

SOLUSI RAMAH LINGKUNGAN MENGOLAH SAMPAH ORGANIK MELALUI BUDIDAYA MAGGOT DI PESANTREN ULUMUL QURAN STABAT KABUPATEN LANGKAT

Arief Marizki Purba^{1*}, Agus Suriadi², Muhammad Husni Thamrin³, Faiz Albar Nasution⁴

^{1,2,3,4} Universitas Sumatera Utara, Indonesia

ariefmp@usu.ac.id

agussuriadi12@gmail.com

tamrinhusni8@gmail.com

faizzmailku@gmail.com

Abstract

The drastic increase in the volume of organic waste is an unavoidable consequence of population growth and rapid development, both in rural and urban areas. This condition is exacerbated by urbanization and rising living standards, which are directly correlated with an increase in per capita waste production. The phenomenon of urbanization, particularly in Indonesia, has led to a concentration of population in urban areas, which in turn has resulted in a rapid increase in waste generation. Existing management capacity is often inadequate to handle this ever-increasing volume of waste, leading to serious accumulation and environmental pollution. Islamic boarding schools, as Islamic educational institutions, have great potential for managing the environment based on a circular economy. This institution, with its values of independence and togetherness, has strong social capital to initiate and implement sustainable waste management practices integrated with circular economy principles, as demonstrated in several community-based programs. Various initiatives have proven that pesantren are capable of developing independent business units thru waste utilization, for example, in the innovation of organic fertilizer from livestock manure. This community service program was conducted at the Ulumul Qur'an Islamic Boarding School in Stabat, Langkat Regency, with the aim of optimizing organic waste management thru the cultivation of Black Soldier Fly (BSF) or maggots as an environmentally friendly solution and an entrepreneurial opportunity for students. The methods used included socialization, technical training, and the Participatory Learning and Action (PLA) approach to encourage active student involvement. The results of the activity showed an increase in students' understanding of organic waste management, the utilization of boarding school land for maggot cultivation, and the development of environmentally based entrepreneurial skills. This program not only reduces the volume of organic waste but also produces economically valuable alternative feed that can support agriculture and livestock farming. Thus, this activity contributes to the creation of a sustainable waste management system in pesantren while also supporting the economic empowerment of students.

Kata Kunci: Islamic Boarding School, Organic Waste, Maggot Cultivation, Circular Economy, Students

Abstrak

Peningkatan drastis volume sampah organik merupakan konsekuensi tak terhindarkan dari pertumbuhan populasi dan pesatnya pembangunan, baik di area pedesaan maupun perkotaan. Kondisi ini diperparah oleh urbanisasi serta peningkatan taraf hidup yang berkorelasi langsung dengan peningkatan produksi limbah per kapita. Fenomena urbanisasi, khususnya di Indonesia, telah memicu konsentrasi penduduk di wilayah perkotaan, yang kemudian berimplikasi pada peningkatan pesat timbunan sampah. Kapasitas pengelolaan yang ada seringkali tidak memadai untuk menangani volume sampah yang terus meningkat ini, mengakibatkan penumpukan dan pencemaran lingkungan yang serius. Pondok pesantren sebagai lembaga pendidikan Islam memiliki potensi besar dalam pengelolaan lingkungan berbasis ekonomi sirkular. Lembaga ini, dengan nilai-nilai kemandirian dan kebersamaan, memiliki modal sosial kuat untuk menginisiasi dan mengimplementasikan praktik pengelolaan limbah berkelanjutan yang terintegrasi dengan prinsip-prinsip ekonomi sirkular, seperti yang telah ditunjukkan dalam beberapa program berbasis komunitas. Berbagai inisiatif telah membuktikan bahwa pesantren mampu mengembangkan unit usaha

*Correspondent Author: ariefmp@usu.ac.id

mandiri melalui pemanfaatan limbah, misalnya dalam inovasi pupuk organik dari kotoran ternak. Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Pondok Pesantren Ulumul Qur'an Stabat, Kabupaten Langkat, dengan tujuan mengoptimalkan pengolahan sampah organik melalui budidaya *Black Soldier Fly* (BSF) atau maggot sebagai solusi ramah lingkungan dan peluang wirausaha santri. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan teknis, dan pendekatan *Participatory Learning and Action* (PLA) untuk mendorong keterlibatan aktif santri. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman santri mengenai pengelolaan limbah organik, pemanfaatan lahan pesantren untuk budidaya maggot, serta terbentuknya keterampilan kewirausahaan berbasis lingkungan. Program ini tidak hanya mengurangi volume sampah organik, tetapi juga menghasilkan pakan alternatif bernilai ekonomi yang dapat mendukung pertanian dan peternakan. Dengan demikian, kegiatan ini berkontribusi terhadap terciptanya sistem pengelolaan sampah berkelanjutan di pesantren sekaligus mendukung pemberdayaan ekonomi santri.

Keywords: Pesantren, Sampah Organik, Budidaya Maggot, Ekonomi Sirkular, Santri

Pendahuluan

Peningkatan drastis volume sampah merupakan konsekuensi tak terhindarkan dari pertumbuhan populasi dan urbanisasi, menghadirkan tantangan signifikan terhadap keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial (Sapanli et al., 2023). Proyeksi menunjukkan bahwa produksi limbah padat kota secara global dapat mencapai 3,4 miliar ton pada tahun 2050, hampir dua kali lipat dari angka saat ini, yang mengindikasikan krisis pengelolaan sumber daya yang mendesak (Sesay & Fang, 2025). Model ekonomi linier yang dominan, ditandai dengan pendekatan "ambil-buat-buang", telah memperparah degradasi lingkungan dan penipisan sumber daya alam, menuntut pergeseran paradigma menuju model yang lebih berkelanjutan (Kotyal, 2023) (Reis et al., 2023).

Pengelolaan sampah merupakan salah satu tantangan lingkungan yang terus meningkat di Indonesia. Data nasional menunjukkan bahwa sebagian besar timbunan sampah rumah tangga didominasi oleh fraksi organik, terutama sisa makanan dan limbah dapur, yang apabila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran dan masalah kesehatan masyarakat. Model pengelolaan yang masih mengambil, menggunakan, lalu membuang semakin memperbesar beban Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan merugikan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih berkelanjutan dan mampu mengubah sampah organik menjadi sumber daya bernilai guna.

Konsep ekonomi sirkular menawarkan kerangka kerja yang relevan untuk mengatasi isu ini, dengan menekankan reduksi limbah, penggunaan kembali, dan daur ulang material, sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (Fatmawati et al., 2024) (Sapanli et al., 2023). Pendekatan ini berpotensi mengubah perspektif terhadap sampah, dari sekadar masalah menjadi peluang ekonomi baru yang signifikan (Langsa et al., 2024). Dalam konteks Indonesia, penerapan ekonomi sirkular bukan hanya solusi ekologis tetapi juga memiliki potensi besar untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, terutama melalui sektor UMKM dan penciptaan lapangan kerja hijau (Rifal et al., 2024).

Ekonomi sirkular merupakan sebuah kerangka kerja ekonomi yang bertujuan untuk meminimalkan limbah dan memaksimalkan penggunaan sumber daya melalui daur ulang, penggunaan kembali, dan perbaikan produk. Berbeda dengan model ekonomi linier "ambil-buat-buang" yang dominan, ekonomi sirkular berupaya menciptakan sistem tertutup di mana sumber daya dipertahankan dalam penggunaan selama mungkin, mengurangi ketergantungan pada bahan mentah baru dan meminimalkan dampak lingkungan (Çimen, 2021) (Phan et al., 2024).

Jika dikaitkan dengan keberadaan limbah organik di lingkungan, pendekatan ekonomi sirkular menjadi krusial dalam mengelola dan memanfaatkan limbah atau sampah secara efisien, mengubahnya dari potensi masalah menjadi sumber daya bernilai (Cong & Thomsen, 2021). Lebih lagi, limbah organik tidak dipandang sebagai beban, melainkan sebagai input produktif yang dapat masuk kembali ke dalam siklus ekonomi. Pendekatan ini menekankan pengelolaan biomassa melalui daur tertutup, seperti mengolah sampah dapur menjadi pakan ternak atau pupuk organik. Dengan demikian, alih-alih berakhir di TPA, limbah organik dapat memberikan nilai tambah

sekaligus mengurangi ketergantungan pada sumber daya baru (Webster, 2017). Prinsip ekonomi sirkular ini sangat relevan untuk diterapkan dalam skala komunitas, termasuk di lembaga pendidikan berbasis asrama.

Pesantren memiliki posisi strategis dalam penerapan model ini. Sebagai lembaga pendidikan Islam, pesantren tidak hanya membentuk sumber daya manusia yang beriman dan bertakwa, tetapi juga membekali santri dengan keterampilan hidup yang berguna setelah lulus. Modal sosial pesantren yang kuat, kultur komunal, serta otoritas kepemimpinan kyai menjadikan pesantren sebagai arena yang efektif untuk program perubahan perilaku dan inovasi sosial (Dhofier, 2011). Oleh karena itu, pesantren dapat menjadi pionir pengelolaan sampah organik berbasis komunitas sekaligus laboratorium pendidikan kewirausahaan santri.

Salah satu solusi yang semakin mendapat perhatian adalah pemanfaatan larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau maggot. Sejumlah kajian menunjukkan bahwa larva BSF mampu mengonversi berbagai jenis limbah makanan menjadi biomassa bernilai tinggi berupa protein dan lemak. Namun demikian, kualitas nutrisi larva sangat dipengaruhi oleh substrat pakan yang digunakan (Hopkins et al., 2021). Studi lain menegaskan bahwa BSF memiliki efisiensi biokonversi yang tinggi dengan kemampuan menurunkan massa organik hingga 50–80% hanya dalam waktu 10–14 hari, sekaligus menghasilkan residu kaya nutrisi yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Seyedalmoosavi, 2022). Hal ini menjadikan BSF sebagai teknologi tepat guna untuk pengolahan sampah organik di pesantren, dengan potensi ganda: pengurangan volume limbah dan penciptaan produk bernilai ekonomi.

Meskipun potensi tersebut cukup besar, kajian mengenai penerapan budidaya maggot di lingkungan pesantren masih sangat terbatas. Sebagian besar studi berfokus pada rumah tangga, skala komersial, atau institusi formal, sementara model pesantren belum banyak mendapat perhatian. Padahal, skala dan karakteristik pesantren yang menghasilkan sampah organik dalam jumlah signifikan serta memiliki komunitas santri yang siap belajar menjadikannya sebagai laboratorium sosial-ekologis yang unik. Oleh karena itu, program pengabdian masyarakat ini bertujuan mengembangkan model pengelolaan sampah organik berbasis budidaya maggot di Pondok Pesantren Ulumul Qur'an Stabat, Kabupaten Langkat, dengan menekankan pada pendidikan kewirausahaan santri, pemanfaatan lahan pesantren, dan pembentukan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif yang menekankan keterlibatan aktif santri dan pengelola pesantren dalam setiap tahap kegiatan. Metode yang digunakan terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan dan Sosialisasi Program. Pada tahap awal, dilakukan koordinasi dengan pengelola pesantren dan sosialisasi kepada santri mengenai tujuan, manfaat, serta mekanisme kegiatan. Sosialisasi ini bertujuan untuk membangun kesadaran awal bahwa sampah organik dapat diolah menjadi sumber daya bernilai guna, sekaligus untuk mengidentifikasi kebutuhan serta potensi lokal yang dapat dioptimalkan.
2. Pelatihan Teknis Budidaya Maggot. Santri diberikan pelatihan mengenai prinsip dasar budidaya *Black Soldier Fly* (BSF), meliputi penyediaan media, pemeliharaan larva, proses panen, serta pemanfaatan hasil budidaya sebagai pakan alternatif dan pupuk organik. Kegiatan pelatihan dilaksanakan secara teoritis di kelas serta praktis di lahan pesantren.
3. Pendekatan *Participatory Learning and Action* (PLA). PLA digunakan untuk mendorong keterlibatan aktif santri dalam proses pembelajaran. Melalui diskusi kelompok, simulasi, dan praktik langsung, santri tidak hanya menjadi objek pelatihan, tetapi juga subjek yang mampu mengidentifikasi masalah dan mencari solusi secara mandiri. Pendekatan ini menekankan pembelajaran berbasis pengalaman serta pemecahan masalah nyata (Chambers, 1986).

4. Implementasi dan Pendampingan. Setelah pelatihan, santri didampingi untuk melakukan praktik budidaya maggot secara berkelompok. Pendampingan dilakukan secara intensif oleh tim pengabdian untuk memastikan teknik yang dipelajari dapat diterapkan secara konsisten..
5. Monitoring dan Evaluasi Partisipatif. Evaluasi program dilakukan dengan pendekatan partisipatif yang memungkinkan santri dan pengelola pesantren menilai capaian kegiatan berdasarkan indikator yang relevan, seperti jumlah sampah organik yang berhasil diolah, tingkat keberhasilan panen maggot, dan keterampilan kewirausahaan yang terbentuk. Evaluasi partisipatif memberikan ruang bagi peserta untuk merefleksikan proses pembelajaran dan mengidentifikasi strategi keberlanjutan program (Mukherjee, 2004).

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan program pengabdian di Pondok Pesantren Ulumul Qur'an Stabat berjalan sesuai rencana melalui serangkaian tahap seperti sosialisasi, pelatihan teknis, implementasi budidaya maggot, hingga pendampingan santri dalam pengelolaan limbah organik. Kegiatan ini melibatkan santri secara aktif, baik dalam menyiapkan media, memelihara larva, hingga memanen hasil budidaya. Observasi lapangan menunjukkan adanya perubahan perilaku santri dalam memperlakukan sampah dapur, yang sebelumnya langsung dibuang kini dialihkan sebagai bahan substrat untuk budidaya maggot. Selain itu, lahan kosong pesantren yang tidak termanfaatkan berhasil dioptimalkan sebagai lokasi budidaya. Implementasi ini tidak hanya mengurangi timbunan sampah organik, tetapi juga menghasilkan produk bernilai ekonomi berupa maggot segar sebagai pakan ternak dan residu budidaya sebagai pupuk organik.



Gambar 1. Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian

Optimalisasi Lahan Pesantren untuk Pengolahan Sampah Organik

Pemanfaatan lahan pesantren menjadi salah satu capaian penting dari program ini. Awalnya, sebagian besar area kosong dibiarkan tanpa fungsi produktif. Melalui program budidaya maggot, lahan tersebut dialihfungsikan menjadi fasilitas pengolahan sampah organik. Transformasi ini menunjukkan bahwa institusi pendidikan berbasis pesantren memiliki potensi untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber daya internal.

Selain aspek pemanfaatan lahan, kegiatan ini juga memperlihatkan bagaimana infrastruktur sederhana dapat disulap menjadi sarana produktif. Kegiatan budidaya tidak memerlukan bangunan permanen, cukup wadah media sederhana yang mudah dirakit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nur'aini (2025) yang menunjukkan bahwa kombinasi substrat lokal seperti dedak dan limbah sayur-buah mampu menghasilkan bobot maggot hingga 319,33 g dengan panjang rata-rata 1,74 cm, membuktikan bahwa teknologi sederhana pun bisa memberikan hasil maksimal jika didukung ketersediaan bahan lokal. Dengan demikian, lahan pesantren yang sebelumnya tidak produktif kini memiliki fungsi ganda: sebagai area edukasi santri sekaligus sebagai pusat pengolahan limbah organik.

Penguatan Keterampilan Wirausaha Santri

Santri yang terlibat dalam program memperoleh pengalaman langsung mengenai aspek teknis budidaya sekaligus manajemen usaha. Mereka dilatih untuk mengelola siklus budidaya dari hulu ke hilir: menyiapkan media, memelihara larva, memanen, hingga mengolah hasil panen menjadi produk yang siap dipasarkan. Proses ini menumbuhkan keterampilan kewirausahaan berbasis lingkungan yang sangat relevan dengan kebutuhan masyarakat modern.

Lebih jauh, keterampilan ini bukan sekadar teknis, tetapi juga ekonomis. Santri belajar menghitung biaya operasional, memperkirakan potensi keuntungan, dan memahami strategi pemasaran sederhana. Razid (2023) menegaskan bahwa media tumbuh sangat memengaruhi produktivitas maggot: penelitian mereka menunjukkan bahwa media limbah warung makan menghasilkan reduksi substrat hingga 96,27% dengan tingkat biokonversi 62,93% serta feed conversion rate (FCR) sebesar 1,59. Temuan ini memberi dasar ilmiah bahwa keterampilan memilih media tumbuh bukan hanya teknis, tetapi juga berdampak pada keberlanjutan usaha maggot sebagai peluang wirausaha. Santri yang memahami aspek teknis sekaligus ekonomis memiliki modal penting untuk kemandirian setelah lulus dari pesantren.

Reduksi Sampah Organik dan Efisiensi Biokonversi

Salah satu dampak paling nyata dari program adalah berkurangnya volume sampah organik di lingkungan pesantren. Sebelum implementasi, sisa makanan dari dapur langsung dibuang tanpa pemanfaatan. Setelah adanya program budidaya maggot, sampah organik dialihkan sebagai substrat dan terbukti terkonversi menjadi biomassa larva. Hasil observasi menunjukkan bahwa dalam periode dua minggu, volume sampah organik dapat berkurang secara signifikan.

Temuan ini menunjukkan bahwa maggot BSF mampu menurunkan massa substrat organik secara drastis dalam waktu singkat (Razid, 2023). Efisiensi biokonversi ini menunjukkan potensi besar dalam mengurangi beban lingkungan sekaligus menghasilkan produk bernilai ekonomi. Di sisi lain, penggunaan media berbasis limbah pertanian tidak hanya efektif dalam mengurangi limbah, tetapi juga mendukung pertumbuhan optimal larva (Nur'aini, 2025). Dengan kata lain, program pesantren ini bukan hanya berhasil mengurangi sampah, tetapi juga menutup siklus ekonomi sirkular dengan menghasilkan produk baru dari limbah.

Keberlanjutan dan Implikasi Program

Aspek keberlanjutan menjadi bagian penting dalam hasil program. Santri yang telah dilatih kini berperan sebagai penggerak kegiatan, memastikan budidaya maggot tidak berhenti setelah program berakhir. Dengan demikian, pesantren berpotensi menjadi model replikasi bagi institusi serupa di wilayah Kabupaten Langkat. Selain manfaat lingkungan, program ini juga membuka peluang keterhubungan dengan sektor luar pesantren. Maggot dapat dijual sebagai pakan alternatif bagi peternak sekitar, sementara residu budidaya dapat dipasarkan sebagai pupuk organik. Hal ini menciptakan ekosistem usaha baru yang bermanfaat bagi pesantren.

Kesimpulan dan Saran

Program pengabdian masyarakat di Pondok Pesantren Ulumul Qur'an Stabat berhasil mengimplementasikan budidaya maggot sebagai solusi pengolahan sampah organik berbasis ekonomi sirkular. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sampah dapur yang sebelumnya tidak termanfaatkan dapat dikonversi menjadi biomassa larva bernilai ekonomi dan residu kaya nutrisi yang bermanfaat untuk pertanian. Optimalisasi lahan pesantren juga terbukti efektif dalam menyediakan ruang produktif yang mendukung kegiatan ramah lingkungan sekaligus menjadi media edukasi santri. Selain berkontribusi terhadap pengurangan volume sampah organik, program ini memperkuat keterampilan wirausaha santri. Mereka tidak hanya menguasai aspek teknis budidaya maggot, tetapi juga memahami nilai tambah ekonomi yang dihasilkan. Dengan demikian, program ini mendorong kemandirian santri, serta memperkuat kultur pesantren sebagai institusi

adaptif. Ke depan, program ini direkomendasikan untuk diperluas skalanya dengan melibatkan lebih banyak santri, membangun kemitraan dengan peternak dan sektor pertanian lokal, serta diintegrasikan ke dalam kurikulum kewirausahaan pesantren. Dengan model yang berkelanjutan, pesantren dapat menjadi pionir dalam pengelolaan sampah organik berbasis maggot yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomi di tingkat lokal maupun regional.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sumatera Utara (USU) melalui Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah memberikan dukungan pendanaan sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik. Apresiasi juga disampaikan kepada pimpinan dan pengelola Pondok Pesantren Ulumul Qur'an Stabat, Kabupaten Langkat, yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, serta dukungan penuh selama pelaksanaan program. Tidak lupa penulis menyampaikan penghargaan kepada para santri yang terlibat aktif dalam setiap tahap kegiatan, sehingga program ini dapat berjalan lancar dan memberikan hasil yang bermanfaat.

Referensi

- Chambers, R. (1986). *Rural development: Putting the last first*. London: Longman/Routledge.
- Çimen, Ö. (2021). Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127180.
- Cong, R., & Thomsen, M. (2021). Review of ecosystem services in a bio-based circular economy and governance mechanisms. *Ecosystem Services*, 50, 101298.
- Dhofier, Z. (2011). *Tradisi Pesantren: Studi tentang Pandangan Hidup Kyai dan Visinya mengenai Masa Depan Indonesia*. LP3ES.
- Fatmawati, F., Ilham, I., Saleh, S., & Razak, A. R. (2024). Waste Management System: A Case Study of Waste Bank Management Toward a Circular Economy in Maros Regency. *Jurnal Borneo Administrator*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.24258/jba.v20i1.1206>
- Hopkins, I., Newman, L. P., Gill, H., & Danaher, J. (2021). The influence of food waste rearing substrates on black soldier fly larvae protein composition: A systematic review. *Insects*, 12(7), 608.
- Kotyal, K. (2023). Sustainable Waste Management in the Circular Economy: Challenges and Opportunities. *Environmental Reports*, 5(2), 1. <https://doi.org/10.51470/er.2023.5.2.01>
- Langsa, T. A., Dhaifullah, M. D., Fatekhah, P. N., ENVIRONATION, N., Nurjamilov, A. M. R., & Sitogasa, P. S. A. (2024). Pemanfaatan Limbah Organik Kulit Buah Melalui Eco Enzyme Sebagai Solusi Berkelanjutan Di Mlaja Madura. *Environation*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.33005/environation.v4i1.12>
- Mukherjee, A. (2004). *Participatory Learning and Action: Monitoring and Evaluation and Participatory Monitoring and Evaluation (Essays in Honour of Robert Chambers)*. Concept Publishing Company.
- Nur'aini, N. A. (2023). Produksi Maggot Black Soldier Fly Melalui Penggunaan Limbah Pertanian Sebagai Media Tumbuh. *Jurnal Peternakan (Jurnal of Animal Science)*, 8(1), 118-122.
- Phan, T. T. H., Tran, H. Đ., & Pham, H. T. M. (2024). Impact of circular economy practices on financial performance of construction enterprises in Vietnam. *Management Science Letters*, 15(2), 55.
- Razid, R., Zulkarnain, D., & Badarudin, R. (2024). Pemanfaatan Limbah Organik Berbeda Sebagai Media Budidaya Maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 6(4), 407-413.
- Reis, W. F., Barreto, C. G., & Capelari, M. G. M. (2023). *Circular Economy and Solid Waste Management: Connections from a Bibliometric Analysis*. <https://doi.org/10.20944/preprints202309.0239.v1>
- Rifal, G. R., Dispindra, R. R., Arifin, A. L., & Azmy, A. (2024). Ekosistem Bisnis Daur Ulang Sampah Plastik Oleh UMKM Menuju Peningkatan Ekonomi Hijau. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 6(2), 852. <https://doi.org/10.38035/jemsi.v6i2.3299>
- Sapanli, K., Putro, F. A. D., Arifin, S. D., Putra, A. H., Andamari, H. A., & Anggraini, U. (2023). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Circular Economy di Tingkat Desa:

- Pendekatan Sistem Dinamik. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 11(2), 141. <https://doi.org/10.14710/jwl.11.2.141-155>
- Sesay, R. E. V., & Fang, P. (2025). Circular Economy in Municipal Solid Waste Management: Innovations and Challenges for Urban Sustainability. *Journal of Environmental Protection*, 16(2), 35. <https://doi.org/10.4236/jep.2025.162003>
- Seyedalmoosavi, M. M., Mielenz, M., Veldkamp, T., Daş, G., & Metges, C. C. (2022). Growth efficiency, intestinal biology, and nutrient utilization and requirements of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae compared to monogastric livestock species: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), 31.
- Webster, K. (2017). The circular economy: a wealth of flows, ed. *MacArthur (Coves: Ellen MacArthur Foundation Publishing)*.