

**IDENTIFIKASI SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH
DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

Haryadi^{1*}, Imron Rosyadi¹, Dhimas Satria², Aswata Wisnuadji³, Habibi⁴

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman km. 03, Cilegon 42435

*E-mail: haryadi@untirta.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengidentifikasi timbulan, komposisi, dan karakteristik sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang kemudian direncanakan sistem pengolahannya. Pengukuran timbulan dan komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994 yang dilakukan selama 8 hari berturut-turut di gedung kuliah (lama dan BR), gedung dekanat, kantin (belakang dan depan), gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa, area gedung aula-perpustakaan, dan jalan di dalam area fakultas teknik. Uji karakteristik sampah mengacu pada ASME yang berupa: densitas, kadar air, kadar debu, kadar karbon, kadar nitrogen, dan nilai kalor sampah. Hasil pengujian didapatkan bahwa komposisi sampah Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, berupa: volume sampah sisa makanan + daun-daun (organik) (28 %), volume sampah kertas (17 %), volume plastik (55 %), berat sampah organik (33 %), berat sampah kertas (18 %), berat sampah plastik (41 %). Karakteristik sampah Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, berupa: densitas (342,61 kg/m³), kadar air (28,33 %), kadar abu (12,21 %), nilai kalor (3.317 Kkal/Kg), rasio C/N (26,27). Pengolahan sampah yang dapat dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa adalah: pengomposan, briket bioarang, anaerobic digestion, insenerasi, dan recycling.

Kata kunci: karakteristik, komposisi, sampah, timbulan

1. PENDAHULUAN

Penanganan sampah di suatu wilayah bertujuan untuk mengurangi peran Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah yang secara tidak langsung turut memelihara kesehatan masyarakat serta menciptakan suatu lingkungan yang bersih dan sehat, sebagaimana yang tertuang dalam Undang-undang nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, Peraturan Pemerintah nomor 81 tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga, dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 13 tahun 2012 tentang pedoman pelaksanaan *reduce, reuse* dan *recycle* (3R) melalui bank sampah.

Berdasarkan atas observasi yang dilakukan di Kota Cilegon, Kota Serang, Kabupaten Serang, Kabupaten Pandeglang, Kabupaten Lebak, dan Kabupaten Tangerang Provinsi Banten, penanganan sampah yang dilakukan oleh pemerintah daerah sebagaimana dimaksud, masih bergantung sepenuhnya kepada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), dimana sampah diangkut dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) kemudian dibawa langsung ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang secara strategis dekat dengan kawasan industri dan pusat pemerintahan Kota Cilegon, sepatutnya dapat menyumbangkan secara substansial pada upaya pengurangan, penanganan, dan pemanfaatan sampah di Kota Cilegon melalui kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi. Disamping itu, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa merupakan salah satu penyumbang sampah di Kota Cilegon.

Hanya saja pola penanganan sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa masih bergantung pada Pemerintah Kota Cilegon dan Pemerintah Kota Cilegon pun bergantung pada TPA Bagendung. Padahal desain kapasitas lahan TPA Bagendung dengan sistem operasi *control landfill*-nya hanya sampai tahun 2025 (Pemerintah Kota Cilegon, 2016).

Sebagai upaya untuk mengurangi beban TPA, dirasa perlu dilakukan perbaikan penanganan sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa khususnya dan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa pada umumnya melalui penataan sistem pengelolaan sampah.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa meliputi 3 tahap: 1) persiapan, 2) pengumpulan data, dan 3) analisis data

2.1. Persiapan

Dimulai dengan persiapan administrasi, penentuan metode pengambilan data, persiapan peralatan. Penelitian dilakukan di kampus Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pengukuran timbulan dan komposisi menggunakan metode SNI 19-3964-1994 dengan alat ukur berupa kotak ukur bervolume 40 liter dan 500 liter, timbangan, dan untuk karakteristik menggunakan metode ASTM (*American's Society for Testing and Material*).



(a)



(b)

Gambar 1. a) Alat pengukur volume 40 liter (20 cm x 20 cm x 100 cm), b) Alat pengukur volume 500 liter (100 cm x 0,5 cm x 100 cm)

2.2. Pengumpulan data

Dalam mengukur sampel sampah Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, digunakan *trash bag*. *Trash bag* dibagikan satu hari sebelum pengukuran agar sampah dapat dikumpulkan ke dalam *trash bag*, setelah itu diaduk merata dan dimasukkan ke dalam kantong plastik, ditutup rapat dan dibawa ke laboratorium.

Pengukuran dilakukan selama delapan hari berturut-turut sesuai dengan kaidah pada SNI 19-3964-1994 di enam lokasi, yakni: gedung kuliah (lama dan BR), gedung d Gd. Kuliah (lama dan BR), gedung dekanat, kantin (belakang dan depan), gedung Pusat Kegiatan Kemahasiswaan, area gedung aula-perpustakaan, dan jalan di area kampus Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Pengukuran komposisi sampah disesuaikan dengan metode SNI 19-3964-1994 yaitu dengan membagi sampah ke dalam jenis berikut: sampah organik (sisa makanan, daun, kertas, kayu), kain, karet, plastik, logam, gelas/kaca, sampah lain (sisa bangunan, batu, pasir, keramik), dan B3.

Sampel sampah tersebut kemudian dilakukan uji karakteristik sampah yang berupa:

- a. Densitas.
- b. Kadar air.
- c. Kadar abu.
- d. Nilai kalor.
- e. Rasio C/N.

2.3. Analisis Data

Perhitungan timbulan dan komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994. Tahapan analisis meliputi:

- a. Analisis timbulan, komposisi dan karakteristik sampah;

- b. Analisis hubungan timbunan, komposisi dan karakteristik sampah terhadap sistem pengolahan sampah;
- c. Penentuan sistem pengolahan sampah Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Komposisi

Berdasarkan atas hasil pengukuran yang dilakukan selama delapan hari berturut-turut, didapatkan bahwa timbunan sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa memiliki persentase komposisi volume sebagai berikut:

- a. Sisa makanan + daun-daun (organik) = 28 %
- b. Kertas = 17 %
- c. Plastik = 55 %

Adapun persentase komposisi berat (kg) nya adalah sebagai berikut:

- a. Organik = 33 %
- b. Kertas = 18 %
- c. Plastik = 41 %

3.2. Karakteristik

Karakteristik sampah yang dianalisis untuk pengolahan sampah, antara lain adalah densitas sampah, kadar air, kadar abu, kalori sampah dengan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik*

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Densitas	kg/m ³	342,61
2	Kadar air	%	28,33
3	Kadar abu	%	12,21
4	Nilai kalori	KKal/kg	3.317
5	Rasio C/N	-	26,27

*) Laboratorium Kimia dasar Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

3.3. Sistem Pengolahan Sampah

3.3.1 Pengomposan

Kompos merupakan istilah untuk pupuk organik yang dihasilkan melalui proses pembusukkan bahan organik pada suatu tempat yang terlindung dari matahari dan hujan, diatur kelembabannya.

Kadar air, dan rasio C/N menjadi parameter penting pada bahan kompos. Rasio C/N pada awal masa pengomposan sangat mempengaruhi laju proses pengomposan. Rasio C/N awal yang rendah akan membuat proses pembusukkan menjadi lebih cepat, sedangkan rasio C/N awal yang tinggi akan membuat proses pembusukkan menjadi lebih lama (Nunik dkk., 2018). Namun Budi dkk. (2015) mengutip pendapat Pandebesia menyatakan bahwa rasio C/N yang terlalu tinggi akan memperlambat proses pembusukkan, sebaliknya jika terlalu rendah walaupun awalnya proses pembusukkan berjalan cepat tetapi akhirnya memperlambat karena kekurangan C sebagai sumber energi bagi mikroorganisme.

Nitrogen merupakan sumber energi bagi mikroorganisme dalam tanah yang berperan penting dalam proses pelapukan bahan organik (Dian dkk., 2017). Budi dkk. (2015) mengutip pendapat Sriharto, menjelaskan bahwa kadar nitrogen dibutuhkan mikroorganisme untuk memelihara dan pembentukam sel tubuh. Semakin banyak kandungan nitrogen, maka akan semakin cepat bahan organik terurai karena mikroorganisme yang menguraikan bahan kompos memerlukan nitrogen untuk perkembangannya.

Kadar air akan sangat berpengaruh dalam mempercepat terjadinya perubahan dan penguraian bahan-bahan organik yang digunakan dalam pembuatan kompos (Budi dkk., 2015).

Oleh karenanya dibutuhkan kriteria optimum kadar air dan rasio C/N pada karakteristik sampah untuk pengolahan kompos.

Etika dkk (2016) mengutip pendapat Sutanto bahwa kadar air yang optimum untuk membuat kompos adalah 50-60%. Sedangkan rasio C/N yang optimum untuk proses pengomposan sekira 30-35:1 (T. Huag dalam Etika dkk [2016]).

Berdasarkan Tabel 1 di atas, karakteristik sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa memiliki kadar air sebanyak 28,33 % dan rasio C/N sebesar 26,27:1. Oleh karenanya perlu dilakukan penambahan air, penambahan bahan-bahan yang dapat meningkatkan kadar C serta pengecilan ukuran sampah untuk mencegah nitrogen yang terbentuk dari hasil pengomposan terlepas ke udara.

3.3.2 Briket Bioarang

Briket adalah bahan bakar padat yang dihasilkan melalui proses karbonisasi yang kemudian dicetak dengan tekanan tertentu. Sedangkan bioarang menurut Eddy dkk. (2014) adalah arang yang terbuat dari bahan-bahan hayati, berupa: kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami dan limbah pertanian lainnya.

Kadar air, kadar abu, dan nilai kalori menjadi parameter penting dalam proses pembuatan briket bioarang.

Etika dkk. (2016) mengutip pendapat dari Kers dkk., bahwa jika kadar air sangat rendah atau sangat tinggi, unsur-unsurnya akan tidak konsisten dan briket mudah hancur.

Nilai kalor pada briket akan menentukan sejauh mana nilai panas pembakaran akan dihasilkan oleh briket.

Nilai kalor pada briket ditentukan oleh kadar abu dan kadar air. Bila kadar abu tinggi maka nilai kalor akan rendah, sedangkan semakin tinggi kadar air akan semakin rendah nilai kalornya.

Kandungan abu adalah zat anorganik atau ampas yang tersisa dari briket setelah pembakaran sempurna berupa mineral, pasir atau clay. Kandungan abu yang terlalu tinggi pada briket sangat tidak baik karena akan membentuk kerak yang dapat menurunkan kualitas briket (Faizal dkk., 2015).

Mengutip dari SNI 01-6235-2000, bahwa kriteria optimum dari karakteristik sampah untuk pengolahan briket bioarang adalah sebagai berikut:

- Kadar air = < 8 %
- Kadar abu = < 8 %
- Nilai kalori = 5.000 Kkal/Kg

Berdasarkan Tabel 1 di atas, karakteristik sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa memiliki kadar air sebanyak 28,33 %, kadar abu sebanyak 12,21 % dan nilai kalori sebesar 3.317 Kkal/kg. Oleh karenanya, untuk memenuhi kriteria optimum karakteristik sampah perlu dilakukan perlakuan awal sebelum dilakukan proses pembriketan, baik pengurangan kadar air, maupun pemisahan dari zat-zat anorganik.

3.3.3 Anaerobic Digestion

Merupakan bahan bakar gas (berupa gas campuran metan [CH₄] dengan karbon dioksida [CO₂] dan sejumlah kecil nitrogen, amonia, sulfur dioksida, hidrogen sulfida serta hidrogen) yang dihasilkan dari aktivitas anaerobik atau fermentasi anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi tanpa udara) dari bahan organik di dalam suatu digester.

Bakteri yang terlibat dalam proses anarobik ini adalah bakteri hidrolitik, bakteri fermentatif, bakteri asidogenik, dan bakteri metanogenik (Tuti, 2006).

Bakteri hidrolitik berperan memecah bahan organik menjadi gula dan asam amino. Oleh bakteri fermentatif, gula dan asam amino diubah menjadi asam organik. Bakteri asidogenik akan mengubah mengubah asam organik menjadi hidrogen, karbondioksida dan asam asetat. Selanjutnya oleh bakteri metanogenik, hidrogen, karbondioksida, dan asam asetat diubah menjadi gas metan.

Bakteri yang terlibat dalam proses anaerobik membutuhkan sumber makanan dan kondisi lingkungan yang optimum. Bakteri anaerob mengkonsumsi karbon (C) sekira 30 kali lebih cepat dibanding nitrogen (N) dan hubungan jumlah dan nitrogen dinyatakan dengan rasio C/N. Rasio optimum untuk degester anaerobik sekira 20-30.

Selain rasio C/N, kadar air juga menjadi parameter kondisi lingkungan dalam proses anaerobik. Etika dkk. (2016) mengutip dari Hernandez, bahwa kadar air yang optimum untuk proses anaerobik sebanyak 60-70%.

Jika rasio C/N terlalu tinggi, nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri metanogenik untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhannya dan hanya sedikit yang bereaksi dengan karbon, akibatnya gas yang dihasilkan menjadi rendah. Sebaliknya jika rasio C/N rendah, nitrogen akan dibebaskan dan berakumulasi dalam bentuk amonia (NH_4) yang dapat meningkatkan pH. Jika pH lebih tinggi dari 8,5 akan menunjukkan pengaruh negatif pada populasi bakteri metanogen (Tuti, 2006).

Berdasarkan Tabel 1 di atas, karakteristik sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa memiliki kadar air sebanyak 28,33 % dan nilai rasio C/N sebesar 26,27 (terpenuhi). Oleh karenanya, untuk memenuhi kriteria optimum karakteristik sampah perlu ditambahkan air dan zat-zat yang mengandung banyak bakteri anaerob.

3.3.4 Insenerasi

Insenerasi adalah proses mereduksi timbulan sampah yang mudah terbakar dan sudah tidak dapat didaur ulang lagi dengan cara pembakaran pada temperatur tinggi ($>8000\text{C}$) di sebuah tungku pembakaran. Hasil akhir dari proses insenerasi berupa materi gas dan abu (bottom ash dan fly ash).

Kriteria optimum dari karakteristik sampah untuk proses insenerasi menurut Aneka dalam Etika dkk (2016) dan Damanhuri dalam Etika dkk (2016), adalah sebagai berikut:

- Kadar abu = 3-9 %
- Nilai kalori = > 2000 Kkal/kg

Berdasarkan Tabel 1 di atas, karakteristik sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa memiliki kadar abu sebanyak 12,21 % dan nilai kalori sebesar 3.317 Kkal/kg (terpenuhi). Oleh karenanya, untuk memenuhi kriteria optimum karakteristik sampah perlu dilakukan perlakuan awal pada sampah sebelum dilakukan proses insenerasi, seperti penjemuran.

3.3.5 Recycling

Recycling (daur ulang) ialah pemanfaatan kembali sampah-sampah yang masih dapat diolah (Purwendro dalam Etika, 2016). Mendaur ulang diartikan mengubah sampah menjadi produk baru. Pengolahan sampah secara daur ulang merupakan salah satu cara yang efektif, dengan syarat sampah yang digunakan adalah sampah yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Etika, 2016).

Untuk proses recycling, secara sistem tidak ada di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, namun pada praktiknya pemilahan dilakukan oleh petugas kebersihan dengan memisahkan antara sampah yang bernilai ekonomis (berupa botol-botol plastik) dengan sampah non ekonomis sebagai penghasilan tambahan bagi petugas kebersihan.

Berdasarkan uraian di atas, pengolahan sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dapat dilakukan melalui pengolahan pengomposan, briket bioarang, *anaerobic digestion*, insenarator, dan *recycling*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan atas uraian diatas, Identifikasi Sistem Pengelolaan Sampah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengolahan sampah yang dapat dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa adalah: pengomposan, briket bioarang, *anaerobic digestion*, insenerasi, dan *recycling*.
2. Untuk memenuhi kriteria optimum karakteristik sampah, diperlukan upaya perlakuan (treatment) awal dan penambahan zat-zat pendukung kondisi optimum karakteristik sampah sebelum dilakukan proses pengomposan, briket bioarang, *anaerobic digestion*, dan insenerasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2008, "Pengelolaan Sampah di Pemukiman SNI 3242:2008".
- Badan Standardisasi Nasional, 2002, "Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan SNI 19-2454-2002".
- Budi Nining W., Wardah Kusuma W., Edhi Sarwono, 2015, "Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos Dari Kubis dan Kulit Pisang", *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 5, Nomor 2, pp. 75-80.

- Dian Ari P.P., Ganjar Samudro, Sri Sumiyati, 2017, "Pengaruh Kadar Air Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik Dengan Metode Takakura", *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, Vol. 06, Edisi Spesial.
- Etika Christina R.M., Cyntia, Ganjar Samudro, Dwi Siwi Handayani, 2016, "Kajian Penentuan Metode Pengolahan Sampah Berdasarkan Timbulan, Komposisi, dan Karakteristik Sampah di Universitas Diponegoro (Studi Kasus: FSM, FIB, dan D3 Teknik)", *Prosiding SNST ke-7 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang*, pp. 38-43.
- Eddy Elfiano, Purwo Subekti, Ahmad Sadil, 2014, "Analisa Proksimat dan Nilai Kalor Pada Briket Bioarang Limbah Ampas Tebu dan arang Kayu", *JURNAL APTEK*, Vol. 6, Nomor 1, pp. 57-64.
- Faizal M., Muhammad Saputra, Fernando Ario Z., 2015, "Pembuatan Briket Bioarang Dari Campuran Batubara dan Biomassa Sekam Padi dan Eceng Gondok", *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 21, Nomor 4, pp. 27-38.
- Firman L. Sahlan, 2013, "Potensi Komposting Sampah Skala Rumah Tangga Untuk Mereduksi Timbulan Sampah (Pilot Proyek di Perumahan Puspitek Serpong)", *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 14, Nomor 1, pp. 25-34.
- Ida Kusnawati Tjahjani, Sritomo Wignjosoebroto, Udisubakti Ciptomulyono, 2008, "Perancangan Sistem Pengolahan Sampah Organik Dengan Inovasi Komposter Yang Ergonomis Menggunakan Metode *Quality Function Deployment (QFD)*", *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII*, pp. A-25-1-A-25-12.
- Isti Surjandari, Akhmad Hidayatno, Ade Supriatna, 2009, "Model Dinamis Pengelolaan Sampah Untuk Mengurangi Beban Penumpukan", *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, Nomor 2, pp. 134-147.
- Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, 2017, "Memperkuat Peran Perguruan Tinggi", (www.ristekdikti.go.id/memperkuat-peran-perguruan-tinggi/ diakses tanggal 22 Februari 2018).
- Mekro Permana P, Haryadi, 2016, "Perencanaan Teknis Pemanfaatan Energi Biomassa di Tempat Pembuangan Akhir Sampah di Provinsi Banten", *Laporan Akhir*, Dinas Pertambangan dan Energi, Setda Provinsi Banten.
- Nunik Ekawandani, Arini Anzi K., 2018, "Pengomposan Sampah Organik (Kubis dan Kulit Pisang) Dengan Menggunakan EM4", *TEDC*, Vol. 12, Nomor 1. Pp. 38-43.
- Slamet Raharjo, Muhammad Zulfan, Taufiq Ihsan, Yenni Ruslinda, 2014, "Perencanaan Sistem *Reduce, Reuse* dan *Recycle* Pengelolaan Sampah di Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang", *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, Vol. 11, Nomor 2, pp. 79-87.
- Tuti Haryati, 2006, "Biogas: Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif", *WARTAZOA*, Vol. 16, Nomor 3, pp. 160-169.
- Yenni Ruslinda, Slamet Raharjo, Lusi Susanti, 2014, "Kajian Penerapan Konsep Pengolahan Sampah Terpadu di Lingkungan Kampus Universitas Andalas", *Prosiding SNSTL I*, pp. 202-206.