

IMPLEMENTASI *SINGLE SHAFT HARD PLASTIC SHREDDER* UNTUK PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK WISATA DAN PRODUKSI ECOBRICK BERBASIS PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DI DESA PADUSAN

Dani Irawan¹, Daya Negri Wijaya², Annisya³, M. Anas Tohir⁴, Silfia Diva Nofita⁵, Ryan Ainnur Akbar⁶, Madhu Puspa Ayu Pengukir⁷
^{1,2,3,4,5,6,7} Universitas Negeri Malang, Indonesia
 Email: dani.irawan.ft@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis implementasi *Single Shaft Hard Plastic Shredder* sebagai teknologi pengolahan plastik wisata, mengevaluasi perubahan kapasitas pengetahuan dan keterampilan masyarakat setelah pelatihan, serta mengidentifikasi hasil implementasi dalam produksi ecobrick dan penguatan pengelolaan. Penelitian menggunakan pendekatan pemberdayaan masyarakat melalui survei awal, analisis kebutuhan, perancangan dan fabrikasi mesin, pengujian fungsi dan kapasitas, pelatihan, praktik langsung, pendampingan, serta evaluasi. Peserta program berjumlah 17 orang yang terdiri atas pengelola TPS 3R, perangkat desa, pengelola kawasan wisata, dan perwakilan masyarakat. Hasil menunjukkan bahwa mesin mampu mencacah plastik keras dengan kapasitas rata-rata 45 kg/jam. Nilai rata-rata peserta meningkat dari 56,53 pada pretest menjadi 85,65 pada posttest, atau meningkat 29,12 poin. Sebanyak 15 peserta (88,24%) mampu melakukan pengoperasian dasar secara mandiri, sedangkan dua peserta (11,76%) masih membutuhkan pendampingan. Program juga menghasilkan produk contoh ecobrick, format pencatatan keuangan berbasis Microsoft Excel, SOP dasar, dan model awal integrasi pengolahan sampah dengan Technopark. Hasil menunjukkan bahwa integrasi teknologi, peningkatan kapasitas masyarakat, pemanfaatan material, dan penguatan manajemen memberikan pendekatan yang lebih komprehensif terhadap pengelolaan sampah plastik wisata.

Kata Kunci: Sampah Plastik Wisata, Plastic Shredder, Ecobrick, Pemberdayaan Masyarakat, Ekonomi Sirkular, Technopark.

Abstract

This study aimed to analyze the implementation of a Single Shaft Hard Plastic Shredder as a technology for processing tourism-related plastic waste, evaluate changes in community knowledge and skills following training, and identify the outcomes of implementation in ecobrick production and waste management strengthening. The study employed a community empowerment approach involving an initial survey, needs analysis, machine design and fabrication, functional and capacity testing, training, hands-on practice, mentoring, and evaluation. The program involved 17 participants, comprising 3R Waste Management Facility (TPS 3R) managers, village officials, tourism area managers, and community representatives. The results showed that the machine was capable of shredding hard plastics with an average capacity of 45 kg/hour. The participants' mean score increased from 56.53 in the pretest to 85.65 in the posttest, representing an increase of 29.12 points. Furthermore, 15 participants (88.24%) were able to independently perform basic machine operation, while two participants (11.76%) still required assistance. The program also produced sample ecobricks, a Microsoft Excel-based financial record-keeping format, basic standard operating procedures (SOPs), and an initial model for integrating waste processing with the

Technopark. The findings demonstrate that integrating technology, community capacity building, material utilization, and management strengthening provides a more comprehensive approach to tourism plastic waste management.

Keywords: *Tourism Plastic Waste, Plastic Shredder, Ecobrick, Community Empowerment, Circular Economy, Technopark.*

A. PENDAHULUAN

Pertumbuhan aktivitas pariwisata memberikan kontribusi terhadap peningkatan konsumsi sumber daya sekaligus timbulan sampah. Dalam konteks destinasi wisata, peningkatan jumlah pengunjung dapat menghasilkan tekanan tambahan terhadap kapasitas pengelolaan lingkungan apabila tidak disertai sistem pengurangan dan pengolahan sampah yang memadai. Literatur menunjukkan bahwa perkembangan pariwisata berkaitan dengan peningkatan produksi sampah dan kebutuhan terhadap strategi mitigasi lingkungan yang lebih terintegrasi (Zahrah et al., 2024). Kondisi tersebut menjadi semakin penting pada destinasi yang berkembang di wilayah pedesaan, karena kapasitas teknologi, kelembagaan, dan sumber daya manusia untuk mengelola sampah umumnya lebih terbatas.

Desa Padusan, Kabupaten Mojokerto, merupakan salah satu destinasi wisata berbasis pemandian air panas dan wisata keluarga. Intensitas kunjungan yang meningkat, khususnya pada akhir pekan dan musim liburan, berimplikasi terhadap peningkatan timbulan sampah. Hasil survei awal dalam program menunjukkan bahwa rata-rata timbulan sampah wisata mencapai 0,69 kg/orang/hari, dengan dominasi plastik sekali pakai. Jenis material yang ditemukan meliputi botol PET, gelas plastik, kemasan makanan, dan *hard plastic packaging*.

Persoalan tersebut bukan sekadar peningkatan volume sampah. Plastik memiliki karakteristik non-biodegradable dan dapat bertahan dalam lingkungan dalam waktu panjang (Suzuki et al., 2022). Akumulasi dan fragmentasi plastik juga dapat berkontribusi terhadap pembentukan mikroplastik serta pencemaran lingkungan (Sufiyanto et al., 2022; dan Suzuki et al., 2024). Secara global, produksi plastik telah mencapai lebih dari 400 juta ton per tahun dan sebagian besar material yang telah diproduksi pada akhirnya menjadi limbah (Wahyudi et al., 2018). Pengelolaan sampah yang tidak memadai juga berkontribusi terhadap masuknya sampah plastik ke lingkungan perairan (Wilson et al., 2012).

Kondisi lapangan di Padusan menunjukkan bahwa pengelolaan sampah masih relatif sederhana. Sampah dipilah menjadi organik dan anorganik, sementara sebagian sampah organik dimanfaatkan sebagai kompos. Sampah plastik keras belum mempunyai sistem reduksi ukuran yang memadai sehingga material menumpuk dan memiliki nilai jual relatif rendah. Bahkan, pada kondisi tertentu, pembakaran terbuka masih dilakukan sebagai alternatif penanganan. Laporan menunjukkan bahwa praktik pembakaran plastik yang tidak sempurna berpotensi menghasilkan emisi berbahaya (Rochman et al., 2013; Singh et al., 2017).

Permasalahan tersebut menunjukkan adanya dua kesenjangan utama. Pertama, terdapat kesenjangan teknologi, yaitu belum tersedianya teknologi pencacahan plastik keras pada tingkat desa yang mampu mengurangi volume material sekaligus mempersiapkannya untuk pemanfaatan lebih lanjut. Kedua, terdapat kesenjangan kapasitas masyarakat, khususnya dalam pengoperasian teknologi, pemeliharaan mesin, pencatatan biaya dan pendapatan, serta pengembangan aktivitas pengolahan sampah menjadi kegiatan produktif. Laporan menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat sebelumnya masih terbatas pada pemilahan dan pengumpulan, tanpa sistem pencatatan produksi dan perencanaan usaha yang terstruktur.

Pendekatan ekonomi sirkular memberikan kerangka yang relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Ekonomi sirkular menekankan pengurangan penggunaan material,

penggunaan kembali, pemulihan, dan daur ulang material (Ramli et al., 2024; Ratnawati et al., 2026). Dalam rantai pengolahan plastik, pencacahan mekanis merupakan salah satu tahapan penting karena memungkinkan reduksi ukuran material sehingga mempermudah proses pemanfaatan selanjutnya (Masluha et al., 2023; Pambudi et al., 2025). Namun, teknologi pencacahan saja belum cukup untuk menjamin keberlanjutan pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Keberhasilan pengelolaan sampah juga dipengaruhi oleh aspek kelembagaan, tata kelola, partisipasi masyarakat, serta kemampuan pengelola mempertahankan sistem secara operasional (Maddalene et al., 2023). Karena itu, implementasi teknologi perlu diintegrasikan dengan peningkatan kompetensi operator, prosedur keselamatan dan pemeliharaan, pemanfaatan hasil cacahan, serta sistem manajemen sederhana.

Penelitian ini mengimplementasikan *Single Shaft Hard Plastic Shredder* sebagai teknologi pencacahan plastik keras yang kemudian diintegrasikan dengan produksi ecobrick. Mesin menggunakan mekanisme satu poros dengan kombinasi pisau rotor dan pisau statis, sedangkan material hasil pencacahan diarahkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pendukung produksi ecobrick. Sistem tersebut kemudian dipadukan dengan pelatihan operasional, keselamatan kerja, pemeliharaan mesin, manajemen keuangan sederhana, dan penyusunan SOP. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi teknologi pencacahan, pemanfaatan material melalui ecobrick, peningkatan kompetensi masyarakat, dan penguatan sistem manajemen dalam satu model implementasi pengelolaan sampah plastik wisata. Dengan demikian, teknologi tidak ditempatkan hanya sebagai perangkat fisik, tetapi sebagai bagian dari sistem pemberdayaan masyarakat dan pengembangan Technopark Desa Padusan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis implementasi dan kinerja awal *Single Shaft Hard Plastic Shredder* dalam pengolahan sampah plastik keras; (2) menganalisis perubahan kompetensi peserta setelah pelatihan dan praktik teknologi; dan (3) mengidentifikasi hasil implementasi berupa pemanfaatan plastik, SOP, pencatatan keuangan, dan model awal integrasi dengan Technopark.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Sampah Plastik dalam Aktivitas Pariwisata

Pariwisata berhubungan dengan peningkatan konsumsi sumber daya dan produksi sampah sehingga pertumbuhan destinasi perlu diimbangi dengan strategi mitigasi lingkungan yang memadai. (Gössling et al., 2010) menjelaskan bahwa perkembangan pariwisata memiliki implikasi terhadap konsumsi energi, sumber daya, dan tekanan lingkungan, sehingga pengelolaan destinasi berkelanjutan menjadi semakin penting. Kondisi tersebut terlihat di Desa Padusan, Kabupaten Mojokerto, yang mengalami peningkatan timbunan sampah seiring aktivitas wisata, dengan rata-rata mencapai 0,69 kg/orang/hari dan didominasi oleh plastik sekali pakai.

Secara global, produksi plastik telah mencapai lebih dari 400 juta ton per tahun dan sebagian besar material yang telah diproduksi akhirnya menjadi limbah (Hopewell et al., 2009). Jambeck et al. (2015) menunjukkan bahwa pengelolaan sampah yang tidak memadai dapat meningkatkan masuknya sampah plastik dari daratan ke lingkungan perairan. Plastik juga memiliki karakteristik sulit terurai dan dapat bertahan dalam lingkungan dalam waktu panjang (Suzuki et al., 2022). Selanjutnya, Rochman et al. (Suzuki et al., 2024) dan Galloway et al. (2017) menunjukkan bahwa fragmentasi plastik berkaitan dengan keberadaan mikroplastik dan interaksinya dengan kontaminan serta organisme.

2. Pengolahan Mekanis Plastik

Pariwisata berhubungan erat dengan peningkatan konsumsi sumber daya dan produksi sampah sehingga pertumbuhan destinasi perlu diimbangi dengan strategi mitigasi lingkungan yang memadai (Gössling et al., 2010) menjelaskan bahwa perkembangan pariwisata dapat meningkatkan tekanan terhadap lingkungan melalui konsumsi energi, sumber daya, dan aktivitas wisata, sehingga pengelolaan destinasi berkelanjutan menjadi kebutuhan penting. Kondisi tersebut juga ditemukan di Desa Padusan, Kabupaten Mojokerto, dengan rata-rata timbulan sampah wisata mencapai 0,69 kg/orang/hari dan didominasi oleh plastik sekali pakai. Secara global, Geyer et al., (2017) menunjukkan bahwa produksi plastik telah mencapai lebih dari 400 juta ton per tahun dan sebagian besar plastik yang telah diproduksi berakhir sebagai limbah.

Jambeck et al. (2015) menegaskan bahwa pengelolaan sampah yang tidak memadai meningkatkan risiko masuknya sampah plastik dari daratan ke lingkungan perairan. Karakteristik plastik yang sulit terurai menyebabkan material tersebut bertahan lama di lingkungan (Suzuki et al., 2022). Selain itu, Rochman et al. (2013) dan Galloway et al. (2017) menunjukkan bahwa fragmentasi plastik dapat menghasilkan mikroplastik yang berinteraksi dengan kontaminan dan organisme, sehingga menimbulkan konsekuensi ekologis.

3. Ekonomi Sirkular dan Ecobrick

Ekonomi sirkular menekankan perubahan pola pengelolaan material dari sistem linear menuju sistem yang mempertahankan nilai dan kegunaan material selama mungkin melalui pengurangan, penggunaan kembali, pemulihan, dan daur ulang (Pambudi et al., 2025; Ramli et al., 2024). Kirchherr et al., (2017) menunjukkan bahwa ekonomi sirkular berorientasi pada strategi yang memungkinkan material tetap berada dalam siklus penggunaan, sedangkan Geissdoerfer et al., (2017) menempatkan ekonomi sirkular sebagai pendekatan keberlanjutan yang menghubungkan efisiensi sumber daya dengan pengurangan dampak lingkungan.

Dalam konteks pengelolaan sampah plastik di Desa Padusan, prinsip tersebut diterapkan melalui pencacahan mekanis sebagai tahap pengolahan yang memungkinkan plastik berukuran besar dan bernilai guna rendah dipersiapkan untuk pemanfaatan lebih lanjut (Maddalene et al., 2023; Masluha et al., 2023). Hasil pencacahan kemudian diarahkan untuk produksi ecobrick, sehingga material plastik tidak langsung menjadi residu, tetapi dapat digunakan kembali sebagai bagian dari produk yang memiliki fungsi tertentu. Ecobrick selanjutnya dikembangkan sebagai material untuk bangku taman, elemen lanskap, dan media edukasi lingkungan dalam kawasan Technopark Desa Padusan, sehingga pengelolaan sampah sekaligus memiliki fungsi edukatif dan produktif.

4. Pemberdayaan dan Keberlanjutan Sistem

Teknologi pengelolaan sampah tidak akan menghasilkan manfaat yang berkelanjutan apabila penerapannya tidak diikuti dengan peningkatan kapasitas masyarakat sebagai pengguna. Wilson et al. (2012) menegaskan bahwa keberhasilan sistem pengelolaan sampah tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh keterpaduan aspek teknis, tata kelola, kelembagaan, dan partisipasi masyarakat. Perspektif tersebut menjadi penting dalam penerapan *Single Shaft Hard Plastic Shredder* di Desa Padusan karena keberadaan mesin harus diikuti kemampuan masyarakat dalam mengoperasikan, merawat, dan mengelola teknologi secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada penyediaan mesin, tetapi juga mengintegrasikan pelatihan operasional, praktik langsung, keselamatan kerja, pemeliharaan, pencatatan keuangan, dan penyusunan SOP.

Pendekatan tersebut diarahkan untuk membangun kemampuan masyarakat dalam mengelola keseluruhan proses, mulai dari pemilahan dan pencacahan plastik hingga

pemanfaatan hasilnya sebagai ecobrick. Dengan demikian, masyarakat ditempatkan sebagai pelaku utama pengelolaan teknologi, bukan sekadar penerima bantuan, sehingga terbentuk kapasitas teknis dan manajerial yang mendukung keberlanjutan sistem pengelolaan sampah di Desa Padusan.

C. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain one-group pretest–posttest, yang dipadukan dengan observasi implementasi teknologi dan evaluasi keterampilan praktik. Desain penelitian terdiri atas $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$, yaitu pretest sebelum pelatihan, intervensi berupa pelatihan dan praktik penggunaan *Single Shaft Hard Plastic Shredder*, produksi ecobrick, keselamatan kerja, pemeliharaan mesin, dan manajemen keuangan, serta posttest setelah intervensi. Penelitian dilaksanakan di Desa Padusan dengan melibatkan 17 peserta yang terdiri atas pengelola TPS 3R, perangkat desa, pengelola kawasan wisata, dan perwakilan masyarakat.

Kegiatan penelitian meliputi survei awal dan identifikasi kebutuhan, perancangan serta fabrikasi mesin, uji fungsi dan kapasitas, pelatihan dan praktik pengoperasian mesin, pencacahan plastik, produksi ecobrick, keselamatan dan pemeliharaan mesin, manajemen keuangan, penyusunan SOP, serta monitoring dan evaluasi. Instrumen penelitian meliputi tes pretest–posttest, lembar observasi, dan rubrik unjuk kerja untuk mengukur pengetahuan, kompetensi operasional, keselamatan kerja, pemeliharaan, produksi ecobrick, manajemen keuangan, dan kemandirian peserta dalam menggunakan teknologi. Kinerja mesin dievaluasi melalui uji fungsi dan kapasitas pencacahan dalam satuan kg/jam, sedangkan data pendukung diperoleh melalui dokumentasi.

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan nilai rata-rata, perubahan skor pretest–posttest, persentase peningkatan, dan N-Gain untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta. Kompetensi peserta dan ketercapaian indikator program dianalisis melalui persentase ketercapaian berdasarkan jumlah peserta yang memenuhi kriteria kompetensi dan perbandingan capaian aktual dengan target program. Hasil analisis digunakan untuk menilai efektivitas pelatihan, tingkat kemandirian peserta, kinerja penerapan teknologi, serta kontribusi *Single Shaft Hard Plastic Shredder* terhadap penguatan kapasitas masyarakat dan pengelolaan sampah plastik di Desa Padusan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi *Single Shaft Hard Plastic Shredder*

Implementasi *Single Shaft Hard Plastic Shredder* diawali dengan penyediaan dan pengujian mesin sebagai teknologi utama pengolahan sampah plastik keras di Desa Padusan. Mesin menggunakan mekanisme pencacahan satu poros dengan kombinasi pisau rotor dan pisau statis. Sampah plastik dimasukkan melalui *feed hopper* menuju ruang pencacahan, kemudian dipotong secara mekanis sebelum melewati saringan dan diarahkan ke bak penampung. Hasil pencacahan selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan pendukung produksi ecobrick.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa kondisi mitra mengalami perubahan dari sistem pemilahan manual menuju pengolahan mekanis. Sebelum program, mitra belum memiliki mesin pencacah dan proses reduksi ukuran plastik belum dilakukan. Setelah program, tersedia satu unit *Single Shaft Hard Plastic Shredder* yang dapat digunakan untuk mencacah plastik keras. Pengujian menghasilkan kapasitas rata-rata 45 kg/jam, dengan hasil cacahan yang relatif seragam dan dapat dimanfaatkan dalam produksi ecobrick. Sistem keselamatan juga mulai diperkuat melalui penyediaan SOP dasar penggunaan dan pemeliharaan mesin.

Tabel 3. Hasil Implementasi *Single Shaft Hard Plastic Shredder*

Aspek Pengujian	Kondisi Awal	Kondisi Setelah Program	Hasil
Ketersediaan mesin	Belum tersedia	Tersedia 1 unit mesin	Tercapai
Metode pengolahan	Pemilahan manual	Pencacahan mekanis	Meningkat
Reduksi ukuran	Belum dilakukan	Material dapat dicacah	Berfungsi
Kapasitas pencacahan	0 kg/jam	45 kg/jam	Meningkat
Keseragaman hasil	Tidak tersedia	Relatif seragam	Baik
Pemanfaatan plastik	Terbatas	Bahan produksi ecobrick	Meningkat
Sistem keselamatan	Belum tersedia	Dilengkapi SOP dasar	Tersedia

Hasil tersebut menunjukkan bahwa intervensi teknologi tidak hanya menghasilkan ketersediaan alat, tetapi juga mengubah proses pengolahan plastik dari pemilahan sederhana menjadi pencacahan mekanis. Kapasitas 45 kg/jam menunjukkan bahwa mesin telah berfungsi sesuai tujuan awal, sedangkan hasil cacahan yang lebih kecil dan relatif seragam memudahkan tahap pemanfaatan material untuk ecobrick. Dengan demikian, implementasi teknologi telah menjawab permasalahan utama mitra berupa belum tersedianya teknologi reduksi ukuran plastik keras.

2. Pelaksanaan Pelatihan dan Pengembangan Kompetensi Masyarakat

Pelatihan melibatkan 17 peserta yang terdiri atas pengelola TPS 3R, perangkat desa, pengelola kawasan wisata, dan perwakilan masyarakat Desa Padusan. Materi pelatihan disusun berdasarkan kebutuhan teknis dan manajerial mitra, meliputi pengelolaan sampah plastik, pengenalan komponen mesin, pengoperasian, keselamatan kerja, pemeliharaan, produksi ecobrick, manajemen keuangan, dan perencanaan usaha. Metode yang digunakan meliputi penjelasan konseptual, demonstrasi, praktik langsung, diskusi, simulasi, dan pendampingan.

Tabel 4. Hasil Pelatihan dan Kompetensi Peserta

No.	Materi	Kompetensi yang Dikembangkan	Hasil
1	Pengelolaan sampah plastik	Memahami klasifikasi sampah	Peserta memahami jenis plastik
2	Pengenalan mesin	Mengenali komponen mesin	Peserta mengenali fungsi komponen
3	Pengoperasian mesin	Mengoperasikan mesin	15 peserta mampu secara mandiri
4	Keselamatan kerja	Menggunakan alat secara aman	Kesadaran keselamatan meningkat
5	Pemeliharaan mesin	Melakukan perawatan dasar	14 peserta mencapai kompetensi
6	Produksi ecobrick	Membuat produk ecobrick	Produk contoh berhasil dibuat
7	Manajemen keuangan	Mencatat biaya dan pendapatan	Tersedia format pencatatan
8	Perencanaan usaha	Mengembangkan kegiatan produktif	Tersusun rancangan usaha sederhana

Data tersebut menunjukkan bahwa pelatihan tidak hanya diarahkan pada kemampuan mengoperasikan mesin, tetapi mencakup kompetensi yang diperlukan untuk mempertahankan sistem setelah program selesai. Dari 17 peserta, 15 peserta mampu melakukan pengoperasian dasar secara mandiri, sedangkan 14 peserta mencapai kompetensi pemeliharaan dasar. Selain keterampilan teknis, peserta juga berhasil menghasilkan contoh ecobrick dan menggunakan format pencatatan keuangan berbasis Microsoft Excel.

3. Perubahan Pengetahuan Peserta Berdasarkan Pretest dan Posttest

Sesuai desain *one-group pretest-posttest*, pengukuran pengetahuan dilakukan sebelum dan setelah intervensi. Nilai rata-rata pretest dari 17 peserta adalah 56,53, sedangkan nilai rata-rata posttest meningkat menjadi 85,65. Dengan demikian, terjadi peningkatan absolut sebesar:

$$\Delta X = X_{posttest} - X_{pretest}$$

$$\Delta X = 85,65 - 56,53 = 29,12$$

Artinya, skor rata-rata peserta meningkat sebesar 29,12 poin setelah pelatihan. Data tersebut merupakan hasil yang tercatat dalam laporan kemajuan dan artikel.

Tabel 5. Perbandingan Nilai Pretest dan Posttest

Komponen	Nilai
Jumlah peserta	17
Rata-rata pretest	56,53
Rata-rata posttest	85,65
Perubahan skor	29,12
Persentase peningkatan	51,51%

Persentase peningkatan dihitung berdasarkan rumus yang telah ditetapkan dalam metode:

$$P = \frac{X_{posttest} - X_{pretest}}{X_{pretest}} \times 100\%$$

$$P = \frac{85,65 - 56,53}{56,53} \times 100\%$$

$$P = 51,51\%$$

Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang cukup besar setelah peserta mengikuti pelatihan. Perubahan tersebut sejalan dengan pendekatan pelatihan yang mengombinasikan demonstrasi dan praktik langsung sehingga peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual, tetapi juga mengalami proses penggunaan teknologi secara langsung.

4. Analisis N-Gain

Berdasarkan metode penelitian, peningkatan pengetahuan selanjutnya dianalisis menggunakan N-Gain. Perhitungan dilakukan menggunakan skor maksimum 100:

$$g = \frac{X_{posttest} - X_{pretest}}{X_{maksimum} - X_{pretest}}$$

Sehingga:

$$g = \frac{85,65 - 56,53}{100 - 56,53}$$

$$g = \frac{29,12}{43,47} = 0,67$$

Dengan demikian diperoleh N-Gain sebesar 0,67. Berdasarkan kriteria yang digunakan dalam metode penelitian, nilai 0,30–0,70 termasuk kategori sedang.

Tabel 6. Hasil Analisis N-Gain

Parameter	Nilai
Rata-rata pretest	56,53
Rata-rata posttest	85,65
Skor maksimum	100
N-Gain	0,67
Kategori	Sedang

Nilai N-Gain sebesar 0,67 menunjukkan bahwa intervensi pelatihan memberikan peningkatan pengetahuan pada kategori sedang. Hasil ini memperlihatkan bahwa pelatihan, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan telah memberikan kontribusi terhadap peningkatan pemahaman peserta mengenai teknologi pengolahan sampah plastik. Namun, karena perhitungan menggunakan nilai rata-rata pretest dan posttest, nilai N-Gain tersebut merupakan N-Gain agregat berdasarkan rata-rata kelompok, bukan N-Gain individual masing-masing peserta.

5. Ketercapaian Kompetensi Pengoperasian dan Pemeliharaan

Analisis ketercapaian kompetensi dilakukan berdasarkan jumlah peserta yang mencapai kriteria kompetensi praktik. Hasil observasi menunjukkan bahwa 15 dari 17 peserta mampu melakukan pengoperasian dasar mesin secara mandiri.

$$P_k = \frac{n_k}{N} \times 100\%$$

$$P_k = \frac{15}{17} \times 100\% = 88,24\%$$

Dengan demikian, tingkat ketercapaian kompetensi pengoperasian dasar mencapai 88,24%. Sementara itu, dua peserta atau 11,76% masih membutuhkan pendampingan, terutama pada pemeriksaan komponen, penanganan gangguan sederhana, dan pemeliharaan berkala.

Tabel 7. Ketercapaian Kompetensi Peserta

Kompetensi	Peserta Mencapai	Jumlah Peserta	Persentase
Pengoperasian dasar mesin	15	17	88,24%
Belum mandiri pengoperasian	2	17	11,76%
Pemeliharaan dasar	14	17	82,35%
Masih memerlukan penguatan pemeliharaan	3	17	17,65%

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan pengetahuan yang terlihat pada posttest juga diikuti oleh keterampilan praktik. Akan tetapi, persentase penguasaan pemeliharaan dasar masih lebih rendah dibandingkan pengoperasian mesin. Hal tersebut menunjukkan bahwa keberlanjutan teknologi membutuhkan pendampingan lanjutan, terutama terkait pemeriksaan komponen, perawatan berkala, dan penanganan gangguan sederhana.

6. Pemanfaatan Hasil Cacahan dan Produksi Ecobrick

Hasil pencacahan plastik selanjutnya dimanfaatkan dalam praktik produksi ecobrick. Kondisi awal menunjukkan bahwa plastik memiliki nilai guna yang terbatas karena belum tersedia teknologi reduksi ukuran maupun sistem pemanfaatan lanjutan. Setelah implementasi mesin, hasil cacahan diarahkan sebagai bahan pendukung produksi ecobrick dan telah berhasil dibuat produk contoh.

Perubahan tersebut menunjukkan bahwa intervensi tidak berhenti pada proses pengurangan volume plastik. Hasil pencacahan menjadi bagian dari rantai pemanfaatan material melalui produksi ecobrick. Dalam konteks Technopark Desa Padusan, ecobrick dirancang untuk mendukung fungsi infrastruktur ringan, elemen lanskap, dan media edukasi lingkungan. Dengan demikian, teknologi pencacahan menjadi tahap antara yang menghubungkan persoalan sampah dengan pemanfaatan kembali material.

7. Penguatan Manajemen, SOP, dan Sistem Pengelolaan

Selain intervensi teknologi, program menghasilkan beberapa komponen pendukung keberlanjutan. Pelatihan manajemen keuangan menghasilkan format pencatatan berbasis Microsoft Excel yang dapat digunakan untuk mencatat biaya dan pendapatan. Program juga menghasilkan SOP dasar untuk penggunaan dan pemeliharaan mesin. Pada aspek kelembagaan, model awal integrasi pengolahan sampah dengan Technopark telah mulai dikembangkan.

Tabel 8. Ketercapaian Indikator Program

Indikator	Target	Capaian	Persentase
Mesin pencacah tersedia	1 unit	1 unit	100%
Pelaksanaan pelatihan	17 peserta	17 peserta	100%
Kompetensi pengoperasian	≥80%	88,24%	110,30% dari target
Produksi contoh ecobrick	Tersedia	Tersedia	100%
Pencatatan keuangan	Tersedia	Tersedia	100%
Penyusunan SOP	1 dokumen	1 dokumen	100%
Integrasi Technopark	Model awal	Model awal tersedia	90%

Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar indikator program telah mencapai target. Ketersediaan mesin, pelaksanaan pelatihan, produksi contoh ecobrick, pencatatan keuangan, dan penyusunan SOP mencapai 100%. Kompetensi pengoperasian mencapai 88,24%, melampaui target minimal 80%. Sementara itu, integrasi Technopark mencapai 90% karena masih memerlukan pengembangan infrastruktur, media interpretasi, dan penguatan kelembagaan.

8. Perubahan Kondisi Mitra

Secara keseluruhan, implementasi program menghasilkan perubahan pada aspek teknologi, pengolahan plastik, pemanfaatan material, keterampilan, kejselamatan kerja, manajemen, kelembagaan, dan edukasi wisata.

Tabel 9. Perubahan Kondisi Mitra Sebelum dan Sesudah Program

Aspek	Sebelum Program	Sesudah Program	Perubahan
Teknologi	Belum memiliki mesin	Memiliki mesin pencacah	Teknologi tersedia
Pengolahan plastik	Pemilahan sederhana	Pencacahan mekanis	Lebih efisien
Pemanfaatan plastik	Terbatas	Digunakan untuk ecobrick	Nilai guna meningkat
Keterampilan	Terbatas	Mampu mengoperasikan mesin	Kapasitas meningkat
Keselamatan kerja	Belum terstruktur	Menggunakan prosedur dasar	Lebih sistematis
Manajemen	Belum memiliki pencatatan	Menggunakan format Excel	Lebih terorganisasi

Kelembagaan	Belum terintegrasi	Mulai dikembangkan	Lebih terarah
Edukasi wisata	Belum tersedia	Diintegrasikan dengan Technopark	Memiliki nilai edukatif

Perubahan tersebut menunjukkan bahwa intervensi telah bergerak dari pendekatan yang berorientasi pada pengadaan mesin menuju sistem yang mengintegrasikan teknologi, kompetensi masyarakat, pemanfaatan material, manajemen, dan edukasi. Hal ini sesuai dengan tujuan penelitian yang tidak hanya menganalisis kinerja awal mesin, tetapi juga perubahan kompetensi dan hasil implementasi dalam bentuk ecobrick, SOP, pencatatan keuangan, dan model awal Technopark.

5. Implementasi dan Kinerja *Single Shaft Hard Plastic Shredder* dalam Pengolahan Sampah Plastik Keras

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum program, mitra belum memiliki teknologi pencacahan plastik keras sehingga pengelolaan masih berorientasi pada pemilahan dan penanganan sederhana. Setelah intervensi, tersedia satu unit *Single Shaft Hard Plastic Shredder* yang dapat digunakan untuk melakukan reduksi ukuran plastik dengan kapasitas rata-rata 45 kg/jam. Hasil cacahan relatif seragam dan selanjutnya diarahkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pendukung produksi ecobrick. Kondisi tersebut menunjukkan adanya perubahan dari sistem pengelolaan berbasis pemilahan menuju proses pengolahan mekanis yang lebih terstruktur.

Temuan tersebut relevan dengan karakteristik persoalan pengelolaan sampah plastik di Indonesia. Zahrah et al. (2024) menunjukkan bahwa plastik merupakan salah satu komponen penting dalam sampah perkotaan Indonesia, sementara sebagian besar sampah plastik belum tertangani secara optimal dan aktivitas daur ulang masih banyak bergantung pada sektor informal. Dalam konteks yang lebih luas, Geyer et al., (2017) menunjukkan besarnya akumulasi produksi plastik global dan konsekuensi limbah yang ditimbulkannya, sedangkan Jambeck et al. (2015) memperlihatkan bahwa pengelolaan sampah daratan yang tidak memadai dapat berkontribusi terhadap masuknya plastik ke lingkungan perairan. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa penyediaan teknologi pengolahan pada tingkat lokal merupakan salah satu bagian penting dalam memperkuat rantai pengelolaan material.

Dari perspektif pengolahan mekanis, hasil penelitian menunjukkan bahwa *Single Shaft Hard Plastic Shredder* berfungsi sebagai tahap reduksi ukuran sebelum material digunakan kembali. Hopewell et al. (2009) menjelaskan bahwa daur ulang plastik memerlukan serangkaian proses pengumpulan, pemilahan, pengolahan, dan pemanfaatan kembali material. Ratnawati et al. (2026) juga menunjukkan bahwa pengolahan mekanis merupakan salah satu rute penting dalam pengelolaan limbah plastik, sedangkan Singh et al. (2017) menempatkan proses pencacahan dan pengolahan mekanis sebagai bagian penting dari rantai daur ulang plastik. Dengan demikian, kapasitas 45 kg/jam yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi yang diterapkan telah mampu menjalankan fungsi utamanya sebagai teknologi reduksi ukuran pada tingkat komunitas.

Namun, peningkatan kapasitas pengolahan tidak dapat dipahami hanya sebagai persoalan teknis. Maddalene et al. (2023) menekankan pentingnya melihat sirkularitas sebagai sistem yang dapat diukur dan dibandingkan pada tingkat wilayah, sehingga intervensi pengelolaan plastik perlu dikaitkan dengan sistem yang lebih luas. Ramli et al., (2024) melalui kajian sistematis pada negara berkembang juga mengidentifikasi empat tema utama dalam pengelolaan plastik berbasis ekonomi sirkular, yaitu strategi ekonomi sirkular, kebijakan dan regulasi, keterlibatan masyarakat, serta inovasi teknologi. Temuan penelitian Padusan memperlihatkan keempat aspek tersebut mulai terhubung melalui penggunaan teknologi pencacahan, pelibatan masyarakat, pemanfaatan hasil cacahan, dan pengembangan sistem pengelolaan.

Meskipun demikian, penggunaan teknologi mekanis juga perlu memperhatikan aspek lingkungan. Suzuki et al. (2024) menunjukkan bahwa proses *mechanical recycling* dapat menjadi salah satu sumber pelepasan mikroplastik apabila proses pengolahan tidak dilengkapi pengendalian yang memadai. Studi tersebut menemukan bahwa fragmentasi plastik selama proses daur ulang mekanis dapat menghasilkan mikroplastik yang berpotensi masuk ke lingkungan perairan. Temuan tersebut memberikan implikasi penting bagi pengoperasian *Single Shaft Hard Plastic Shredder* di Padusan, yaitu perlunya pengendalian debu dan fragmen plastik, kebersihan area kerja, penggunaan alat pelindung diri, serta pemeliharaan mesin. Dengan demikian, teknologi pencacahan tidak hanya harus dinilai berdasarkan kapasitas 45 kg/jam, tetapi juga berdasarkan keamanan operasional dan pengendalian residu.

Suzuki et al., (2022) memperluas temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa pelepasan mikroplastik dari aktivitas *mechanical recycling* dapat menjadi isu lingkungan yang perlu mendapat perhatian dalam pengembangan sistem daur ulang. Oleh sebab itu, keberadaan SOP yang dihasilkan dalam program Padusan menjadi penting. SOP tidak hanya berfungsi sebagai pedoman penggunaan mesin, tetapi juga sebagai instrumen untuk menjaga prosedur keselamatan, pemeliharaan, dan pengendalian proses

6. Peningkatan Kompetensi Masyarakat melalui Pelatihan dan Praktik Teknologi

Penelitian melibatkan 17 peserta yang terdiri atas pengelola TPS 3R, perangkat desa, pengelola kawasan wisata, dan perwakilan masyarakat. Pelatihan mencakup pengelolaan sampah plastik, pengenalan komponen mesin, pengoperasian, keselamatan kerja, pemeliharaan, produksi ecobrick, manajemen keuangan, dan perencanaan usaha. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata peserta meningkat dari 56,53 pada pretest menjadi 85,65 pada posttest, dengan perubahan sebesar 29,12 poin.

Peningkatan tersebut dapat dipahami melalui karakteristik pelatihan yang menggabungkan penjelasan, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan. Model seperti ini memungkinkan peserta menghubungkan pengetahuan dengan pengalaman penggunaan teknologi. Temuan ini sejalan dengan Pambudi et al., (2025), yang menunjukkan bahwa keberlanjutan pengelolaan plastik dalam perspektif ekonomi sirkular perlu memperhatikan dimensi sosial, ekonomi, lingkungan, kelembagaan, dan teknis. Penelitian tersebut secara khusus menempatkan perspektif masyarakat sebagai bagian penting dalam pengembangan sistem pengelolaan plastik berkelanjutan di Indonesia.

Wilson et al. (2012) juga menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah tidak hanya ditentukan oleh teknologi, tetapi berkaitan dengan aspek kelembagaan, tata kelola, dan keterlibatan masyarakat. Hal tersebut relevan dengan temuan penelitian karena peserta tidak hanya dilatih untuk menjalankan mesin, tetapi juga diberi pemahaman mengenai keselamatan, pemeliharaan, produksi ecobrick, dan manajemen keuangan. Dengan demikian, peningkatan kompetensi yang terjadi bersifat lebih luas daripada sekadar kemampuan mengoperasikan mesin.

Zahrah et al. (2024) menunjukkan bahwa pengelolaan sampah plastik di Indonesia menghadapi persoalan struktural, termasuk keterbatasan pengumpulan dan ketergantungan terhadap aktor informal. Temuan tersebut memperkuat pentingnya membangun kapasitas aktor lokal agar sistem pengelolaan tidak hanya bergantung pada infrastruktur eksternal. Ratnawati et al. (2026) juga menekankan pentingnya integrasi kebijakan, partisipasi berbagai pemangku kepentingan, dan model pengelolaan plastik yang lebih terintegrasi dalam konteks Indonesia.

7. Pemanfaatan Plastik, Ecobrick, SOP, Manajemen Keuangan, dan Integrasi Technopark sebagai Penguatan Sistem Pengelolaan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa plastik hasil pencacahan dimanfaatkan sebagai bahan pendukung produksi ecobrick. Program juga menghasilkan contoh ecobrick, format pencatatan keuangan berbasis Microsoft Excel, SOP dasar, serta model awal integrasi pengelolaan sampah dengan Technopark Desa Padusan. Pemanfaatan ecobrick memperlihatkan bahwa intervensi tidak berhenti pada proses reduksi ukuran plastik. Dalam perspektif ekonomi sirkular, material yang sebelumnya dipandang sebagai limbah diarahkan kembali menjadi bagian dari produk yang memiliki fungsi. Kirchherr et al. (2017) menjelaskan bahwa ekonomi sirkular berorientasi pada strategi untuk mempertahankan material dan produk dalam siklus penggunaan selama mungkin. Geissdoerfer et al. (2017) juga menempatkan ekonomi sirkular sebagai paradigma yang menghubungkan efisiensi penggunaan sumber daya dengan tujuan keberlanjutan.

Dalam konteks Padusan, prinsip tersebut diwujudkan melalui rangkaian plastik wisata → pencacahan → material cacahan → ecobrick → pemanfaatan pada lingkungan Technopark Maddalene et al. (2023) menekankan pentingnya pendekatan sirkular pada tingkat wilayah untuk mencegah pencemaran plastik. Model Padusan memiliki kesesuaian dengan pendekatan tersebut karena pengolahan material tidak dipisahkan dari konteks wilayah dan aktivitas wisata.

Temuan mengenai ecobrick juga konsisten dengan beberapa kegiatan pemberdayaan masyarakat di Indonesia. Isnaeni et al. (2023) menunjukkan bahwa ecobrick dapat menjadi inovasi untuk mengurangi sampah plastik di tingkat desa dan mengubah material plastik menjadi benda yang memiliki fungsi. Sufiyanto et al. (2022) menunjukkan bahwa program ecobrick di tingkat desa dapat digunakan sebagai pendekatan untuk mengurangi sampah plastik sekaligus meningkatkan kreativitas dan produktivitas masyarakat. Masluha et al. (2023) bahkan menunjukkan hubungan ecobrick dengan pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pelatihan, pendampingan, dan pemanfaatan plastik sebagai sumber daya yang dapat menghasilkan produk bernilai.

Brahmana et al. (2026) memberikan konteks yang sangat dekat dengan penelitian ini karena mengkaji pemberdayaan ekonomi masyarakat Desa Negeri Tongging melalui ekonomi sirkular dan ecobrick pada wilayah wisata. Penelitian tersebut menunjukkan relevansi pengelolaan sampah plastik dengan pemberdayaan masyarakat di desa wisata. Kesamaan konteks tersebut memperkuat bahwa pengelolaan plastik di kawasan wisata dapat diarahkan tidak hanya pada pengurangan sampah, tetapi juga pada penciptaan aktivitas edukatif dan produktif.

Pada aspek manajemen, program Padusan menghasilkan format pencatatan biaya dan pendapatan berbasis Microsoft Excel. Komponen ini penting karena sistem pengolahan sampah berbasis teknologi membutuhkan biaya listrik, pemeliharaan, penggantian komponen, dan pengelolaan produksi. Dengan pencatatan sederhana, pengelola dapat mulai mengetahui hubungan antara input, biaya operasional, volume produksi, dan potensi nilai ekonomi. Pendekatan tersebut sejalan dengan Pambudi et al. (2025), yang menempatkan dimensi ekonomi dan kelembagaan sebagai bagian dari keberlanjutan pengelolaan plastik. Ramli et al. (2024) juga menunjukkan bahwa inovasi teknologi tidak dapat dipisahkan dari strategi ekonomi sirkular, keterlibatan masyarakat, serta kebijakan dan regulasi.

Pada tingkat yang lebih makro, Ratnawati et al. (2026) menunjukkan bahwa Indonesia masih membutuhkan integrasi kebijakan dan koordinasi berbagai pemangku kepentingan untuk memperkuat ekonomi sirkular plastik. Sementara itu, Kaza et al. (2018) menunjukkan bahwa peningkatan timbulan sampah global membutuhkan penguatan sistem pengelolaan dari tingkat lokal hingga nasional. Dengan demikian, pengembangan model pengelolaan

sampah di tingkat desa seperti Padusan dapat dipandang sebagai bagian dari upaya memperkuat sistem pengelolaan dari bawah.

Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa program Padusan menghasilkan sistem yang terdiri atas empat komponen utama, yaitu teknologi, manusia, material, dan manajemen. Teknologi menyediakan kemampuan pencacahan; masyarakat menyediakan kapasitas operasional; ecobrick menyediakan jalur pemanfaatan material; sedangkan SOP dan pencatatan keuangan menyediakan mekanisme pengelolaan. Kombinasi tersebut lebih dekat dengan konsep ekonomi sirkular dibandingkan pendekatan yang hanya menyediakan mesin.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian, dan hasil implementasi Single Shaft Hard Plastic Shredder di Desa Padusan, dapat disimpulkan bahwa (1) implementasi teknologi berhasil mengubah proses pengolahan sampah plastik keras dari pemilahan manual menjadi pencacahan mekanis dengan kapasitas rata-rata 45 kg/jam, menghasilkan cacahan yang relatif seragam dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pendukung produksi ecobrick; (2) pelatihan dan praktik teknologi terhadap 17 peserta meningkatkan pengetahuan, ditunjukkan oleh kenaikan nilai rata-rata pretest dari 56,53 menjadi 85,65, atau meningkat 29,12 poin (51,51%), dengan nilai N-Gain 0,67 dalam kategori sedang, serta meningkatkan keterampilan praktik dengan 15 peserta (88,24%) mampu mengoperasikan mesin secara mandiri dan 14 peserta (82,35%) mampu melakukan pemeliharaan dasar; dan (3) implementasi teknologi berhasil memperkuat sistem pengelolaan melalui produksi ecobrick, penyusunan SOP, pencatatan keuangan berbasis Microsoft Excel, dan pengembangan awal integrasi Technopark, dengan capaian produksi ecobrick, pencatatan keuangan, dan SOP masing-masing 100%, sedangkan integrasi Technopark mencapai 90%, sehingga terbentuk model awal pengelolaan sampah plastik yang mengintegrasikan teknologi, kompetensi masyarakat, pemanfaatan material, dan manajemen.

DAFTAR PUSTAKA

- Brahmana, M. F., Aisyah, S., Insyirah, H. F., Syahputra, M. Y., & Panjaitan, F. A. (2026). Pemberdayaan ekonomi masyarakat Desa Negeri Tongging melalui ekonomi sirkular: Program tukar sampah & ecobrick. *Nusantara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 376–390. <https://doi.org/10.55606/nusantara.v6i2.8403>
- Galloway, T. S., Cole, M., & Lewis, C. (2017). Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nature Ecology & Evolution*, 1, 116. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Gössling, S., Hall, C. M., Peeters, P., & Scott, D. (2010). The future of tourism: Can tourism growth and climate policy be reconciled? A mitigation perspective. *Tourism Recreation Research*, 35(2), 119–130. <https://doi.org/10.1080/02508281.2010.11081628>
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: Challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2115–2126. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0311>
- Isnaeni, I., Ramadhania, A., Pauji, L. Y., Pian, F. O., Syabani, R. N., Anggraini, N., Hartini,

- S., Sholikha, N., Anggraini, N. D., Hasibuan, B. N. K., & Martahayu, V. (2023). Ecobrick innovation: Creative solution to reduce plastic waste in Kacung Village. *Community Empowerment*, 8(11), 1923–1928. <https://doi.org/10.31603/ce.10637>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Maddalene, T., Youngblood, K., Abas, A., Browder, K., Cecchini, E., Finder, S., Gaidhani, S., Handayani, W., Hoang, N. X., Jaiswal, K., Martin, E., Menon, S., O'Brien, Q., Roy, P., Septiarani, B., Trung, N. H., Voltmer, C., Werner, M., Wong, R., & Jambeck, J. R. (2023). Circularity in cities: A comparative tool to inform prevention of plastic pollution. *Resources, Conservation and Recycling*, 198, 107156. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107156>
- Masluha, S., Hendra, J., & Rahmansyah, A. I. (2023). Ecobrick innovation for economic empowerment and sustainable plastic waste management. *International Journal of Community Service Implementation*, 1(3). <https://doi.org/10.55227/ijcsi.v1i3.181>
- Pambudi, N. F., Simatupang, T. M., Samarakoon, S. M. K., Mulyono, N. B., Ratnayake, R. M. C., & Okdinawati, L. (2025). Enhancing public participation in plastic waste management for a sustainable circular economy: Insights from Indonesia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 27, 3366–3389. <https://doi.org/10.1007/s10163-025-02294-5>
- Ramli, A. H. M., Manaf, L. A., Zulkeflee, Z., & Andriyono, S. (2024). Advancing circular economy approaches in plastic waste management: A systematic literature review in developing economies. *Sustainable Production and Consumption*, 51, 420–431. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.08.018>
- Ratnawati, R. V., Wijoyo, S., Purwono, R., Rahmah, M., & Permanasari, T. (2026). Indonesia's circular economy framework for plastic waste: Policy design to attain self-sufficiency in recyclable materials. *Journal of Law, Environmental and Justice*, 4(1), 245–277. <https://doi.org/10.62264/jlej.v4i1.270>
- Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., & Kaye, S. (2013). Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets. *Environmental Science & Technology*, 47(3), 1646–1654. <https://doi.org/10.1021/es303700s>
- Singh, N., Hui, D., Singh, R., Ahuja, I. P. S., Feo, L., & Fraternali, F. (2017). Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications. *Composites Part B: Engineering*, 115, 409–422. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.09.013>
- Sufiyanto, M. I., Handoko, L., Mulyani, S., & Ummah, F. (2022). Ecobrick: A solution for plastic waste to establish zero waste village in Pamekasan Regency. *Indonesian Journal of Community Services CEL*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.70110/ijcsc.v1i1.1>
- Suzuki, G., Uchida, N., Tanaka, K., Higashi, O., Takahashi, Y., Kuramochi, H., Yamaguchi, N., & Osako, M. (2024). Global discharge of microplastics from mechanical recycling of plastic waste. *Environmental Pollution*, 348, 123855. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123855>
- Suzuki, G., Uchida, N., Tuyen, L. H., Tanaka, K., Matsukami, H., Kunisue, T., Takahashi, S., Viet, P. H., Kuramochi, H., & Osako, M. (2022). Mechanical recycling of plastic waste as a point source of microplastic pollution. *Environmental Pollution*, 303,

119114. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119114>
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 14(1), 58–67. <https://doi.org/10.33658/jl.v14i1.109>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C. A., & Alabaster, G. (2012). Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. *Waste Management & Research*, 30(3), 237–254. <https://doi.org/10.1177/0734242X12437569>
- Zahrah, Y., Yu, J., & Liu, X. (2024). How Indonesia's cities are grappling with plastic waste: An integrated approach towards sustainable plastic waste management. *Sustainability*, 16(10), 3921. <https://doi.org/10.3390/su16103921>