



## PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK SEBAGAI PUPUK KOMPOS DI KAWASAN WISATA HUTAN MERANTI, KARANG JOANG, BALIKPAPAN

Riza Hidayarizka<sup>1\*</sup>, Umi Sholikhah<sup>1</sup>, Shella Margaretha Fransiska<sup>1</sup>, Syifa Nurazkiyah<sup>1</sup>, Misa Anggreini<sup>1</sup>, Aisyah Rezki Fauziyyah<sup>1</sup>, Asha Hanjar Kasih<sup>1</sup>, Christianus Tiaryo<sup>1</sup>, Audrey Nabilah<sup>2</sup>, Roni Londong<sup>3</sup>

- <sup>1</sup>) Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan
- <sup>2</sup>) Teknik Industri, Institut Teknologi Kalimantan
- <sup>3</sup>) Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Kalimantan

\*Corresponding author

Email:

[riza.hudayarizka@lecturer.itk.ac.id](mailto:riza.hudayarizka@lecturer.itk.ac.id)

### Abstrak

Wisata Hutan Meranti yang berlokasi di kota Balikpapan merupakan salah satu destinasi wisata baru yang masih berfokus mempromosikan hutan lindung khususnya pohon meranti. Luas wilayah Wisata Hutan Meranti adalah 77 hektar menjadi salah satu sumber daya alam yang sangat berpotensi untuk dikembangkan kedepannya. Hutan yang ditanami jenis pohon meranti ini menghasilkan sampah organik berupa daun dan ranting dalam jumlah yang cukup besar. Sampah organik yang ada di Wisata Hutan Meranti belum dimanfaatkan dengan maksimal karena hanya ditumpuk dan dibakar begitu saja. Hal ini dapat menyebabkan polusi udara dan pencemaran lingkungan. Pembuatan kompos dari bahan organik seperti daun dan ranting dapat menjadi salah satu solusi dalam pemanfaatan sampah organik yang ada di Wisata Hutan Meranti. Produk kompos yang dihasilkan juga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai komoditas dengan nilai ekonomi. Untuk mendukung kegiatan pembuatan kompos, dibangun juga satu buah bangunan rumah kompos yang difungsikan sebagai tempat proses pembuatan dan penyimpanan kompos. Pada kegiatan pengabdian masyarakat juga dilakukan pembagian kuisisioner untuk melihat dan mengevaluasi pemahaman masyarakat terkait pengolahan limbah organik khususnya pengomposan.

Kata kunci: Balikpapan, Kompos, Pupuk, Sampah Organik, Wisata

### Abstract

*Wisata Hutan Meranti, located in Balikpapan, is an emerging tourist destination with a primary focus on promoting the conservation of protected forests, particularly the Meranti trees. The area of Wisata Hutan Meranti is 77 hectares, and the Meranti tourist area holds significant potential for future development. The forests, rich with meranti trees, generate substantial amounts of organic waste in the form of leaves and twigs. Unfortunately, the organic waste in the Meranti tourism area has not been efficiently utilized, as it is merely piled up and burned, leading to air and environmental pollution. Composting from organic materials such as leaves and twigs is a viable solution to address this issue. Effectively utilizing organic waste through composting mitigates pollution and creates a valuable commodity. The resulting compost can be utilized by the local community, contributing to economic sustainability. A dedicated compost house has been established to facilitate compost-making activities. This facility serves as a central hub for the processing and storage of compost. Additionally, as part of community service initiatives, questionnaires were distributed to assess the community's understanding of organic waste processing, particularly through composting. This holistic approach aims to enhance environmental sustainability while fostering economic benefits for the community.*

Keywords: Balikpapan, Compost, Fertilizer, Tourism, Organic Waste

© 2024 Penerbit PKN STAN Press. All rights reserved

### PENDAHULUAN

Kota Balikpapan merupakan salah satu kota industri yang berada di provinsi Kalimantan Timur. Dikenal dengan sebutan kota minyak, Balikpapan memiliki berbagai macam industri selain pengolahan minyak seperti pabrik kimia, alat berat, pertambangan, konstruksi dan industri lainnya (Lestari et al., 2023). Wilayah atau kota yang bertopang pada minyak,

tambang atau sumber daya alam akan mengalami peningkatan perekonomian yang sangat cepat dan juga kebutuhan akan permintaan pekerja yang terampil (Li et al., 2014). Balikpapan sebagai salah satu kota penopang Ibukota Nusantara (IKN) diharuskan mempercepat perkembangan di segala sektor seperti industri, pendidikan, ekonomi dan pariwisata. Peningkatan infrastruktur juga menjadi

faktor penting yang harus diperhatikan oleh pemerintah Balikpapan sebagai kota penyangga IKN (Farida, 2021). Berkembangnya sektor industri menyebabkan banyaknya penduduk yang mencari pekerjaan di Kota Balikpapan. Pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin bertambah dibarengi juga dengan tumbuhnya banyak tempat wisata. Masyarakat yang berkegiatan setiap hari ini membutuhkan tempat berkreasi seperti wisata alam atau wisata budaya. Oleh karenanya pemerintah kota Balikpapan mendukung seluruh komponen masyarakat untuk menciptakan wisata-wisata baru yang bernilai ekonomi. Berkembangnya wisata di Balikpapan dapat dibuktikan Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang mana kontribusi sektor pariwisata mencapai Rp 114 miliar dari Rp 555 miliar total PAD (Karim et al., 2017). Salah satu wisata alam yang ada di Balikpapan adalah Wisata Hutan Meranti.

Wisata Hutan Meranti merupakan salah satu wisata alam dan ekowisata yang terdapat di Kecamatan Balikpapan utara. Wisata Hutan Meranti adalah kawasan daratan yang ditanami mayoritas pohon meranti dan kawasan perairan. Wisata Hutan Meranti yang berdiri sejak Maret 2022 masih berpotensi untuk dikembangkan dengan segala sumber daya alamnya (Amelia et al., 2024). Objek Wisata Hutan Meranti ini dikelola oleh RT 32 dan RT 27 Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara. Luas wilayah yang mencapai lebih dari 77 Ha yang terdiri dari 27 Ha daratan dan 50 Ha perairan (Khoriah & Ulimaz, 2023). Saat ini beberapa usaha yang telah dikembangkan berupa Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) pada sektor madu kelulut dan perikanan (Agustin et al., 2022). Beberapa usaha lain yang akan dikembangkan di wisata Hutan Meranti seperti penyewaan gazebo, spot pemancingan dan sepeda air. Penambahan usaha-usaha ini tentunya ditujukan untuk menarik masyarakat untuk mengunjungi Wisata Hutan Meranti. Salah satu usaha yang berpotensi dikembangkan adalah pembuatan pupuk kompos dari limbah organik. Hal ini dikarenakan Wisata Hutan Meranti menghasilkan sampah daun dan ranting yang cukup besar dan belum dimanfaatkan dengan maksimal. Sampah organik yang bertumpuk dan dibakar dapat menimbulkan penyakit, polusi udara dan pencemaran lingkungan (Ekawandani & Alvianingsih., 2018). Pengolahan limbah organik bisa dilakukan dengan cara pengomposan atau diubah menjadi biogas (Ekawandani & Alvianingsih., 2018). Oleh karena itu pengomposan limbah organik merupakan salah satu solusi untuk menghindari pencemaran lingkungan dan juga berpotensi menghasilkan komoditas yang bernilai ekonomi.

Kompos merupakan hasil produk degradasi oleh mikroorganisme dari bahan-bahan organik yang mengandung senyawa hara yang baik bagi

tumbuhan (Hamzah et al., 2020). Bahan-bahan organik yang biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan kompos adalah limbah sisa makanan, kotoran ternak dan limbah pertanian dan perkebunan (Widowati et al., 2022). Selain bahan baku yang digunakan pada pembuatan kompos, bahan lain seperti *Effective Microorganism 4* (EM4) yang terdiri dari kultur bakteri yang berfungsi mempercepat pembusukan. Lamanya waktu pembusukan bahan baku kompos tergantung pada jenis bahan baku, ukuran dan lingkungan pengomposan (Zhang & Sun, 2015). Kandungan pada bahan baku seperti lignin dan selulosa juga mempengaruhi percepatan dekomposisi bahan baku karena dapat menghalangi akses enzim untuk pembusukan (Saraswati et al., 2017). *Monitoring* merupakan salah satu hal yang penting dalam pembuatan kompos. Faktor yang penting diperhatikan dalam monitoring proses kompos seperti suhu, kelembaban dan warna (Zairinayati & Aprilia, 2023). Kompos yang memiliki unsur hara tinggi seperti nitrogen, fosfor, carbon dan potassium, calcium akan sangat baik untuk pertumbuhan tanaman (Linda Rahmawati, 2017; Pasang et al., 2019). Oleh karena itu pembuatan kompos menjadi salah satu pengolahan sampah organik yang sangat berpotensi.

Berdasarkan penjelasan di atas, diketahui jumlah sampah organik yang berlimpah di Wisata Hutan Meranti dapat dikelola dan dimanfaatkan untuk menjadi produk kompos yang lebih bernilai. Jumlah sampah organik yang dihasilkan dari 27 Ha hutan meranti diperkirakan sekitar 350 Kg setiap harinya. Proses dekomposisi selama pengomposan akan menghilangkan lebih dari 60% massa sampah kering (Karnchanawong & Nissaikla, 2014), dimana dapat diperkirakan wisata hutan meranti dapat memproduksi sekitar lebih dari 150 Kg setiap harinya. Daun meranti dipilih sebagai bahan utama dalam pembuatan kompos karena mengandung berbagai nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini dapat terlaksana dengan kegiatan pengabdian masyarakat yang terdiri dari kegiatan sosialisasi dan praktik dengan masyarakat RT 32 dan RT 27 Karang Joang, kota Balikpapan. Harapannya dari edukasi yang diberikan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai pembuatan kompos dari limbah organik. Lebih dari itu, pembuatan pupuk kompos diharapkan menjadi salah satu komoditas yang diproduksi di Wisata Hutan Meranti.

## **METODE**

### **Lokasi**

Pelaksanaan pengabdian masyarakat dengan kegiatan pembuatan kompos dari sampah organik berlokasi di Wisata Hutan Meranti KM 15, RT 27 dan RT 32, Kelurahan Karang Joang, Kecamatan

Balikipapan Utara, Kota Balikpapan. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan selama 4 bulan dimulai pada Februari sampai Mei 2023. Peta wilayah Wisata Hutan Meranti dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta wilayah Wisata Hutan Meranti (Khoriah & Ulimaz, 2023)

**Tahapan kegiatan**

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini terlaksana dalam beberapa tahapan kegiatan seperti observasi, pembukaan, sosialisasi dan evaluasi dan penutupan. Detail alur pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram alir pengabdian masyarakat

a. Observasi – Kegiatan dilaksanakan pada hari Minggu, tanggal 5 Februari 2023 dan diawali dengan melakukan survei lokasi dan wawancara kepada mitra untuk mencari tahu potensi sumber daya yang ada di lokasi tersebut. Kemudian mengidentifikasi permasalahan dan mencari

solusi penyelesaian masalah di kawasan wisata tersebut. Dengan meninjau dan mempertimbangkan kondisi lapangan dan interaksi, serta kontribusi masyarakat untuk Wisata Hutan Meranti, bahwa solusi efektif yang ditawarkan untuk potensi di kawasan tersebut adalah dengan mengadakannya penyuluhan pemanfaatan sampah daun kering sebagai bahan baku kompos. Kegiatan ini difokuskan untuk warga yang bertempat tinggal di sekitar lokasi tersebut khususnya warga RT 32 dan RT 27 Kelurahan Karang Joang.

- b. Pembukaan dan Sosialisasi – Kegiatan dilaksanakan pada hari Sabtu, 25 Februari 2023 dengan mengundang mitra dan masyarakat sekitar. Sosialisasi ini terdiri dari pemaparan materi oleh narasumber, tanya jawab, pengisian kuisisioner dan praktek pembuatan kompos. Pada kegiatan ini masyarakat juga diberikan pamflet yang berisikan tata cara dan panduan pembuatan kompos.
- c. Pembangunan Rumah Kompos – Kegiatan pembangunan rumah kompos ini dilaksanakan dalam kurun waktu 1 bulan dimulai pada hari Selasa, 7 Maret 2023 sampai hari Sabtu, 8 April 2023 dan dilaksanakan bersama masyarakat sekitar. Rumah kompos difungsikan sebagai tempat pembuatan dan penyimpanan kompos yang telah matang. Rumah kompos yang dibangun dengan dimensi 3x3 meter diharapkan dapat menampung kompos dan dijadikan salah satu objek eduwisata bagi para pengunjung.
- d. Pembuatan kompos – Kegiatan pembuatan kompos merupakan salah satu inti dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Pelaksanaan pembuatan kompos berlangsung selama lebih dari 30 hari dimulai dari hari Sabtu, tanggal 8 April 2023 sampai hari Sabtu, tanggal 13 Mei 2023. Kegiatan ini diawali dengan dengan pengumpulan bahan baku yaitu daun kering dan ranting kayu. Pada kegiatan ini juga berlangsung monitoring dimana dilakukan pengecekan kompos sekali setiap minggu.
- e. Evaluasi dan penutupan – Kegiatan ini berlangsung pada hari Minggu, tanggal 11 Juni 2023. Pada akhir kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan evaluasi untuk melihat kematangan kompos secara sempurna. Penutupan kegiatan dilaksanakan bersamaan dengan pembagian kuesioner kepada masyarakat dimana pemahaman masyarakat dievaluasi. Kuesioner ini juga bertujuan untuk melihat seberapa efisien sosialisasi dan edukasi yang telah dilaksanakan.

**PEMBAHASAN**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diikuti oleh berbagai macam latar belakang dan usia masyarakat. Dapat dilihat sejak pembukaan sampai

penutupan kegiatan pengabdian masyarakat, warga cukup antusias walaupun kegiatan ini dilaksanakan di akhir pekan. Beberapa luaran yang dihasilkan dari kegiatan ini berupa rumah kompos, produk kompos dan hasil kuesioner.

**Rumah Kompos**

Pembangunan rumah kompos dengan ukuran 3x3 meter dilakukan oleh anggota pengabdian masyarakat, mitra dan pekerja. Bahan-bahan yang dibutuhkan pada pembangunan rumah kompos ini seperti besi ringan, semen, pasir, dan atap. Bahan-bahan tersebut sudah dihitung dan dipersiapkan setelah kegiatan observasi. Jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan rumah kompos adalah sebesar Rp. 4.700.000,-. Biaya yang dikeluarkan terdiri dari biaya alat-bahan dan upah pekerja. Pembangunan rumah kompos dapat dilihat pada Gambar 3. Beberapa kendala yang dihadapi ketika pembangunan rumah kompos adalah cuaca yang kurang mendukung dan waktu pengerjaan yang tidak sesuai rencana. Namun, rumah kompos tetap selesai sebelum evaluasi dan penutupan kegiatan pengabdian.



**Gambar 3.** Rumah kompos

**Pupuk Kompos**

Pembuatan pupuk kompos dimulai dengan mengumpulkan beberapa bahan seperti daun kering dan ranting pohon meranti dengan penambahan effective microorganism 4 (EM4), gula dan air yang berfungsi menambahkan kelembaban dan mempercepat proses dekomposisi sampah organik (Argarini et al., 2023). Waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan kompos mencapai lebih dari 30 hari. Dokumentasi pembuatan kompos dari daun meranti ditunjukkan pada Gambar 4.

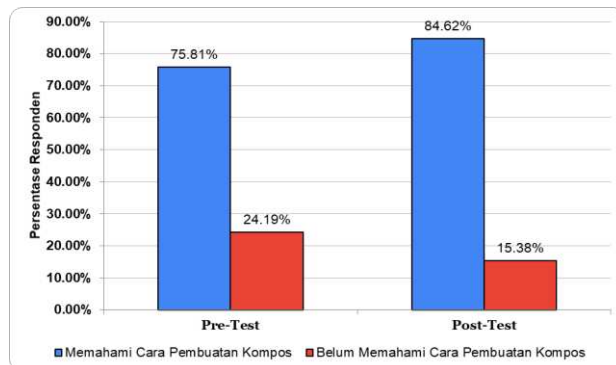
Kendala yang ditemukan ketika pembuatan kompos adalah waktu tunggu yang lebih lama dari umumnya. Hal ini dikarenakan beberapa hal seperti bahan baku yang mengandung air yang cukup sedikit dan lingkungan pembuatan kompos yang kering. Oleh karena pelapukan kompos membutuhkan waktu yang lebih lama.



**Gambar 4.** Produk pupuk kompos

**Kuesioner**

Berdasarkan hasil analisis kuesioner sebelum sosialisasi pengolahan limbah didapatkan dari total 32 peserta yang mengisi kuesioner, didapatkan hasil sebesar 75,81% masyarakat memahami mengenai kegiatan pengolahan limbah organik yaitu dengan cara pengomposan. Persentase ini mengalami kenaikan menjadi 84,62% dimana hal ini menunjukkan pengetahuan dan ketertarikan masyarakat menjadi meningkat selama kegiatan pengabdian masyarakat ini berlangsung. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa program kerja yang dilaksanakan cukup baik, sehingga program kerja ini diharapkan dapat diterapkan dan dikembangkan lagi di Wisata Hutan Meranti. Hasil kuesioner selama kegiatan ditunjukkan pada diagram Gambar 5.



**Gambar 5.** Hasil kuesioner sosialisasi pembuatan kompos

Kendala yang dihadapi selama pengumpulan kuesioner adalah cuaca yang kurang mendukung. Hal ini menyebabkan ada sebagian masyarakat yang kesulitan mengikuti kegiatan sosialisasi dan penutupan. Pada saat penutupan dan pembagian post-test, hanya 70% warga dari 32 undangan yang dapat hadir pada saat kegiatan. Oleh karena itu, tim pengabdian kepada masyarakat membagikan kuesioner dengan mendatangi langsung rumah-rumah warga.

**KESIMPULAN**

Kesimpulan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah program kerja yang terlaksana cukup berhasil memberikan ilmu pengetahuan kepada

masyarakat terkait pengolahan limbah organik khususnya pembuatan kompos. Adanya kegiatan ini juga memiliki dampak positif dalam silaturahmi antar masyarakat. Antusiasme masyarakat juga cukup tinggi pada kegiatan pengabdian masyarakat ini. Saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan pengembangan pada kegiatan pembuatan kompos ini, seperti pengujian laboratorium terkait kandungan kompos dari daun meranti untuk mengevaluasi kualitas kompos dan melakukan analisis ekonomi untuk menghitung harga pokok produksi, harga produk, dan strategi pemasaran. Kegiatan yang menghasilkan produk bernilai ekonomi dapat menjadi acuan dalam pemilihan program kerja pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat selanjutnya karena menarik minat masyarakat.

#### PUSTAKA

- Agustin, K. L., Khairiyah, N. M., Sorongan, E., & Rosyada, A. (2022). Pendirian Usaha Mikro Kecil Dan Menengah Desa Wisata Meranti KM.15 Balikpapan. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 8(3), 106–113.
- Amelia, R., Mujahidin, S., Isabell, M., Ramadhani, A., Wulandari, E., Rafidah, B. N., A. D. A., N. E. W., Saputra, A., & Bilal, M. (2024). Rancang Bangun Company Profile berbasis Website sebagai Media Promosi Kampung Wisata pada Kampung Banyumas RT 32 Balikpapan Utara. *Wahana Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5, 8–11.
- Argarini, D. F., Rochsun, R., Sunuyeko, N., & Litik, B. S. Y. (2023). Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos Dari Daun Kering. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat*, 1(01), 14–21. [https://doi.org/10.33503/prosiding\\_pengabmas.v1i01.3567](https://doi.org/10.33503/prosiding_pengabmas.v1i01.3567)
- Ekawandani, N., & Alvianingsih. (2018). Efektifitas Kompos Daun Menggunakan Em4 Dan Kotoran Sapi. *TEDC*, 12(2), 145–149. <http://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/59>
- Farida, F. (2021). Indonesia's capital city relocation: A perspective of regional planning. *Jurnal Perspektif Pembiayaan Dan Pembangunan Daerah*, 9(3), 221–234. <https://doi.org/10.22437/ppd.v9i3.12013>
- Hamzah, A., Yunandra, Y., & Pebriandi, P. (2020). Pemanfaatan Limbah Masyarakat dalam Pembuatan Pupuk Kompos di Desa Kuok. *Journal of Community Services Public Affairs*, 1(1), 7–10. <https://doi.org/10.46730/jcspa.v1i1.5>
- Karim, S., Kusuma, B. J., & Amalia, N. (2017). Tingkat Partisipasi Masyarakat Dalam Mendukung Kepariwisata Balikpapan: Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis). *Jurnal Bisnis Dan Kewirausahaan*, 13(3), 144–155. <https://doi.org/10.31940/jbk.v13i3.728>
- Karnchanawong, S., & Nissakla, S. (2014). *Effects of microbial inoculation on composting of household organic waste using passive aeration bin*. 113–119. <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0072-0>
- Khoriah, S., & Ulimaz, M. (2023). Comparative analysis of waste management system in Meranti Forest Natural Tourism, Balikpapan City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1239(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1239/1/012035>
- Lestari, F., Setyowati, D. L., Muzanni, A., Kadir, A., Zainal, I., Adolf Liku, J. E., Zulfikar, A. K., Sari, I. P., Mulya, W., Yuliana, L., Zulfikar, I., Rusba, K., Nurmayanti, I., Susanti, I. T., Sakina, C., Yusvalina, H. A., Adiwibowo, A., Ramadhan, N. A., Andani, S., ... Cruz, A. M. (2023). Industrial and Environmental Disaster Risk Assessment for Hazardous Materials in Balikpapan City, East Kalimantan, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su15129430>
- Li, W., Wu, C., & Zang, S. (2014). Modeling urban land use conversion of Daqing City, China: A comparative analysis of "top-down" and "bottom-up" approaches. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28(4), 817–828. <https://doi.org/10.1007/s00477-012-0671-0>
- Linda Rahmawati. (2017). Kandungan Unsur Hara Kompos Berbahan Dasar Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). *Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan*, 3(2), 38–41.
- Pasang, Y. H., Jayadi, M., & Neswati, R. (2019). Peningkatan Unsur Hara Fospor Tanah Ultisol Melalui Pemberian Pupuk Kandang, Kompos Dan Pelet. *Jurnal Ecosolum*, 8(2), 86. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v8i2.7872>
- Saraswati, R., Saraswati, R., & Praptana, R. H. (2017). Percepatan Proses Pengomposan Aerobik Menggunakan Biodekomposer. *Perspektif*, 16(1), 44–57. <https://doi.org/10.21082/psp.v16n1.2017>
- Widowati, T., Nuriyannah, N., Nurjanah, L., Lekatompessy, S. J. R., & Simarmata, R. (2022). Pengaruh Bahan Baku Kompos terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Merah Keriting (Capsicum annuum L.). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(3), 665–671. <https://doi.org/10.14710/jil.20.3.665-671>
- Zairinayati, & Aprilia, I. (2023). Pemanfaatan Bonggol Pisang Sebagai Bioaktivator dalam Proses Pengomposan Limbah Sekam Padi di Penggilingan Padi Desa Pelabuhan Dalam Ogan Ilir. *Journal Health Applied Science and Technology*, 1(2), 34–40.
- Zhang, L., & Sun, X. (2015). Effects of earthworm casts and zeolite on the two-stage composting of green waste. *Waste Management*, 39, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.037>