

OPTIMALISASI PEMANFAATAN KOMPOSTER SEBAGAI SOLUSI BERKELANJUTAN DALAM PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK MENJADI PUPUK ORGANIK RAMAH LINGKUNGAN

¹ Rudiansyah, ² Elvi Juliansyah, ³Yunida Haryanti

^{1,2,3}STIKES Kapuas Raya

Email: elvi_juliansyah@yahoo.co.id

Abstract

The waste problem in Indonesia continues to increase in line with population growth and changes in consumption patterns. Approximately 60% of the total national waste generation is organic waste. This situation has environmental impacts such as methane gas emissions, water pollution, and reduced landfill capacity. This research examines the use of composters as an effective solution for processing organic waste into high-value organic fertilizer. A participatory training approach was used to introduce the concept of sustainable waste management, create a simple composter, and apply bioconversion principles using decomposing microorganisms. The composting process is carried out by maintaining a carbon to nitrogen (C/N) ratio of approximately 25–30:1, humidity of 50–60%, and an ideal temperature of 30–40°C to support aerobic microbial activity. Results showed that composter use can significantly reduce the volume of household organic waste and produce high-quality compost, characterized by a dark color, crumbly texture, and a fresh, earthy aroma. This program also has a positive social impact by increasing community ecological awareness and strengthening the circular economy at the local level. In conclusion, composter use has proven to be an efficient, environmentally friendly, and sustainable waste management model.

Keywords: *composter, organic waste, organic fertilizer, bioconversion, sustainable waste management*

Abstrak

Permasalahan sampah di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Sekitar 60% dari total timbulan sampah nasional merupakan sampah organik. Kondisi ini menimbulkan dampak lingkungan seperti emisi gas metana, pencemaran air, dan berkurangnya daya tampung TPA. Penelitian ini membahas pemanfaatan komposter sebagai solusi efektif dalam mengolah sampah organik menjadi pupuk organik yang bernilai guna tinggi. Pendekatan pelatihan partisipatif kepada masyarakat, dilakukan pengenalan konsep pengelolaan sampah berkelanjutan, pembuatan komposter sederhana, serta penerapan prinsip biokonversi menggunakan mikroorganisme pengurai. Proses pengomposan dilakukan dengan menjaga rasio karbon dan nitrogen (C/N) sekitar 25–30:1, kelembapan 50–60%, serta suhu ideal 30–40°C untuk mendukung aktivitas mikroba aerob. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penggunaan komposter dapat mengurangi volume sampah organik rumah tangga secara signifikan dan menghasilkan kompos dengan kualitas baik, ditandai warna gelap, tekstur remah, serta aroma tanah segar. Program ini juga berdampak sosial positif melalui peningkatan kesadaran ekologis masyarakat dan penguatan ekonomi sirkular di tingkat lokal. Kesimpulan dengan pemanfaatan komposter terbukti menjadi model pengelolaan sampah yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Kata kunci: komposter, sampah organik, pupuk organik, biokonversi, pengelolaan sampah berkelanjutan

A. Latar Belakang Masalah

Sampah menjadi masalah yang sering dihadapi Masyarakat Indonesia telah menjadi isu krusial yang memerlukan perhatian serius.(1) Bertambahnya jumlah penduduk akan memberikan dampak terhadap pembuangan sampah akan meningkat termasuk volume timbulan sampah setiap tahun terus mengalami peningkatan signifikan. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan lebih dari 67 juta ton sampah per tahun,(2) di mana sekitar 60% di antaranya merupakan sampah organik yang berasal dari sisa makanan, dedaunan, dan bahan-bahan *biodegradable* lainnya.(2) Tingginya proporsi sampah

organik menunjukkan potensi besar untuk dimanfaatkan kembali menjadi sumber daya yang berguna, salah satunya melalui proses pengomposan.(3)

Sampah rumah tangga yang selama ini di Indonesia sebagian besar masih berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa melalui proses pemilahan sehingga bercampuru menjadi satu. Kondisi ini menyebabkan TPA cepat penuh, menimbulkan bau tidak sedap, serta menghasilkan gas metana yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca.(4) Pengelolaan sampah yang tidak efisien juga berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan, pada pencemaran air tanah dan udara. Ada upaya untuk mengubah paradigma masyarakat dalam memperlakukan sampah sebagai sumber daya yang dapat memberikan manfaat ekonomi dan ekologis.(5)

Upaya yang dilakukan dalam memberikan solusi yang efektif dan ramah lingkungan dalam mengatasi masalah sampah adalah dengan memanfaatkan komposter sebagai alat pengolah sampah organik menjadi pupuk organik (kompos).(6) Komposter berfungsi mempercepat proses dekomposisi bahan organik dengan bantuan mikroorganisme dengan menghasilkan pupuk alami yang kaya akan unsur hara. Penggunaan komposter dapat mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA dan membantu meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia yang dapat merusak ekosistem dalam jangka panjang.(7)

Pemanfaatan komposter memiliki nilai edukatif kepada Masyarakat dan sosial yang tinggi dalam mengubah perilaku masyarakat termasuk benefit yang diperoleh. Keuntungan ekonomis yang ditimbulkan dari pengelolaan sama yang ada di tingkat rumah tangga, sekolah, maupun komunitas, penggunaan komposter dapat menumbuhkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah dari sumbernya.(7) Masyarakat dapat belajar memilah sampah organik dan anorganik, memahami proses daur ulang alami, serta mendapatkan manfaat ekonomi melalui pemanfaatan hasil kompos untuk tanaman hias, sayuran, dan kegiatan pertanian kecil. Kegiatan pengolahan sampah berorientasi pada pengurangan sampah, pemberdayaan masyarakat dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan produktif.(8)

Pengomposan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan fisik akibat pengurangan volume sampah yang ada di masyarakat, terutama sampah rumah tangga. Proses pengurangan volume sampah membantu menutup siklus materi organik di alam, bahan buangan dari konsumsi manusia dapat dikembalikan ke tanah sebagai nutrisi baru bagi tumbuhan.(9) Pembakaran atau pembuangan sampah konvensional dapat menimbulkan dampak negatif terhadap udara dan tanah. Kompos yang dihasilkan dari proses pengomposan mengandung unsur hara makro dan mikro yang dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan air, serta memperkaya aktivitas mikroba tanah.(10)

Pemanfaatan komposter untuk pengolahan sampah menjadi pupuk organik sejalan dengan prinsip Reduce, Reuse, Recycle (3R) yang menjadi dasar kebijakan pengelolaan sampah nasional. Program ini mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya pada poin 11 tentang “Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan” serta poin 12 tentang “Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab.” Dengan implementasi yang baik, pemanfaatan komposter dapat menjadi model pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang berdaya guna dan berkelanjutan.(11)

Pemanfaatan komposter dalam pengolahan sampah organik menjadi pupuk organik memiliki urgensi yang tinggi. Melalui kegiatan pengabdian Masyarakat ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran komprehensif mengenai efektivitas komposter dalam menekan volume sampah, kualitas pupuk yang dihasilkan, serta dampaknya terhadap lingkungan dan sosial-ekonomi masyarakat. Artikel ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan dan strategi praktis bagi

pemerintah, lembaga pendidikan, serta masyarakat luas dalam mewujudkan sistem pengelolaan sampah yang efisien, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomi tinggi.

B. Metode dan Alat

Pengelolaan sampah menjadi pupuk organik melalui kegiatan pelatihan dan penggunaan alat komposter merupakan strategi yang efektif dalam mengatasi masalah limbah rumah tangga, khususnya sampah organik seperti sisa makanan, daun kering, dan limbah dapur. Proses ini berorientasi pada pengurangan volume sampah yang berakhir di TPA dan menghasilkan produk bernilai guna tinggi berupa kompos yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kesuburan, dan mendukung pertanian ramah lingkungan.

Pelatihan pengelolaan sampah organik menggunakan komposter diawali dengan pengenalan konsep dasar ekologi dan daur ulang organik. Peserta pelatihan, baik dari masyarakat umum, kelompok tani, dan lembaga sosial, diberikan pemahaman mendasar tentang perbedaan antara sampah organik dan anorganik serta dampak lingkungan dari pengelolaan sampah yang tidak tepat. Pemahaman dasar ini tertanam, pelatihan dilanjutkan dengan materi teknis yang menjelaskan prinsip biokonversi—yakni proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme aerob maupun anaerob menjadi humus yang stabil. Dalam tahap ini, peserta diperkenalkan pada peran mikroorganisme dekomposer seperti bakteri, jamur, dan aktinomisetes dalam mempercepat pembusukan bahan organik.

Metode pelatihan yang digunakan secara praktis, peserta diajak langsung untuk membuat dan mengoperasikan alat komposter. Komposter adalah wadah atau alat yang dirancang untuk memfasilitasi proses dekomposisi bahan organik dengan menjaga kondisi lingkungan optimal bagi aktivitas mikroorganisme. Bentuk dan bahan komposter sangat bervariasi, tergantung pada skala dan kebutuhan. Pada skala rumah tangga, komposter sederhana sering dibuat dari ember plastik, tong, atau drum bekas yang dilubangi untuk sirkulasi udara. Pada skala komunitas atau pertanian, digunakan komposter yang lebih besar berbahan fiber, logam, atau beton, lengkap dengan sistem ventilasi dan pengatur kelembapan.

Dalam pelatihan, peserta belajar mengatur komposisi bahan baku agar proses pengomposan berlangsung efektif. Rasio karbon terhadap nitrogen (C/N ratio) merupakan parameter penting. Bahan kaya karbon seperti daun kering, ranting, atau kertas dicampur dengan bahan kaya nitrogen seperti sisa sayuran, kotoran ternak, atau sisa makanan. Keseimbangan ini menjaga suhu dan tingkat aktivitas mikroba agar optimal, umumnya antara 30–40°C untuk proses aerobik. Selain itu, peserta juga diajarkan pentingnya menjaga kelembapan sekitar 50–60%, karena jika terlalu kering proses akan melambat, sedangkan jika terlalu basah akan menyebabkan pembusukan anaerob yang menghasilkan bau tidak sedap.

Pelatihan kepada peserta dengan memperkenalkan penggunaan aktivator mikroba seperti EM4 (Effective Microorganisms), MOL (Mikroorganisme Lokal), atau bioaktivator alami seperti air cucian beras dan cairan gula aren. Aktivator ini mempercepat proses dekomposisi dengan menambah populasi mikroba pengurai. Pelatihan juga sering mencakup manajemen hasil kompos, mulai dari penyaringan, pengemasan, hingga pemanfaatannya di lahan pertanian atau pekarangan.

Keberhasilan pelatihan dan penggunaan alat komposter diukur dari hasil pupuk yang dihasilkan dari perubahan perilaku masyarakat terhadap pengelolaan sampah. Melalui pendekatan partisipatif, masyarakat diajak untuk memahami bahwa sampah bukan lagi sekadar limbah, melainkan sumber daya yang dapat dikembalikan ke alam secara produktif. Beberapa program pelatihan bahkan dikombinasikan dengan aspek ekonomi sirkular, di mana hasil kompos dijual

atau dimanfaatkan untuk kebun pangan lokal, sehingga menciptakan nilai ekonomi baru sekaligus memperkuat ketahanan pangan komunitas.

C. Pembahasan

Komposter merupakan sistem yang dirancang untuk mempercepat proses penguraian bahan organik — seperti sisa makanan, daun kering, kotoran hewan, dan limbah dapur — menjadi pupuk organik yang kaya unsur hara, yang dikenal sebagai kompos. Prinsip dasar dari kerja komposter adalah biokonversi alami yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan aktinomisetes dalam kondisi lingkungan tertentu sehingga bahan organik dapat terdegradasi secara efisien menjadi senyawa yang lebih stabil.(12)

Prosesnya dimulai ketika bahan organik dimasukkan ke dalam wadah atau reaktor komposter. Di tahap awal, bahan mentah seperti sisa sayuran, buah, atau dedaunan masih memiliki kadar air tinggi dan struktur kimia kompleks (lignin, selulosa, dan protein). Mikroorganisme heterotrofik mulai mencerna bahan ini menggunakan enzim yang mereka hasilkan sendiri.(13) Saat proses pencernaan ini berlangsung, sebagian besar karbon diubah menjadi karbon dioksida (CO_2), sementara nitrogen, fosfor, dan kalium — unsur hara utama — tertinggal dalam bentuk yang lebih mudah diserap tanaman.

Tahapan dekomposisi dalam komposter biasanya terbagi menjadi tiga fase, yaitu pada fase pertama disebut fase mesofilik, yang terjadi pada suhu antara 20–40°C. Mikroorganisme mesofilik (seperti bakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas*) mulai memecah senyawa organik sederhana seperti gula dan asam amino.(14) Proses ini menghasilkan panas sebagai hasil samping metabolisme. Ketika suhu meningkat hingga di atas 45°C, fase termofilik dimulai. Pada tahap ini, bakteri termofilik mengambil alih dan mampu menguraikan senyawa kompleks seperti selulosa, hemiselulosa, dan sebagian lignin.(15) Fase ini sangat penting karena suhu tinggi (bisa mencapai 60–70°C) membantu membunuh patogen, biji gulma, dan parasit yang mungkin terdapat dalam bahan organik. Setelah sebagian besar bahan terurai, suhu mulai menurun, menandai masuknya fase pendinginan dan pematangan (maturation). Pada fase ini, mikroorganisme mesofilik kembali mendominasi untuk menyempurnakan stabilisasi bahan organik hingga menjadi humus yang matang, berwarna gelap, bertekstur remah, dan berbau tanah segar.(16)

Mikroorganisme dengan kondisi lingkungan dalam komposter sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses. Keseimbangan antara karbon dan nitrogen (rasio C/N) menjadi kunci utama — idealnya berada pada kisaran 25:1 hingga 30:1. Jika bahan terlalu kaya karbon (misalnya daun kering, serbuk gergaji), proses akan lambat karena kekurangan nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba.(17) Sebaliknya, jika terlalu kaya nitrogen (misalnya sisa makanan atau kotoran hewan), komposter akan berbau menyengat akibat pembentukan amonia. Kelembapan juga perlu dijaga sekitar 50–60%, karena air dibutuhkan untuk aktivitas enzimatik mikroba, tetapi kondisi terlalu basah dapat menurunkan kadar oksigen dan menghambat respirasi mikroba aerobik. Oleh sebab itu, sistem aerasi yang baik diperlukan. Dalam komposter aerobik, udara dialirkan secara alami melalui lubang-lubang ventilasi atau secara mekanis dengan kipas atau pengadukan rutin. Aerasi memastikan bahwa mikroba mendapatkan oksigen yang cukup untuk mengoksidasi bahan organik tanpa menghasilkan bau busuk yang biasanya muncul pada proses anaerobik.(18)



Komposter dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan skala — mulai dari komposter rumah tangga sederhana berbahan drum plastik berlubang hingga reaktor kompos tertutup (*in-vessel composter*) yang digunakan di industri atau institusi besar. Dalam sistem modern, parameter seperti suhu, pH, kelembapan, dan kadar oksigen dipantau secara otomatis untuk mengoptimalkan kondisi mikroba.(19) Bahkan ada komposter yang menggunakan bioaktivator berupa campuran mikroba dekomposer (misalnya *Trichoderma sp.*, *Lactobacillus sp.*, dan *Aspergillus sp.*) untuk mempercepat proses penguraian hingga hanya dalam beberapa minggu. Beberapa sistem juga menambahkan cacing tanah (*Eisenia fetida*) untuk menghasilkan vermikompos, yaitu pupuk organik berkualitas tinggi hasil kerja simbiosis antara mikroorganisme dan cacing.(20)

Hasil akhir dari proses ini adalah pupuk organik atau kompos matang yang memiliki kandungan humus tinggi, mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air, dan menyediakan unsur hara makro serta mikro bagi tanaman. Selain manfaat agronomis, penggunaan komposter juga memberikan dampak ekologis signifikan.(21) Dengan mengubah sampah organik menjadi kompos, volume sampah yang dikirim ke tempat pembuangan akhir (TPA) berkurang drastis, sehingga menekan emisi gas metana (CH_4) dari proses pembusukan anaerobik di TPA. Secara ekonomi, masyarakat juga diuntungkan karena dapat menghasilkan pupuk sendiri dari limbah rumah tangga, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan menutup siklus bahan organik secara berkelanjutan.(22)



Kerja komposter merupakan sistem ekologis miniatur yang menunjukkan interaksi kompleks antara mikroorganisme, oksigen, air, suhu, dan bahan organik, yang secara sinergis mengubah limbah menjadi sumber daya bernilai tinggi.

D. Kesimpulan

Pemanfaatan komposter dalam pengolahan sampah organik merupakan solusi yang efektif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan limbah rumah tangga di Indonesia. Melalui proses pengomposan yang melibatkan mikroorganisme pengurai, bahan organik seperti sisa makanan, daun kering, dan limbah dapur dapat diubah menjadi pupuk alami yang kaya unsur hara. Penggunaan komposter mampu menekan volume sampah yang dibuang ke

TPA, mengurangi emisi gas rumah kaca, serta memperbaiki kualitas tanah melalui peningkatan kandungan humus dan aktivitas mikroba. Pelatihan dan edukasi masyarakat menjadi komponen penting dalam keberhasilan implementasi program ini, karena mampu menumbuhkan kesadaran ekologis dan mengubah pola pikir masyarakat bahwa sampah bukan sekadar limbah, tetapi sumber daya bernilai ekonomi. Hasil kompos yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk pertanian skala rumah tangga maupun komunitas, sekaligus mendukung prinsip *reduce, reuse, recycle (3R)* serta Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) poin 11 dan 12. Dengan demikian, komposter bukan hanya alat teknis, tetapi juga instrumen sosial dan ekologis yang merepresentasikan upaya kolektif menuju pengelolaan lingkungan yang lebih lestari.

Ucapan Terima Kasih

Kami Dosen dan mahasiswa STIKES Kapuas Raya mengucapkan terima kasih atas pendanaan yang diberikan oleh Kementerian Saintekdikti sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan baik sebagaimana diharapkan. Kegiatan Pengabdian Masyarakat memberikan dampak perbaikan dalam menumbuhkembangkan kemandirian Masyarakat dalam perbaikan ekonomi keluarga dan Masyarakat, melalui pengolahan kompos organik menggunakan komposter sehingga dapat dijual kepada Masyarakat luas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sari, C. N., Al-illahiyah, L. H., Kaban, L. B., Hasibuan, M. R., Nasution, R. H., & Sari WF. Keterbatasan fasilitas tempat pembuangan sampah dan tantangan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah (Studi kasus di Desa Jandi Meriah Kec. Tiganderket Kab. Karo). *J Hum Educ*. 2023;3(2):268–76.
2. Safitri, H. F. D., & Sari YP. Studi Komparasi Metode 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Pada Pengolahan Sampah Di Indonesia. *Pros Univ Res Colloq*. 2021;552–8.
3. Widianoro D. Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Media Pembelajaran Pada Sekolah Adiwiyata. *J Elem Edukasia*. 2023;6(4):1658–70.
4. Sidebang CP. Analisis Dampak Timbunan Sampah di Sekitar Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tanjung Pinggir Kota Pematangsiantar. *J-MAS J Pengabd Masy*. 2022;1(1):19–30.
5. Al Idrus, A., Ilhamdi, L., Mertha, I. G., Abidin, L. A. M., & Yaqutunnafis L. Konservasi Sumberdaya Alam Berwawasan Kearifan Lokal Melalui Sosialisasi Peningkatan Kesadaran Lingkungan Pada Masyarakat Desa Bagik Payung Timur, Lombok Timur. *J Pengabd Magister Pendidik IPA*. 2021;4(3).
6. Sumartini, A. R., Indriyani, N. M. V., & Putra IWGYD. Pemasaran Komposter Pengolahan Sampah Organik Menjadi Pupuk Pada Kelompok Usaha Tebe Komposter. *Int J Community Serv Learn*. 2021;5(2):129–35.
7. Sinaga, R., Christy, J., Sembiring, R., Sembiring, S., Dahang, D., Simbolon, J., ... & Zega R. Sosialisasi Pembuatan Pupuk Organik Padat dan Cair Menggunakan Komposter di Desa Perumnas Simalingkar Kecamatan Pancur Batu. *Abdi Parahita*. 2023;2(2):50–63.
8. Ismail, T., Ali, J., Muhammad, C. I., & Adiansah W. Bank Sampah WISE sebagai alternatif strategi pengelolaan sampah berbasis pemberdayaan masyarakat di Desa Pasirtanjung, Lemah Abang, Karawang. *Responsive J Pemikir Dan Penelit Adm Sos Hum Dan Kebijak Publik*. 2025;8(3):537–49.
9. Putranto P. Prinsip 3R: Solusi Efektif untuk Mengelola Sampah Rumah Tangga. *Innov J Soc Sci Res*. 2023;3(5):8591–605.

10. Mendrofa, M. T., & Gulo D. Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Perbaikan Struktur dan Stabilitas Tanah. *J Ilmu Pertan dan Perikan*. 2024;1(1):105–10.
11. Hasyim, D. M., Hafid, H., Tarru, R. O., Pramono, S. A., & Tarru HE. Pengembangan Sistem Pengelolaan Sampah Organik Berbasis Komposter Otomatis di Kawasan Perkotaan Kabupaten Garut Kecamatan Tarogong Kaler. *J Hum Educ*. 2025;5(2):384–91.
12. Gulo, S. S., Gea, R., & Lase NK. Penggunaan Mikroorganismes Dalam Pengelolaan Limbah Pertanian Untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah. *J Ilmu Pertan dan Perikan*. 2024;1(2):88–93.
13. Purkan, P., Hadi, S., & Sumarsih S. LIPASE UNTUK BIODIESEL: Inovasi dari Gen ke Katalis. Surabaya: Airlangga University Press.; 2025.
14. Riyanto, K. F., Marlina, E. T., & Harlia E. Identifikasi Bakteri dan Kapang dalam Proses Pembuatan Bioetanol Menggunakan Campuran Feses Sapi Perah dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *J Teknol Has Peternak*. 2024;5(2):1–18.
15. Kazeem, M. O., Adegbemi, E. A., Aisami, A., & Onajobi IB. Utilization of shea-nut cake for lipase production by thermophilic *Bacillus velezensis* EAC 9 isolated from hot compost and optimization of nutritional parameters. *Trak Univ J Nat Sci*. 2024;25(1):41–54.
16. Ritonga, A. M., Furqon, F., & Ifadah RN. Identifikasi Perubahan Sifat Fisik Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Selama Masa Penyimpanan pada Pendingin Evaporatif Termodifikasi: Identifikasi Perubahan Sifat Fisik Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Selama Masa Penyimpanan pada Pendingin Evapo. 2020;
17. Andriani, L., Kurniawan, E., Jalaluddin, J., Meriatna, M., & Ishak I. Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Proses Fermentasi Dengan Penambahan Abu Tandan Kosong Dan Fiber. *Chem Eng J Storage(CEJS)*. 2023;2(5):14.
18. Amalludin, F. I., Yuniarto, A., & Arliyani I. Kajian Constructed Wetland-Microbial Fuel Cell (CW-MFC) Pengaruh Aerasi pada Air Limbah Domestik. *Al-Ard. J Tek Lingkung*. 2025;10(2):117–30.
19. Kristiana D. Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan pada Pembuatan Pupuk Organik. Ponorogo; 2020.
20. Artati, Y., AK, K. F., & Wirayuda I. Pembuatan Vermikompos Dengan Memanfaatkan Limbah Organik Rumah Tangga di Kecamatan Loa Janan Kabupaten Kutai Kartanegara. *J Pengabdian Al-Ikhlas Univ Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjary*. 2023;9(2).
21. Hasyim, D. M., Hafid, H., Tarru, R. O., Pramono, S. A., & Tarru HE. Pengembangan Sistem Pengelolaan Sampah Organik Berbasis Komposter Otomatis di Kawasan Perkotaan Kabupaten Garut Kecamatan Tarogong Kaler. *J Hum Educ*. 2025;5(2):384–91.
22. Dewi, S. B. L., Aulia, R. V., & Laily DW. Implementasi pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan limbah pertanian menjadi pupuk organik cair di Desa Musir Lor Kabupaten Nganjuk. *J Abdi Masy Indones*. 2024;4(4):1067–76.