



Kemas Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat

<https://doi.org/10.31851/kemas.v2i2.16737>

<https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/kemas/>

Pembelajaran dan Pengelolaan Limbah Berbasis *Circular Economy*

Melalui Program *Company Visit* PIAT UGM

Retno Fikria Idil Adhyaningtyas ¹, Kausar Daulay ^{*1}, Fulki Ainur Rafi ¹, Hilmy Faishal Anwar ¹, Adelfiani ¹, Rima Fadlillah Umi Kalsum Fadhel ¹, Ahmad Mufti Fattaqi ¹, Sahrel Gunawan ¹

¹ Universitas Gadjah Mada, D.I. Yogyakarta, Indonesia

*E-mail korespondensi: kausardaulay03@gmail.com

Received: 07 September 2026 Revised: 24 September 2026 Accepted: 30 September 2026

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mendeskripsikan implementasi sistem pengelolaan limbah berbasis *circular economy* di Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada (PIAT UGM). Pengumpulan data menggunakan pendekatan mixed-method yaitu deskriptif kualitatif melalui observasi partisipatif, wawancara semi-terstruktur, dan studi dokumen pada program *company visit* di unit Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU), sedangkan data kuantitatif diperoleh melalui kuesioner skala Likert lima tingkat kepada 22 peserta dengan teknik total sampling, kemudian dianalisis korelasi Spearman. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa PIAT UGM secara komprehensif menerapkan prinsip 3R secara terintegrasi. Implementasi tersebut mencakup konversi limbah organik menjadi kompos, media budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF), dan eco-enzyme, serta penyaluran limbah anorganik kepada pihak ketiga untuk didaur ulang. Model pengelolaan terpadu ini dapat menekan beban Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sekaligus mengoptimalkan pemulihan sumber daya yang bernilai tambah secara ekonomi maupun ekologis. Hasil kuantitatif menunjukkan bahwa variabel independen berhubungan positif terhadap pemahaman peserta ($p < 0,001$), dengan korelasi terkuat pada persepsi terhadap RINDU ($r_s = 0,909$), diikuti eco-enzyme ($r_s = 0,798$), perkebunan kebun jeruk ($r_s = 0,742$), dan persepsi umum terhadap *Company Visit* PIAT ($r_s = 0,707$).

Kata kunci : *company visit; experiential learning; inovasi daur ulang; pengelolaan limbah terpadu.*

Abstract

This community service activity aimed to describe the implementation of a circular economy-based waste management system at the Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada (PIAT UGM). Data were collected using a mixed-method approach, comprising qualitative descriptive methods through participatory observation, semi-structured interviews, and document analysis conducted during the company visit program at the Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU) unit. Quantitative data were obtained through a five-point Likert-scale questionnaire administered to 22 participants using total sampling and were subsequently analyzed using Spearman's correlation. The results showed that PIAT UGM comprehensively implements the 3R principles in an integrated manner. This implementation includes converting organic waste into compost, using it as a substrate for Black Soldier Fly (BSF) maggot cultivation, and producing eco-enzyme, while inorganic waste is transferred to third parties for recycling. This integrated management model can reduce the burden on landfills while optimizing resource recovery with added economic and ecological value. The quantitative results indicated that the independent variables were positively associated with participants' understanding ($p < 0.001$), with the strongest correlation observed for perceptions of RINDU ($r_s = 0.909$), followed by eco-enzyme ($r_s = 0.798$), the citrus orchard unit ($r_s = 0.742$), and general perceptions of the PIAT Company Visit ($r_s = 0.707$).

Keywords: *company visit; experiential learning; recycling innovation; integrated waste management.*

Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk, urbanisasi, dan perubahan pola konsumsi masyarakat menyebabkan timbulan sampah di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Sampah merupakan sisa hasil aktivitas manusia yang tersusun atas berbagai material yang pada dasarnya masih memiliki nilai guna, namun kehilangan manfaat akibat tercampur dan tidak dikelola secara optimal [1]. Kondisi tersebut menjadi tantangan dalam mewujudkan sistem pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2020 menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan sekitar 175.000 ton sampah/hari, sehingga diperlukan upaya pengelolaan yang lebih terintegrasi. Total timbulan sampah nasional tahun 2022 tercatat mencapai 188,26 juta ton per tahun, dengan provinsi penyumbang terbesar meliputi Jawa Tengah (4,25 juta ton), DKI Jakarta (3,11 juta ton), Jawa Timur (1,64 juta ton), Jawa Barat (1,11 juta ton), dan Riau (1,05 juta ton) [2].

Permasalahan pengelolaan sampah juga menjadi tantangan di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, aktivitas pendidikan, pariwisata, dan perkembangan kawasan perkotaan yang berkontribusi terhadap peningkatan timbulan sampah. Berdasarkan data KLHK (2022), timbulan sampah di Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, Bantul, Gunungkidul, dan Kulon Progo mencapai sekitar 1.454,94 ton/hari atau 531.052 ton/tahun. Meskipun rata-rata produksi sampah per kapita di DIY relatif lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata nasional, volume sampah cenderung meningkat pada musim liburan akibat tingginya aktivitas pariwisata. Sampah yang masuk ke kawasan pengelolaan di Yogyakarta didominasi oleh limbah organik, sedangkan sisanya berupa limbah anorganik seperti plastik, kertas, dan logam [3]. Selain itu, sistem pengelolaan sampah di DIY



masih sangat bergantung pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan, yang memiliki kapasitas sekitar 650 ton/hari, jauh di bawah total timbulan sampah harian dan hanya mampu menampung sekitar 44,67% sampah dari seluruh wilayah DIY. Kondisi tersebut menyebabkan TPA Piyungan mengalami overload hingga akhirnya ditutup pada April 2024, sehingga diperlukan penguatan strategi pengurangan sampah sejak dari sumber melalui penerapan pengelolaan limbah yang lebih terpadu dan berkelanjutan [4]. Ketergantungan terhadap TPA Piyungan menjadikan sistem pengelolaan sampah di wilayah ini menghadapi tantangan besar, sehingga diperlukan strategi pengurangan sampah sejak dari sumber melalui pemilahan, pengomposan, dan daur ulang.

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan pengelolaan sampah telah bergeser dari pendekatan *end-of-pipe*, yang berfokus pada penanganan limbah setelah dihasilkan, menuju sistem pengelolaan yang lebih preventif dan berkelanjutan melalui penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dan *circular economy*. Prinsip 3R menekankan pengurangan timbulan sampah sejak dari sumber (*reduce*), penggunaan kembali produk atau material yang masih layak (*reuse*), serta pengolahan kembali limbah menjadi produk baru yang memiliki nilai guna (*recycle*) [5]. Penerapan prinsip tersebut tidak hanya mampu mengurangi beban tempat pemrosesan akhir (TPA), tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, menekan konsumsi bahan baku primer, serta mengurangi dampak lingkungan akibat akumulasi limbah.

Konsep 3R kemudian berkembang menjadi pendekatan *circular economy*, yaitu sistem ekonomi yang bertujuan mempertahankan nilai material, produk, dan sumber daya selama mungkin melalui strategi pengurangan (*reduce*), penggunaan kembali (*reuse*), perbaikan (*repair*), manufaktur ulang (*remanufacture*), dan daur ulang (*recycle*). Dalam konsep ini, limbah tidak lagi dipandang sebagai produk akhir (*end product*), melainkan sebagai sumber daya (*resource*) yang dapat dimanfaatkan kembali melalui pemulihan material (*material recovery*) maupun pemulihan energi (*energy recovery*) sehingga mampu menghasilkan nilai tambah secara ekonomi sekaligus mengurangi tekanan terhadap lingkungan. (Kirchherr et al., 2017). Pendekatan tersebut juga mendorong terciptanya sistem *waste-to-resource*, yaitu pemanfaatan limbah sebagai bahan baku alternatif untuk menghasilkan produk, energi, maupun material baru yang bernilai ekonomi. Penerapan *circular economy* tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan volume sampah yang berakhir di TPA, tetapi juga mendukung efisiensi pemanfaatan sumber daya, pengurangan emisi gas rumah kaca, serta pengembangan ekonomi yang lebih berkelanjutan [6], [7].

Perguruan tinggi memiliki peran strategis dalam mendukung implementasi pengelolaan limbah berkelanjutan melalui pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Konsep *green campus* mendorong kampus untuk tidak hanya mengurangi timbulan sampah, tetapi juga mengembangkan inovasi pengelolaan limbah yang dapat menjadi media edukasi bagi masyarakat [8]. Salah satu implementasinya dilakukan oleh Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada (PIAT UGM) melalui unit Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU), yang mengintegrasikan pemilahan sampah, pengomposan, budidaya maggot *Black Soldier Fly* (BSF), pembuatan eco-enzyme, hingga pengembangan teknologi pengolahan limbah residu sebagai bagian dari sistem pengelolaan limbah terpadu. Peran PIAT UGM dapat mengurangi beban sampah yang dikirim ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan sehingga potensi



pencemaran lingkungan akibat penumpukan sampah dapat ditekan. Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan company visit ke PIAT UGM diselenggarakan sebagai bentuk kegiatan edukasi pengabdian masyarakat yang bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi sistem pengelolaan limbah terpadu berbasis circular economy dan menganalisis hubungan persepsi peserta terhadap pemahaman individu di company visit PIAT UGM.

Metode

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada (PIAT UGM) pada unit Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU) Kecamatan Berbah, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta. Kegiatan dilaksanakan melalui program *company visit* yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Muslim Pascasarjana Universitas Gadjah Mada (HIMMPAS UGM) pada tanggal 20 Juni 2026 yang bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi sistem pengelolaan limbah terpadu berbasis circular economy yang diterapkan oleh PIAT UGM dan menganalisis hubungan persepsi peserta terhadap pemahaman individu pada company visit PIAT UGM.

Pelaksanaan kegiatan meliputi tahap persiapan, kunjungan, pengumpulan data dan evaluasi. Tahap persiapan meliputi koordinasi dengan pengelola PIAT UGM, penentuan lokasi, waktu penyusunan agenda dan instrumen pengambilan data. Pelaksanaan kunjungan meliputi pengarahan, pemaparan profil PIAT UGM, kunjungan unit RINDU dan unit perkebunan jeruk, observasi dan diskusi dengan pengelola. Pengumpulan data menggunakan pendekatan mixed-method. Deskriptif kualitatif, yaitu observasi partisipatif, wawancara semi-terstruktur, dokumentasi, dan studi dokumen. Observasi dilakukan untuk mengamati secara langsung rangkaian proses pengelolaan limbah, meliputi pemilahan limbah organik, anorganik, dan residu, budidaya maggot *Black Soldier Fly* (BSF), serta praktik pembuatan eco-enzyme. Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan narasumber dan pengelola Unit RINDU untuk memperoleh informasi mengenai sistem operasional, inovasi pengelolaan limbah, tantangan yang dihadapi, serta rencana pengembangan teknologi di masa mendatang. Dokumentasi berupa foto kegiatan dan catatan lapangan digunakan sebagai data pendukung, sedangkan studi dokumen dilakukan melalui penelaahan informasi resmi PIAT UGM dan dokumen pendukung lainnya. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis hubungan antara persepsi peserta dengan pemahaman individu mengenai pelaksanaan company visit PIAT UGM dan menjadi bagian dari tahap evaluasi kegiatan. Populasi survei terdiri atas seluruh peserta Company Visit sebanyak 22 peserta menjadi responden dengan teknik total sampling. Instrumen menggunakan skala Likert lima tingkat (1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju) dan mencakup lima variabel: persepsi umum terhadap PIAT (X_1), persepsi terhadap RINDU (X_2), persepsi terhadap perkebunan jeruk (X_3), persepsi terhadap praktik eco-enzyme (X_4), dan pemahaman individu (Y). Instrumen kuantitatif dapat dilihat pada tabel 1.

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan [9]. Analisis kuantitatif dianalisis menggunakan korelasi Spearman dengan signifikansi $\alpha = 0,05$ menggunakan IBM SPSS Statistics Version 25.



Tabel 1. Variabel dan Instrumen Kuantitatif

Variabel	Indikator	Jumlah Butir
Persepsi umum PIAT (X_1)	Keberlanjutan; informasi; ramah lingkungan; produksi–limbah, pengelolaan terpadu; edukasi	6
Persepsi RINDU (X_2)	Fungsi; informasi; kesadaran; inovasi, maggot BSF; penerapan; lingkungan	7
Persepsi Perkebunan Jeruk (X_3)	Fungsi; budidaya; informasi; pertanian berkelanjutan; limbah; inovasi	7
Persepsi eco-enzyme (X_4)	Manfaat; praktik; inovasi; pengurangan limbah;minat; keberlanjutan	7
Pemahaman individu (Y)	Pengelolaan limbah; produksi–lingkungan; kepedulian; penerapan; <i>circular economy</i> ; komitmen	8

Hasil dan Pembahasan

Pengelolaan Limbah Terpadu Implementasi Circular Economy

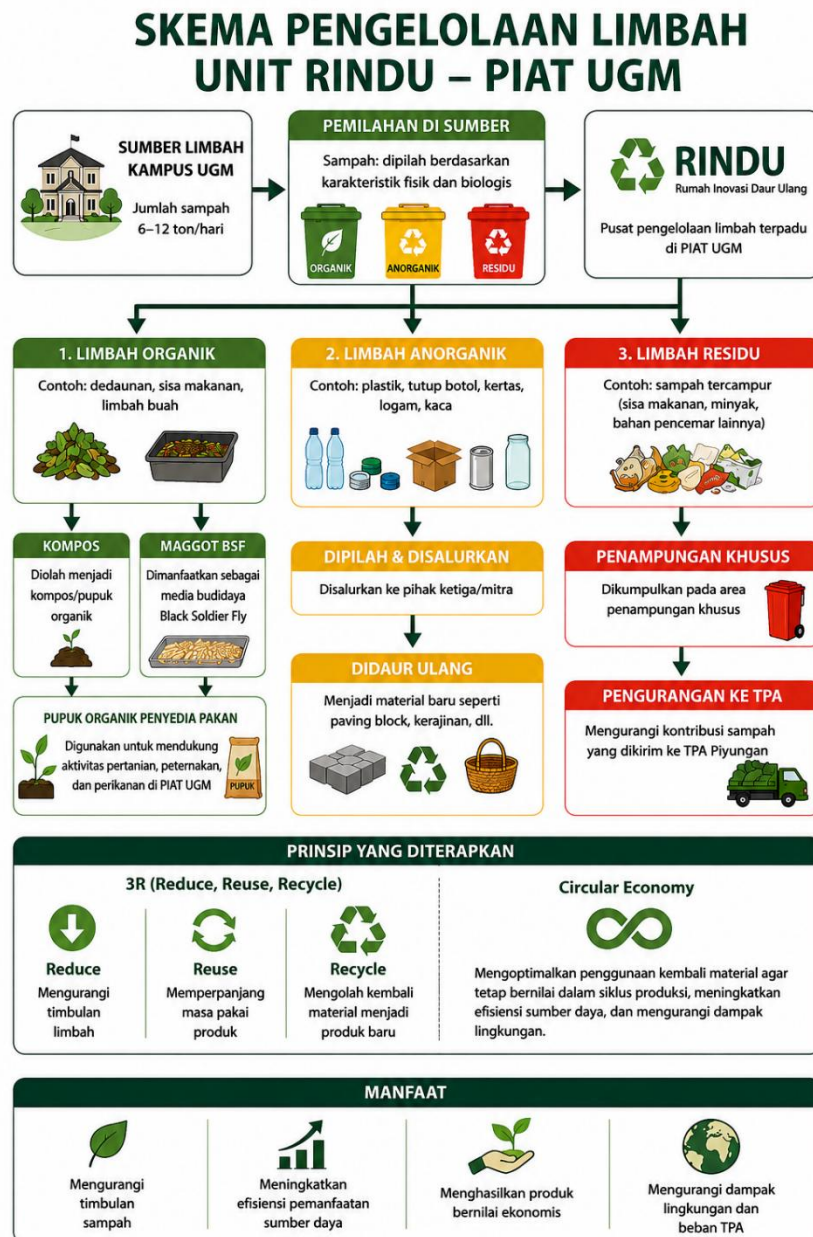
Sistem pengelolaan limbah secara terpadu Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada telah diterapkan oleh PIAT UGM melalui unit Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU). Seluruh sampah yang berasal dari kampus mencapai 6-12 ton/hari, dipilah berdasarkan karakteristiknya sebelum diproses menjadi berbagai produk yang memiliki nilai ekonomis. Setiap jenis limbah memperoleh perlakuan yang berbeda sesuai sifat fisik dan biologis [10]. Limbah organik seperti dedaunan, limbah buah-buahan, dan sisa makanan rumah tangga dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos serta media budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF). Sementara itu, limbah anorganik yang masih memiliki nilai ekonomi seperti plastik dan tutup botol dipilah dan disalurkan kepada pihak ketiga untuk didaur ulang menjadi material baru seperti paving block, sedangkan limbah yang tercampur dengan sisa makanan, minyak atau bahan pencemar lainnya dikategorikan sebagai limbah residu. Limbah residu tersebut dikumpulkan pada area penampungan khusus untuk mengurangi kontribusi sampah di TPA Piyungan.

Hal tersebut disampaikan oleh narasumber berikut,

“Sampah yang masih bisa diproses kita pilah, kemudian disalurkan ke pihak ketiga untuk dibuat material baru. Limbah yang tercampur menjadi residu, dikumpulkan di area penampungan khusus.”

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem pengelolaan di PIAT UGM telah menerapkan prinsip pemilahan pada sumber limbahnya. Taktik tersebut sejalan dengan konsep 3R (*Reduce, Reuse and Recycle*) dan *circular economy*. Prinsip 3R bertujuan mengurangi timbulan limbah (*reduce*), memperpanjang masa pakai produk melalui penggunaan kembali (*reuse*), serta mengolah kembali material menjadi produk baru (*recycle*). Penerapan prinsip 3R menjadi fondasi dalam transisi menuju sistem pengelolaan limbah yang berkelanjutan karena mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya sekaligus mengurangi dampak lingkungan.

Konsep ini kemudian berkembang menjadi pendekatan *circular economy*, yaitu sistem yang mengoptimalkan penggunaan kembali material agar tetap bernilai dalam siklus produksi [11].



Gambar 1. Skema Pengolahan Limbah Unit Rindu - PIAT UGM

Teaching Farm Maggot Inovasi Pengolahan Limbah Organik

Unit Teaching Farm Maggot adalah bagian dari unit RINDU, dikembangkan sebagai solusi pengelolaan limbah organik dan penyedia sumber protein untuk pakan ternak yang ada di internal PIAT UGM. Limbah organik yang berasal dari kantin fakultas di Universitas Gadjah Mada dan Rumah Sakit Panti Rapih dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan maggot Black Soldier Fly (BSF). Panen maggot umur 15-16 hari dengan kapasitas produksi mencapai 45

kg/minggu dan sebagian besar dimanfaatkan sebagai bahan pakan unggas dan ikan di lingkungan PIAT UGM.

Menurut narasumber,

"Tujuan awalnya murni untuk mengelola sampah dan menyuplai pakan ternak internal. Kami memiliki unit peternakan dan perikanan yang membutuhkan sumber protein, sehingga maggot menjadi salah satu solusi yang kami kembangkan."

Narasumber juga menjelaskan terkait efisiensi produksi maggot, "Kalau kualitas telurnya bagus, lima gram telur BSF bisa menghasilkan kurang lebih lima belas kilogram maggot."



Gambar 2. Teaching Farm Maggot Black Soldier Fly

Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa budidaya maggot tidak hanya berfungsi sebagai inovasi pengolahan limbah organik, tetapi juga mendukung kemandirian penyediaan pakan ternak. Budidaya maggot merupakan contoh nyata penerapan inovasi biokonversi limbah organik yang mengintegrasikan aspek lingkungan dan ekonomi. Selain mampu mengurangi volume sampah organik, inovasi ini juga menghasilkan produk bernilai ekonomi berupa sumber protein alternatif yang berpotensi menekan biaya penyediaan pakan [12].

Budidaya maggot di PIAT memiliki prospek ekonomi yang cukup tinggi. Maggot dipasarkan dalam dua bentuk, yaitu maggot segar (fresh) dengan harga sekitar Rp8.000/kg dan maggot kering sekitar Rp15.000/kg. Pengelola juga menyampaikan bahwa permintaan maggot di wilayah Yogyakarta tergolong tinggi, baik dari peternak maupun untuk kebutuhan penelitian. Hal tersebut disampaikan oleh narasumber berikut, "Permintaan pasar sebenarnya sangat tinggi, khususnya di wilayah Yogyakarta. Namun, karena kami juga memiliki divisi peternakan dan perikanan sendiri, pasokan maggot yang dihasilkan saat ini masih diprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan internal. Penjualan keluar umumnya untuk penelitian mahasiswa atau kegiatan KKN."

Potensi ekonomi tersebut menunjukkan bahwa budidaya maggot tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan limbah organik, tetapi juga berpeluang menjadi sumber pendapatan melalui pemanfaatan produk bernilai tambah yang meningkatkan pendapatan. Kondisi ini mencerminkan implementasi circular economy, di mana limbah organik dikonversi menjadi komoditas yang memiliki manfaat ekologis sekaligus nilai ekonomi [13].

Praktik Eco-enzyme Sebagai Media Pemberdayaan Masyarakat

Praktik pembuatan eco-enzyme merupakan salah satu kegiatan yang secara langsung melibatkan pengunjung dalam proses pengolahan limbah rumah tangga. Bahan yang digunakan

berupa limbah kulit buah, gula merah atau molase, dan air yang difermentasi selama kurang lebih 90 hari hingga menghasilkan cairan multifungsi. Melalui praktik tersebut, pengunjung memperoleh pengalaman mengenai teknologi sederhana yang dapat diterapkan secara mandiri di lingkungan rumah tangga. Selain menghasilkan cairan yang dapat dimanfaatkan sebagai pembersih dan dekomposer, residu hasil fermentasi juga masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos sehingga seluruh bahan organik dapat dimanfaatkan secara optimal.

Narasumber menjelaskan, “Pembuatan eco-enzyme membutuhkan waktu fermentasi sekitar tiga bulan. Bahannya cukup gula merah atau molase, sisa buah atau sayuran yang masih segar, dan air. Setelah jadi, cairannya dapat dimanfaatkan sebagai antiseptik, cairan pembersih, maupun dekomposer.” Lebih lanjut, narasumber menambahkan, “Ampas hasil fermentasinya tidak dibuang, tetapi masih dapat dimanfaatkan sebagai pupuk karena sudah mengalami proses fermentasi.” Narasumber juga menjelaskan rasio perbandingan bahan baku eco-enzyme, “Rumus perbandingan baku yang kita gunakan untuk pembuatan eco-enzyme adalah 1:3:10. Satu bagian untuk takaran gula merah atau molase, tiga bagian untuk takaran sisa kulit buah atau sayuran segar dan sepuluh bagian untuk takaran air bersih.”



Gambar 3. Praktikum Pembuatan Eco-enzyme

Eco-enzyme merupakan cairan hasil fermentasi limbah organik, terutama kulit buah dan sayuran, yang dicampur dengan gula dan air (rasio umum 3:1:10). Produk fermentasi tersebut memiliki berbagai aplikasi, antara lain sebagai pembersih alami, desinfektan, fungisida, bakterisida, insektisida, serta pupuk organik. Selain itu, pembuatan eco-enzyme menjadi salah satu strategi untuk mengurangi timbulan limbah organik sejak dari sumbernya [14]. Selain menghasilkan cairan multifungsi, proses fermentasi menghasilkan berbagai senyawa bioaktif dan enzim hidrolitik yang berpotensi dimanfaatkan dalam bidang pertanian, pengolahan limbah, dan kebersihan rumah tangga. Oleh karena itu, eco-enzyme tidak hanya berfungsi sebagai produk hasil fermentasi, tetapi juga sebagai alternatif ramah lingkungan yang memiliki berbagai aplikasi praktis [15].

Tantangan dan Rencana Masa Depan Pengelolaan Limbah PIAT UGM

Sistem pengelolaan limbah di PIAT UGM telah berjalan dengan baik, akan tetapi limbah residu masih menjadi tantangan. Plastik yang telah tercampur dengan sisa makanan atau bahan pencemar lain tidak dapat dipilah kembali sehingga belum tersedia teknologi yang

ekonomis untuk mengolahnya. Upaya pemanfaatan limbah plastik menjadi paving block secara mandiri pernah dilakukan, namun belum diterapkan secara berkelanjutan karena biaya operasional yang cukup tinggi dibandingkan dengan volume bahan baku yang tersedia.

Menurut narasumber "Limbah yang sudah tercampur itu menjadi residu. Sementara ini belum ada teknologi yang efektif untuk mengelolanya. Kami pernah mencoba mengolah sendiri, tetapi supply sampah bersih terlalu sedikit sehingga hasilnya tidak sebanding dengan biaya operasional yang dikeluarkan." Tantangan pengelolaan limbah tidak hanya berkaitan dengan aspek teknologi, tetapi juga dipengaruhi oleh keberlanjutan pasokan bahan baku dan efisiensi secara ekonomi. Oleh sebab itu, partisipasi masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah sejak dari sumbernya penting untuk meningkatkan kualitas material yang dapat didaur ulang serta mengurangi volume limbah residu. Pemilahan yang dilakukan secara konsisten akan memudahkan proses pengolahan lanjutan, meningkatkan nilai ekonomi limbah, dan mendukung keberhasilan penerapan prinsip 3R serta ekonomi sirkular. Pemilahan sampah sejak dari sumber menjadi tahapan penting dalam mempertahankan kualitas material sehingga dapat dimanfaatkan kembali secara optimal [7].



Gambar 4. Foto Bersama Kegiatan

Informasi resmi PIAT menunjukkan bahwa pengembangan teknologi pengolahan limbah residu terus dilakukan melalui penerapan pirolisis untuk mengonversi limbah plastik menjadi bahan bakar cair, serta penggunaan green incinerator yang mampu mereduksi volume sampah dalam waktu relatif singkat dengan sistem pengendalian emisi yang lebih baik dibandingkan dengan pembakaran terbuka. Selain itu, roadmap unit RINDU mengarahkan pengembangan dari laboratorium skala kecil menuju sistem pengelolaan limbah terintegrasi yang menghasilkan pupuk, pakan, bahan bakar, serta layanan replikasi teknologi bagi masyarakat. Pengembangan tersebut menunjukkan bahwa PIAT tidak hanya berfokus pada penyelesaian masalah limbah, tetapi juga pada pemulihan sumber daya (resource recovery) melalui integrasi berbagai teknologi pengolahan. Pendekatan ini sejalan dengan konsep circular economy yang menekankan pemanfaatan kembali material dan energi sehingga limbah dapat dikonversi menjadi produk bernilai tambah serta mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya primer [7], [11].

Penerapan pirolisis memberikan peluang untuk mengolah limbah plastik yang sulit didaur ulang secara mekanis menjadi bahan bakar alternatif. Teknologi ini tidak hanya

mengurangi volume limbah yang berakhir di tempat pemrosesan akhir, tetapi juga menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomi sehingga mendukung prinsip waste-to-resource, yaitu mampu mengonversi limbah plastik yang sulit didaur ulang menjadi bahan bakar cair dan produk bernilai tambah lainnya sehingga mendukung pengurangan timbunan limbah sekaligus pemulihan energi [16]. Pendekatan yang diterapkan di PIAT juga sejalan dengan konsep green campus, yaitu pengelolaan limbah melalui sistem terpadu yang mengombinasikan pengomposan, pemanfaatan limbah organik, konversi limbah plastik menjadi energi, dan pengolahan limbah residu. Integrasi berbagai teknologi tersebut dinilai mampu mengurangi jumlah sampah yang dikirim ke tempat pemrosesan akhir sekaligus meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya melalui kolaborasi antara inovasi teknologi, tata kelola kelembagaan, dan partisipasi sivitas akademika [8].

Hubungan Persepsi dengan Pemahaman Peserta

Sebanyak 22 peserta mengikuti survei dengan komposisi gender seimbang, yaitu 11 laki-laki dan 11 perempuan. Sebanyak 19 peserta (86,36%) berpendidikan terakhir sarjana dan 3 peserta (13,64%) magister. Seluruh responden merupakan mahasiswa pascasarjana pada saat mengikuti program.

Tabel 2. Hasil uji korelasi Spearman

Variabel independen	r_s	p-value	Kekuatan hubungan
Persepsi umum PIAT (X_1)	0,707	< 0,001	Kuat
Persepsi RINDU (X_2)	0,909	< 0,001	Sangat kuat
Persepsi Perkebunan Jeruk (X_3)	0,742	< 0,001	Kuat
Persepsi eco-enzyme (X_4)	0,798	< 0,001	Kuat

Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan variabel independen berhubungan positif pemahaman individu. Korelasi terkuat terdapat pada persepsi terhadap RINDU ($r_s = 0,909$), diikuti praktik eco-enzyme ($r_s = 0,798$), perkebunan jeruk ($r_s = 0,742$), dan persepsi umum terhadap Company Visit PIAT ($r_s = 0,707$).

Kesimpulan

Implementasi sistem pengelolaan limbah terpadu di Unit Rumah Inovasi Daur Ulang (RINDU), Pusat Inovasi Agroteknologi Universitas Gadjah Mada (PIAT UGM), menunjukkan bahwa pengelolaan limbah dilakukan secara terintegrasi melalui penerapan prinsip 3R (Reduce, Reuse, and Recycle) yang dikembangkan menjadi konsep circular economy. Limbah organik dimanfaatkan menjadi kompos, media budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF), dan eco-enzyme, sedangkan limbah anorganik yang masih bernilai ekonomi didaur ulang melalui kerja sama dengan pihak ketiga. Pendekatan tersebut mampu meningkatkan nilai tambah limbah sekaligus mengurangi beban sampah yang dikirim ke tempat pemrosesan akhir. Pemilahan sampah sejak dari sumber dan peningkatan partisipasi masyarakat terus diperkuat untuk mendukung keberlanjutan sistem pengelolaan limbah terpadu. Rencana ke depan, pengembangan teknologi seperti pirolisis untuk konversi limbah plastik menjadi bahan bakar, penerapan green incinerator, serta penguatan kolaborasi antara perguruan tinggi, pemerintah, dan masyarakat diharapkan mampu memperluas kebermanfaatan berbagai institusi dan lapisan masyarakat.

Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki hubungan positif dan signifikan dengan pemahaman individu ($p < 0,001$). Persepsi terhadap Unit RINDU memiliki hubungan paling kuat ($r_s = 0,909$), diikuti oleh praktik ecoenzym ($r_s = 0,798$), Unit Kebun Jeruk ($r_s = 0,742$), dan persepsi umum terhadap Company Visit PIAT UGM ($r_s = 0,707$).

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada pihak Pusat Inovasi dan Agroteknologi Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan kesempatan untuk berkunjung dan memberikan pembelajaran terkait pengolahan dan daur ulang limbah.

Daftar Pustaka

- [1] R. P. Mahyudin, "Strategi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan," vol. 10, no. 1, pp. 33–40, 2014.
- [2] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)*. 2022.
- [3] T. A. Kurniawan et al., "Reforming MSWM in Sukunan (Yogyakarta, Indonesia): A case-study of applying a zero-waste approach based on circular economy paradigm," *Journal of Cleaner Production*, vol. 284, p. 124775, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124775.
- [4] P. A. Pambudi, "Menuju Transformasi Pengelolaan Sampah Di Yogyakarta: Solusi Berkelanjutan Melalui Kolaborasi Multi-Stakeholder," *JPS*, vol. 2, no. 1, pp. 17–32, Jun. 2025, doi: 10.64174/jps.v2i1.33.
- [5] M. Zamroni, R. S. Prahara, A. Kartiko, D. Purnawati, and D. W. Kusuma, "The Waste Management Program Of 3R (Reduce, Reuse, Recycle) By Economic Incentive And Facility Support," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1471, no. 1, p. 012048, Feb. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1471/1/012048.
- [6] P. Ghisellini, C. Cialani, and S. Ulgiati, "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems," *Journal of Cleaner Production*, vol. 114, pp. 11–32, Feb. 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.09.007.
- [7] A. P. M. Velenturf and P. Purnell, "Principles for a sustainable circular economy," *Sustainable Production and Consumption*, vol. 27, pp. 1437–1457, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2021.02.018.
- [8] M. Setyowati, A. Kusumawanto, and A. Prasetya, "Study of waste management towards sustainable green campus in Universitas Gadjah Mada," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1022, p. 012041, May 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1022/1/012041.
- [9] M. B. Miles, M. A. Huberman, and J. Saldana, *Qualitative Data Analysis (4th ed)*. Sage Publications, 2020.
- [10] K. Daulay, Hasnudi, A. Sadeli, E. Mirwandhono, and N. Ginting, "Analysis of Waste Management in Regional Slaughterhouse Companies in Medan City," *jpi*, vol. 9, no. 3, pp. 31–43, Mar. 2022, doi: 10.32734/jpi.v9i3.8024.
- [11] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 127, pp. 221–232, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
- [12] A. Allaily, R. Hanum, and M. A. Yaman, "The potential of Azolla and maggot flour in fermented feed for poultry and their effect on the quality of hybrid chicken eggs," in *IOP*



- Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, Institute of Physics, 2024. doi: 10.1088/1755-1315/1297/1/012012.
- [13] K. Anokye, "Black Soldier Fly Larvae as a circular solution for organic waste management and sustainable livestock feed in Ghana," *Cleaner Waste Systems*, vol. 12, p. 100416, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.clwas.2025.100416.
- [14] N. Benny, R. Shams, K. K. Dash, V. K. Pandey, and O. Bashir, "Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme," *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 13, p. 100657, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.jafr.2023.100657.
- [15] G. G. Gumilar, "Ecoenzyme Production, Characteristics, and Applications: A Review," *J. Kartika Kimia*, vol. 6, no. 1, p. 1, Jun. 2023, doi: 10.26874/jkk.v6i1.186.
- [16] S. M. Q. Qureshi, "Learning by sustainable living to improve sustainability literacy," *Int. J. Sustain. High. Educ.*, vol. 21, no. 1, pp. 161–178, 2020, doi: 10.1108/IJSHE-01-2019-0001.

