

**PENGARUH JUMLAH CACING TANAH (*Lumbricus rubellus*)
DAN WAKTU PENGOMPOSAN TERHADAP KANDUNGAN NPK
LIMBAH MEDIA TANAM JAMUR TIRAM SEBAGAI BAHAN AJAR BIOLOGI**

Darwis Husain¹, Sukarsono¹, Nurul Mahmudati¹

¹Pendidikan Biologi FKIP Universtias Muhammadiyah Malang,
e-mail : drw.darwishusain@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram, mengetahui kandungan NPK terbaik sesuai standar yang ditetapkan pemerintah yaitu N 0,4%, P 0,1% dan K 0,2% serta mengetahui penerapan hasil penelitian sebagai bahan ajar biologi. Jenis penelitian yang digunakan adalah True Experimental Research yang dilakukan pada tanggal 07 Juli-07 Agustus 2014 di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial Design yang terdiri dari 2 faktor, faktor A merupakan jumlah cacing tanah (25, 30 dan 35 cacing) dan faktor B merupakan waktu pengomposan (5, 10 dan 15 hari). Analisis data menggunakan anava 2 jalan dan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah cacing tanah 35 cacing dan waktu pengomposan 15 hari merupakan perlakuan terbaik. Persentasi unsur hara terbaik yang dihasilkan yaitu N (3,85 %), P (0,78 %) dan K (1,45 %). Sedangkan Rasio C/N yang dihasilkan yaitu 10,51.

Kata Kunci: Limbah, Cacing Tanah, Waktu, Pengomposan, Kandungan NPK.

Bertambahnya kebutuhan menyebabkan bertambahnya limbah yang dihasilkan. Limbah adalah bahan sisa atau buangan yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala rumah tangga, industri, pertambangan, dan sebagainya. Bentuk limbah tersebut dapat berupa gas dan debu, cair atau padat.

Budidaya jamur tiram merupakan salah satu aktivitas manusia yang menghasilkan limbah dari media tanam (baglog). Media tanam tersebut akan menjadi limbah padat organik dan bisa dimanfaatkan untuk pakan ataupun pupuk. Pemanfaatan limbah media tanam jamur tiram sebagai pupuk perlu adanya penguraian karena kandungan yang dimiliki media tanam jamur tiram belum cocok untuk media tanam tumbuhan lain. Kandungan limbah media tanam tersebut diantaranya selulosa, hemiselulosa dan lignin yang kompleks (Dwiputranto, 2013). Kandungan tersebut berasal dari bahan pokok media tanam yang terdiri dari serbuk gergaji kayu, bekatul, kapur tohor dan lain-lain tergantung komposisi yang diinginkan pembudidaya.

Penguraian pada limbah jamur tiram dapat menggunakan bioaktivator seperti mikroorganisme (bakteri, jamur) maupun cacing tanah. Penguraian tersebut akan merubah sifat limbah media tanam jamur tiram menjadi barang baru yang bermanfaat, yaitu menjadi kompos melalui proses pengomposan. Penguraian dengan mikroorganisme sudah umum dilakukan dan hanya menghasilkan kompos saja tanpa adanya hasil sampingan, sedangkan pengomposan dengan cacing tanah dapat menghasilkan kompos dan juga penambah-an biomassa cacing. Pengomposan dengan cacing ini disebut vermikomposting.

Vermikomposting berasal dari bahasa inggris *vermes* (cacing) dan Bertambahnya kebutuhan menyebabkan bertambahnya limbah yang dihasilkan. Limbah adalah bahan sisa atau buangan yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala rumah tangga, industri, pertambangan, dan sebagainya. Bentuk limbah tersebut dapat berupa gas dan debu, cair atau padat.

Budidaya jamur tiram merupakan salah satu aktivitas manusia yang menghasilkan limbah dari media tanam (baglog). Media tanam tersebut akan menjadi limbah padat organik dan bisa dimanfaatkan untuk pakan ataupun pupuk. Pemanfaatan limbah media tanam jamur tiram sebagai pupuk perlu adanya penguraian karena kandungan yang dimiliki media tanam jamur tiram belum cocok untuk media tanam tumbuhan lain. Kandungan limbah media tanam tersebut diantaranya selulosa, hemiselulosa dan lignin yang kompleks (Dwiputranto, 2013). Kandungan tersebut berasal dari bahan pokok media tanam yang terdiri dari serbuk gergaji kayu, bekatul, kapur tohor dan lain-lain tergantung komposisi yang diinginkan pembudidaya.

Penguraian pada limbah jamur tiram dapat menggunakan bioaktivator seperti mikroorganisme (bakteri, jamur) maupun cacing tanah. Penguraian tersebut akan merubah sifat limbah media tanam jamur tiram menjadi barang baru yang bermanfaat, yaitu menjadi kompos melalui proses pengomposan. Penguraian dengan mikroorganisme sudah umum dilakukan dan hanya menghasilkan kompos saja tanpa adanya hasil sampingan, sedangkan pengomposan dengan cacing tanah dapat menghasilkan kompos dan juga penambahan biomassa cacing. Pengomposan dengan cacing ini disebut vermikomposting.

Vermikomposting berasal dari bahasa inggris *vermes* (cacing) dan *composting* (pengomposan), dengan demikian arti vermikomposting adalah proses pembuatan kompos melalui budidaya cacing (Sucipto, 2012). Pengomposan dengan metode vermikomposting menghasilkan dua produk yaitu biomassa cacing karena terjadi perkembangbiakan cacing dan kascing (kompos dari kotoran cacing). Cacing yang digunakan adalah cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) yang dapat berkembang biak dengan cepat dan

memakan sampah organik menjadikan kascing atau kompos cacing.

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) berperan dalam mengubah bahan organik, baik yang masih segar maupun setengah segar atau sedang melapuk, sehingga menjadi bentuk senyawa lain yang bermanfaat bagi kesuburan tanah (Buckman dan Brady, 1982 dalam Dahlan, 2008). Cacing tanah memakan serasah daun dan sisa-sisa tumbuhan dan menjadikannya partikel-partikel kecil yang selanjutnya dirombak oleh mikroba (Husamah, 2014). Menurut Parmelee (1990 dalam Husamah 2014) didalam usus cacing tanah terjadi pertumbuhan mikroba cacing tanah yang lebih baik dan lebih banyak daripada didalam tanah, sehingga cacing tanah dapat dianggap sebagai tempat pembenihan mikroba tanah, sehingga cacing tanah juga dimanfaatkan sebagai bioaktivator untuk menghasilkan kompos dengan unsur hara yang tinggi.

Kompos merupakan hasil penguraian parsial/tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artificial oleh populasi berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembap, dan aerobik atau anaerobik (Modifikasi dari J.H Crawford, 2003 dalam Nugroho, 2014). Selain itu, kompos yang digunakan sebagai pupuk disebut juga sebagai pupuk organik karena bahan penyusunnya terbuat dari bahan-bahan organik. Selain mengurangi volume sampah organik, Menurut Sucipto (2012) kompos juga memiliki banyak kegunaan seperti memperbaiki struktur tanah, menambah daya ikat air pada tanah, memperbaiki tata udara dalam tanah, mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara, membantu proses pelapukan bahan mineral, memberi ketersediaan bahan makanan bagi mikroba yang menguntungkan dan menurunkan aktivitas mikroorganisme yang merugikan serta mengandung unsur hara

yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kandungan kompos sangat banyak, diantaranya adalah unsur hara Nitrogen, Fosfor dan Kalium atau sering disingkat NPK. Ketiga senyawa tersebut memiliki kegunaan yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Nitrogen (N) berfungsi merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, Fosfor (P) berfungsi untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman, merangsang pembungaan dan pembuahan, pertumbuhan akar, pembentukan biji, Kalium (K) berfungsi dalam proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air, meningkatkan daya tahan/kekebalan tanaman terhadap penyakit (Nugrogo, 2014).

Metode pengomposan dengan cacing dapat menjadi solusi persoalan limbah media tanam jamur tiram. Selain itu, jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan yang efisien juga harus diperhatikan agar limbah media tanam jamur tiram dapat diatasi dengan cepat mengingat semakin banyaknya limbah yang dihasilkan dari budidaya. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan Diyan Sugiharto (2006), menyatakan bahwa jumlah cacing tanah terbanyak dan waktu pengomposan terlama menghasilkan kandungan NPK tertinggi.

Persoalan limbah ini juga menarik untuk dikaji dalam pembelajaran biologi. Hal ini dapat juga dijadikan suatu proses pembelajaran agar kedepannya lahir pemahaman akan bahayanya limbah dan perlunya pengelolaan limbah tersebut, sehingga aktivitas manusia yang menghasilkan limbah dan merusak lingkungan dapat diminimalisir.

Penelitian pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram ini dapat diterapkan menjadi bahan ajar biologi pada siswa SMA kelas

X materi Daur Ulang Limbah sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) 4.10 yaitu Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan. Metode Vermikomposting akan dibuat menjadi bahan ajar bentuk brosur yang praktis sehingga memudahkan penerapannya dalam proses pembelajaran dan dapat diujikan oleh siswa disekolah maupun dirumah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram, mengetahui berapa jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan yang diperlukan untuk menghasilkan kompos dengan kandungan NPK terbaik sesuai standar yang ditetapkan pemerintah yaitu N 0,4%, P 0,1% dan K 0,2% serta mengetahui penerapan hasil penelitian pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram sebagai bahan ajar biologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *True Experiment Research* (eksperimen sesungguhnya). Menurut Sugiyono (2012) metode penelitian eksperimen sesungguhnya dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendalikan. Ciri utama dari *true experimental* adalah sampel yang digunakan untuk eksperimen maupun sebagai kelompok kontrol diambil secara random (acak) dari populasi tertentu. Rancangan penelitian *true experimental* yang digunakan adalah desain penelitian *Factorial Design* yang terdiri dari 2 faktor. Faktor A merupakan jumlah cacing (A_0 Tanpa cacing tanah sebagai control, A_1 25 cacing tanah, A_2 30 cacing

tanah dan nA_3 35 cacing tanah) dan faktor B merupakan waktu pengomposan (B_1 Waktu pengomposan 5 hari, B_2 Waktu pengomposan 10 hari, B_3 Waktu pengomposan 15 hari).

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang pada tanggal 07 Juli – 07 Agustus 2014. Populasi dalam penelitian ini adalah limbah bekas media tanam jamur tiram dengan sampel limbah media tanam jamur tiram sebanyak 18.000 gram yang diambil dengan teknik *simple random sampling*.

Prosedur dalam penelitian ini menggunakan alat dan bahan pengomposan dan alat dan bahan uji kandungan NPK dan C kompos. Prosedur pengomposan dengan metode vermikomposting memiliki beberapa tahapan diantaranya :

- a. Mengeluarkan limbah media tanam jamur tiram dari plastik pembungkusnya
- b. Memasukkan limbah media taman jamur tiram kedalam wadah pengomposan dengan isi 500 gram setiap wadah perlakuan.
- c. Mengatur kelembaban media. Kelembaban media sekitar 40%. Jika kelembaban kurang maka ditambahkan air hingga kelembaban mencapai 40%.
- d. Memasukkan cacing kedalam media pengomposan dengan jumlah masing-masing 25, 30 dan 35 ekor cacing.
- e. Menutup wadah berisi cacing tanah menggunakan plastik hitam agar cacing terhindar dari cahaya.
- f. Mengukur kelembaban media setiap hari. Jika kelembaban kurang dari 40% maka ditambahkan air hingga kelembaban mencapai 40%.
- g. Mengambil beberapa media bila sudah mencapai waktu pengomposan perlakuan yang ditentukan yaitu 5, 10 dan 15 hari.

- h. Membawa media/kompos ke laboratorium kimia untuk menentukan rasio C/N dan kandungan NPK Kompos.

Hasil uji kandungan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis data anava 2 jalan yang terlebih dahulu melalui uji normalitas, uji homogenitas, anava 2 jalan dan terakhir uji Duncan untuk mencari perlakuan terbaik. Hasil penelitian ini kemudian diterapkan sebagai bahan ajar biologi bentuk brosur yang disesuaikan dengan Kompetensi Dasar (KD) 4.10 yaitu Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan. Pembuatan bahan ajar dengan memperhatikan beberapa hal yang harus mencakup, diantaranya kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan (Depdiknas, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian kandungan NPK (Nitrogen, Phospor, Kalium) dan Rasio C/N dengan pemberian berbagai jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terdapat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Ringkasan Rerata Kandungan NPK dan

Perlakuan	Rasio C/N			
	Rata-rata			
	N Total (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Rasio C/N
A ₀ B ₁	0.645	0.265	0.847	86.488
A ₁ B ₁	1.361	0.601	1.166	38.418
A ₂ B ₁	1.789	0.634	1.217	27.998
A ₃ B ₁	2.668	0.667	1.265	16.498
A ₀ B ₂	0.735	0.281	0.887	74.009
A ₁ B ₂	1.760	0.643	1.230	27.947
A ₂ B ₂	2.599	0.688	1.297	17.859
A ₃ B ₂	3.435	0.736	1.371	12.659
A ₀ B ₃	0.840	0.300	0.932	60.419
A ₁ B ₃	2.151	0.672	1.273	21.396
A ₂ B ₃	3.055	0.736	1.372	14.065
A ₃ B ₃	3.858	0.788	1.450	10.515

Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa rerata kandungan NPK kompos media tanam jamur tiram didapatkan hasil

tertinggi pada perlakuan A₃B₃. Kandungan N, P dan K tertinggi secara berurutan yaitu 3,858, 0,788 dan 1,450. Sedangkan kandungan NPK kompos media tanam jamur tiram yang terendah terdapat pada perlakuan A₀B₁ dengan kandungan N, P dan K secara berurutan 0,645, 0,265 dan 0,847. Sedangkan rerata Rasio C/N dalam tabel 4.1 didapatkan hasil tertinggi pada perlakuan A₀B₁ yaitu 86.488. Sedangkan rasio C/N terendah terdapat pada perlakuan A₃B₃ yaitu 10.515.

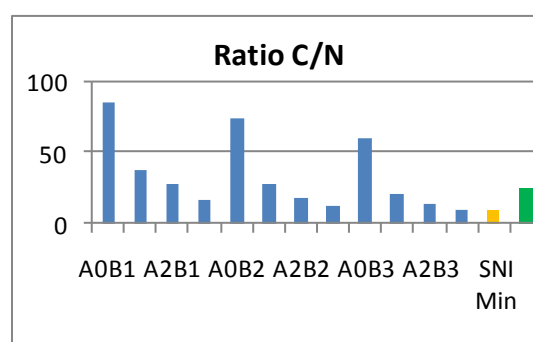
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram serta untuk mengetahui berapa jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan untuk menghasilkan kompos dengan kandungan NPK terbaik. Setelah didapatkan hasil penelitian, selanjutnya menerapkan hasil penelitian pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram sebagai bahan ajar biologi.

Keberhasilan dalam proses pengomposan dipengaruhi oleh banyak hal seperti media atau bahan kompos, bioaktivator, waktu pengomposan dan faktor lingkungan lainnya. Suatu pengomposan dapat berjalan dengan baik jika beberapa ketentuan dalam pengomposan terpenuhi. Pemberian bioaktivator merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengomposan karena dapat mempercepat proses pengomposan. Menurut Nugroho (2014), lama waktu pengomposan tergantung pada karakteristik bahan yang dikomposkan, metode pengomposan yang digunakan dan dengan atau tanpa aktivator pengomposan. Aktivator yang digunakan dalam pengomposan pada penelitian ini adalah Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*).

Penggunaan cacing tanah berpengaruh dalam mempercepat waktu

pengomposan. Kerjasama antara cacing tanah dan mikroorganisme memberi dampak proses penguraian berjalan dengan baik walaupun sebagian besar proses penguraian dilakukan oleh mikroorganisme terlebih dahulu diuraikan oleh cacing, sehingga kerja mikroorganisme lebih cepat dan efektif (Cahyo, 2004).

Kematangan kompos dapat dilihat dari rasio C/N kompos yang semakin mendekati rasio C/N tanah yaitu berkisar 10-25. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rasio C/N kascing seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Rerata Rasio C/N

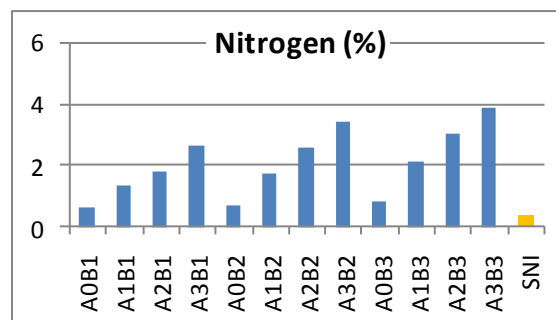
Berdasarkan Gambar 1 grafik rerata Rasio C/N diatas dapat diambil kesimpulan bahwa penurunan rasio C/N sangat terjadi nyata sampai perlakuan pada hari ke-15. Selain itu, penggunaan cacing tanah cenderung memperpendak waktu pengomposan dibandingkan tanpa penggunaan cacing tanah. Rasio C/N merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kematangan bahan organik yang terdekomposisi. Kecepatan dekomposisi dalam proses pengomposan didasarkan pada waktu yang diperlukan untuk mencapai nilai rasio C/N terendah. Adanya aktivitas mikroorganisme dan cacing tanah sejalan dengan waktu pengomposan menyebabkan berkurangnya unsur karbon bahan organik yang berubah menjadi CO², sehingga terjadi penurunan rasio C/N (Permini, 1993).

Kandungan unsur hara yang harus ada didalam kompos sangat banyak, beberapa diantaranya yang menjadi batasan penelitian ini adalah kandunagn NPK (Nitrogen, Fosfor dan Kalium). Unsur hara tersebut sangat dibutuhkan oleh tanaman, oleh karenanya Pemerintah melalui Peraturan Menteri Pertanian Nomor 28 tahun 2009 menetapkan standar minimum kandungan unsur hara tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kandungan unsur hara N (Nitrogen) terbaik yang disajikan dalam Gambar 2 yang menunjukkan bahwa perlakuan dengan jumlah cacing tanah 35 cacing dan waktu pengomposan selama 15 hari (A₃B₃) merupakan perlakuan dengan kandungan nitrogen tertinggi yaitu 3.85 %. Standar mutu kandungan N (Nitrogen) yang ditetapkan pemerintah sebesar 0,4% sehingga kompos hasil penelitian ini memenuhi standar yang ditetapkan.

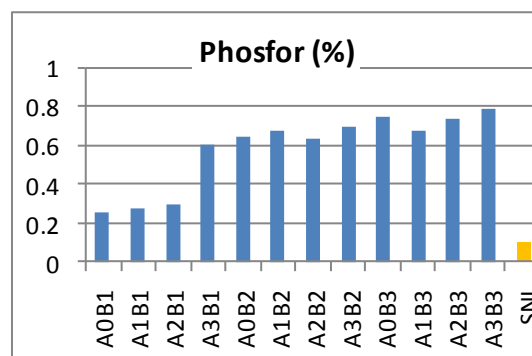
Menurut Etika (2007), dalam proses dekomposisi bahan organik, mikroorganisme akan membantu asimilasi unsur hara salah satunya nitrogen. Ketersediaan nitrogen akan mempercepat proses penguraian. Selain itu, Amsath (2009 dalam Anjangsari 2010) menyatakan bahwa penambahan nitrogen berasal dari produk metabolit cacing tanah yang dikembalikan ke tanah melalui kotoran, urin, mukus, dan jaringan yang berasal dari cacing yang telah mati selama vermikomposting berlangsung. Adanya simbiosis mutualisme antara cacing tanah dan mikroorganisme membuat kandungan unsur N pada kascing bertambah tinggi sejalan dengan perlakuan jumlah cacing terbanyak dan waktu pengomposan terlama. Hal ini didukung oleh T.C Puh (1941 dalam Cahyo, 2004) yang menyetakan bahwa aktivitas cacing tanah menyebabkan NPK tersedia dan bahan organik dalam tanah dapat meningkat. Tingginya kandungan Nitrogen dalam kompos juga dipengaruhi oleh bahan

media pengomposan. Limbah media tanam jamur tiram yang digunakan sebagai bahan pengomposan merupakan komposisi dari serbuk kayu yang mengandung selulosa dan lignin yang mengandung unsur hara makro (NPK) yang tinggi pada pertumbuhan miselium jamur tiram (Chang dan Hayes, 1978 dalam Rubijanto, 1988 dalam Uyun, 2006).



Gambar 2. Rerata Kandungan Nitrogen (N) dalam Persen (%)

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil terbaik kadar fosfor perlakuan jumlah cacing tanah terbanyak dan waktu pengomposan terlama memberikan kandungan unsur hara P terbaik yaitu 0,79 %. Memenuhi standar mutu yang ditetapkan pemerintah yaitu 0,1% untuk fosfor. Berikut grafik rerata kandungan fosfor berdasarkan hasil penelitian.

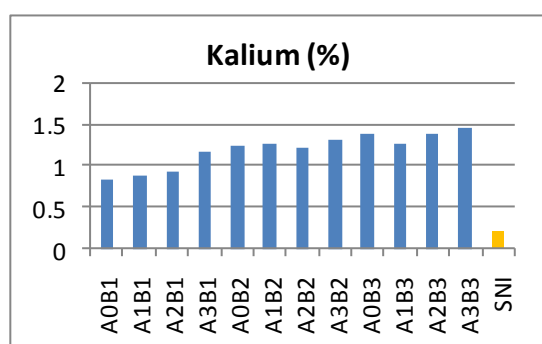


Gambar 3. Rerata Kandungan Phosfor (P) dalam Persen (%)

Puh (1941 dalam Cahyo, 2004) yang menyatakan bahwa aktivitas cacing tanah menyebabkan NPK tersedia dan

bahan organik dalam tanah dapat meningkat. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses mineralisasi fosfor. Secara umum, sebagian dari fosfor bahan organik yang dicerna cacing akan diubah menjadi bentuk P terlarut oleh enzim dalam pencernaan cacing, yaitu fosfatase dan alkalin fosfatase. Selanjutnya unsur P akan dibebaskan oleh mikroorganisme dalam kotoran cacing (Suthar, 2008 dalam Anjangsari 2010).

Kandungan kalium terbaik pada perlakuan pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap limbah media tanam jamur tiram dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Rerata Kandungan Kalium (K) dalam Persen (%)

Hasil analisis kandungan K diatas menunjukkan hasil dengan perlakuan terbaik yang sama dengan kandungan N dan P yaitu pada perlakuan A₃B₃ dengan jumlah cacing tanah 35 cacing dan waktu pengomposan selama 15 hari dengan kandungan Kalium sebanyak 1,45 %. Sama halnya dengan Fosfor, Kalium yang ada pada substrat juga diubah menjadi bentuk yang mudah larut oleh mikroorganisme yang ada dalam pencernaan cacing (Anjangsari, 2010).

Hal ini membuktikan bahwa kualitas kascing berdasarkan kandungan kalium juga ditentukan oleh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan. Sedangkan standar mutu pupuk organik yang ditetapkan oleh pemerintah melalui Peraturan Menteri Pertanian No.28/Permentan/OT.40/2/2009 menunjukkan

bahwa kandungan Kalium semua perlakuan memenuhi Standar mutu yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu > 0,2%.

Hasil penelitian ini kemudian dikembangkan dan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan ajar biologi untuk SMA kelas X sepuluh pada materi Perubahan Lingkungan/Iklim dan Daur Ulang Limbah berdasarkan kurikulum terbaru yang berlaku saat ini yaitu kurikulum 2013. Penggunaan hasil penelitian sebagai bahan ajar biologi ini sesuai dengan Kompetensi Dasar 4.10 yaitu Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan.

Bahan ajar biologi dari hasil penelitian ini ditinjau dari segi proses dan produknya. Bahan ajar yang beragam harus dipilih yang paling cocok agar materi pelajaran mudah dipahami sesuai dengan muatan materinya. Sebelum memanfaatkan bahan ajar, ada beberapa syarat yang perlu dipertimbangkan. Hal-hal tersebut diantaranya komponen kelayakan isi, komponen kelayakan kebahasaan, komponen penyajian dan komponen kegrafikan, sehingga bahan ajar bentuk brosur tersebut dapat diterapkan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran materi daur ulang limbah pada siswa SMA Kelas X (Sepuluh).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram sebagai bahan ajar biologi, diperoleh kesimpulan bahwa Jumlah cacing tanah dan waktu pengomposan berpengaruh terhadap kandungan NPK limbah media tanam jamur tiram yang ditandai dengan penurunan rasio C/N.

Selanjutnya, pengomposan dengan jumlah cacing tanah 35 cacing dengan waktu pengomposan selama 15 hari adalah pengomposan terbaik dengan kandungan N (3,85 %), P (0,78 %) dan K (1,45 %) yang memenuhi standar yang ditetapkan pemerintah yaitu 0,4%.

Saran

Berdasarkan penelitian disarankan adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui unsur hara lain yang terdapat di dalam kascing. Selain itu, perlu pengembangan media pengomposan mengingat masih banyak jenis limbah organik yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Dalam hal penerapan hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan ajar untuk memudahkan proses belajar sehingga lahir pemahaman akan bahaya limbah dan perlunya pengelolaan limbah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjangsari, E. 2010. Komposisi Nutrien (NPK) Hasil Vermikomposting Campuran Feses Gajah Dan Seresah Menggunakan Cacing Tanah Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Biologi FMIPA ITS.
- Dahlan, M. dkk. 2008. *Studi Aplikasi Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Perbuahan Beberapa Sifat Tanah Entisol*. (Online). (<http://fp.unram.ac.id>, Diakses 25 Mei 2014).
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Dwiputranto, U. 2013. *Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Media Tanam Jamur Tiram*. Bio.unsoed.ac.id (Online). Diakses 25 Mei 2014.
- Etika, Y. V. 2007. *Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Kopi, Kotoran Ayam dan Kombinasinya Terhadap Ketersediaan Unsur N, P dan K pada Inceptisol*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Husamah, 2014. *Ekologi Hewan: Pengayaan Ekologi Collembola Tanah di DAS Brantas Hulu Kota Batu*. Malang: Pascasarjana Pendidikan Biologi UM dan Pendidikan Biologi FKIP UMM.
- Nugroho, P. 2014. *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Permini, R. D. 1993. *Pengomposan Berbagai Limbah Organik dengan Menggunakan Cacing Tanah*. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Sucipto, C. D. 2012. *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Sugiharto, D. 2006. *Kecepatan Dekomposisi Sampah Organik Pasar Kota Batu serta Kandungan NPK Kompos dengan Metode Vermikompos dan EM4*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sugiyono, 2012. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.