

Vol. 8, No. 2, September 2006

ISSN 1411 - 4402

ENVIRO

Jurnal Ilmiah Lingkungan Hidup



PUSAT PENELITIAN LINGKUNGAN HIDUP
Universitas Sebelas Maret Surakarta

ENVIRO

Jurnal Ilmiah Lingkungan Hidup

Vol. 8, No. 2, September 2006 ISSN 1411- 4402

PENERBIT :

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat,
Universitas Sebelas Maret Surakarta

DITERBITKAN BERSAMA DENGAN :

Program Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas sebelas Maret Surakarta
Program Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Program Pascasarjana, Universitas sebelas Maret Surakarta

ALAMAT PENERBIT / REDAKSI :

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126. Telp. (0271) 654920 dan 646994 Psw. 388, Faks. (0271) 654920
E-mail : pph@uns.ac.id Website : www.lppm.uns.ac.id

TERBIT PERTAMA TAHUN :

2001

ISSN :

1411 - 4402

**TERAKREDITASI BERDASARKAN KEPUTUSAN
DIRJEN DIKTI DEPDIKNAS RI No. 23a/DIKTI/ Kep/2004**

PEMIMPIN REDAKSI / PENANGGUNG JAWAB :

Ir. Eko Budi Santoso, M.Eng, Ph.D

SEKRETARIS REDAKSI :

Drs. Ahmad, M.Si; Drs. Tunjung Wahadi Sutirto, M.S

PENYUNTING PELAKSANA :

Ir. Nur Her Riyadi Parnanto, M.S; Al. Sentot Sudarwanto, S.H, M.Hum; Ir. Bambang Sigit Amanto, M.Si;
Pius Triwahyudi, S.H; Drs. Pranoto, M.Sc; Setya Nugraha, S.Si, M.Si; Drs. Sugiharto, M.Si

PENYUNTING AHLI :

Prof. Dr. KRT. Aziz Djajaningrat	(F. Teknik Lingkungan ITB Bandung)
Prof. Drs. Indrowuryatno, M.Si	(F. Pertanian UNS Surakarta)
Prof. Dr. Koesnadi Hardjosoemantri, S.H, M.L	(Yayasan KEHATI Jakarta)
Prof. Dr. Muh. Bandi	(F. KIP UNS Surakarta)
Prof. Retno Suharyono, S.H, M.Si	(F. Hukum UI Jakarta)
Prof. Drs. S. Djalal Tanjung, M.Sc, Ph.D	(F. Biologi UGM Yogyakarta)
Prof. Dr. dr. Santoso, M.S	(F. Kedokteran UNS Surakarta)
Prof. Dr. Suntoro, M.S	(F. Pertanian UNS Surakarta)
Prof. Sudharto P. Hadi, MES, Ph.D	(F. ISIPOL Undip Semarang)
Prof. Dr. Wuryadi, M.S	(F. MIPA UNY Yogyakarta)
Dr. rer. nat. Sajidan, M.Si	(F. KIP UNS Surakarta)
Dr. H. Suparto Wijoyo, S.H, M.H	(F. Hukum Unair Surabaya)
Drs. Sutarno, M.Sc, Ph.D	(F. MIPA UNS Surakarta)
Dr. Suyatno Kartodirdjo	(F. Sastra dan Seni Rupa UNS Surakarta)
Dr. Ashadi	(F. KIP UNS Surakarta)

ENVIRO, Jurnal Ilmiah Lingkungan Hidup mempublikasikan tulisan ilmiah, baik hasil penelitian asli maupun telaah pustaka (review) dalam lingkup ilmu lingkungan dan ilmu-ilmu serumpun. Setiap naskah yang dikirimkan akan ditelaah oleh redaktur pelaksana, redaktur ahli, dan redaktur tamu yang diundang secara khusus sesuai bidangnya. Dalam rangka menyongsong pasar bebas, penulis sangat dianjurkan menulis karyanya dalam Bahasa Inggris, meskipun tulisan dalam Bahasa Indonesia yang baik dan benar tetap sangat dihargai. Jurnal ini terbit dua kali setahun, setiap bulan Maret dan September.

Karakterisasi Kompos Hasil Dekomposisi Sampah Organik Perkotaan dengan Biodekomposer EM4, Orgadec dan Biodek

Characterization of Compost on the Production of Municipal Organic Waste Decomposition with Biodecomposer of EM4, Orgadec and Biodek

ABDUL GANI HAJI¹ *, ZAINAL ALIM MAS'UD², BIBIANA W. LAY³, SURJONO H. SUTJAHJO³
 GUSTAN PARI⁴

¹ Program Studi Kimia FKIP Universitas Syiah Kuala

² Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor

³ Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan SPs IPB

⁴ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Bogor

Diterima : 1 Agustus 2006, disetujui : 30 Agustus 2006

ABSTRACT

The research is to examine characterization of compost on the production of municipal organic waste decomposition with biodecomposer of EM4, Orgadec, and Biodek. This organic waste was chopped, then it was mixed with biodecomposer and put into composting container. The parameter it self consist of the change of temperatur, pH, humidity, ratio of C/N, mineral content and heavy metal. The result of composting of municipai organic waste to indicated that biodecomposer of EM4 (K2) is better than Orgadec (K1), Biodek (K3), and unbiodecomposer (K0). The result of this analysis of the change temperature on the 1st day is indicated the increment of the temperature for all cornposted, and the highest temperature were analyzed at the treatment K2, the average is starting from 32.17 to 49.17 °C. All of the pH average trend was increased after 3rd days, and it was decreased afterwards. The pH decrease of it self quite significant at treatment K2 there was 8.30 at 3rd days and 7.07 at 7th days. At 10th days, composting and all treatment indicated that reduce of the raw materials of compost. The highest reducer of the raw materials of compost was analyzed at K2 treatment is 24.88% compare with the average treatment which is value 18.85%. The result of the research on 30th days of composted, only K2 treatment produce done compost, the characteristic consist of the average is ratio of C/N 10.67, temperature of 27.67 °C, humidity of 73%, crumbs characteristic with color brown and blackies. On other hand, the mineral content and heavy metal on the composting is fulfilled the Indonesian National Standard.

Key words : compost, municipal organic waste, biodecomposer, quality

PENDAHULUAN

Masalah sampah perkotaan merupakan masalah yang selalu hangat dibicarakan, baik di Indonesia maupun di kota-kota lain di dunia, karena hampir semua kota menghadapi masalah persampahan. Meningkatnya aktivitas pembangunan kota, pertambahan penduduk, tingkat aktivitas dan tingkat sosial ekonomi masyarakat, menimbulkan peningkatan jumlah sampah dari hari ke hari. Di pihak lain, sarana dan prasarana pemerintah yang terbatas akan menambah permasalahan sampah yang semakin luas dan kompleks. Salah satu contoh kasus di Kota Bogor, pada tahun 2004 rata-rata volume sampah mencapai 2124 m³/hari. Sampah yang berasal dari pasar tradisional rata-rata sekitar 350 m³/hari, dengan 88% diantaranya berupa sayuran, buah-buahan dan sisa-sisa makanan (Anonim, 2004).

Pada umumnya sampah perkotaan di Indonesia berupa sampah anorganik dan organik. Sampah anorganik antara lain logam-logam, kaca, plastik, karet, dan lain-lain. Sampah ini umumnya dimanfaatkan oleh pemulung karena masih bernilai ekonomis, sedangkan sampah organik belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, hingga saat ini sampah organik masih menimbulkan permasalahan yang cukup serius dalam pengelolaan sampah perkotaan. Salah satu konsep penanganan sampah organik yang saat ini dapat menjadi solusi, yaitu dengan cara pengomposan. Konsep ini dapat mereduksi sampah secara cepat dan produknya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Pengolahan sampah organik menjadi kompos bisa mengatasi masalah lingkungan, dari lingkungan yang semula kotor dan berbau menjadi lingkungan yang bersih dan sehat (Gusmailina *et al.*, 2004; Murbandono, 2005).

Pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan organik secara biologi di

Alamat korespondensi :

* Program Studi Kimia
 FKIP Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh
 Telp. (0251) 7168201 HP. 08121815214
 e-mail : aganihaji@yahoo.com

bawah kondisi lingkungan yang terkontrol dengan hasil akhir berupa kompos sebagai penyubur tanaman dan tidak merugikan lingkungan (Djuarnani *et al.*, 2005; Tuomela *et al.*, 2000). Tujuan pengomposan adalah merubah limbah organik menjadi produk yang mudah dan aman untuk ditangani, disimpan, tidak berbau dan dapat diaplikasikan ke lahan pertanian tanpa menimbulkan efek negatif pada lingkungan (Suler dan Finstein, 1977). Untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik menjadi kompos, biasanya digunakan bahan-bahan yang mengandung mikroorganisme yang disebut biodekomposer. Biodekomposer merupakan bahan bioaktif yang mampu mendegradasi bahan organik secara lebih cepat. Beberapa biodekomposer yang sudah beredar, yaitu EM-4, Starbio, Orgadec, Harmony, Pix plus, dan Biodek. Biodekomposer yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan EM-4, serbuk Orgadec dan cairan Biodek.

Cairan EM-4 ditemukan pertama kali oleh Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Cairan EM-4 mengandung bakteri fotosintetik, *Lactobacillus*, *Actinomycetes*, *Streptomyces* sp., dan ragi (Djuarnani *et al.*, 2005). Cairan EM-4 dapat meningkatkan fermentasi limbah/sampah organik menjadi unsur hara bagi tanaman, menekan aktivitas serangga, hama, dan mikroorganisme patogen (Sukmadi dan Hardianto, 2000).

Serbuk Orgadec ditemukan oleh Goenadi dan Away pada tahun 2000. Serbuk Orgadec diformulasikan dengan bahan aktif mikroba asli Indonesia yang memiliki kemampuan menurunkan nisbah C/N secara cepat dan bersifat antagonis terhadap beberapa jenis penyakit akar. Mikroorganisme yang digunakan adalah *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp. Kedua jenis mikroorganisme ini memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghasilkan enzim penghancur lignin dan selulosa (Indriani, 2005).

Menurut Saraswati (2005), biodek merupakan perombak bahan organik biologis terutama untuk meningkatkan efisiensi dekomposisi residu tanaman, mengurangi penyebab penyakit, dan masalah lingkungan pada penumpukan sampah. Cairan Biodek dibuat dari campuran kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma* sp. dan jamur *Trametes versicolour*. Penggunaan cairan Biodek mampu mengubah lingkungan mikro tanah dan komunitas mikroba menuju peningkatan kualitas tanah dan produktivitas tanaman. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penggunaan biodekomposer pada pengomposan sampah organik perkotaan terhadap karakteristik dan/atau kualitas kompos yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

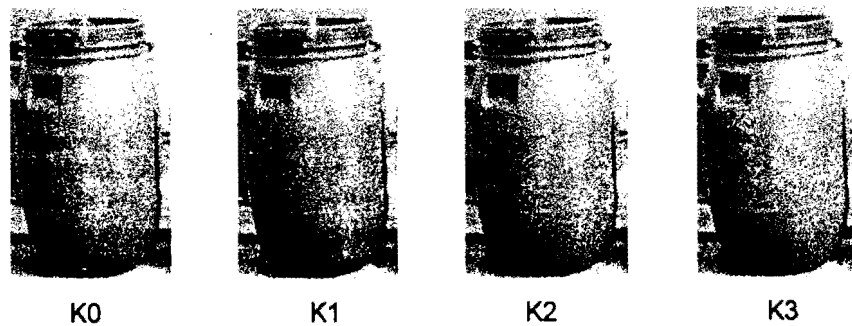
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah organik perkotaan dari pasar Kota Bogor. Biodekomposer yang digunakan, yaitu 1) cairan EM-4 yang beredar di pasaran; 2) serbuk Orgadec dari Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor; dan 3) cairan Biodek dari Laboratorium Mikrobiologi Tanah Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Bogor. Bahan kimia yang digunakan antara lain aquades, urea, gula, dan bahan untuk karakterisasinya.

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum plastik bekas bahan sablon dengan ukuran tinggi 53 cm dan diameter 28 cm. Peralatan lain yang diperlukan antara lain, timbangan, pH meter merk *Waterproof*, termometer, dan mesin coper. Peralatan untuk karakterisasi kompos antara lain cawan porselin, oven, desikator, timbangan analitik, labu Kjeldahl, wadah teflon, *microwave*, dan peralatan gelas yang umum terdapat di laboratorium kimia, sedangkan peralatan untuk analisis elementer digunakan *Atomic Absorbption Spectrophotometer* (AAS).

Cara Kerja

Pembuatan Kompos

Prosedur pembuatan kompos dimodifikasi dari metode yang dikembangkan Indriani (2005). Sampah organik perkotaan yang masih segar dikumpulkan dan dipilih bahan-bahan organik yang mudah dikomposkan. Kemudian sampah tersebut dicacah. Sebagian sampah dianalisis kadar air dan nisbah C/N. Sampah yang sudah dicacah ditimbang masing-masing sebanyak 20 kg, lalu ditebar di atas plastik. Ke dalam masing-masing contoh di atas, dicampurkan dengan larutan/campuran 200 gram biodekomposer. Kemudian ke dalam masing-masing campuran ditambahkan 40 gram gula dan 40 gram urea sebagai bahan nutrisi yang dilarutkan dalam 1 liter air. Selanjutnya campuran diaduk secara merata, lalu dimasukkan ke dalam wadah pengomposan (Gambar 1). Kemudian wadah ditutup dan ditimbang lagi bobotnya. Diukur suhu, pH, dan kelembaban setiap hari sampai kondisi mencapai keadaan stabil. Penimbangan bobot dan penentuan nisbah C/N kompos dilakukan pada hari ke-0, 10, 20, dan 30. Dibiarkan proses pengomposan berlangsung sampai terbentuk kompos matang. Kompos yang telah matang dicirikan dengan warna hitam, gembur, tidak panas, dan tidak berbau.



- Keterangan :
- K0 = Kontrol
 - K1 = Pengomposan dengan Orgadec
 - K2 = Pengomposan dengan EM-4
 - K3 = Pengomposan dengan Biodek

Gambar 1. Tempat pengomposan sampah organik

Karakterisasi Kompos

Untuk mengetahui mutu kompos yang dihasilkan dianalisis kandungan unsur hara, baik makro maupun mikro yang meliputi C, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe dan Mn, serta logam berat Cr, Cd, dan Pb.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini rata-rata mengandung 87,2% air. Pada awal proses pengomposan, campuran bahan mengeluarkan bau busuk yang menyengat dan air licit yang keluar melalui lubang pada bagian bawah wadah. Oleh karena itu, di sekitar wadah pengomposan dihinggapi banyak lalat. Setelah proses berjalan lebih satu minggu, jumlah lalat

berkurang seiring dengan hilangnya bau busuk dari campuran kompos.

Perubahan Suhu Pengomposan

Perubahan suhu pada proses pengomposan merupakan salah satu faktor penting sebagai penentu apakah proses dekomposisi berjalan dengan baik atau tidak. Faktor suhu berhubungan erat dengan proses dekomposisi atau perombakan bahan organik, aktivitas mikroorganisme dan kadar air bahan yang dikomposkan. Menurut Strom (1985) perubahan suhu merupakan salah satu parameter penting untuk mengetahui kesempurnaan pembentukan kompos. Data rata-rata perubahan suhu selama proses pengomposan dapat dilihat pada Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Rataan perubahan suhu kompos seminggu pertama pengomposan

Perlakuan	Perubahan suhu (°C) pada hari ke							
	0	1	2	3	4	5	6	7
K0	30,33	33,50	36,17	35,67	33,83	33,67	34,33	33,17
K1	30,83	34,67	37,50	42,83	38,73	37,50	36,40	33,50
K2	32,17	49,17	47,67	46,00	44,50	42,83	41,33	40,00
K3	31,50	46,83	45,83	43,50	38,73	39,00	37,50	36,50
Rataan	31,21	41,04	41,79	42,00	38,95	38,25	37,39	35,79
Standar Deviasi	0,63	6,19	4,51	3,19	3,04	2,91	2,44	2,58
Suhu Lingkungan	29,00	31,00	30,50	30,00	29,00	28,00	29,00	29,00

Data Tabel 1 menunjukkan bahwa perubahan suhu selama seminggu proses pengomposan rata-rata berkisar antara 31,21 °C sampai 42,00 °C. Semua perlakuan pengomposan mengalami peningkatan suhu pada hari ke-1. Peningkatan suhu pada hari ke-1 yang sangat mencolok ditunjukkan oleh perlakuan K2, yaitu 49,17 °C. Hal ini disebabkan dalam perlakuan K2 digunakan bidekomposer cairan EM-4 yang mengandung bakteri fotosintetik, *Lactobacillus*, *Actinomyces*, *Streptomyces* sp. dan ragi yang bekerja secara tepat dan cepat dalam merombak bahan-bahan organik. Di samping itu, juga karena EM-4 yang

digunakan adalah berupa cairan yang relatif dapat bercampur secara lebih homogen dengan bahan-bahan yang dikomposkan sehingga terjadi interaksi lebih sempurna antar komponen untuk meningkatkan energi kinetik pada proses tersebut. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Djuarnani *et al.* (2005) bahwa cairan EM-4 sangat potensial untuk melangsungkan proses dekomposisi bahan-bahan organik melalui fermentasi yang berlangsung secara cepat dan eksoterm.

Perlakuan yang suhunya mencapai maksimum pada hari ke-1 adalah K2 dan K3, sedangkan peningkatan suhu yang terendah

ditunjukkan K0. Seperti halnya K2, perlakuan K3 juga menggunakan biodekomposer berupa cairan, yaitu Biodek. Cairan Biodek berwarna putih dan mengandung campuran kapang *Aspergillus niger*, *Trichoderma* sp. dan jamur *Trametes versicolour* yang mampu meningkatkan efisiensi dekomposisi bahan organik sehingga sesuai dengan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman (Saraswati, 2005).

Perlakuan K1 menunjukkan peningkatan suhu yang relatif lambat, pada hari ke-1 hanya mencapai 34,67 °C, dan suhunya baru mencapai maksimum pada hari ke-3, yaitu 42,83 °C. Hal ini disebabkan oleh biodekomposer yang digunakan pada K1 adalah Orgadec, yang berupa serbuk berwarna coklat kehitaman. Biodekomposer ini sukar larut dalam air dan tidak bercampur secara homogen dengan bahan-bahan yang dikomposkan sehingga interaksi yang terjadi antar komponen dalam pengomposan kurang sempurna dan reaksi eksoterm berjalan lambat. Perlakuan K0 menunjukkan peningkatan suhu yang sangat lambat disebabkan karena tidak diberikan biodekomposer sehingga proses dekomposisi terjadi hanya dengan bantuan mikroba yang tersedia pada bahan baku saja.

Secara umum perubahan suhu pada proses pengomposan di atas, dapat disimpulkan bahwa hampir semua perlakuan, proses pengomposannya berlangsung dalam suasana

semi aerobik dengan suhu rata-rata berkisar antara 31,21 sampai 42,00 °C. Menurut Djuarnani *et al.* (2005), kondisi ini masih lebih rendah dibandingkan rentang suhu optimum yang umumnya dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk merombak bahan organik, yaitu berkisar antara 35 sampai 55 °C.

Perombakan bahan organik mengakibatkan pelepasan sejumlah energi melalui perubahan dalam bentuk panas, sehingga terjadi kenaikan suhu dalam wadah pengomposan. Jika proses dekomposisi berlangsung dalam suhu yang agak tinggi, misalnya mencapai 60-70 °C, kondisi ini memungkinkan semua bakteri termofilik bekerja secara lebih optimal. Suhu yang tinggi akan mempercepat proses dekomposisi bahan baku, karena bakteri patogen tidak dapat hidup pada kondisi tersebut (Strom, 1985).

Bila suhu di dalam wadah pengomposan terlalu tinggi akan mengakibatkan mikroorganisme mati, sedangkan bila suhunya rendah mengakibatkan mikroorganisme tidak dapat bekerja secara baik. Namun ada mikroorganisme yang bekerja pada suhu mencapai 80 °C, seperti *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cyptophaga* sp. Menurut Suler dan Finstein (1977), kedua jenis mikroorganisme ini cocok digunakan sebagai biodekomposer dalam proses pengomposan skala besar atau industri.

Tabel 2. Rataan perubahan suhu kompos selama minggu ke dua pengomposan

Perlakuan	Perubahan suhu (°C) pada hari ke						
	8	9	10	11	12	13	14
K0	32,17	31,00	30,67	30,33	29,83	29,83	29,00
K1	33,17	32,00	31,33	30,67	29,83	29,50	29,17
K2	37,50	33,17	30,83	30,17	30,33	29,50	29,00
K3	35,17	34,83	34,17	32,00	30,83	30,33	28,83
Rataan	34,50	32,75	31,75	30,79	30,21	29,79	29,00
Standar Deviasi	2,10	1,99	1,88	1,11	0,96	0,75	0,84
Suhu Lingkungan	29,00	28,50	28,50	29,00	28,50	27,50	27,50

Proses pengomposan selama minggu ke dua masih berlangsung secara intensif. Hal ini ditunjukkan oleh perbedaan suhu di dalam wadah pengomposan yang masih jauh di atas suhu lingkungannya. Peningkatan suhu pada setiap

perlakuan pengomposan terjadi karena makanan yang tersedia untuk mikroorganisme dari bahan organik masih cukup banyak, sehingga pertumbuhan dan aktivitasnya masih berlangsung sangat intensif.

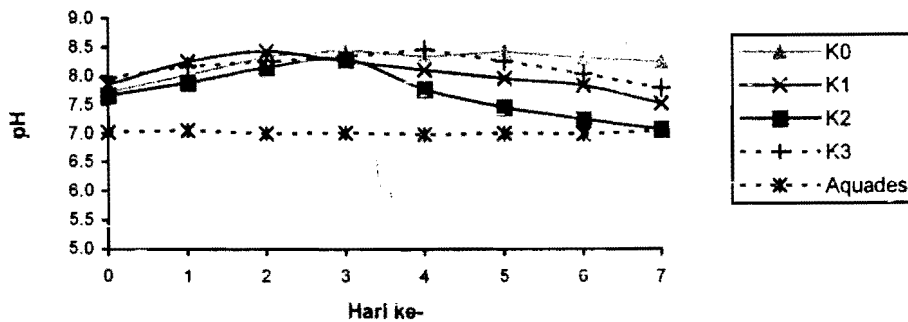
Tabel 3. Rataan perubahan suhu kompos setelah minggu ke dua pengomposan

Perlakuan	Perubahan suhu (°C) pada hari ke-						
	15	20	25	30	35	40	45
K0	28,50	28,33	28,00	28,17	26,67	27,33	26,83
K1	29,33	29,50	29,33	28,67	27,50	27,00	26,67
K2	28,00	28,67	27,83	27,67	27,33	26,67	26,33
K3	28,83	28,67	28,33	28,00	27,50	26,67	26,67
Rataan	28,92	28,79	28,37	28,13	27,25	26,92	26,63
Standar Deviasi	0,71	0,66	0,58	0,66	0,79	0,66	0,45
Suhu Lingkungan	27,00	27,00	26,50	27,50	27,00	26,50	26,50

Data Tabel 3 menunjukkan bahwa pada semua perlakuan pengomposan tidak terjadi perbedaan suhu yang jauh dengan suhu lingkungannya selama pengomposan hari ke-15 hingga hari ke-45. Pada hari ke-30 pengomposan, suhu pada perlakuan K2, yaitu 27,67 °C sangat mendekati suhu lingkungannya, yaitu 27,50 °C, berarti proses pengomposan pada perlakuan K2 telah berlangsung sempurna. Hal ini sesuai dengan pernyataan Komilis (2006), bahwa penurunan suhu suatu proses pengomposan yang mendekati suhu lingkungan merupakan salah satu indikasi bahwa kompos yang dihasilkan telah matang. Pendapat ini diperkuat oleh Harada *et al.* (1993) bahwa pematangan kompos dapat ditentukan berdasarkan sifat fisik, biologis dan kimia, yaitu pada saat suatu kompos telah matang ditandai dengan menurunnya suhu mendekati suhu lingkungan, sehingga bentuknya stabil dan menurunnya kandungan karbon.

Perubahan Derajat Keasaman (pH)

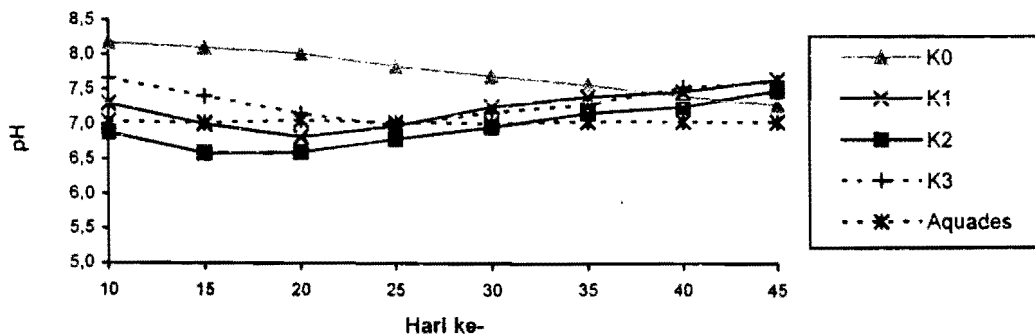
Derajat keasaman merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik selama proses pengomposan. Aktivitas mikroorganisme secara umum meningkat pada pH 5,5-8, terutama untuk fungi (jamur), sedangkan kebanyakan bakteri beraktivitas pada pH 6-7,5 (Strom, 1985). Pengukuran nilai pH dilakukan setiap hari selama 1 minggu dan selanjutnya diukur dalam waktu selang 5 hari. Perubahan pH kompos pada minggu pertama pengomposan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada minggu pertama pengomposan hampir semua perlakuan menunjukkan nilai pH cenderung meningkat pada awal proses hingga hari ke-3, dengan kisaran pH rata-rata antara 7,80 sampai 8,34, dan selanjutnya cenderung menurun dengan rata-rata pH pada hari ke-7 pengomposan, yaitu 7,65.



Gambar 2. Grafik rata-rata perubahan pH kompos seminggu pertama pengomposan

Penurunan nilai pH setelah hari ke-3 hingga hari ke-7 yang cukup signifikan diamati pada perlakuan K2 yang mengandung biodekomposer EM-4. Hal ini disebabkan karena cairan EM-4 mengandung beragam jenis mikroorganisme sehingga proses pengomposan berjalan lebih cepat. Menurut Djuamani *et al.* (2005), cairan EM-4 juga mengandung *Lactobacillus* sp. yang mampu merombak gula atau karbohidrat menjadi asam laktat sehingga proses penurunan pH semakin cepat dibanding perlakuan pengomposan lain. Secara umum rata-rata nilai pH pada setiap

perlakuan masih tergolong sangat baik bagi kesempurnaan proses pengomposan. Hal ini sesuai pernyataan Murbandono (2005) bahwa nilai pH optimum bagi perkembangan mikroorganisme, yaitu 6-8. Pendapat tersebut juga diperkuat oleh Edwards (1990), bahwa pH optimum yang dapat meningkatkan perkembangan mikroorganisme adalah 5,5 sampai 8,00. Perubahan pH kompos hari ke-10 hingga ke-45 pengomposan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik rata-rata perubahan pH kompos hari ke-10 hingga ke-45 pengomposan

Gambar 3 memperlihatkan bahwa perubahan nilai pH pada semua perlakuan pengomposan cenderung terjadi fluktuasi secara lambat dengan kisaran pH rata-rata antara 7.15 sampai 7.51. Pada awal proses pengomposan aktivitas

mikroorganisme sangat intensif menyebabkan terjadinya proses mineralisasi sehingga banyak ion-ion logam, seperti K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , dan lain-lain dilepas dan mengikat senyawaan asam yang terbentuk sehingga terjadi peningkatan nilai pH

(Yang, 1997). Penurunan nilai pH suatu proses pengomposan disebabkan oleh menurunnya aktivitas mikroorganisme, sehingga jumlah ion-ion logam yang dilepas relatif kecil, sedangkan produksi asam-asam semakin meningkat. Kondisi yang demikian menunjukkan penurunan nilai pH mendekati netral (Djuarnani, *et al.*, 2005). Menurut Komilis dan Ham (2006), jika pH terlalu tinggi (kondisi basa), konsumsi oksigen akan meningkat, sehingga memberi kondisi buruk bagi lingkungan dan akan menyebabkan sebahagian unsur nitrogen dalam bahan dirombak menjadi amonia (NH_3), sebaliknya jika pH terlalu rendah (kondisi asam) akan menyebabkan sebahagian mikroorganisme mati.

Perubahan Bobot Bahan Baku Kompos

Salah satu parameter yang juga menentukan tingkat kematangan kompos yang dihasilkan, yaitu terjadinya penyusutan bobot bahan baku yang digunakan selama waktu tertentu. Data pengukuran penyusutan bobot bahan baku kompos disajikan pada Tabel 4. Pada semua perlakuan pengomposan terjadi penyusutan bobot kompos rata-rata sebesar 18,85% pada hari ke-10, dan penyusutan bobot tertinggi diamati pada perlakuan K2 yang mengandung biodekomposer EM-4, yaitu rata-rata sebesar 24,88%, sedangkan yang terendah adalah 12,10% dari K0 (Kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam cairan EM-4 sangat intensif melakukan perombakan bahan baku pada 10 hari pertama dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 4. Rataan penyusutan bobot bahan baku kompos selama pengomposan

Perlakuan	% Penyusutan bobot bahan baku kompos pada hari ke					
	0	10	20	30	40	50
K0	0	12,10	15,17	22,10	23,96	25,57
K1	0	18,71	23,12	26,68	30,75	32,72
K2	0	24,88	32,35	33,13	33,80	34,30
K3	0	19,70	24,91	28,38	31,26	33,52
Rataan	0	18,85	23,89	27,57	29,94	31,53
Standar Deviasi	0	5,25	7,05	4,56	4,20	4,02

Mikroorganisme dalam cairan EM-4 dapat meningkatkan penyusutan bobot bahan baku secara cepat melalui proses fermentasi menghasilkan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, menekan aktivitas serangga, hama, dan mikroorganisme patogen (Sukmadi dan Hardianto, 2000). Penyusutan bobot bahan baku kompos terjadi karena pelepasan molekul air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2) yang cukup besar selama proses pengomposan. Menurut Komilis (2006), kehilangan H_2O dan CO_2 yang cukup banyak selama proses dekomposisi bahan organik menyebabkan penyusutan bobot bahan sebanyak 20-40% dari bobot awal, namun hal ini bergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Penyusutan ini disebabkan karena terjadinya aktivitas perombakan bahan organik oleh

mikroorganisme, sehingga kadar air bahan berkurang, dan juga akibat panas yang timbul menyebabkan terjadinya penguapan. Persentase penyusutan yang tinggi akan menghasilkan persentase bobot kompos yang rendah, demikian juga sebaliknya.

Kualitas Kompos

Kualitas suatu kompos ditentukan oleh tingkat kematangan kompos, di samping kandungan unsur hara dan logamnya. Tingkat kematangan kompos dapat diketahui dengan melihat beberapa parameter seperti nisbah C/N, penampakan fisik yang berwarna coklat tua hingga hitam dan remah, serta suhu yang mendekati suhu lingkungan. Data hasil analisis nisbah C/N kompos disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan nisbah C/N kompos selama proses pengomposan

Perlakuan	Nisbah C/N pada hari ke-			
	0	10	20	30
K0	20,88	16,89	15,57	14,73
K1	17,59	15,62	14,06	12,82
K2	18,54	14,11	12,84	10,76
K3	19,17	16,73	14,06	12,47
Rataan	18,94	15,64	13,63	11,90
Standar Deviasi	1,38	1,25	1,32	1,88

Data Tabel 5 menunjukkan persentase penurunan nisbah C/N selama pengomposan sampah organik rata-rata 15,64 pada hari ke-10. Nisbah C/N yang paling rendah pada hari ke-10

pengomposan terdapat pada perlakuan K2 yang mengandung biodekomposer EM-4, yaitu rata-rata 14,11. Oleh karena itu, kompos yang terbentuk pada perlakuan K2 lebih cepat matang dibanding

perlakuan lain. Hal ini diketahui bahwa pada hari ke-30 pengomposan, kompos yang dihasilkan pada perlakuan K2 sudah matang dengan karakteristik, yaitu rata-rata nisbah C/N 10,76, suhu 27,67° C, kelembaban 73%, bersifat remah dan berwarna coklat kehitaman. Menurut Gaur (1983), nilai nisbah C/N kompos matang berkisar antara 10-20. Keragaman jenis bahan baku pengomposan juga menentukan variasi nilai nisbah C/N kompos.

Penurunan nilai nisbah C/N selama proses dekomposisi berkaitan erat dengan aktivitas biodekomposer yang membebaskan gas CO₂ dan CH₄, sehingga kadar unsur C cenderung menurun, sedangkan unsur N relatif meningkat.

Semua kompos yang dihasilkan pada perlakuan di atas, telah menunjukkan nisbah C/N sebagai kompos yang telah matang pada hari ke-30, tetapi dari penampakan fisik, baik warna maupun sifat remahnya, hanya kompos yang dihasilkan pada perlakuan K2 dan K3 yang sudah matang. Hal ini disebabkan pada perlakuan K2 terdapat cairan EM-4 dan K3 cairan Biodek yang dapat bercampur lebih homogen dengan bahan baku kompos sehingga mikroorganisme yang dikandung kedua cairan tersebut bekerja lebih cepat dan intensif. Nilai rata-rata kualitas kompos pada perlakuan selama 30 hari pengomposan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan nilai kualitas kompos pada hari ke-30 proses pengomposan

Perlakuan	% unsur hara kompos				
	C	N	nisbah C/N	P	K
K0	29,10	1,98	14,73	0,76	0,29
K1	27,63	2,16	12,82	0,86	0,58
K2	25,34	2,36	10,76	0,89	2,04
K3	26,80	2,15	12,47	0,87	1,22
SNI : Minimum	27,00	0,40	10,00	0,10	0,20
Maksimum	58,00	-	20,00	-	-

Data Tabel 6 menunjukkan bahwa hampir semua perlakuan pengomposan mengandung unsur hara yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI, 2004), kecuali kompos dari perlakuan K2 dan K3 mengandung konsentrasi unsur C yang relatif rendah. Salah satu parameter penting sebagai syarat kualitas kompos adalah kandungan unsur haranya. Semakin lengkap kandungan unsur

haranya maka semakin tinggi pula mutu kompos yang dihasilkan (Harada *et al.*, 1993). Kandungan unsur hara kompos sangat menentukan kemampuannya untuk menaikkan kadar unsur hara dalam tanah sehingga dapat menyuburkan tanaman. Data rata-rata unsur hara mikro dan logam berat pada kompos hasil pengomposan sampah organik disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan unsur hara mikro dan logam berat pada kompos hari ke-30

Perlakuan	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Cd	Cr	Pb	Ni	Co
	%			ppm							
K0	2,78	0,32	0,48	473,28	23,10	411,25	41,37	105,40	206,20	5,50	3,60
K1	0,35	0,25	0,75	574,26	19,14	140,76	21,04	96,79	141,79	5,20	3,30
K2	0,48	0,24	0,64	620,22	18,28	149,83	16,44	90,21	120,70	3,10	2,80
K3	1,03	0,25	0,31	364,90	16,90	248,60	16,80	103,60	98,30	2,90	1,20
SNI Maks.	25,5	0,60	2,00	1000,0	100,0	500,0	30,0	210,0	150,0	62,0	34,0

Hasil analisis kandungan unsur hara makro maupun mikro sebagai salah satu parameter kualitas kompos menunjukkan secara umum semua perlakuan pengomposan (Tabel 8) memenuhi kandungan unsur hara sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI, 2004) untuk kompos sampah kota. Mineral Ca dan Mg merupakan unsur-unsur yang biasa dihubungkan dengan keasaman tanah dan pengapuran, karena keduanya tergolong kation yang cocok untuk mengurangi keasaman atau menaikkan nilai pH. Mineral Fe dan Mn merupakan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah sedikit, oleh karena itu disebut sebagai unsur hara mikro. Hal ini bukan berarti unsur hara mikro kurang

essensial dibanding unsur hara makro, karena meskipun tanaman mengambilnya dalam jumlah sedikit, akibatnya dapat mengurangi jumlah yang tersedia.

Kandungan logam berat pada kompos merupakan faktor penting untuk menilai kualitas kompos, di samping tingkat kematangan dan kandungan unsur haranya. Hasil analisis elementer kompos pada setiap perlakuan, semuanya menunjukkan kandungan logam beratnya memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI, 2004). Tingginya kandungan logam berat pada kompos sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku kompos sampah kota, terutama jika sampah kota jenis sayur-sayuran atau buah-buahan yang

mengandung residu pestisida (Vaca-Paulin *et al.*, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengomposan sampah organik perkotaan dengan perlakuan biodekomposer EM-4 (K2) lebih baik dibanding perlakuan dengan Orgadec (K1), Biodek (K3) dan yang tidak mengandung biodekomposer (K0). Hasil pengukuran perubahan suhu pada hari ke-1 menunjukkan peningkatan suhu pada semua perlakuan pengomposan, dan kenaikan suhu yang tertinggi diamati pada perlakuan K2, yaitu rata-rata dari 32,17 ke 49,17 °C. Rata-rata pH semua perlakuan pengomposan cenderung meningkat hingga hari ke-3, dan pada hari selanjutnya menurun. Penurunan pH yang cukup signifikan diamati pada perlakuan K2, yaitu 8,30 pada hari ke-3 dan 7,07 pada hari ke-7. Pada hari ke-10 pengomposan, semua perlakuan sudah menunjukkan penyusutan bobot bahan baku kompos, dan penyusutan yang tertinggi diamati pada perlakuan K2, yaitu rata-rata 24,88% dari rata-rata semua perlakuan 18,85%. Hasil pengamatan pada hari ke-30 pengomposan, hanya perlakuan K2 yang menghasilkan kompos matang dengan karakteristik, yaitu rata-rata nisbah C/N 10,67, suhu 27,67 °C, kelembaban 73%, bersifat remah dan berwarna coklat kehitaman. Di samping itu, kandungan unsur hara dan logam berat pada kompos perlakuan K2 juga memenuhi Standar Nasional Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. *Mekanisme pelayanan kebersihan di Kota Bogor*. Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor. Bogor.
- Delgado, J.A., and R.F. Follent. 2002. Carbon and nutrient cycles. *Journal of Soil and Water Conservation* 57(6):455-458
- Djuarnani, N., Kristian, dan B.S. Setiawan. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Edwards, C. 1990. *Microbiology of Extreme Environment*. McGraw-Hill Publishing Company. New York.
- Gaur, A.C. 1983. *A Manual Rural of Composting*. Project Field Document. Food and Agricultural Organization United Nations. Rome.
- Goenadi, D.H. dan Y. Away [penemu]; Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. 5 Des 2000. Orgadec. *Paten No.*: ID 0 000264 S
- Gusmailina, G. Pari, dan S. Komarayati. 2004. Teknologi produksi dan pemanfaatan arang kompos dari limbah pembalakan dan industri kayu skala kecil. *Laporan Hasil Penelitian*. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Harada, Y., K. Haga, Tosada, and M. Koshino. 1993. Quality of compost produced from animal waste. *Japan Agriculture Research Quarterly* 26(4):238-246.
- Harper, S.M., G.L. Kerven, D.G. Edwards, and Z. Ostatek-Boczynski. 2000. Characterisation of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. *Soil Biol. & Biochem.* 32:1331-1336
- Indriani, Y.H. 2005. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Cetakan VII. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Komilis, D.P. 2006. A Kinetic analysis of solid waste composting at optimal conditions. *Waste management* 26:82-91
- Komilis, D.P., and R.K. Ham. 2006. Carbon dioxide and ammonia emissions during composting of mixed paper, yard waste and food waste. *Waste management* 26:62-70
- Murbandono, L. 2005. *Membuat Kompos*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta
- Saraswati, R. 6 November 2005. *Komunikasi Pribadi*. Bogor
- Standar Nasional Indonesia. 2004. *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik*. SNI 19-7030-2004, Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.
- Strom, P.F. 1985. Effects of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solid-waste composting. *Applied and environmental microbiology* 50(4):899-905
- Strom, P.F. 1985. Identification of thermophilic bacteria in solid-waste composting. *Applied and environmental microbiology* 50(4):906-913
- Suler, D.J., and M.S. Finstein. 1977. Effect of temperature, aeration, and moisture on CO₂ formation in Bench-scale, continuously thermophilic composting of solid waste. *Applied and Environmental Microbiology* 33(2):345-350
- Sukmadi, B., dan D. Hardianto. 2000. *Pengujian aktivitas formulasi mikroorganisme dekomposisi pada proses pengomposan bahan organik*. Makalah disampaikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan Mikrobiologi Indonesia di Denpasar, 27-28 Juni 2000. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Denpasar, pp. 23-28.
- Talashikar, S.C., P.P. Bhangarath, and V.B. Metha. 1999. Changes in chemical properties during composting of organic residues as influenced by earthworm activity. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 47(1):50-53.
- Tuomela, M., M. Vikman, A. Hatakka, and M. Itavaara. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technology* 72:169-183.
- Vaca-Paulin, R., M.V. Esteller-Alberich, J. Lugo de La Fuente, and H.A. Zavaleta-Mancera. 2006. Effects of sewage sludge or compost on the sorption and distribution of copper and cadmium in soil. *Waste management* 26:71-81
- Yang, S. 1997. *Preparation of Compost, and Evaluating Its Maturity*. Extension Bulletin 445. Food and Fertilizer Technology Center.