
PENGARUH RASIO C/N AWAL DAN LAJU AERASI PADA PROSES *CO-COMPOSTING* BLOTONG DAN ABU KETEL

Andes Ismayana, Nastiti Siswi Indrasti, dan Niza Erica

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Darmaga, Bogor 16880

email: andesismayana@gmail.com; nastitiindrasti@yahoo.co.id; niza_erica@yahoo.com

Abstrak

Co-composting merupakan proses pengomposan menggunakan dua bahan baku atau lebih untuk meningkatkan optimalisasi proses dan manfaat bahan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perbandingan rasio C/N awal dan penggunaan aerasi aktif terhadap proses *co-composting* blotong dan abu ketel industri gula tebu. *Co-composting* dilakukan pada reaktor *aerated pile* dengan campuran bahan sebesar 5 kg dan menggunakan dua faktor perlakuan yaitu rasio C/N awal dan Aerasi. Perlakuan rasio C/N awal sebesar 30, 40, dan 50 yang didapat dari formulasi campuran antara blotong dan abu ketel. Pemberian aerasi aktif sebesar 0.4 dan 1.2 l/menit.kg bahan dan dilakukan selama 1 jam per hari pada minggu pertama. Hasil pengamatan menunjukkan pemberian aerasi 0.4 dan 1.2 l/menit.kg bahan tidak berpengaruh pada perubahan rasio C/N akhir kompos. Perlakuan rasio C/N awal 30 dan 40 memberikan pengaruh nyata dengan rasio C/N awal 50 terhadap rasio C/N akhir kompos. Perlakuan rasio C/N awal 50 memberikan rasio C/N akhir kompos sebesar 19-20 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan rasio C/N awal 30 dan 40 yaitu sebesar 13-15 dan 12-17.

Kata kunci: co-composting, blotong, abu ketel, rasio C/N, aerasi aktif

Abstract

Co-composting was the composting process uses two or more raw materials to improve the optimization process and material benefits. The purpose of this study was to determine the influence of the initial C/N value ratio and the active aeration usage of the co-composting process of filter cake and boiler ash of cane sugar industry. Co-composting was done in the aeration pile reactor with 5 kg of mixed material, and used two factor; initial C/N ratio and aeration. The treatment of C/N ratio was begun at 30, 40, and 50 from formulation filter cake and boiler ash. Active aeration was given at 0.4 and 1.2 l/minutes.kg materials that carried out for 1 hour per day on the first week. From this observation, known that the aeration distinction at 0.4 and 1.2 l/minutes.kg materials does not effect the C/N ratio of compost. In the other hand, the treatment of initial C/N ratio at 30 and 40 was significantly affected with initial C/N ratio at 50 compared by final C/N value of the compost. Initial C/N ratio at 50 requested the final C/N ratio of compost at 19-20 that was higher than the treatment of initial C/N ratio at 30 and 40 which had final C/N ratio at 13-15 and 12-17, respectively.

Keywords: Co-composting, C/N, filter cake, boiler ash, active aeration

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah industri gula tebu sebagai salah satu langkah revitalisasi di bidang perkebunan untuk mengimbangi kebutuhan gula yang diperkirakan mencapai 3.1 juta Ton pada tahun 2014 (Revisi Road Map Industri Gula, Kementerian Pertanian tahun 2012). Hal ini memberikan konsekuensi terhadap peningkatan limbah industri yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Beberapa limbah padat yang dihasilkan pada proses pengolahan industri gula tebu adalah blotong yang berasal dari proses pemurnian dan abu ketel yang merupakan sisa pembakaran pada mesin boiler.

Pengurangan resiko pencemaran lingkungan dilakukan dengan melakukan pemanfaatan blotong dan abu ketel menjadi produk yang dapat dimanfaatkan. Pemanfaatan blotong dan abu ketel banyak dijadikan sebagai bahan baku pembuatan kompos (Misran, 2005). Pemanfaatan blotong lainnya adalah sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah dan juga dalam bentuk briket (Ismayana dan Afriyanto, 2011). Sedangkan abu ketel dimanfaatkan sebagai bahan baku briket (Teixeira *et al.*, 2010), bahan pembuatan bata tanpa bakar (Pudjiono *et al.*, 2010), dan juga sebagai bahan baku pembuatan keramik (Souza *et al.*, 2011).

Co-composting merupakan pengomposan limbah padat menggunakan lebih dari satu bahan dengan menggabungkan manfaat dari masing-masing bahan untuk mengoptimalkan hasil dari produk (kompos). Pencampuran bahan organik tersebut terutama didasarkan pada nilai rasio C/N dan kandungan air. Adanya senyawa N anorganik pada campuran kompos menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengomposan. Jika senyawa N rendah maka proses akan berjalan lama, sedangkan jika senyawa N berlebih maka akan terbentuk gas ammonia (Meunchang *et al.*, 2005). Rasio C/N efektif dalam proses pengomposan adalah 30-40, sehingga dengan adanya pencampuran dua bahan yang memiliki nilai C/N yang berbeda, maka efisiensi proses dapat lebih baik dibandingkan dengan pengomposan secara tersendiri (Isroi, 2008). Oleh karena itu, blotong yang memiliki rasio C/N 14 (Meunchang *et al.*, 2005) akan lebih efektif ditambahkan dengan abu ketel yang memiliki rasio C/N sebesar 76.67 (Dwiyanty, 2011).

Co-composting serbuk gergaji dan kotoran ternak dengan dengan nilai rasio C/N 18

membutuhkan waktu proses pengomposan yang lebih lama dibandingkan dengan rasio C/N 30 (Huang *et al.*, 2004). Penambahan bagas pada blotong meningkatkan nilai rasio C/N awal dari 14 ke 22 meningkatkan nilai indeks germinasi kompos terhadap pertumbuhan bibit cabe dan tomat (Meunchang *et al.*, 2005). Campuran bahan kotoran ternak dan serbuk gergaji pinus dengan rasio C/N awal 40 sangat diinginkan dalam produksi substrat organik sebagai substitusi untuk media tanam (Zhang and He, 2006).

Selain pertimbangan rasio C/N awal yang optimal pada proses *co-composting*, percepatan proses dapat dilakukan dengan penggunaan teknik aerasi aktif (Isroi, 2008). Kebutuhan aerasi pada awal pengomposan sangat besar untuk degradasi bahan organik dan menurun pada tahap selanjutnya. Keterbatasan oksigen akan dapat memicu kondisi ananerobik yang menyebabkan kehilangan oksigen, sedangkan aerasi yang berlebihan mengakibatkan proses pengomposan menjadi lambat sebagai akibat adanya kehilangan panas, air dan ammonia. Disamping itu pemberian aerasi yang berlebihan akan meningkatkan biaya (Guo *et al.*, 2012).

Pemberian aerasi sebanyak 0.5 l/min.kg pada proses *co-composting* kotoran ayam dan serbuk gergaji menghasilkan produk kompos dengan parameter ion amonium, nitrat, kapasitas tukar kation dan indeks germinasi terbaik (Gao *et al.*, 2010). Kulcu and Yaldiz (2004) menyebutkan bahwa aerasi optimum pada pengomposan campuran bahan-bahan pertanian adalah 0.4 l/min.kg untuk mendapatkan proses degradasi bahan organik yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh rasio C/N awal dan pengaruh laju aerasi pada proses *co-composting* blotong dan abu ketel.

2. Metodologi

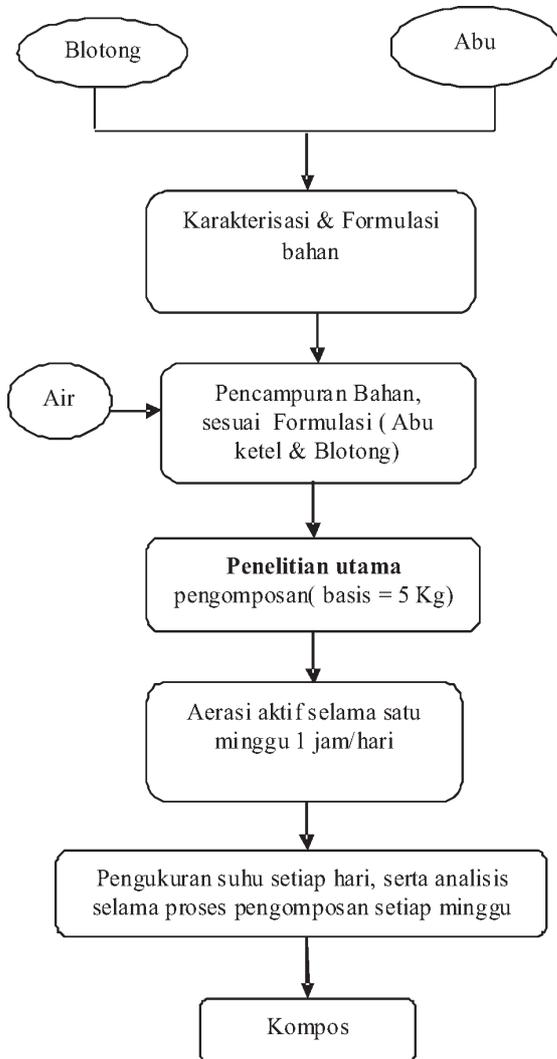
2.1. Karakterisasi dan Formulasi Bahan Kompos

Analisis karakteristik bahan baku awal berupa pengukuran kadar air, kadar abu, kadar karbon, karbon nitrogen menggunakan metode AOAC. Formulasi (perhitungan) campuran yaitu berat blotong dan abu ketel yang diperlukan untuk setiap rasio C/N awal:

$$\text{Rasio } \frac{C}{N} = \frac{(\%C \text{ blotong} \times \text{bobot}) + (\%C \text{ abu ketel} \times \text{bobot})}{(\%N \text{ blotong} \times \text{bobot}) + (\%N \text{ abu ketel} \times \text{bobot})}$$

2.2. Proses Co-composting

Proses pengomposan (*co-composting*) dilakukan dengan metode *aerated static piled* dengan mencampurkan blotong dan abu ketel sebanyak 5 Kg dengan rasio C/N tertentu. Campuran dimasukkan ke dalam reaktor yang telah dimodifikasi dan dilakukan secara aerob menggunakan aliran udara. Formulasi rasio C/N yang telah ditentukan yaitu 30, 40, dan 50, dan aliran udara yang digunakan berasal dari blower. Proses pemberian udara pada proses pengomposan ini yaitu 1 jam/hari untuk setiap reaktor selama 1 minggu awal dengan besar laju alir 0.4 dan 1.2 l/min.kg bahan. Adapun tahapan pengomposan campuran blotong dan abu ketel, dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahap penelitian

2.3. Rancangan Percobaan

Analisis data yang digunakan adalah rancangan percobaan yang dilakukan adalah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan percobaan dua faktorial dan dua kali ulangan. Dua faktorial tersebut mencakup perlakuan penambahan aerasi yaitu sebesar 0.4 dan 1.2 l/min.kg. dan perbedaan rasio C/N awal dengan taraf 30, 40 dan 50. Perhitungan statistik dilakukan dengan menggunakan analisis sidik ragam melalui bantuan software SAS (Statistical Analysis System) dengan taraf kepercayaan 95%. Model matematikanya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

Keterangan :

Y_{ijkl} = Variabel yang diukur

μ = rata-rata umum atau sebenarnya

A_i = Pengelompokan faktor A (Perlakuan aerasi) ke-i (i = 1, 2)

B_j = Pengelompokan faktor B (Perlakuan rasio C/N awal) ke-j (j = 1, 2, 3)

AB_{ij} = Pengaruh interaksi faktor A dan B

ϵ_{ijkl} = Galat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Bahan

Berdasarkan analisis yang dilakukan rasio C/N kedua bahan sangat jauh berbeda, yaitu 26.93 untuk blotong dan 62.7 untuk abu ketel. Walaupun kandungan karbon organik pada kedua bahan tersebut sekitar 7-8 %, namun blotong banyak mengandung senyawa nitrogen hampir 3 kali dari kandungan senyawa nitrogen yang terdapat pada abu ketel. Senyawa nitrogen pada blotong berasal dari unsur protein pada nira yang terkoagulasi saat proses pemurnian.

Tabel 1 Karakteristik bahan baku awal

Analisis	Blotong	Abu Ketel
Kadar Air (%)	71.24	81.72
Kadar Abu (%)	13.5	4.46
Kadar Nitrogen (%)	0.305	0.12
Kadar Karbon Organik (%)	8.215	7.525
Rasio C/N	26.93	62.7

3.2. Formulasi Bahan Co-composting

Hasil perhitungan dengan basis total bahan baku kompos yang digunakan ditentukan sebanyak 5 kg berat kering, perhitungan formulasi bahan baku.

Tabel 2 : Komposisi awal bahan baku

C/N awal	Basis (kg)	Blotong (kg)	Abu ketel (kg)
30	5	4.04	0.96
40	5	2.04	2.94
50	5	0.9	4.1

Formulasi campuran bahan untuk proses co-composting tersebut menunjukkan ada penggunaan campuran bahan yang berbeda untuk setiap rasio C/N awal yang berbeda. Pada rasio C/N 30 campuran didominasi oleh blotong, sedangkan pada C/N 50, abu ketel yang mendominasi campuran tersebut.

3.3. Proses Co-composting

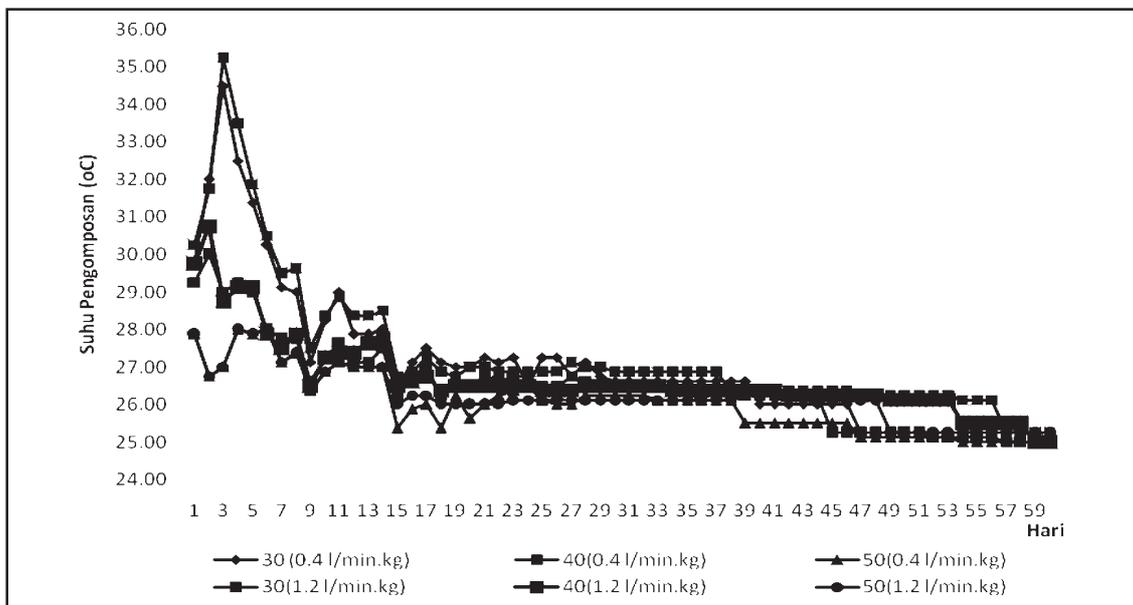
3.3.1. Temperatur

Pemberian aerasi 0.4 dan 1.2 l/menit.kg bahan mencapai suhu maksimal hari ketiga. Terjadi perubahan temperatur yang cenderung meningkat dan konstan pada minggu pertama dan minggu

kedua, kemudian menurun pada minggu ketiga dan selanjutnya mendekati temperatur ruang. Peningkatan temperatur menunjukkan terjadi aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan karbon organik menjadi gas CO₂, air, dan panas. Temperatur dengan perlakuan aerasi 1.2 l/min.kg bahan lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian aerasi 0.4 l/min.kg bahan. Hal ini dikarenakan sirkulasi udara yang digunakan sebagai pemasok udara untuk membantu mikroorganisme dalam mendegradasi bahan lebih tinggi pada aerasi yang lebih besar. Penguraian mikrobial selama proses pengomposan melepaskan energi sebagai panas (Isroi, 2008).

Pencapaian temperatur proses sebesar 10-45°C menunjukkan mikroorganisme yang tumbuh optimal pada kondisi ini adalah mikroorganisme mesofilik dan tidak mencapai fase termofilik (45-65°C). Hal ini dapat disebabkan dimensi gundukan yang terlalu kecil, sehingga panas yang dihasilkan dari degradasi tidak tertahan dalam bahan dan ikut terbawa bersama udara (Indrasti dan Wimbanu, 2006)

Rasio C/N awal 30 memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan rasio C/N awal 40 dan 50. Pada rasio C/N awal 40 dan 50 tidak mengalami peningkatan temperatur yang terlalu besar. Hal ini berkaitan dengan komposisi antara blotong dan abu ketel pada masing-masing formulasi berdasarkan rasio C/N awal. Rasio C/N awal 30 memiliki blotong yang lebih banyak dibandingkan abu ketel, dimana

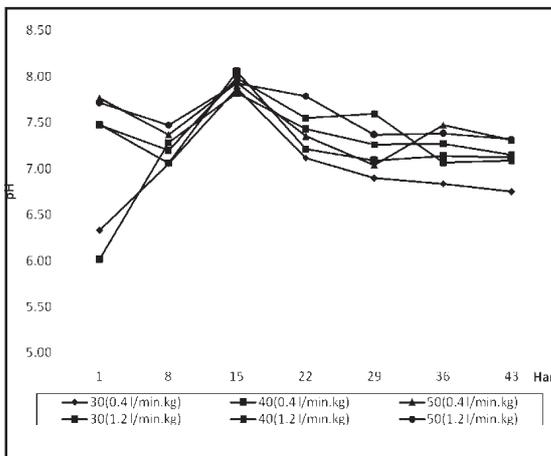


Gambar 2. Pengamatan suhu selama proses pengomposan

blotong memiliki bahan karbon organik yang tinggi, sehingga memiliki suhu yang lebih panas. Sedangkan, rasio C/N awal 40 memiliki komposisi blotong dan abu ketel yang sama banyak dan rasio C/N awal 50 memiliki komposisi abu ketel yang jauh lebih banyak dibandingkan blotong, dimana abu ketel memiliki nilai karbon organik yang rendah, sehingga panas yang dihasilkan dari dekomposisi mikroorganisme rendah dan proses dekomposisi tidak berlangsung lama.

3.3.2. Nilai pH

Nilai pH selama proses pengomposan mengalami penurunan pada awal pengomposan dan terjadi peningkatan kembali pada minggu kedua, kemudian menurun kembali mendekati netral. Nilai pH yang cenderung meningkat pada minggu awal pengomposan menunjukkan telah terbentuknya asam organik berupa asam lemah (Noor *et al.*, 2005). Peningkatan nilai pH pada pengomposan disebabkan oleh perubahan asam organik menjadi CO₂ dan kation-kation basa hasil mineralisasi bahan organik. Selain itu, kondisi pengomposan pada keadaan basa disebabkan perubahan nitrogen dan asam lemah menjadi asam amoniak.

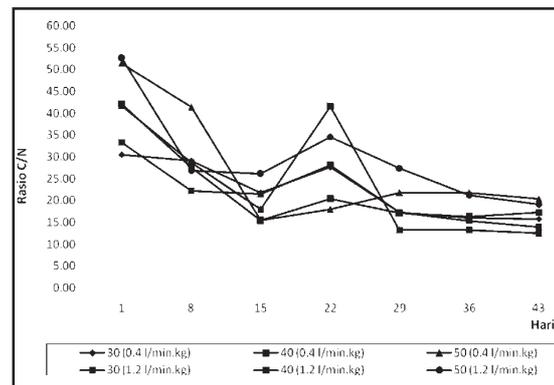


Gambar 3. Pengamatan nilai pH selama proses pengomposan

Pada rasio C/N awal 30 perubahan kenaikan nilai pH telah terjadi pada minggu pertama berbeda dengan bahan rasio C/N awal 40 dan 50 yang baru meningkat setelah minggu kedua. Kandungan nitrogen yang lebih tinggi pada rasio C/N 30 mempercepat fase kenaikan pH sebagai akibat adanya pembentukan senyawa ammonia yang lebih tinggi.

3.3.3. Rasio C/N

Nilai rasio C/N menunjukkan penurunan selama proses pengomposan, sebagai akibat penguraian senyawa karbon organik dan perubahan senyawa nitrogen yang terdapat pada bahan kompos. Perubahan signifikan terjadi sampai hari ke-15 dengan perubahan nilai rasio C/N yang cukup besar pada rasio C/N awal 50 yang memiliki jumlah senyawa karbon lebih besar. Perubahan nilai rasio C/N terlihat konstan setelah hari ke-29, yang disebabkan tidak terdapat lagi penguraian senyawa karbon.



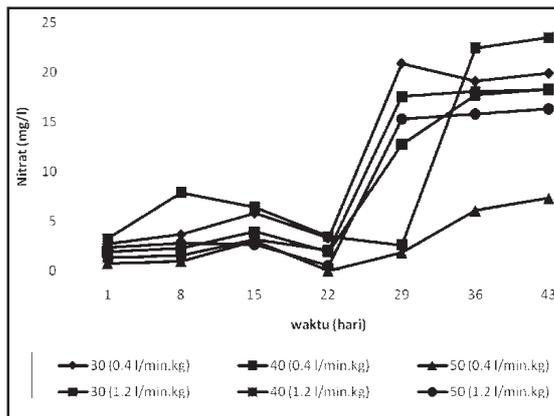
Gambar 4. Perubahan rasio C/N pada proses pengomposan

Penurunan senyawa karbon organik dipengaruhi oleh adanya aerasi yang ditambahkan selama proses pengomposan. Penambahan aerasi 1.2 l/min.kg bahan menghasilkan rasio C/N yang lebih rendah daripada penambahan aerasi 0.4 l/min.kg bahan. Hal ini, dikarenakan aerasi yang lebih tinggi membantu mikroorganisme dalam mempercepat terjadinya pendegradasian bahan organik sehingga kecepatan dekomposisi bahan organik berlangsung lebih optimum (Indrasti dan Elia, 2004).

Transformasi senyawa nitrogen yang terdapat pada bahan kompos menjadi senyawa nitrat atau nitrifikasi terbentuk dan meningkat setelah hari ke-22. Rasio C/N 30 dengan kandungan nitrogen yang lebih besar memiliki jumlah senyawa nitrat yang lebih tinggi untuk pemberian aerasi yang berbeda. Berdasarkan pengamatan pada proses *co-composting*, proses pembentukan senyawa nitrat maksimum terjadi pada hari ke-28 untuk semua perlakuan kecuali untuk rasio C/N 30 dengan aerasi 1.2 l/min.kg mencapai pada hari ke-35.

Perhitungan analisis sidik ragam, dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa

perlakuan rasio C/N awal berbeda nyata, sedangkan perlakuan perbedaan penambahan aerasi 0.4 dan 1.2 l/min.kg bahan tidak berbeda nyata dalam penurunan rasio C/N produk akhir kompos. Hasil perhitungan uji lanjutan menunjukkan formulasi dengan rasio C/N awal 50 berbeda nyata dengan rasio C/N 30 dan 40, dan antara perlakuan C/N rasio 30 dan 40 tidak berbeda nyata. Analisis data menunjukkan bahwa faktor pemberian aerasi dan rasio C/N awal tidak memberikan interaksi terhadap perubahan rasio C/N produk akhir kompos.



Gambar 5. Pembentukan nitrat selama proses co-composting

3.3.4. Karakteristik Fisik Kompos

Struktur fisik kompos atau penampakan kompos dapat dilihat dari tekstur, warna, dan bau kompos, dan produk hasil co-composting blotong dan abu ketel telah memenuhi kondisi fisik kompos yaitu warna coklat kehitaman sampai hitam dan berbau tanah, sehingga secara fisik telah memenuhi standar mutu kompos yang telah ditetapkan melalui SNI 19-7030-2004.

Tabel 3. Penampakan fisik dari kompos hasil co-composting blotong dan abu ketel

Aerasi (l/min.kg)	Nilai C/N awal	Tekstur	Warna	Bau
0.4	30	Agak kasar	Coklat kehitaman	Tanah
	40	Halus	Coklat kehitaman	Tanah
	50	Halus	Hitam	Tanah
1.2	30	Agak kasar	Coklat kehitaman	Tanah
	40	Halus	Coklat kehitaman	Tanah
	50	Halus	Hitam	Tanah

4. Simpulan dan Saran

Formulasi campuran abu ketel yang memiliki rasio C/N tinggi (62.7) dengan blotong yang memiliki rasio C/N rendah (26.93) dapat menghasilkan produk kompos dengan rasio C/N 12-20 karakteristik fisik yang baik. Rasio C/N awal 50 memberikan pengaruh beda nyata dengan C/N 30 dan 40 terhadap rasio C/N produk kompos yang dihasilkan. Pemberian aerasi yang berbeda sebesar 0.4 dan 1.2 l/menit.kg tidak memberikan pengaruh perbedaan terhadap rasio C/N produk kompos yang dihasilkan.

Pengkajian proses co-composting pada skala yang lebih besar sangat diperlukan untuk pendugaan beberapa parameter dalam aplikasi pemanfaatan blotong dan abu ketel yang lebih besar.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional atas pembiayaan penelitian ini melalui Hibah Kompetitif yang diberikan pada tahun 2012.

Daftar Pustaka

- Dwiyanty, E. 2011. 'Kajian Rasio Karbon Terhadap Nitrogen (C/N) Pada Proses Pengomposan Dengan Perlakuan Aerasi Dalam Pemanfaatan Abu Ketel Dan Sludge Industri Gula'. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gao, M., Li, B., A. Yu, F. Liang, L. Yang, and Y. Sun. 2010.. "The Effect of Aeration Rate on Forced-Aeration Composting of Chicken Manure and Sawdust". *Bioresource Technology* 101. 1899-1903.

- Guo, R., L. Guoxue, T. Jiang, F. Schuchardt, C. Tongbin, Y. Zhao, dan S. Yujun. 2012. "Effect of Aeration Rate, C/N Ratio and Moisture Content on The Stability and Maturity of Compost". *Bioresource Technology* 112. 171-178.
- Huang, G.F., J.W. Wong, Q.T. Wu, and B.B. Nagar. 2004. "Effect of C/N on Composting of Pig Manure with Sawdust". *Waste Management* 24. 805-813.
- Indrasti, N.S. dan R.R. Elia. 2004. "Pengembangan Media Tumbuh Anggrek Dengan Menggunakan Kompos". *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 14. 40-50.
- Indrasti, N.S., dan O. Wimbanu. 2006. "Campuran Jerami Ampas Batang Sagu Dengan Kotoran Sapi". *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16. 51-90.
- Ismayana, A. dan M.R. Afriyanto. 2011. "Pengaruh jenis dan Kadar Bahan Perekat pada Pembuatan Briket Blotong sebagai Bahan Bakar Alternatif". *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 21. 186-193
- Isroi. 2008. *Kompos*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor
- Kulcu, R., dan O. Yaldiz. 2004. "Determination of Aeration Rate and Kinetics of Composting Some Agricultural Wastes". *Bioresource Technology* 93. 49-57.
- Meunchang, S., S. Panichsakpatana, and R.W. Weaver. 2005. "Co-composting of Filter Cake and Bagasse; by-Products from a Sugar Mill". *Bioresource Technology* 96. 437-442.
- Misran, E. 2005. "Industri Tebu Menuju Zero Waste Industri". *Jurnal Teknologi Proses* 4. 6-10.
- Noor, E., M.S. Rusli, M. Yani, A. Halim, dan N. Reza. 2005. "Pemanfaatan Sludge Limbah Kertas untuk Pembuatan Kompos dengan Metode Windrow dan Cina". *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 15. 40-41.
- Pudjiono, E., A.M. Ahmad, dan S.H. As-Syamsuri. 2010. "Pemanfaatan Abu Ketel Pabrik Gula dan Lumpur Lapindo sebagai Bahan Baku Alternatif Bata Tanpa Bakar". *Jurnal TekTan*, 2. 196-201.
- Souza, A.E., S.R. Teixeira, G.T.A. Santos, F.B. Costa, and E. Longo. 2011. "Reuse of Sugar Cane Bagasse Ash (SCBA) to Produce Ceramic Material". *Journal of Environmental Management*. 92. 2774-2780.
- Teixeira, S.R., A.F.U. Pena, and A.G. Miguel. 2010. "Briquetting of Charcoal from Sugar-Cane Bagasse Fly Ash (SCBFA) as An Alternative Fuel". *Waste Management* 30. 804-807.
- Zhang, Y. and Y. He. 2006. "Co-composting solid Swine Manure with Pine Sawdust as Organic Substrate". *Bioresource Technology* 97. 2024-2031.