

Dekomposisi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) Menggunakan Bioaktivator, Maggot, dan Vermikompos untuk Pertanian Organik Berkelanjutan

Encik Akhmad Syaifudin¹, Ni'matuljannah Akhsan¹, Suryana²,
Akmal Alisyahbana², Syah Fiqri Farizki²

¹Prodi Pertanian Tropika Basah Fakultas Pertanian Univeritas Mulawarman Jl. Tanah Grogot Samarinda 75123 Kalimantan Timur, Indonesia.

²Prodi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Univeritas Mulawarman Jl. Tanah Grogot Samarinda 75123 Kalimantan Timur, Indonesia

¹Email: encik_akhmad@faperta.unmul.ac.id

Submit : 20-04-2025

Revisi : 02-06-2026

Diterima : 15-06-2026

ABSTRACT

*This study was conducted in Samarinda to assess the efficacy of bioactivators, maggots (*Hermetia illucens*), and vermicompost in accelerating the composting of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). A Randomized Completely Block Design was applied with six treatments: control without additives (E_0), bioactivator (E_1), maggot (E_2), vermicompost (E_3), maggot–bioactivator combination (E_4), and vermicompost–bioactivator combination (E_5), each replicated eight times (48 units). Variables measured included mass shrinkage, temperature dynamics, final pH, C/N ratio, macronutrient content (N, P, K), and organic Carbon. Data were analyzed using ANOVA followed by the LSD test at 0.05 significance. Bioactivator alone (E_1) produced the highest peak temperature (64.29°C), indicating strong microbial activity, but resulted in a relatively high C/N ratio (26.88). Maggot treatment (E_2) generated the greatest biomass reduction (56.25%) and the highest potassium level (6.05%), with a C/N ratio of 16.48. Vermicompost (E_3) yielded more stabilized compost with a C/N ratio of 15.26. Notably, the combined bioactivator–maggot treatment (E_4) produced the most mature and nutrient-rich compost, achieving the lowest C/N ratio (8.33) and the highest nitrogen content (1.98%). Meanwhile, the bioactivator–vermicompost combination (E_5) produced a C/N ratio of 12.16. Among the treatments, bioactivators enhanced thermophilic conditions, maggots improved biomass degradation and potassium enrichment, and vermicompost supported compost stabilization. Among all treatments, E_4 emerged as the most effective strategy for producing high-quality compost efficiently, offering a sustainable approach for managing aquatic weeds and supporting organic agriculture.*

Keywords: Bioactivator, Composting, Maggot, Organic farming, Vermicompost, Water hyacinth

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Samarinda untuk menilai efektivitas bioaktivator, maggot (*Hermetia illucens*), dan vermikompos dalam mempercepat proses pengomposan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Rancangan Acak Kelompok digunakan dengan enam perlakuan: kontrol tanpa bahan tambahan (E_0), bioaktivator (E_1), maggot (E_2), vermikompos (E_3), kombinasi maggot–bioaktivator (E_4), dan kombinasi vermikompos–bioaktivator (E_5), masing-masing diulang delapan kali (total 48 unit percobaan). Variabel yang diukur meliputi penyusutan massa, dinamika suhu, pH akhir, rasio C/N, kandungan makronutrien (N, P, K), dan karbon organik. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji LSD pada taraf signifikansi 0,05. Bioaktivator (E_1) menghasilkan suhu puncak tertinggi (64,29°C) yang menunjukkan aktivitas mikroba yang kuat, namun menghasilkan rasio C/N yang relatif tinggi (26,88). Perlakuan maggot (E_2) menghasilkan penyusutan biomassa terbesar (56,25%) dan kadar kalium tertinggi (6,05%), dengan rasio C/N sebesar 16,48. Vermikompos (E_3) menghasilkan kompos yang lebih stabil dengan rasio C/N 15,26. Secara khusus, kombinasi bioaktivator–maggot (E_4) menghasilkan kompos paling

matang dan kaya nutrisi, dengan rasio C/N terendah (8,33) dan kadar nitrogen tertinggi (1,98%). Sementara itu, kombinasi bioaktivator–vermikompos (E₅) menghasilkan rasio C/N sebesar 12,16. Secara keseluruhan, bioaktivator meningkatkan kondisi termofilik, maggot mempercepat degradasi biomassa dan meningkatkan kalium, dan vermikompos mendukung stabilisasi kompos. Di antara semua perlakuan, E₄ merupakan masukan paling efektif untuk menghasilkan kompos berkualitas tinggi secara efisien, menawarkan pendekatan berkelanjutan untuk pengelolaan gulma air dan mendukung pertanian organik

Kata kunci: Bioaktivator, Eceng gondok, Kascing, Maggot, Pengomposan, Pertanian organik

1 Pendahuluan

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan gulma air invasif dengan pertumbuhan sangat cepat yang mendominasi permukaan perairan, menghalangi cahaya, menurunkan oksigen terlarut, mengganggu keanekaragaman hayati, serta menyulitkan penangkapan ikan, transportasi air, dan operasi PLTA (Chen & Xu, 2024; Yang et al., 2025). Dominasinya juga menekan spesies lokal dan mengubah habitat perairan, sehingga memengaruhi stabilitas lingkungan dan budidaya yang bergantung pada sistem perairan (Rahimi & Avazpour, 2024).

Eceng gondok merupakan sumber daya melimpah untuk bahan baku kompos dan biogas (Kulabako et al., 2025), serta input bioindustri berbiaya rendah sekaligus solusi pengelolaan lingkungan berkelanjutan (Sierra-Carmona et al., 2022). Kandungan lignoselulosa, nitrogen, dan unsur mikronya berpotensi memperbaiki struktur tanah, kapasitas tukar kation, dan retensi air setelah dikomposkan atau difermentasi secara anaerob (Tibebe et al., 2025). Kompos berbahan eceng gondok dapat memperbaiki sifat fisik-kimia tanah terdegradasi sekaligus mengurangi ketergantungan pupuk sintetis berjejak karbon tinggi (Gezahegn et al., 2024; Canning, 2025; Nashrullah et al., 2025), sehingga menjadi solusi pengelolaan limbah biomassa sekaligus pemenuhan kebutuhan pupuk organik (Abdillah & Budi, 2021; Zega et al., 2025).

Pengomposan konvensional membutuhkan waktu lama karena tingginya kandungan lignoselulosa dan rasio C/N. Lignin bersifat sangat resisten terhadap degradasi dan menjadi penghalang fisik bagi selulosa dan hemiselulosa (Udume et al., 2022), sementara rasio C/N yang tinggi turut memperlambat laju dekomposisi (Berhe et al., 2025). Pra-perlakuan biomassa dapat dilakukan melalui inoculan mikroba spesifik seperti *Chitinophaga terrae* yang mendegradasi lignoselulosa dan mempersingkat waktu pematangan kompos, maupun pra-perlakuan fisik (pencacahan) atau kimia (alkali) untuk meningkatkan aksesibilitas substrat. Rasio C/N optimal (20:1–30:1) dapat dicapai dengan mencampur eceng gondok dan bahan kaya nitrogen seperti kotoran ternak atau limbah makanan (Ibro et al., 2024). Ranawake et al. (2025), menunjukkan bahwa pencampuran eceng gondok dengan kotoran sapi dan serbuk gergaji pada rasio tertentu menghasilkan kompos dengan rasio C/N optimal dan kualitas nutrisi lebih baik.

Pengendalian parameter lingkungan selama pengomposan sangat penting untuk efisiensi proses. Kadar air optimal (50–60%) dan aerasi yang memadai untuk mencegah kondisi anaerob dan memastikan suplai oksigen bagi mikroorganisme aerob. Frekuensi pembalikan yang tepat dapat meningkatkan aerasi dan homogenitas campuran (Udume et al., 2022). Proses pengomposan yang efisien melibatkan fase termofilik (bersuhu tinggi) yang dapat membunuh patogen dan mempercepat dekomposisi. Fase pematangan pada suhu lebih rendah. Penggunaan bioaktivator pengomposan untuk bahan kaya nitrogen, atau perlakuan awal fisik dan biologis, dapat meningkatkan laju dekomposisi dan kualitas kompos (Serafini et al., 2024; Muche, 2025).

Bioaugmentasi yaitu penambahan mikroorganisme menguntungkan untuk mempercepat dekomposisi memberikan hasil yang baik dalam pengomposan eceng gondok (Geethakarthis, 2021; Udume et al., 2022). *Effective microorganisms* (EM) salah satu inokulan mikroba komersial yang mengandung konsorsium bakteri, fungi, dan ragi yang bekerja secara sinergis dalam menguraikan bahan organik (Pradnya et al., 2023). *Larva Black Soldier Fly* (BSF) (*Hermetia illucens*) pada fase bakteri dan larva (maggot) memiliki aktivitas selulase melalui bakteri di saluran pencernaannya. Penggunaan BSF sebagai agen biokonversi eceng gondok dikombinasikan dengan limbah buah (Zhang et al., 2023).

Penambahan vermikompos penting karena menjadi sumber enzim kunci (selulase, ligninase, protease) yang mempercepat degradasi lignoselulosa eceng gondok. Vermikompos terbukti meningkatkan aktivitas mikroba, memperbaiki rasio C/N, mempercepat stabilisasi bahan organik, dan menghasilkan kompos bermutu agronomis lebih tinggi (Du et al., 2026; Rehman et al., 2024), sehingga mempercepat dekomposisi dan meningkatkan nilai kompos sebagai pembenah tanah (Li et al., 2022). Kualitasnya dicirikan oleh kandungan karbon organik (~18–20%), makronutrien (N 1,2–2%; P 0,5–1,5%; K 0,3–0,9%), dan aktivitas enzim urease (Katiyar et al., 2023).

Pertanian organik mengedepankan pengelolaan agroekosistem holistik dengan sumber daya lokal terbarukan, termasuk kompos sebagai input utama kesuburan tanah (Sari et al., 2026), guna mendukung produktivitas jangka panjang secara berkelanjutan (Sileshi et al., 2025). Kompos memperbaiki struktur tanah, kapasitas tukar kation, biomassa mikroba, dan stabilitas karbon tanah (Wang et al., 2022). Integrasi kompos eceng gondok menjadi strategi sirkular dan rendah karbon yang mengurangi ketergantungan pupuk sintetis (Dechassa et al., 2025; Shifadjic, 2025). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh bioaktivator, maggot, dan vermikompos terhadap pengomposan eceng gondok, dengan fokus pada efisiensi waktu, kualitas kompos, dan hasil akhir.

2 Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Muang Ilir, Lempake, Samarinda, Kalimantan Timur. Proses pengujian sampel NPK dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms), bioaktivator EM4, maggot Black Soldier Fly (BSF), vermikompos, gula merah, air, dan limbah makanan. Alat yang digunakan antara lain mesin pencacah, terpal, karung, termometer suhu, parang, ember, sendok pengaduk, kantong plastik, boks plastik (thinwall), pH meter, timbangan, dan buku Munsell Soil Color Chart.

Penelitian ini merupakan percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas enam perlakuan: eceng gondok tanpa bahan tambahan (E₀), eceng gondok dengan bioaktivator (E₁), eceng gondok dengan maggot (E₂), eceng gondok dengan vermikompos (E₃), eceng gondok dengan kombinasi maggot + bioaktivator (E₄), dan eceng gondok dengan kombinasi vermikompos + bioaktivator (E₅). Setiap perlakuan diulang delapan kali sehingga terdapat 48 unit percobaan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan Uji Beda Nyata Terkecil (LSD) 0,05% untuk melihat perbedaan antarperlakuan. Variabel yang diamati meliputi: (1) suhu kompos, (2) penyusutan massa, (3) kadar air kompos, (4) pH produk, (5) kandungan N, P, K, dan C-organik, (6) warna produk, (7) waktu dan efisiensi pengomposan dibandingkan dengan E₀.

Prosedur penelitian: Eceng gondok dikumpulkan dari rawa di kompleks SMK-SPP Samarinda, dicacah menjadi potongan 2–3 cm, kemudian dikeringkan hingga kadar air berkurang sekitar 50%. Maggot BSF diperoleh dari proses penetasan telur hingga menjadi larva berumur 6–8 hari. Vermikompos diperoleh dari penyedia lokal di Samarinda. Bioaktivator disiapkan dengan mencampurkan EM4, air bersih, dan gula merah dengan rasio 1:1:100 (EM4, gula merah, air). Dosis perlakuan: bioaktivator 1 mL/kg eceng gondok, maggot 100 mg/kg, dan vermikompos 100 mg/kg. Variabel yang diukur: (1) rata-rata suhu kompos, (2) kadar air kompos (%), (3) penyusutan massa (g), (4) pH produk, dan (6) kandungan NPK, C organik dan Rasio C/N. Data dianalisis dengan Sidik Ragam, dan bila sidik ragam nyata dilanjutkan dengan uji BNT 5%.

3 Hasil dan Pembahasan

Suhu Kompos

Perbedaan suhu antarperlakuan menunjukkan variasi intensitas dekomposisi yang dipengaruhi oleh jenis agen pengurai. Perlakuan E₁ menghasilkan suhu tertinggi, yaitu 64,29°C, berbeda nyata dari perlakuan lain (LSD 6,30). Suhu tinggi ini mencerminkan dominasi mikroba termofilik yang aktif mendegradasi lignoselulosa eceng gondok, meningkatkan respirasi mikroba, dan menghasilkan panas.

Tabel 1. Rata-rata suhu kompos

Perlakuan	Rata-rata (°C)
E ₀ (Kontrol)	57,03 b
E ₁ (Bioaktivator)	64,29 a
E ₂ (Maggot)	43,75 c
E ₃ (Vermikompos)	44,23 c
E ₄ (Bioaktivator + Maggot)	51,32 c
E ₅ (Bioaktivator + Vermikompos)	46,83 d
LSD 5%	6,30

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (uji LSD pada taraf 5%).

Perlakuan kontrol (E₀) juga mencapai suhu termofilik 57,03°C, meskipun tetap lebih rendah dari E₁ karena hanya mengandalkan populasi mikroba asli tanpa dukungan konsorsium mikroba yang ditingkatkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa bioaktivator mampu mempercepat dan memperkuat fase termofilik, yang penting untuk sanitasi kompos dan untuk meningkatkan laju dekomposisi. Sebaliknya, perlakuan E₂ dan E₃ menghasilkan suhu yang jauh lebih rendah masing-masing 43,75 °C dan 44,23 °C, karena kedua agen beroperasi secara optimal dalam kisaran mesofilik. Larva secara mekanis mengonsumsi sebagian besar bahan organik, sehingga mengurangi substrat yang tersedia untuk mikroba termofilik, sedangkan vermikompos memperkenalkan komunitas mikroba mesofilik yang tidak dapat mempertahankan suhu tinggi. Perlakuan E₄ menghasilkan suhu menengah 51,32°C karena persaingan substrat antara mikroba dan larva, sedangkan perlakuan E₅ menghasilkan suhu terendah, 46,83°C, yang mencerminkan dominasi mikroba mesofilik yang menekan perkembangan populasi termofilik. Pola ini menegaskan bahwa bioaktivator adalah faktor yang paling efektif dalam meningkatkan suhu kompos, sedangkan keberadaan larva dan vermikompos cenderung menurunkan intensitas termofilik dan mengarahkan proses menuju dekomposisi yang lebih stabil tetapi kurang panas (Hutapea & Siregar, 2023; Liu et al., 2024).

Kadar Air Kompos

Kadar air kompos menunjukkan variasi yang jelas antar perlakuan dan mencerminkan perbedaan mekanisme dekomposisi yang terjadi (Tabel 2). Perlakuan E₁ memiliki kadar air tertinggi, yaitu 64,29%, dan berbeda secara signifikan dari semua perlakuan lainnya.

Tabel 2. Rata-rata kadar air kompos

Perlakuan	Rata-rata (%)
E ₀ (Kontrol)	57,03 b
E ₁ (Bioaktivator)	64,29 a
E ₂ (Maggot)	43,75 d
E ₃ (Vermikompos)	50,69 c
E ₄ (Bioaktivator + Maggot)	51,32 c
E ₅ (Bioaktivator + Vermikompos)	51,25 c
LSD 5%	6,30

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (uji LSD pada taraf 5%).

Kadar air yang tinggi pada perlakuan E₁ menunjukkan bahwa aktivitas mikroba yang intens menghasilkan akumulasi kelembapan dari respirasi mikroba, sehingga meningkatkan kelembapan kompos. Kondisi ini umum terjadi pada proses termofilik aktif, di mana panas dan metabolisme mikroba mempercepat penguraian bahan organik sekaligus meningkatkan kadar air internal. Perlakuan E₀ memiliki kadar air 57,03%, lebih rendah dari E₁, tetapi tetap dalam kisaran optimal untuk pengomposan. Perlakuan E₂ menunjukkan kadar air terendah, yaitu 43,75%, dan sangat berbeda dari semua perawatan lainnya. Kadar air E₂ yang rendah disebabkan konsumsi mekanis bahan organik yang menghasilkan fraksi padat dan kering. Aerasi juga meningkat sehingga kelembapan cepat berkurang. Perlakuan E₃, E₄ dan E₅ memiliki kadar air berkisar antara 50-51%. Keberadaan cacing atau larva yang dikombinasikan dengan mikroba mampu menyeimbangkan kelembapan melalui peningkatan porositas dan perbaikan struktur kompos. Bioaktivator cenderung meningkatkan kelembapan melalui intensifikasi aktivitas mikroba, larva menurunkan kelembapan. Kombinasi perlakuan menghasilkan kondisi kelembapan yang lebih sedang dan stabil (Amrul et al., 2022; Yanqoritha, 2023).

Penyusutan Massa

Penyusutan massa dalam proses pengomposan menunjukkan laju dekomposisi bahan organik (Tabel 3). Semakin besar penyusutan massa, maka semakin intensif pemecahan substrat.

Tabel 3. Susut massa selama pengomposan

Perlakuan	Rata-rata susut (g)
E ₀ (Kontrol)	859,0 c
E ₁ (Bioaktivator)	714,0 d
E ₂ (Maggot)	1125,0 a
E ₃ (Vermikompos)	986,13 b
E ₄ (Bioaktivator + Maggot)	974,0 b
E ₅ (Bioaktivator + Vermikompos)	975,0 b
LSD 5%	217,9

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (uji LSD pada taraf 5%).

Perlakuan E₂ menghasilkan penyusutan massa tertinggi, yaitu 1125 g, dan sangat berbeda dari semua perawatan lainnya. Larva BSF memiliki kemampuan konsumsi biomassa yang sangat agresif, terutama terhadap fraksi organik yang dapat terurai secara hayati. Perlakuan E₃, E₄ dan E₅ mengalami penyusutan massa berkisar antara 974–986 g. Kombinasi cacing dan larva dengan mikroba mampu meningkatkan dekomposisi. Perlakuan E₁ menunjukkan penyusutan massa terendah (714 g), yang menunjukkan bahwa meskipun bioaktivator meningkatkan aktivitas mikroba dan suhu, proses dekomposisi yang terjadi lebih difokuskan pada transformasi kimia dan stabilisasi bahan organik daripada konsumsi fisik besar-besaran. Mikroba bioaktivasi cenderung memecah lignoselulosa secara bertahap. Kontrol (E₀) berada di posisi tengah karena hanya mengandalkan mikroba

alami yang bekerja lebih lambat dan kurang efisien. Hutapea et al. (2023) mengatakan bahwa, secara bersama-sama, pengurangan berat material yang substansial menunjukkan bahwa larva BSF berfungsi sebagai agen paling ampuh untuk biomassa yang berkurang dengan cepat. Sebaliknya, bioaktivator terutama meningkatkan kualitas dan stabilitas kompos tanpa menyebabkan kehilangan massa yang signifikan.

pH Kompos

Perlakuan E₃ memiliki pH tertinggi, yaitu 8,98, dan sangat berbeda dari kebanyakan perawatan lainnya. Peningkatan pH pada E₃ terkait dengan aktivitas mikroba dan cacing tanah yang mempercepat deaminasi protein serta pelepasan ion amonium (NH₄⁺), yang kemudian berkontribusi pada kondisi basa. Perlakuan E₄ dan E₀ juga berada dalam kisaran pH basa (9,74 dan 8,71), menunjukkan bahwa proses dekomposisi yang intens atau tidak terkendali dapat mengakibatkan akumulasi senyawa basa, terutama dari pemecahan lignoselulosa dan pelepasan kation basa seperti Ca²⁺, Mg²⁺, dan K⁺. Kondisi ini umum terjadi pada kompos yang terbuat dari eceng gondok yang secara alami memiliki kandungan mineral yang tinggi. Pada kelompok perlakuan dengan pH lebih rendah, yaitu E₁ (8,10), E₂ (7,77), dan E₅ (7,97), terlihat bahwa aktivitas mikroba spesifik dan keberadaan makroorganisme, seperti maggot, mampu menahan kenaikan pH yang berlebihan.

Tabel 4. Rata-rata pH kompos

Perlakuan	Rata-rata pH
E ₀ (Kontrol)	8,71 ab
E ₁ (Bioaktivator)	8,10 bc
E ₂ (Maggot)	7,77 c
E ₃ (Vermikompos)	8,98 a
E ₄ (Bioaktivator + Maggot)	9,74 ab
E ₅ (Bioaktivator + Vermikompos)	7,97 c
LSD 5%	0,5

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (uji LSD pada taraf 5%).

Perlakuan E₁ cenderung menghasilkan pH yang lebih moderat karena dominasi mikroba fermentatif yang menghasilkan asam organik pada fase awal dekomposisi, sehingga menyeimbangkan pembentukan senyawa basa. Perlakuan E₂ menunjukkan pH terendah (7,77), mencerminkan proses dekomposisi yang lebih stabil dan akumulasi amonia minimal, karena larva mengkonsumsi fraksi organik kaya nitrogen sebelum terdegradasi menjadi senyawa basa. Perlakuan E₅ menghasilkan pH mendekati netral, menunjukkan interaksi yang menyeimbangkan produksi asam dan basa selama proses pengomposan. Pemilihan pengurai menentukan flutuasi pH selama proses pengomposan (Hutapea et al., 2023). Vermikompos dan beberapa perlakuan campuran cenderung mendorong sistem ke arah kondisi yang lebih basa, sedangkan bioaktivator dan larva lebih efektif dalam menjaga pH tetap stabil dalam kisaran optimal yang terkait dengan kompos matang.

Kandungan NPK dan Rasio C/N

Rata-rata kompos N, P, K, C-organik, dan C/N selama proses pengomposan berbagai perlakuan menunjukkan dinamika kimia yang dipengaruhi oleh jenis agen pengurai dan intensitas proses mineralisasi (Tabel 5).

Tabel 5. Kandungan N, P, K, C-organik, dan rasio C/N

Perlakuan	Kandungan				
	N	P	K	C	C/N
E ₀ (Kontrol)	1,12	2,51	4,53	32,67	29,17a
E ₁ (Bioaktivator)	1,19	1,55	4,45	32,99	26,88a
E ₂ (Maggot)	0,91%	2,70%	6,05%	15,00	16,48b
E ₃ (Vermikompos)	0,95	1,77	2,29	14,50	15,26b
E ₄ (Bioaktivator + Maggot)	1,98%	0,53%	1,51%	16,50	8,33d
E ₅ (Bioaktivator + Vermikompos)	1,11	0,81	0,77	13,50	12,16c
LSD 5%					2,179

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (uji LSD pada taraf 5%).

Kandungan unsur hara dan rasio C/N dari berbagai perlakuan menunjukkan bahwa proses dekomposisi berlangsung dengan intensitas yang berbeda sesuai dengan karakter zat dekomposisi yang digunakan. Perlakuan E₂ dan E₃ menghasilkan nilai C-organik yang jauh lebih rendah (15,00 dan 14,50) daripada kontrol dan bioaktivator, menghasilkan pengurangan yang signifikan dalam rasio C/N menjadi 16,48 dan 15,26. Rasio C/N yang rendah ini menunjukkan dekomposisi yang sangat efisien fraksi karbon yang mudah menguap telah banyak dimineralisasi menjadi CO₂ dan nitrogen relatif lebih stabil. Perlakuan E₄ menunjukkan C/N terendah (8,33), proses dekomposisi yang sangat intens dan mendekati kondisi kompos matang dengan stabilitas tinggi. Perlakuan E₀ dan E₁ mempertahankan C-organik tinggi (32,67–32,99) dan menghasilkan rasio C/N tertinggi (29,17–26,88). Rasio C/N yang tinggi menunjukkan dekomposisi yang sedang berlangsung dan kompos yang belum matang, sedangkan C/N rendah menunjukkan proses dekomposisi yang lebih lengkap, peningkatan ketersediaan nutrisi, dan kualitas kompos yang lebih baik untuk aplikasi agronomi (Abaker et al., 2025; Chen et al., 2026; Emuah et al., 2026).

4 Kesimpulan

Perlakuan bioaktivator, maggot dan vermikompos pada proses pengomposan eceng gondok menunjukkan hasil yang berbeda. Perlakuan kombinasi bioaktivator dan maggot (E₄) merupakan perlakuan paling efektif dalam menghasilkan kompos matang. kompos yang stabil dan kaya nutrisi dengan rasio C/N terendah (8,33) dan kandungan nitrogen tertinggi (1,98%). Bioaktivator berperan mempercepat proses melalui peningkatan aktivitas mikroba, maggot efektif menurunkan biomassa dan mempercepat dekomposisi, sedangkan vermikompos meningkatkan stabilitas dan kematangan kompos, sehingga

apabila tujuan utama adalah memperoleh kompos matang berkualitas tinggi dalam waktu yang lebih singkat.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini didukung oleh Skema Pendanaan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, berdasarkan Surat Keputusan Rektor No. 881/DST/UN17/HK02.03/2026. Kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada Rektor Universitas Mulawarman dan Dekan Fakultas Pertanian atas dukungan kelembagaan dan penyediaan sumber daya penelitian.

Daftar Pustaka

- Abaker, M., Redon, R., Théraulaz, F., Raynaud, M., Prudent, P., Vassalo, L., Martino, C., Domeizel, M., & Mounier, S. (2025). Composting Process Monitoring and Maturity Prediction by Spectroscopic Measurement and PLS Modelling. *International Journal of Environmental Research*, 19(4), 108. <https://doi.org/10.1007/s41742-025-00753-3>
- Abdillah, M. H., & Budi, I. S. (2021). Pembuatan dan Aplikasi Bahan Pembenah Tanah Pada Pertanian di Lahan Basah Sub-Optimal. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(1), 23–28. <https://doi.org/10.20527/bpi.v4i1.94>
- Amrul, N. F., Kabir Ahmad, I., Ahmad Basri, N. E., Suja, F., Abdul Jalil, N. A., & Azman, N. A. (2022). A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 14(8), 4565. <https://doi.org/10.3390/su14084565>
- Amuah, E. E. Y., Fei-Baffoe, B., Miezah, K., Sarpong, Y. A., Obiri-Danso, K., Sackey, L. N. A., & Kazapoe, R. W. (2026). Multidimensional modelling of compost quality integrating nutrient dynamics, energetics and pathogen inactivation. *Results in Engineering*, 29, 109821. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2026.109821>
- Berhe, S. G., Seid, A., Tsegay, B. A., Sato, S., & Lule, G. Y. (2025). Effect of Charcoal on the Quality of Vermicompost Produced With Water Hyacinth and Cow Manure. *The Scientific World Journal*, 2025(1), 1086347. <https://doi.org/10.1155/tswj/1086347>
- Canning, A. (2025). A Review on Harnessing the Invasive Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for Use as an Agricultural Soil Amendment. *Land*, 14(5), 1116. <https://doi.org/10.3390/land14051116>
- Chen, K., Zhang, X., Li, G., Luo, W., Zhou, H., Shen, Y., & Nghiem, L. D. (2026). Mechanistic insights into nitrogen loss during food waste composting revealed by metagenomic and qPCR analyses under varying substrate C/N ratios. *Bioresource Technology*, 458, 135157. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2026.135157>
- Chen, Y., & Xu, Z. (2025). Water Hyacinth Invasion: Ecological Impacts, Control Strategies, and Future Management Approaches. *Theoretical and Natural Science*, 75(1), 146–150. <https://doi.org/10.54254/2753-8818/2024.LA19384>
- Dechassa, N., Bedada, S., Hundessa, N., Abera, T., Negewo, T., Bekele, G., Gella, D., Tola, B., Tufa, T., & Geremew, D. (2025). Water Hyacinth Management via Utilization as Composting Material in Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, 2025(1), 9422881. <https://doi.org/10.1155/ioa/9422881>
- DU, H.-Q., SUN, H., ZHOU, J., ZHONG, H., LI, X.-L., WU, S., PENG, F., TURNER, B. L., & LAMBERS, H. (2026). Microbial mechanisms enhancing soil phosphorus

bioavailability through vermicompost application for sustainable agriculture. *ENGINEERING Agriculture*, 13(4), 26672. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2026672>

- Geethakarathi, A. (2021). Novel Approaches Towards Sustainable Management of an Agricultural Residue—The Rice Husk. *Nature Environment and Pollution Technology*, 20(1), 349–355. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.v20i01.040>
- Gezahegn, A., Selassie, Y. G., Agegnehu, G., Addisu, S., Mihretie, F. A., Kohira, Y., Lewoyehu, M., & Sato, S. (2024). Sustainable weed management and soil enrichment with water hyacinth composting and mineral fertilizer integration. *Environmental Challenges*, 16, 101007. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.101007>
- Hutapea, A. R., & Siregar, D. J. S. (2023). Quality of Cow Manure Compost Using Effective Microorganism (EM4) and Black Soldier Fly (BSF) Fly Larvae (Maggot). *International Journal of Research and Review*, 10(2), 271–276. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20230234>
- Ibro, M. K., Ancha, V. R., Lemma, D. B., & Pohl, M. (2024). Enhancing Biodegradability of Coffee Husk and Water Hyacinth Using Food Waste: Synergistic and Kinetic Evaluation Under Co-digestion. *BioEnergy Research*, 17(3), 1953–1970. <https://doi.org/10.1007/s12155-024-10750-7>
- Katiyar, R. B., Sundaramurthy, S., Sharma, A. K., Arisutha, S., Pratap-Singh, A., Mishra, S., Ayub, R., Jeon, B.-H., & Khan, M. A. (2023). Vermicompost: An Eco-Friendly and Cost-Effective Alternative for Sustainable Agriculture. *Sustainability*, 15(20), 14701. <https://doi.org/10.3390/su152014701>
- Kulabako, R. N., Semiyaga, S., Tumwesige, R. S., Irumba, C., Opio, M. I., Manga, M., Tumwesige, V., Quintana-Najera, J., & Ross, A. B. (2025). Enhanced biogas production from water hyacinth and cow dung with wood and faecal sludge biochar. *Energy Nexus*, 17, 100342. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2024.100342>
- Li, N., Zhang, Y., Shi, K., Zhang, Y., Sun, X., Wang, W., & Huang, X. (2022). Monitoring water transparency, total suspended matter and the beam attenuation coefficient in inland water using innovative ground-based proximal sensing technology. *Journal of Environmental Management*, 306, 114477. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114477>
- Liu, Z., Yin, Q., Fang, Y., Zhang, X., Xia, W., Jiao, Z., Song, T., Wan, H., & Guo, T. (2024). Effect of exogenous thermophilic biocontrol agent inoculum on the high temperature chicken manure composting. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1484047. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1484047>
- Muche, M., Bitew, Y., Selassie, Y. G., Gezahegn, A., Addisu, S., & Sato, S. (2025). Synergistic Effects of Water Hyacinth Compost and Blended Mineral Fertilizers on Key Soil Properties and Bread Wheat Yield. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 4(1), e70054. <https://doi.org/10.1002/sae2.70054>
- Nashrullah, M. F., Sofyan, E. T., Yuniarti, A., Sudirja, R., & Simarmata, T. (2025). Addressing Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Problem through Composting: Exploring its Potential as a Organic Soil Amendment. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 26(3), 33–42. <https://doi.org/10.9734/jaeri/2025/v26i3673>
- Pradnya, I. N., Am, A. I., & Pradani, H. R. (2023). Effects of Eudrilus eugeniae Worms and Cow Manure on the Vermicompost Process of Household Organic Waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1203(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1203/1/012052>
- Rahimi, M., & Avazpour, L. (2024). Water Hyacinth: Ecological Resilience, Opportunities, and Threats in Integrated Management. *14th International Conference on*

Agricultural Science Environment Urban and Rural Development.

- Ranawake, L., Jayaweera, C., & Amarasinghe, R. (2025). Optimizing the Ratio of Water Hyacinth, Cattle Manure, and Sawdust for the Optimum Physicochemical and Biological Properties of Compost. *Journal of Food and Agriculture*, 18(1), 15–35. <https://doi.org/10.4038/jfa.v18i1.5335>
- Rehman, S. U., Castro, F. D., Aprile, A., Benedetti, M., & Fanizzi, F. P. (2024). Correction: Rehman et al. Vermicompost: Enhancing Plant Growth and Combating Abiotic and Biotic Stress. *Agronomy* 2023, 13, 1134. *Agronomy*, 14(6), 1256. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061256>
- Sari, N. N., Abduh, A. M., Mulyawan, R., Ellya, H., Apriani, R. R., Nurlaila, N., Masganti, M., & Yusran, F. H. (2026). A Circular Bioresource Approach: Converting Water Hyacinth into Compost for Improved Soil Fertility and Yam Production in Tropical Wetlands. *Agrikultura*, 37(1), 197–206. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v37i1.67916>
- Serafini, L. F., Arrobas, M., Rodrigues, M. Â., Feliciano, M., Miguens, F., Oliveira, V., Santos, D., Tuesta, J. L. D. D., & Gonçalves, A. (2025). The Composting of Water Hyacinth: A Life Cycle Assessment Perspective. *Waste and Biomass Valorization*, 16(1), 507–523. <https://doi.org/10.1007/s12649-024-02677-z>
- Shifadjzic, K. (2025). Potential of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as Compost and its Effect on Soil and Plant Properties: Review. *International Journal of Multidisciplinary Research in Science, Engineering and Technology*, 08(02). <https://doi.org/10.15680/IJMRSET.2025.0802003>
- Sierra-Carmona, C. G., Hernández-Orduña, M. G., & Murrieta-Galindo, R. (2022). Alternative Uses of Water Hyacinth (*Pontederia crassipes*) from a Sustainable Perspective: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 14(7), 3931. <https://doi.org/10.3390/su14073931>
- Sileshi, G. W., Stewart, Z. P., Odhong, J., Mhlanga, B., Amede, T., Aynekulu, E., Thierfelder, C., Marenja, P., Dittmer, K. M., Aliyu, K. T., Chikowo, R., Chiduwa, M., Ngoma, H., & Snapp, S. (2025). A review of organic inputs to inform soil health advice for African smallholder farmers: Localization matters. *Npj Sustainable Agriculture*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.1038/s44264-025-00063-3>
- Tibebe, D., Kassa, Y., Biru, B., Aregahagne, S., Jember, K., Fentie, T., Assefa, F., Moges, Z., & Ayele, H. S. (2025). Evaluating the nutrient content and heavy metal safety of water hyacinth-based compost: A sustainable solution for chemical fertilizer reduction and nutrient recycling in agriculture. *Scientific African*, 30, e02985. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02985>
- Udume, O. A., Abu, G. O., Stanley, H. O., Vincent-Akpu, I. F., & Momoh, Y. (2022). Impact of composting factors on the biodegradation of lignin in *Eichhornia crassipes* (water hyacinth): A response surface methodological (RSM) investigation. *Heliyon*, 8(9), e10340. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10340>
- Wang, D., Lin, J. Y., Sayre, J. M., Schmidt, R., Fonte, S. J., Rodrigues, J. L. M., & Scow, K. M. (2022). Compost amendment maintains soil structure and carbon storage by increasing available carbon and microbial biomass in agricultural soil – A six-year field study. *Geoderma*, 427, 116117. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116117>
- Yang, H., Tan, T., Ren, G., Liu, Y., Liu, Z., Xia, S., Wu, Z., & Zhang, Y. (2025). The dual nature of water hyacinth (*Pontederia crassipes*): Environmental threats and sustainable solutions. *Water Biology and Security*, 4(3), 100359. <https://doi.org/10.1016/j.watbs.2025.100359>
- Yanqoritha, N. (2023). Influence of Physico-Chemical and Bioactivators for Composting of

Traditional Market Vegetable Waste. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1696–1704. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.3238>

- Zega, I. C., Mendrofa, Y. T., Mendrofa, E., & Ndraha, A. B. (2025). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah. *Flora: Jurnal Kajian Ilmu Pertanian dan Perkebunan*, 2(1), 160–167. <https://doi.org/10.62951/flora.v2i1.259>
- Zhang, J., Luo, Z., Li, N., Yu, Y., Cai, M., Zheng, L., Zhu, F., Huang, F., K.Tomberlin, J., Rehman, K. U., Yu, Z., & Zhang, J. (2023). Cellulose-degrading bacteria improve conversion efficiency in the co-digestion of dairy and chicken manure by black soldier fly larvae. *Journal of Environmental Management*, 348, 119156. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119156>