

PENENTUAN METODE PENGOLAHAN SAMPAH BERDASARKAN TIMBULAN, KOMPOSISI DAN KARAKTERISTIK SAMPAH DI UNIVERSITAS DIPONEGORO (STUDI KASUS: FAKULTAS KEDOKTERAN DAN FPIK)

Diah Indra Rini*, Elisabeth Priscila, Dwi Siwi Handayani, Ganjar Samudro

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

*Email: indrarinidiah@gmail.com

Abstrak

Penanganan sampah di FK dan FPIK Undip saat ini yaitu berupa pembakaran. Pembakaran sampah menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan sampah yang tepat sesuai dengan timbunan, komposisi, dan karakteristik sampah yang dihasilkan. Pengambilan dan pengukuran timbunan serta komposisi sampah dilakukan selama 8 hari berturut-turut pada bulan Juni 2015 yang mencakup SNI 19-3964-1994. Jumlah timbunan sampah di FK dan FPIK mencapai 0,01 kg/org/hari dan 0,03 kg/org/hari dengan sumber sampah perkuliahan /perkantoran, taman/jalan, dan kantin. Menurut penelitian yang telah dilakukan, dari keseluruhan komposisi sampah yang telah dipilah, sampah yang dihasilkan di FK dan FPIK Undip memiliki komposisi sampah dominan berupa sisa makanan dan dedaunan. Karakteristik sampah FK dan FPIK memiliki kadar air sebesar 55,03% dan 25,05%; kadar abu sebesar 7,95% dan 6,96%; rasio C/N sebesar 26,12% dan 28,61%; dan nilai kalori sebesar 3.433,07 kkal/kg dan 3.679,54 kkal/kg. Berdasarkan hasil timbunan, komposisi dominan, dan karakteristik sampah tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampah FK dan FPIK berpotensi untuk dilakukan pengolahan secara anaerobic digestion, pengomposan, briket bioarang, insenerasi, dan recycle.

Kata kunci: FK, FPIK, pengolahan sampah, Undip

1. PENDAHULUAN

Saat ini kondisi eksisting penanganan sampah yang dilakukan di FK dan FPIK Undip berupa pembuangan sampah ke lahan kosong milik Undip yang kemudian dibakar. Mulyani (2014) menjelaskan bahwa penanganan limbah dengan cara dibakar mengakibatkan beberapa unsur hara seperti karbon menjadi hilang dan apabila dilakukan secara terus-menerus dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan sekitarnya. Mengolah sampah menjadi kompos berarti melakukan dua pekerjaan sekaligus, yaitu membuat kompos dan mengurangi beban lingkungan. Menurut Tchobanoglous (1993), *rapidly decompose* adalah sampah yang akan terurai dengan cepat, seperti sampah makanan dan sampah taman (daun-daunan). *Slowly decompose*, yaitu sampah yang akan terurai dengan lambat, seperti sampah kertas (semua jenis), karton, plastik (semua jenis), tekstil, karet, kayu dan kulit. Sampah anorganik terdiri dari barang-barang kaca, barang pecah belah, kaleng, aluminium, logam, dan besi.

Timbunan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita per hari, atau per luas bangunan, atau per panjang jalan (SNI 19-2454-2002). Penentuan timbunan sampah biasanya dinyatakan dalam volume dan berat. Komposisi dan karakteristik sampah merupakan penggambaran dari masing-masing komponen yang terdapat pada sampah dan distribusinya. Komposisi sampah biasanya dinyatakan dalam persen berat atau volume. Dengan mengetahui komposisi sampah, maka dapat ditentukan cara pengolahan yang tepat dan paling efisien sehingga dapat diterapkan proses pengolahannya (Damanhuri, 2010). Sedangkan, analisis karakteristik sampah diperlukan untuk menghitung beban massa dan volume total sampah yang harus dikelola, baik untuk sistem transportasi maupun di TPA dan perencanaan pengolahan sampah. Karakteristik sampah yang dianalisis biasanya meliputi karakteristik fisik, kimia dan biologi. Pada karakteristik kimia, terdapat beberapa analisis, yaitu densitas, kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan rasio C/N sampah. (Ruslinda dkk., 2012).

Berdasarkan pengamatan lapangan yang telah dilakukan, Fakultas Kedokteran dan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan adalah dua fakultas yang memiliki timbunan, komposisi dan karakteristik sampah yang berbeda. Oleh karena itu, maka dapat dianalisis bagaimana potensi pengolahan sampah kedua fakultas dengan cara *anaerobic digestion*, pengomposan, briket

bioarang, insenerasi dan *recycle*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase pengolahan sampah kedua fakultas dengan cara *anaerobic digestion*, pengomposan, briket bioarang, insenerasi, dan *recycle*.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Fakultas Kedokteran dan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro meliputi 3 tahap: (1) persiapan, (2) pengumpulan data, (3) analisis data.

2.1 Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal sebelum dimulainya pengumpulan dan analisis data. Tahap persiapan tersebut berupa tahap administrasi yang meliputi permohonan perizinan pengambilan data kepada masing-masing fakultas.

2.2 Pengumpulan Data

Pada teknik pengumpulan data dilakukan pengumpulan data dan informasi yang diperlukan untuk menunjang analisis. Data yang dibutuhkan untuk perencanaan yaitu data primer berupa *interview*, observasi lapangan, sensus, dan uji laboratorium. Sedangkan data sekunder berupa profil FK dan FPIK. Sensus atau pengambilan data timbulan, komposisi, karakteristik dan sumber sampah menggunakan metode SNI 19-3964-1994.

2.3 Analisis Data

Analisis data dan pembahasan dituliskan secara deskriptif. Perhitungan timbulan dan komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994. Berikut tahapan analisis yang dilakukan.

1. Perhitungan timbulan dan komposisi sampah

Volume Sampah

$$V = \frac{V_s}{u} \quad (1)$$

Keterangan:

V_s = volume sampah hasil sampling

u = jumlah jiwa

Berat Sampah

$$B = \frac{B_s}{u} \quad (2)$$

Keterangan:

B_s = Berat sampah hasil sampling

u = jumlah jiwa

Komposisi sampah dihitung % berat sampah per komponen dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\% B_k = \frac{B_k}{B_t} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

B_k = Berat komponen

B_t = Berat total

2. Potensi pengolahan sampah

Pengolahan sampah ditentukan berdasarkan jumlah timbulan, komposisi, dan karakteristik sampah FK dan FPIK Undip.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis penelitian dijelaskan pada uraian berikut.

Tabel 1. Parameter Alternatif Pengolahan

Parameter	Satuan	Sampah FK	Sampah FPIK	Alternatif Pengolahan									
				Pengomposan		Briket Bioarang		Anaerobic Digestion		Insenerasi		Recycle/Bandar Lapak	
				FK	FPIK	FK	FPIK	FK	FPIK	FK	FPIK	FK	FPIK
Timbulan	L	1073,28	686,6	482,76	401,25	271,9	248,07	482,76	401,25	1073,3	686,6	519,05	259,82
Komposisi	%												
Daun	%	25,34	36,13	25,34	36,13	25,34	36,13	25,34	36,13	25,34	36,13		
Sisa Makanan	%	19,64	22,31	19,64	22,31			19,64	22,31	19,64	22,31		
Kertas	%	25,10	18,60							25,10	18,60	25,10	18,6
Plastik	%	26,24	21,67							26,24	21,67	23,11	19,09
B3	%	2,16	0,15							2,16	0,15		
Kaca	%	0,08	0,11							0,08	0,11	0,08	0,11
Lain-lain	%	1,23	0,40							1,23	0,40		
Kayu	%	0,03	0,35							0,03	0,35		
Logam	%	0,07	0,04							0,07	0,04	0,07	0,04
Kain	%	0,12	0,09							0,12	0,09		
Karet	%	0	0,14							0	0,14		
Hasil Uji karakteristik				Kriteria Pengolahan Sampah									
Densitas	kg/m ³	150	518	<625,6 ⁽¹⁾		-		-		-		-	
Kadar Air	%	55,03	25,05	50-60 ⁽²⁾		<8 ⁽⁴⁾		60-80 ⁽⁵⁾		-		-	
Kadar Abu	%	7,95	6,96	-		<8 ⁽⁴⁾		-		3-9 ⁽⁶⁾		-	
Nilai Kalori	KKal/Kg	3.433,07	3679,54	-		5000 ⁽⁴⁾		-		>2000 ⁽⁷⁾		-	
Rasio C/N	-	26,12 : 1	28,61:1	30-35 ⁽³⁾		-		20-30 ⁽⁵⁾		-		-	
Kapasitas Unit Pengolahan	-	-	-	-		-		-		-		-	
Rumus Empiris	-	C ₃₀₆ H ₆₉₂ O ₂₇₀ N ₁₀ S	C ₂₅₃ H ₆₄₈ O ₂₆₀ N ₈ S	-		-		-		C ₃₅₁ H ₂₃₆₈ O ₁₀₉₉ N ₁₃ S ⁽⁷⁾		-	

Sumber:

1. Rynk, dkk, 1992
2. Sutanto, 2002
3. Haug, 1993
4. SNI 01-6235-2000
5. Khalid, 2011
6. Anneke, dkk., 2012
7. Damanhuri, 2010

Berdasarkan tabel 1, maka dapat dilakukan analisis timbulan, komposisi dan karakteristik sampah, serta potensi pengolahan sampah.

3.1. Analisis Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah

Besarnya timbulan sampah FK dan FPIK Undip diperoleh dari pengambilan dan pengukuran contoh timbulan sampah yang dibuang ke TPS Undip. Hasil analisis timbulan sampah menunjukkan bahwa jumlah timbulan sampah FK lebih besar daripada timbulan sampah FPIK.

Komposisi sampah yang dihasilkan kedua fakultas terbagi menjadi 2 bagian besar, yaitu sampah *compostable* dan sampah *non-compostable*. Komposisi sampah *compostable* adalah sampah daun dan sisa makanan. Volume sampah *compostable* untuk masing-masing fakultas adalah:

$$\text{FK} : (25,34\%+19,64\%) \times 1073,28 \text{ L/hari} = 482,76 \text{ L/hari}$$

$$\text{FPIK} : (36,13\%+22,31\%) \times 686,6 \text{ L/hari} = 401,25 \text{ L/hari}$$

Jumlah sampah *compostable* kedua fakultas sebesar 884,01 L/hari yang dapat dilakukan pengolahan secara pengomposan dan *anaerobic digestion*. Sedangkan untuk pengolahan sampah secara briket bioarang hanya dilakukan untuk sampah daun sebesar 520,04 L/hari.

Komposisi sampah *non-compostable* adalah sampah kertas, plastik, kaca, logam, B3, kayu, kain, karet, dan lain-lain. Volume sampah *non-compostable* untuk masing-masing fakultas adalah:

$$\text{FK} : (25,1\%+26,24\%+2,16\%+0,08\%+1,23\%+0,03\%+0,07\%+0,12\%) \times 1073,28 \text{ L/hari} = 590,62 \text{ L/hari}$$

$$\text{FPIK} : (18,6\%+21,67\%+0,15\%+0,11\%+0,4\%+0,35\%+0,04\%+0,09\%+0,14\%) \times 686,6 \text{ L/hari} = 285,28 \text{ L/hari}$$

Jumlah sampah *non-compostable* kedua fakultas sebesar 848,9 L/hari yang dapat dilakukan pengolahan berupa insenerasi. Sedangkan untuk pengolahan sampah secara *recycle*/bandar lapak hanya untuk sampah kertas, plastik (PETE, HDPE, PP), kaca, dan logam yaitu sebesar 778,84 L/hari.

3.2. Potensi Pengolahan Sampah Berdasarkan Karakteristik Sampah

Karakteristik sampah yang diuji dalam penelitian ini hanya jenis sampah *compostable*, yaitu sampah daun dan sisa makanan. Sedangkan, untuk sampah *non-compostable*, sampah anorganik dan sampah residu dilakukan perhitungan penentuan rumus empiris dari C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen), N (nitrogen), dan S (belerang). Menurut Tchobanoglous, dkk. (1993), karakteristik sampah yang perlu diketahui adalah karakteristik fisik yaitu densitas sampah, sedangkan karakteristik kimia yaitu *proximate analysis*, *ultimate analysis*, dan *energy content*. *Proximate Analysis* terbagi menjadi kadar air dan kadar abu. *Ultimate Analysis* yaitu penentuan persentase dari kadar karbon (C) dan nitrogen (N) untuk mengetahui rasio C/N. Sedangkan, *energy content* adalah nilai kalori sampah. Menurut Zekkos (2008), uji karakteristik berguna untuk membantu pengembangan metodologi untuk mengukur dan melaporkan sifat bahan sampah dan dapat dilakukan analisis yang tepat serta desain yang sesuai, secara keseluruhan karakteristik sampah diperlukan.

Berdasarkan data karakteristik sampah kedua fakultas, dapat diketahui densitas sampah organik yaitu 150 kg/m^3 dan 518 kg/m^3 . Rynk, et al, 1992 menyatakan densitas optimal untuk pengomposan yaitu kurang dari $625,6 \text{ kg/m}^3$. Sehingga sampah FK dan FPIK telah memenuhi ketentuan densitas optimal untuk pengomposan. Sedangkan untuk pengolahan sampah secara *anaerobic digestion* dan briket tidak terdapat ketentuan densitas sampah optimal yang diperlukan.

Menurut Anneke dkk(2012), kadar air sampah FK telah memenuhi kadar air sampah awal yang efektif untuk dilakukannya pengomposan yaitu 40-60% dan Rynk, dkk. (1992) menyarankan bahwa kadar air sampah untuk pengomposan, yaitu sebesar 40-65%. Untuk sampah FPIK, perlu ditambahkan air agar memenuhi kriteria pengomposan tersebut. Menurut Tchobanoglous, dkk. (1993), kadar air memerankan peran penting dalam metabolisme mikroorganisme dan tidak langsung dalam pasokan oksigen. Mikroorganisme hanya dapat memanfaatkan molekul-molekul organik yang dilarutkan dalam air. Menurut Haug (1993), dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dipengaruhi oleh kadar air dan kandungan oksigen dalam bahan. Jika kadar air

terlalu tinggi maka bahan kompos menjadi semakin rapat yang mengakibatkan sirkulasi udara berkurang, sehingga dapat tercipta kondisi anaerobik. Namun, sebaliknya apabila kadar air tidak cukup, dapat mengakibatkan temperatur bahan kompos menurun, walaupun temperatur di pusat bahan kompos tetap tinggi, sehingga proses pengomposan atau penguraian akan melambat. Menurut SNI 19-7030-2004, pada akhir pengomposan kadar air akan kurang dari 50%. Di lain sisi, kadar air maksimal untuk pengolahan sampah secara briket yaitu kurang dari 8%. Kadar air pada sampah FK dan FPIK tidak sesuai bila dijadikan briket. Namun, menurut Sholichah, dkk (2011), kadar air sampah akan berkurang menjadi kurang dari 8% bila dilakukan penjemuran selama 2-3 hari, sehingga sampah FK dan FPIK tetap berpotensi jika diolah dengan pengolahan secara briket. Selain pengomposan dan briket, *anaerobic digestion* juga memiliki standar kadar air optimal untuk pengolahan sampah. Kadar air sampah FK dan FPIK tidak memenuhi standar. Namun, kedua sampah tersebut dapat ditambahkan air sehingga kadar air akan memenuhi standar kadar air optimal untuk pengolahan *anaerobic digestion*.

Menurut SNI 01-6235-2000 kadar abu maksimal untuk briket yaitu maksimal 8%. Berdasarkan analisis laboratorium diperoleh kadar abu sampah FK dan FPIK sekitar 7%. Ini berarti dari keseluruhan total sampah yang dibakar tersisa sekitar 7% berupa abu. Sehingga sampah FK dan FPIK cocok untuk pembuatan briket. Kadar abu merupakan komponen anorganik yang tertinggal setelah bahan dipanaskan pada suhu 600° C yang terdiri atas unsur K, Na, Mg, Ca, dan komponen lain dalam jumlah kecil. Hubungan kadar abu dengan pengomposan adalah nilai kadar abu sebelum dan setelah pengomposan akan berbeda, persentase kadar abu akan meningkat karena terdegradasinya senyawa organik menjadi senyawa anorganik atau terbentuknya unsur-unsur mineral yang bermanfaat untuk tanah (Sriharti, 2007). Kadar abu memiliki hubungan dengan nilai kalori sampah. Semakin besar kadar abu, maka jumlah ampas yang dihasilkan akan semakin banyak. Hasil kadar abu yang rendah menunjukkan bahwa sampah memiliki nilai kalori yang tinggi, karena kadar abu yang rendah menghasilkan ampas pembakaran yang sedikit, sehingga pembakaran dapat berjalan sempurna.

Berdasarkan nilai kalori sampah FK dan FPIK yaitu sekitar 3.500 kkal/kg, menunjukkan bahwa sampah FK dan FPIK belum cukup untuk dimanfaatkan sebagai briket bioarang, karena menurut SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu, syarat minimal nilai kalor pembuatan briket yaitu sebesar 5.000 kkal/kg. Namun menurut Sholichah, dkk (2011), nilai kalori pada briket dapat meningkat bila ditambahkan perekat dan pengurangan kadar air dapat dilakukan dengan penjemuran selama 2-3 hari. Di lain sisi, pengolahan sampah secara pengomposan dan *anaerobic digestion* tidak memiliki standar nilai kalori yang dibutuhkan.

Berdasarkan uji laboratorium kadar karbon dan nitrogen, didapatkan rasio C/N sampah FK dan FPIK sebesar 26,12:1 dan 28,61:1. Hal ini menunjukkan bahwa sampah FK dan FPIK berpotensi untuk dilakukan pengolahan secara pengomposan, karena perbandingan karbon dan nitrogen yang ideal untuk dilakukannya pengomposan secara aerobik menurut Haug(1993) adalah 30:1 - 35:1. *Ministry of Agriculture and Food* (1998) menjelaskan bahwa proporsi dua elemen yang ingin dicampurkan sebagai bahan kompos harus mendekati 30 bagian karbon untuk 1 bagian nitrogen. Perbandingan karbon dan nitrogen yang ideal untuk dilakukannya pengomposan secara aerobik menurut Tchobanoglous (1993) adalah 25:1 - 50:1. Berdasarkan rasio C/N sampah FK dan FPIK belum memenuhi rentang nilai, sehingga diperlukan penambahan bahan kompos yang mengandung karbon agar dapat menaikkan rasio C/N sampah awal. Pada dasarnya semakin tinggi rasio C/N maka semakin lama pula waktu degradasi kompos hingga bahan kompos tersebut matang (Setyorini dkk., 2006). Sedangkan, rasio C/N yang dibutuhkan untuk pengolahan sampah secara *anaerobic digestion* sebesar 20:1 – 30:1 (Khalid, 2011), sehingga dapat disimpulkan bahwa rasio C/N sampah FK dan FPIK sudah memenuhi rentang nilai rasio C/N optimal untuk diolah secara *anaerobic digestion*.

Pengolahan sampah menggunakan teknologi insinerasi merupakan teknologi yang mengkonversi materi padat (sampah) menjadi materi gas (gas buang), serta materi padatan yang sulit terbakar, yaitu abu (*bottomash*) dan debu (*fly ash*) (Damanhuri, 2010). Berdasarkan data karakteristik, kadar abu dan nilai kalori sampah FK dan FPIK sudah memenuhi kriteria insenerasi yaitu nilai kadar abu 7-9% (Anneke, dkk., 2012) dan nilai kalori sampah >2.000 kkal/kg (Damanhuri, 2010).

Menurut Purwendro dan Nurhidayat (2006) *recycling* ialah pemanfaatan kembali sampah-sampah yang masih dapat diolah. Mendaur ulang diartikan mengubah sampah menjadi produk baru, khususnya untuk barang-barang yang tidak dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama. *Recycle* atau daur ulang sampah yang dilakukan untuk FK dan FPIK adalah sampah jenis kertas, plastik, logam dan kaca. Pengolahan sampah secara daur ulang merupakan salah satu cara yang efektif, dengan syarat sampah yang digunakan adalah sampah yang dapat didaur ulang, memiliki nilai ekonomi yang tinggi, tidak menggunakan jenis kertas berlapis minyak atau plastik, untuk sampah nonorganik dilakukan proses pembersihan terlebih dahulu sebelum didaur ulang, dan pemilihan / pengelompokkan sampah menurut jenis sampah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan timbulan, komposisi, dan pengujian karakteristik berpadensitas, kadar air, kadar abu, nilai kalori, dan rasio C/N, sampah FK dan FPIK dapat diolah dengan cara pengomposan, briket bioarang, *anaerobic digestion*, insenerasi, dan *recycle* atau dijual ke bandar lapak. Sampah organik untuk sisa makanan dan daun dapat dilakukan pengolahan secara pengomposan maupun *anaerobic digestion*. Sedangkan untuk pengolahan sampah secara briket bioarang hanya untuk sampah daun. Sampah plastik, kertas, logam, dan kaca dapat dilakukan pengolahan berupa *recycle* (dijual ke bandar lapak). Sedangkan untuk pengolahan sampah secara insenerasi dapat dilakukan untuk semua jenis sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anneke T, Ellen., Selintung, Mery., Zubair, Achmad. 2012. *Studi Karakteristik Sampah Pada Tempat Pembuangan Akhir Di Kabupaten Maros*. Universitas Hasanuddin: Teknik Sipil.
- Badan Standar Nasional. 1994. SK SNI 19-3964-1994 *Tentang Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Jakarta: Balitbang DPU.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- Damanhuri, Enri. 2010. *Pengelolaan Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Fakultas Kedokteran. 2015. *Profil Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro*. Semarang.
- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. 2015. *Profil Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro*. Semarang.
- Haug, R.T. 1993. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. USA: Lewis Publishers.
- Ministry of Agriculture and Food. 1998. *Composting Factsheet - BC Agricultural Composting Handbook (Second Edition 2nd Printing)*. Canada: BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries.
- Mulyani, H. 2014. *Buku Ajar Kajian Teori dan Aplikasi Optimasi Perancangan Model Pengomposan*. Jakarta: CV. Trans Info Media.
- Purwendro, S. dan Nurhidayat., 2006. *Mengolah Sampah untuk Pupuk Pestisida Organik*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ruslinda, Yenni., Indah, Shinta.,Laylani, Widya.(2012). Studi Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah Domestik Kota Bukit Tinggi. *Jurnal Teknik lingkungan UNAND*, 9(1): 1-12.
- Rynk, R., M. van de Kamp, G.B. Willson, M.E. Singley, T.L. Richard, J.J. Kolega, F.R. Gouin, L. Laliberty Jr., D. Kay, D.W. Murphy, H.A.J. Hoitink, and W.F. Brinton. 1992. *On-Farm Composting Handbook*. New York : The Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension.
- Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. *Kompos*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sriharti dan Salim, T. 2007. *Pemanfaatan limbah Industri Dodol Nanas Untuk pembuatan Kompos, Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo, ITB, 17-18 Desember 2007*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Tchobanoglous, George. Theisen, Hilary. Vigil, Samuel. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill.