



Penerapan Teknologi Komposting EM4 dan Budidaya Black Soldier Fly (BSF) untuk Pengelolaan Limbah Organik Berbasis Komunitas pada Bank Sampah Sajameh

Integrated EM4 Composting and Black Soldier Fly Bioconversion for Community-Based Organic Waste Management: A Case Study of the Sajameh Waste Bank

Ade Rakhmadi¹, Ely Vebriyanti¹, Mirzah², Indri Juliyarsi¹, Sri Melia¹, Rizki Dwi Setiawan¹, Aronal¹, Afriani Sandra¹, Ade Sukma¹, Deni Novia¹, Montesqrit², Ferry Lismanto Syaiful^{3*}, Adilla Fitri¹, Lara Suci¹

¹ Department of Animal Product Technology, Faculty of Animal Science, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

² Department of Animal Nutrition and Feed Technology, Faculty of Animal Science, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

³ Department of Animal Production Technology, Faculty of Animal Science, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*) Email korespondensi: ferrylismanto@ansci.unand.ac.id

ABSTRACT

Organic household and fish waste management remains a significant environmental challenge in coastal communities, where inadequate waste treatment contributes to environmental pollution and the underutilization of valuable organic resources. Although EM4-based composting and Black Soldier Fly (BSF; *Hermetia illucens*) bioconversion have been widely adopted as separate waste management technologies, their integration into a community-based waste management system has rarely been implemented or systematically documented in Indonesian coastal communities. This program aimed to evaluate the effectiveness of integrating EM4-based composting with BSF cultivation in enhancing community capacity and promoting sustainable organic waste management at the Sajameh Waste Bank in Bungus, Padang, Indonesia. The program adopted a Participatory Action Research (PAR) approach using a one-group pretest-posttest design involving 30 participants. Program activities included needs assessment, community education, hands-on training in composting and BSF cultivation, continuous mentoring, and evaluation through questionnaires, direct observation, and comparative analyses of pretest and posttest scores. The program increased participants' knowledge by 65%, achieved an 80% community participation rate, produced approximately 50 kg of compost per month during the initial implementation phase, and generated strong interest in BSF cultivation among 70% of participants. In addition, an independent community group was established to sustain waste management activities beyond the program period. These findings demonstrate that integrating EM4-based composting with BSF bioconversion effectively enhances community capacity while supporting environmentally sustainable organic waste management. This integrated community-based approach offers a practical and potentially scalable model for improving organic waste utilization and advancing sustainable waste management practices in coastal communities.

Keywords: *Organic Waste Management; EM4 Composting; Black Soldier Fly (Hermetia illucens); Community-Based Waste Management; Waste Valorization*

Received | November 5, 2025; Accepted | April 4, 2026; Published | June 30, 2026

Jurnal Hilirisasi IPTEKS. 9(2):2026

*) Correspondence | Ferry Lismanto Syaiful, Department of Animal Production Technology, Faculty of Animal Science, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Email | ferrylismanto@ansci.unand.ac.id

DOI | <https://doi.org/10.25077/jhi.v9i2>

ISSN (Online) | 2621-7198



Copyright © 2026 by Authors. Published by Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas.

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY-SA 4.0) International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah organik merupakan salah satu tantangan utama dalam pembangunan berkelanjutan karena berhubungan erat dengan pencemaran lingkungan, emisi gas rumah kaca, serta efisiensi pemanfaatan sumber daya. Menurut United Nations Environment Programme (UNEP, 2024) bahwa timbulan sampah perkotaan dunia diproyeksikan terus meningkat apabila tidak diikuti oleh transformasi menuju sistem ekonomi sirkular dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Selain itu, UNEP Food Waste Index Report 2024 melaporkan bahwa limbah pangan masih menjadi salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca global, sehingga pengelolaan limbah organik menjadi bagian penting dalam mitigasi perubahan iklim sekaligus mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 11 (*Sustainable Cities and Communities*), SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*), dan SDG 13 (*Climate Action*) (UNEP, 2024).

Permasalahan tersebut juga dihadapi oleh Indonesia, dimana limbah organik masih mendominasi komposisi sampah nasional. Berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), sebagian besar timbulan sampah di Indonesia berasal dari limbah organik rumah tangga dan sisa makanan yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kondisi tersebut semakin kompleks di kawasan pesisir yang memiliki aktivitas perikanan cukup tinggi karena limbah organik rumah tangga dan limbah hasil perikanan berpotensi meningkatkan beban pencemaran lingkungan, menurunkan kualitas perairan, serta mengganggu kesehatan masyarakat apabila tidak dikelola secara berkelanjutan. Sebaliknya, limbah tersebut sebenarnya memiliki potensi untuk dikonversi menjadi produk bernilai tambah melalui pendekatan waste valorization sehingga mampu memberikan manfaat lingkungan sekaligus meningkatkan nilai ekonomi masyarakat.

Perkembangan penelitian selama beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa teknologi Effective Microorganisms-4 (EM4) telah banyak dimanfaatkan untuk mempercepat dekomposisi bahan organik, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, serta menghasilkan kompos dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Penggunaan EM4 dalam proses komposting berfungsi mempercepat aktivitas mikroorganisme dekomposer sehingga mempercepat dekomposisi bahan organik. Hasil ini sejalan dengan temuan Syaiful dkk. (2022) yang menunjukkan bahwa EM4 mempercepat fermentasi limbah organik dan meningkatkan kualitas kompos. Di sisi lain, larva Black Soldier Fly (BSF; *Hermetia illucens*) telah berkembang sebagai agen biokonversi yang sangat efektif dalam mereduksi limbah organik sekaligus menghasilkan biomassa berprotein tinggi yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan serta residu (*frass*) yang dapat digunakan sebagai pupuk organik (Barragan-Fonseca et al., 2017; Gold et al., 2018). Sejalan dengan pendapat Parodi et al.,

(2020); Surendra et al., (2020) mengemukakan bahwa perkembangan konsep circular economy, penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi teknologi biokonversi dan pemanfaatan limbah organik mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus mendukung sistem pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan. Diperkuat oleh Lalander et al., (2019); Tomberlin & Van Huis, (2020) mengemukakan bahwa kombinasi pengomposan dengan pemanfaatan BSF mulai dikembangkan sebagai strategi integrated waste management yang mampu mengurangi volume limbah sekaligus menghasilkan berbagai produk bernilai tambah.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada evaluasi teknologi pengomposan atau biokonversi BSF secara terpisah. Penelitian yang tersedia umumnya menitikberatkan pada peningkatan kualitas kompos, produktivitas larva, karakteristik *frass*, atau efisiensi reduksi limbah organik, sedangkan kajian yang mengintegrasikan kedua teknologi tersebut dalam satu model pengelolaan limbah berbasis masyarakat masih relatif terbatas. Di samping itu, sebagian besar penelitian lebih menekankan aspek teknis dibandingkan aspek sosial, seperti peningkatan kapasitas masyarakat, penguatan kelembagaan bank sampah, dan keberlanjutan pengelolaan limbah setelah kegiatan pendampingan selesai. Dengan demikian, masih terdapat kebutuhan untuk mengembangkan model pengelolaan limbah yang tidak hanya efektif secara teknis tetapi juga mampu memperkuat partisipasi masyarakat serta keberlanjutan kelembagaan di tingkat komunitas.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan ini menawarkan kebaruan berupa penerapan model integrated community-based organic waste management melalui integrasi teknologi pengomposan berbasis EM4 dan biokonversi menggunakan larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) pada Bank Sampah Sajameh di kawasan pesisir Kota Padang. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya mengevaluasi efektivitas masing-masing teknologi secara individual, kegiatan ini mengintegrasikan inovasi teknologi, pemberdayaan masyarakat, penguatan kelembagaan bank sampah, serta pendampingan berkelanjutan dalam satu pendekatan terpadu. Pendekatan tersebut diharapkan menghasilkan model pengelolaan limbah organik yang lebih aplikatif, adaptif, dan berpotensi direplikasi pada komunitas pesisir lainnya sebagai bagian dari implementasi ekonomi sirkular.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas integrasi teknologi pengomposan berbasis EM4 dan biokonversi Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) dalam meningkatkan kapasitas masyarakat serta mendukung pengelolaan limbah organik yang berkelanjutan melalui pendekatan berbasis komunitas pada Bank Sampah Sajameh di Kota Padang, Sumatera Barat.

METODOLOGI

Desain Penelitian/ Pendekatan Kegiatan

Kegiatan ini menggunakan pendekatan Participatory Action Research (PAR) dengan desain one-group pretest-posttest. Pendekatan PAR dipilih karena menempatkan masyarakat sebagai mitra aktif dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi masalah, perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi dan refleksi bersama. Pendekatan ini dinilai sesuai untuk kegiatan pemberdayaan masyarakat karena mampu meningkatkan partisipasi, rasa memiliki (*sense of ownership*), dan keberlanjutan program melalui proses kolaboratif antara tim pelaksana dan masyarakat (Baum et al., 2006; Kemmis et al., 2014). Selain itu, desain one-group pretest-posttest digunakan untuk mengevaluasi perubahan pengetahuan dan keterampilan peserta sebelum dan sesudah pelaksanaan program sehingga efektivitas intervensi dapat diukur secara objektif (Creswell & Creswell, 2018).

Lokasi dan Waktu Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan di Bank Sampah Sajameh, Kelurahan Bungus Selatan, Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia, selama periode Mei hingga September 2024. Lokasi tersebut dipilih secara purposive karena merupakan kawasan pesisir yang memiliki permasalahan pengelolaan limbah organik rumah tangga dan limbah hasil perikanan, namun telah memiliki kelembagaan masyarakat berupa bank sampah yang berpotensi dikembangkan sebagai pusat edukasi dan pengelolaan limbah berbasis komunitas.

Sasaran/Mitra Kegiatan

Mitra kegiatan terdiri atas 30 orang anggota aktif Bank Sampah Sajameh, yang terdiri atas ibu rumah tangga, pengurus bank sampah, dan masyarakat sekitar yang secara langsung terlibat dalam pengelolaan limbah rumah tangga.

Penentuan peserta dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, dengan kriteria inklusi meliputi: (1) berdomisili di wilayah Bungus Selatan; (2) menjadi anggota atau calon anggota aktif Bank Sampah Sajameh; (3) bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan mulai dari penyuluhan hingga evaluasi. Peserta yang tidak mengikuti seluruh tahapan kegiatan atau tidak menyelesaikan pretest maupun posttest dikeluarkan dari analisis evaluasi.

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara bertahap melalui lima tahapan utama. Tahap pertama adalah identifikasi masalah, yang dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan pengurus bank sampah, serta diskusi kelompok terarah (*Focus Group Discussion/FGD*) untuk mengidentifikasi permasalahan utama dalam pengelolaan limbah organik. Tahap kedua adalah perencanaan program, yaitu penyusunan materi pelatihan, modul, jadwal kegiatan, serta penyiapan sarana dan prasarana pengomposan berbasis EM4 dan budidaya larva Black Soldier Fly (BSF; *Hermetia illucens*). Tahap ketiga merupakan implementasi program, meliputi penyuluhan mengenai pengelolaan limbah organik, demonstrasi pembuatan kompos menggunakan aktivator EM4, pelatihan budidaya maggot BSF, serta praktik langsung oleh peserta. Tahap keempat adalah monitoring dan pendampingan, yang dilakukan secara berkala untuk memastikan peserta mampu menerapkan teknologi secara mandiri, mengatasi kendala teknis, serta meningkatkan keberlanjutan program.

Selanjutnya pada tahap terakhir adalah evaluasi hasil program, refleksi dan tindak lanjut, yaitu penilaian terhadap capaian kegiatan melalui diskusi bersama mitra untuk menyusun rencana tindak lanjut dan strategi keberlanjutan program. Tahapan tersebut mengikuti siklus planning–action–observation–reflection sebagaimana dikembangkan dalam pendekatan Action Research (Kemmis et al., 2014; Stringer, 2014). Diagram alir kegiatan terlihat pada Gambar 1. Sedangkan tahapan pelaksanaan program terlihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Program

Tahap	Aktivitas	Output	Indikator Keberhasilan
1. Identifikasi Masalah	Observasi lapangan, wawancara dengan pengurus Bank Sampah Sajameh, dan Focus Group Discussion (FGD) untuk mengidentifikasi kondisi pengelolaan limbah organik, kebutuhan masyarakat, serta potensi pengembangan teknologi.	Teridentifikasinya permasalahan, kebutuhan mitra, dan potensi sumber daya lokal.	Tersusunnya hasil analisis kebutuhan (needs assessment) dan kesepakatan program bersama mitra.
2. Perencanaan Program	Penyusunan rencana kerja, modul pelatihan, materi penyuluhan, jadwal kegiatan, serta pengadaan alat dan bahan untuk pengomposan berbasis EM4 dan budidaya BSF.	Modul pelatihan, jadwal kegiatan, serta kesiapan sarana dan prasarana program.	Seluruh perangkat pelatihan dan media pembelajaran tersedia sebelum pelaksanaan kegiatan.
3. Penyuluhan	Penyampaian materi mengenai pengelolaan limbah organik, konsep ekonomi sirkular, pengomposan berbasis EM4, dan budidaya Black Soldier Fly (<i>Hermetia illucens</i>).	Meningkatnya pemahaman peserta mengenai pengelolaan limbah organik.	Seluruh peserta mengikuti kegiatan penyuluhan dengan tingkat kehadiran $\geq 80\%$.
4. Demonstrasi Teknologi	Demonstrasi pembuatan kompos menggunakan aktivator EM4 dan demonstrasi budidaya larva BSF sebagai teknologi biokonversi limbah organik.	Peserta memahami tahapan teknis pembuatan kompos dan budidaya BSF.	Seluruh peserta mampu mengikuti demonstrasi sesuai prosedur yang diberikan.
5. Praktik Langsung	Peserta mempraktikkan secara mandiri proses pengomposan berbasis EM4 dan budidaya BSF dengan pendampingan tim pelaksana.	Terbentuknya keterampilan teknis peserta dalam menerapkan teknologi.	Minimal 80% peserta mampu melakukan praktik secara mandiri sesuai standar operasional.
6. Pendampingan dan Monitoring	Pendampingan berkala untuk mengevaluasi penerapan teknologi, memberikan solusi terhadap kendala teknis, dan memastikan keberlanjutan kegiatan.	Implementasi teknologi berjalan secara berkelanjutan di tingkat masyarakat.	Terlaksananya kunjungan pendampingan sesuai jadwal dan meningkatnya kemampuan peserta dalam mengoperasikan teknologi.

7. Evaluasi Program	Evaluasi menggunakan pretest–posttest, observasi lapangan, wawancara, dokumentasi kegiatan, dan penilaian hasil produksi kompos serta budidaya BSF.	Data kuantitatif dan kualitatif mengenai efektivitas program.	Terjadi peningkatan pengetahuan peserta, meningkatnya partisipasi masyarakat, serta dihasilkannya kompos dan budidaya BSF sesuai target program.
8. Refleksi dan Tindak Lanjut	Diskusi reflektif bersama mitra untuk mengevaluasi hasil kegiatan, mengidentifikasi peluang pengembangan program, serta menyusun rencana keberlanjutan.	Rencana tindak lanjut dan terbentuknya kelompok masyarakat mandiri dalam pengelolaan limbah organik.	Tersusunnya rencana keberlanjutan program dan komitmen mitra untuk melanjutkan kegiatan secara mandiri.

Metode Evaluasi Keberhasilan

Evaluasi keberhasilan program dievaluasi menggunakan indikator yang mencakup peningkatan pengetahuan, keterampilan, partisipasi masyarakat, produksi kompos, keberhasilan budidaya Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*), tingkat adopsi teknologi, keberlanjutan program, dan kepuasan mitra (Tabel 2).

Evaluasi dilakukan melalui kombinasi pendekatan kuantitatif dan kualitatif menggunakan instrumen berupa kuesioner pretest–posttest, lembar observasi, wawancara terstruktur, dokumentasi kegiatan, dan pencatatan hasil produksi. Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif.

Tabel 2. Indikator Evaluasi Keberhasilan Program

No.	Indikator	Definisi Operasional	Metode/Instrumen Pengukuran	Waktu Pengukuran	Target Capaian
1	Pengetahuan peserta	Tingkat pemahaman peserta mengenai pengelolaan limbah organik, pengomposan berbasis EM4, dan budidaya Black Soldier Fly (BSF).	Kuesioner pretest–posttest	Sebelum dan sesudah pelatihan	Peningkatan skor $\geq 20\%$ dari nilai awal
2	Keterampilan peserta	Kemampuan peserta dalam mempraktikkan pembuatan kompos EM4 dan budidaya BSF sesuai prosedur operasional.	Lembar observasi praktik menggunakan rubrik Penilaian	Selama praktik dan akhir pelatihan	$\geq 80\%$ peserta memperoleh kategori baik

3	Partisipasi masyarakat	Tingkat keterlibatan peserta selama penyuluhan, pelatihan, diskusi, praktik, dan pendampingan.	Daftar hadir, lembar observasi partisipasi, dokumentasi	Selama kegiatan	Kehadiran dan partisipasi aktif $\geq 80\%$
4	Produksi kompos	Jumlah kompos yang dihasilkan melalui pengomposan berbasis EM4 selama masa pendampingan.	Penimbangan hasil produksi menggunakan timbangan	Akhir masa pendampingan	Produksi kompos awal mencapai ± 50 kg per bulan
5	Keberhasilan budidaya BSF	Kemampuan peserta dalam mengembangkan larva BSF sebagai agen biokonversi limbah organik.	Observasi langsung, dokumentasi, dan pencatatan produksi larva	Selama pendampingan	$\geq 70\%$ peserta mampu membudidayakan BSF secara mandiri
6	Adopsi teknologi	Tingkat penerapan teknologi pengomposan EM4 dan budidaya BSF oleh peserta setelah pelatihan.	Observasi lapangan, wawancara, dan kuesioner tindak lanjut	Akhir program	$\geq 70\%$ peserta menerapkan teknologi secara mandiri
7	Keberlanjutan program	Kemampuan masyarakat mempertahankan kegiatan pengelolaan limbah setelah program berakhir.	Wawancara, observasi, dan dokumentasi kelembagaan	Akhir program dan monitoring lanjutan	Terbentuk satu kelompok masyarakat mandiri dan tersusun rencana tindak lanjut
8	Kepuasan mitra	Tingkat kepuasan peserta terhadap materi, metode pelatihan, pendampingan, dan manfaat program.	Angket kepuasan menggunakan skala Likert (1–5)	Setelah kegiatan selesai	Nilai kepuasan rata-rata $\geq 4,0$ (kategori baik–sangat baik)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan Kapasitas Masyarakat dalam Pengelolaan Limbah Organik Terintegrasi

Program kegiatan yang dilaksanakan di Bank Sampah Sajameh berhasil meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan limbah organik melalui penerapan teknologi pengomposan berbasis *Effective Microorganisms-4* (EM4) dan budidaya maggot *Black Soldier Fly* (BSF; *Hermetia illucens*) (Tabel 3). Sebanyak 30 peserta mengikuti seluruh rangkaian kegiatan yang meliputi penyuluhan, demonstrasi teknologi, praktik lapangan, dan pendampingan secara intensif.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rerata skor pengetahuan peserta meningkat dari $45,33 \pm 12,15$ sebelum pelatihan menjadi $74,80 \pm 10,26$ setelah pelaksanaan program. Secara keseluruhan terjadi peningkatan pengetahuan sebesar 65%, dan hasil uji paired sample t-test menunjukkan bahwa peningkatan tersebut berbeda nyata ($p < 0,001$). Hasil ini menunjukkan bahwa kegiatan penyuluhan, demonstrasi teknologi, praktik lapangan, dan pendampingan mampu meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pengelolaan limbah organik berbasis komposting EM4 dan budidaya *Black Soldier Fly* (BSF).

Tabel 3. Perubahan Tingkat Pengetahuan Peserta Sebelum dan Sesudah Pelatihan Pengelolaan Limbah Organik Terintegrasi

Variabel	Pretest (Mean $\pm$ SD)	Posttest (Mean $\pm$ SD)	Peningkatan (%)	t	p-value
Pengetahuan pengelolaan limbah organik	45,33 $\pm$ 12,15	74,80 $\pm$ 10,26	65,0	9,82	<0,001*

Keterangan: Analisis menggunakan paired sample t-test ($p < 0,05$ menunjukkan perbedaan yang signifikan).

Hasil kegiatan ini sejalan dengan Syaiful dkk. (2022) yang melaporkan bahwa pelatihan komposting meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan motivasi masyarakat. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa proses pembelajaran yang diterapkan selama kegiatan berlangsung secara efektif. Menurut Kolb (2015), pembelajaran melalui pengalaman langsung memungkinkan peserta membangun pemahaman yang lebih mendalam dibandingkan pembelajaran berbasis ceramah karena peserta mengalami sendiri proses pembelajaran melalui praktik, refleksi, konseptualisasi, dan penerapan kembali. Pada kegiatan ini, peserta tidak hanya menerima materi secara teoritis, tetapi juga mempraktikkan secara langsung proses pengomposan berbasis EM4 dan budidaya BSF sehingga terjadi proses internalisasi pengetahuan yang lebih kuat. Hasil kegiatan ini sejalan dengan Syaiful et al. (2024) yang melaporkan peningkatan pengetahuan masyarakat mengenai teknologi komposting setelah pelatihan. Namun, kegiatan pada Bank Sampah Sajameh memperluas luaran melalui integrasi komposting berbasis EM4 dengan budidaya maggot BSF sehingga limbah organik tidak hanya diubah menjadi kompos tetapi juga menghasilkan biomassa maggot dan frass yang bernilai ekonomi.

Selain itu, peningkatan pengetahuan tersebut juga dipengaruhi oleh penerapan pendekatan Participatory Action Research (PAR) yang melibatkan masyarakat dalam seluruh tahapan kegiatan. Menurut Baum, MacDougall, dan Smith (2006) menjelaskan bahwa keterlibatan aktif masyarakat dalam proses identifikasi masalah, pelaksanaan, dan evaluasi program akan meningkatkan kapasitas masyarakat sekaligus memperbesar peluang keberlanjutan adopsi inovasi. Oleh karena itu, peningkatan pengetahuan pada kegiatan ini tidak hanya mencerminkan keberhasilan transfer informasi, tetapi juga menunjukkan terbentuknya proses pembelajaran partisipatif yang mampu meningkatkan kapasitas masyarakat secara berkelanjutan.

Hasil kegiatan ini sejalan dengan Barragan-Fonseca et al. (2017), Gold et al. (2018), dan Surendra et al. (2020) yang melaporkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi pengelolaan limbah organik tidak hanya dipengaruhi oleh performa teknologi, tetapi juga oleh kemampuan pengguna dalam memahami dan mengoperasikan teknologi tersebut. Namun demikian, kegiatan ini lebih banyak berfokus pada aspek teknis, seperti efisiensi reduksi limbah dan produktivitas larva BSF. Sebaliknya, kegiatan ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas masyarakat melalui pembelajaran partisipatif merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan implementasi teknologi pada tingkat komunitas.

Peningkatan kapasitas masyarakat pada kegiatan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu metode pembelajaran yang mengombinasikan penyuluhan, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan berkelanjutan; kesesuaian teknologi dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat; serta keberadaan Bank Sampah sebagai kelembagaan lokal yang mendukung proses koordinasi dan pembelajaran bersama. Kombinasi faktor-faktor tersebut menghasilkan lingkungan belajar yang kondusif sehingga masyarakat lebih mudah memahami, menerima, dan mengadopsi inovasi yang diperkenalkan.

Hasil kegiatan ini memberikan implikasi penting terhadap pengembangan model pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi. Secara ilmiah, hasil kegiatan ini memperkuat konsep bahwa keberhasilan transfer teknologi merupakan hasil interaksi antara inovasi teknis, pembelajaran partisipatif, dan penguatan kelembagaan lokal. Secara praktis, model pelatihan yang diterapkan dapat dijadikan acuan dalam pengembangan program pengelolaan limbah organik berbasis masyarakat pada wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa, sehingga mendukung implementasi ekonomi sirkular dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan.



Gambar 2. Peserta Kegiatan

2. Efektivitas Integrasi Teknologi Pengomposan Berbasis EM4 dan Budidaya *Black Soldier Fly* dalam Pengelolaan Limbah Organik

Penerapan teknologi pengomposan berbasis *Effective Microorganisms-4* (EM4) yang dipadukan dengan budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF; *Hermetia illucens*) menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah organik di Bank Sampah Sajameh. Limbah organik rumah tangga dan limbah hasil perikanan yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal berhasil diolah menjadi dua produk utama, yaitu kompos organik dan biomassa maggot BSF.

Program ini menghasilkan produksi kompos awal sekitar 50 kg per bulan, sementara sekitar 70% peserta menyatakan mampu dan berminat mengembangkan budidaya BSF secara mandiri setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan. Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa integrasi kedua teknologi mampu mengoptimalkan pemanfaatan limbah organik sekaligus menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomi dan lingkungan (Tabel 4).

Hasil kegiatan pada Tabel 4. menunjukkan bahwa integrasi teknologi pengomposan berbasis EM4 dan budidaya BSF menghasilkan sistem pengelolaan limbah organik yang lebih efisien dibandingkan penerapan masing-masing teknologi secara terpisah. EM4 berfungsi mempercepat proses dekomposisi melalui aktivitas mikroorganisme fermentatif sehingga menghasilkan kompos yang lebih cepat matang, sedangkan larva BSF memanfaatkan fraksi

limbah organik yang masih dapat dikonversi menjadi biomassa berprotein tinggi. Integrasi kedua proses tersebut membentuk sistem pemanfaatan limbah yang lebih optimal karena sebagian besar limbah organik dapat dikonversi menjadi produk bernilai tambah dengan residu yang minimal.

Hasil kegiatan ini dapat dijelaskan melalui konsep waste valorization, yaitu proses peningkatan nilai ekonomi limbah melalui pemanfaatan teknologi yang mampu mengubah residu menjadi sumber daya baru. Dalam konteks kegiatan ini, limbah rumah tangga dan limbah hasil perikanan tidak lagi diperlakukan sebagai material yang harus dibuang, tetapi dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi kompos dan biomassa maggot. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip circular bioeconomy yang dikemukakan oleh Parodi et al., (2020), bahwa sistem yang mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya biologis melalui siklus penggunaan kembali sehingga mampu mengurangi timbulan limbah sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

Tabel 4. Luaran Implementasi Integrasi Teknologi EM4 dan Budidaya BSF

Indikator	Kondisi Awal	Setelah Program	Capaian
1. Pengelolaan limbah organik	Belum terintegrasi	Terintegrasi melalui komposting EM4 dan BSF	Tercapai
2. Produksi kompos	Belum tersedia	±50 kg/bulan	Tercapai
3. Budidaya BSF	Belum dilakukan	Mulai diterapkan oleh masyarakat	Tercapai
4. Minat mengadopsi teknologi	Rendah	70% peserta siap mengembangkan	Tinggi
5. Sistem pengelolaan limbah	Konvensional	Berbasis komunitas dan ekonomi sirkular	Terbentuk

Hasil kegiatan ini juga sejalan dengan Barragan-Fonseca et al. (2017) yang menyatakan bahwa larva *Hermetia illucens* memiliki kemampuan tinggi dalam mengonversi limbah organik menjadi biomassa berprotein tinggi yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan. Lebih lanjut Gold et al. (2018) juga melaporkan bahwa efektivitas biokonversi limbah organik menggunakan BSF sangat dipengaruhi oleh karakteristik substrat serta manajemen pengelolaan limbah yang diterapkan. Selain itu, Surendra et al. (2020) menegaskan bahwa integrasi teknologi biokonversi limbah organik merupakan salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam mendukung konsep ekonomi sirkular dan keberlanjutan lingkungan.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada evaluasi teknis masing-masing teknologi, seperti efisiensi reduksi limbah, kualitas kompos, kandungan nutrisi larva, atau karakteristik *frass*. Hasil kegiatan ini memberikan perspektif yang berbeda dengan menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi tidak hanya dipengaruhi oleh performa teknis, tetapi juga oleh integrasi teknologi dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat. Dengan demikian, efektivitas pengelolaan limbah organik ditentukan oleh sinergi antara inovasi teknologi, peningkatan kapasitas masyarakat, dan penguatan kelembagaan lokal.

Efektivitas integrasi teknologi pada kegiatan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pertama, ketersediaan limbah rumah tangga dan limbah hasil perikanan sebagai bahan baku utama memungkinkan proses pengomposan dan budidaya BSF berlangsung secara berkelanjutan. Kedua, penggunaan EM4 mempercepat proses dekomposisi sehingga waktu produksi kompos menjadi lebih singkat. Ketiga, larva BSF memiliki kemampuan

mengonsumsi berbagai jenis limbah organik sehingga volume limbah yang harus dibuang menjadi lebih kecil. Keempat, adanya pendampingan teknis secara berkelanjutan meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengoperasikan kedua teknologi secara bersamaan. Kelima, keberadaan Bank Sampah sebagai kelembagaan lokal mempermudah koordinasi, distribusi tugas, serta pengawasan pelaksanaan kegiatan sehingga integrasi teknologi dapat diterapkan secara lebih efektif.



Gambar 3. Limbah Ikan Untuk Pembuatan Kompos Di BSU Sajameh



Gambar 4. Pembuatan Kompos

Hasil kegiatan ini memberikan implikasi penting terhadap pengembangan model pengelolaan limbah organik berbasis masyarakat. Secara ilmiah, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi pengomposan berbasis EM4 dan budidaya BSF merupakan pendekatan yang lebih komprehensif dibandingkan penerapan teknologi secara parsial. Model ini memperluas konsep community-based waste management dengan memasukkan dimensi

waste valorization, circular bioeconomy, dan participatory technology transfer dalam satu kerangka implementasi.

Dari sisi praktis, model yang dikembangkan memberikan alternatif pengelolaan limbah organik yang mudah diterapkan pada bank sampah, kelompok masyarakat, maupun desa pesisir yang memiliki karakteristik limbah serupa. Integrasi kedua teknologi tidak hanya mampu mengurangi timbulan limbah organik, tetapi juga menghasilkan kompos organik, biomassa maggot BSF, dan *frass* yang memiliki nilai ekonomi. Oleh karena itu, model ini berpotensi menjadi salah satu strategi pemberdayaan masyarakat dalam mendukung pembangunan ekonomi sirkular, peningkatan pendapatan masyarakat, serta pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya SDG 11, SDG 12, dan SDG 13.

3. Pendampingan dan Keberlanjutan Program Pengelolaan Limbah Organik Berbasis Masyarakat

Tahap pendampingan dilaksanakan setelah seluruh rangkaian penyuluhan dan pelatihan selesai sebagai upaya memastikan bahwa teknologi pengomposan berbasis *Effective Microorganisms-4* (EM4) dan budidaya *Black Soldier Fly* (BSF) dapat diterapkan secara mandiri oleh masyarakat. Pendampingan dilakukan melalui kunjungan lapangan, konsultasi teknis, diskusi kelompok, serta evaluasi berkala terhadap perkembangan kegiatan di Bank Sampah Sajameh.

Hasil monitoring menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mampu menerapkan tahapan pengomposan dan budidaya BSF sesuai dengan prosedur yang telah diberikan selama pelatihan. Masyarakat mulai melakukan pemilahan limbah organik secara lebih sistematis, memanfaatkan limbah rumah tangga dan limbah hasil perikanan sebagai bahan baku kompos dan media budidaya BSF, serta melakukan pengelolaan hasil produksi secara sederhana. Selain itu, terbentuk kelompok kerja masyarakat yang berperan dalam mengoordinasikan kegiatan pengelolaan limbah organik sehingga aktivitas yang sebelumnya bersifat individual berkembang menjadi kegiatan berbasis komunitas (Tabel 5).

Tabel 5. Indikator Keberhasilan Tahap Pendampingan dan Keberlanjutan Program

Indikator	Kondisi Awal	Kondisi Setelah Pendampingan	Capaian
Kemampuan mengoperasikan teknologi	Belum menguasai	Sebagian besar peserta mampu menerapkan teknologi secara mandiri	Meningkat
Pengelolaan limbah organik	Belum terorganisasi	Dilaksanakan secara rutin melalui BSU	Tercapai
Kelembagaan masyarakat	Belum terdapat kelompok pengelola	Terbentuk kelompok pengelola limbah organik	Tercapai
Pendampingan teknis	Belum tersedia	Dilaksanakan secara berkala	Berjalan
Keberlanjutan program	Belum direncanakan	Tersusun rencana tindak lanjut bersama mitra	Tercapai

Keberhasilan tahap pendampingan menunjukkan bahwa proses transfer teknologi tidak berhenti pada peningkatan pengetahuan peserta, tetapi berkembang menjadi proses pembelajaran sosial (*social learning*) yang memperkuat kapasitas individu dan kelembagaan masyarakat. Pendampingan memungkinkan peserta memperoleh umpan balik secara langsung terhadap berbagai permasalahan teknis yang dihadapi selama penerapan teknologi sehingga proses adopsi inovasi berlangsung secara bertahap dan berkelanjutan.

Dalam perspektif Participatory Action Research (PAR), tahap refleksi dan pendampingan merupakan bagian penting dari siklus *planning–action–observation–reflection* karena memberikan kesempatan kepada masyarakat untuk mengevaluasi pengalaman, memperbaiki praktik yang telah dilakukan, dan merumuskan solusi terhadap berbagai kendala yang muncul (Kemmis et al., 2014; Stringer, 2014). Melalui proses tersebut, masyarakat tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga menjadi pelaku pembelajaran yang secara aktif mengembangkan inovasi sesuai dengan kondisi lokal.

Selain itu, keberhasilan pembentukan kelompok pengelola limbah menunjukkan bahwa penguatan kelembagaan memiliki peran strategis dalam menjaga keberlanjutan program. Menurut teori Community Empowerment, pemberdayaan masyarakat tidak hanya ditandai oleh peningkatan kemampuan individu, tetapi juga oleh terbentuknya organisasi lokal yang mampu mengelola sumber daya, mengambil keputusan secara kolektif, dan mempertahankan inovasi setelah program eksternal berakhir (Perkins & Zimmerman, 1995). Dengan demikian, keberlanjutan program pada kegiatan ini dipengaruhi oleh sinergi antara peningkatan kapasitas individu dan penguatan kapasitas kelembagaan.

Hasil kegiatan ini sejalan dengan Baum et al. (2006) yang menyatakan bahwa keberhasilan program berbasis masyarakat sangat dipengaruhi oleh keterlibatan masyarakat dalam seluruh tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi. Stringer (2014) juga menegaskan bahwa proses pendampingan merupakan komponen utama dalam *Action Research* karena memungkinkan terjadinya proses refleksi dan perbaikan berkelanjutan melalui pembelajaran kolaboratif.

Pada bidang pengelolaan limbah organik, sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada efektivitas teknologi komposting maupun budidaya BSF, sedangkan aspek keberlanjutan kelembagaan masyarakat masih relatif terbatas. Penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas teknologi itu sendiri, tetapi juga oleh keberadaan organisasi masyarakat yang mampu mengelola kegiatan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini melengkapi kajian sebelumnya dengan menambahkan dimensi penguatan kelembagaan sebagai faktor penentu keberhasilan pengelolaan limbah berbasis komunitas.

Keberhasilan pendampingan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama. Pertama, metode pendampingan dilakukan secara intensif melalui kunjungan lapangan, konsultasi, dan diskusi sehingga berbagai kendala teknis dapat diselesaikan secara cepat. Kedua, adanya komitmen masyarakat untuk memanfaatkan limbah organik sebagai sumber daya ekonomi meningkatkan motivasi peserta dalam menerapkan teknologi. Ketiga, keberadaan Bank Sampah sebagai kelembagaan lokal mempermudah koordinasi, pembagian tugas, dan pengawasan kegiatan sehingga proses implementasi berlangsung lebih efektif. Keempat, dukungan tim pengabdian dan pemangku kepentingan lokal memperkuat keberlanjutan program melalui penyediaan bimbingan teknis dan fasilitasi pengembangan kegiatan.

Meskipun demikian, beberapa kendala masih ditemukan, antara lain keterbatasan sarana produksi, belum optimalnya sistem pencatatan hasil produksi, serta perlunya peningkatan jejaring pemasaran produk kompos dan maggot BSF. Kendala tersebut menunjukkan bahwa keberlanjutan program memerlukan dukungan lintas sektor, termasuk pemerintah daerah, perguruan tinggi, dunia usaha, dan komunitas masyarakat.

Temuan penelitian ini memberikan implikasi bahwa keberhasilan pengelolaan limbah organik berbasis masyarakat memerlukan integrasi antara inovasi teknologi, pendampingan berkelanjutan, dan penguatan kelembagaan lokal. Secara ilmiah, hasil penelitian memperkuat konsep bahwa keberlanjutan transfer teknologi merupakan proses yang dipengaruhi oleh interaksi antara kapasitas individu, modal sosial, dan organisasi masyarakat. Dengan demikian, efektivitas program pengabdian tidak hanya diukur berdasarkan peningkatan pengetahuan atau

keterampilan peserta, tetapi juga berdasarkan kemampuan masyarakat mempertahankan dan mengembangkan inovasi secara mandiri.

Dari sisi praktis, model pendampingan yang diterapkan menghasilkan kerangka implementasi yang dapat direplikasi pada bank sampah, kelompok masyarakat, maupun desa pesisir lainnya yang memiliki karakteristik limbah organik serupa. Integrasi antara pelatihan, pendampingan, dan penguatan kelembagaan memberikan peluang untuk membangun sistem pengelolaan limbah organik yang lebih berkelanjutan, mendukung penerapan ekonomi sirkular, meningkatkan nilai tambah limbah organik, serta memperkuat ketahanan ekonomi masyarakat melalui pengembangan usaha berbasis kompos dan budidaya BSF.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan ini berhasil meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola limbah organik melalui penerapan teknologi pengomposan berbasis *Effective Microorganisms-4* (EM4) dan budidaya *Black Soldier Fly* (BSF) dengan pendekatan Participatory Action Research (PAR). Integrasi kedua teknologi tersebut terbukti meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan partisipasi masyarakat, sekaligus menghasilkan kompos organik dan biomassa maggot BSF sebagai produk bernilai tambah yang mendukung pengelolaan limbah berbasis komunitas.

Selain itu, kegiatan ini juga menghasilkan model Community-Based Integrated Organic Waste Management yang mengintegrasikan teknologi, pemberdayaan masyarakat, dan penguatan kelembagaan bank sampah dalam mendukung implementasi ekonomi sirkular. Model ini berpotensi direplikasi pada komunitas lain yang memiliki karakteristik limbah organik serupa sebagai solusi pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan bernilai ekonomi.

Untuk keberlanjutan program perlu didukung melalui penguatan kelembagaan Bank Sampah, pendampingan teknis secara berkala, penyediaan sarana pendukung, serta pengembangan jejaring pemasaran kompos dan maggot BSF melalui kolaborasi antara pemerintah daerah, perguruan tinggi, dunia usaha, dan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas atas dukungan pendanaan kegiatan melalui hibah pengabdian kepada masyarakat berdasarkan Nomor Kontrak: 03/SPK/BBPT/PKM/RKAT-UNAND/2025. Apresiasi juga disampaikan kepada Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Pemerintah Daerah, Bank Sampah Sajameh, serta seluruh masyarakat mitra atas dukungan, kerja sama, dan partisipasi aktif selama pelaksanaan program.

Ucapan terima kasih turut diberikan kepada seluruh tim pelaksana, dosen, mahasiswa, dan pihak sponsor yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan, pendampingan, dan evaluasi kegiatan sehingga program dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M., & Van Loon, J. J. A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed: A review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2), 105–120. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0052>

- Baum, F., MacDougall, C., & Smith, D. (2006). Participatory action research. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60(10), 854–857. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.028662>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Gold, M., Cassar, C. M., Zurbrügg, C., Kreuzer, M., Boulos, S., Diener, S., & Mathys, A. (2018). Biowaste treatment with black soldier fly larvae: Increasing performance through the formulation of biowastes based on protein and carbohydrates. *Waste Management*, 82, 302–318. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.025>
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Singapore: Springer.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Lalander, C., Diener, S., Magri, M. E., Zurbrügg, C., Lindström, A., & Vinnerås, B. (2019). Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*): From a hygiene aspect. *Waste Management*, 102, 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.017>
- Parodi, A., Leip, A., De Boer, I. J. M., Slegers, P. M., Ziegler, F., Temme, E. H. M., Herrero, M., Tuomisto, H., Valin, H., Van Middelaar, C. E., & Van Zanten, H. H. E. (2020). The potential of future foods for sustainable and healthy diets. *Global Food Security*, 26, Article 100407. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100407>
- Stringer, E. T. (2014). *Action research* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Surendra, K. C., Tomberlin, J. K., Van Huis, A., Cammack, J. A., Heckmann, L.-H., & Khanal, S. K. (2020). Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) (Diptera: Stratiomyidae). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, Article 109529. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109529>
- Syaiful, F. L., Novia, D., Satria, B., Agustin, F., & Sumedi. (2024). Pengolahan limbah kotoran ternak menjadi pupuk kompos di Kecamatan Pauh Kota Padang. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 7(3), 387–397.
- Syaiful, F. L., Siahaan, A. A., & Putri, R. H. (2022). Inovasi pembuatan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit dan pupuk kandang di Nagari Sungai Kunyit Kabupaten Solok Selatan. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 5(3), 148–156.
- Tomberlin, J. K., & Van Huis, A. (2020). Black soldier fly from pest to ‘crown jewel’ of the insects as feed industry: An historical perspective. *Insects*, 11(5), Article 306. <https://doi.org/10.3390/insects11050306>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). Food Waste Index Report 2024: Think Eat Save—Tracking Progress to Halve Global Food Waste. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.

United Nations Environment Program (UNEP). (2024). Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an Age of Waste—Turning Rubbish into a Resource. United Nations Environment Programme; International Solid Waste Association (ISWA). Nairobi, Kenya.