

PEMANFAATAN BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL DALAM PENGOLAHAN LIMBAH ORGANIK RUMAH TANGGA

Tektonius Halawa¹, Meiman Halawa², Anggun Marfirah Baeha³, Dirikan Hati Daeli⁴,
Antorius Waruwu⁵, Novelina Andriani Zega⁶

^{1, 2, 3, 4, 5}Universitas Nias, Jl. Yos Sudarso No. 118/E-S, Gunungsitoli, Sumatera Utara, Indonesia
Email: tektoniushalawa05@gmail.com

Article History

Received: 14-01-2026

Revision: 24-01-2026

Accepted: 26-01-2026

Published: 29-01-2026

Abstract. The largest contributor to waste generation in Indonesia comes from household organic waste, which has the potential to pollute the environment if not managed properly. Conventional biotechnology utilises the activity of natural microorganisms to process organic waste into useful products, making it a relatively simple and easy-to-implement alternative for household waste management. This article aims to review various methods of domestic organic waste treatment based on conventional biotechnology. The method used is a literature study of relevant research results and scientific publications. The results of the study show that composting, liquid organic fertiliser production, and eco-enzyme production are effective methods in reducing the volume of household organic waste. Microorganisms such as *Lactobacillus* sp. and decomposing fungi play an important role in converting organic waste into nutrients for plants and natural cleaning fluids. Based on these results, it can be concluded that the application of conventional biotechnology has the potential to support sustainable household organic waste management while reducing the impact of environmental pollution.

Keywords: Conventional Biotechnology, Organic Waste, Composting, Liquid Organic Fertilizer, Eco-Enzyme

Abstrak. Penyumbang terbesar timbulan sampah di Indonesia berasal dari limbah organik rumah tangga yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Bioteknologi konvensional memanfaatkan aktivitas mikroorganisme alami untuk mengolah limbah organik menjadi produk bernilai guna, sehingga menjadi alternatif pengelolaan yang relatif sederhana dan mudah diterapkan di tingkat rumah tangga. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji berbagai metode pengolahan limbah organik domestik berbasis bioteknologi konvensional. Metode yang digunakan adalah studi literatur terhadap hasil penelitian dan publikasi ilmiah yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa pengomposan, pembuatan pupuk organik cair, dan produksi *eco-enzyme* merupakan metode yang efektif dalam mengurangi volume sampah organik rumah tangga. Mikroorganisme seperti *Lactobacillus* sp. dan jamur pengurai berperan penting dalam mengonversi limbah organik menjadi nutrisi bagi tanaman serta cairan pembersih alami. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan bioteknologi konvensional berpotensi mendukung pengelolaan limbah organik rumah tangga secara berkelanjutan sekaligus mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Kata Kunci: Bioteknologi Konvensional, Limbah Organik, Pengomposan, Pupuk Organik Cair, Eco-Enzyme

How to Cite: Halawa, T., Halawa, M., Baeha, A. M., Daeli, D. H., Waruwu, A., & Zega, N. A. (2026). Pemanfaatan Bioteknologi Konvensional dalam Pengolahan Limbah Organik Rumah Tangga. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 7 (1), 987-993. <http://doi.org/10.54373/imeij.v7i1.5039>

PENDAHULUAN

Sampah masih menjadi persoalan nyata dalam kehidupan sehari-hari karena dampaknya yang berkelanjutan terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Volume sampah yang dihasilkan terus meningkat dari tahun ke tahun, seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, meningkatnya kebutuhan konsumsi, serta keterbatasan sistem pengelolaan sampah yang efektif. Akumulasi sampah yang tidak tertangani dengan baik menyebabkan penumpukan di tempat pembuangan akhir, bahkan membentuk gunung sampah yang berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan (Hayati et al., 2022).

Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa komposisi terbesar sampah di Indonesia berasal dari sampah organik, yaitu sekitar 60% dari total timbulan sampah. Jenis sampah lainnya meliputi plastik sebesar 14%, kertas 9%, karet 5,5%, serta sisanya berupa logam, kain, kaca, dan material lainnya (Pratiwi et al., 2024). Dominasi sampah organik ini mengindikasikan bahwa pengelolaan limbah rumah tangga, khususnya sisa makanan dan limbah dapur, memegang peranan penting dalam upaya pengurangan sampah secara keseluruhan.

Limbah organik rumah tangga yang tidak dikelola dengan baik dapat mengalami pembusukan secara anaerob dan menghasilkan gas metana yang berkontribusi terhadap efek rumah kaca serta menimbulkan bau tidak sedap. Selain itu, sampah yang menumpuk berpotensi menjadi media berkembangnya vektor penyakit seperti lalat, nyamuk, dan tikus, sehingga meningkatkan risiko gangguan kesehatan masyarakat (Budiana, 2025). Kondisi tersebut menegaskan perlunya metode pengelolaan sampah yang tepat, sederhana, dan dapat diterapkan langsung di tingkat rumah tangga.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan bioteknologi konvensional. Bioteknologi konvensional memanfaatkan aktivitas mikroorganisme seperti bakteri dan jamur untuk memodifikasi bahan dan lingkungan guna menghasilkan produk yang bermanfaat (Sutarno, 2016 dalam Subekti, 2019). Proses ini umumnya berlangsung melalui fermentasi alami dan tidak memerlukan teknologi yang kompleks, sehingga mudah diadopsi oleh masyarakat. Melalui pendekatan ini, limbah organik yang semula menjadi beban lingkungan dapat diolah menjadi produk bernilai guna seperti kompos, pupuk organik cair, dan *eco-enzyme* (Subekti, 2019).

Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji berbagai metode pengolahan limbah organik rumah tangga berbasis bioteknologi konvensional serta perannya dalam mengurangi timbulan sampah dan mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah studi literatur atau *literature review*. Metode ini dipilih untuk memperoleh pemahaman komprehensif mengenai penerapan bioteknologi konvensional dalam pengolahan limbah organik rumah tangga berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu. Data dikumpulkan melalui penelusuran sumber pustaka yang relevan, meliputi artikel jurnal nasional dan internasional terakreditasi, prosiding seminar, buku teks, serta laporan resmi yang berkaitan dengan pengelolaan limbah organik dan pemanfaatan mikroorganisme dalam proses bioteknologi konvensional. Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis menggunakan basis data ilmiah seperti *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *Garuda* dengan kata kunci antara lain pengomposan, pupuk organik cair, dan *eco-enzyme*. Literatur yang digunakan dibatasi pada publikasi dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir guna memastikan relevansi dan kebaruan informasi yang dianalisis.

Tahapan analisis data dalam studi ini meliputi seleksi literatur, pengelompokan topik, serta sintesis hasil penelitian. Literatur diseleksi berdasarkan kesesuaian topik, kejelasan metode, dan kontribusinya terhadap pemahaman pengolahan limbah organik berbasis bioteknologi konvensional. Selanjutnya, data yang terpilih dianalisis secara deskriptif-kualitatif dengan membandingkan temuan-temuan utama dari berbagai sumber, khususnya terkait jenis mikroorganisme yang digunakan, proses pengolahan, serta produk yang dihasilkan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk uraian naratif untuk menggambarkan pola, kecenderungan, dan efektivitas metode bioteknologi konvensional dalam mengolah limbah organik rumah tangga. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang sistematis dan menyeluruh mengenai potensi penerapan bioteknologi konvensional sebagai solusi pengelolaan limbah organik yang ramah lingkungan dan aplikatif di tingkat masyarakat.

HASIL DAN DISKUSI

Teknik Pengomposan

Pengomposan adalah suatu proses yang mengubah materi organik menjadi bentuk yang lebih sederhana dengan bantuan aktivitas mikroba. Dalam penggunaan teknologi rendah, metode pengomposan melibatkan penerapan cara konvensional yang mendukung fermentasi bahan organik menjadi kompos. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama karena merupakan bagian dari proses alamiah (Sari, 2024) Menurut Darmawati (2015) Pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Pengomposan dapat terjadi secara alami maupun dengan penambahan bioaktivator. Pengomposan secara alami

membutuhkan waktu yang cukup lama berkisar 6 bulan tetapi dengan penambahan bioaktivator yang dipasarkan, pengomposan dapat berlangsung selama 2-3 minggu.

Menurut Herawaty (2020) pupuk kompos merupakan hasil dari pelapukan dedaunan, jerami, alang-alang, rumput, kotoran hewan, sampah kota dan sebagainya. Penggunaan pupuk kompos sangat penting karena dapat digunakan sebagai salah satu media tanam yang dibutuhkan untuk memberikan nutrisi yang cukup pada setiap tanaman yang sedang bertumbuh. Dari pengertian diatas dapat kita simpulkan bahwa pengomposan merupakan proses dekomposisi bahan organik secara aerob yang memerlukan oksigen. Ini menghasilkan humus yang stabil dari sisa sayuran dan daun kering. Komposter sederhana atau lubang biopori dapat digunakan untuk pengomposan di rumah. Berikut cara pembuatan pupuk kompos:

- Adapun alat membuat pupuk kompos yaitu wadah berukuran besar dengan penutup (tong atau ember), sarung tangan, bahan membuat pupuk kompos, sampah rumah tangga (bisa sisa makanan atau bekas sayuran), tanah, air secukupnya, arang sekam, dan cairan pupuk EM4 sebagai tambahan
- Langkah membuat pupuk kompos yaitu (1) siapkan sampah rumah tangga yang akan diolah menjadi pupuk kompos, (2) pisahkan sampah organik (sisa makanan/dedaunan) dengan sampah plastik, (3) sampah organiklah yang nantinya akan digunakan sebagai pupuk kompos, (4) siapkan wadah berukuran besar untuk membuat pupuk kompos. Jangan lupa bahwa wadah harus dilengkapi dengan penutup agar pupuk yang dibuat tidak akan terkontaminasi, (5) masukkan tanah secukupnya ke dalam wadah yang telah diisi dengan sampah organik. Ketebalannya bisa kamu sesuaikan dengan wadah dan banyaknya sampah organik, (6) siram permukaan tanah tersebut menggunakan air secukupnya, (7) masukkan sampah organik yang telah dicampur arang sekam(optional) dan kapur pertanian ke dalam wadah, (8) pastikan sampah disimpan secara merata. Sebisa mungkin ketebalan sampah setara dengan ketebalan tanah, (9) siram dengan air yang telah bercampur EM4, (10) masukkan lagi tanah ke dalam wadah. Kali ini tanah berperan sebagai penutup sampah, dan (11) tutup wadah dengan rapat dan biarkan sekitar tiga minggu (Yulia et al., 2024).

Metode Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk organik cair adalah larutan yang dihasilkan dari pembusukan bahan organik, seperti sisa tanaman, limbah agroindustri, kotoran hewan, dan kotoran manusia, yang mengandung lebih dari satu jenis unsur hara. Pupuk ini terbuat dari bahan hewan atau tumbuhan yang telah melalui proses fermentasi menjadi bentuk cair, dengan kandungan bahan kimia di dalamnya tidak melebihi 5%. Pupuk organik cair (POC) yang terbuat dari limbah rumah tangga adalah

jenis pupuk organik atau pupuk cair alami yang dapat digunakan pada berbagai tanaman di pekarangan rumah. Penggunaan pupuk organik cair dapat meningkatkan kadar nitrogen di tanah. Pupuk cair lebih cepat diserap oleh tanaman karena unsur-unsurnya telah terurai. Pupuk organik cair memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis pupuk lainnya karena kandungan haranya yang bervariasi, termasuk unsur hara makro dan mikro, serta proses penyerapan yang lebih efisien karena sudah terlarut. Pupuk organik cair (POC) juga sangat praktis dalam penerapannya pada tanah atau tanaman. Pupuk organik cair memiliki beberapa manfaat yaitu membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan membuat tanah menjadi lebih subur. Pembuatan pupuk organik umumnya melibatkan proses penguraian (Pratiwi et al., 2024). Proses pembuatan POC melibatkan manipulasi lingkungan yang terkendali untuk mengoptimalkan metabolisme mikroba alami tanpa menggunakan rekayasa genetika pada tingkat DNA, sehingga diklasifikasikan sebagai bioteknologi konvensional. Bioteknologi menggunakan fermentasi anaerob (tanpa oksigen) untuk membuat POC. Proses ini mengubah limbah organik menjadi nutrisi cair yang siap diserap.

Pada pembuatan pupuk organik cair memerlukan penambahan bioaktivator EM4 karena dapat mempercepat proses fermentasi. EM4 (*Effective Microorganisms 4*) mengandung berbagai mikroorganisme yang aktif seperti bakteri asam laktat, ragi, dan bakteri fotosintetik. Mikroorganisme ini membantu mempercepat proses fermentasi bahan organik, sehingga pembusukan dan dekomposisi limbah menjadi lebih cepat. Berikut adalah langkah-langkah umum yaitu (1) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan pupuk organik cair, (2) Potong sayur yang tidak digunakan menjadi bagian kecil dengan pisau, (3) Tambahkan air 1 liter dan 1 sendok EM-4 campurkan ke dalam botol semprot, (4) Masukkan potongan sayur ke dalam galon bekas, semprot menggunakan campuran EM-4, (5) Tunggu hingga 2 minggu, dan (6) Pestisida siap digunakan (Pratiwi et al., 2024). POC dibuat dari fermentasi limbah organik dalam bentuk cair, yang membedakannya dari kompos padat. Teknik ini sering dipilih karena diterapkan pada tanaman lebih cepat diserap oleh akar.

Metode Pembuatan *Eco-Enzyme*

Eco-enzyme merupakan hasil fermentasi limbah organik seperti kulit buah dan sayuran dengan penambahan gula merah atau molase serta air dalam perbandingan tertentu. Proses fermentasi anaerobik ini melibatkan aktivitas mikroorganisme, terutama bakteri asam asetat dan bakteri asam laktat, yang menguraikan karbohidrat kompleks menjadi senyawa sederhana seperti alkohol dan asam organik (Septiani et al., 2025). Yang artinya metode ini menggunakan gula merah dan air untuk fermentasi limbah kulit buah atau sayuran segar. Selama minimal tiga

bulan fermentasi, cairan multifungsi ini mengandung enzim alami yang diproduksi oleh mikroba.

Menurut Gu et al. 2021 yang dikutip dari septiani (2025) Proses pembusukan ini melibatkan aktivitas mikroorganisme, khususnya bakteri, yang mengubah bahan organik menjadi komponen yang lebih sederhana dan berguna. Berbagai studi telah mengidentifikasi beragam mikroorganisme dalam *eco enzyme*. *Eco enzyme* yang dibuat dari limbah buah apel, gula, dan air diketahui mengandung bakteri seperti *Acetobacter sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Methylobacterium sp.*, dan *Paenibacillus sp.*, ditambah beberapa jenis jamur termasuk *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Penicillium sp.* Mikroorganisme ini memegang peranan krusial dalam proses fermentasi *eco enzyme*, terutama dalam sintesis berbagai enzim yang bermanfaat seperti amilase, protease, dan lipase. Prinsip fermentasi anaerob, yang menghasilkan enzim-enzim fungsional dan senyawa asam asetat, adalah dasar pembuatan eco-enzim. Ini adalah prosedur sistematisnya:

- Menyiapkan bahan- bahan utama seperti limbah organik berupa kulit buah dan sayuran yang telah dicacah kecil-kecil, gula merah atau molase, serta air bersih, beserta wadah bersih seperti ember plastik atau wadah tertutup yang kedap udara.
- bahan limbah organik dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan residu pestisida, kemudian dicacah menjadi potongan kecil sekitar 1-2 cm guna mempercepat proses fermentasi dan memperbesar kontak mikroorganisme.
- air bersih dituangkan ke dalam wadah dengan rasio 10 bagian air: 3 bagian limbah organik: 1 bagian gula merah/molase. Gula ini diaduk hingga larut secara merata, lalu limbah organik yang telah dicacah dimasukkan dan diaduk kembali hingga semua bahan tercampur rata.
- Wadah kemudian ditutup rapat tetapi tidak penuh untuk memberi ruang bagi gas yang dihasilkan selama fermentasi, dan ditempatkan di lokasi kering, suhu ruangan, serta terlindung dari sinar matahari langsung.
- Selama dua minggu pertama, tutup wadah dibuka setiap hari untuk mengeluarkan gas dan memastikan bahan organik tetap tenggelam dalam larutan, sambil melakukan aduk ulang jika ada bahan yang mengapung.

Selama proses fermentasi berlangsung, pengamatan rutin dilakukan dengan mencatat perubahan warna, aroma, dan konsistensi cairan, dan proses ini harus berlangsung minimal selama tiga bulan agar hasilnya optimal. Setelah tiga bulan, cairan disaring dari ampasnya menggunakan kain bersih, dan cairan inilah yang akan dipakai sebagai ecoenzim yang matang dan siap digunakan untuk berbagai keperluan seperti pembersih, pupuk, maupun pengendali

hama. Hasil dari proses ini adalah cairan berwarna coklat gelap atau kehitaman dengan aroma asam dan manis khas fermentasi (Septiani et al., 2025). Menurut penelitian ilmiah, cairan Eco-Enzyme memiliki aktivitas enzimatis yang tinggi. Kulit buah memiliki mikroorganisme alami yang mengubah karbohidrat menjadi asam organik. Ini menunjukkan bahwa bioteknologi sederhana dapat mengubah polutan organik menjadi cairan pembersih yang ramah lingkungan

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa bioteknologi konvensional memiliki potensi besar untuk menangani masalah limbah organik rumah tangga. Masyarakat dapat mengubah limbah yang mencemari lingkungan menjadi produk bermanfaat seperti pupuk organik melalui metode sederhana seperti pengomposan dan pembuatan eco-enzyme yang memanfaatkan mikroorganisme alami. Metode ini tidak hanya mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dengan cara yang murah dan mudah digunakan di rumah.

REFERENSI

- Budiana, I. M. (2025). Pengelolaan sampah rumah tangga dan dampaknya terhadap kesehatan lingkungan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(1), 15–23. <https://doi.org/10.14710/jkli.24.1.15-23>
- Gu, Y., Zhang, X., Wang, J., & Li, Z. (2021). Microbial succession and enzymatic activity during anaerobic fermentation of organic waste. *Journal of Environmental Management*, 286, 112187. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112187>
- Hayati, I. N., Devi, K., Anggria, K., Ayu, D., Adhiya, P., & Putri, G. (2022). Pengolahan Limbah Rumah Tangga Menjadi Pupuk Organik di Desa Dauh Puri Kauh. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 800–805.
- Kimia, P. S., & Cendana, U. N. (2025). *Teknologi Pemanfaatan Sampah Organik di Lingkungan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Undana Menjadi Pupuk Organik Berkualitas Tinggi*. 3(2), 58–63.
- Mukhlisah, N., Mahi, F., & Muchtar, A. A. (n.d.). *Pengenalan Pupuk Kompos Untuk Pertumbuhan Tanaman di Bumi Perkemahan H. M. Yasin Limpo Candika, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan*.
- Pratiwi, F. D., Tazkiyah, L., Marella, S., & Rafelia, V. (2024). *Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga sebagai Pupuk Organik Cair di Desa Kepanjen*. 2(2), 344–348.
- Riau, U. (2015). *Effectiveness of Variety Bio-Activator Against Formation of Compos from Vegetable Waste and Leaves*, 93–100.
- Septiani, F., Ningrum, A. S., Sinaga, A., Zalukhu, G. K., Nola, J., Sinaga, O., Syahputri, S., & Suriani, C. (2025). *Ecoenzymes: Conventional Biotechnology In The Utilization of Organic Waste*. 17290–17296.
- Subekti, H. (2019). *Bioteknologi*. Graniti.
- Sutarno. (2016). *Bioteknologi: Teori dan penerapannya dalam kehidupan*. UNS Press.
- Yulia, N. M., Rohman, A., & Aziz, A. (2024). *Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos dengan Bahan Sampah Rumah Tangga (Organik)*. 5(2), 3018–3025.