

PENGARUH KADAR AIR TERHADAP HASIL PENGOMPOSAN SAMPAH ORGANIK DENGAN METODE OPEN WINDROW

Vaneza Citra Kurnia¹, Sri Sumiyati², Ganjar Samudro³

^{1,2,3}Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
E-mail: ¹vanezacitrakurnia@gmail.com

Abstrak -- Banyaknya jumlah daun yang berguguran di suatu wilayah atau pemukiman merupakan potensi yang pantas diperhitungkan agar menjadi bahan yang bernilai guna, Salah satunya dengan melakukan pengomposan. Kadar air mempunyai peran yang kritis dalam rekayasa pengomposan karena dekomposisi material organik bergantung pada ketersediaan kandungan air. Kadar air menjadi kunci penting pada proses pengomposan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kadar air terhadap pengomposan sampah organik yaitu sampah daun kering dan menentukan kadar air optimum untuk pengomposan sampah organik berupa daun kering. Penelitian ini menggunakan variasi kadar air (40%, 50%, dan 60%) dan perlakuan ukuran bahan dicacah menjadi ukuran 1cm dan menggunakan MOL tetes tebu sebagai bioaktivator. Waktu pengomposan berlangsung selama 30 hari dengan metode pengomposan secara open windrow. Berdasarkan penelitian ini kadar air yang optimal untuk proses pengomposan sampah organik daun kering adalah kadar air 60% dilihat dari Kadar C-Organik terendahnya sebesar 27,324%, kandungan N-Total yang paling tinggi 2,441%, Rasio C/N terendahnya sebesar 11,194%, kandungan P-Total sebesar 0,211%, kandungan K-Total sebesar 1,7776% dan Nilai GI yang paling tinggi sebesar 125,58% dan kemudian hasil uji mikrobiologi menunjukkan bahwa jumlah total koliform yang ada pada kompos tidak lebih dari 1000 MPN/g.

Kata kunci: kompos, kadar air, ukuran bahan

1. PENDAHULUAN

Pengomposan secara Ekologi adalah proses dekomposisi dimana substrat terus menerus dipecah oleh suksesi populasi organisme. Suksesi ini dimulai dengan cara pemecahan molekul kompleks dalam substrat baku menjadi bentuk yang lebih sederhana oleh mikroba. Produk dari pengomposan adalah kompos.

Salah satu bahan yang ditambahkan dalam proses pengomposan adalah Mol Tetes. Tetes tebu merupakan limbah dari industri gula yang apabila tidak adanya pemanfaatan dengan baik limbah ini akan terbuang begitu saja, maka dilakukan pemanfaatan tetes tebu menjadi MOL (Mikoroorganisme Lokal), yang mana MOL ini akan digunakan sebagai bioaktivator dalam proses pengomposan.

Menurut Som et al., (2009) salah satu faktor kunci yang menunjukkan pengomposan berjalan dengan cepat adalah kadar air. Sedangkan menurut Lua et al., (2007), kadar air mempunyai peran yang kritis dalam rekayasa pengomposan karena dekomposisi material organik bergantung pada ketersediaan kandungan air. Kadar air menjadi kunci penting pada proses pengomposan. Pentingnya kadar air sebagai faktor penting kematangan dan kualitas kompos. pengomposan sistem windrow merupakan sistem yang cocok dengan kondisi Indonesia karena fleksibilitasnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam proses pengomposan adalah Sampah daun kering yang

kemudian dicacah dan diayak sesuai ukuran yang diinginkan yaitu 1cm, menurut Cahaya dan Nugroho (2008) ukuran bahan yang dianjurkan pada pengomposan aerobik berkisar 1-7,5 cm , Pembuatan kompos dilakukan dengan metode Open Windrow. Setelah sampah siap ditambahkan mol tetes tebu sebagai bioaktivator kompos. Pengukuran kadar air dilakukan setiap hari untuk mengontrol kadar air agar sesuai yang diinginkan yaitu 40%, 50%, 60%. Selanjutnya melakukan identifikasi karakteristik bahan kompos yang akan digunakan yaitu sampah daun kering, meliputi kandungan C-Organik, N-Total, P-Total, K-Total, kadar air dan pH. Identifikasi karakteristik dilakukan melalui uji pendahuluan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro

Selanjutnya dilakukan pembuatan tumpukan kompos dengan langkah sebagai berikut:

- a) Sampah daun ukuran 1 cm + MOL tetes tebu + 40% kadar air
- b) Sampah daun ukuran 1 cm + MOL tetes tebu + 50% kadar air
- c) Sampah daun ukuran 1 cm + MOL tetes tebu + 60% kadar air

Pengomposan dilakukan selama 30 hari menggunakan metode open windrow. Pengomposan sistem open windrow adalah cara pembuatan kompos di tempat terbuka beratap (bukan di dalam reaktor yang tertutup) dengan aerasi alamiah. Selama proses pengomposan terdapat beberapa perlakuan pada tumpukan kompos yaitu pengukuran temperatur, pH, dan kadar air setiap harinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Pendahuluan

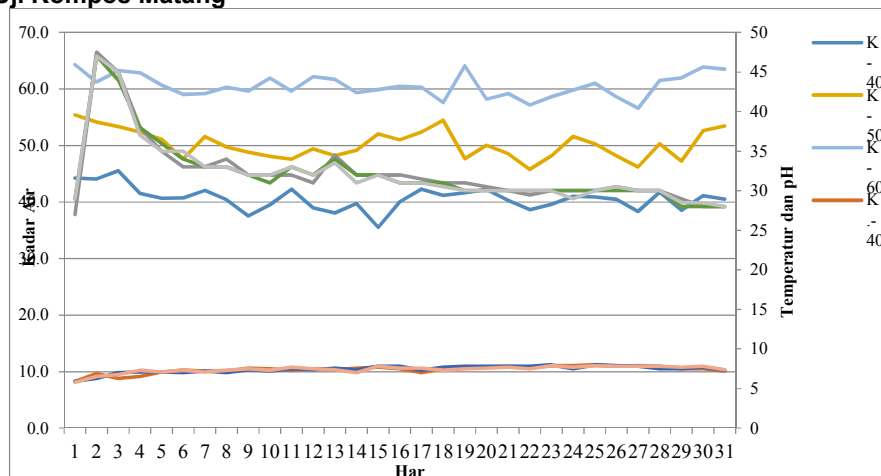
Pendahuluan bahan kompos dilakukan sebelum dilakukannya proses pengomposan. Uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui karakteristik bahan kompos yang digunakan, yaitu sampah daun dan MOL tetes tebu. Parameter yang diuji adalah kandungan C-organik, N-total, P-total, K-total, rasio C/N, pH, dan kadar air.

Tabel 1. Hasil Uji Pendahuluan Kualitas Bahan Kompos

Parameter	Sampah Daun	MOL Tetes Tebu
pH	5,98	6,28
Kadar air (%)	6,09	-
C-Organik (%)	42,140	6,573
N-Total (%)	0,79	0,071
P (%)	0.000121	0.0018
K (%)	0.012	0
Rasio C/N	53,316	92,9

Berdasarkan hasil uji pendahuluan diketahui bahwa kadar air dari sampah daun yaitu 6,09 %, menurut Mulyono (2016) nilai kadar air tersebut belum memenuhi, nilai kadar air yang memenuhi adalah 40 – 60%. Hal tersebut dikarenakan sampah daun yang digunakan dalam proses pengomposan dalam keadaan kering sehingga kandungan air di dalamnya rendah. Untuk nilai rasio C/N sampah berdasarkan hasil uji pendahuluan yaitu 53,316 %, nilai tersebut di atas standar rasio C/N yaitu 25 – 40% (Ministry of Agriculture and Food, 1998) [5]. Sedangkan rasio C/N dari MOL tetes tebu sudah sesuai yaitu 34,059 %.

3.2 Hasil Uji Kompos Matang



Gambar 1. Grafik hubungan kadar air, pH, dan temperatur

Berdasarkan grafik di atas, diketahui bahwa pada hari pertama pengomposan, temperatur naik hingga suhu termofilik yaitu di atas 45°C dan pH

Berdasarkan SNI 19-7030-2004, kompos yang telah matang memiliki ciri-ciri yaitu nilai rasio C/N 10-20, suhu sesuai dengan suhu air tanah, berwarna kehitaman, tekstur menyerupai tanah dan berbau tanah. Secara keseluruhan, kompos telah memenuhi standar kualitas kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004. Berdasarkan wujud fisik dari kompos, sebagian besar sudah berwarna kehitaman dan memiliki tekstur menyerupai tanah.

a) Analisis Kadar Air Pengomposan

Kadar air menjadi kunci penting pada proses pengomposan. Hal tersebut terjadi apabila kandungan air terlalu rendah atau tinggi akan mengurangi efisiensi proses pengomposan (Luo dan Chen, 2007). Kadar air yang optimal adalah 45% - 55% (Hoitink, 2008). Apabila kadar air melebihi 60% maka volume udara berkurang, bau akan dihasilkan (karena kondisi anaerobik), dan dekomposisi diperlambat. Salah satu permasalahan kadar air kompos adalah berkurangnya kadar air tumpukan kompos selama proses pengomposan, oleh karena itu perlu dilakukan penambahan air dan pengadukan (Suehara *et al.*, 1999).

Pengukuran kadar air dilakukan setiap hari agar kadar air tetap terjaga. Apabila kadar air kurang dari yang ditentukan dilakukan penambahan air, sedangkan apabila kadar air melebihi dari yang ditentukan maka dilakukan pembalikan agar udara masuk ke dalam tumpukan dan mengeringkan bahan.

Kadar air yang ditentukan adalah 40%, 50% dan 60%. Kadar air yang berbeda-beda tersebut memiliki pengaruh yang tidak jauh berbeda atau tidak signifikan. Gambar 1 berikut ini merupakan grafik hubungan antara kadar air, temperatur dan pH selama proses pengomposan.

menurun menjadi asam. Setelah itu, pada hari kedua, suhu akan menurun hingga kurang dari 45°C. Karena suhu menurun maka kadar air tidak

berkurang karena tidak ada penguapan dari air yang ada di dalam kompos. Menurut Yulianto (2009), pada saat terjadi penguraian bahan organik yang sangat aktif, mikroba-mikroba yang ada di dalam kompos akan menguraikan bahan organik menjadi NH_3^+ , CO_2 , uap air dan panas

melalui sistem metabolisme dengan bantuan oksigen. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan hingga kembali mencapai suhu normal seperti tanah.

Tabel 2. Gabungan Hasil Akhir Pengomposan

Kompos	Suhu Maksimal	C-Organik	N-Total	Rasio C/N	P-Total	K-Total	GI (%)	warna
1Cm Kadar Air 40%	48	27.406	1.569	17.467	0.11	1.263	133.43	Coklat
1 cm Kadar Air 50%	47	29.7	2.641	11.246	0.12	1.730	102	Coklat Kehitaman
1 cm Kadar Air 60%	47	27.324	2.441	11.194	0.211	1.776	125.58	Kehitaman

Menurut Tuomela *et al.*, (2000), faktor yang mempengaruhi pengomposan antara lain kadar air, suhu, pH, karbon, nitrogen, lignin, oksigen, kalium, nitrogen, fosfor, jenis mikroba dan fungi.

Tabel.2 menunjukkan perubahan temperatur selama pengomposan. Temperatur puncak yang dialami variasi kompos ukuran kadar air 40 %; ukuran kadar air 50 %; ukuran kadar air 60 %; berturut-turut adalah 47.5°C, 47 °C, 47°C temperature puncak terjadi setelah satu hari proses pengomposan Setelah mencapai temperatur puncak, pengomposan mulai memasuki tahap pematangan dan pendinginan. Pada tahap ini, jumlah mikroorganisme termofilik berkurang karena bahan makanan bagi mikroorganisme ini juga berkurang, hal ini mengakibatkan organisme mesofilik mulai beraktivitas kembali. Organisme mesofilik tersebut akan merombak selulosa dan hemiselulosa yang tersisa dari proses sebelumnya menjadi gula yang lebih sederhana, tetapi kemampuannya tidak sebaik organisme termofilik. Bahan yang telah didekomposisi menurun jumlahnya dan panas yang dilepaskan Peningkatan temperatur pada tumpukan kompos menunjukkan mikroorganisme sedang beraktivitas dengan baik dalam menguraikan bahan organik. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka temperatur akan berangsur-angsur mengalami penurunan (Isroi, 2008).

Pengamatan pH kompos juga dilakukan selama 30 hari. Berdasarkan pH tersebut dapat menggambarkan tahapan pengomposan dan kematangan kompos. Pada awal pengomposan, pH awal kompos untuk kadar 40%,50% dan 60% berturut-turut adalah 5,9; 5,9;5.8 Pada penelitian ini terjadi peningkatan nilai pH, hal tersebut menandakan dekomposisi nitrogen oleh bakteri untuk menghasilkan amonia. Apabila sudah terjadi pembentukan amonia, maka pH akan meningkat menjadi basa. Menurut Baharuddin, *et al.*, (2009).

Menurut penelitian Kusuma (2012), kadar air mempengaruhi laju dekomposisi kompos dan paramater suhu kecuali untuk pH dan kadar nitrogen. Kadar air mempengaruhi laju

dekomposisi kompos dan suhu disebabkan oleh mikroorganisme membutuhkan kadar air yang optimal untuk menguraikan material organik. Sedangkan pH dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen dan kondisi anaerobik. Selanjutnya nitrogen lebih dipengaruhi oleh kondisi bahan baku kompos. Peningkatan nilai pH, hal tersebut menandakan dekomposisi nitrogen oleh bakteri untuk menghasilkan amonia. Apabila sudah terjadi pembentukan amonia, maka pH akan meningkat menjadi basa. Menurut Baharuddin, *et al.*, (2009) penurunan pH pada akhir pengomposan terjadi karena adanya oksidasi enzimatis senyawa inorganik hasil proses dekomposisi.

b) Analisis Hasil Akhir Pengomposan

Hasil akhir pengomposan merupakan hasil dari kadar C-Organik, N-Total, rasio C/N, kadar P-Total, kadar K-Total, toksisitas dan total koliform. Analisis C-Organik, N-Total, rasio C/N, kadar P-Total, dan kadar K-Total dilakukan di awal pengomposan dan di akhir pengomposan.

Berdasarkan Tabel 2 Analisis C-organik dilakukan pada akhir proses pengomposan. Di awal proses pengomposan kandungan C-organik sampah daun adalah sebesar 42,140%. Secara keseluruhan, nilai C-organik kompos cenderung turun hingga pada keadaan matang yang berada diantara 9,9-32% sesuai yang tertera dalam Standar Nasional Indonesia (SNI): 19-7030-2004. Hal tersebut terjadi karena selama proses pengomposan karbon digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan sebagai sumber energy.

Menurut Lu *et al.*, (2009), kadar air dan kadar karbon organik mempunyai hubungan berbanding negatif/ terbalik Dimana kadar air meningkat, maka kandungan karbon organik menurun. Sehingga pada variasi kadar air 40% memiliki kecenderungan C-organik lebih tinggi dibandingkan dengan variasi kadar air 60%.

Analisis kandungan N-total dilakukan pada akhir proses pengomposan. Di awal proses pengomposan kandungan N-total sampah daun adalah sebesar 0.790% Secara keseluruhan, nilai

kandungan N-total kompos cenderung naik hingga pada keadaan matang yang berada > 0,4 sesuai yang tertera dalam Standar Nasional Indonesia (SNI): 19-7030-2004. Hal tersebut terjadi karena peningkatan kadar nitrogen dapat terjadi karena padatan ter volatil atau bahan organik yang terdegradasi lebih besar dibandingkan NH_3 yang ter volatilisasi (Bernal, *et al.*, 1998). Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan terjadi kenaikan N-total di semua variasi dan keseluruhan variasi memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI): 19-7030-2004 karena kadar N-Total seluruh variasi berada di atas 0,4%. N-Total pada kadar air 40% naik hingga mencapai kadar N-Total sebesar 1,569%. Sedangkan pada kadar air 50%, N-Total yang dicapai yaitu sebesar 2,641% dan untuk kadar air 60%, kadar N-Total tertingginya mencapai 2,441%. Berdasarkan hasil tersebut, kadar N-Total paling tinggi adalah pada kadar air 50%.

Di awal pengomposan nilai rasio C/N bahan kompos adalah 53,316%, setelah proses pengomposan seluruh variasi kompos telah mencapai nilai rasio C/N yang disyaratkan oleh SNI 19-7030-2004 yaitu diantara 10 – 20. Rasio C/N mempunyai peran penting dalam proses dekomposisi kompos. C/N menggambarkan mikroorganisme dalam kompos mengoksidasi karbon sebagai sumber energi, dan memakan nitrogen untuk sintesis protein (Bernal *et al.*, 1998). Menurut Lu *et al.*, (2009), kadar air dan kadar karbon organik mempunyai hubungan berbanding negatif. Dimana kadar air meningkat, maka kandungan karbon organik menurun. Sehingga pada variasi kadar air 40% memiliki kecenderungan C-organik lebih tinggi dibandingkan dengan variasi kadar air 60%. Sehingga variasi kadar air 40% memiliki kecenderungan memiliki rasio C/N yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi kadar air 60% karena C-Organik variasi kadar air 40% lebih tinggi dibandingkan kadar air 60%. Rasio C/N pada kadar air 40% memiliki nilai terendah yaitu 17,467%. Pada kadar air 50%, rasio C/N terendah adalah 11,246%. Sedangkan pada kadar air 60% rasio C/N terendah adalah 11,194%. Berdasarkan hasil penelitian, rasio C/N yang paling rendah dihasilkan pada kadar air 60%.

Kandungan P-total bahan kompos adalah 0,013%, setelah proses pengomposan seluruh variasi kompos telah mencapai nilai kandungan P-total yang disyaratkan oleh SNI 19-7030-2004 yaitu > 0,1 Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa keseluruhan variasi mengalami kenaikan kandungan P-total sebelum dan sesudah proses pengomposan dan seluruh variasi pengomposan memenuhi SNI 19-7030-2004 yaitu lebih dari 0,1%. Nurdiansyah (2015), melaporkan, bahwa kandungan unsur P semakin tinggi dengan terjadinya pelapukan bahan organik

yang dikomposkan, dalam tahap pematangan mikroorganisme akan mati dan kandungan P di dalam mikroorganisme akan bercampur dalam bahan kompos yang secara langsung akan meningkatkan kandungan fosfor dalam kompos. Pada kadar air 40%, kadar P-Total kompos paling tinggi adalah 0,110%. Sedangkan pada kadar air 50%, kadar P-Total tertinggi adalah 0,120% dan pada kadar air 60% P-Total kompos tertinggi adalah 0,211%. Kadar tertinggi P-total tertinggi dihasilkan oleh kompos dengan kadar air 60%.

Pada awal pengomposan nilai kandungan K-total bahan kompos adalah 0,115%, setelah proses pengomposan seluruh variasi kompos telah mencapai nilai kandungan K-total yang disyaratkan oleh SNI 19-7030-2004 yaitu > 0,2. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa semua variasi mengalami kenaikan kandungan K-total sebelum dan sesudah proses pengomposan dan seluruh variasi pengomposan memenuhi SNI 19-7030-2004 yaitu lebih dari 0,2%. Kadar K-Total pada kadar air 40% yang paling tinggi adalah 1,263%. Sedangkan untuk kadar air 50%, kadar K-Total tertinggi adalah 1,730% dan untuk kadar air 60% nilai kadar K-Total paling tinggi adalah 1,776%. Berdasarkan hasil tersebut, kadar K-Total paling tinggi dihasilkan oleh kompos dengan kadar air 60%.

3.3 Hasil Uji Karakteristik Kompos Matang

a) Analisis Toksisitas

Analisa toksisitas kompos dilakukan untuk mengetahui apakah kompos beracun bagi tanaman atau tidak. Analisa toksisitas dilakukan menggunakan uji *Germination Index* (GI) atau indeks perkecambahan.

Tabel 3. Nilai GI (%) Hasil Kompos

Kompos	GI (%)
Ukuran 1 cm kadar Air 40%	133.43
Ukuran 1 cm kadar Air 50%	102
Ukuran 1 cm kadar Air 60%	125.58

Nilai GI lebih dari 80% menunjukkan hilangnya senyawa fitotoksin pada kompos (Zucconi dkk, 1981). Nilai ini tidak hanya sebagai indikasi hilangnya fitotoksitas pada kompos tetapi juga sebagai indikasi kematangan kompos (Selim dkk, 2012). Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa nilai GI tertinggi sebesar 133,43 berada pada kompos variasi kadar air 40%. Sedangkan nilai GI terendah sebesar 102 berada pada kompos variasi kadar air 50%. Pada kadar air 60% tersebut nilai GI yang dihasilkan telah memenuhi yaitu sebesar 125,58. Nilai GI tersebut menunjukkan bahwa kompos tidak toksik dan telah matang serta stabil.

b) Analisis Kandungan Mikrobiologi Pengomposan

Pada analisis keberadaan total koliform pada kompos, diketahui bahwa seluruh sampel uji mengandung total koliform berada di bawah baku mutu SNI 19-7030-2004 yaitu tidak lebih dari 1000 MPN/gram. Termasuk kompos dengan kadar air 60% memiliki kandungan total koliform yang berada di bawah baku mutu SNI 19-7030-2004 dengan nilai tidak lebih dari 1000 MPN/gram.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah kadar air mempengaruhi suhu dan laju dekomposisi kompos dalam pengomposan sampah organik. Berdasarkan hasil penelitian ini, kadar air yang optimum adalah kadar air 60%. Pada kadar air 60%, memiliki kandungan C-Organik sebesar 27,324%, N-Total sebesar 2,441%, rasio C/N sebesar 11,194%, P-Total sebesar 0,211, K-Total 1,776% dan nilai GI sebesar 125,58 kemudian untuk Total Koliformnya sebesar 27 MPN/g.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Som, M et al.,(2009). Stability and maturity of a green waste and biowaste compost assessed on the basis of a molecular study using spectroscopy, thermal analysis, thermodesorption and thermochemolysis. *Science Direct*.
- [2]. Lua, S.Y et al., (2007). Biodegradation of phthalate esters in compost-amended soil., dari NTU Taiwan. Ntur.lib.ntu.edu.tw/bitstream/246246/176909/1/68.pdf
- [3]. Cahaya,A.T.S dan Nugroho, A.D, 2008. Pembuatan Kompos Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu). Semarang : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [4]. Mulyono. 2016. Membuat Mikroorganisme Lokal (MOL) dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. Jakarta : Agromedia.
- [5]. Ministry of Agriculture and Food. 1998. Composting Factsheet - BC Agricultural Composting Handbook (Second Edition 2nd Printing). Canada: BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries.
- [6]. Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia
- [7]. Luo, W dan Chen, T.B. (2007). Effect of moisture adjustments on vertical temperature distribution during forced-aeration static-pile composting of sewage sludge. *Science Direct*.
- [8]. Hoitink, Harry A.J (2008). Control of the Composting Process: Product Quality. dari The Ohio State University. www.annualreviews.org/doi/pdf/10.11
- [9]. Suehara, Ken-Ichiro et al.,(1999). Rapid Measurement and Control of the Moisture Content of Compost Using Near-Infrared Spectroscopy. *Science Direct*.
- [10]. Yulianto, A. A, dkk. 2009. Pengolahan Sampah Terpadu : Konversi Sampah Pasar Menjadi Kompos Berkualitas Tinggi. Jakarta: Yayasan Danamon Peduli.
- [11]. Tuomela,M et al., (2000). Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Science Direct*.
- [12]. Isroi. 2008. Kompos. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- [13]. Baharuddin, A.S., M. Wakisaka, Y. Shirai, S. Abd-Aziz, N.A.A. Rahman, and M.A. Hassan. 2009. Co-Composting of Empty Fruit Bunches and Partially Treated Palm Oil Mill Effluents in Pilot Scale. *International Journal of Agricultural Research*. 4 (2) : 69 – 78.
- [14]. Kusuma, M. A. 2012. Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Depok. (Tesis). Depok: Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
- [15]. Lu Y., Wu X. and Guo J. (2009), Characteristics of municipal solid waste and sewage sludge cocomposting. The National Engineering Research Center, Tongji University.
- [16]. Bernal, M.P et al., (2009). Composting of animal manures and chemical criteria of compost maturity assessment. *Science Direct*.
- [17]. Nurdiansyah, A. B. 2015. Pengaruh Berbagai Tingkat Dosis Effective Microorganism 4 terhadap Rasio C/N, Rasio C/P, pH dan Fosfor Kompos Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jack.). (Skripsi). Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- [18]. Zucconi, F ., A. Pera, M. Forte and M. de Bertoldi. 1981. Evaluating Toxicity of Immature Compost. *Biocycle*
- [19]. Selim, Sh. M., Zayed, M. S., Atta, H. M., (2012), Evaluation of Phytotoxicity of Compost During Composting Process. *Nature and Science* 10(2).