

PENURUNAN KANDUNGAN KROMIUM (Cr) *SLUDGE* PT.SIER SECARA VERMIKOMPOSTING

Triana dan Okik Hendriyanto

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim

ABSTRAK

Pengolahan *Sludge* Instalasi Pengolahan Air Limbah PT.SIER dengan cara pengomposan merupakan salah satu upaya pengolahan sampah organik secara biologis. Sistem vermikomposting merupakan cara untuk menurunkan kandungan logam berat yang terdapat dalam *sludge*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem vermikomposting dalam proses pengomposan terhadap rasio C/N dan kandungan Cr. Limbah yang digunakan adalah *sludge* Instalasi Pengolahan Air Limbah PT.SIER yang dicampur dengan sampah daun. Penelitian ini menggunakan variasi penambahan jumlah cacing tanah 15 ekor, 20 ekor, 25 ekor, 30 ekor, 35 ekor dan lamanya waktu pengomposan 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Hasil penelitian pada semua perlakuan menunjukkan bahwa rasio C/N dan kandungan kromium (Cr) telah memenuhi standar SNI yaitu 10-20 untuk rasio C/N dan <210 mg/kg untuk kandungan kromium (Cr). Kondisi optimum penyisihan rasio C/N sebesar 70,71% dan penyisihan kandungan Kromium (Cr) sebesar 43,61% pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 30 ekor dan umur pengomposan 28 hari.

Kata kunci : Vermikomposting, Cacing tanah (*Eisenia Foetida*), Rasio C/N, Kromium

ABSTRACT

Treatment of Sludge Wastewater Treatment PT.SIER by means of composting is one way biological treatment of organic waste . Vermikomposting system is a way to reduce the content of heavy metals contained in the sludge . This study aims to determine the effect vermikomposting systems in the composting process to C / N ratio and the content of Cr . Sewage sludge used was PT.SIER Wastewater Treatment mixed with leaf litter . This study used a variation of the addition of earthworms tail 15 , 20 tails , 25 heads , 30 tails . 35 tail and the length of time composting 7 days , 14 days , 21 days and 28 days . The results of the study on all treatments showed that the ratio of C / N and the content of chromium (Cr) has met the ISO standard is 10-20 for the C / N ratio and < 210 mg / kg for the content of chromium (Cr) . The optimum conditions allowance C / N ratio of 70.71 % and the allowance for chromium content (Cr) of 43.61 % in the reactor by the number of 30 individuals earthworms and composting age of 28 days .

Key Words : Vermicomposting, earthworm (*Eisenia Foetida*), C/N Ratio, Chromium

PENDAHULUAN

Sludge merupakan hasil samping dari suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL). *Sludge* ini sebagian besar mengandung bahan pencemar yang kurang baik secara estetika. Apabila *sludge* juga mengandung bahan yang berbahaya/patogen maka bila dibuang langsung tanpa proses pengolahan akan mencemari lingkungan (Devia, 2009). *Sludge* yang berasal dari pengolahan air limbah seperti *sludge* IPAL PT. SIER merupakan sampah organik karena sebagian besar merupakan biomassa yang mengandung bahan organik hingga sebesar 66,71% (Sudarsono, 2005).

Pengomposan merupakan upaya pengolahan sampah organik secara biologis. Vermikomposting merupakan salah satu metode pengomposan dengan bantuan cacing tanah. Mikroorganisme dan cacing tanah secara bersama-sama terlibat dalam penguraian bahan organik. Penggunaan cacing tanah dalam pengomposan membutuhkan waktu relatif lebih singkat bila dibandingkan dengan kompos biasa yang hanya mengandalkan aktifitas mikroorganisme.

Proses vermikomposting dapat menghasilkan dua macam produk, yakni cacing tanah dan kotoran cacing (kascing). Cacing tanah dapat memperbaiki kesuburan dan struktur dari tanah. Sedangkan kascing yang dihasilkan kaya akan nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Teksturnya berupa partikel kecil yang mudah diserap oleh tumbuhan, berwarna kehitam-hitaman, tidak berbau dan lebih sabil dari kompos konvensional (Kurniadi, 2007).

Keberhasilan proses vermikomposting sangat ditentukan oleh jenis cacing tanah yang digunakan. Cacing tanah yang hidup sebagai

epigeic (hidup dalam kedalaman 1cm-7cm) seperti *Eisenia Foetida* diketahui sangat potensial untuk degradasi bahan organik dan juga untuk mengolah lumpur yang terdapat kandungan logam berat karena jenis cacing ini mempunyai kemampuan yang cukup tinggi dalam menurunkan kandungan logam berat dan sangat toleran terhadap perubahan lingkungan.

Kandungan Kromium (Cr) sebagai parameter uji dalam sistem vermikomposting dengan cacing tanah *Eisenia Foetida* ini karena kandungan Kromium (Cr) merupakan jenis logam berat yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun,

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh sistem vermikomposting dalam proses pengomposan terhadap rasio C/N dan kandungan Cr *sludge* PT. SIER serta hubungan penurunan kandungan Cr dengan variasi jumlah cacing tanah dan variasi waktu pengomposan.

TINJAUAN PUSTAKA *SLUDGE* IPAL PT.SIER

Sludge IPAL PT.SIER yang berasal dari *Sludge drying bed* dimana sebagian besar merupakan biomassa yang berasal dari pengolahan biologis mengandung jumlah bahan organik sebesar 66,70 % dan sisanya adalah logam-logam berat seperti Fe, Mn, Cr, Zn, Cd dan Pb (Octaviany, 2004). *Sludge* dari IPAL (Instalasi Pengolahan air limbah) PT. SIER merupakan hasil samping dari proses pengolahan secara biologis (Octaviany,2004). *Sludge* IPAL PT.SIER berasal dari Bak Pengendap Pertama (*Primary Settling Tank*) dan Bak Pengendap Kedua (*Secondary Clarifier*).

Sludge IPAL PT.SIER berasal dari Bak Pengendap Pertama (*Primary Settling Tank*). Dalam bak pengendap pertama ini merupakan tahap penanganan air limbah secara fisik. Didalam tahap ini akan dilakukan pembersihan benda-benda terapung (*floating material*) seperti plastik dan kayu yang ikut masuk ke dalam aliran air limbah secara keseluruhan. Selain untuk menghilangkan benda-benda terapung juga dilakukan pengendapan terhadap partikel-partikel kasar dan bahan-bahan organik secara gravitasi. Semakin lama waktu tinggal air limbah di dalam bak pengendap ini maka semakin besar pula partikel yang bisa terendapkan. Waktu tinggal air limbah pada bak pertama ini selama 2-3 jam. Endapan partikel padat yang mengendap di bak pengendap bak pertama ini akan dialirkan menuju *sludge drying bed* setiap 1-2 bulan sekali saat dilakukan pengurusan pada bak pengendap pertama ini. Untuk benda – benda yang terapung akan diambil dan ditampung pada *floating tank* yang berada disebelah bak pertama.

Sludge IPAL PT.SIER berasal dari Bak Pengendap Kedua (*Secondary Clarifier*). Air limbah dan lumpur aktif yang masuk ke bak pengendap kedua mengalir dari bawah bak. Lumpur aktif yang tercampur di air limbah tersebut akan mengendap dengan sendirinya. Bila kondisi mikroorganisme yang ada dalam lumpur aktif baik, maka proses pengendapannya akan berjalan dengan cepat dan begitu pula sebaliknya. Lumpur yang mengendap di dasar bak akan dibersihkan dengan menggunakan *scraper bridge* yang terus berputar dimana dalam satu putaran memerlukan waktu 45 menit.

KROMIUM

Logam Kromium adalah unsur yang memiliki no atom (NA=24) serta memiliki massa molekul relatif (MR=51,6691). Logam kromium diberikan simbol kimia Cr yang merupakan singkatan yang berasal dari bahasa Yunani dari kata *chroma* yang berarti warna, karena banyak warna yang dihasilkan dari logam tersebut. Secara alamiah kromium merupakan elemen yang ditemukan dalam konsentrasi yang rendah di batuan, hewan, tanah, debu vulkanik dan gas. Kromium yang terdapat di alam dalam bentuk senyawa yang berbeda.

VERMIKOMPOSTING

Dominguez *et al*, (1997) mendefinisikan vermikomposting sebagai proses dekomposisi bahan organik yang melibatkan kerjasama antara cacing tanah dan mikroorganisme. Proses ini berlangsung dalam rentang suhu mesofilik (35-40°C). Cacing tanah mempercepat stabilisasi bahan organik dengan bantuan mikroorganisme aerob dan anaerob yang terdapat disaluran pencernaannya. Cacing tanah merubah bahan organik secara alami menjadi bentuk yang halus, mengandung humus, dan vermikompos yang merupakan nutrisi bagi tumbuhan. Mikroorganisme yang berperan dalam proses vermikomposting yaitu bakteri, *fungi* dan *actinomyces* (Ndegwa dan Thompson 2001 dalam Afriyansah, 2010).

Menurut Lavelle *et al* (1999), empat komponen yang menentukan keberhasilan vermikomposting adalah kesesuaian substrat, faktor lingkungan yang tepat, cacing tanah yang sesuai,

desain komposter, dan pengoperasiannya. Dalam proses vermikomposting yang harus diperhatikan adalah lingkungan hidup yang baik, sumber makanan, kelembaban dan aerasi yang tersedia cukup, serta perlindungan terhadap suhu tinggi akibat proses dekomposisi awal oleh mikroorganisme (Afriyansah, 2010).

Bhattacharjee dan Chaudhuri (2002) dalam Afriyansah (2010) menjelaskan syarat-syarat biologi cacing tanah yang digunakan dalam proses vermikomposting terdiri atas tingkat produksi kokon yang tinggi, waktu perkembangan kokon yang pendek, keberhasilan penetasan kokon yang tinggi, laju reproduksi yang tinggi. Selain itu tingkat konsumsi bahan organik yang tinggi pada cacing tanah dan toleran terhadap perubahan lingkungan yang luas juga merupakan sebagian syarat biologi cacing tanah yang dapat dimanfaatkan untuk mendekomposisi bahan organik. Beberapa spesies cacing tanah yang telah digunakan untuk vermikomposting diantaranya adalah *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia Foetida*, *Lampito mauritii*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Megascolex mauritii*, *Perionyx excavates*, *Perionyx sansibaricus* (Bansal *et al*, 2003; Kaushik *et al*, 2006; Loh *et al*, 2005; Sampredo *et al*, 2006; Suthar *et al*, 2007; Venkatesh, 2007; Vijaya *et al*, 2008; Amsath *et al*, 2008; Aalok *et al*, 2008; Aira *et al*, 2008; Adi *et al*, 2009; Ganesh *et al*, 2009; Manaf *et al*, 2009; Yadav *et al*, 2010; Pattanik *et al*, 2010 dalam Anjangsari, 2010).

Proses vermikomposting berkaitan dengan pertumbuhan dan kelangsungan hidup cacing tanah yang di pengaruhi

oleh beberapa faktor yaitu suhu, kelembaban, rasio C/N, pH, aerasi dan makanan. Pengaruh faktor-faktor tersebut bervariasi pada setiap spesies cacing tanah.

TAKSONOMI *EISENIA FOETIDA*

Cacing tanah *Eisenia Foetida* merupakan hewan yang tidak bertulang belakang (invertebrata) dan hidup di dalam tanah. *Eisenia Foetida* sering disebut *red wiggler*, *brandling* dan *manure worm*. Kedudukan *Eisenia Foetida* dalam taksonomi (Permata, 2006) adalah :

Kingdom : Animalia
Phylum : Annelida
Kelas : Clitellata
Sub Kelas : Oligochaeta
Ordo : Haplotaxiada
Sub Ordo : Lumbricina
Famili : Lumbricidae
Spesies : *Eisenia Foetida*



Gambar : Cacing Tanah *Eisenia Foetida*

Habitat hidup *Eisenia Foetida* dijumpai ditempat yang lembab dan hidup dalam kotoran hewan. Cacing tanah *Eisenia Foetida* memiliki warna tubuh coklat tua dengan belang kuning antar segmen tubuhnya. Bentuk tubuh bulat dengan panjang $\pm 3,2-13$ cm, diameter 3 mm dan bobot badan sekitar 0,26-0,55 g/ekor (Permata, 2006).

Annelida berasal dari kata “annulus” (cincin), sehingga tubuh anggota phylum ini tersusun atas segmen yang sama bentuknya seperti cincin. Segmen ini disebut somite atau metamere. Jumlah segmen yang terdapat dalam tubuh cacing tanah *Eisenia Foetida* berjumlah $\pm 80-110$ segmen (Elidar, 2009).

Sistem pencernaan cacing tanah terdiri atas rongga mulut, faring, esofagus, tembolok, lambung dan usus. Cacing tanah memperoleh makanan dari bahan organik berupa organ tumbuhan, protozoa, rotifera, nematode, bakteri, fungi dan sisa-sisa pembusukan hewan.

Organ ekskresi cacing tanah terdiri atas sepasang nefridia dan metanefridia. Cacing tanah bernafas melalui kutikula yang menutupi seluruh tubuhnya. Cacing tanah tidak memiliki organ pernafasan yang spesifik, hanya terdapat pembuluh kapiler yang mengandung hemoglobin. Pembuluh darah ini melekat pada dinding tubuh cacing tanah. Proses pengangkutan oksigen dan pelepasan karbon dioksida di dalam darah melalui difusi. Proses difusi terjadi pada jaringan epidermis dan kutikula yang terdapat di permukaan tubuh cacing tanah (Edward & Lofty 1972 dalam Afiyansyah 2010).

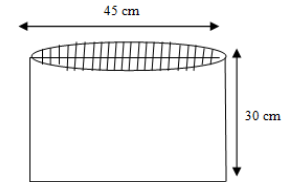
Sistem saraf utama pada cacing tanah terdiri atas sebuah ganglion serebral dorsal, sepasang konektif atau penghubung sirkumentorik atau satu buah atau lebih tali saraf longitudinal.

BAHAN PENELITIAN

- *Sludge* PT.Sier, Surabaya yang diambil dari *Sludge* drying bed.
- Cacing tanah jenis *Eisenia Foetida*
- Sampah daun yang diambil dari halaman laboratorium teknik lingkungan UPN ”VETERAN” JATIM

PERALATAN PENELITIAN

6 unit pot plastik berwarna hitam, timbangan manual, timbangan digital, kasa, sekop.



Gambar : Pot Vermikomposting

VARIABEL

1. Kondisi Tetap
 - a. Ukuran pot plastik
 - Diameter = 45 cm
 - Tinggi = 30 cm
 - b. Jenis cacing tanah yang digunakan adalah *Eisenia Foetida*
 - Usia : 40 hari
 - Panjang : 7-10 cm
 - Berat badan : 0,65-0,95 g
 - c. Rasio C/N = 20
 - d. Berat Sludge = 10 kg
 - e. Berat daun kering = 1,2 kg
2. Variabel yang dijalankan :
 - Jumlah Cacing tanah = 15 ekor, 20 ekor, 25 ekor, 30 ekor, 35 ekor
 - Waktu sampling (ts) = 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari

Cara Kerja

- Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini meliputi proses aklimatisasi cacing tanah dan persiapan media vermikomposting. Proses aklimatisasi cacing tanah, Cacing tanah dibeli dari penjual cacing tanah di daerah Mojokerto. Selanjutnya cacing tanah dipindahkan dalam pot yang telah diisi dengan *sludge* dan sampah daun yang diatur kelembabannya 50%-60%. Proses aklimatisasi dilakukan selama satu minggu Persiapan media meliputi . selama 9 hari dilakukan pemisahan *sludge* dengan air. Sampah daun didapatkan dari halaman laboratorium

teknik lingkungan UPN “VETERAN” JATIM. Selanjutnya sampah daun dipotong kecil-kecil hingga berukuran 1-2 cm. Sampah daun diatur kelembabannya 50%-60% dengan cara dilakukan penyemprotan dan pembalikan sampah daun selama 9 hari.

▪ Tahap Vermikomposting

Bahan media yaitu *sludge* dan sampah daun yang telah disimpan selama 9 hari selanjutnya dicampur dengan perbandingan berat 10 kg *sludge* dan 1,2 kg sampah daun. Media ditutup dengan karung plastik dan dibiarkan selama 7 hari. Media dibuka dan diukur kelembaban, pH-nya, disesuaikan dengan kebutuhan hidup cacing tanah. Selanjutnya dilakukan lima perlakuan penambahan cacing tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

. Sebelum dilakukan penelitian, *sludge* dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan yang ada didalamnya sebelum dilakukan proses vermicomposting.

Tabel Analisa Awal Sludge IPAL PT.SIER

Parameter	Satuan	Hasil
C organic	%	4,55
Nitrogen	%	0,69
C/N Ratio	%	6,59
Kromium	mg/kg	398,77
Kadar Air	%	96,8

Sumber : Hasil Analisa, 2013.

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa *sludge* mempunyai karakteristik rasio C/N yang rendah dan adanya kandungan logam berat, sehingga untuk memulai pengomposan dengan kondisi ideal maka perlu adanya penambahan bahan organik yang memiliki kandungan karbon (C) yang tinggi. Kandungan karbon yang tinggi bisa didapatkan pada sampah daun. Sampah daun juga merupakan bahan organik yang mudah membusuk yang disukai

oleh cacing tanah karena mudah dicerna oleh tubuhnya.

Tabel Analisa Awal Sampah Daun

Parameter	Satuan	Hasil
C organic	%	49,5645
Nitrogen	%	1,1794
C/N Ratio	%	42,0251

Sumber : Hasil Analisa, 2013.

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa sampah daun memiliki kandungan unsur karbon yang tinggi dan kandungan unsur nitrogen tidak terlalu rendah sehingga sampah daun dapat digunakan sebagai campuran bahan dalam proses vermicomposting.

Tabel Analisa Awal Campuran Sludge dan Sampah Daun Sebelum Proses Vermikomposting

Parameter	Satuan	Hasil
C organic	%	45,9854
Nitrogen	%	0,8022
C/N Ratio	%	57,3241

Sumber : Hasil Analisa, 2013.

Perubahan Rasio C/N Media Selama Proses Vermikomposting

Dari Tabel di bawah menunjukkan bahwa selama proses pengomposan persen rasio C/N dalam media mengalami penurunan yaitu pada semua perlakuan dengan penambahan cacing tanah. Hal ini dikarenakan waktu untuk masa pengomposan yang cukup baik dimana mikroorganisme dan cacing tanah dalam media pengomposan mampu menguraikan dengan baik bahan-bahan organik yang terdapat dalam media pengomposan.

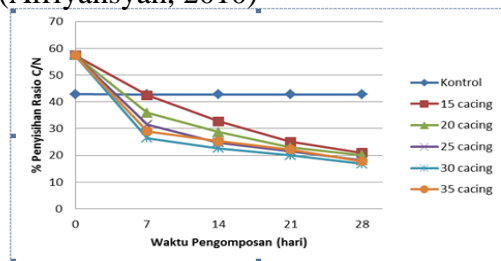
Tabel Pengaruh Jumlah Cacing Tanah dan Waktu Pengomposan dalam Penyisihan Rasio C/N

Waktu (hari)	Banyaknya Jumlah Cacing Tanah (ekor)					
	15	20	25	30	35	Kontrol
	Penyisihan Rasio C/N (%)					
0	57,3241	57,3241	57,3241	57,3241	57,3241	42,8485
7	42,4248	35,9274	31,3966	26,4081	28,98	42,7685
14	32,6667	28,6616	24,7296	22,6127	25,2764	42,7455
21	25,0375	22,9908	21,5802	20,0315	22,1742	42,734
28	20,9338	20,1209	18,0966	16,7881	17,8087	42,7113

Sumber : Hasil Analisa, 2013

Pramanik *et al.*, (2007) dan Lazcano *et al.*, (2008) dalam Afriyansah (2010) menjelaskan bahwa rasio C/N pada media menggambarkan mineralisasi dan stabilisasi bahan organik selama proses vermikomposting. Semakin banyak bahan organik yang terdekomposisi, semakin rendah rasio C/N.

Beberapa peneliti juga menunjukkan penurunan rasio C/N pada saat proses vermikomposting (Atiyeh *et al.*, 2000; Tripathi & Bhardwaj 2004; Khwairakpam & Bhargava 2009). Rasio C/N merupakan salah satu indikator yang paling sering digunakan untuk mengetahui kematangan vermikompos (Afriyansyah, 2010)



Hasil terendah nilai rasio C/N terdapat pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 15 ekor yaitu sebesar 20,98. Hal ini dikarenakan jumlah cacing tanah yang ditambahkan dalam reaktor kurang sehingga proses dekomposisi menjadi lambat.

Penurunan Kromium (Cr) Media Selama Proses Vermikomposting

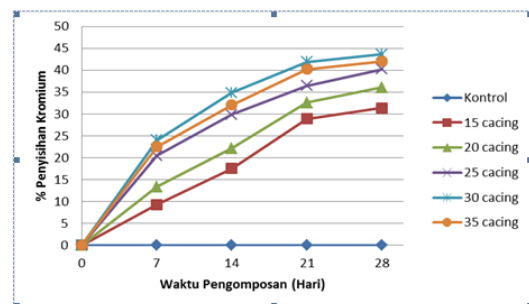
Dari Tabel dibawah menunjukkan bahwa semakin lamanya proses pengomposan prosentase penurunan kandungan kromium (Cr) dalam media mengalami peningkatan pada hari ke-7 sampai hari ke-28 sebesar 24,04 - 43,61 yaitu pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 30 ekor. Hal ini dikarenakan semakin lamanya waktu pengomposan, maka kemampuan cacing tanah dalam mengumpulkan kandungan kromium dalam tubuhnya semakin meningkat.

Tabel Pengaruh Jumlah Cacing Tanah dan Waktu Pengomposan dalam Penyisihan Kromium (Cr)

Waktu (hari)	Banyaknya Jumlah Cacing Tanah (ekor)					
	15	20	25	30	35	Kontrol
	Penyisihan Kromium (%)					
7	9,26	13,34	20,46	24,04	22,54	0
14	17,55	22,11	29,87	34,85	32,02	0
21	28,84	32,59	36,42	41,86	40,22	0
28	31,37	36,1	40,22	43,61	42,04	0

Sumber : Hasil Analisa, 2013

Hal ini diperkuat dengan pernyataan Ruiz., *et al.*, (2009) yang menyatakan selama proses vermikomposting cacing tanah dapat mengumpulkan logam berat yang terdapat dalam media hidupnya kedalam tubuhnya yang mengakibatkan penurunan kadar logam dalam tanah.



Gambar Hubungan antara waktu pengomposan (hari) dan penyisihan Kromium pada variasi banyaknya jumlah cacing tanah (ekor)

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah cacing tanah yang ditambahkan dalam proses pengomposan kandungan kromium (Cr) dalam media semakin rendah. Hasil terbaik ditunjukkan pada reaktor dengan penambahan cacing tanah 30 ekor, dengan persen penurunan kandungan kromium sebesar 43,61% dengan umur pengomposan 28 hari. Hal ini dikarenakan dalam tubuh cacing tanah terdapat sel-sel chloragogen yang dapat mengumpulkan logam berat yang telah diserap oleh usus sehingga kandungan kromium (Cr) dalam media mengalami penurunan.

Hasil terendah dalam penyisihan kandungan kromium (Cr) terjadi pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 15 ekor yaitu sebesar 31,37%. Dengan penambahan jumlah cacing tanah 15 ekor dan 20 ekor kandungan kromium (Cr) belum memenuhi standar SNI 19-7030-2004. Hal ini dikarenakan jumlah cacing tanah dalam reaktor tersebut kurang dibandingkan dengan reaktor yang lain sehingga menyebabkan penurunan kandungan kromium lebih kecil dibandingkan dengan reaktor yang lain.

KESIMPULAN

1. Pengomposan dengan menggunakan cacing tanah jenis *Eisenia Foetida* dapat menurunkan rasio C/N dan kandungan kromium (Cr).
2. Kondisi optimum penyisihan rasio C/N sebesar 70,71% pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 30 ekor dan umur pengomposan 28 hari. Sedangkan kondisi terendah penyisihan rasio C/N sebesar 25,99% pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 15 ekor dan umur pengomposan 7 hari.
3. Kondisi optimum penyisihan kandungan Kromium (Cr) sebesar 43,61% pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 30 ekor dan umur pengomposan 28 hari. Sedangkan kondisi terendah penyisihan rasio C/N sebesar 9,26% pada reaktor dengan jumlah cacing tanah 15 ekor dan umur pengomposan 7 hari.

SARAN

Pada penelitian ini waktu vermikomposting hanya dilakukan selama 28 hari maka disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan lebih dari 28 hari agar dapat memberikan effluent yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyansyah B. (2010), "*Vermikomposting oleh cacing tanah (Eisenia Foetida dan Lumbricus rubellus) Pada Empat Jenis Bedding*" Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Anjarsari, E. (2010), "*Komposisi Nutrien (NPK) Hasil Vermikomposting Campuran Feses Gajah dan Serasah Menggunakan Cacing Tanah Lumbricus terrestris*" Program Studi Biologi Institut Teknologi Sepuluh November
- Devia, Y. P. (2009), "*Pengaruh Penambahan Kapur dan Abu Terbang Dalam Laju Pelepasan Air dari Lumpur Biologis (IPAL SIER)*" Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- Elidar, P. (2009), "*Peran Cacing Tanah Eisenia Foetida dan Limbricus Rubellus Dalam Mengonsumsi Sampah Organik*" Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

- Kurniadi, M. I. (2007), "*Efektifitas Penggunaan Jenis Wadah Sarang Cacing Tanah (Eisenia Foetida) Dalam Proses Vermikomposting*" Departemen Biologi Institut Pertanian Bogor.
- Permata D. (2006), "*Reproduksi Cacing Tanah (Eisenia Foetida) Dengan Memanfaatkan Daun Dan Pelempah Kimpul (Xantosoma Sagittifolium) Pada Media Kotoran Sapi Perah*" Program Studi Teknologi Produksi Ternak Institut Pertanian Bogor.
- Sudarsono P.E. R. (2005), "*Eco-Briquette dari Komposit Kulit Kopi, Lumpur IPAL PT SIER dan Sampah Plastik LDPE*" Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Institut Teknologi Sepuluh November.