

EVALUASI PERUBAHAN TEMPERATUR, pH DAN KELEMBABAN MEDIA PADA PEMBUATAN VERMIKOMPOS DARI CAMPURAN JERAMI PADI DAN KOTORAN SAPI MENGUNAKAN *LUMBRICUS RUBELLUS*

Oleh: Nita Kusumawati
FMIPA Universitas Negeri Surabaya

Abstract

The purpose of this activity is to evaluate the changes in temperature, pH, and moisture mixed media during the composting process of rice straw and cow manure using earthworms *Lumbricus rubellus* as bioactivator. Vermicompos is carried out by making a mixture consisting of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of waste rice straw in cow dung. The media is inserted into a plastic container and then fermented. In every 250 grams of fermented media is inserted as much as 250 grams of earthworms (*Lumbricus rubellus*) aged 2 months. During the composting process, regular measurement of temperature and pH of the media was doing. At the end of composting with earthworms, temperature is lowest at 26-28.6 °C, there are 0% -25% of rice straw in cow dung. While the temperature of the media without earthworms lowest in the range of 26.8-29,3 °C, there are 0% -25% of rice straw in cow dung. Media acidity during the composting process was almost the same for media without earthworm and with earthworms. Humidity highest during the composting process with earthworms is around the 50.17 to 65.48% (0% rice straw), while the highest media moisture during the composting process without earthworms ranged from 50.07 to 64.36% (0% rice straw) (100% rice straw).

Keywords: *Rice Straw, Cow Manure, Lumbricus rubellus, Vermicompos*

A. PENDAHULUAN

1. Analisis Situasi

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Bila ditinjau secara kimiawi, limbah terdiri atas bahan kimia organik dan anorganik. De-

ngan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah.

Di dalam usaha peningkatan penanganan pasca panen, umumnya penanganan limbah hasil pertanian

masih belum mendapatkan perhatian yang selayaknya. Karena pada umumnya orang berpendapat bahwa limbah pertanian adalah produk samping dari usaha utama yang tidak perlu dipikirkan peningkatan produksinya. Ada enam permasalahan mengenai limbah pertanian, yaitu 1) sikap masyarakat yang kurang menghargai limbah; 2) belum semua limbah hasil pertanian dimanfaatkan secara optimal; 3) belum adanya teknologi pengolahan limbah pertanian yang tepat dan mudah diterapkan di masyarakat; 4) pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah yang belum dimanfaatkan; 5) adanya anggapan bahwa pemanfaatan limbah hanya menyebabkan nilai tambah yang relatif kecil; dan 6) kurangnya usaha pemerintah mendorong pengusaha untuk memanfaatkan limbah pertanian (Hardjo, 1999).

Daur ulang limbah menjadi sesuatu yang lebih berguna sangat dianjurkan untuk mengurangi akibat dan dampak terhadap lingkungan. Pemanfaatan sampah pertanian dan peternakan menjadi pupuk dalam bentuk kompos merupakan alternatif yang sangat baik. Limbah sebagai bagian dari lingkungan abiotik, merupakan salah satu mata rantai perpindahan energi dan materi di antara komponen komunitas. Secara alamiah, alam cenderung mendahulukan buangan yang lebih mudah dirombak, sedang selebihnya dalam batas-batas tertentu akan ditenggang oleh alam. Akan tetapi, bila kuantitas limbah yang tidak mudah dirombak mulai membengkak, tentunya kese-

timbangan dinamis tadi tidak dapat lagi dipertahankan. Di sinilah andil tanah sebagai pameran pembantu (*auxiliary function*) dalam meredam kegoyahan lingkungan. Baik sebagai sistem penyaring, penyangga, maupun sebagai sistem transformasi bahan pencemar – dalam hal ini limbah (Schoeder, 1984).

Sebenarnya, limbah organik apabila dikelola dengan baik dapat memberi manfaat yang besar bagi umat manusia. Salah satu limbah organik yang sering dibiarkan begitu saja adalah limbah kotoran ternak terutama sapi. Limbah kotoran ternak yang terdiri dari feses dan urin disebut dengan *manure*. Padahal feses ternak (sapi) dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik dengan melalui komposisasi. Apalagi feses ternak mengandung bahan organik, protein dan unsur hara yang cukup tinggi sehingga bagus untuk pakan jasad renik dan hewan tertentu serta tanaman. Dengan memanfaatkan menjadi kompos, maka keuntungan yang diperoleh adalah pupuk organik, kebersihan dan keindahan lingkungan dapat terjaga.

Komposisasi adalah proses pembentukan kompos dari suatu bahan organik. Pada kondisi alamiah bahan organik mengalami dekomposisi secara terus menerus menjadi bahan yang salah satunya adalah kompos dengan kandungan unsur hara tinggi.

Vermikompos adalah kompos yang dihasilkan dari bahan organik dengan bantuan cacing (*vermes*). Keuntungan *vermicomposting* adalah prosesnya cepat dan kompos yang

dihasilkan (kasting = bekas cacing) mengandung unsur hara tinggi. Sementara komposisi dengan cara konvensional membutuhkan waktu yang relatif lama dengan kandungan unsur hara yang lebih rendah.

Upaya perombakan bahan organik menggunakan cacing tanah untuk menghasilkan vermikompos telah banyak dilakukan terutama di luar negeri seperti Australia (Mc Credie et al. 1992) dan di India (Morarka, 2005).

Berdasarkan hal tersebut, penulis mencoba untuk memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan kompos melalui mekanisme *vermicomposting* menggunakan cacing tanah. Dari kegiatan ini diharapkan dapat diperoleh pupuk organik berkualitas, yaitu vermikompos dan jenis media yang cocok untuk pertumbuhan cacing tanah. Seperti diketahui, metode pengelolaan limbah organik dengan memanfaatkannya sebagai media budi daya cacing tanah merupakan metode daur ulang yang cukup baik dan sempurna, selain karena biayanya yang cukup murah, alami dan tidak merusak lingkungan (Gaddie dan Douglass, 1975). Pengelolaan limbah organik melalui pemupukan dan penimbunan dalam tanah merupakan metode pengelolaan limbah yang berkecenderungan menimbulkan permasalahan pencemaran udara dan air tanah (Saeni, 1989).

Pada pembuatan vermikompos, penurunan nisbah C/N, kelembaban, temperatur dan pH bahan media secara periodik sangat berkaitan dengan kondisi hidup dan perkembangan ca-

cing tanah serta indikasi terjadinya proses pengomposan (Gur, 1982). Oleh karena itulah, pada kegiatan ini dilakukan evaluasi perubahan kelembaban, temperatur dan pH bahan media secara periodik hingga semua parameter kematangan kompos tercapai.

2. Tinjauan Pustaka

Lama waktu pengomposan tergantung pada karakteristik bahan yang dikomposkan, metode pengomposan yang dipergunakan, dan dengan atau tanpa penambahan aktivator pengomposan. Secara alami pengomposan akan berlangsung dalam waktu beberapa minggu sampai 2 tahun hingga kompos benar-benar matang. Namun, proses tersebut dapat dipercepat dengan beberapa strategi. Untuk mempercepat pengomposan dapat dilakukan dengan bantuan cacing tanah yang dikenal dengan istilah *vermicomposting*.

Vermicomposting adalah bioteknologi sederhana yang menggunakan cacing tanah untuk meningkatkan laju perombakan limbah dan menghasilkan hasil akhir yang lebih baik. Proses ini lebih cepat dari pada pengomposan tradisional, karena bahan-bahan organik melewati sistem pencernaan cacing tanah. Hasil proses *vermicomposting* adalah vermikompos. *Vermicomposting* dapat mengubah sampah rumah tangga menjadi vermikompos dalam 30 hari, menurunkan rasio C/N dan menahan N lebih banyak dari pada cara pengolahan kompos tradisional (Gandhi et al., 1997).

Keunggulan vermikompos dibandingkan dengan kompos biasa adalah vermikompos mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Al, Na, Cu, Zn, Bo dan Mo tergantung pada bahan yang digunakan. Vermikompos merupakan sumber nutrisi bagi mikroba tanah. Dengan adanya nutrisi tersebut mikroba pengurai bahan organik akan terus berkembang dan menguraikan bahan organik dengan lebih cepat. Oleh karena itu, selain dapat meningkatkan kesuburan tanah, vermikompos juga dapat membantu proses penghancuran limbah organik. Vermikompos berperan memperbaiki kemampuan menahan air, membantu menyediakan nutrisi bagi tanaman, memperbaiki struktur tanah dan menetralkan pH tanah. Vermikompos mempunyai kemampuan menahan air sebesar 40-60%.

Beberapa cacing tanah yang telah dibudidayakan di Indonesia antara lain adalah spesies *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* dan *Pheretima sp*, sedangkan yang sering digunakan untuk pengomposan adalah spesies *Eisenia foetida* dan *Lumbricus rubellus*. Kedua jenis cacing ini termasuk *thermo-toleran* dan dapat mendegradasi sampah organik dengan cepat (Gaur, 1983).

3. Tujuan Kegiatan

Sesuai dengan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui perubahan temperatur, pH, dan kelem-

baban media selama proses pengomposan.

B. METODE KEGIATAN

Kegiatan ini meliputi pembuatan vermikompos dan analisis indikator kematangannya. Kegiatan dilakukan dalam tiga tahap.

1. Tahap Persiapan Sampel

Pada tahap ini dilakukan penyiapan wadah dan media hidup cacing tanah, fermentasi media serta penanaman cacing tanah. Pembuatan media vermikompos dilakukan dengan cara membuat campuran limbah jerami padi dan kotoran sapi, dengan komposisi : 100% KS-0% JP; 75% KS-25% JP; 50% KS-50% JP; 25% KS-75% JP; 0% KS-100 JP.

Media tersebut dimasukkan ke dalam wadah plastik dan difermentasikan selama empat minggu. Kemudian, pada setiap media terfermentasi dimasukkan cacing tanah *Lumbricus rubellus*.

2. Tahap Analisis Indikator Kematangan Vermikompos

Media yang telah difermentasi dan telah ditanami cacing, dianalisis secara berkala meliputi, temperatur ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban, dan kemasaman (pH). Perlakuan pada tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan temperatur, pH, dan kelembaban media yang disebabkan karena penambahan cacing tanah. Pada tahap ini juga dilakukan pemeliharaan media dengan cara melakukan pengadukan dan penyemprotan air pada media

apabila media terlalu kering serta pemberian pakan pada cacing.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Persiapan Sampel

Pada awal, kegiatan dilakukan fermentasi terhadap bahan jerami padi dan kotoran sapi di wadah besek yang dilapisi plastik. Setelah minggu pertama, pada media jerami dengan komposisi 75%KS-25%JP dan 50%KS-50%JP terlihat pertumbuhan jamur lapuk putih (*white root fungi*). Sementara pada media dengan komposisi 25%KS-75%JP dan 0%KS-100%JP belum terlihat dan baru terlihat pertumbuhan jamur pada minggu berikutnya. Setelah 4 minggu, pada media jerami yang telah terfermentasi dilakukan penanaman bibit cacing tanah *lumbricus rubellus*. Bibit cacing tanah yang baik adalah cacing tanah stadium dewasa, yakni berumur 2,5-3 bulan dan memiliki klitelium (gelang, cincin) sebagai tanda siap melakukan perkawinan (kopulasi).

Penebaran bibit cacing tanah disesuaikan dengan kapasitas (volume) medium dalam wadah. Wadah yang berkapasitas 1 kg medium dapat ditanami (disebari) 1 kg bibit cacing tanah. Perbandingan antara medium dengan bibit cacing tanah adalah 1:1. Hal penting yang harus diperhatikan dalam penanaman (penebaran) bibit cacing tanah adalah dilakukannya secara bertahap untuk mengamati kesesuaian antara cacing tanah dan mediumnya.

Pada awal penanaman, media dijauhkan terpaan cahaya matahari langsung pada cacing tanah. Hal ini

dilakukan karena cacing tanah sangat peka terhadap cahaya. Terpaan cahaya matahari yang langsung mengenai cacing tanah akan menyebabkan cacing tanah berakumulasi di bagian bawah media dan tidak dapat menjangkau pakan yang ditebarkan tipis di permukaan media. Jika hal ini berlangsung secara terus-menerus, dapat mengakibatkan kematian pada cacing tanah.

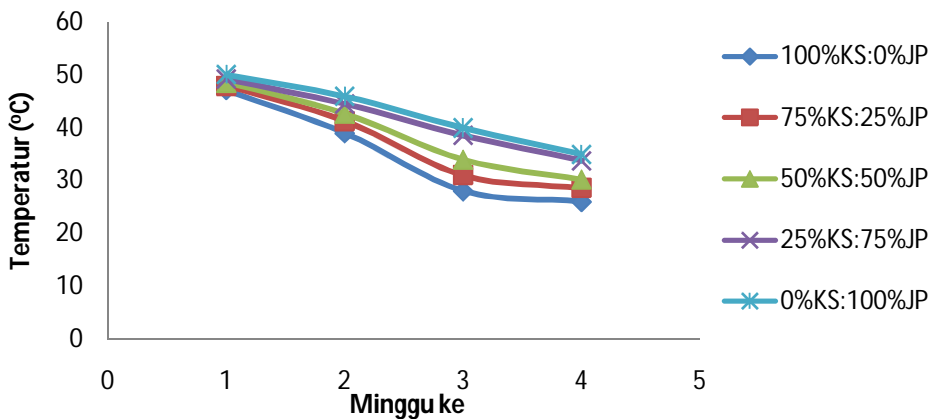
2. Tahap Analisis Indikator Kematangan Vermikompos

a. Temperatur

Hasil pengamatan terhadap perubahan temperatur selama kegiatan menunjukkan bahwa pada perlakuan dengan maupun tanpa cacing tanah, temperatur semakin lama semakin menurun (gambar 1 dan 2). Semakin tinggi temperatur, akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Pada akhir pengomposan temperatur media dengan penambahan cacing tanah sebesar 26°C, 28,6°C, 30,2°C, 33,8°C dan 35°C yang masing-masing untuk 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% jerami padi dalam kotoran sapi. Sementara temperatur media tanpa penambahan cacing tanah pada akhir proses pengomposan adalah 26,8°C, 29,3°C, 31°C, 34,2°C, dan 35,7°C masing-masing untuk 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% jerami padi dalam kotoran sapi. Menurut Simanjuntak dan Waluyo (1982), pada proses pembuatan vermicompos, media dengan temperatur sedikit lebih tinggi dari 25°C masih cukup baik untuk pertumbuhan cacing tanah.

Tabel 1. Data Perubahan Temperatur selama Pengomposan dengan Bantuan Cacing Tanah

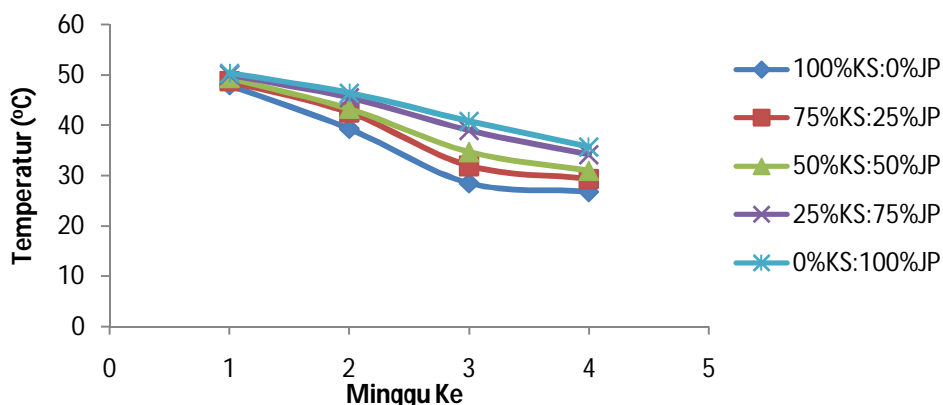
Media/Minggu	Temperatur (°C)			
	1	2	3	4
100%KS:0%JP	47,2	39	28	26
75%KS:25%JP	48	41,3	31	28,6
50%KS:50%JP	48,6	42,7	34	30,2
25%KS:75%JP	49,3	44,6	38,6	33,8
0%KS:100%JP	50,1	46	40	35



Gambar 2. Grafik Perubahan Temperatur Media selama Pengomposan dengan Cacing Tanah

Tabel 2. Data Perubahan Temperatur selama Pengomposan tanpa Bantuan Cacing Tanah

Media/Minggu	Temperatur (°C)			
	1	2	3	4
100%KS:0%JP	48	39,3	28,5	26,8
75%KS:25%JP	48,7	42,5	31,9	29,3
50%KS:50%JP	49,4	43,3	34,7	31
25%KS:75%JP	50	45,5	39	34,2
0%KS:100%JP	50,3	46,4	40,8	35,7



Gambar 2. Grafik Perubahan Temperatur Media selama Pengomposan tanpa Cacing Tanah

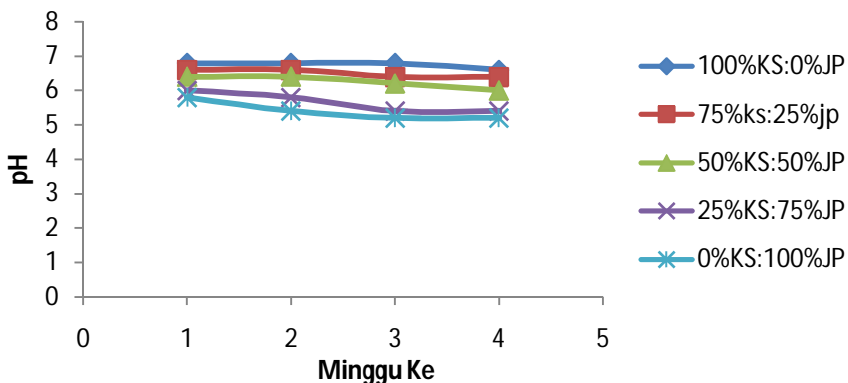
b. Kemasaman (pH) Media

Hasil pengamatan kondisi kemasaman media selama proses pengomposan dengan dan tanpa cacing tanah terlihat pada Tabel 3 dan 4. Makin tinggi kadar jerami padi dalam campuran, makin rendah pH media, sehingga hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan cacing tanah. Kisaran pH ideal untuk pembuatan vermikompos berkisar antara 7 dan 8, sedangkan pada kompos biasa antara 6 dan 8 (Edwards dan Lofty, 1977). pH media selama proses pengomposan dengan

cacing tanah adalah 6,6-6,8 (0% jerami padi), 6,4-6,6 (25% jerami padi), 6-6,4 (50% jerami padi), 5,4-6 (75% jerami padi) dan 5,2-5,8 (100% jerami padi). Media tanpa cacing tanah adalah 6,4-6,6 (0% jerami padi), 6-6,4 (25% jerami padi), 6-6,2 (50% jerami padi), 5,2-5,6 (75% jerami padi) dan 5-5,2 (100% jerami padi). Apa bila pH media bersifat masam, maka dapat mempengaruhi pertumbuhan cacing, dan pada kondisi ini, pH perlu ditingkatkan dengan penambahan bubuk kapur sebanyak $\pm 0,3\%$.

Tabel 3. Data Kemasaman Media selama Pengomposan dengan Bantuan Cacing Tanah

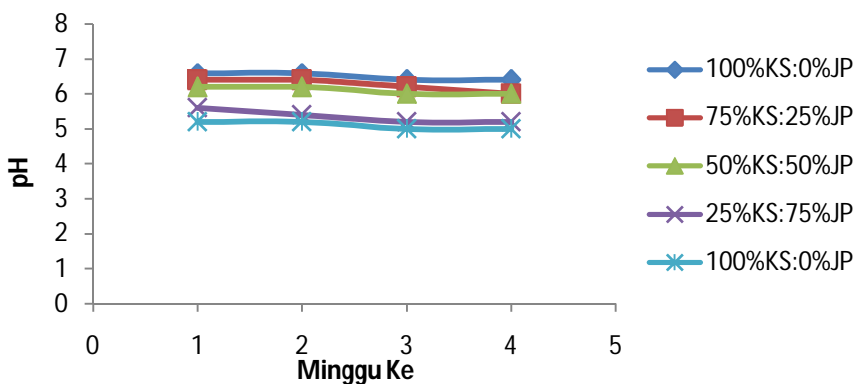
Media/Minggu	Kemasaman Media			
	1	2	3	4
100%KS:0%JP	6,8	6,8	6,8	6,6
75%KS:25%JP	6,6	6,6	6,4	6,4
50%KS:50%JP	6,4	6,4	6,2	6
25%KS:75%JP	6	5,8	5,4	5,4
0%KS:100%JP	5,8	5,4	5,2	5,2



Gambar 3. Grafik Kemasaman Media selama Pengomposan dengan Cacing Tanah

Tabel 4. Data Kemasaman Media selama Pengomposan tanpa Bantuan Cacing Tanah

Media/Minggu	Kemasaman Media			
	1	2	3	4
100% KS:0%JP	6,6	6,6	4	4
75%KS:25%JP	6,4	6,4	6,2	6
50%KS:50%JP	6,2	6,2	6	6
25%KS:75%JP	5,6	5,4	5,2	5,2
0%KS:100%JP	5,2	5,2	5	5



Gambar 4. Grafik Kemasaman Media selama pengomposan tanpa Cacing Tanah

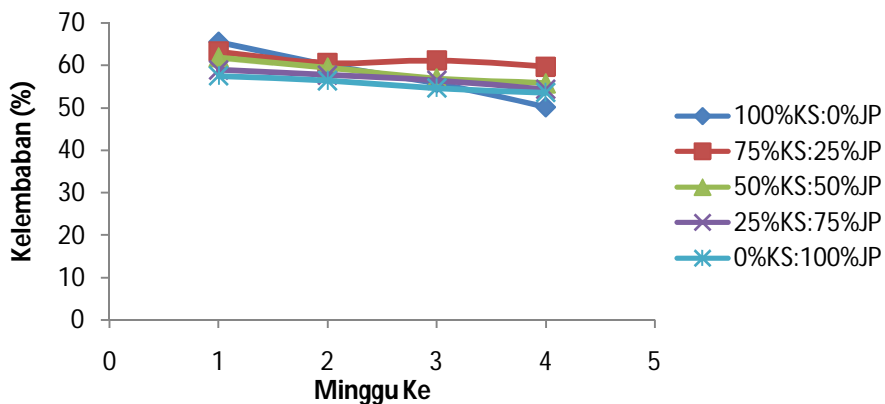
c. Kelembaban

Vermikompos mempunyai kemampuan menahan air sebesar 40-60%. Hal ini karena struktur vermicompos yang memiliki ruang-ruang yang mampu menyerap dan menyimpan air, sehingga mampu mempertahankan kelembaban (Mansyur, 2001). Hasil pengamatan kondisi kelembaban media selama proses pengomposan terlihat pada Tabel 5 dan 6. Kelembaban media selama proses pengomposan dengan cacing tanah berkisar 50,17-65,48% (0% jerami padi), 59,68-63,25% (25% jerami padi), 55,82-61,88% (50% jerami padi), 54,35-58,96% (75% jerami padi) dan 53,58-57,47% (100% jerami padi). Kelembaban media selama proses pengomposan tanpa cacing tanah berkisar 50,07-64,36% (0% jerami padi), 52,38-60,30% (25% jerami padi),

51,38-59,48% (50% jerami padi), 50,67-58,94% (75% jerami padi) dan 49,81-57,86% (100% jerami padi). Kelembaban media berkecenderungan mengalami sedikit penurunan selama proses pengomposan, hal ini berkaitan dengan kondisi cuaca pada waktu kegiatan yang relatif tinggi (panas). Menurut Gaur (1982), kelembaban optimum untuk pengomposan aerob antara 50-60%, apabila lebih rendah dari 50%, maka pengomposan akan berlangsung lebih lambat. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap. Menurut Guerrero dalam Doni (1996), kelembaban media 40-60% dapat menunjang kehidupan cacing tanah.

Tabel 5. Data Kelembaban Media selama Pengomposan dengan Bantuan Cacing Tanah

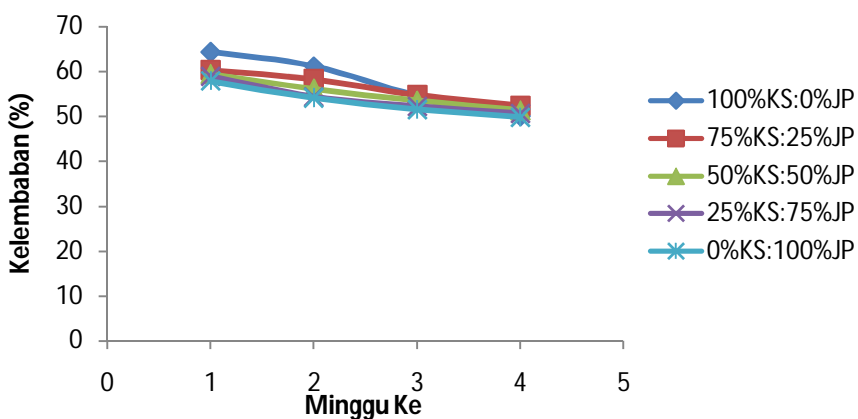
Media/Minggu	Kelembaban Media (%)			
	1	2	3	4
100%KS:0%JP	65,48	60,1	55,75	50,17
75%KS:25%JP	63,25	60,51	61,15	59,68
50%KS:50%JP	61,88	59,48	56,94	55,82
25%KS:75%JP	58,96	57,78	56,48	54,35
0%KS:100%JP	57,47	56,35	54,64	53,58



Gambar 5. Grafik Kelembaban Media selama Pengomposan dengan Cacing Tanah

Tabel 6. Data Kelembaban Media selama Pengomposan tanpa Bantuan Cacing Tanah

Media/Minggu	Kelembaban Media (%)			
	1	2	3	4
100%KS:0%JP	64,36	61,18	54,66	50,07
75%KS:25%JP	60,3	58,25	54,78	52,38
50%KS:50%JP	59,48	56,17	53,5	51,38
25%KS:75%JP	58,94	54,37	52,18	50,67
0%KS:100%JP	57,86	54,1	51,54	49,81



Gambar 6. Grafik Kelembaban Media selama Pengomposan tanpa Cacing Tanah

D. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kegiatan, disimpulkan bahwa jerami padi dapat diolah menjadi pupuk organik dengan bantuan cacing tanah *Lumbricus rubellus*. Lama proses pengomposan 8 minggu, termasuk waktu fermentasi (tanpa cacing tanah waktu yang diperlukan untuk pengomposan bertambah selama ± 2 minggu). Selama proses pengomposan tanpa adanya penambahan bioaktivator cacing tanah diperoleh perubahan temperatur dari 48; 48,7; 49,4, 50, 53 °C; menjadi 26,8; 29,3; 31; 34,2; dan 35,7 °C, sementara pada media dengan penambahan cacing tanah diperoleh perubahan temperatur dari 47,2; 48; 48,6; 49,3; dan 50,1 °C menjadi 26; 28,6; 30,2; 33,8; dan 35 °C masing-masing untuk 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% jerami padi dalam kotoran sapi. Perubahan pH yang terjadi selama proses pengomposan tanpa cacing tanah adalah dari 6,6; 6,4; 6,2; 5,6; dan 5,2 menjadi 4; 6; 6; 5,2; dan 5, sedangkan perubahan pH yang terjadi pada media dengan penambahan cacing tanah berturut-turut dari 6,8; 6,6; 6,4; 6; dan 5,8 menjadi 6,6; 6,4; 6; 5,4; dan 5,2 masing-masing untuk 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% jerami padi dalam kotoran sapi.

Selain temperatur dan pH, pada kegiatan ini juga dievaluasi perubahan kelembaban media selama proses pengomposan. Pada pengomposan tanpa cacing tanah, teramati terjadinya perubahan kelembaban dari 64,36;

60,3; 59,48; 58,94; dan 57,86% menjadi 50,07; 52,38; 51,38; 50,67; dan 49,81%, sedangkan pada pengomposan dengan penambahan cacing tanah teramati terjadinya perubahan kelembaban dari 65,48; 63,25; 61,88; 58,96; dan 57,47% menjadi 50,17; 59,68; 55,82; 54,35; dan 53,58% masing-masing untuk 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% jerami padi dalam kotoran sapi.

2. Saran

Pada pembuatan vermikompos, selain perubahan temperatur, pH, dan kelembaban, penurunan nisbah C/N, penyusutan media, serta peningkatan bobot cacing tanah secara periodik juga sangat berkaitan dengan kondisi hidup dan perkembangan cacing tanah serta indikasi terjadinya proses pengomposan (Gur, 1982). Oleh karena itulah, perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap penurunan nisbah C/N, penyusutan media dan juga peningkatan bobot biomassa cacing tanah yang terjadi selama proses pengomposan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bertin, E.P. 1975. *Principle and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis 2 nd edd.* New York: Plenum Press.
- Crawford, J.H. 2003. *Composting of Agricultural Waste.* In *Biotechnology Applications and Research*, Paul N, Cheremisinoff and R.P. Oullette (ed). p. 68-77.

- Edwards, C.A. dan E.F. Neuhauser. 1988. *Earthworms in waste and Environmental Management*. The Netherlands: SPB Academic Publishing.
- Gaddie, S.R. R.E., dan D.E. Douglas. 1975. *Earthworm for Ecology and Profit*. Volume I, II, Scientific Earthworm Farming. California: Bookworm Publishing Company.
- Gaur. A.C. 1982. *Improving Soil Fertility Through Organic Recycling*. A Manual of Rural Composting Project Field Document No. 15 FAO/UNDP Regional Project RAS/75/004.
- Hadiwiyoto, S. 1983. *Penanganan dan Perencanaan Sampah*. Jakarta: Yayasan Idayu.
- Isroi. 2008. *Kompos*. Makalah. Balai Kegiatan Bioteknologi Perkebunan Indonesia Bogor. www.Wikipedia.org. diakses tanggal 25 Agustus 2010.
- Judoamidjojo, R.M., E.G. Said, dan L. Hartoto. 1989. *Biokonversi*. Depdikbud Dirjen Dikti PAU Bioteknologi. IPB Bogor.
- Rahardian, Agi Muhammad. 2007. *Kompos Berbentuk Humus Kandungan Hara, Peran Mikroba Dan Aplikasinya Pada Tanaman*. <http://kompos-katalek.blogspot.com>. Diakses tanggal 6 September 2010.
- Rynk, R. 1992. *On Farm Composting Handbook*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service Pub. No. 54. Cooperative Extension Service. Ithaca, N.Y. 1992; 186pp. A Classic in on farm composting. Website: www.nraes.org.
- Saeni, M.S. 1989. *Kimia Lingkungan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, IPB Bogor.
- Suhadi Hardjo, N.S Indrasti dan T. Bantacut. 1999. *Biokonversi: Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian*. Depdikbud Dirjen Dikti PAU Pangan dan Gizi. IPB Bogor.
- Winarno, F.G., A.F.S. Boediman, T. Silitongan, dan B. Soewardi. 1985. *Limbah Hasil Pertanian*. Kantor Menteri Muda Urusan Peningkatan Produksi Pangan. Jakarta.