JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN
JURNAL DAN APLIKASI TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN

ISSN 1829-9407 (Print)
ISSN 2581-0898 (Online)

Volume 19, No. 1, Januari 2022 ; Page: 121-128 *DOI: https://doi.org/10.31964/jkl.v19i1.468*

STUDI KOMPARASI METODE PENGOMPOSAN SECARA WINDROW, BATA BERONGGA DAN VERMIKOMPOSTING

Nailul Afifah, Shinfi Wazna Auvaria, Sulistiya Nengse, Teguh Taruna Utama, Yusrianti
Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
Jl. Ahmad Yani No. 117, Surabaya 60237, Indonesia
E-mail: nailulafifah11@gmail.com

Article Info

Article history:

Received January 19, 2022
Revised January 28, 2022
Accepted January 31, 2022

Keywords:

Windrow
brick bin composting
vermicomposting
compost

ABSTRACT

Comparative Study of Composting Methods by Windrow, Hollow Brick, and Vermicomposting*. Composting is a method of processing organic waste using the help of microorganisms to produce compost products. Compost quality must comply with SNI 19-7030-2004 so that it is safe to use for soil. The composting process can occur aerobically or anaerobically. Aerobic composting is composting with the help of aerobic microorganisms in sufficient oxygen conditions. While anaerobic composting is composting using the help of anaerobic microorganisms in conditions without oxygen. Windrow composting, brick bin composting, and vermicomposting are types of aerobic composting that are suitable for MRF (TPST) scale. Comparison test was conducted to determine the best composting method for TPST Banjarbendo. The comparisons made include parameters of pH, temperature, C-organic, N-total, C/N ratio, and the percentage of organic waste reduction. The composting method was chosen based on the results of the tests carried out on the compost product from the three composting methods.The best composting method is hollow brick composting which has a temperature of 27°C, C-organic 10.21, N-total 0.87, C/N ratio 11.74, and percentage reduction is 65,2%.*

This is an open access article under the CC BY-SA license.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan sisa buangan yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat sehari-hari. Menurut data kementerian Lingkungan Hidup (2016), Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk mencapai 270,20 juta jiwa menghasilkan timbulan sebesar 66 juta ton/tahun dengan komposisi sampah paling besar adalah sampah organik sebesar 57%. Pemerintah mengupayakan reduksi sampah dengan membangun fasilitas pengelolaan dan pengolahan sampah yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Fasilitas tersebut diantaranya Tempat Penampungan Sementara atau depo sampah, Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R, Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST), bank sampah, rumah kompos, dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Sampah organik merupakan sampah jenis mudah membusuk seperti sisa makanan yang berpotensi menyebabkan bau dan sarang berkembangbiaknya vektor penyakit. Sampah organik yang tidak diolah dengan baik juga akan menghasilkan gas methan yang berpotensi menghasilkan gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan suhu bumi. Pengolahan sampah organik dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode diantaranya dengan biodigester, insinerator, pengomposan, larva *Black Soldier Fly*, ataupun diolah menjadi briket. Pengomposan merupakan salah satu metode pengolahan sampah organik yang banyak dilakukan oleh masyarakat. Pengomposan dapat dilakukan secara aerobik (cukup oksigen) ataupun anaerobik (tanpa oksigen)(1).

Pengomposan aerobik memiliki kelebihan diantaranya bau yang dihasilkan lebih sedikit, mudah dalam pengoperasian, dan kompos yang lebih stabil. Sedangkan pengomposan anaerobik memiliki kelebihan waktu pengomposan yang lebih singkat serta menghasilkan

99% gas methan dan karbondioksida yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari rumah tangga, namun dalam pengomposan ini panas yang dihasilkan cukup tinggi dan membutuhkan biaya yang cukup besar sehingga tidak disarankan untuk kegiatan pengolahan sampah organik domestik melainkan sampah organik dari sumber pertanian dan peternakan[2].

Pengomposan aerobik merupakan pengomposan yang cocok untuk digunakan dalam skala TPST karena pengoperasian yang mudah dan tidak menimbulkan bau yang menyengat. Contoh pengomposan aerob diantaranya pengomposan metode windrow, bata berongga, dan vermikomposting. Pengomposan windrow merupakan pengomposan dengan menumpuk sampah organik diatas aerator berbentuk segitiga. Pengomposan windrows menghasilkan kompos yang aman, stabil, dan kaya nutrisi, yang meminimalkan dampak lingkungan negatif daripada pengomposan secara tradisional. Bentuk penampang windrow bervariasi dari persegi panjang ke trapesium hingga segitiga, sangat tergantung pada karakteristik bahan pengomposan dan peralatan yang digunakan untuk pembalikan. Pengomposan windrow relatif murah karena aerasi massa pengomposan dicapai dengan menggunakan peralatan mekanis. Pembalikan secara periodik digunakan untuk mengontrol suhu. Terdapat tiga faktor kunci untuk menentukan dimensi windrow, yaitu, (1) persyaratan aerasi, (2) pemanfaatan luas lahan yang efisien, dan (3) kekuatan struktural dan ukuran partikel bahan baku[3].

Pengomposan bata berongga merupakan pengomposan sampah organik pada boks bata yang disusun secara zigzag dengan volume tertentu. Kebutuhan oksigen bagi tumpukan didapatkan dari lubang pada boks bata dan/atau dari pipa berlubang yang dihubungkan dengan blower. Vermikomposting merupakan proses pengomposan dengan menggunakan bantuan cacing tanah. Cacing yang digunakan untuk penelitian ini adalah cacing jenis *Lumbricus rubellus*. Cacing *lumbricus rubellus* merupakan jenis cacing yang cukup sering digunakan untuk vermikomposting karena memiliki kemampuan untuk mendegradasi sampah organik yang tinggi yaitu sama dengan berat tubuh cacing itu sendiri[4]. Vermikomposting merupakan biodegradasi bahan organik non-termofilik dengan bantuan cacing tanah dan mikroorganisme. Cacing tanah menguraikan bahan organik dan mengubah status fisik, kimia dan biologinya dan secara bertahap mengurangi rasio C:N-nya. Ini meningkatkan luas permukaan bahan organik sehingga mudah untuk didekomposisi oleh mikroorganisme. Proses vermikomposting lebih cepat dari proses pengomposan biasa karena bahan melewati usus cacing tanah yang membuat proses lebih cepat. Produk kascing (kotoran cacing) kaya akan zat baik untuk pertumbuhan tanaman, aktivitas mikroba dan anti hama juga[5]. Penelitian ini membandingkan ketiga metode pengomposan tersebut untuk mengetahui jenis pengomposan yang paling sesuai digunakan di TPST Banjarbendo.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian analitik bersifat observasional dengan desain *case* Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Kota Surabaya pada lokasi geografis 7°26’51.22”S 112°41’17.33”T. Sampah organik sebagai bahan pengomposan didapatkan berasal dari TPST Banjarbendo Sidoarjo. TPST ini terletak di Jl. Suko Wetan, Benda, Suko, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

Untuk mendapatkan banyaknya sampah organik untuk tiap komposter digunakan dari perhitungan volume sampah yang dikomposkan dikali dengan densitas sampah di TPST Banjarbendo. Densitas didapatkan dari hasil sampling selama 8 hari di TPST Banjarbendo. Berat sampah yang dikomposkan untuk tiap komposter berbeda tergantung pada hasil perhitungan volume sampah untuk tiap komposter. Berat sampah organik untuk metode windrow dihitung berdasarkan kriteria desain pada buku Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat[6]. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan dimensi pengomposan windrow yaitu memiliki lebar tumpukan antara 2,5 meter hingga 3,5 meter, tinggi tumpukan sampah organik ≤ 1,75 meter, dan lebar aerator 60 cm hingga 90 cm. Berat sampah yang dikomposkan dengan metode windrow didapatkan dari perhitungan volume sampah untuk

metode windrow dikali dengan densitas sampah TPST Banjarbendo cara volume tumpukan sampah organik dikurangi dengan volume aerator segitiga. Penampang tumpukan windrow yang dipilih berbentuk trapesium karena lebih stabil.

Pengomposan bata berongga dilakukan dengan mempersiapkan boks bata yang ditata zigzag dengan volume tertentu. Berat sampah organik yang akan dikomposkan di dalam reaktor pengomposan bata berongga didapatkan dari hasil kali volume sampah dengan densitas sampah TPST Banjarbendo. Volume sampah didapatkan dari perkalian panjang, lebar, dan tinggi sisi dalam dari reaktor pengomposan bata berongga. Vermikomposting merupakan proses pengolahan sampah organik yang melibatkan cacing tanah untuk mendegradasi sampah. Cacing tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah cacing *Lumbricus rubellus*. Cacing tanah yang digunakan sebanyak 600 gram untuk 10 kg sampah.

Kualitas kompos yang diuji meliputi pH, suhu, persentase C-organik, persentase N-total, dan persentase reduksi sampah organik tiap komposter. Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan alat *soil analyzer*. Pengukuran suhu kompos dilakukan dengan menggunakan alat termometer digital model tusuk TP101. Persentase C-organik dan N-toal diuji di Laboratorium Angler Biochemlab. Persentase C-organik diuji menggunakan metode titrimetri sedangkan persentase N-total diuji menggunakan metode kjeldahl. Pehitungan persentase sampah yang tereduksi diketahui dari hasil perhitungan berat sampah yang berkurang selama proses pengomposan dibagi dengan banyaknya sampah yang dikomposkan. menggunakan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sampah organik yang dikomposkan pada penelitian ini berasal dari TPST Banjarbendo Sidoarjo. Sampling sampah dilakukan di TPST tersebut selama 8 hari untuk mengetahui timbulan, komposisi, dan sampah disana. Timbulan merupakan banyaknya sampah yang masuk ke TPST dalam sehari. Volume timbulan sampah di TPST Banjarbendo dengan jumlah penduduk terlayani sebanyak 45.877 jiwa adalah 2,312 L/jiwa/hari, sedangkan berat timbulan sampah perharinya mencapai 0,3545 kg/jiwa/hari. Sehingga total timbulan sampah perhari yang masuk ke TPST Banjarbendo sebanyak 16.265,47 kg/hari.

Densitas sampah diukur menggunakan kotak densitas berukuran 0,2 m × 0,2 m × 1 m. Densitas sampah didapatkan dari hasil sampling selama 8 hari berturut-turut kemudian dihitung rata-rata densitas sampah dari 8 hari sampling. Rata-rata densitas sampah TPST Banjarbendo sebesar 153,33 kg/m^3. Komposisi sampah merupakan banyaknya sampah tiap komposisi dari 100 kg sampah yang diambil. Berdasarkan hasil sampling yang dilakukan, komposisi sampah paling banyak di TPST Banjarbendo adalah sampah jenis organik. Tabel 1 berisi data persentase komposisi sampah di TPST Banjarbendo berdasarkan hasil sampling selama 8 hari.

Tabel 1. Komposisi Sampah Pada Lokasi Penelitian

Jenis Sampah	Organik	Plastik	Diaper	Kertas	Logam	Kain	Kayu	Karet	Kaca	lainnya
Berat Sampah per 100 kg	63,29	6,59	7,68	8,17	2,83	3,93	2,51	0,89	3,73	0,67
% komposisi	63%	7%	8%	8%	3%	4%	2%	1%	4%	1%

Berat sampah organik yang dikomposkan untuk tiap komposter berbeda-beda. Berat sampah didapatkan dari hasil kali volume sampah hasil perhitungan dengan densitas sampah lokasi pengambilan sampah. Besaran penyusutan sampah organik dari tiap metode komposting didapatkan dari hasil bagi antara banyaknya sampah yang hilang selama proses komposting dengan banyaknya sampah organik yang dikomposkan untuk tiap metode

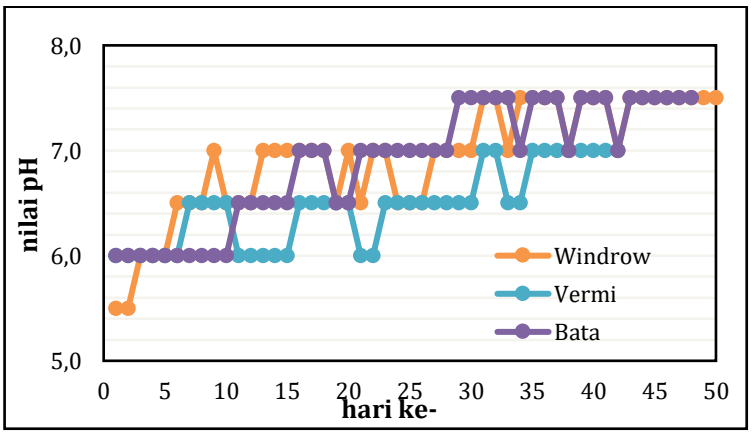
pengomposan. Banyaknya sampah tiap metode pengomposan berbeda karena menyesuaikan dengan volume reaktor pengomposan.

Tabel 2. Banyaknya Berat dan Penyusutan Kompos

Jenis Komposter	Banyak Bahan Pengomposan (kg)	Banyak Hasil Komposting (kg)	Banyaknya sampah yang hilang (%)
Windrow	230,76	148,76	64,5
Bata berongga	230	150	65,2
Vermikomposting	10	6,7	67

Tabel 2 menunjukkan berat awal sampah organik yang dikomposkan, berat akhir setelah pengomposan, dan persentase reduksi sampah yang dikomposkan tiap komposter. Persentase penyusutan sampah organik paling besar diantara ketiga metode pengomposan adalah metode vermikomposting dengan penyusutan sebesar 67%. Berdasarkan penelitian Marlina, dkk. penyusutan kompos dengan menggunakan metode pengomposan vermikomposting adalah 52,35% hingga 60,50%[7],.

Perubahan pH yang terjadi selama proses pengomposan menandakan adanya aktivitas bakteri mesofilik yang sedang mendegradasi sampah organik. Aktivitas tersebut menghasilkan asam organik yang berdampak pada perubahan pH. Nilai pH kompos akan mendekati pH tanah saat proses pengomposan hampir selesai. Nilai minimum pH yang diperbolehkan untuk kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 adalah 6,8 sedangkan untuk nilai maksimum yang diperbolehkan untuk kompos adalah 7,49.



Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 1. Grafik pH Tiap Komposter

Gambar 2 menunjukkan grafik perubahan suhu pada setiap komposter. Pada pengomposan windrow dan bata berongga suhu cenderung naik secara konstan seiring dengan kenaikan aktivitas mikroorganisme.

Kenaikan suhu disebabkan adanya tahap termofilik yang terutama dipengaruhi oleh tingkat aktivitas mikroba yang menyebabkan perubahan signifikan pada sifat kimia kompos yang juga memungkinkan terjadinya dekomposisi hemiselulosa, selulosa dan lignin. Selain itu, perubahan suhu kompos juga dipengaruhi oleh frekuensi pembalikan yang dapat mempengaruhi suplai oksigen ke media kompos. Setelah aktivitas mikroorganisme selesai, suhu kompos terus menurun. Penurunan suhu menunjukkan bahwa aktivitas mikroba mulai melambat karena rendahnya jumlah bahan organik yang tersedia. Oleh karena itu aktivitas mikroba berhenti dan mencapai tahap pendinginan[9].

Kompos adalah bahan organik yang telah didekomposisi dan didaur ulang sebagai pupuk. Proses dekomposisi dibantu dengan memotong sampah organik, menambahkan air dan memastikan aerasi yang tepat dengan membalik kompos secara teratur. Di bawah

kondisi aerobik dan anaerobik, penguraian bahan organik dianggap sebagai pengolahan biologis yang hemat biaya dan metode stabilisasi untuk sampah. Lebih banyak C-organik, nitrogen total, dan mineral terakumulasi di tanah yang ditambahkan kompos. Kandungan C-organik kompos tidak hanya mempengaruhi kesuburan tanah, tetapi juga berpengaruh pada pelepasan atau pengikatan CO_2 dari atmosfer sehingga dapat mempengaruhi keseimbangan karbon pada tanah[10].

Kandungan karbon pada tanah digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme untuk mendekomposisi sampah organik menjadi kompos. Semakin lama waktu pengomposan makan kandungan karbon dalam kompos akan semakin kecil[11]. Nilai minimum kandungan C-organik dalam kompos menurut SNI 19-7030-2004 adalah 9,8% sedangkan untuk nilai maksimum kandungan karbon organik dalam kompos adalah 32%.

Tabel 3. Nilai C-organik tiap komposter

Jenis Komposter	Windrow	Bata Berongga	Vermikomposting
C-organik (%)	7,09	10,21	6,87

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai C-organik paling tinggi adalah nilai C-organik untuk pengomposan menggunakan boks bata berongga. Nilai C-organik untuk pengomposan windrow dan vermikomposting tidak memenuhi nilai minimum kandungan C-organik kompos sesuai SNI 19-7030-2004 dikarenakan untuk bahan pengomposan metode windrow dan vermikomposting menggunakan sampah organik yang didominasi sampah organik rumah tangga dan sisa tanaman hijau yang memiliki rasio C/N 10-16[12].

Kandungan nitrogen dalam proses pengomposan berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi mikroorganisme untuk membangun sel-sel tubuhnya. Selain sebagai nutrisi utama bagi semua organisme hidup, kandungan nitrogen (N) dalam tanah penting untuk nutrisi tanaman dan kesuburan tanah karena mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dan ketersediaan nutrisi. Kandungan N-total dari lapisan tanah paling atas pertanian berkisar antara 0,6 hingga 5 $g.kg^{-1}$, meskipun dapat mencapai sebanyak 25 $g.kg^{-1}$ di tanah gambut. Kandungan N total merupakan salah satu parameter yang menggambarkan kesuburan tanah pada ekosistem pertanian[13].Berdasarkan SNI 19-7030-2004 untuk kandungan nitrogen dalam kompos yang diperbolehkan adalah 0,04% per berat kering kompos.

Tabel 4. Nilai N-total tiap komposter

Jenis Komposter	Windrow	Bata Berongga	Vermikomposting
N-total (%)	1,42	0,87	1,29

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa nilai N-total untuk ketiga metode pengomposan melebihi kandungan nitrogen yang diperbolehkan menurut SNI 19-7030-2004. Nilai N-total dalam kompos yang dibawah nilai minimum SNI 19-7030-2004 dikarenakan proses volatilisasi dimana kandungan nitrogen banyak bereaksi dengan senyawa hidrogen sehingga membentuk NH_3. Volatilisasi dapat disebabkan oleh kondisi angin kuat dan suhu tinggi pada saat proses pengomposan[12].

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa untuk parameter suhu, kompos yang dihasilkan untuk ketiga metode memenuhi suhu yang ditentukan berdasarkan SNI 19-7030-2004. Suhu untuk pengomposan metode windrow, bata berongga,

dan vermikomposting berturut-turut adalah 27,0°C, 27,2°C, dan 26,5°C. Untuk parameter pH untuk metode pengomposan windrow dan bata berongga belum memenuhi persayaratan berdasarkan SNI 19-7030-2004 dengan nilai pH untuk kedua pengomposan sebesar 7,5. Sedangkan untuk nilai pH vermikomposting sebesar 7 telah memenuhi SNI 19-7030-2004. Kandungan C- organik dan N-total hasil pengomposan dibagi untuk mendapatkan nilai rasio C/N. Nilai rasio C/N yang memenuhi SNI 19-7030-2004 adalah pengomposan bata berongga sebesar 11,74. Untuk pengomposan windrow dan vermikomposting belum memenuhi nilai minimum rasio C/N untuk kompos. Sehingga metode pengomposan yang dipilih untuk TPST Banjarbendo adalah pengomposan bata berongga.

KEPUSTAKAAN

1. Dini YM, Zumroturida AA, Nurhalisa SS, Saputra BH. Pengelolaan Limbah Domestik Rumah Tangga Menjadi Biokomposter Mikroorganisme Dengan Metode Aerob-Anaerob. J Pengendali Pencemaran Lingkung JPPL. 10 April 2020;2(1):1–7.
2. Darmasetiawan M. Daur Ulang Sampah dan Pembuatan Kompos. Jakarta Selatan: Ekamitra Engineering; 2004.
3. Aziz SQ, Omar IA, Mustafa JS. Design And Study For Composting Process Site. Int J Eng Invent. September 2018;7(9):09–18.
4. Kartini NL. Pengaruh Cacing Tanah dan Jenis Media Terhadap Kualitas Pupuk Organik. Pastura. 2018;8(1):49.
5. Thakur A, Kumar A, Kumar CV, Kiran BS, Kumar S, Athokpan V. A Review On Vermicomposting: By-Products And Its Importance. Plant Cell Biotechnol Mol Biol. Maret 2021;22(11–12):156–64.
6. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Petujuk Teknis TPS 3R (Tempat Pengolahan Sampah 3R). Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; 2017.
7. Marlina ET, Kurnani TbBA, Hidayati YA, Badruzzaman DZ. Penyusutan dan Penurunan Nisbah C/N pada Vermicomposting Campuran Feses Sapi Perah dan Jerami Padi menggunakan Eisenia fetida. J Ilmu Ternak. Desember 2017;17(2):114–9.
8. Wurff AWG van der, Fuchs J G, Raviv M, Termorshuizen AJ. Handbook for composting and compost use in organic horticulture [Internet]. 2016. Tersedia pada: https://doi.org/10.18174/375218
9. Zakarya IA, Khalib SNB, Mohd Ramzi N. Effect of pH, temperature and moisture content during composting of rice straw burning at different temperature with food waste and effective microorganisms. Mohamed Noor N, Azhari AW, editor. E3S Web Conf. 2018;34:02019.
10. Syahid A, Sudiarso, Prasetya B, Aini LQ. Physical and chemical characteristics during composting on different types of compost materials. EurAsian J Biosci. 31 Desember 2020;14(2):7921–8.
11. Trivana L, Pradana AY. Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator PROMI dan Orgadec. J Sain Vet JSV. Juni 2017;35(1).
12. Simanungkalit RDM, Suriadikarta DA, Saraswati R, Setyorini D, Hartatik W, Anwar EK. Pupuk organik dan pupuk hayati Organic fertilizer and biofertilizer. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian; 2006.
13. Wierzbowska J, Sienkiewicz S, Załuski D. Nitrogen Fractions in Soil Fertilized with Waste

Organic Materials. Agronomy. 25 Juli 2021;11(8):1474.