

Digital transformation of waste banks through IoT-based polystyrene crusher innovation for strengthening the circular economy

Retno Tri Nalarsih¹✉, Ari Endang Jayati², Yoppi Syahril¹

¹ Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo, Indonesia

² Universitas Semarang, Semarang, Indonesia

✉ retno_nalarsih@univetbantara.ac.id

doi <https://doi.org/10.31603/ce.15594>

Abstract

An increase in daily household waste volume to 771 kg in Tejorejo Village has disrupted irrigation functions and triggered flooding. This community service program aims to strengthen waste management and the local economy through the implementation of IoT-based Polystyrene Crusher technology. The methodology involved technical training, green economy management mentoring, and direct implementation of IoT-integrated recycling technology. Results demonstrated a significant increase in partner capacity in waste sorting (45%), equipment management (50%), and green marketing literacy (45%). The technology successfully shifted the business model from raw plastic sales to value-added processing, resulting in an initial gross income increase of 2.7%. The integration of IoT allows for precise monitoring of production efficiency while strengthening the resilience of community-based circular economies. This initiative proves that modernizing appropriate technology effectively mitigates environmental risks while creating sustainable economic opportunities at the rural level.

Keywords: Circular economy; Waste bank; Internet of things; Plastic recycling; Green economy

Transformasi digital bank sampah melalui inovasi polystyrene crusher berbasis IoT untuk penguatan ekonomi sirkular

Abstrak

Peningkatan volume sampah rumah tangga hingga 771 kg/hari di Desa Tejorejo telah mengganggu fungsi irigasi dan memicu banjir. Program pengabdian ini bertujuan memperkuat pengelolaan sampah dan ekonomi masyarakat melalui implementasi teknologi IoT Polystyrene Crusher. Metode yang digunakan meliputi pelatihan teknis, pendampingan manajemen green economy, dan implementasi langsung teknologi daur ulang berbasis IoT. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kapasitas mitra secara signifikan pada aspek pemilahan sampah (45%), manajemen alat (50%), dan literasi green marketing (45%). Implementasi teknologi ini berhasil mengubah model bisnis mitra dari penjualan plastik mentah menjadi pengolahan mandiri bernilai tambah, dengan kenaikan pendapatan kotor tahap awal sebesar 2,7%. Integrasi IoT dalam proses produksi memungkinkan pemantauan efisiensi kerja yang lebih presisi, sekaligus memperkuat resiliensi ekonomi sirkular berbasis komunitas. Inisiatif ini membuktikan bahwa modernisasi teknologi tepat guna efektif dalam memitigasi risiko lingkungan sekaligus membuka peluang ekonomi berkelanjutan di tingkat perdesaan.

Kata Kunci: Ekonomi sirkular; Bank sampah; Internet of Things; Daur ulang plastik; Ekonomi hijau

Contributions to
SDGs

9 INDUSTRY, INNOVATION
AND INFRASTRUCTURE



11 SUSTAINABLE CITIES
AND COMMUNITIES



Article History

Received: 24/10/25

Revised: 13/12/25

Accepted: 31/12/25

1. Pendahuluan

Desa Tejorejo, yang terletak di Kecamatan Ringinarum, Kabupaten Kendal, memiliki luas wilayah sekitar 254.209 hektar, dengan penduduk sekitar 4.960 jiwa (Akbar et al., 2024). Desa ini menjadi lokasi kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui kolaborasi Universitas Veteran Bangun Nusantara dan Universitas Semarang. Dalam beberapa tahun terakhir, Desa Tejorejo mengalami tren urbanisasi yang berdampak pada peningkatan volume sampah rumah tangga harian hingga 462,6–771 kg (Gambar 1). Peningkatan ini dipengaruhi oleh perubahan pola konsumsi masyarakat (Sosunova & Porras, 2025) dan kondisi wilayah yang didominasi aktivitas pertanian tembakau.



Gambar 1. Kondisi eksisting banjir dan pola membuang sampah

Akumulasi sampah plastik, terutama yang masuk ke jaringan drainase dan irigasi, diperparah oleh curah hujan yang tinggi akibat perubahan iklim. Kondisi tersebut menurunkan kinerja sistem drainase dan irigasi, memicu banjir, serta menimbulkan ketidakpastian panen yang berdampak langsung pada perekonomian masyarakat desa (Akbar et al., 2024). Aliran mikroplastik menuju muara Sungai Kendal turut memperburuk kondisi lingkungan, merusak sistem irigasi, drainase, dan ekosistem, serta berpotensi mengancam kesehatan manusia dalam jangka Panjang (Hanif et al., 2021; Kegl et al., 2025; Nalarsih, 2024; Syahputra et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan sampah yang mampu menurunkan genangan air, mengurangi beban drainase, dan menekan risiko banjir (Nalarsih, 2024).

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, mitra sasaran Serikat Kelompok Usaha Perempuan Kepala Keluarga (KU-PEKKA) telah menginisiasi pengelolaan sampah melalui bank sampah berbasis pertukaran nilai ekonomi, seperti penukaran sampah dengan sembako atau sistem tabungan (Maharani et al., 2025; Shalikhah et al., 2024). Namun, dalam dua tahun terakhir terjadi peningkatan signifikan volume sampah plastik jenis *polyethylene terephthalate* (PET). PET dikenal sebagai material yang sangat persisten di lingkungan dan hanya dapat dipulihkan secara terbatas melalui proses konvensional (Luna et al., 2026; Medrek et al., 2026). Kondisi ini membuat pengelolaan sampah secara manual semakin berat dan kurang efektif, sebagaimana disampaikan dalam diskusi bersama anggota KU-PEKKA.

Rendahnya partisipasi masyarakat dan keterbatasan teknologi menjadi tantangan utama dalam pengelolaan sampah plastik di tingkat desa (Garmini et al., 2024; Habuer et al., 2024; Lin et al., 2024; Wu et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan strategi

pengelolaan yang terintegrasi dengan pendekatan ekonomi sirkular untuk melindungi layanan ekosistem dan mendorong daur ulang berkelanjutan (Borrelle et al., 2020; Egea et al., 2026; Rembah et al., 2025). Strategi ekonomi sirkular yang paling cocok (Ren et al., 2025), sehingga terjadi daur ulang berkelanjutan (Das et al., 2026).

Bukan hanya di Indonesia, di industri China 0.6820 produk plastik (Q. Li & Zhang, 2025), 50% dari limbah plastik global (Meys et al., 2020). PET 77,15% limbah yang ada di mengandung unsur oksigen, memberikan lingkungan reduksi yang lebih kuat, untuk detoksifikasi sinergis (Chen et al., 2026). Denmark sebesar 52% bahwa plastik berpotensi daur ulang (Faraca & Astrup, 2019). Kawasan Laut Asia Timur (EASR) dalam Perjanjian Plastik Global sebagai pusat kerja sama polusi plastik global (R. Li et al., 2025), memberi nilai kepada Indonesia, terhadap *Policy Modeling Consistency* (PMC) khusus sampah, sebesar 8,50 adalah kriteria konsistensi kebijakan yang sempurna setelah Thailand sebesar 8,27 (Faraca & Astrup, 2019). Hal ini sebagai dasar untuk ikut serta dalam pengelolaan plastik berjenis PET.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan pada penerapan teknologi IoT *crusher polystyrene recycling* sebagai solusi pengelolaan sampah plastik berbasis teknologi tepat guna yang masih jarang diterapkan pada skala komunitas. Teknologi ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengolahan sampah, menghemat tenaga kerja, dan memperkuat nilai tambah ekonomi bank sampah (Anugrah, 2021; Jayati et al., 2023). Selain aspek teknologi, kegiatan ini juga mengintegrasikan pendampingan manajemen pengelolaan, pemasaran, serta penguatan *green economy* dan *green marketing* sebagai strategi keberlanjutan. Dengan demikian, program ini diharapkan mampu memperkuat kapasitas teknis dan ekonomi Mitra KU-PEKKA Desa Tejorejo serta mendorong pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan berbasis ekonomi sirkular (Aritenang et al., 2025; Indriani et al., 2023).

2. Metode

Program kemitraan masyarakat (PKM) ini dilaksanakan pada Juli–Agustus 2025 di Desa Tejorejo, Kecamatan Ringinarum, Kabupaten Kendal. Kegiatan melibatkan 34 anggota Serikat Kelompok Usaha Perempuan Kepala Keluarga (KU-PEKKA), dengan 16 orang di antaranya sebagai pengelola aktif bank sampah. Program menggunakan pendekatan pemberdayaan partisipatif berbasis teknologi tepat guna untuk meningkatkan pengelolaan sampah *polystyrene* (PS) dan memperkuat kapasitas ekonomi bank sampah. Kegiatan dilaksanakan melalui beberapa tahap, yaitu;

2.1. Identifikasi dan analisis masalah

Dilakukan melalui survei lapangan, diskusi kelompok terarah (*focus group discussion*), dan wawancara dengan anggota KU-PEKKA. Tahap ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan utama mitra, khususnya terkait kualitas lingkungan (air dan tanah) serta pengelolaan sampah plastik, dengan mengacu pada Peraturan Pemerintah tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PP No. 22 Tahun 2021).

2.2. Sosialisasi program

Diikuti oleh seluruh peserta KU-PEKKA, kegiatan ini mencakup penyampaian tujuan, manfaat, dan rencana implementasi teknologi IoT-based *polystyrene recycling crusher*. Pada tahap ini juga dilakukan edukasi lingkungan melalui pendampingan pengelolaan

sampah secara mandiri, termasuk pengumpulan dan penyetoran sampah ke bank sampah, serta penguatan kesadaran lingkungan dan ekonomi hijau.

2.3. Pendampingan teknis pengoperasian alat

Melibatkan 16 pengelola aktif Bank Sampah KU-PEKKA. Kegiatan meliputi demonstrasi dan pendampingan pengoperasian alat pencacah *polystyrene* sesuai prosedur yang sederhana dan mudah direplikasi, serta pendampingan peningkatan nilai jual hasil olahan sampah (Yaqoob et al., 2022). Pada tahap ini juga diberikan penguatan manajemen *green economy* dan *green marketing* untuk mendukung keberlanjutan bank sampah (Darni et al., 2024).

2.4. Implementasi teknologi dan pendampingan produksi

Mencakup instalasi sistem IoT pada perangkat android dan laptop. Alat dirancang bekerja otomatis berbasis sensor sehingga dapat dioperasikan secara efisien oleh dua orang operator. Implementasi dilakukan berdasarkan penjadwalan produksi yang disepakati dalam pendampingan manajemen, guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi, menghemat sumber daya manusia, serta mendorong strategi daur ulang inovatif yang berkontribusi pada pengurangan polusi plastik (Pusuluru et al., 2026). Penerapan teknologi ini juga mendukung peralihan model bisnis dari sistem konvensional menuju sistem digital (Aviyanti et al., 2022).

2.5. Monitoring dan evaluasi

Dilakukan secara periodik dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Evaluasi mencakup aspek kualitatif dan kuantitatif. Aspek kualitatif meliputi perubahan kualitas lingkungan, peningkatan pengetahuan dan keterampilan pengelolaan sampah, serta penguatan manajemen produksi, *green economy*, dan *green marketing*. Aspek kuantitatif diukur melalui peningkatan jumlah sampah *polystyrene* yang berhasil diolah oleh bank sampah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi dan peningkatan kesadaran kualitas lingkungan

Tahap awal kegiatan pengabdian diarahkan pada peningkatan kesadaran mitra terhadap kualitas lingkungan, khususnya dampak timbunan sampah plastik terhadap sistem drainase, jaringan irigasi, dan meningkatnya risiko banjir. Kegiatan ini dilaksanakan melalui penyampaian materi, diskusi interaktif, serta pendampingan lapangan yang menekankan keterkaitan antara pengelolaan sampah plastik, kualitas air dan tanah, serta kerusakan lingkungan fisik di wilayah desa.

Melalui proses diseminasi tersebut, mitra KU-PEKKA mulai memahami bahwa akumulasi sampah plastik tidak hanya berdampak pada kebersihan lingkungan, tetapi juga mengganggu fungsi jaringan drainase dan irigasi yang berperan penting dalam pengendalian aliran air. Pemahaman ini ditunjukkan melalui diskusi mengenai lokasi-lokasi prioritas yang rentan mengalami genangan dan banjir. [Gambar 2](#) memperlihatkan kegiatan edukasi lingkungan yang berfokus pada pengelolaan lokasi prioritas terkait kinerja drainase dan irigasi. Materi disampaikan secara kontekstual agar mitra mampu mengaitkan permasalahan lingkungan dengan kondisi nyata di sekitar mereka, sehingga meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah sebagai bagian dari upaya mitigasi risiko banjir.



Gambar 2. Penyampaian materi kualitas lingkungan

Sebagai tindak lanjut dari peningkatan pemahaman tersebut, dilakukan pendampingan teknis kepada mitra KU-PEKKA Tejorejo dalam praktik pengelolaan sampah, meliputi pemilahan, pembersihan, pengguntingan plastik dengan ukuran seragam, khususnya untuk sampah plastik jenis PET, hingga proses penjemuran pada kondisi kering (Gambar 3). Kegiatan ini menjadi *outcome* awal berupa perubahan perilaku mitra dalam mengelola sampah plastik secara lebih sistematis dan terstandar. Dampaknya, mitra tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan, tetapi juga membangun kesiapan teknis sebagai dasar untuk tahapan pengolahan dan pemanfaatan teknologi pada tahap pengabdian berikutnya.



Gambar 3. Pengelolaan dan pemilahan sampah

3.2. Aspek produksi pengolahan sampah

Tahap kedua pengabdian difokuskan pada aspek produksi, pengolahan sampah, dan manajemen perawatan alat melalui penerapan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT). Pada tahap ini, mitra tidak hanya diperkenalkan pada teknologi, tetapi juga didorong untuk terlibat aktif dalam proses operasional sebagai bagian dari penguatan kapasitas teknis dan partisipasi masyarakat. Kegiatan diawali dengan penjelasan tahapan pengoperasian alat pencacah dan peleleh plastik berbasis IoT yang dikendalikan melalui laptop, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.

Proses diseminasi teknologi dilakukan melalui demonstrasi langsung dan praktik bertahap, mulai dari persiapan alat dan cetakan, pengecekan kebersihan tabung olah, pengoperasian sistem IoT, hingga proses pencetakan produk paving (Gambar 5). Pendekatan ini memungkinkan mitra memahami alur kerja teknologi secara utuh, termasuk aspek operasional dan perawatan mesin, sehingga teknologi dapat digunakan secara berkelanjutan.

Pemanfaatan sampah plastik sebagai bahan baku paving didukung oleh temuan uji EPA 3060a yang menunjukkan tingkat reduksi PET77 sebesar 15%. Kandungan oksigen dalam PET dan mekanisme sinergisnya menunjukkan kelayakan serta potensi strategi detoksifikasi sinergis dalam proses daur ulang plastik (Chen et al., 2026). Selain itu, penerapan IoT dalam pengelolaan sampah dinilai mempermudah operasional dan meningkatkan efisiensi proses, sejalan dengan temuan sebelumnya mengenai pentingnya penggunaan IoT dalam pengelolaan sampah dan integrasi teknologi berkelanjutan (Saha et al., 2017; Sosunova & Porras, 2025; Vishnu et al., 2021).



Gambar 4. Penjelasan terkait penggunaan alat khusus IoT



Gambar 5. Dokumentasi penggunaan alat khusus

Setelah kegiatan, terjadi perubahan signifikan dalam sistem produksi dan nilai tambah ekonomi. Sebelum intervensi, manajemen KU-PEKKA menyatakan bahwa setiap bulan bank sampah menjual sekitar 220 kg botol plastik kepada pengepul dengan harga Rp1.500/kg, sehingga menghasilkan pendapatan sekitar Rp330.000 per bulan. Setelah penerapan teknologi, sampah plastik diolah menjadi paving, dengan kebutuhan sekitar 1,3 kg plastik per unit. Dalam satu bulan, dihasilkan sekitar 183 buah paving dengan harga Rp5.000 per unit, sehingga total pendapatan kotor mencapai Rp915.000 per bulan. Dengan demikian, terdapat selisih keuntungan kotor sebesar Rp585.000 per bulan. Dampak dari tahap ini menunjukkan bahwa implementasi teknologi IoT tidak hanya

meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi, tetapi juga secara nyata memperkuat kapasitas ekonomi mitra melalui peningkatan nilai tambah hasil pengolahan sampah.

3.3. Penguatan manajemen *green economy* dan *green marketing*

Tahap ketiga pengabdian diarahkan pada penguatan aspek manajemen *green economy* dan *green marketing* sebagai strategi keberlanjutan pengelolaan sampah berbasis komunitas. Kegiatan ini dilaksanakan melalui pelatihan penguatan ekonomi yang melibatkan mitra KU-PEKKA dan mahasiswa, sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 6](#). Pendekatan kolaboratif ini bertujuan memperluas perspektif mitra mengenai ekonomi sirkular dan peran pengelolaan sampah dalam pembangunan berkelanjutan.



Gambar 6. Penyampaian materi penguatan ekonomi

Kegiatan ini dilakukan dengan menekankan prinsip ekonomi sirkular yang berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan dan selaras dengan ekonomi hijau serta SDGs Desa ([Hasan & Begum, 2026](#)). Dalam konteks kebijakan, sektor plastik dipahami sebagai area prioritas, sebagaimana dinyatakan oleh [Friant et al. \(2022\)](#). Kegiatan ini juga mencerminkan peran akademisi dalam mendorong transisi menuju ekonomi plastik sirkular yang berkelanjutan ([Martinho et al., 2022](#)), serta kontribusi dalam desain ulang material berbasis prinsip keberlanjutan ([Ellen MacArthur Foundation, 2017](#)).

Sebagai luaran, mitra memperoleh peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam manajemen ekonomi hijau dan pemasaran ramah lingkungan, serta menunjukkan kemauan untuk menjalin kerja sama dengan pengguna produk paving. Kerja sama ini membuka peluang pasar dan memperkuat keberlanjutan usaha pengolahan sampah. Dampak dari tahap ini terlihat pada pergeseran praktik pengelolaan sampah, dari sistem konvensional yang hanya bergantung pada penjualan sampah mentah plastik PET menuju sistem pengolahan sampah berkelanjutan berbasis teknologi IoT *crusher polystyrene recycling*. Secara keseluruhan, program ini meningkatkan kapasitas teknis dan ekonomi mitra, sekaligus menciptakan model pengelolaan sampah yang ramah lingkungan. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini terbukti efektif dalam mendorong kemandirian, keberlanjutan, dan keberdayaan mitra KU-PEKKA Desa Tejorejo berbasis teknologi tepat guna dan IoT.

4. Kesimpulan

Program pengabdian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi tepat guna berbasis IoT *crusher polystyrene recycling* yang disertai pendampingan partisipatif mampu meningkatkan kapasitas teknis dan ekonomi Mitra KU-PEKKA Desa Tejorejo dalam

pengelolaan sampah plastik. Intervensi yang dilakukan mendorong pergeseran praktik dari penjualan sampah mentah menuju sistem pengolahan berkelanjutan berbasis nilai tambah.

Penerapan teknologi meningkatkan efisiensi produksi dan pendapatan mitra, sekaligus memperkuat peran perempuan dalam ekonomi sirkular berbasis komunitas. Selain itu, penguatan kesadaran lingkungan serta manajemen *green economy* dan *green marketing* mendukung keberlanjutan usaha pengelolaan sampah. Model pengabdian ini menunjukkan potensi replikasi pada bank sampah lain dengan karakteristik permasalahan serupa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Universitas Veteran Bangun Nusantara yang telah memfasilitasi Tim Pelaksana dalam menjalankan kegiatan ini. Terima kasih kepada Universitas Semarang yang telah memberikan kesempatan kolaborasi. Terima kasih kepada mahasiswa sebagai Anggota Tim. Penghargaan yang sebesar-besarnya diberikan kepada Serikat Kelompok Usaha Perempuan Kepala Keluarga (KU-PEKKA) Desa Tejorejo, beserta Kepala Desa, Kecamatan Ringinarum, Kabupaten Kendal atas partisipasi aktif, kerja sama, serta komitmennya selama program berlangsung. Tanpa dukungan semua pihak, kegiatan pengabdian ini tidak dapat terlaksana dengan baik.

Kontribusi Penulis

Pelaksanaan kegiatan: RTN, YS, AEJ; Persiapan artikel: RTN, AEJ; Analisis dampak pengabdian: RTN, YS; Penyajian hasil pengabdian: RTN; Revisi artikel: AEJ.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat potensi konflik kepentingan, baik finansial maupun non-finansial, yang dapat memengaruhi hasil dan pelaporan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Seluruh kegiatan dilaksanakan secara objektif dan transparan sesuai dengan tujuan program.

Pendanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini didanai oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Ditjen Diktiristek, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui skema Program Kemitraan Masyarakat (PKM) tahun 2025.

Daftar Pustaka

Akbar, M. I., Kurniawati, S., Hakim, I. N., Khasanah, L., Alfandi, M., Fitriyani, E., & Ulum, A. M. (2024). Memperkuat Perekonomian Desa Melalui Budidaya

- Tembakau Di Desa Tejorejo Kabupaten Kendal. *Dinamika Sosial : Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Transformasi Kesejahteraan*, 1(3), 54–64. <https://doi.org/10.62951/dinsos.v1i3.491>
- Anugrah, R. A. (2021). Inovasi Mesin Pencacah Untuk Pengelolaan Sampah Botol Plastik Di Dusun Bawuk Minomartani. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 1855–1862. <https://doi.org/10.18196/ppm.26.533>
- Aritenang, A., Fadilla, Z. A., Safitri, P., & Fahmi, F. (2025). Innovation in informal creative industries: The case of Indonesia's creative kampongs. *Cities*, 160, 105805. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.105805>
- Aviyanti, R. D., Widiasmara, A., Devi, H. P., Nurhayati, P., Chairunnisa, D. M., Tajuddin, M., & Zami, A. (2022). Digital Entrepreneurship Assistance for Handicraft SMEs in Cileng Village. *International Journal of Community Service Learning*, 6(2), 221–230. <https://doi.org/10.23887/ijcs.v6i2.48479>
- Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G. H., Hilleary, M. A., Eriksen, M., Possingham, H. P., Frond, H. De, Gerber, L. R., Polidro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N., Barnes, M. D., & Rochman, C. M. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science* 369, 369(6510), 1515–1518. <https://doi.org/10.1126/science.aba3656>
- Chen, H., Shan, T., Liu, S., Liu, T., & Zhang, H. (2026). The effect of plastic type on the product distribution and Cr (VI) removal in the co-pyrolysis of plastics and chromium-containing slag. *Journal of the Energy Institute*, 124, 102413. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2025.102413>
- Darni, R., Rizki, S., Primandari, P., & Sofia, N. (2024). Smart Eco Waste Hub Berbasis IoT : Mendorong Green Economy di Limau Manis Selatan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 5(4), 6171–6179.
- Das, P., Zeng, Q., Sirven, J. B., Lee, J. M., & Gabriel, J. C. P. (2026). AI-enabled spectral classification of plastic resins from E-waste via laser-induced breakdown spectroscopy for advanced sorting applications. *Resources, Conservation and Recycling*, 226, 108660. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108660>
- Egea, L. G., Jiménez-Ramos, R., Rodríguez-Arias, L., & Infantes, E. (2026). Microplastics threaten seagrass carbon sinks through microbial changes. *Marine Pollution Bulletin*, 222(Pt 1). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.118638>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). The New Plastics Economy Catalysing action. In *System Initiative on Environment and Natural Resource Security The*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>
- Faraca, G., & Astrup, T. (2019). Plastic waste from recycling centres: Characterisation and evaluation of plastic recyclability. *Waste Management*, 95, 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.038>
- Friant, C. M., Lakerveld, D., Vermeulen, W. J. V., & Salomone, R. (2022). Transition to a sustainable circular plastics economy in the netherlands: Discourse and policy analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1), 1–32. <https://doi.org/10.3390/su14010190>
- Friant, M. C., Lakerveld, D., Vermeulen, W. J. V., & Salomone, R. (2022). Transition to a Sustainable Circular Plastics Economy in The Netherlands: Discourse and policy analysis. *Sustainability*, 14(1), 190. <https://doi.org/10.3390/su14010190>
- Garmini, R., Abelia, Amanda, A. F., Elvetha, A., Kencana, A. I., Kurnia, A., Melani, A., Alfandi, Prahastuti, A., Pratama, A., & Oktriana, D. R. (2024). Waste sorting

- education for preschool children in Silaberanti Village, Palembang City. *Community Empowerment*, 9(4), 697–701. <https://doi.org/10.31603/ce.11014>
- Habuer, M., Fujiwara, T., Vin, S., Chandara, P., & Tsukiji, M. (2024). The perception of plastic waste and composition of boathouse waste in floating villages on Tonlé Sap Lake, Cambodia. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 27(12), 8781–8794. <https://doi.org/10.1007/s10098-024-03108-2>
- Hanif, K. H., Suprijanto, J., & Pratikto, I. (2021). Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i2.26832>
- Hasan, M., & Begum, M. L. (2026). Development of an eco-friendly and cost-effective hydrogel composite utilizing leather shaving dust for solid waste reduction, heavy metal removal, wastewater treatment, and sustainable goods production. *Results in Materials*, 29, 100840. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2025.100840>
- Indriani, A., Raihan, M., Zahra, N. B., Khofifah, N., Lestari, Y. I., Pendidikan, P., Pengetahuan, I., Jakarta, U. N., Marketing, G., & Marketing, G. (2023). Penerapan Green Economy Dan Green Marketing. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(2), 57–62.
- Jayati, A. E., Pramuyanti, R. K., Rohman, L. F., Erlinasari, Nofiyanto, E., & Setiawan, Y. B. (2023). IoT Based Lavender Plant Monitoring System. *1st International Conference on Technology, Engineering, and Computing Applications: Trends in Technology Development in the Era of Society 5.0, ICTECA 2023*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICTECA60133.2023.10490719>
- Kegl, T., Fan, Y. Van, & Čuček, L. (2025). The role of biodegradable plastics in a sustainable economy: Progress and challenges. *Cleaner Engineering and Technology*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2025.101129>
- Li, Q., & Zhang, P. (2025). Synergistic Effects of Carbon Reduction in Urban Energy Consumption and Pollution Mitigation : A Case Study of. *Sustainability*, 17(24), 1–26. <https://doi.org/10.3390/su172411191>
- Li, R., Huang, H., Luo, Y., Li, Y., Zhu, X., & Li, H. (2025). Synergistic reduction path of plastic and greenhouse gases: Key explorations in global plastic governance. *The Innovation Geoscience*, 3(4), 100174. <https://doi.org/10.59717/j.xinn-geo.2025.100174>
- Lin, G., Yuan, J., Li, X., Zhao, S., Wang, S., Chang, H., & Zhao, Y. (2024). Strategic choice of the management of disposable meal boxes from the perspectives of life cycle impact assessment: Recycling fossil plastics or promoting biogenic plastics. *Resources, Conservation and Recycling*, 204, 107477. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107477>
- Luna, E., Olazabal, I., de Somer, T., Nachtergaele, P., Lopez, X., Ximenis, M., de Meester, S., & Sardon, H. (2026). Solvent switch strategy to facilitate the downstream process of chemical recycling of plastics. *Resources, Conservation and Recycling*, 226, 108686. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108686>
- Maharani, A. R., Artiar, U. G., Cahyani, T. E., & Triyono, A. (2025). Optimization of waste banks through assistance in eco-enzyme production as an environmental sustainability effort in Trangsan Village, Sukoharjo. *Community Empowerment*, 10(1), 72–78. <https://doi.org/10.31603/ce.12188>
- Martinho, S. D., Fernandes, V. C., Figueiredo, S. A., & Delerue-Matos, C. (2022). Microplastic Pollution Focused on Sources, Distribution, Contaminant Interactions, Analytical Methods, and Wastewater Removal Strategies: A

- Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph19095610>
- Medrek, M., Wiechetek, L., Banas, J., & Pastuszek, Z. (2026). Modeling the carbon footprint in the life cycle of PET and glass packaging for beverages. *Environmental Impact Assessment Review*, 117, 108140. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.108140>
- Meys, R., Frick, F., Westhues, S., Sternberg, A., Klankermayer, J., & Bardow, A. (2020). Towards a circular economy for plastic packaging wastes – the environmental potential of chemical recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105010. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105010>
- Nalarsih, R. T. (2024). Sistem Dinamis dan HECRAS sebagai Alat Pengambil Keputusan Model Ketahanan Banjir. *TEKNIK*, 45(2), 210–223. <https://doi.org/10.14710/teknik.v45i2.65276>
- Pusuluru, S., Punna, S. K., Velmurugan, K., Samuel, M. S., Ethiraj, S., & Santhanam, N. (2026). Transforming polyethylene terephthalate (PET) into carbon-based nanomaterials: Advancing sustainable solutions for green energy and environmental remediation. *Next Nanotechnology*, 9, 100341. <https://doi.org/10.1016/j.nxnano.2025.100341>
- Rembah, R., Rustan, F. R., Salu, S. P., Kumalasari, R., Yatjong, I., Dzakir, L. O., Bambang, E., Renaldi, A., & Zakina, B. R. (2025). Oneeha coastal mangrove restoration: A climate adaptation strategy. *Community Empowerment*, 10(4), 919–927. <https://doi.org/10.31603/ce.12431>
- Ren, Y., Zhu, H., Cao, Y., Jiang, X., Chen, D., Jiang, M., Xu, M., Guo, B., & Zhu, B. (2025). Dataset on the dynamic stocks and flows of 20 types of plastics in China , 1978 – 2022. *Scientific Data*. <https://doi.org/10.57760/sciencedb.27927>
- Saha, H. N., Auddy, S., Pal, S., Kumar, S., Pandey, S., & Singh, R. (2017). Waste Management using Internet of Things (IoT). *Industrial Automation and Electromechanical Engineering Conference (IEMECON)*, 2017 8th Annual, 359–363. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/IEMECON.2017.8079623>
- Shalikhah, N. D., Panuntun, D. S. B., Zulkarnain, M. A., Nikmah, M., Antara, W. D., & Rajib, R. M. (2024). Revitalization of waste bank management in Cecelan Hamlet, Magelang Regency. *Community Empowerment*, 9(4), 678–683. <https://doi.org/10.31603/ce.8696>
- Sosunova, I., & Porras, J. (2025). IoT-Enabled Smart Waste Management Systems for Smart Cities: A Systematic Review. *IEEE Access*, 10(4), 73326–73363. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3188308>
- Syahputra, R., Ridha, A., Lisa, N. P., Ismanidar, N., Andiny, P., Setianingsih, D., & Samudra, U. (2025). Creative solutions for plastic waste reduction and economic empowerment in Mukim Langsa Baroh. *Community Empowerment*, 10(4), 1002–1009. <https://doi.org/10.31603/ce.13110>
- Vishnu, S., Jino Ramson, S. R., Senith, S., Anagnostopoulos, T., Abu-Mahfouz, A. M., Fan, X., Srinivasan, S., & Kirubaraj, A. A. (2021). IoT-enabled solid waste management in smart cities. *Smart Cities*, 4(3), 1004–1017. <https://doi.org/10.3390/smartcities4030053>
- Wu, J., Xiao, H., Cai, N., Yang, H., Chen, H., & Yang, Y. (2025). Sustainable conversion of polypropylene into high-value carbon nanotubes using chelating agent-modified Fe/Al₂O₃ catalysts. *Journal of the Energy Institute*, 124, 430074. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2025.102320>

Yaqoob, L., Noor, T., & Iqbal, N. (2022). Conversion of Plastic Waste to Carbon-Based Compounds and Application in Energy Storage Devices. *ACS Omega*, 7(16), 13403–13435. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c07291>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)