

Evaluation of Semi-Aerobic Plant Waste Composting System in a Manufacturing Industry in Surabaya

Evaluasi Sistem Pengomposan Semi-Aerob Sampah Organik Sisa Tanaman pada Industri
Manufaktur di Surabaya

Arum Retno Dwi Lestari, Aussie Amalia

Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email: aussieamalia.tl@upnjatim.ac.id

Abstract - The management of plant-based organic waste in industrial environments is an important component of waste reduction efforts and the implementation of sustainable environmental management principles. A manufacturing industry in Surabaya manages plant residue waste through an internal composting system that has not fully applied controlled aerobic composting principles. This activity aims to evaluate the semi-aerobic composting system implemented, particularly in terms of process flow, composting duration, and the quality of the resulting compost compared to applicable standards and regulations. The method used was a descriptive qualitative approach with an evaluative framework, conducted through field observations, interviews, and monitoring of process parameters such as temperature and pH. The results indicate that the composting process required a longer duration than the ideal timeframe due to the absence of material shredding and limited aeration, which reduced microbial activity during decomposition. These conditions affected compost quality, resulting in non-uniform maturity and characteristics that did not fully meet compost maturity criteria. This evaluation provides an overview of the existing composting system and serves as a basis for developing improvement recommendations to enhance process efficiency and compost quality in accordance with applicable composting standards.

Keywords: Semi-Aerobic Composting, Organic Waste, Plant Residues, Evaluation, Manufacturing Industry

Abstrak – Pengelolaan sampah organik sisa tanaman di lingkungan industri menjadi bagian penting dalam upaya pengurangan timbulan sampah dan penerapan prinsip pengelolaan lingkungan berkelanjutan. Salah satu industri manufaktur di Surabaya mengelola sampah organik sisa tanaman melalui sistem pengomposan internal yang belum sepenuhnya menerapkan prinsip pengomposan aerobik terkontrol. Kajian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem pengomposan semi-aerob yang diterapkan, khususnya ditinjau dari alur proses, durasi pengomposan, serta mutu kompos yang dihasilkan dibandingkan dengan standar dan regulasi yang berlaku. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan evaluatif melalui observasi lapangan, wawancara, serta pemantauan parameter proses berupa suhu dan pH. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa proses pengomposan berlangsung lebih lama dari waktu ideal akibat tidak dilakukannya pencacahan bahan dan keterbatasan aerasi, sehingga aktivitas mikroorganisme tidak berlangsung optimal. Kondisi tersebut berdampak pada mutu kompos yang belum seragam dan belum sepenuhnya memenuhi karakteristik kompos matang. Hasil evaluasi ini memberikan gambaran kondisi eksisting sistem pengomposan serta menjadi dasar penyusunan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan efisiensi proses dan kualitas kompos agar sesuai dengan standar pengomposan yang berlaku.

Kata Kunci: Pengomposan Semi-Aerob, Sampah Organik, Sisa Tanaman, Evaluasi, Industri Manufaktur

1. PENDAHULUAN

Setiap aktivitas industri menghasilkan timbulan limbah sebagai konsekuensi dari proses operasional yang berlangsung secara rutin. Salah satu jenis limbah yang umum dihasilkan adalah sampah organik, terutama sisa tanaman dari kegiatan pemeliharaan kawasan hijau industri. Timbulan tersebut perlu dikelola secara tepat untuk mencegah potensi pencemaran lingkungan. Kewajiban pengelolaan sampah sejak dari sumber telah ditegaskan dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 serta diperkuat melalui

Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012, yang mengharuskan setiap penghasil sampah, termasuk sektor industri, melakukan upaya pengurangan dan penanganan mandiri [1].

Pengomposan merupakan salah satu metode pengolahan sampah organik yang banyak diterapkan karena mampu mengubah bahan organik menjadi produk yang lebih stabil dan bermanfaat sebagai pupuk. Selain mengurangi volume sampah yang dibuang ke lingkungan, pengomposan juga mendukung penerapan prinsip ekonomi sirkular melalui pemanfaatan

kembali hasil olahan. Pengelolaan pengomposan yang dilakukan secara optimal dapat meningkatkan nilai guna limbah organik sekaligus menekan dampak negatif terhadap lingkungan [2].

Secara teknis, proses pengomposan dapat berlangsung dalam kondisi aerobik, anaerobik, maupun kombinasi keduanya. Sistem aerobik memerlukan suplai oksigen yang memadai melalui pembalikan tumpukan atau mekanisme aerasi lainnya untuk mempercepat dekomposisi bahan organik, sedangkan sistem anaerobik berlangsung tanpa keberadaan oksigen dan umumnya memerlukan waktu pengolahan yang lebih lama. Dalam praktiknya, tidak seluruh sistem di lapangan sepenuhnya memenuhi karakteristik salah satu kondisi tersebut, sehingga terbentuk sistem peralihan yang dikenal sebagai semi-aerob [3].

PT Z (nama disamarkan untuk kepentingan nama baik perusahaan) merupakan perusahaan manufaktur yang berlokasi di Surabaya dan menghasilkan sampah organik sisa tanaman dari aktivitas pemeliharaan lingkungan industri. Sampah tersebut dikelola melalui fasilitas pengomposan internal. Namun, sistem yang diterapkan belum sepenuhnya menerapkan prinsip aerasi aktif, sehingga suplai oksigen dalam proses berlangsung secara terbatas dan tidak terkontrol secara optimal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem yang berjalan cenderung bersifat semi-aerob.

Sistem semi-aerob berpotensi menimbulkan permasalahan terkait efektivitas proses dan mutu kompos yang dihasilkan. Keterbatasan aerasi dapat mempengaruhi laju dekomposisi serta tingkat kematangan kompos, sehingga hasil akhir berisiko tidak memenuhi persyaratan mutu. Padahal, kompos yang dimanfaatkan sebagai pupuk harus memenuhi standar kualitas sesuai SNI 19-7030-2004 serta ketentuan teknis pupuk organik sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 Tahun 2011, guna menjamin keamanan dan efektivitas penggunaannya [3], [4].

Berbagai penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada sistem pengomposan aerobik terkontrol dengan pengaturan aerasi aktif dan pembalikan terjadwal pada skala laboratorium maupun komunitas. Evaluasi terhadap sistem pengomposan yang diterapkan secara internal di lingkungan industri manufaktur dengan kontrol proses terbatas masih relatif jarang dilaporkan [5]. Perbedaan karakteristik operasional industri, seperti keterbatasan ruang dan sumber daya, menyebabkan sistem yang diterapkan memiliki dinamika yang berbeda dibandingkan sistem

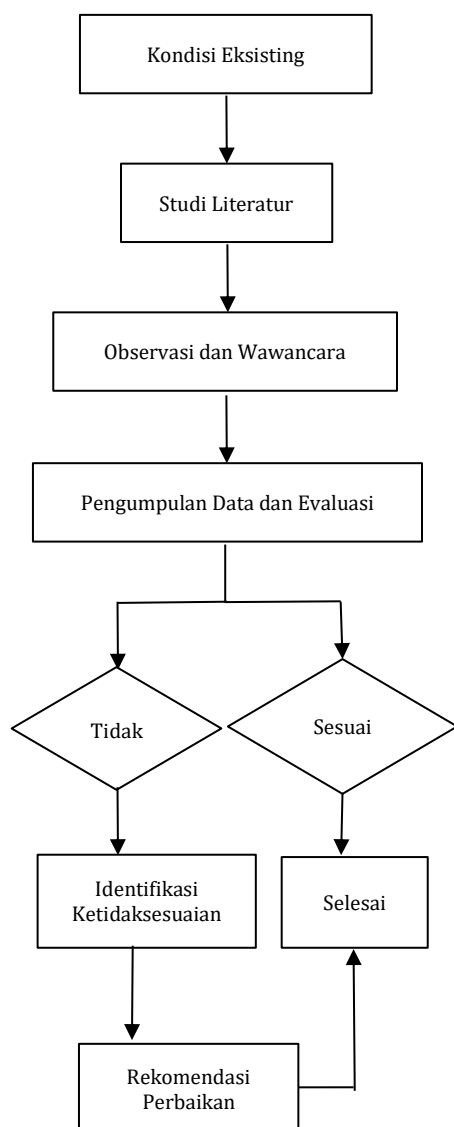
komersial terkontrol. Oleh karena itu, evaluasi terhadap sistem semi-aerob eksisting menjadi penting untuk mengidentifikasi kesenjangan teknis serta merumuskan rekomendasi peningkatan berbasis kondisi lapangan.

Berdasarkan kondisi tersebut, kajian ini dilakukan untuk mengevaluasi sistem pengomposan semi-aerob sampah organik sisa tanaman pada industri manufaktur di Surabaya dengan meninjau kesesuaian proses terhadap konsep teoritis, durasi pengomposan, serta mutu kompos yang dihasilkan berdasarkan standar dan regulasi yang berlaku. Hasil evaluasi diharapkan dapat menjadi dasar perbaikan pengelolaan sampah organik yang lebih efektif dan berkelanjutan di lingkungan industri.

2. METODE PELAKSANAAN

Kajian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif (Gambar 1) dengan pendekatan evaluatif untuk menggambarkan kondisi aktual pengelolaan sampah organik sisa tanaman serta menilai kesesuaian sistem pengomposan yang diterapkan di PT Z. Kegiatan dilaksanakan selama periode magang. Objek pengamatan meliputi sistem pengomposan sampah organik sisa tanaman, mencakup jenis fasilitas yang digunakan, alur proses pengolahan, kondisi bahan baku, serta praktik operasional selama proses pengomposan berlangsung. Selain itu, petugas yang terlibat langsung dalam pengelolaan pengomposan dijadikan sebagai subjek wawancara untuk memperoleh informasi pendukung terkait pelaksanaan, kendala, dan kebijakan pengelolaan sampah organik di perusahaan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses pengomposan serta wawancara semi-terstruktur dengan petugas pengelola kompos. Observasi bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting sistem pengomposan, sedangkan wawancara digunakan untuk memperoleh gambaran pelaksanaan operasional yang tidak dapat diamati secara langsung. Proses evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi pengomposan yang diterapkan terhadap standar dan regulasi yang berlaku, yaitu SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik serta Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 Tahun 2011 terkait pupuk organik. Hasil evaluasi dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan tingkat kesesuaian sistem pengomposan dan menjadi dasar penyusunan rekomendasi perbaikan agar proses pengomposan dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan sesuai ketentuan.



Gambar 1. Skema Metode Kajian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah Organik di PT Z

Berdasarkan hasil observasi, sampah domestik di PT Z dipisahkan menjadi dua jenis utama, yaitu sampah sisa tanaman dan sisa makanan, yang dikelola secara terpisah. Sampah sisa tanaman dari kegiatan pemeliharaan taman dan area hijau diolah melalui fasilitas pengomposan internal menggunakan bak tertutup dan bak terbuka semi permanen (Gambar 2). Proses berlangsung tanpa pembalikan bahan dan tanpa sistem aerasi buatan, dengan penambahan bioaktivator secara berkala. Suplai oksigen hanya terjadi secara alami melalui celah bak dan pori tumpukan bahan.

Sistem tersebut menunjukkan bahwa proses yang diterapkan belum memenuhi

karakteristik pengomposan aerobik terkontrol, melainkan cenderung berlangsung dalam kondisi semi-aerob. Keterbatasan aerasi berpotensi menurunkan aktivitas mikroorganisme aerob yang berperan dominan dalam dekomposisi bahan organik [3]. Meskipun demikian, pemisahan sampah sejak dari sumber telah mencerminkan penerapan prinsip pengurangan sampah sesuai Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008.



Gambar 2. Kondisi Fasilitas Pengomposan di PT Z

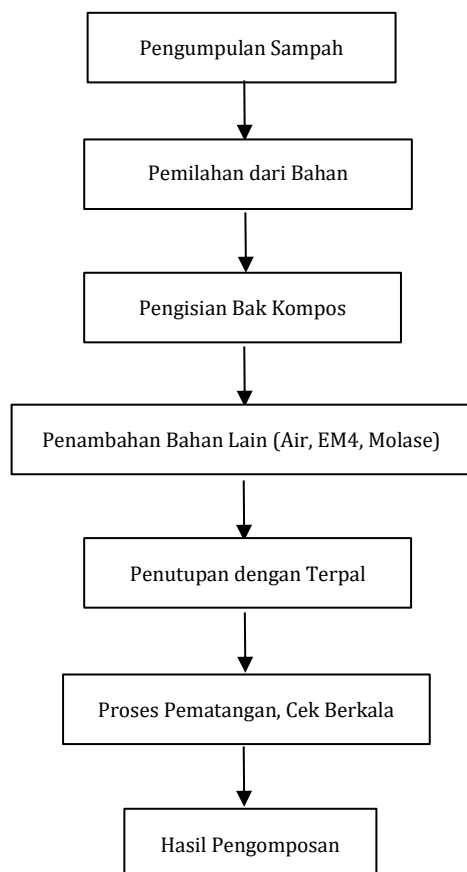
Proses Operasional Pengomposan

Tahapan pengomposan (Gambar 3) dimulai dari pengumpulan bahan, pengisian bak kompos secara bertahap, penambahan bioaktivator (EM4 dan molase), serta tahap pematangan. Bak kompos terbuka memerlukan waktu sekitar satu bulan hingga terisi penuh, kemudian ditutup terpal dan dibiarkan selama ± 30 hari tanpa pembalikan. Tidak dilakukannya pencacahan menyebabkan ukuran bahan relatif besar dan tidak seragam. Kondisi ini menurunkan luas permukaan kontak antara bahan dan mikroorganisme, sehingga memperlambat proses degradasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reduksi ukuran partikel sebelum pengomposan dapat meningkatkan kecepatan dekomposisi serta mempercepat pencapaian suhu termofilik karena peningkatan luas permukaan reaksi [6]. Kondisi ini sejalan dengan hasil pengamatan di lapangan, di mana waktu pengomposan mencapai 40–60 hari, lebih lama dibandingkan sistem aerobik terkontrol yang umumnya dapat mencapai kematangan dalam 14–21 hari [7].

Pemantauan Suhu dan pH

Hasil pemantauan menunjukkan suhu tumpukan berada pada kisaran 32–44°C, sedangkan pH berkisar antara 6,2–7,1 (Tabel 1). Rentang pH tersebut masih berada dalam kisaran yang mendukung aktivitas mikroorganisme pengurai. Namun, suhu tidak mencapai fase termofilik optimal (45–65°C) secara konsisten. Secara teori-tis, fase termofilik berperan penting dalam mempercepat degradasi bahan organik kompleks serta menekan patogen [2],[8]. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa pencapaian suhu termofilik sangat dipengaruhi oleh kecukupan aerasi dan homogenitas bahan dalam tumpukan kompos [7]. Tidak tercapainya

suhu tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas mikroorganisme termofilik belum berkembang optimal. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan aerasi dan ukuran bahan yang besar, yang membatasi transfer oksigen dan akumulasi panas di dalam tumpukan.



Gambar 3. Alur Proses Pengomposan di PT Z

Tabel 1. Hasil Pemantauan Suhu dan pH

Minggu Ke-	Suhu (°C)	pH
1	42	6,2
2	44	6,5
3	38	6,8
4	32	7,1

Karakteristik Kompos yang Dihasilkan

Kompos hasil pengolahan sampah sisa tanaman menunjukkan tingkat kematangan yang belum seragam. Secara visual, masih dijumpai bagian bahan awal yang belum terurai sempurna, dengan variasi warna dari coklat muda hingga coklat gelap serta tekstur yang cenderung kasar pada beberapa bagian. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses dekomposisi belum berlangsung optimal, sehingga karakteristik kompos yang dihasilkan belum sepenuhnya

memenuhi kriteria kompos matang sesuai standar mutu yang berlaku (Tabel 2).

Tabel 2. Perbandingan Kompos Hasil Pengomposan di PT Z dengan Standar Mutu Kompos

Parameter	Hasil Observasi	Sesuai SNI 19-7030-2004
Warna	Coklat muda hingga tua	Coklat gelap kehitaman
Tekstur	Kasar	Halus, seperti tanah
Kualitas kompos	Kurang matang	Matang merata
Ukuran	Fluktuatif / berbeda-beda	Seragam / sama
Waktu Pengomposan	40 - 60 hari	14 -21 hari

Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi lapangan, sistem pengomposan sampah organik sisa tanaman yang diterapkan di PT Z dapat dikategorikan sebagai pengomposan semi-aerob. Hal ini ditunjukkan oleh penggunaan bak kompos yang tidak sepenuhnya kedap udara, namun juga tidak dilengkapi dengan sistem aerasi buatan maupun pembalikan bahan secara berkala. Kondisi tersebut menyebabkan suplai oksigen ke dalam tumpukan kompos berlangsung secara alami dan tidak merata. Pada sistem semi-aerob, keterbatasan oksigen berpengaruh langsung terhadap aktivitas mikroorganisme aerob yang berperan utama dalam proses dekomposisi bahan organik, sehingga laju penguraian menjadi lebih lambat dibandingkan sistem aerobik terkontrol [3].

Karakter semi-aerob tersebut tercermin dari hasil pemantauan suhu selama proses pengomposan, di mana suhu tumpukan kompos berada pada kisaran 32–44°C dan tidak mencapai fase termofilik secara konsisten. Secara teoritis, fase termofilik dengan rentang suhu 45–65°C sangat penting untuk mempercepat degradasi bahan organik, meningkatkan stabilitas kompos, serta menekan keberadaan patogen [2]. Suhu yang relatif fluktuatif dan cenderung mendekati suhu lingkungan menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme belum berlangsung secara optimal, yang mengindikasikan rendahnya efisiensi proses akibat keterbatasan aerasi di dalam tumpukan kompos.

Selain faktor aerasi, tidak dilakukannya pencacahan bahan sisa tanaman turut berkontribusi terhadap lamanya waktu pengomposan di PT Z. Ukuran bahan yang besar dan tidak seragam menyebabkan luas permukaan kontak antara bahan organik dan mikroorganisme menjadi terbatas, sehingga proses degradasi berlangsung lebih lambat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pencacahan bahan organik sebelum pengomposan dapat mempercepat waktu dekomposisi hingga 30–50% dibandingkan bahan yang dibiarkan utuh [9]. Kondisi ini sejalan dengan hasil pengamatan di lapangan, di mana waktu pengomposan mencapai 40–60 hari, lebih lama dibandingkan waktu ideal pengomposan aerobik terkontrol yang umumnya berkisar antara 14–21 hari.

Dampak dari keterbatasan aerasi dan tidak optimalnya ukuran bahan juga tercermin pada mutu kompos yang dihasilkan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kompos masih memiliki tingkat kematangan yang tidak seragam, dengan tekstur yang relatif kasar dan sebagian bahan awal belum terurai sempurna. Kondisi ini belum sepenuhnya memenuhi kriteria kompos matang sebagaimana tercantum dalam SNI 19-7030-2004, khususnya terkait keseragaman pelapukan dan karakteristik fisik kompos. Selain itu, ketidakterkenalan parameter proses juga menunjukkan belum diterapkannya prinsip pengelolaan lingkungan berbasis sistem sebagaimana ditekankan dalam ISO 14001:2015 [10]. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian sistem melalui pencacahan bahan, pembalikan tumpukan, serta pengendalian parameter proses secara lebih terstruktur agar pengomposan dapat berlangsung lebih efisien dan menghasilkan kompos yang stabil serta sesuai standar mutu [7].

4. PENUTUP

Kegiatan evaluasi pengelolaan sampah organik sisa tanaman melalui pengomposan di PT Z menunjukkan bahwa sistem yang diterapkan masih bersifat semi-aerob dan belum berjalan secara optimal. Hal ini ditunjukkan oleh durasi pengomposan yang lebih lama dari waktu ideal serta mutu kompos yang belum seragam akibat keterbatasan aerasi dan tidak dilakukannya pencacahan bahan sebelum proses pengomposan. Temuan ini menjadi luaran utama kegiatan yang memberikan gambaran nyata kondisi pengelolaan sampah organik di lingkungan industri serta potensi perbaikannya. Ke depan, hasil kegiatan ini diharapkan dapat mendorong penerapan sistem pengomposan yang lebih terkontrol melalui penyesuaian proses sesuai standar, sehingga pengelolaan sampah organik dapat berjalan lebih efektif, berkelanjutan, dan memberikan manfaat optimal bagi lingkungan industri.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Z sebagai mitra industri yang telah

memberikan izin serta bantuan selama pelaksanaan penelitian di sana. Apresiasi juga patut disampaikan kepada seluruh pihak PT Z yang terlibat dan berkontribusi melalui penyediaan informasi dan pendampingan selama kegiatan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Republik Indonesia, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, Jakarta, 2008.
- [2]. M. P. Bernal, J. A. Alburquerque, and R. Moral, "Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review," *Bioresource Technology*, vol. 305, pp. 122–129, 2020.
- [3]. S. K. Awasthi, S. Sarsaiya, A. Kumar, C. Zhang, S. Pandey, and Z. Li, "Changes in global trends in food waste composting: Research challenges and opportunities," *Bioresource Technology*, vol. 299, pp. 122–138, 2021.
- [4]. Badan Standardisasi Nasional, SNI 19-7030-2004: Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik, Jakarta: BSN, 2004.
- [5]. Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 Tahun 2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah, Jakarta, 2011.
- [6]. Awasthi, M. K., Pandey, A. K., Khan, J., Bundela, P. S., Wong, J. W. C., & Selvam, A. (2014). *Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting*. *Bioresource Technology*, 168, 214–221.
- [7]. L. Zhang, Y. Sun, J. Tian, and X. Chen, "Effects of particle size and turning frequency on composting performance and maturity," *Waste Management*, vol. 138, pp. 210–219, 2022.
- [8]. R. Li, X. Wang, Y. Chen, and Z. Zhang, "Improving aerobic composting efficiency and compost quality through process control strategies," *Journal of Environmental Management*, vol. 325, pp. 116–124, 2023.
- [9]. J. E. López, D. Zapata, & J. F. Saldarriaga, "Evaluation of different composting systems on an industrial scale as a contribution to the circular economy and its impact on human health," *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 73, no. 9, pp. 679–694, 2023.
- [10]. International Organization for Standardization, ISO 14001:2015 *Environmental Management Systems-Requirements with Guidance for Use*, Geneva: ISO, 2015.

Ruang kosong ini untuk menggenapi jumlah halaman sehingga jika dicetak dalam bentuk buku, setiap judul baru akan menempati halaman sisi kanan buku.