

TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK: TINJAUAN LITERATUR TERHADAP METODE ECOBRICK, PIROLISIS, DAN PAVING BLOCK SEBAGAI SOLUSI BERKELANJUTAN

Aditya Putra Basir¹, Ruwiyah Abdurasid², Abdullah Samima³
^{1,2,3}Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, UBN
Email: adityabasir88@gmail.com

ABSTRAK

Sampah plastik merupakan permasalahan lingkungan global yang semakin mendesak, dengan Indonesia berada di posisi kedua sebagai penghasil sampah plastik terbesar di dunia dengan volume mencapai 66 juta ton per tahun. Artikel ini bertujuan untuk meninjau berbagai teknologi pengolahan sampah plastik yang telah dikembangkan dalam lima tahun terakhir, meliputi metode ecobrick, pirolisis, dan pembuatan paving block. Metode penelitian ini adalah tinjauan literatur sistematis terhadap 9 artikel jurnal yang diterbitkan pada periode 2019–2024. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa ketiga metode tersebut memiliki keunggulan masing-masing: ecobrick efektif untuk pengolahan skala rumah tangga dengan nilai tambah ekonomi, pirolisis mampu mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif dengan nilai kalor tinggi, dan paving block menawarkan solusi konstruksi berkelanjutan. Namun, setiap metode juga memiliki keterbatasan dalam hal skalabilitas, biaya investasi, dan keberlanjutan program. Kesimpulan dari tinjauan ini adalah perlunya pendekatan integratif yang menggabungkan ketiga metode sesuai dengan konteks lokal, ketersediaan infrastruktur, dan kapasitas masyarakat untuk mencapai pengelolaan sampah plastik yang berkelanjutan.

Kata Kunci: sampah plastik, ecobrick, pirolisis, paving block, daur ulang, pengelolaan berkelanjutan

PENDAHULUAN

Sampah plastik telah menjadi salah satu tantangan lingkungan terbesar abad ke-21. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021, Indonesia menghasilkan sekitar 66 juta ton sampah plastik per tahun, menjadikannya negara dengan produksi sampah plastik terbesar kedua di dunia setelah China (187,2 juta ton) (Saleh et al., 2023; Sari et al., 2023). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melaporkan bahwa komposisi sampah plastik di Indonesia meningkat 6% per tahun sejak tahun 2000, menunjukkan tren pertumbuhan yang mengkhawatirkan (Saleh et al., 2023). Permasalahan sampah plastik tidak hanya terkait dengan volume, tetapi juga dengan sifatnya yang sulit terurai. Plastik memerlukan waktu ratusan hingga ribuan tahun untuk terurai secara alami, dan selama proses tersebut dapat melepaskan zat-zat kimia berbahaya yang mencemari tanah, air, dan udara (Suliantini et al., 2022; Istirokhatun & Nugraha, 2019). Sampah plastik yang dibakar menghasilkan polusi udara, sementara yang dibuang sembarangan menyumbat saluran air dan mengancam ekosistem perairan (Sari et al., 2023; Utami & Ningrum, 2020).

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menegaskan kewajiban produsen untuk mengelola kemasan dan barang yang sulit atau tidak dapat terurai oleh proses alam. Namun, implementasi di lapangan masih menghadapi berbagai kendala, termasuk rendahnya kesadaran masyarakat, keterbatasan infrastruktur, dan kurangnya diversifikasi teknologi pengolahan (Utami & Ningrum, 2020; Suraiyah et al., 2024).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan berbagai teknologi pengolahan sampah plastik. Saleh et al. (2023) menganalisis komunikasi pemberdayaan masyarakat melalui ecobrick di Desa Pematang Johar, menemukan bahwa pendekatan interpersonal melalui jaringan sosial lokal efektif dalam mengubah perilaku pengelolaan sampah. Sari et al. (2023) melakukan edukasi ecobrick di Desa Lengkon, menunjukkan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah berbasis 4R (Reduce, Reuse, Recycle, Replace). Di sisi teknologi konversi energi, Lubis et al. (2022) menguji proses pirolisis pada sampah plastik jenis HDPE dan PET, menghasilkan minyak bahan bakar alternatif dengan rendemen berbeda-beda. Utami & Ningrum (2020) menganalisis proses pengolahan sampah plastik di UD Nialdho Plastik Kota Madiun, mengidentifikasi empat tahap utama: pengepulan, penyortiran, pengepakan, dan pendistribusian. Untuk aplikasi konstruksi, Suraiyah et al. (2024) melatih masyarakat Desa Rowogempol membuat paving block dari sampah plastik, sementara Suliartini et al. (2022) mengembangkan ecobrick sebagai material arsitektural alternatif di Desa Ranjok. Adiyanto et al. (2024) melakukan pendampingan community development untuk pengolahan sampah plastik menjadi ecobrick melalui Kelompok Sedekah Sampah (KSS) Berkah Bersama.

Tujuan dari artikel ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan berbagai teknologi pengolahan sampah plastik (ecobrick, pirolisis, dan paving block) berdasarkan literatur ilmiah terkini, serta mengidentifikasi faktor-faktor kunci keberhasilan implementasinya.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis (systematic literature review) terhadap artikel-artikel jurnal ilmiah yang telah dipublikasikan dalam periode 2019–2024. Pendekatan ini dipilih untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis temuan-temuan penelitian terdahulu mengenai teknologi pengolahan sampah plastik.

Sumber Data

Data primer dalam penelitian ini berupa 9 artikel jurnal ilmiah yang telah diunggah, meliputi:

Table 1. Sumber Data Penelitian

No	Penulis & Tahun	Judul	Metode Utama	Lokasi
1	Saleh et al. (2023)	Komunikasi Pemberdayaan Masyarakat Desa Pematang Johar dalam Pengelolaan Sampah Plastik Berbasis Ecobrick	Kualitatif deskriptif	Deli Serdang, Sumatera Utara
2	Sari et al. (2023)	Edukasi dan Sosialisasi Pengelolaan Sampah Plastik Menjadi Ecobrick	Pengabdian masyarakat	Kota Langsa, Aceh
3	Utami Ningrum (2020)	Proses Pengolahan Sampah Plastik di UD Nialdho Plastik Kota	Kualitatif deskriptif	Kota Madiun, Jawa Timur

No	Penulis & Tahun	Judul	Metode Utama	Lokasi
		Madiun		
4	Suliantini et al. (2022)	Pengolahan Sampah Anorganik Melalui Ecobrick Sebagai Upaya Mengurangi Limbah Plastik	Pengabdian masyarakat (KKN)	Lombok Barat, NTB
5	Istirokhatun & Nugraha (2019)	Pelatihan Pembuatan Ecobricks Sebagai Sampah Plastik di RT 01/RW 05 Kelurahan Kramas	Pengabdian masyarakat	Semarang, Jawa Tengah
6	Lubis et al. (2022)	Pengolahan Sampah Plastik HDPE dan PET Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis	Eksperimental kuantitatif	Pontianak, Kalimantan Barat
7	Suraiyah et al. (2024)	Pelatihan Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Paving Block di Desa Rowogempol	Pengabdian masyarakat	Pasuruan, Jawa Timur
8	Adiyanto et al. (2024)	Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Ecobrick Sebagai Upaya Pemanfaatan Kembali Sampah Plastik	Community Development	Bantul, DIY

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan model interaktif Miles dan Huberman (2009) yang terdiri dari tiga tahap:

- Reduksi data: Pemilihan informasi relevan dari setiap artikel terkait jenis teknologi, proses pengolahan, hasil, dan faktor keberhasilan.
- Penyajian data: Pengelompokan temuan berdasarkan kategori teknologi (ecobrick, pirolisis, paving block) dalam matriks komparatif.
- Penarikan kesimpulan/verifikasi: Sintesis temuan untuk mengidentifikasi pola, keunggulan, keterbatasan, dan rekomendasi.
- Kerangka Analisis
- Tinjauan ini menggunakan kerangka analisis berbasis lima dimensi:
- Dimensi teknis: Kompleksitas proses, peralatan, dan keterampilan yang diperlukan
- Dimensi ekonomis: Biaya investasi, nilai tambah produk, dan potensi pendapatan
- Dimensi lingkungan: Efektivitas pengurangan sampah dan dampak lingkungan
- Dimensi sosial: Partisipasi masyarakat dan pemberdayaan komunitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Teknologi Pengolahan Sampah Plastik

Berdasarkan tinjauan literatur, teknologi pengolahan sampah plastik dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama:

1. Metode Ecobrick

Ecobrick merupakan teknologi pengolahan sampah plastik dengan memadatkan sampah plastik bersih dan kering ke dalam botol plastik bekas hingga mencapai kepadatan tertentu (Istirokhatun & Nugraha, 2019; Suliartini et al., 2022). Berdasarkan 5 artikel yang meninjau metode ini, karakteristik ecobrick dapat dirangkum sebagai berikut:

Proses Pembuatan:

1. Persiapan botol plastik bekas (ukuran seragam) dan sampah plastik bersih/kering
2. Pengguntingan sampah plastik menjadi ukuran kecil
3. Pemadatan sampah ke dalam botol menggunakan alat bantu (tongkat bambu/kayu)
4. Penimbangan untuk memastikan kepadatan minimum (175 gram untuk botol 500 ml, 350 gram untuk 1 liter, 525 gram untuk 1,5 liter)
5. Pengikatan botol-botol untuk membentuk produk (kursi, meja, dinding, pot tanaman)

Aplikasi dan Hasil:

Saleh et al. (2023) melaporkan Bank Sampah Suka Mulia di Desa Pematang Johar mengelola ecobrick menjadi sofa, gapura selamat datang, dan media tanam, dengan harga ecobrick Rp 2.000 per botol 600 ml. Suliartini et al. (2022) berhasil membuat kursi dari 21 botol ecobrick di Desa Ranjok, meskipun kendala waktu membatasi produksi meja dan hiasan dinding. Adiyanto et al. (2024) melalui KSS Berkah Bersama menunjukkan peningkatan signifikan pada 4 indikator evaluasi: kreativitas (dari ~20% menjadi ~80%), pengetahuan (~30% menjadi ~75%), keberlanjutan (~20% menjadi ~85%), dan manfaat (~25% menjadi ~90%).

Keunggulan dari metode ini adalah teknik sederhana dan mudah dipahami berbagai kalangan, Biaya investasi minimal (peralatan seadanya: gunting, tongkat pemadat, selotip), Potensi nilai tambah ekonomi melalui kerajinan dan fungsi arsitektural, serta dapat mengubah perilaku masyarakat dari pembuang menjadi pengolah sampah.

Keterbatasan metode ini memerlukan waktu yang cukup lama untuk pemadatan, Kepadatan yang tidak konsisten dapat mempengaruhi kekuatan struktural, serta Skalabilitas terbatas untuk proyek konstruksi besar.

2. Metode Pirolisis

Pirolisis adalah proses degradasi termal bahan plastik pada suhu tinggi (300–500°C) tanpa oksigen, menghasilkan produk cair (minyak), gas, dan residu padat (Lubis et al., 2022).

Proses dan Parameter:

Suhu operasi: 134°C–200°C (penelitian Lubis et al., 2022) hingga 300–500°C (teoritis), Waktu reaksi: 120 menit, Sampel: 500 gram plastik jenis HDPE dan PET dengan 3 kali pengulangan. HDPE menghasilkan minyak lebih banyak (11,37% vs 4,29%) dengan viskositas lebih rendah (0,77 cP vs 1,2 cP), menunjukkan kualitas lebih baik untuk bahan bakar. Densitas HDPE (769 kg/m³) mendekati spesifikasi bensin 88 (SNI 3506-2017: 715–770 kg/m³), sementara PET lebih mendekati minyak

tanah. Uji Mann-Whitney menunjukkan tidak ada perbedaan nyata ($p\text{-value} = 0,081 > \alpha = 0,05$), namun secara kuantitatif HDPE lebih unggul.

Keunggulan dari metode ini adalah konversi sampah menjadi bahan bakar bernilai ekonomi tinggi. Mengurangi volume sampah secara signifikan (potensi 90 kg/bulan atau 1.080 kg/tahun untuk skala 3 kg/hari) serta sesuai dengan konsep 3R dan zero waste. Residu wax dari HDPE dapat diolah menjadi bahan bakar padat alternatif.

Keterbatasan dari metode ini adalah memerlukan investasi peralatan reaktor pirolisis yang cukup mahal. Proses membutuhkan pengawasan teknis dan keamanan (suhu tinggi, tekanan). Emisi gas perlu dikendalikan serta tidak semua jenis plastik cocok (PET menghasilkan char/arang, bukan minyak).

3. Metode Paving Block

Paving block dari sampah plastik merupakan teknologi daur ulang mekanis dengan mencampur plastik leleh dengan agregat (pasir, semen) untuk produk konstruksi (Suraiyah et al., 2024).

Proses Pembuatan (Suraiyah et al., 2024):

- Pengumpulan dan pemilahan sampah plastik berdasarkan jenis
- Pelelehan sampah plastik menggunakan drum aluminium dan kompor
- Pencampuran plastik leleh dengan pasir dan semen
- Pencetakan menggunakan cetakan paving block
- Pendinginan dan pengerasan

Hasil penelitian Suriyah et al. (2024) menunjukkan bahwa 500 gram sampah plastik menghasilkan 10 paving block dengan campuran pasir dan semen. Masyarakat Desa Rowogempol mampu membuat paving block secara mandiri setelah pelatihan. Produk digunakan untuk halaman rumah dan infrastruktur desa.

Keunggulan dari metode ini adalah produk memiliki nilai ekonomi dan fungsi konstruksi yang jelas. Mengurangi ketergantungan pada bahan baku paving konvensional (semen). Durabilitas lebih baik terhadap cuaca (plastik tahan air) dan dapat menjadi sumber pendapatan masyarakat.

Keterbatasan dari metode ini adalah memerlukan peralatan pelelehan (drum, kompor) dan cetakan. Proses pelelehan menghasilkan asap yang perlu pengendalian. Kualitas produk bergantung pada komposisi campuran dan skalabilitas membutuhkan koordinasi pemasaran dan distribusi.

Faktor Keberhasilan Implementasi

Faktor-faktor kunci keberhasilan implementasi teknologi pengolahan sampah plastik meliputi:

1. **Pendekatan Komunikasi dan Edukasi** Saleh et al. (2023) menekankan pentingnya komunikasi interpersonal dalam difusi inovasi ecobrick. Sumariono sebagai penggagas menggunakan jaringan murid mengaji untuk menyebarkan ide, mengikuti teori Rogers (1983) tentang saluran komunikasi untuk perubahan perilaku personal. Pendekatan serupa digunakan oleh Sari et al. (2023) dan Istirokhatun & Nugraha (2019) dengan kombinasi sosialisasi, penyuluhan, dan praktik langsung.
2. **Insentif Ekonomi** Keberhasilan Bank Sampah Suka Mulia (Saleh et al., 2023) didukung oleh mekanisme pembayaran Rp 1.000–2.000 per botol ecobrick. Utami & Ningrum (2020) menunjukkan bahwa sistem harga per kilogram berdasarkan jenis plastik (Rp 800–2.500/kg) mendorong partisipasi masyarakat. Tanpa insentif ekonomi, partisipasi cenderung menurun setelah awal antusiasme.

3. **Keterlibatan Lokal dan Kepemimpinan** Adiyanto et al. (2024) menggunakan metode Community Development di mana masyarakat menjadi agen pembangunan. Keberhasilan ini memerlukan kader lokal (seperti Ibu Lia Surya Indra Widjaja di Kelurahan Kramas) untuk menjaga kesinambungan. Suraiyah et al. (2024) menunjukkan peran perangkat desa sebagai fasilitator krusial.
4. **Dukungan Institusional dan Infrastruktur** Suliartini et al. (2022) melaksanakan program dalam kerangka KKN Universitas Mataram, sementara Lubis et al. (2022) menggunakan laboratorium universitas. Dukungan pemerintah desa (Sumariono diangkat sebagai kepala dusun) dan kebijakan lokal (Perda Kota Madiun) memperkuat keberlanjutan.
5. **Monitoring dan Evaluasi Berkelanjutan** Istirokhatun & Nugraha (2019) menerapkan dua tahap monitoring untuk memastikan adopsi teknologi. Adiyanto et al. (2024) menggunakan kuesioner pre-post untuk mengukur perubahan indikator kreativitas, pengetahuan, keberlanjutan, dan manfaat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

Tiga teknologi utama telah dikembangkan untuk pengolahan sampah plastik: ecobrick (pengolahan manual menjadi produk arsitektural/kerajinan), pirolisis (konversi termal menjadi bahan bakar), dan paving block (daur ulang mekanis menjadi material konstruksi). Masing-masing memiliki karakteristik teknis, ekonomis, dan sosial yang berbeda.

Ecobrick merupakan teknologi paling inklusif dengan partisipasi masyarakat tertinggi, biaya investasi minimal, dan potensi pemberdayaan komunitas terbesar. Namun, skalabilitasnya terbatas untuk aplikasi besar dan memerlukan waktu pemadatan yang lama.

Pirolisis menawarkan solusi paling efektif secara kuantitatif dalam pengurangan massa sampah dan konversi menjadi bahan bakar bernilai tinggi. HDPE terbukti lebih unggul daripada PET sebagai feedstock dengan rendemen minyak 11,37% vs 4,29%. Kendalanya adalah biaya investasi peralatan dan kebutuhan keahlian teknis.

Paving block memberikan solusi konstruksi berkelanjutan dengan nilai ekonomi langsung. Keberhasilannya bergantung pada ketersediaan peralatan pelelehan, cetakan, dan pasar produk.

Rekomendasi kebijakan: Diperlukan pendekatan integratif yang menggabungkan ketiga teknologi sesuai konteks lokal ecobrick untuk skala rumah tangga dan pendidikan, pirolisis untuk pusat pengolahan regional, dan paving block untuk koperasi/UKM konstruksi. Pemerintah perlu menyediakan insentif fiskal, pelatihan teknis, dan pengembangan pasar untuk produk daur ulang plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanto, O., Faishal, M., Utami, E., & Bariyah, C. (2024). Pengolahan sampah plastik menjadi ecobrick sebagai upaya pemanfaatan kembali sampah plastik. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 5(2), 331–338. <https://doi.org/10.33474/jp2m.v5i2.21793>
- Istirokhatun, & Nugraha, W. D. (2019). Pelatihan pembuatan ecobricks sebagai pengelolaan sampah plastik di RT 01/RW 05, Kelurahan Kramas, Kecamatan Tembalang, Semarang. *Jurnal Pasopati*, 1(2), 85–90.
- Lubis, D. A., Arifin, & Fitrianiingsih, Y. (2022). Pengolahan sampah plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) sebagai bahan bakar alternatif dengan proses pirolisis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 735–742. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.735-742>

- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2009). *Metode Penelitian Ilmu Sosial: Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif* (Edisi Kedua). Penerbit Erlangga.
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of Innovations* (Edisi Ketiga). Collier Macmillan Publisher.
- Saleh, A., Mujahiddin, & Hardiyanto, S. (2023). Komunikasi pemberdayaan masyarakat Desa Pematang Johar dalam pengelolaan sampah plastik berbasis ecobrick. *Jurnal Interaksi: Jurnal Ilmu Komunikasi*, 7(2), 358–367. <https://doi.org/10.30596/ji.v7i2.15449>
- Sari, E., Saharani, D., & Kumaladewi, I. (2023). Edukasi dan sosialisasi pengelolaan sampah plastik menjadi ecobrick. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Indonesia (JPPMI)*, 2(1), 32–36.
- Suliantini, N. W. S., Isnaini, Ulandari, P., Alhannani, M. Z., Nando, I. G. E. A., Safitri, B. M., Halimatussakdiah, & Amru, A. (2022). Pengolahan sampah anorganik melalui ecobrick sebagai upaya mengurangi limbah plastik. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(2), 209–213.
- Suraiyah, H., Habibah, H. N., & Ahsan, M. (2024). Pelatihan pengolahan sampah plastik menjadi paving block di Desa Rowogempol Kabupaten Pasuruan. *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 154–160.
- Utami, M. I., & Ningrum, D. E. A. F. (2020). Proses pengolahan sampah plastik di UD Nialdho Plastik Kota Madiun. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(2), 89–95.