

## PENGARUH KADAR AIR TERHADAP PROSES PENGOMPOSAN SAMPAH ORGANIK DENGAN METODE TAKAKURA

Dian Asri Puspa Ratna<sup>1</sup>, Ganjar Samudro<sup>2</sup>, Sri Sumiyati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Email: <sup>1</sup>dianasripuspa@gmail.com

**Abstrak** -- Sampah adalah sesuatu bahan atau benda padat yang sudah tidak dipakai lagi oleh manusia, atau benda padat yang sudah digunakan lagi dalam suatu kegiatan manusia dan dibuang. Kegiatan perkuliahan yang memiliki tenaga pengajar, karyawan serta mahasiswa setiap hari berkontribusi menghasilkan sampah. Sampah yang banyak dihasilkan berupa daun kering, cara untuk mengurangi permasalahan sampah adalah melakukan proses pengomposan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kadar air terhadap pengomposan sampah daun kering dan menentukan kadar air optimum untuk pengomposan sampah daun kering. Proses pengomposan berlangsung selama 30 hari dengan metode keranjang takakura. Penelitian ini menggunakan variasi kadar air (40%, 50%, dan 60%) dan perlakuan ukuran bahan dicacah menjadi ukuran 1.5cm. Activator berupa mol tetes tebu terlebih dahulu dibuat dengan cara fermentasi. Bahan baku kompos dan mol tetes tebu dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui karakteristik awal. Kadar air, suhu dan pH diukur setiap hari. Uji toksisitas dilakukan setelah kompos matang, uji ini digunakan untuk menentukan kadar bakteri pathogen dalam kompos, dalam penelitian ini kompos dinyatakan bebas bakteri pathogen. Berdasarkan hasil analisis kadar air optimum untuk penelitian ini adalah 60% dilihat dari Rasio C/N paling rendah yaitu 15.222% pada K1.5-60, kandungan N-Total paling tinggi 1.924% Pada K1.5-60, K-Total pada K1.5-60 sebesar 1.425% dan nilai GI paling tinggi 113.82% pada K1.5-60.

**Kata kunci:** kompos, activator, kadar air, mol tetes Tebu, uji toksisitas

### 1. PENDAHULUAN

Kompos adalah bahan organik yang dibusukkan pada suatu tempat yang terlindung dari matahari dan hujan, diatur kelembabannya dengan menyiram air bila terlalu kering (Roidah, 2013). Faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengomposan yaitu C/N bahan baku, jenis dan ukuran bahan baku, aerasi, kelembaban, suhu, mikroorganisme dan activator. Ukuran bahan baku dan kadar air merupakan salah satu factor keberhasilan proses pengomposan. Penentuan kadar air dan ukuran bahan baku optimum diperlukan untuk mengetahui kondisi optimum yang dapat mempercepat proses pengomposan. Penambahan activator juga dapat mempengaruhi proses pengomposan. Penambahan aktifator berupa mikroorganisme lokal (mol) tetes tebu diharapkan mampu mempercepat proses pengomposan.

### 2. METODOLOGI PENELITIAN

#### 2.1 Tahap Persiapan

Sebelum dilakukan proses pengomposan, bahan baku sampah organik berupa daun kering dan mol tetes tebu diidentifikasi karakteristiknya. Identifikasi karakteristik bahan kompos yang akan digunakan 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.

#### 2.2 Tahap Pelaksanaan

Sebelum dilakukan proses pengomposan, terlebih dahulu dilakukan pembuatan MOL tetes tebu. Tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan bahan berupa tetes tebu (molase) 150 ml, bioaktivator EM4 150 ml, air kelapa 1500 ml, dan air tajin 3000 ml.
- 2) Mencampurkan bahan-bahan tersebut kemudian diaduk hingga merata.
- 3) Memasukkan bahan yang telah tercampur ke dalam botol kemudian ditutup rapat dan difermentasi selama 7 hari. MOL yang sudah matang ditandai dengan bau alkohol yang tajam. Pembuatan tumpukan kompos dilakukan dengan variasi sebagai berikut:

Tabel 1. Variasi Perbandingan Bahan Kompos

Kode Variasi	Berat Sampah (Kg)	Ukuran Bahan (cm)	Mol Tetes Tebu (ml)	Kadar Air (%)
K1.5-40	1.5	1.5	1:4 (Mol Tetes Tebu : Air)	40
K1.5-50				50
K1.5-60				60

Pengomposan dilakukan selama 30 hari secara aerobik menggunakan keranjang Takakura. Bahan kompos dicacah menjadi ukuran 1.5cm. Menurut Cahaya T.S., Andhika (2008) ukuran bahan yang dianjurkan pada pengomposan aerobik antara 1-7,5 cm. Hal ini untuk mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan. Selama pengomposan dilakukan pengukuran suhu dan pH, serta kadar air. Kadar air

diusahakan sesuai dengan variasi yang ditentukan yaitu 40%, 50%, dan 60%. Setelah 30 hari dan kompos sudah matang, dilakukan uji C-Organik, N-Total, P-Total, K-Total, Rasio C/N, serta uji toksisitas kompos.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Uji Pendahuluan

Uji 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 2 Hasil Uji Pendahuluan Kualitas Bahan Kompos.

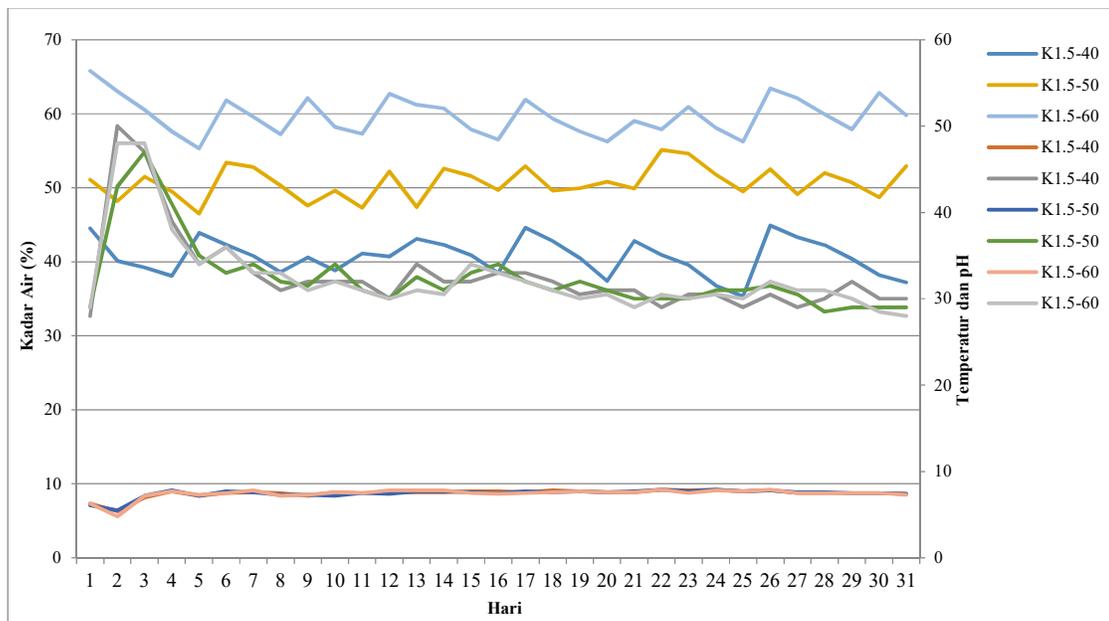
Parameter	Sampah Daun	MOL Tetes Tebu
pH	5,98	6,28
Kadar air (%)	6,09	-
C-Organik (%)	42,140	6,573
N-Total (%)	0,79	0,071
P (%)	0.000121	0.0018
K (%)	0.012	0
Rasio C/N	53,316	92,9

Berdasarkan hasil uji pendahuluan diketahui bahwa kadar air dari sampah daun yaitu 6,09 %, menurut Jannah (2003) nilai kadar air tersebut belum memenuhi, nilai kadar air yang memenuhi adalah 40 – 60%. Hal tersebut dikarenakan sampah daun yang berada di TPST Universitas Diponegoro 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) [4]. Sedangkan rasio C/N dari MOL tetes tebu sudah sesuai yaitu 34,059 %.

#### 3.2 Hasil Uji Kompos

##### a) Analisis Kadar Air

Pengukuran kadar air, temperature dan pH dilakukan selama proses pengomposan berlangsung yaitu selama 30 hari. Kadar air diusahakan sesuai dengan variasi yang diinginkan. Apabila terjadi kelebihan air maka dilakukan pembalikan, bila kekurangan air maka ditambahkan air sesuai dengan kebutuhan air tersebut. Berikut grafik hubungan antara kadar air, temperatur dan pH selama proses pengomposan.



Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar Air, Temperatur dan pH Proses Pengomposan

Gambar 1 menunjukkan perubahan temperatur, pH dan kadar air selama 30 hari waktu pengomposan. Suhu termofilik tidak berlangsung lama, rata-rata hanya berlangsung 2 hari. Waktu termofilik yang singkat dapat diakibatkan karena kemungkinan tinggi tumpukkan yang rendah mengakibatkan panas yang terbentuk tidak dapat tertahan lama di dalam

tumpukkan dan langsung keluar (Indrasti dan Wibnanu, 2006). Pada awal pengomposan pH semua kompos masih berada pada rentang yang relatif sama yaitu range 5.9-6.5. Awal pengomposan merupakan fase terjadinya hidrolisis molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana. Setelah hari ke 1 pengomposan, terjadi penurunan pH menjadi asam untuk semua

reaktor. Turunnya pH disebabkan oleh pembentukan asam organik seperti asam asetat, hidrogen dan karbondioksida pada fase asidogenesis dan asetogenesis. Meningkatnya pH pada kompos hingga akhir waktu pengomposan terjadi karena aktivitas bakteri metanogen yang mekonversi asam organik

menjadi senyawa lain seperti metana, amoniak dan karbon dioksida. pH akhir dari pengomposan dari masing-masing variasi yaitu K1.5-40, K1.5-50, K1.5-60, secara berturut-turut yaitu 7.4; 7.4; 7.3. Semua variasi kompos telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004.

Table 3. Hasil Akhir Proses Pengomposan

Kompos	Suhu (C)	pH	C-Organik (%)	N-Total (%)	Rasio C/N (%)	P-Total (%)	K-Total (%)	GI (%)	Warna
K1.5-40	50	7.5	20.977	1.125	18.646	0.105	1.012	98.1	Coklat
K1.5-50	47	7.5	28.142	1.604	17.545	0.113	1.169	86.34	Coklat Kehitaman
K1.5-60	48	7.4	29.287	1.924	15.222	0.124	1.425	113.82	Kehitaman

Kompos dengan kadar air 40% mencapai suhu optimum tertinggi yaitu 50° C, kadar air 50% mencapai suhu optimum yaitu 47° C dan kadar air 60% mencapai suhu optimumnya sebesar 48° C. Kadar air yang berkurang dihari pertama pengomposan diakibatkan kenaikan suhu yang menandakan adanya aktivitas mikroba. Namun karena tumpukan terlalu rendah maka panas tidak dapat tertahan oleh bahan kompos tersebut, sehingga bakteri termofilik yang menyukai panas akan berangsur mati. Penurunan kadar air sehingga menyebabkan kelembaban dibawah 40% aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan bakteri pengurai tidak dapat berfungsi. Menurut Kusuma (2012), kadar air mempengaruhi laju dekomposisi kompos dan parameter suhu. Kadar air mempengaruhi laju dekomposisi dan suhu karena mikroorganisme membutuhkan kadar air yang optimal untuk menguraikan material organik. Pada penelitian ini pengaruh kadar air terhadap suhu kompos tidak begitu terlihat karena kadar air yang ditentukan masuk dalam skala kadar air optimum untuk pengomposan.

Kompos dengan kadar air 40%, 50% dan 60% memiliki nilai pH rata-rata yang hampir sama. Menurut Kusuma (2012), pH tidak dipengaruhi oleh kadar air namun dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen dan kondisi anaerobik. Hal ini diakibatkan oleh karena sejumlah jasad renik jenis tertentu akan mengubah sampah organik menjadi asam organik. Proses selanjutnya jasad renik jenis lainnya akan memakan asam organik tersebut sehingga menyebabkan tingkat pH naik kembali, mendekati netral. Selanjutnya mengalami kenaikan hingga pH menjadi basa. Kenaikkan pH disebabkan karena dekomposisi protein yang menghasilkan amonium disertai pelepasan ion OH<sup>-</sup> yang dapat menaikkan pH tumpukkan. Kelebihan air akan menutupi rongga udara di dalam tumpukan, sehingga akan membatasi kadar oksigen dalam tumpukan tersebut. Kekurangan udara ini akan menyebabkan mikroorganisme aerobik mati

sehingga akan mengurangi populasi mikroorganisme. Dengan demikian, aktivitas mikroorganisme yang hanya sedikit dan energi/panas yang dihasilkan akan berkurang (Septianingrum, R. 2006). Apabila mikroorganisme berkurang maka proses dekomposisi akan berkurang sehingga tidak mampu mendekomposisi protein. Kondisi fisik akhir pada kadar air 40% warna dari kompos tidak banyak berubah yaitu menjadi coklat, namun pada kadar air 50% dan 60% perubahan warna kompos terlihat menjadi coklat kehitaman dan kehitaman.

#### b) Analisis Hasil Akhir Pengomposan

Menurut SNI 19-7030-2004, kompos matang ditentukan dari nilai rasio C/N yaitu 10 – 20, temperatur sesuai dengan temperatur air tanah, berwarna kehitaman, tekstur seperti tanah, serta berbau tanah. Hasil akhir pengomposan dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4 Hasil Akhir Pengomposan

Kompos	C-Organik (%)	N-Total (%)	Rasio C/N (%)	P-Total (%)	K-Total (%)
K1.5-40	20.977	1.125	18.646	0.105	1.012
K1.5-50	28.142	1.604	17.545	0.113	1.169
K1.5-60	29.287	1.924	15.222	0.124	1.425

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa kadar C-Organik mengalami penurunan, karena karbon digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk mendegradasi bahan organik. Selama proses pengomposan, CO<sub>2</sub> akan menguap sehingga kadar karbon akan berkurang juga (Pandebesie, 2012). Dalam pengomposan aerobik kurang lebih dua pertiga unsur karbon (C) menguap menjadi CO<sub>2</sub> dan sisanya satu pertiga bagian bereaksi dengan nitrogen dalam sel hidup (Setyorini *et al*, 2006). Kadar C-Organik dari seluruh kompos telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 dimana C-Organik kompos adalah 9,8-32.

Pada kadar air 40%, kadar C-Organik menurun menjadi 20.977%. Pada kadar air 50%, kadar C-Organik mengalami penurunan menjadi 28.142%. Sedangkan untuk kadar air 60%, kadar C-Organik menurun menjadi 29.287%. Penurunan C-Organik terendah terdapat pada kompos dengan kadar air 40%. Menurut Lu *et al* (2009), kadar air dan karbon organik mempunyai hubungan berbanding terbalik, dimana kadar air meningkat, maka kandungan karbon organik menurun.

Analisis N-Total dilakukan pada bahan kompos dan setelah pengomposan selesai. Berdasarkan hasil pengujian akhir, semua variasi kompos telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 karena kadar N-Total seluruh variasi berada di atas 0,4%. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar N-Total. Meningkatnya presentase N-Total pada masa pengomposan dikarenakan proses dekomposisi bahan kompos oleh mikroorganisme mengubah ammonia menjadi nitrit. Nitrogen merupakan sumber energi bagi mikroorganisme dalam tanah yang berperan penting dalam proses pelapukan bahan organik. Nitrogen ini diperlukan dalam proses fotosintesis (Hajama, 2014). N-Total pada kadar air 40% naik hingga mencapai kadar N-Total sebesar 1.125%. Sedangkan pada kadar air 50%, N-Total yang dicapai yaitu sebesar 1.604%, dan untuk kadar air 60% dengan ukuran bahan 1.5cm kadar N-Total tertingginya mencapai 1,924%. Berdasarkan hasil tersebut, kadar N-Total paling tinggi adalah pada kompos 1.5-60 (kadar air 60% dan ukuran bahan 1.5cm). Rata-rata dari nilai N-Total untuk kadar air 40%, 50% dan 60% tidak jauh berbeda. Hal ini berarti kadar air tidak mempengaruhi kadar N-Total akhir dari kompos. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kusuma (2012), bahwa kadar N-Total lebih dipengaruhi oleh kondisi bahan baku kompos.

Analisis rasio C/N pada pengomposan ini dilakukan pada bahan kompos dan hasil akhir kompos. Berdasarkan Tabel 2, apabila dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004, seluruh variasi telah memenuhi standar rasio C/N yaitu 10-20. Penurunan rasio C/N disebabkan oleh penurunan kandungan C-Organik dan kenaikan N-Total pada kompos. Rasio C/N pada kadar air 60% dengan ukuran bahan 1.5cm memiliki nilai terendah yaitu 15.222%. Pada kadar air 50%, rasio C/N terendah adalah 17.545%. Sedangkan pada kadar air 40% nilai rasio C/N adalah 18.646%. Berdasarkan hasil penelitian, rasio C/N yang paling rendah dihasilkan pada kadar air 60%. Kadar N-Total yang tinggi menyebabkan rasio C/N menjadi lebih rendah dibandingkan dengan kadar air 40% dan 50%.

Analisa P-Total dilakukan dua kali yaitu pada bahan kompos dan setelah kompos jadi. Hasil P-Total pada bahan kompos yaitu 0,013%. Berdasarkan standar SNI 19-7030-2004, secara keseluruhan kadar P-Total kompos sudah

melebihi standar minimalnya yaitu >0,1%. Suswardany, *et al.* (2006) mengatakan pada proses pengomposan sebagian fosfor dihisap oleh mikroorganisme untuk membentuk zat putih telur dalam tubuhnya. Semakin banyak mikroorganisme akan membuat kompos cepat matang sehingga mikroorganisme memiliki kesempatan untuk menghisap fosfor pada kompos yang telah matang tersebut. Pada kadar air 40%, kadar P-Total kompos paling tinggi adalah 0,105%. Sedangkan pada kadar air 50%, kadar P-Total tertinggi adalah 0,113% dan pada kadar air 60% P-Total kompos tertinggi adalah 0,124%.

Analisis K-Total dilakukan pada bahan kompos dan setelah proses pengomposan selesai. Persyaratan minimal kadar K-Total untuk kompos menurut SNI 19-7030-2004 adalah >0,2%. Kadar K-Total pada kadar air 40% yang paling tinggi adalah 1.012%. Sedangkan untuk kadar air 50%, kadar K-Total tertinggi adalah 1.169 % dan untuk kadar air 60% nilai kadar K-Total paling tinggi adalah 1.425 %. Berdasarkan hasil tersebut, kadar K-Total paling tinggi dihasilkan oleh kompos dengan perlakuan kadar air 50%. Kenaikan kadar K-Total disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menguraikan bahan organik.

### 3.3 Uji Karakteristik Kompos Matang

#### a) Analisa 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 5 berikut merupakan hasil dari uji toksisitas kompos:

Table 5. Hasil Pengukuran GI Setiap Kompos

Kompos	K1.5-40	K1.5-50	K1.5-60
GI (%)	98.1	86.34	113.82

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 5 dapat diketahui bahwa seluruh variasi kompos memiliki nilai GI di atas 80% sehingga dapat dikatakan bahwa fitotoksitas kompos telah hilang dan kompos telah matang. Kompos dengan variasi kadar air 60% memiliki nilai GI tertinggi yaitu 113.82%.

#### b) Uji Coliform

Pengujian total koliform dilakukan pada kompos bahan sampah daun, sampah sayuran, dan

sampah. Pada analisis keberadaan total koliform pada kompos, diketahui bahwa sampel uji mengandung total koliform sebesar 27 MPN/gram dan berada di bawah baku mutu SNI 19-7030-2004 yaitu 1000 MPN/gram.

Proses pengomposan memberikan pengaruh sangat nyata dalam menurunkan jumlah bakteri total dan bakteri koliform. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan suhu yang terjadi selama proses pengomposan. Suhu selama pengomposan mencapai thermoofilic untuk semua reaktor. Peningkatan suhu selama pengomposan merupakan akibat dari perombakan bahan organik pada limbah pasar. Hal ini sejalan dengan pendapat Dalzell dkk (1987) [16] bahwa sejumlah energi akan dilepaskan dalam bentuk panas langsung pada perombakan bahan organik, ini mengakibatkan naiknya suhu dalam tumpukan kompos. Mikrobamikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO<sub>2</sub>, uap air, dan panas. Bakteri yang tidak tahan panas, termasuk koliform, akan mati sehingga menghasilkan jumlah bakteri total dan koliform yang rendah dalam kompos, aktivitas mikroba selama pengomposan memberikan pengaruh yang sama dalam menurunkan jumlah bakteri total dan bakteri koliform.

#### 4. KESIMPULAN

Kompos sudah memenuhi standard kompos matang menurut SNI 19-7030-2004 dari rasio C/N, P-Total, dan K-Total. Kadar air mempengaruhi laju dekomposisi kompos dan parameter suhu namun tidak mempengaruhi pH. Berdasarkan penelitian ini kadar air optimum untuk pengomposan pada perlakuan ukuran bahan 1.5cm dan kadar air 60% pada perlakuan tersebut memiliki rasio C/N yang paling rendah sebesar 15.222%, kandungan C-organik 29.287%, kandungan N-Total paling besar 1.924%, kandungan P-Total 0.124% dan K-Total 1.425%, nilai GI paling besar yaitu 113.82%. Total coliform menunjukkan angka 27 MPN/gram dan masih dibawah standard SNI 19-7030-2004 yaitu 1000 MPN/gram.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Roidah, Ida Syamsu. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah. Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO. Vol. 1.No.1.
- [2]. Cahaya T.S., Andhika dan Nugroho, A.D., 2008. Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu). Semarang. Universitas Diponegoro.
- [3]. Jannah, M. 2003. Evaluasi Kualitas Kompos dari Berbagai Kota sebagai Dasar dalam Pembuatan SOP (Standard Operating Procedure) Pengomposan. (Skripsi). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [4]. Ministry of Agriculture and Food. 1998. Composting Factsheet - BC Agricultural Composting Handbook (Second Edition 2nd Printing). Canada: BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries.
- [5]. Indrasti NS dan Wimbanu O. 2006. Campuran Jerami dan Ampas Batang Sagu dengan Kotoran Sapi. J Tek Ind Pert. 16 (2): 51-90.
- [6]. 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.
- [7]. Septianingrum, Riskha, dan Purwanti, I.F. 2006. Pengaruh Penambahan Kotoran Ayam dan Mikroorganisme M-16 Pada Proses Pengomposan Sampah Kota Secara Aerobik. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
- [8]. Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- [9]. Pandebesie, E. S., Rayuanti, D. 2013. Pengaruh Penambahan Sekam pada Proses Pengomposan Sampah Domestik. Jurnal Lingkungan Tropis.
- [10]. Setyorini, et al. 2006. Kompos. Bogor : Balitbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- [11]. Lu, Y., Wu, X., and Guo, J. 2009. Characteristics of Municipal Solid Waste and Sewage Sludge Cocomposting. The National Engineering Research Center. Tongji University.
- [12]. Hajama, Nursyokia. 2014. Studi Pemanfaatan Eceng Gondok sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos dengan Menggunakan Aktivator EM4 dan MOL serta Prospek Pengembangannya. Makassar : Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- [13]. Suswandany, D.L., Ambarwati, dan Y. Kusumawati. 2006. Peran Effective Microorganism-4 (EM-4) dalam Meningkatkan Kualitas Kimia Kompos Ampas Tahu. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [14]. Zucconi, F ., A. Pera, M. Forte and M. de Bertoldi. 1981. Evaluating Toxicity of Immature Compost. Biocycle.
- [15]. Selim, Sh. M., Zayed, M. S., Atta, H. M., (2012), Evaluation of Phytotoxicity of Compost During Composting Process. Nature and Science 10(2).
- [16]. Dalzell, H.W., K. Gray, J. Biddlestone, and K. Thurairajan. 1987. Soil Management: Compost Production and Use In Tropical and Subtropical Environment. FAO Soils Bulletin No. 56.