

## Pengelolaan Sampah Organik melalui Integrasi UMAITA (Unggas, Maggot, Ikan, dan Tanaman) sebagai Model Ekonomi Sirkular

**Suryanto<sup>1</sup>, Izza Mafruhah<sup>1</sup>, Nurul Istiqomah<sup>1</sup>, Sofyan Sholeh<sup>2</sup>, Salva Asti Agustian<sup>3</sup>, Samuel Boni Setyawan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Sekolah Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

\*Email: [suryanto\\_feb@staff.uns.ac.id](mailto:suryanto_feb@staff.uns.ac.id)

Submitted: 15 Agustus 2025, Revised: 18 Agustus 2025, Accepted: 23 Oktober 2025, Published: 3 November 2025

### Abstrak

Permasalahan sampah makanan di Kota Surakarta menjadi isu yang semakin kompleks seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, intensifikasi aktivitas konsumsi di sektor kuliner, serta pergeseran pola konsumsi masyarakat. Studi ini mengkaji implementasi model ekonomi sirkular berbasis integrasi UMAITA (Unggas, Maggot, Ikan, dan Tanaman) oleh TPS3R “Mojo Makmur” dalam upaya pengelolaan sampah organik. Melalui pendekatan kualitatif-deskriptif, data diperoleh melalui observasi langsung, studi literatur, dan diskusi kelompok terarah (FGD) dengan pemangku kepentingan. Temuan menunjukkan bahwa pendekatan UMAITA mampu mengintegrasikan rantai pengelolaan limbah organik melalui budidaya maggot Black Soldier Fly (BSF), pemanfaatan maggot sebagai pakan ternak unggas dan ikan, serta pemrosesan residu menjadi pupuk organik hortikultura. Kendati terdapat tantangan berupa minimnya partisipasi masyarakat dan keterbatasan pasokan bahan baku, model ini menunjukkan potensi strategis dalam menciptakan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan, bernilai ekonomi, dan mendukung ketahanan pangan lokal. Studi ini merekomendasikan penguatan kolaborasi multisektor dan peningkatan literasi lingkungan untuk mendukung efektivitas dan replikasi program serupa di tingkat komunitas.

**Kata kunci:** Sampah Organik; UMAITA; Ekonomi Sirkular; TPS3R; Surakarta

### Abstract

The issue of food waste in Surakarta City has become increasingly complex due to population growth, the expansion of culinary activities, and shifting consumption patterns. This study examines the implementation of a circular economy model through the integration of UMAITA (Poultry, Maggot, Fish, and Plants) by TPS3R “Mojo Makmur” in managing organic waste. Employing a descriptive qualitative approach, data were collected through direct observation, literature review, and focus group discussions with key stakeholders. The findings indicate that the UMAITA model effectively integrates the organic waste management chain through Black Soldier Fly (BSF) maggot cultivation, the utilization of maggots as feed for poultry and fish, and the conversion of maggot residue into organic fertilizer for horticulture. Despite challenges such as limited community participation and raw material constraints, the model demonstrates significant potential in fostering a sustainable, economically viable waste management system that contributes to local food security. The study recommends strengthening cross-sectoral collaboration and enhancing environmental literacy to support the effectiveness and scalability of similar community-based circular economy initiatives.

**Keywords:** Organic Waste; UMAITA; Circular Economy; TPS3R; Surakarta



**Cite this as:** Suryanto., Mafruhah, I., Istiqomah, N., Sholeh, S., Agustian, S. A., & Setyawan, S. B. 2025. Pengelolaan Sampah Organik melalui Integrasi UMAITA (Unggas, Maggot, Ikan, dan Tanaman) sebagai Model Ekonomi Sirkular. *Jurnal SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, 14(2). 248-257. doi: <https://doi.org/10.20961/semar.v14i2.108112>

## Pendahuluan

Sampah makanan masih menjadi persoalan di Indonesia. Berdasarkan data sistem informasi pengolahan sampah nasional (SIPSN), dari total 70 juta ton sampah, sebesar 39% atau sekitar 27,3 juta ton sampah adalah sisa makanan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2024). Hal ini akan mengalami peningkatan jumlah sampah sisa makanan yang diproyeksikan mengalami kenaikan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, pola konsumsi yang berubah, serta jumlah usaha restoran dan rumah makan yang terus berkembang. Berdasarkan data usaha penyediaan makanan dan minuman di Indonesia tahun 2024 tercatat 4,85 juta usaha mengalami peningkatan sekitar 21,13 persen dibanding tahun 2016 sebesar 4,01 juta usaha dan terdapat sebanyak 24,75 persen merupakan usaha restoran dan rumah makan ) (BPS, 2024). Namun dari peningkatan jumlah usaha restoran dan rumah makan, berbanding lurus dengan jumlah sampah sisa makanan yang dihasilkan (Hasanah, Putri and Ekyani, 2022).

Kota Surakarta menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan sampah, khususnya sampah sisa makanan. Sebagai kota dengan banyak pusat kuliner dan wisata, jumlah warung makan dan restoran semakin bertambah, yang berkontribusi pada peningkatan jumlah sampah organic (Bosch *et al.*, 2019; Guo *et al.*, 2021; Galih Aprilia, 2024). Salah satu jenis sampah organik yang signifikan adalah sisa makanan yang berasal dari konsumsi masyarakat, baik yang tinggal di kota tersebut maupun para pengunjung. Pertumbuhan penduduk yang pesat di Surakarta, terutama dengan banyaknya pendatang yang datang dari luar kota, seperti mahasiswa dari berbagai daerah, turut berperan dalam peningkatan volume sampah. Pola konsumsi yang cenderung memilih makanan siap saji, serta kebiasaan makan di luar, semakin memperburuk masalah sampah makanan. Makanan yang tidak habis atau sisa makanan di restoran dan rumah makan menjadi salah satu komponen terbesar dari sampah organik yang dihasilkan setiap harinya (Pemerintah Kota Surakarta, 2024).

Berdasarkan data Yayasan Gita Pertiwi sampah pangan atau makanan terbuang tiap satu keluarga di Surakarta sebesar 0,73 kilogram per harinya (Candra Septian, 2024). Hal ini apabila dihitung dengan jumlah keluarga di Surakarta sebesar 199.560 KK (DUKCAPIL, 2024) maka potensi sampah pangan mencapai 142,3 ton/hari. Dengan jumlah sampah sisa makanan yang begitu besar, maka dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat akan cukup signifikan. Tempat Pengelolaan Sampah Reuse, Reduce, Recycle (TPS3R) "Mojo Makmur" adalah tempat pengelolaan sampah yang memfokuskan pada pemilahan sampah sejak dari sumbernya, yang memungkinkan sampah organik untuk diproses menjadi kompos atau produk lain yang bermanfaat. TPS3R "Mojo Makmur" adalah inisiatif yang dapat menjadi solusi dalam mengatasi peningkatan jumlah sampah sisa makanan dengan menghasilkan produk pupuk organik. Selain pengolahan sampah organik menjadi pupuk, TPS3R juga melakukan pembudidayaan *Maggot Black Soldier Fly (BSF)* yang nantinya akan dijual kembali ke pengepul maggot untuk di keringkan dan dijual eksport ke Singapura. Program ini merupakan bagian dari sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat yang bertujuan untuk mengelola sampah secara efektif, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

## Metode

Pengabdian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam praktik pengelolaan sampah organik melalui sistem yang digunakan oleh masyarakat, lembaga, atau komunitas. Artikel ini berfokus pada pemahaman konteks lokal dan pengalaman partisipan dalam pengelolaan sampah organik berbasis sirkular ekonomi (Paes *et al.*, 2019; Rashid and Shahzad, 2021; Chioatto and Sospiro, 2023). Peserta dalam pengabdian ini adalah pengurus TPS3R "Mojo Makmur", Perwakilan dari Kelurahan Jebres (Sekertaris), Babinsa Kelurahan Jebres, dan LSM Gita Pertiwi.



## Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan tiga teknik utama dalam pengumpulan data, yaitu:

a. **Observasi**

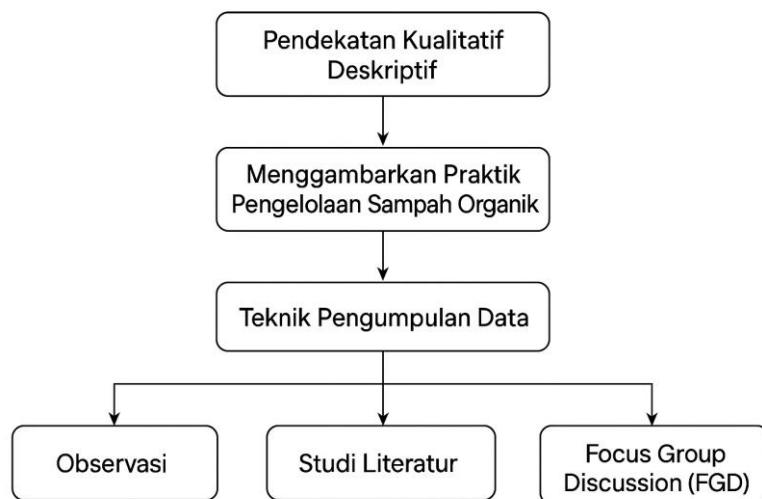
Observasi dilakukan untuk mengamati secara langsung praktik pengelolaan sampah organik di lapangan. Peneliti mencatat alur proses, jenis teknologi atau alat yang digunakan (seperti komposter, kandang maggot, kolam ikan, atau kebun), serta keterlibatan masyarakat.

b. **Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, peraturan pemerintah, laporan program, dan artikel yang relevan dengan pengelolaan sampah organik, ekonomi sirkular, dan pendekatan UMAITA (Unggas, Maggot, Ikan, dan Tanaman). Studi ini bertujuan untuk memberikan landasan teori dan membandingkan praktik di lapangan dengan pendekatan yang telah digunakan sebelumnya.

c. **Focus Group Discussion (FGD)**

FGD dilakukan untuk menggali perspektif, pengalaman, serta masukan dari pengurus TPS3R, kelompok Masyarakat, Babinsa dan LSM Gita Pertiwi yang terlibat langsung dalam pengelolaan sampah organik. Diskusi difasilitasi dengan panduan pertanyaan terbuka yang mencakup topik-topik seperti motivasi partisipasi, tantangan yang dihadapi, dampak sosial-ekonomi, dan peluang pengembangan sistem.



Gambar 1. Diagram Alur

## Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis tematik, yaitu dengan mengelompokkan data ke dalam tema-tema utama yang muncul dari observasi, literatur, dan FGD. Langkah-langkah analisis meliputi transkripsi data, pengkodean, pengidentifikasi teman, dan interpretasi. Validitas data diperkuat melalui triangulasi sumber dan teknik, yaitu membandingkan temuan dari observasi, literatur, dan FGD.

## Hasil dan Pembahasan

### Sosialisasi kepada Pengurus dan Masyarakat di Kelurahan Jebres





Gambar 2. Pelaksanaan Sosialisasi Pengelolaan Sampah Organik berbasis Ekonomi Sirkular

Kegiatan ini dilakukan sebagai tahapan awal dalam memperkenalkan konsep ekonomi sirkular berbasis pemanfaatan maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Materi yang disampaikan mengacu pada prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) serta pemanfaatan nilai sisa dari sampah organik. Berdasarkan data nasional, dari total 34,2 juta ton timbunan sampah nasional, hanya sekitar 59,74% yang berhasil dikelola, sementara 40,26% sisanya tidak tertangani. Hal ini memperlihatkan perlunya urgensi pengelolaan sampah dari masyarakat (KEMENKOPMK, 2023). Permasalahan pengelolaan sampah dan pengetahuan masyarakat menjadi kendala diberbagai negara maju seperti China, Jerman, Inggris dan Belanda (Nelles, Grünes and Morscheck, 2016; Ng, Yang and Yakovleva, 2019; Pires and Martinho, 2019; Ulloa-Murillo *et al.*, 2022).

Khusus di wilayah Surakarta, timbunan sampah per tahun mencapai lebih dari 139.419 ton, dengan sumbangan terbesar berasal dari rumah tangga dan makanan (Pemerintah Kota Surakarta, 2024). Banyaknya jumlah keberadaan mahasiswa di wilayah ini juga meningkatkan volume sebaran sampah, namun belum disertai dengan sistem pemilahan yang baik sehingga menyebabkan bau dan pencemaran lingkungan. Sosialisasi yang dilakukan berperan penting dalam menjawab tantangan ini, dengan focus pada edukasi pemilahan sampah, manfaat budidaya maggot, serta potensi ekonomi yang dapat dihasilkan

### Pelaksanaan FGD – Identifikasi Kendala Pengurus dan Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah

Sebagai langkah lanjutan dari sosialisasi, kegiatan *Forum Group Discussion* (FGD) yang diselenggarakan bertujuan untuk menggali lebih dalam persoalan yang dihadapi dalam pengelolaan sampah dan potensi penerapan solusi. FGD menghadirkan berbagai pemangku kepentingan, mulai dari pengelola TPS3R, warga, akademisi, hingga pihak TNI dan kelurahan. Diskusi mengungkapkan sejumlah kendala yang dihadapi dalam pengelolaan sampah organik, baik dari sisi teknis ataupun sosial.

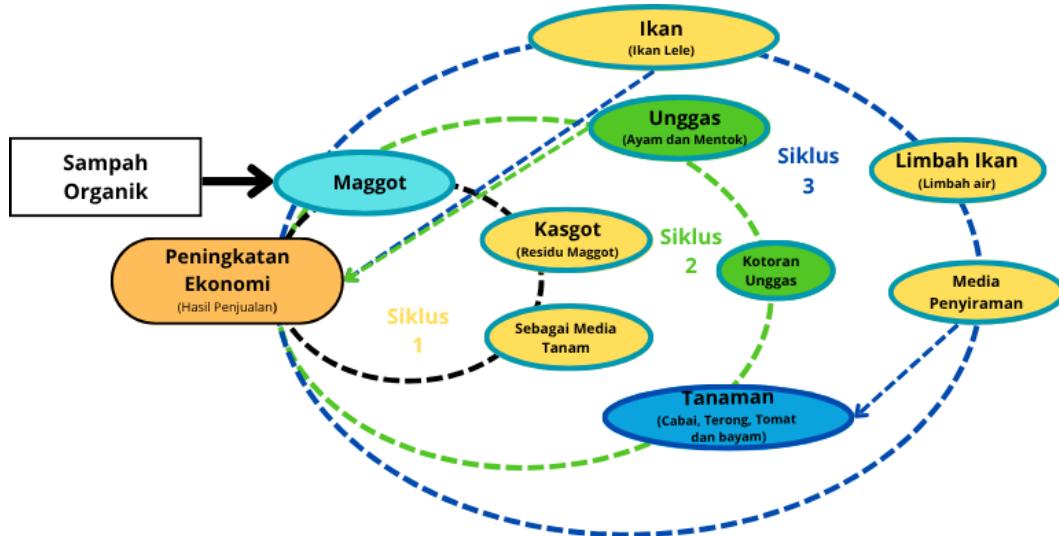
Dari sisi pengelola TPS3R, kendala yang dihadapi antara lain adalah terbatasnya bahan baku maggot dari sampah organik, ketidakteraturan distribusi pupuk hasil olahan, serta turunnya nilai ekonomi dari hewan ternak. Dalam praktiknya, pihak pengelola juga masih harus pakan ternak untuk menunjang proses pembudidayaan. Selain itu, meskipun sudah ada kerja sama mengenai distribusi sampah yang berasal dari beberapa institusi seperti RSJ, DLH, dan PLN, namun pengelolaan masih bersifat parsial dan belum terintegrasi menyeluruh.

Perwakilan warga juga menyoroti kurangnya partisipasi masyarakat, bahkan dalam banyak kasus partisipasi menyentuh di angka 0%. Masyarakat belum terlibat aktif dalam proses pemilahan sampah atau pengelolaan, bahkan banyak yang belum memahami manfaat ekonomis dari proses tersebut.

Ibu Santi selaku Sekretaris Kelurahan Jebres mengakui bahwa hanya 17 dari ±30 RW yang memiliki bank sampah aktif, dan sebagian besar masyarakat belum memahami potensi maggot sebagai solusi dari sistem pengelolaan sampah organik. Ia mengusulkan pembentukan paguyuban bank sampah dalam mengedukasi masyarakat dan mendorong penguatan kelembagaan dengan memasukkan isu pengelolaan sampah ke kelurahan.

### Penerapan UMAITA sebagai Ekonomi Sirkular

Program UMAITA (Unggas, Maggot, Ikan, dan Tanaman) merupakan bentuk implementasi nyata dari ekonomi sirkular yang berbasis pada pemanfaatan maggot BSF untuk mengelola sampah organik. Program ini tidak hanya berfokus pada aspek pengolahan, tetapi juga mencakup integrasi hulu-hilir mulai dari pengumpulan, budidaya, pemanfaatan hasil, hingga pemasaran.



Gambar 3. Ekonomi Sirkular Penerapan Program UMAITA

Berdasarkan siklus ekonomi sirkular penerapan UMAITA (Gambar 3), program UMAITA terdiri atas tiga siklus integrasi yang saling berkaitan. Siklus 1, sampah organik dimanfaatkan sebagai pakan magot yang kemudian menghasilkan produk bernilai ekonomi tinggi, baik berupa maggot kering untuk dijual atau digunakan sebagai pakan, maupun residunya (kasgot) sebagai media tanam (Gambar 5). Siklus 2 melibatkan unggas, di mana maggot digunakan sebagai pakan ayam dan mentok, sedangkan kotoran unggas serta kasgot dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang menyuburkan tanaman hortikultura seperti cabai, tomat, dan bayam. Adapun siklus 3 mengintegrasikan budidaya ikan (lele dan nila) dengan pertanian di mana maggot digunakan sebagai pakan ikan, dan limbah air kolamnya dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman, menambah unsur hara secara alami. Ketiga siklus ini membentuk ekosistem tertutup yang efisien, minim limbah, dan mendukung ketahanan pangan, serta peningkatan ekonomi masyarakat.



Gambar 4. Proses Pemilahan Organik dan Non-Organik



Gambar 5. Pembuatan Pupuk Organik dari Kasgot dan Sampah Organik

Secara teknis, budidaya maggot melibatkan beberapa tahapan, yakni :

1. Persiapan kendang berukuran 2x2x2 m dengan jarring pelindung dan suhu stabil di bawah 36°C.
2. Pengambilan telur di papan eggies, dengan harga pasar sekitar Rp 3.000/gram.
3. Penetasan telur selama ±1 minggu, yang kemudian menghasilkan 3-5 kg maggot dari 1 gram telur.
4. Pembesaran menggunakan media fermentasi (biopond, ampas kelapa, air jeruk) dan sampah rumah tangga.
5. Panen setelah usia 20-30 hari, lalu sisa media digunakan sebagai kasgot (pupuk organik).

Maggot (*Black Soldier Fly*) (Gambar 6) berperan sebagai agen pengurai yang sangat efisien dalam mengolah sampah organik. Proses ini berlangsung dalam biokonversi tertutup yang cepat dan ramah lingkungan, menghasilkan dua output utama: larva hidup sebagai sumber protein tinggi, dan kasgot (kotoran maggot) sebagai hasil dekomposisi organik. Kasgot mengandung unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang sangat baik untuk tanaman hortikultura. Selain itu, teksturnya yang gembur menjadikannya media tanam ideal untuk sayuran seperti cabe, terong, sawi, bayam, tomat, pare, dan kangkung.



Gambar 6. Produk Maggot (*Black Soldier Fly*)

Maggot yang telah mencapai ukuran optimal diberikan sebagai pakan tinggi protein kepada unggas, terutama ayam kampung, mentok (Gambar 7). Penggunaan maggot sebagai pakan alami terbukti meningkatkan pertumbuhan dan daya tahan ternak, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pakan pabrik. Selain menghasilkan daging dan telur, unggas juga menghasilkan kotoran yang kaya akan nitrogen. Kotoran unggas ini dimanfaatkan sebagai media tanam tambahan dan juga aktivator dalam pembuatan kompos organik. Dengan pengomposan yang tepat, kotoran unggas dapat disterilkan dari patogen dan menjadi input penting bagi kesuburan tanah.



Gambar 7. Budidaya Ayam dan Menthok

Selain unggas, maggot juga dimanfaatkan sebagai pakan untuk ikan lele dan nila. Kandungan protein tinggi dalam maggot meningkatkan pertumbuhan ikan secara signifikan, serta mengurangi biaya operasional peternakan ikan yang biasanya tergantung pada pakan buatan. Air limbah dari kolam ikan, yang mengandung sisa pakan dan ekskresi ikan, tidak dibuang begitu saja. Air ini kaya akan nutrien seperti amonia dan nitrat yang dapat diserap oleh tanaman. Maka, air bekas kolam dialirkan untuk menyiram tanaman dalam sistem irigasi organik yang berfungsi ganda: menyuburkan sekaligus mendaur ulang air.



Gambar 8. Maggot sebagai pakan Ikan

Tahap akhir dari sistem UMAITA adalah budidaya tanaman hortikultura seperti cabe, terong, sawi, bayam, tomat, pare, dan kangkong yang di simpan pada green house (Gambar 9). Tanaman ini dibudidayakan dengan pendekatan organik, menggunakan media tanam dari kasgot dan kotoran unggas yang telah dikomposkan, serta penyiraman rutin menggunakan air limbah ikan. Pendekatan ini menciptakan lingkaran nutrisi tertutup, di mana semua limbah yang sebelumnya dianggap sampah kini menjadi sumber daya yang saling menopang. Tanaman tumbuh subur tanpa pupuk kimia, menghasilkan produk pertanian sehat dan ramah lingkungan. Panen dari tanaman ini dapat dimanfaatkan untuk konsumsi keluarga, dijual ke pasar lokal, atau bahkan dikembalikan ke siklus pangan sekolah dalam program MBG.



Gambar 9. *Green House* sebagai tempat Budidaya Tanaman

### Rekomendasi Kebijakan dan Jejaring Pengelolaan Sampah di Kota Surakarta

Berdasarkan hasil evaluasi dari kegiatan sosialisasi dan FGD, terdapat sejumlah rekomendasi yang diarahkan pada berbagai pihak untuk memperkuat pengelolaan sampah berbasis masyarakat di Surakarta, khususnya di Kelurahan Jebres. Bagi masyarakat, rekomendasi difokuskan pada peningkatan edukasi keberlanjutan melalui sosialisasi tentang pentingnya pemilahan sampah sejak dari rumah tangga serta pengenalan manfaat ekonomi dari pengolahan sampah organik. Melalui pelatihan berbasis sistem UMAITA (Unggas, Maggot, Ikan, Tanaman), masyarakat dapat memperoleh keterampilan untuk mengubah limbah organik menjadi produk bernilai tambah, seperti pakan ternak, pakan ikan, pupuk kasgot, dan hasil pertanian yang lebih produktif. Pemberdayaan ekonomi masyarakat juga dapat dilakukan dengan pembentukan kelompok usaha bersama atau bank sampah yang berorientasi pada pengembangan produk turunan dari sampah.



Bagi pemerintah daerah, rekomendasi diarahkan pada penyusunan kebijakan yang mendukung pemilahan sampah dari sumbernya serta pemberian insentif bagi masyarakat yang konsisten dalam pengelolaan sampah. Pemerintah juga diharapkan memfasilitasi infrastruktur pengolahan, seperti penyediaan biopond, fasilitas budidaya maggot, dan tempat pengomposan. Selain itu, pemerintah perlu menjadi motor penggerak jejaring kolaboratif yang menghubungkan antar-kelurahan, pelaku usaha (warung makan, pasar, hotel), akademisi, hingga dukungan TNI, sehingga pengelolaan sampah dapat terintegrasi secara sistematis.

Untuk pelaku usaha, khususnya rumah makan, pasar, hotel, dan UMKM, rekomendasi ditujukan pada pengelolaan limbah organik atau food waste agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan maggot. Sistem pengumpulan limbah dapat dirancang secara efisien, misalnya dengan model rasio pemanfaatan 1:3 pada budidaya maggot dari food waste hotel. Selain itu, pelaku usaha juga diharapkan memberikan dukungan melalui program CSR untuk memperkuat fasilitas pengolahan sampah organik yang dikelola oleh masyarakat.

Bagi akademisi dan universitas, peran yang direkomendasikan adalah memberikan dukungan riset dan pendampingan teknis. Penelitian dapat difokuskan pada pengembangan teknologi fermentasi, peningkatan efisiensi budidaya maggot, serta inovasi pengolahan produk turunan dari sampah organik. Universitas juga berperan dalam penyusunan modul edukasi dan pelatihan berkelanjutan bagi masyarakat serta pemerintah daerah agar pengelolaan sampah berbasis komunitas dapat berjalan konsisten dan terukur.

Dengan pembagian peran yang jelas ini, setiap pemangku kepentingan memiliki arah kontribusi yang terukur dalam penguatan pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Kolaborasi multisektor yang terjalin diharapkan tidak hanya menyelesaikan persoalan lingkungan, tetapi juga menciptakan nilai ekonomi dan sosial yang berkelanjutan.

## Kesimpulan

Model UMAITA (Unggas, Maggot, Ikan, dan Tanaman) terbukti menjadi pendekatan yang efektif dalam pengelolaan sampah organik berbasis masyarakat. Melalui budidaya maggot *Black Soldier Fly*, sampah organik dapat diolah menjadi pakan ternak dan pupuk organik yang mendukung pertanian berkelanjutan serta ketahanan pangan lokal. Meski masih menghadapi kendala seperti minimnya partisipasi warga dan keterbatasan bahan baku, pendekatan ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih luas. Oleh karena itu, kolaborasi lintas sektor, edukasi masyarakat, dan penguatan kelembagaan menjadi kunci untuk menjamin keberlanjutan dan replikasi program ini.

## Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Universitas Sebelas Maret atas dukungan dana terhadap Program Pengabdian kepada Masyarakat dengan nomor kontrak 370/UN27.22/PT.01.03/2025

## Daftar Pustaka

- Bosch, G. et al. (2019) ‘Conversion of organic resources by black soldier fly larvae: Legislation, efficiency and environmental impact’, *Journal of Cleaner Production*, 222, pp. 355–363. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.270>.
- BPS (2024) ‘Statistik Penyediaan Makanan dan Minuman’.
- Candra Septian, B. (2024) *Sampah Pangan di Solo Mencapai 142,3 Ton Sehari, Regulasi Pemkot Dinanti*. Surakarta. Available at: <https://solopos.espos.id/sampah-pangan-di-solo-mencapai-1423-ton-sehari-regulasi-pemkot-dinanti-1950576>.
- Chioatto, E. and Sospiro, P. (2023) ‘Transition from waste management to circular economy: the European Union roadmap’, *Environment, Development and Sustainability*, 25(1), pp. 249–276. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02050-3>.



- DUKCAPIL (2024) *Data penduduk Kota Surakarta Semester 1 Tahun 2024 per Kelurahan*. Surakarta.
- Galih Aprilia, W. (2024) *Terus Tumbuh, 13.203 UMKM di Solo Serap 16.348 Tenaga Kerja*. Surakarta.
- Guo, H. nan *et al.* (2021) ‘Application of machine learning methods for the prediction of organic solid waste treatment and recycling processes: A review’, *Bioresource Technology*, 319(July 2020), p. 124114. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124114>.
- Hasanah, A., Putri, E.I.K. and Ekayani, M. (2022) ‘Kerugian ekonomi dari sisa makanan konsumen di rumah makan dan potensi upaya pengurangan sampah makanan’, *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 6(1), pp. 45–58. Available at: <https://doi.org/10.36813/jplb.6.1.45-58>.
- KEMENKOPMK (2023) *7,2 Juta Ton Sampah di Indonesia Belum Terkelola Dengan Baik*. Jakarta. Available at: <https://www.kemenkopmk.go.id/72-juta-ton-sampah-di-indonesia-belum-terkelola-dengan-baik>.
- Kementerian Lingkungan Hidup (2024) *Capaian Pengelolaan Sampah*. Available at: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>.
- Nelles, M., Grünes, J. and Morscheck, G. (2016) ‘Waste Management in Germany – Development to a Sustainable Circular Economy?’, *Procedia Environmental Sciences*, 35, pp. 6–14. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.001>.
- Ng, K.S., Yang, A. and Yakovleva, N. (2019) ‘Sustainable waste management through synergistic utilisation of commercial and domestic organic waste for efficient resource recovery and valorisation in the UK’, *Journal of Cleaner Production*, 227, pp. 248–262. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.136>.
- Paes, L.A.B. *et al.* (2019) ‘Organic solid waste management in a circular economy perspective – A systematic review and SWOT analysis’, *Journal of Cleaner Production*, 239. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086>.
- Pemerintah Kota Surakarta (2024) *Kajian Potensi Realisasi dan Pendapatan Retribusi Kebersihan Kota*. Indonesia. Available at: <https://brida.surakarta.go.id/e-riset/riset/detail/5cb014db-20d9-4985-8696-9626d198ebc6>.
- Pires, A. and Martinho, G. (2019) ‘Waste hierarchy index for circular economy in waste management’, *Waste Management*, 95, pp. 298–305. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.014>.
- Rashid, M.I. and Shahzad, K. (2021) ‘Food waste recycling for compost production and its economic and environmental assessment as circular economy indicators of solid waste management’, *Journal of Cleaner Production*, 317(December 2020), p. 128467. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128467>.
- Ulloa-Murillo, L.M. *et al.* (2022) ‘Management of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste in the Context of a Sustainable and Circular Model: Analysis of Trends in Latin America and the Caribbean’, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph19106041>.

