukuran suhu, pH dan kelembapan pada saat proses pengomposan limbah lumpur pabrik kertas dengan penambahan *Trichoderma harzianum*

Pengamatan Hari Ke- ...	Parameter		
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	pH
0	27	86	7
2	29	82	7
4	31	81	6,5
6	32	81	6,5
8	42	76	6,5
10	37	75	6,6
12	31	73	6,6
14	28	65	6,7
16	26	61	6,7
18	26	60	6,7
20	26	60	6,7

## PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa kualitas unsur hara N, P, K dan rasio C/N pada limbah lumpur pabrik kertas setelah pengomposan, secara berturut-turut sebesar 1,09%; 0,24%; 0,28% dan 17. Kualitas hara pada kompos limbah lumpur pabrik kertas tersebut menurut standar baku mutu hara tanah (Hardjowigeno, 2003), untuk kandungan nitrogen dikategorikan sangat tinggi karena > 0,75%; fosfor dikategorikan sedang karena terletak diantara 0,16-0,25%; kalium dikategorikan rendah karena terletak diantara 0,1-0,2% dan rasio C/N tergolong tinggi karena terletak diantara 16-25.

Sifat fisik dari limbah lumpur pabrik kertas terdiri atas partikel halus dan mengandung kadar air yang cukup tinggi, serta komposisi bahan organik yang terkandung di dalamnya terdiri atas serat selulosa 59-72%, lignin 6-16% dan hemiselulosa 7-10% (Soetopo dan Purwati, 2006). Penambahan *T. harzianum* yang merupakan jamur selulolitik mampu mendegradasi selulosa dan hemiselulosa yang cukup besar, hal ini sesuai dengan apa yang dinyatakan oleh Soetopo dan Endang (2008). Selulosa, lignin dan hemiselulosa merupakan polisakarida kompleks yang merupakan turunan dari karbohidrat dengan komponen utama yaitu karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) berfungsi sebagai sumber bahan organik akan tetapi harus didegradasi terlebih dahulu untuk mempercepat proses pengomposan (Buckman, 1982).

Proses pengomposan limbah lumpur pabrik kertas menjadi kompos terjadi selama  $\pm$  3 minggu, lebih cepat dikarenakan adanya penambahan mikroorganisme pengurai ke dalam bahan kompos. Proses pengomposan ialah proses alami di mana bahan organik mengalami penguraian

secara biologis, khususnya oleh mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Isroi, 2009).

*T. harzianum* merupakan mikroorganisme tanah yang dapat memanfaatkan selulosa sebagai sumber karbon karena jamur tersebut menghasilkan enzim selulase, yang merupakan enzim di mana dapat memutuskan ikatan glikosida  $\beta$  - 1,4 untuk mendekomposer selulosa. Enzim ini terdiri dari tiga komponen yaitu selubiohidrolase (CHB), endoglukanase, dan  $\beta$  - glukosidase yang bekerja secara sinergis memecah selulosa (Soetopo dan Endang, 2008).

Mekanisme yang dihasilkan oleh enzim selulase dalam mendegradasi selulosa ialah melalui reaksi - reaksi enzim yang dilakukan oleh selulase, yaitu (1) enzim endo- $\beta$ -1,4-glukanase yang menghidrolisis selulosa secara acak sehingga menghasilkan glukosa dan selobiosa sebagai produk akhir, (2) enzim ekso- $\beta$ -1,4-glukanase yang menyerang ujung bukan pereduksi pada rantai polimer selulosa dan menghasilkan selobiosa dan (3)  $\beta$ -glukosidase yang bereaksi terutama pada selobiosa untuk membentuk glukosa (Schlegel, 1994).

Menurut Hanafiah (2005), adapun tahapan dari proses dekomposisi ialah (1) faktor inisiasi secara biokimia (tidak sampai mineralisasi), terjadi proses hidrolisis dan oksidasi dengan pemecahan bagian - bagian dari senyawa polimer, oksidasi dari senyawa cincin menjadi senyawa dengan karakteristik, (2) pemecahan secara mekanis menjadi fragmen yaitu oleh makrofauna dan mesofauna dan (3) penguraian oleh mikrobia, dilakukan oleh semua organisme tanah yang bersifat heterotrofik, diuraikan secara enzimatik dan oksidasi yang dihasilkan berupa energi.

Pada saat proses pengomposan berlangsung, unsur hara N meningkat sebanyak 0,71%. Ini dikarenakan adanya proses mineralisasi, di mana protein yang ada pada limbah pabrik kertas didegradasi menjadi asam laktat dan asam amino. Mineralisasi ialah proses yang terjadi selama dekomposisi, sedangkan tahapan dari mineralisasi itu sendiri terbagi menjadi 3, yaitu aminasi yang merupakan tahap awal dari mineralisasi, di mana gugus amina dan asam amino dilepaskan dari salah satu tahap akhir proses dekomposisi. Asam amino tersebut kemudian kembali diubah menjadi  $\text{NH}_4^+$  akibat adanya proses ikatan elektron yang kuat dengan ion - ion  $\text{H}^+$  melalui tahap kedua yaitu amonifikasi. Pada tahap ketiga, yaitu nitrifikasi, di mana selanjutnya  $\text{NH}_4^+$  diubah oleh organisme autotroph menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), hidrogen ( $\text{H}_2$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan energi (Hanafiah, 2005). Pada unsur hara P dan K juga mengalami peningkatan sebanyak 0,1% dan 0,23%, hal ini dikarenakan adanya proses dekomposisi asam nukleat dalam bahan kompos. Asam nukleat mengalami hidrolisis membentuk basa N, karbohidrat dan  $\text{H}_2\text{PO}_4$ . Asam nukleat tersusun atas fosfat, gula dan basa nitrogen yang apabila mengalami proses dekomposisi maka ikatan fosfat akan lepas sehingga dapat menyediakan fosfat organik yang akan dimineralisasi menjadi fosfat anorganik (Hardjowigeno, 2003). Peningkatan unsur hara K disebabkan adanya penguraian bahan organik, di mana K yang terikat oleh bahan organik dibebaskan menjadi ion  $\text{K}^+$  yang mudah diserap oleh tanaman untuk pertumbuhan. Kalium dalam sel akan lebih mudah terlepas ketika sel tersebut terurai dibandingkan dengan N dan P yang lebih banyak terdapat dalam bentuk senyawa organik yang harus dipecah lebih lanjut untuk menghasilkan fragmen-fragmen yang lebih kecil. Kalium dalam tubuh tanaman berwujud ion  $\text{K}^+$  dan tidak membentuk senyawa dengan unsur yang lain (Buckman, 1982).

Rasio C/N pada kompos bernilai 17, menurut Hardjowigeno (2003) termasuk kategori tinggi, akan tetapi menurut Isroi (2009) kriteria kompos matang memiliki rasio C/N kurang dari 20, berarti masih dalam tahap aman.

Pada saat pembuatan pengomposan juga dilaksanakan pengukuran mengenai suhu, kelembapan dan pH (Tabel 2). Ketiga parameter tersebut selama pengomposan mengalami perubahan. Suhu pada saat awal pengomposan menunjukkan angka  $27^\circ\text{C}$ , yang artinya masih berada pada fase mesofilik. Jika diamati pada tabel 2, semakin bertambah hari, maka suhu semakin naik dan panasnya pun meningkat.

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi suhu, semakin tinggi aktivitas metabolisme, semakin banyak konsumsi oksigen, semakin cepat pula proses dekomposisi. Pada hari ke-8 merupakan suhu tertinggi yaitu  $42^\circ\text{C}$ , merupakan fase termofilik. Pada kondisi ini, bahan organik seperti protein akan dipecah menjadi asam laktat dan asam amino oleh mikroba termofilik. Selanjutnya pada hari ke-10 hingga ke-20, suhu berangsur-angsur turun hingga  $26^\circ\text{C}$ . ini dikarenakan bahan organik yang terdekomposisi juga berkurang akibatnya aktivitas mikroorganisme pengurai berkurang (Isroi, 2009).

Kelembapan pada saat akhir (hari ke-20) pengomposan sebesar 60%. Menurut (Isroi, 2009), kelembapan 40 - 60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba, sehingga sangat baik untuk proses pengomposan.

pH pada saat awal pengomposan sebesar 7, ini berarti masih terbilang netral. Akan tetapi semakin hari dan mendekati kematangan kompos, pH menjadi sebesar 6,7 dan merupakan pH yang optimum untuk proses pengomposan.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan *T. harzianum* berpengaruh terhadap kualitas unsur hara N, P, K dan rasio C/N kompos yang berbahan baku limbah lumpur pabrik kertas. Kadar unsur hara N, P, K dan rasio C/N kompos berturut-turut adalah 1,09% (sangat tinggi); 0,24% (sedang); 0,28% (rendah) dan 17 (tinggi).

## DAFTAR PUSTAKA

- Buckman HO dan Brady NC, 1982. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Penerbit Bharatara Karya Aksara.
- Hanafiah KA, 2005. *Dasar - Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hardiani H dan Sugesty S, 2009. *Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Sigaret Untuk Bahan Baku Bata Beton*. (online) <http://4.%2044Des9%20Artikel%20Heggar.pdf>. Diakses pada tanggal 19 Nopember 2011.
- Hardjowigeno S, 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Persindo.
- Isroi dan Nurheti Y, 2009. *Kompos Cara Mudah, Murah & Cepat Menghasilkan Kompos*. Yogyakarta: Andi Ofside.

Schlegel HG, 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Edisi Keenam.

Soetopo SR dan Purwati S, 2006. *Pengaruh Kompos Dari Limbah Lumpur IPAL Industri Kertas Terhadap Tanaman dan Air Perkolat Tanah*.(online).

<http://411062129.soetopo.rina.pdf>. Diakses pada tanggal 19 Nopember 2011.

Soetopo SR dan Endang R, 2008. *Efektifitas Proses Pengomposan Limbah Sludge IPAL Industri Kertas Dengan Jamur*. (Online)

<http://www.bbpbk.go.id.11jamur.pdf>.

Diakses tanggal 19 Nopember 2011.

Widiastuti H, Isroi dan Siswanto, 2009. *Keefektifan Beberapa Dekomposer Untuk Pengomposan Limbah Sludge Pabrik Kertas Sebagai Bahan Baku Pupuk Organik*. (online)

<http://5.%2044Des09%20Artikel%20%20Hapy.pdf>. Diakses pada tanggal 19 Nopember 2011.