

RASIO C/N, SUHU, pH, DAN RENDEMEN HASIL PENGOMPOSAN ECENG GONDOK (*Euchornia crasipess*) MENGGUNAKAN AKTIVATOR EM-4

Hikma Yani¹, Nisrina²

¹Dosen Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Gajah Putih

²Dosen Prodi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Gajah Putih

Email : hikmayania@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari hasil pengomposan eceng gondok menggunakan EM-4. Eceng gondok dalam jumlah besar dianggap sebagai gulma yang merusak estetika dan lingkungan perairan di kawasan wisata Danau Laut Tawar. Eceng gondok juga dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan (eutrofikasi) di lingkungan perairan tersebut. Untuk itu, diperlukan solusi tepat dalam mengatasi masalah lingkungan tersebut. Salah satu Teknik yang digunakan adalah pengomposan. Agar pengomposan berlangsung lebih cepat maka digunakan EM-4 sebagai bioaktivator.

Metode penelitian ini menggunakan satu ulangan dengan tiga perlakuan (K1 dan K2 menggunakan EM-4, dan K0 yaitu tanpa EM-4). Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap pengomposan dan karakterisasi. Proses pengomposan dilakukan selama 60 hari. Selama proses pengomposan dilakukan pembalikan dan pengamatan kondisi biofisik kompos setiap 5 hari sekali. Setelah proses pengomposan selesai, dilakukan pengukuran pH, rendemen, suhu serta analisis rasio C/N. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa EM-4 efektif terhadap rasio C/N dan pH. Rasio C/N, suhu kompos serta sifat biofisik (warna, tekstur, bau) kompos eceng gondok sesuai dengan SNI.

Kata kunci: kompos, eceng gondok, EM-4, rasio C/N, suhu, pH, rendemen

PENDAHULUAN

Eceng gondok banyak ditemukan di kawasan Danau Lut Tawar di Aceh Tengah. Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh sehinggadianggap sebagai gulma atau tumbuhan pengganggu. Tumbuhan ini dalam menyebabkan terjadinya pendangkalan (eutrofikasi) di pinggir danau tersebut. Hal ini disebabkan karena tumbuhan ini menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen sehingga banyak organisme yang mati di bawahnya, selain juga dapat mampu menyerap polutan seperti logam berat. Pendangkalan ini menyebabkan berkurangnya nilai estetika perairan tersebut.

Eceng gondok dalam keadaan kering mengandung selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, silika 5,56%, abu 12%, dan lignin 7,69% (Forth, 2008). Dengan komposisi kimia yang dimilikinya maka diperlukan solusi yang tepat untuk mengatasi masalah lingkungan tersebut salah satunya dengan cara pengomposan. Pengomposan limbah organik adalah metode tepat untuk mendapatkan stabilisasi kimia, pematangan biologis dan sanitasi limbah sebelum aplikasi ke tanah. Pengomposan melibatkan transformasi biologis organik untuk menghasilkan CO₂, dan H₂O (Nada dkk, 2012). Pengomposan memberikan beberapa manfaat seperti meningkatkan

kesuburan tanah, sehingga meningkatkan produktivitas pertanian, meningkatkan keanekaragaman hayati tanah, mengurangi risiko ekologi dan memperbaiki lingkungan (Abdel, 2014).

Pengomposan dimaksudkan untuk menurunkan kadar karbon terhadap nitrogen atau sering disebut rasio C/N (Nuraini, 2009). Selama terjadinya penguraian bahan organik, unsur karbon lenyap menjadi CO₂ dan unsur N diubah menjadi senyawa penyusun mikrobia tanah, sehingga rasio C/N menurun sekitar 10 (Suhardi, 1983). Pengomposan ini dapat dipercepat dengan menggunakan aktivator. Isro'i (2007) menyatakan bahwa aktivator merupakan perombak bahan organik biologis yang diracik khusus untuk meningkatkan efisiensi dekomposisi sisa-sisa tanaman, mengurangi penyebab penyakit, dan masalah lingkungan pada sistem penumpukan sampah. Aktivator yang digunakan pada penelitian ini adalah EM-4. EM-4 (Effective Microorganism) adalah cairan mikroorganisme yang terdiri dari bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, ragi, fungi fermentasi dan actinomycetes yang dapat meningkatkan dekomposisi bahan organik yang selanjutnya meningkatkan kesuburan tanah (Karthik and Arvind, 2012).

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 buah wadah plastik, pisau sebagai pencacah bahan, sprayer, timbangan dan termometer. Bahan yang digunakan adalah eceng gondok, EM-4 dan air.

2. Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian ini menggunakan tiga perlakuan masing-masing dengan satu kali ulangan (3x1). Perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut

Perlakuan : Kompos eceng gondok
1 tanpa EM-4 (K0)

Perlakuan : Kompos eceng
2 gondok dengan 10% EM-4
(K1)

Perlakuan : Kompos eceng gondok
3 dengan konsentrasi 20%
EM-4 (K2)

3. Parameter Penelitian

Parameter yang diamati terdapat dua tahap yaitu pengomposan dan karakterisasi. Pada tahap preparasi parameter yang diamati berupa suhu, pH, rendemen, dan sifat biofisik. Sedangkan pada tahap karakterisasi yaitu kadar unsur hara C dan N (C/N).

4. Prosedur Kerja

4.1 Pengomposan

Eceng gondok dicacah kemudian dijemur selama satu hari untuk mengurangi kadar air. Selanjutnya ditimbang sebanyak 15 kg untuk masing-masing wadah K2, K1 dan K0. Selanjutnya dimasukkan ke dalam 3 buah wadah yang telah dilubangi masing-masing 15 kg. Selanjutnya dicampur larutan EM-4 20% ke dalam wadah K2, larutan EM-4 10% ke dalam wadah K1, dan air 250 ml ke dalam wadah K0. Kemudian diaduk sampai merata. Selanjutnya masing-masing wadah tersebut ditutup rapat. Dibiarkan proses pengomposan berjalan selama 60 hari. Selama proses pengomposan, dilakukan pengecekan keadaan dan pembalikan

kompos setiap 5 hari sekali untuk menjaga aerasi, porositas dan kelembaban bahan. Setelah proses pengomposan berakhir selanjutnya diukur suhu, dan pH nya.

4.2. Karakterisasi

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui kadar unsur hara kompos.

1) Penentuan Kadar N dengan Metode Kjeldahl

Ditimbang teliti 0,25 gram kompos yang telah dihaluskan ke dalam labu Kjeldahl/tabung digestor. Ditambahkan 0,25-0,50 gram selenium *mixture* dan 3 mL H₂SO₄ pekat, dikocok dengan suhu bertahap dari 150°C hingga suhu maksimal 350°C dan diperoleh cairan jernih (3,0-3,5 jam). Setelah dingin diencerkan dengan sedikit aquades. Dipindahkan larutan ke dalam labu didih volume 250 mL. Kemudian ditambah air bebas ion hingga setengah volume labu didih dan sedikit batu didih untuk meredam gelembung air. Disiapkan penampung destilat yaitu 10 mL H₃BO₄ 1% dalam Erlenmeyer volume 100 mL yang dibubuhi 3 tetes indikator Conway. Didestilasi dengan menambahkan 20 mL NaOH 40%. Destilasi selesai bila volume cairan dalam Erlenmeyer sudah mencapai sekitar 75 mL. Destilat dititrasi dengan H₂SO₄ 0,05 N, hingga

titik akhir (warna larutan berubah dari hijau menjadi merah jambu muda).

2) Penentuan C-Organik dengan Metode Walkley and Black

Kompos ditimbang 0,50-0,10 gram yang telah dihaluskan ke dalam labu takar volume 100 mL. Ditambahkan berturut-turut 5 mL larutan K₂Cr₂O₇ 2 N dan 7 mL H₂SO₄ 98% kemudian dikocok. Dibiarkan 30 menit jika perlu sekali-kali dikocok. Untuk standar yang mengandung 250 ppm C, dipipet 5 mL H₂SO₄ dan 7 mL larutan K₂Cr₂O₇ 2 N dengan pengerjaan seperti di atas. Dilakukan juga untuk blanko yang digunakan sebagai standar 0 ppm C. Diencerkan dengan air bebas ion hingga homogen dan dibiarkan semalam. Esoknya diukur dengan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang 651 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan kompos eceng gondok meliputi rasion C/N, pH, suhu, rendemen, dan sifat biofisik. Vargas dkk (2005) menyatakan bahwa parameter fisik dan kimia yang paling penting diukur adalah pH, C, N, dan bahan organik lain. Rasio C/N, pH beserta suhu kompos yang diperoleh dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel. Kadar Unsur Hara, pH dan Suhu Kompos Eceng Gondok

Paramtr	Perlakuan			SNI	
	K2	K1	K0	Min	Mak
C/N	14,95	15,96	16,43		
pH	8,84	8,65	8,67	6,8	7,49
Suhu (°C)	24	23	23	air tanah	30

Ket: *Nilainya lebih besar dari minimum atau lebihkecil dari maksimum

1. Rasio C/N

Karbon merupakan unsur utama dalam bahan organik. Perubahan C-organik disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mengkonsumsi bahan organik dari kompos sebagai sumber energi dalam penyusunan sel dengan melepaskan CO₂ dan H₂O (Baroroh dkk, 2015). Semakin banyak air yang dihasilkan, maka semakin berkurang kadar karbon (Lu dkk, 2009). Kadar C-organik pada awal pengomposan akan menurun secara bertahap selama proses pengomposan, hal ini disebabkan oleh lepasnya karbondioksida melalui respirasi mikroorganisme (Jurgens, 1997). Sedangkan unsur N digunakan sebagai pemeliharaan dan penyusun sel mikroorganisme. Makin banyak kandungan nitrogen maka makin cepat bahan organik terurai. Unsur N-total dalam kompos diperoleh dari hasil degradasi bahan organik oleh mikroorganisme. Sumber nitrogen (protein) yang pertama-tama akan mengalami peruraian oleh mikroorganisme menjadi asam-asam amino yang dikenal dengan proses aminisasi (Buckman, 1982).

Kompos yang matang selain ditandai oleh warna kompos yang coklat kehitaman dan stabilnya suhu, juga ditandai dengan rendahnya rasio C/N. Rasio C/N optimum untuk bahan baku pengomposan berkisar antara 30-40, semakin rendah rasio C/N bahan baku maka laju pengomposan semakin singkat. Selain itu laju dekomposisi bahan organik dipengaruhi juga oleh sifat bahan tanaman (jenis, umur, dan komposisi kimia tanaman), suhu dan kelembaban (Gray dan Bidlestone 1984).

Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa rasio C/N untuk K2, K1 dan K0 masing-masing adalah 14,95; 15,96; dan 16,43. Rasio C/N yang kurang dari 25 menunjukkan berakhirnya proses pengomposan (kematangan kompos) (Hardy dkk, 2012). Pada penelitian ini, rasio C/N paling rendah diperoleh oleh kompos K2 dengan penggunaan EM-4 20%. Dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi volume penambahan EM-4 maka rasio C/N akan semakin menurun. Sesuai dengan hasil penelitian Yuniwati, dkk (2012) terhadap pengomposan sampah organik selama tujuh hari diperoleh bahwa kompos dengan konsentrasi EM-4 0,5 g/L memiliki rasio C/N lebih rendah dibandingkan kompos dengan konsentrasi lain (EM-4 0,4 dan 0,3 g/L). Ribeiro dkk (2016) menyimpulkan bahwa penambahan activator mempengaruhi proses pengomposan yaitu proses perombakan selulosa dan hemiselulosa, serta menyebabkan perubahan suhu dan peningkatan kadar N. Hal ini disebabkan karena banyaknya mikroorganisme perombak pada kompos K2 yang berfungsi sebagai perombak bahan organik, nitrifikasi, denitrifikasi, pelarut fosfat, dan lain-lain. Jumlah dan jenis mikroorganisme turut menentukan keberhasilan proses pengomposan (Suyatno dan Tutik, 2015).

2. pH

Nilai pH kompos dianggap sebagai indikator terjadinya proses dekomposisi dan stabilisasi selama pengomposan. Nilai pH kompos yang stabil berkisar antara 7,5-8,0. Namun, nilai pH bukanlah satu-satunya indikator kematangan kompos (Gebeyahu and Kibret, 2013). Selama berlangsungnya proses pengomposan

terjadi mineralisasi kation-kation basa seperti K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Sedangkan penurunan pH pada akhir pengomposan terjadi karena adanya oksidasi enzimatik senyawa inorganik hasil proses dekomposisi, misalnya NH_4^+ dan H_2S membentuk NO_3^- dan SO_4^{2-} yang juga menghasilkan sejumlah kation H^+ (Khan et al., 2009).

Dari hasil penelitian ini diperoleh pH kompos untuk K2, K1 dan K0 masing-masing adalah 8,84; 8,65; dan 8,67. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Khater (2015) terhadap pengomposan kotoran sapi dimana diperoleh bahwa pH akhir kompos sebesar 8,1. Selain itu hasil penelitian ini juga diperkuat oleh hasil studi Kamolmanit dan Reungsang (2006) terhadap pengomposan pulp singkong dengan kotoran ternak dimana diperoleh bahwa pH akhir kompos sebesar 8,21.

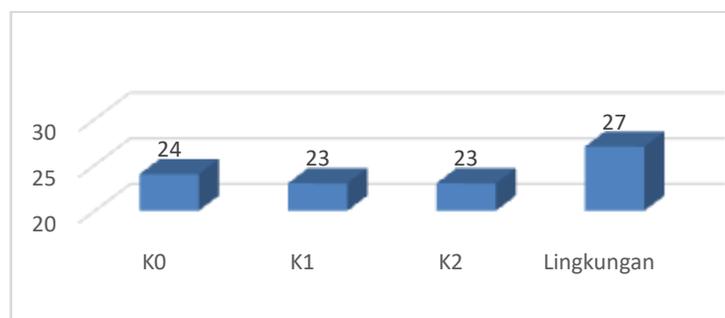
Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa kompos K2, K1 dan K0 tidak sesuai dengan SNI (6,8-7,49). Nilai pH yang diperoleh ini cenderung tinggi (basa). Nisbah pH mengalami peningkatan baik dari agak alkalis menjadi alkalis. Peningkatan pH kompos disebabkan karena dalam proses dekomposisi

dilepaskan ion karbonat dan ion OH^- , sehingga meningkatkan alkalinitas kompos. Ion karbonat mampu menarik ion OH^- dan bila bereaksi dengan H_2O menghasilkan ion OH^- sehingga mampu menarik ion Al_3^+ dari kompleks jerapan, selanjutnya terbentuk H_2CO_3 yang merupakan asam lemah dan endapan $Al(OH)_3$ yang mengakibatkan pH kompos mengalami peningkatan (Kesumaningwati, 2015)

3. Suhu

Pengukuran suhu digunakan sebagai salah satu parameter fisik untuk mengetahui tingkat kematangan saat proses pengomposan (Jodar dkk, 2017). Di akhir proses pengomposan suhu akan mengalami penurunan dan kestabilan. Suhu berangsur-angsur menurun dikarenakan berkurangnya bahan organik yang dapat diurai oleh mikroorganisme, dan mengindikasikan kompos mulai matang. Pada saat kondisi suhu menurun, mikroorganisme mesofilik berkembang menggantikan mikroorganisme termofilik (Suwatanti dan Widyaningrum, 2017). Perbedaan suhu ketiga perlakuan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Grafik 2. Suhu Akhir Kompos



Suhu akhir kompos untuk K2, K1 dan K0 masing-masing adalah $24^{\circ}C$, $23^{\circ}C$, dan $23^{\circ}C$. Hal ini sesuai dengan

hasil penelitian Fan dkk (2016) terhadap sifat fisik, kimia dan biologi kompos limbah dapur bahwa suhu akhir kompos

akhir diperoleh adalah 24-31°C. Suhu kompos eceng gondok yang diperoleh tersebut lebih rendah dari suhu lingkungan (27°C). Hal ini disebabkan oleh kelembaban yang cukup tinggi pada tumpukan kompos. Tingginya kelembaban tersebut terjadi karena kadar air pada eceng gondok yang tinggi (95%).

Suhu akhir tertinggi dan yang paling mendekati suhu lingkungan diperoleh untuk kompos K2 dengan penambahan 500 mL EM-4. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Gusti (2013) yang menyatakan bahwa kompos tanpa dekomposer secara umum memiliki titik suhu maksimum lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan.

4. Perubahan Sifat Biofisik Kompos

Sifat biofisik yang diamati selama proses pengomposan meliputi warna, bau dan tekstur kompos. Selama proses pengomposan berlangsung, tidak tercium adanya bau busuk, kondisi ini diduga bahwa proses dekomposisi oleh mikroorganisme sudah berjalan dengan baik. Walaupun kelembaban kompos cenderung tinggi namun aroma kompos seperti bau tanah. Kelembaban ini disebabkan karena tingginya kadar air pada eceng gondok. Mulai hari ke-45 pengomposan aroma kompos sudah menyerupai aroma tanah. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kompos sudah matang dan sesuai dengan standar (SNI 19-7030- 2004) bahwa kompos matang berbau tanah.

Selama proses pengomposan, terdapat juga organisme selain bakteri dan fungi yang membantu dekomposisi eceng gondok. Hal ini dikarenakan oleh terbentuknya asam-asam organik. Kondisi

asam akan mendorong pertumbuhan jamur dan akan mendekomposisi lignin dan selulosa yang terkandung di dalam serasah yang akan menjadi pupuk kompos (Maradhy, 2009). Organisme tersebut dapat dilihat dengan mata telanjang seperti ulat, rayap, cacing dan semut. Isro'i (2007) menyatakan bahwa terdapat kelompok organisme makrofauna yang terlibat dalam proses pengomposan antara lain cacing tanah, rayap, semut dan kutu.

Selama proses pengomposan warna bahan berubah dari warna aslinya yakni hijau menjadi coklat dan akhirnya menjadi coklat kehitaman dan hitam setelah proses pengomposan. Hal ini menunjukkan bahwa proses pendekomposisian oleh mikroba pada pengomposan berjalan baik. Perubahan warna kompos dari coklat menjadi coklat kehitaman menunjukkan adanya bakteri dan jamur yang melakukan aktivitas dekomposisi, sehingga mampu mengubah warna kompos. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh hilangnya nitrogen yang diakibatkan karena proses dekomposisi yang terjadi di dalam pengomposan. Panas yang dihasilkan mampu memecah ikatan lignin dan kadar nitrogen menjadi berkurang sehingga warna berubah menjadi coklat dan pengomposan menuju ke fase pematangan (Baroroh, 2015). Brinton dan Droffne (1994) juga menyatakan bahwa proses pengomposan secara bertahap akan merubah warna material kompos ke arah coklat kehitaman akibat dari berlangsungnya transformasi bahan organik dan membentuk zat-zat humus. Perubahan warna kompos tidak hanya disebabkan oleh perubahan yang bersifat sederhana seperti akibat perbedaan kelembaban material, tetapi juga disebabkan oleh berubahnya

kandungan CO₂ atau asam-asam organik yang bersifat volatile.

Sejak minggu ke-2 warna kompos sudah mulai terlihat agak kecoklatan, yang mana warna pada K0 tidak jauh berbeda dengan perlakuan K2 dan K1. Pada minggu ke-4 warna kompos sudah terlihat berwarna coklat, selanjutnya pada minggu ke-8, baik kontrol maupun perlakuan sudah terlihat berwarna coklat kehitaman. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kompos tersebut sudah matang, jika dilihat dari warnanya. Warna yang dihasilkan sudah memenuhi standar (SNI 19- 7030-2004) yaitu kompos berwarna coklat kehitaman.

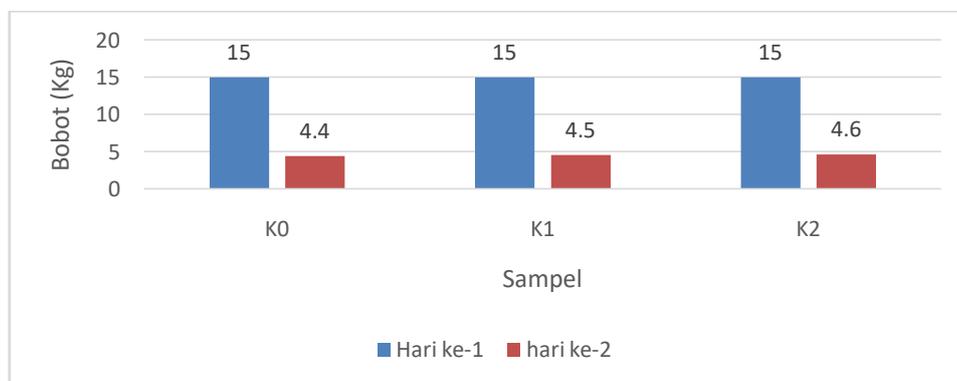
Tekstur kompos pada minggu ke-1 masih lunak (seperti bahan awal) dan ukurannya masih kasar. Kompos yang menggunakan EM-4 terasa remah jika dikepal walaupun masih ada bagian yang masih agak keras. Pada minggu ke-7 kedua kompos tersebut telah berbentuk halus dan mudah dihancurkan yang menunjukkan kematangan kompos. Kondisi ini diduga karena bahan organik tersebut hancur akibat penguraian alami oleh mikroorganisme yang hidup di dalamnya. Koivula dkk (2000) menyatakan bahwa kompos yang telah matang memiliki sifat fisik sama seperti tanah dan humus yaitu

kehitaman dan remah. Hasil kompos eceng gondok ini telah memenuhi standar (SNI 19-7030- 2004) bahwa kompos matang bertekstur remah seperti tanah.

Keadaan kompos akhir setelah 60 hari pengomposan diperoleh bahwa kompos berbau seperti tanah, warna hitam kecoklatan, dan tekstur remah atau mudah dihancurkan. Hasil penelitian Ameen dkk (2016) terhadap limbah organik selama 2,5 bulan bahwa kematangan kompos dengan kualitas yang baik dapat dilihat dari sifat fisik maupun kimianya.

5. Rendemen Kompos

Perubahan bobot merupakan salah satu indikasi terjadi proses dekomposisi. Perubahan kompos diukur pada sebelum dan setelah proses pengomposan (hari ke-60). Kematangan kompos terjadi jika berat kompos akhir berkurang menjadi sebesar 50-70% dari bobot awal baik secara aerobik maupun anaerobik. Penurunan berat material kompos ini terjadi oleh adanya penurunan kadar air dan proses penghancuran material akibat dari dekomposisi material selama proses pengomposan Yuwono (2005). Perubahan bobot kompos dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Rendemen kompos yang diperoleh tersebut mencapai lebih dari 60%. Persentase rendemen kompos untuk K2, K1 dan K0 masing-masing adalah 30,7%, 30% dan 29,3%. Rendemen kompos yang dihasilkan dari proses pengomposan diukur berdasarkan bobot kompos akhir dibanding dengan bobot awal pengomposan. Rendemen kompos yang dihasilkan sangat berkaitan dengan karakteristik bahan seperti jenis bahan, bagian tanaman, kandungan bahan dan kadar air.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa rendemen kompos yang paling besar terjadi pada kompos K0 (4,4 kg), selanjutnya K1 (4,5 kg) dan K2 (4,6 Kg). Hal ini juga terjadi pada hasil penelitian Budiharjo (2006) dimana bobot akhir kompos dari campuran sampah kota organik dengan kotoran sapi diperoleh untuk kompos tanpa penambahan biodekomposer (3600 gram) lebih rendah dibandingkan perlakuan (3700 gram) dari bobot awal (8000 gram). Selain itu hasil penelitian Murniatno dan Ahlan (2003) diperoleh bahwa rendemen kompos sampah daun yang tidak menggunakan EM-4 lebih rendah (26,1%) dibanding pada perlakuan dengan pemberian EM-4 (27.7%).

KESIMPULAN

- 1) Biodekomposer EM-4 efektif terhadap rasio C/N dan suhu kompos eceng gondok
- 2) Rasio C/N dan suhu kompos eceng gondok sesuai dengan SNI
- 3) Sifat biofisik: bau, tekstur, dan warna kompos eceng gondok sesuai dengan SNI

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel, A. Composting Technology and Impact of Compost on Arid Soil Biochemical Properties. *International Journal of Soil and Plant Science*, 3(6): 538-553.
- Ameen, A., Ahmad, J., Munir, R., and Raza, S. (2016). Physical and Chemical Analysis of Compost to Check Its Maturity and Stability. *European Journal Pharmaceutical and Medical Research*, 3(5): 84-87
- Astuti, H. Y., Harlian, E., and Tanti, M. E. (2008). Upaya Pengolahan Feses Domba dan Limbah Usar (*Vitiveria zizanioides*) melalui Berbagai Metode Pengomposan. *Jurnal Ilmu ternak*, 8(1): 87-90.
- Baroroh, A., Setyono, B., and Setyaningsih, R. (2015). Analisis Kandungan Unsur Hara Makro dalam Kompos dari Serasah Daun Bambu dan Limbah Padat Pabrik Gula. *Jurnal Bioteknologi*, 12(2): 46-51
- Brinton W.F. and Droffner M.D. 1994. *Tes Kits for determining the chemical stability of a compost sample*. US Patent 5320807.
- Buckman, H. (1982). *The Nature and Properties of Soil*. New York: Mcmillan Company.
- Budiharjo, M. A. (2006). Studi Pengomposan Sampah Kota sebagai Salah Satu Alternatif Pengelolaan Sampah di TPA dengan Menggunakan Aktivator EM-4. *Jurnal Presipitasi*, 1(1): 25-30.
- Gebeyahu, R and Kibret, M. (2013). Microbiological and Physico-Chemical Analysis of Compost and Its Effect on the Yield Kale. *Ethiopia Journal Science and Technology*, 6(2): 93-102
- Fan, Y. V., Lee, C. T., and Leow, C.W. (2016). Physico-Chemical and Biological Changes during Co-Composting of Model Kitchen

- Waste, Rice Bran and Dried Leaves with Different Microbial Inoculants. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(6): 1447-1457.
- Gray, K.R. and A.J. Bidlestone (1984). *Decomposition Of Urban Wastes*. Academic Press. London
- Gusti, A. P. P., Wayan, D. A.I., and Nengah, S.N. (2013). Analisis Kualitas Kompos Limbah Persawahan dengan Mol sebagai Biodekomposer. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 2(4): 195-203.
- Hardy, V., Klaus, F., and Thomas, T. (1993). Quality physical characteristics nutrient content heavy metals and organic chemicals in biogenic waste compost. *Compost Sci Util* 1:69–87
- Hartatik, W and L.R Widowati. (2010). Pupuk Kandang. <http://www.balittanah.Litbang.deptan.go.id>.
- Havlin, J.L., Beaton. J.D., Tisdale. S.L, and Nelson, W.L. (1999). *Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management*. New Jersey: Prentice Hall
- Iliyin M., Roko, K., and Nurul, P. (2012). Laju Dekomposisi Eceng Gondok dan Jerami Menggunakan EM-4 dan M-NIO terhadap pH, C, N, P, K dan C/N. *Jurnal Media Sains*, 4(2): 117-122.
- Isro'i. (2007). *Pengomposan Limbah Kakao*. Bogor. www.isroi.go.id.
- Jodar, J.R., Ramos, N., Carreira, J.A., Pacheco, R., and Fernández-Hernández, A. (2017). Quality Assessment of Compost Prepared with Municipal Solid Waste. *De Gruyter Open Journal*, 7: 221-227.
- Jurgen, Y. H. (1999). Make, Sale, and Apply, New Era of Agricultural Compost. *Journal Biocycle*, 38(35): 89-101.
- Kamolmanit, N and Reungsang, A. (2006). Effect of Carbon to Nitrogen Ratio on the Composting of Cassava Pulp with Swine Manure. *Journal of Water and Environment Technology*, 4(1): 33-50.
- Karthick, R.N.S and Arvind, B.R.S. (2012). Effect of Compost Derived from Decomposed Fruit Wastes by EM Technology on Plant Growth Parameters of Vigna Mungo. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*, 3(11): 1-5.
- Keusumaningwati, R. (2015). Penggunaan Mol Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai Dekomposer untuk Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit, 40(1): 40-45
- Khan, M.A.I., Ueno, S., Horimoto, F., and Tanaka, Y. (2009). Physicochemical Including Spectroscopic, and Biological Analysis during Composting of Green Tea Waste and Rice Bran. *Journal Biol Fertile Soils*, 45: 305-313.
- Khater, E.S. (2015). Some Physical and Chemical Properties of Compost. *International Journal of Waste Resourch*, 5(1): 1-5
- Lu, Y., Wu, X., and Guo, J. (2009). Characteristic of Municipal Solid Waste and Swage Sludge Composting. *The National Research Center*, Tongji University
- Manuputty. M.C., Jacob, A., and Haumahu. J.P. (2012). Pengaruh Effective EM-4 dan Promi terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Sampah Kota Ambon. *Jurnal Agrologia*, 1(2): 143-151
- Maradhy E. (2009). Aplikasi campuran kotoran ternak dan sedimen mangrove sebagai aktivator pada proses dekomposisi limbah domestik. *Tesis Universitas Hasanuddin Makassar*.
- Murniatno, E and Alhan, M. (2003). Pengaruh Penggunaan EM-4

- terhadap Kualitas Kompos Sampah Organik Kota Surakarta. *Jurnal Biosmart*, 5(1): 67-71.
- Nada, W.M., Rensburg, V., Classens, S., and Blumenstein, O. (2012). International. Evaluation of Organic Matter Stability in Wood Compost by Chemical and Thermogravimetric Analysis. *Journal Environment Resourch*, 6(2): 425-434.
- Nagerabi, S.A.F., Elshafie, A.E., Bahry, S.N., and Alrawahi, H.S. (2011). Physico- Chemical and Microbial Quality of Locally Composted and Imported Green Waste Composts in Oman. *American Journal of Plant Sciences*, 2: 660-668
- Nuraini. (2009). Pembuatan Kompos Jerami Menggunakan Mikroba Perombak Bahan Organik. <http://pustaka-deptan.go.id>
- Pangestuti, W. (2008). Kajian Penambahan Isolat Bakteri Indigeneous terhadap Kualitas Kompos dari Serasah Kacang dan Jerami Padi. *Skripsi* tidak diterbitkan. Surakarta: Fakultas Pertanian
- Ratna, A. T. (2013). Pengaruh Pemberian EM-4 dan Molase terhadap Kualitas Kompos Sampah Organik Rumah Sakit di Rembang. *Skripsi* tidak diterbitkan. Semarang: Fak Ilmu Keolahragaan UNS
- Ribeiro, N.Q., Souza, P.T., and Costa, L.M.A. (2016). Microbial Additives in the Composting Process. *Journal Ciencia e Agrotecnologia*, 41(2): 159-168.
- Salem, R., Noor, R., and Jumar. (2016). Penggunaan EM-4, Stardec dan Promi dalam Pemanfaatna Limbah Sekam Padi sebagai Pupuk Organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*
- Stofella,P.J. and B. A. Kahn. (2001). Compost Utilization in Holticultural Cropping Systems. USA: Lewis Publishers.
- Suhardi. (1983). *Dasar-dasar Bercocok Tanam*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suswardany., Dwi, L.,Ambarwati and Yuli, K. (2006). Peran Effective Microorganism-4 (EM-4) dalam Meningkatkan Kualitas Kimia Kompos Ampas Tahu. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, 7(2).
- Suwatanti, E.P.S and Widyaningrum, P. (2017). Pemanfaatan Mol Limbah Sayur pada Proses Pembuatan Kompos. *Jurnal MIPA Unnes*, 40(1): 1-6.
- Suyatno, A and Tutik, P. I. A. (2015). Efektivitas Trichoderma sp dan Mikroorganisme Lokal (MOL) sebagai Dekomposer dalam Meningkatkan Kualitas Pupuk Organik Alami dari Beberapa Limbah Tanaman Pertanian. *Jurnal Agrosains*, 12(2): 1-7.
- Triyatno. (2018). Panduan Cara Membuat Kompos Super. *Buletin Kabartani*. 28 Juli 2018
- Vargas,C., Sánchez, D.D., Urpilainen, M.A., Kamilaki, A., and Stentiford, E.I. (2005). Assesing the Stability and maturity of Compost at Large-Scale Plant. *Revista Academica de IngenieriaJournal*, 9(2): 23-30
- Yani, H. (2012). Efektivitas Pemanfaatan Biodekomposer EM-4 pada Proses Pengomposan Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*). *Jurnal Agrotropika Hayati*, 4(2): 130-135
- Yenie, E and Andesgur, I. (2016). Pengaruh EM-4 sebagai Bioaktivator terhadap Kualitas Kompos Limbah Padat Pabrik Minyak Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Teknik Kimia-Teknologi Oleo Petro Kimia*. 12 Oktober 2016
- Yuwono, T. (2005). Kecepatan Dekomposisi dan Kualitas Kompos

