

Analisis Komposisi Sampah Sebagai Dasar Pemilihan Metode Pengelolaan Sampah pada Green Building

Ananda Cinta Laura
UPN “Veteran” Jawa Timur

Restu Hikmah Ayu Murti
UPN “Veteran” Jawa Timur
Korespondensi penulis: restu.hikmah.tl@upnjatim.ac.id

Alamat: Jl. Rungkut Madya No.1 60294 Surabaya Jawa Timur

Abstract. *The waste piles in the landfill pose a higher environmental hazard compared to the waste at its source due to the potential formation of leachate and air emissions. Consequently, waste management from the source is essential to minimize the amount of waste in the landfill. The waste management methods at each location typically vary based on the composition, characteristics, and quantity of waste present in that specific area. In this study, an analysis of waste piles at facility X was conducted through the process of sorting and weighing the waste during October 2023, with the objective of providing research findings that can be utilized to determine suitable waste management options for the location. The research revealed that the dominating composition of the waste consists of organic waste, with garden waste accounting for 55.95% and food residue comprising 10.75%. Composting was selected as the recommended alternative for waste treatment in the area. Garden waste, primarily composed of dry leaves, is suggested to be treated using the pile composting method, while food residue is suggested to be treated through a combination of Black Soldier Fly larvae biotechnology and Takakura composting.*

Keywords: *Green Building, Waste Composition, Waste Management, Composting, Organic Waste*

Abstrak. Timbunan sampah di TPA memiliki potensi bahaya yang lebih tinggi bagi lingkungan dibandingkan dengan timbunan sampah di sumber karena dapat membentuk lindi serta emisi udara. Dengan demikian, diperlukan pengelolaan sampah dari sumber untuk meminimalkan jumlah sampah di TPA. Metode pengelolaan sampah dari sumber pada setiap tempat normalnya berbeda-beda didasari oleh komposisi, karakteristik, dan jumlah sampah yang ada di lokasi tersebut. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis timbunan sampah di balai x melalui proses pemilahan dan penimbangan sampah selama bulan Oktober 2023 dengan tujuan agar hasil penelitian dapat digunakan untuk menentukan opsi pengelolaan yang tepat bagi lokasi tersebut. Penelitian menunjukkan hasil komposisi sampah yang mendominasi yaitu sampah organik dengan persentase 55,95% sampah kebun dan 10,75% sampah sisa makanan. Oleh karena ini, pengomposan dipilih sebagai rekomendasi pengelolaan sampah pada wilayah tersebut. Sampah kebun yang sebagian besar berupa daun kering disarankan untuk dikelola menggunakan metode *pile composting*, sedangkan sisa makanan direkomendasikan untuk dikelola menggunakan kombinasi bioteknologi larva BSF dan pengomposan takakura.

Kata kunci: Bangunan Hijau, Komposisi Sampah, Pengelolaan Sampah, Pengomposan, Sampah Organik

LATAR BELAKANG

Dewasa ini, peningkatan volume limbah padat (sampah) terus terjadi seiring dengan pertumbuhan sektor industri dan konsumsi global. Fenomena ini memberikan tantangan serius dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan kesehatan manusia. Manajemen sampah yang tidak efektif dapat menimbulkan berbagai permasalahan, termasuk ancaman terhadap kesehatan masyarakat karena sampah merupakan tempat berkembangnya vektor penyakit. Faktanya, masyarakat telah menyadari bahaya dari sampah yang tidak terkelola. Namun, solusi

yang selama ini diterapkan oleh sebagian besar masyarakat adalah memindahkan sampah menuju Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), sedangkan sampah yang menumpuk di TPA memiliki potensi risiko lingkungan yang lebih tinggi karena akumulasi sampah tersebut dapat membentuk lindi yang mengganggu kualitas tanah dan air di sekitarnya serta menimbulkan emisi dari proses pembusukan anaerobik sampah organiknya. (Hartini & Yulianto, 2018)(Ayu Hanifa Muarif et al., 2022)

Solusi yang lebih holistik dan efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu melakukan pengelolaan sampah dari sumbernya masing-masing. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip-prinsip yang tertuang dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Hijau. Peraturan ini mendorong penerapan konsep bangunan hijau pada proyek pembangunan baru maupun yang sudah ada, dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan (Fasya, 2023), di antaranya manajemen limbah padat. Dalam peraturan tersebut, Kementerian PUPR menjadikan pengelolaan sampah secara mandiri sebagai salah satu indikator penilaian guna mendukung infrastruktur yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Kementerian PUPR, 2021).

Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi pengelolaan limbah padat telah banyak dikembangkan. Setiap teknologi mampu mengatasi jenis sampah tertentu dengan kelebihan, kekurangan, dan hasil pengolahan yang berbeda-beda. Sebagai contoh, teknologi biodigester dapat mereduksi *biowaste* dengan luaran berupa biogas yang dapat digunakan sebagai sumber energi, namun membutuhkan investasi modal yang cukup besar serta kurang cocok diaplikasikan pada sumber sampah dalam skala kecil. Di sisi lain, limbah anorganik tidak dapat diolah menggunakan teknologi ini. Dengan demikian, pemilihan teknologi menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan agar teknologi dapat tepat guna sesuai dengan kondisi timbulan sampah pada masing-masing lokasi *green building*.

KAJIAN TEORITIS

Pendekatan timbulan, komposisi, serta karakteristik sampah dapat dijadikan fondasi kritis untuk menentukan teknologi yang paling sesuai. Diversitas jenis limbah yang dihasilkan oleh masyarakat dan industri, mulai dari limbah organik, plastik, kertas, logam, hingga limbah B3, menunjukkan kompleksitas dalam menangani tantangan pengelolaan limbah secara efisien dan berkelanjutan. Analisis komposisi sampah bermanfaat dalam menentukan prioritas jenis limbah yang perlu dikelola. Sampah dengan proporsi komposisi paling tinggi merupakan sampah yang paling memerlukan perhatian utama dalam strategi pengelolaan limbah.

Setelah diketahui jenis sampahnya, perlu dilakukan pendekatan karakteristik jenis sampah yang akan dikelola tersebut. Mulai dari sifat kimia, fisika, dan biologisnya, Informasi ini krusial untuk mengevaluasi potensi daur ulang, mengidentifikasi risiko pencemaran, dan memastikan bahwa solusi pengelolaan yang diterapkan akan tepat guna. Sebagai contoh, jika komposisi sampah didominasi oleh bahan organik berupa *green waste*, pendekatan seperti metode pengomposan dapat dianggap sebagai solusi yang efektif karena sifat dari limbah padat tersebut mudah didegradasi oleh makro maupun mikroorganisme. Sebaliknya, apabila sampah didominasi oleh plastik, opsi seperti teknologi termal atau proses daur ulang plastik akan lebih tepat untuk dipilih karena sifat dari sampah tersebut lebih sulit untuk diurai menggunakan bantuan makhluk hidup.

Selain mempertimbangkan dominasi komposisi dan karakteristik sampah, analisis kuantitatif terhadap jumlah komposisi sampah juga menjadi esensial. Setiap teknologi pengelolaan limbah memiliki kapasitas efisiensi yang bervariasi. Sebagai contoh, metode pengomposan takakura lebih sesuai untuk skala kecil seperti sampah domestik pribadi, dan kurang cocok untuk mengompos sampah daun kering dari kebun dalam skala besar. Oleh karena itu, strategi pengelolaan limbah sebaiknya disusun berdasarkan pertimbangan komposisi, karakteristik, dan jumlah limbah yang ada di lokasi tersebut. Diversitas komposisi dan jumlah limbah pada setiap sumber tergantung pada aktivitas yang terjadi di lokasi tersebut. Dengan demikian, pengelolaan sampah pada setiap sumber sampah tidak selalu sama.

Area perkantoran merupakan salah satu sumber terbentuknya timbulan sampah. Sampah yang umumnya terbentuk pada kegiatan perkantoran diantaranya kertas dan botol tinta. Namun, tidak menutup kemungkinan terdapat jenis sampah lain selain dari kegiatan perkantoran pada area tersebut. Dalam konteks penelitian ini, dilakukan analisis komposisi sampah di salah satu balai (balai x) yang menyediakan layanan sertifikasi, pengkajian, pengujian, dan inspeksi pada bidang tertentu. Tujuan dari analisis komposisi sampah ini adalah untuk memberikan rekomendasi pengelolaan limbah yang sesuai dengan komposisi, karakteristik, serta jumlah sampah yang dihasilkan guna membantu mengoptimalkan konsep *green building* pada area perkantoran tersebut.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis timbulan dan komposisi sampah melalui proses observasi langsung dengan melakukan pemilahan kemudian penimbangan sampah menggunakan timbangan duduk digital. Proses pengumpulan sampah dilakukan oleh *office boy* pada pukul 07.00 wib – 15.00 wib. Setelah itu, sampah akan dipilah oleh pegawai yang

bertugas. Adapun dalam proses pemilahan, sampah balai dikategorikan menjadi 10 jenis yaitu sampah organik kebun, sampah organik sisa makanan, kertas, kardus, logam, plastik kresek, plastik botol, kaca, b3, dan residu. Pengklasifikasian tersebut disesuaikan dengan kemungkinan pengelolaan sampah. Proses pengambilan data penelitian ini dilakukan oleh mahasiswa melalui penghimpunan data pemilahan sampah selama bulan Oktober 2023. Adapun pengumpulan rekomendasi pengelolaan sampah dilakukan melalui proses *review* artikel ilmiah terkait. Proses pencarian artikel dilakukan melalui aplikasi *publish or Perish 8* dengan *data base google scholar* pada bulan Desember 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Sampah

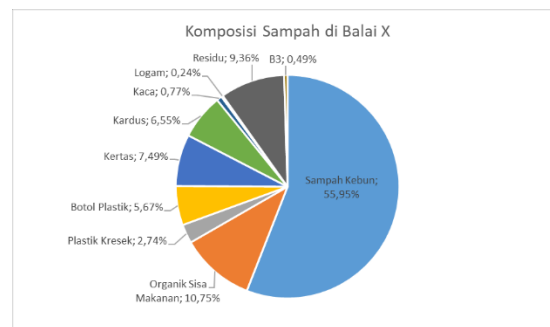
Data timbulan serta komposisi sampah memegang peranan penting dalam pemilihan teknologi pengelolaan sampah. Pemilihan teknologi harus didasari oleh volume serta karakteristik masing-masing jenis sampah sehingga teknologi yang dipilih dapat berfungsi dengan efektif dan efisien sebagaimana yang dimaksudkan. Untuk memudahkan dalam analisis dan pemilihan rekomendasi teknologi pengolahan sampahnya, sampah diklasifikasikan menjadi 10 jenis dalam proses pemilahan sampah pada bulan Oktober 2023. Jenis sampah tersebut antara lain sampah kertas dan kardus yang menjadi sampah terbesar dari aktivitas perkantoran, sampah plastik botol, plastik kresek, kaca, logam, B3, sisa makanan, sampah dari aktivitas perkebunan, serta sampah yang tidak masuk dalam kategori-kategori sebelumnya dimasukkan ke dalam kategori residu.

Menurut data timbulan sampah yang ada di Balai X pada bulan Oktober 2023, Balai X mampu menghasilkan 49,38 kg sampah setiap harinya. Sampah-sampah tersebut terbentuk dari aktivitas perkantoran yang dilakukan oleh para pegawai, aktivitas pengujian di laboratorium, serta aktivitas lain seperti perkebunan dan *housekeeping*. Berikut merupakan tabel yang memuat komposisi berat sampah balai pada bulan Oktober 2023.

Tabel 1. Komposisi Sampah di Balai X

Jenis Sampah	Total Sampah per-Bulan (kg)	Komposisi
Sampah Kebun	552,55	55,95%
Organik Sisa Makanan	106,2	10,75%
Plastik Kresek	27,1	2,74%
Botol Plastik	56	5,67%
Kertas	73,95	7,49%
Kardus	64,65	6,55%
Kaca	7,65	0,77%
Logam	2,35	0,24%
Residu	92,4	9,36%
B3	4,8	0,49%

Sumber: Penelitian (2023).



Sumber: Penelitian (2023).

Gambar 1. Diagram Komposisi Sampah di Balai X

Berdasarkan analisis pada tabel 1 dan gambar 1 yang memuat % berat komposisi masing-masing jenis sampah, diketahui bahwa meskipun Balai X adalah wilayah perkantoran namun jenis sampah yang paling tinggi yaitu sampah dari aktivitas perkebunan dengan nilai sebesar 55,95%. Hal tersebut dikarenakan kompleks Balai X memiliki luasan yang cukup besar dengan pepohonan rindang di seluruh area, serta memiliki fasilitas *greenhouse* dan perkebunan sendiri. Dengan demikian, sampah-sampah daun kering mendominasi jenis sampah perkebunan setiap harinya.

Sampah dengan komposisi berat paling banyak setelah sampah perkebunan yaitu sampah sisa makanan dengan persentase 10,75% dari total sampah balai selama bulan Oktober 2023. Meskipun Balai X memiliki fasilitas dapur, namun area tersebut tidak digunakan untuk kegiatan memasak makanan rutin. Sampah sisa makanan yang timbul di balai didominasi oleh sampah sisa makanan dari kegiatan bimbingan teknis pada tanggal 10 hingga 18 Oktober 2023.

Pada kegiatan tersebut, para peserta bimbingan teknis yang berasal dari instansi lain menginap dan mendapatkan konsumsi setiap harinya. Dengan tambahan jumlah orang serta waktu kegiatan di balai pada saat kegiatan bimbingan teknis, jumlah timbulan sampah terutama sampah sisa makanan, kertas, dan plastik turut meningkat.

Jika dikategorikan dalam jenis sampah organik, anorganik, dan residu, sampah organik dari balai mendominasi dengan nilai 66,7%. Analisis data komposisi sampah tersebut dapat digunakan untuk menentukan prioritas dalam pemilihan teknologi pengolahan sampah dari sumber oleh Balai X. Karena sampah organik memiliki karakteristik yang mudah didegradasi, sampah organik dapat diolah menggunakan beberapa teknologi, diantaranya metode pengomposan dan biokonversi dengan larva BSF.

Pengelolaan Sampah Organik

Pengomposan merupakan suatu teknik untuk mereduksi sampah organik yang melibatkan kegiatan dekomposisi oleh mikro maupun makroorganisme. Proses tersebut menghasilkan humus yang mengandung unsur hara sehingga dapat digunakan sebagai pupuk tanaman. Kandungan unsur hara pada kompos tersebut dipengaruhi oleh komposisi sampah hijau dan sampah coklat yang dikompos. Adapun Sampah coklat merupakan sampah yang mengandung karbon tinggi, termasuk daun kering, serbuk gergaji, dan jerami, sedangkan sampah hijau mengandung nitrogen tinggi, seperti potongan rumput segar dan kulit buah-buahan. Selain komposisi sampah hijau dan coklat, diperlukan kontrol suhu serta kelembaban selama proses pembuatannya hingga rasio C/N kompos sama dengan rasio C/N tanah (10-12 atau <20). (Kurnia et al., 2017)

Kadar air yang terlalu tinggi akan menyebabkan bau dan mengurangi volume udara karena rongga pada tumpukan terhalang air sedangkan aktivitas dekomposisi akan melambat jika kompos kekurangan air (Hermansyah, 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan air apabila kompos terlalu kering, dan perlu dilakukan pembalikan kompos apabila kandungan airnya terlalu tinggi agar udara dapat menguapkan air yang terdapat dalam tumpukan sampah (Kurnia et al., 2017). Kelembaban yang baik untuk aktivitas mikroba berkisar diantara 40-60% (Hermansyah, 2017). Adapun suhu kompos berpengaruh terhadap proses mikroorganisme di dalamnya. Pada suhu 10-45°C, mikroorganisme mesofilik akan aktif memperkecil partikel organik. Sedangkan pada suhu 45-60°C, mikroorganisme termofilik akan mendekomposisi kompos. (Kurnia et al., 2017)

Umumnya, metode pengomposan dibantu oleh mikroorganisme dekomposer sehingga kerap kali dalam praktek pembuatan kompos ditambahkan EM4 atau aktivator lain. Namun, terdapat pula metode pengomposan yang memanfaatkan makroorganisme pengurai seperti cacing

yang biasa disebut dengan metode *vermicomposting* ataupun metode biokonversi menggunakan larva BSF. Ditinjau dari cara serta pengurainya, metode pengomposan telah dikembangkan secara luas. Pengomposan dapat dilakukan secara aerobik, semi aerob, maupun anaerobik.

Menurut data pada tabel 1, sampah balai didominasi oleh sampah organik berupa daun kering dan sisa makanan. Umumnya Sampah daun kering diolah menjadi kompos menggunakan metode aerobik seperti *open windrow* dan *aerated static pile* (Sari, 2015). Menurut Pudyawardhana (2006), sampah daun kering dapat diproses dengan metode tersebut dalam kurun waktu 7 minggu (Pudyawardhana, 2006). Kedua metode tersebut memiliki kelebihan diantaranya tidak memerlukan upaya, modal, serta *maintenance* yang besar jika dibandingkan dengan metode *in-vessel* (Sari, 2015)(Haug, 2018). Sampah-sampah daun tersebut hanya perlu ditumpuk menjadi di area *outdoor* beratap dan diperlukan pembalikan secara berkala untuk mengatur suhu, kelembaban, serta kebutuhan oksigen. Perbedaan dari *open windrow* dan *pile* terletak pada bentuk tumpukannya. Metode *open windrow* ditumpuk berbentuk silindris memanjang dan di antara tumpukan diberi jarak kurang lebih 30 cm yang dipergunakan sebagai jalan bagi pengelola serta letak masuknya oksigen. Sedangkan pada metode *pile*, sampah ditumpuk dengan bentuk yang lebih beragam.

Hal yang penting untuk diperhatikan dalam metode *windrow* dan *pile* yaitu lebar dan ketinggian tumpukan. Tumpukan sampah yang terlalu tinggi dikhawatirkan akan menghambat kontak oksigen dengan sampah yang tertumpuk di bagian bawah. Menurut Pudyawardhana (2006), tinggi tumpukan *windrow* direkomendasikan pada ketinggian 1,5 m dengan lebar 2 m, sedangkan jumlah sampah akan berpengaruh terhadap panjang tumpukannya. Dengan demikian, pengomposan *open windrow* lebih cocok digunakan untuk mengatasi sampah organik dalam skala besar ($>1 \text{ m}^3/\text{hari}$) (Pudyawardhana, 2006). Sedangkan metode *pile composting* lebih cocok untuk mengatasi sampah organik dengan skala yang lebih kecil mengingat bentuk tumpukan metode *pile* lebih bervariasi dan dapat disesuaikan dengan jumlah sampah yang ada. Namun, sampah daun kering tersebut perlu dikombinasikan dengan sampah organik lain guna memenuhi syarat C/N kompos agar lebih mudah terurai.

Sampah dengan persen komposisi tertinggi ke-2 di Balai X yaitu sampah sisa makanan dengan nilai 10,75%. Sampah sisa makanan dapat diolah menggunakan larva BSF atau *vermicomposting*. Pengomposan dengan makroorganisme umumnya memiliki kecepatan reduksi yang lebih tinggi daripada pengomposan dengan mikroorganisme. Menurut Natawijaya, As'ari and Sunarya (2023), larva BSF mampu mereduksi 78,34% sampah organik dalam waktu 15 hari (Natawijaya et al., 2023). Hal tersebut menjadikan metode pengomposan

dengan makroorganisme sebagai teknologi yang menjanjikan guna mengatasi permasalahan sampah, khususnya sampah organik basah seperti sisa makanan. Larva BSF akan mengonsumsi sampah organik tersebut kemudian mengonversinya menjadi protein, lemak, dan serat di dalam tubuhnya sehingga dapat dijadikan sebagai pakan ternak. Sedangkan kasgotnya mengandung unsur hara yang dapat digunakan sebagai pupuk tanaman.

Namun, larva BSF masih sulit untuk mengonsumsi sisa makanan yang keras dan berserat seperti daun (Lestari, 2021). Dengan demikian, dalam pengolahan sampah organik menggunakan larva BSF seringkali terdapat residu berupa nasi kering, tulang, dan kulit buah. Untuk meminimalkan residu, hendaknya sampah-sampah yang sulit diurai larva BSF dipisahkan guna dikelola menggunakan metode lain. Takakura dan *vermicomposting* dapat menjadi opsi pengolahan untuk sampah-sampah yang sulit terurai tersebut. *Vermicomposting* mampu mengubah sampah sisa makanan menjadi pupuk yang kaya nutrisi. Melalui enzim-enzim yang dimiliki cacing tanah, nutrisi yang tidak larut dapat diubah menjadi nutrisi terlarut. Tanah bekas cacing memiliki kandungan nitrogen 5 kali lebih banyak dari tanah biasa, 7 kali lebih banyak kandungan fosfor, dan kalium 11 kali lebih banyak (Hermansyah, 2017). Namun jika dibandingkan dengan metode lain, metode takakura membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk mengubah sampah sisa makanan menjadi pupuk. *Vermicomposting* membutuhkan waktu 90 – 172 hari jika dilakukan secara *batch*, dan 2 – >12 bulan jika dilakukan secara *continuous* (Muslih & Bagastyo, 2022). Sedangkan, metode takakura rata-rata membutuhkan waktu 8-31 hari untuk mengubah sampah organik menjadi kompos (Nurullita & Budiyo, 2012). Dengan demikian, sampah-sampah sisa nasi, tulang, sambal, dan sayur penuh serat mampu direduksi lebih cepat menggunakan metode pengomposan takakura.

KESIMPULAN DAN SARAN

Meskipun kegiatan utama dari balai X adalah kegiatan perkantoran. Namun, jenis sampah yang mendominasi adalah sampah organik dengan total 66,7%. 55,95% diantaranya yaitu sampah kebun yang sebagian besar berupa sampah daun kering. Teknologi pengomposan menggunakan metode *pile composting* menjadi alternatif yang dapat dipilih untuk mengolah sampah kebun tersebut karena jumlah sampahnya masih tergolong belum memenuhi jumlah minimal sampah untuk metode *open windrow*. Sedangkan untuk mereduksi sampah organik sisa makanan, direkomendasikan untuk mengombinasikan bioteknologi BSF dan Takakura. Demi keberlanjutan lingkungan, hendaknya dilakukan pula analisis potensi emisi pada opsi pengelolaan sampah.

DAFTAR REFERENSI

- Ayu Hanifa Muarif, S. P., Jusuf, H., Prasetya, E., Masyarakat, K., Olahraga dan Kesehatan, F., Negeri Gorontalo, U., & Ayu Hanifah Muarif Kesehatan Masyarakat, S. P. (2022). Potensi Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor Pengelolaan Sampah dari TPA Talumelito Provinsi Gorontalo. *Public Health and Surveillance Review*, 1(1), 2022. <https://doi.org/10.56796/phsr.v1i1.21161>
- Fasya, I. F. (2023). Desain Pasar Rakyat Pringsewu dengan Pendekatan Pasar Sehat untuk Optimasi Kesehatan Bangunan.
- Hartini, E., & Yulianto, Y. (2018). Kajian Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Ciangir Terhadap Kualitas Air dan Udara. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(1), 27–32.
- Haug, R. T. (2018). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers.
- Hermansyah, D. (2017). Analisis Parameter Fisik Kompos menggunakan Metode Vermicomposting pada Sampah Daun Kering.
- Kementerian PUPR. (2021). Permen Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021. Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 21, 95–140.
- Kurnia, V. C., Sumiyati, S., & Samudro, G. (2017). Pengaruh Kadar Air dan Ukuran Bahan terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik TPST Universitas Diponegoro dengan Metode Open Windrow. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2).
- Lestari, T. (2021). Efektivitas Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) dalam Mengkonversi Sampah Daun yang Difermentasi *Bacillus subtilis*.
- Muslih, A. R., & Bagastyo, A. Y. (2022). Studi Teknologi Pengolahan Biowaste Perkotaan dan Potensi Timbulan Gas Rumah Kaca. *Jurnal Teknik ITS*, 11(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i1.82435>
- Natawijaya, D., As'ari, R., & Sunarya, Y. (2023). Akselerasi Hasil Penelitian dan Optimalisasi Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan. 7(1), 1340–1351.
- Nurullita, U., & Budiyono. (2012). Lama waktu pengomposan sampah rumah tangga berdasarkan jenis mikro organisme lokal (mol) dan teknik pengomposan. *Seminar Hasil-Hasil Penelitian – LPPM UNIMUS 2012*, 236–245.
- Pudyawardhana, C. (2006). Pengolahan Sampah Menjadi Kompos Skala Kawasan dengan Menggunakan Metode Open Windrow Bergulir Studi Kasus Pengolahan Sampah di Perumahan Griya Satria Bantarsoka Purwokerto.
- Sari, G. L. (2015). Biodegradasi Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Pada Tanah Terkontaminasi Batubara Dengan Metode Co-Composting. Tesis, 1–128.