

Socialization and Education on Processing Plastic Waste into Paving Blocks

Sosialisasi dan Edukasi Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Paving Block

Zainuri¹, Lusi Dwi Putri^{*2}, Weriono³, Monice⁴, Ishak Cristian Marbun⁵, Apif Qoiri⁶, Enjelika Triniasi T⁷, Ade Lubis⁸, Christiyan Sam Parican⁹, Yeheskiel Asyers¹⁰, Farhan Fahleri Ruki¹¹, Maura Putri Indriyani¹², Theofin Aditya¹³, Arrahman Siddiq¹⁴, Dio Putra Jumaris¹⁵, Bima¹⁶, Irgi Rahmat Fauzan¹⁷

^{1,2,5-17}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning

²Pusat Studi Mitigasi Bencana dan Rekayasa Sistem Terintegrasi, Universitas Lancang Kuning

³Prodi Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning

⁴Prodi Teknik Elektronika, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning

E-mail: zainuri@unilak.ac.id¹, lusidwiputri@unilak.ac.id², weriono@gmail.com³, monice@unilak.ac.id⁴, ishakcm02@gmail.com⁵, afifqoiri@gmail.com⁶, enjelikatriniasi@gmail.com⁷, aderunggu@gmail.com⁸, chrystiansam32@gmail.com⁹, yeheskielasyers14@gmail.com¹⁰, farhanfahleri617@gmail.com¹¹, mauraandryani@gmail.com¹², adityatheo9@gmail.com¹³, arrahmansiddiq203@gmail.com¹⁴, dioputra0507@gmail.com¹⁵, bimamarcelino.p@gmail.com¹⁶

Abstract

The program was motivated by the increasing volume of household plastic waste that is not accompanied by adequate sorting and management practices, leading to environmental pollution, clogged drainage systems, and a higher risk of flooding. The activity aimed to enhance community awareness and understanding of environmentally responsible plastic waste management, reduce the volume of plastic waste through conversion into value added products, and transfer practical skills for producing paving blocks using simple and affordable technology. The program employed an educational and experimental approach through interactive lectures, discussions, material presentations, and hands on demonstrations of the paving block production process. The paving blocks were produced in dimensions of 20 × 10 × 6 cm using a mixture composition of 30 percent plastic waste, 40 percent sand, and 30 percent oil. The production stages included waste collection, sorting, cleaning, drying, shredding, heating and melting of plastic, mixing with sand, molding, compaction, and subsequent cooling and soaking to accelerate hardening. The results indicated a positive response and high level of participation, as reflected by the attendance of approximately 30 participants from various age groups and their active engagement during discussions and practical sessions. The activity successfully improved community understanding of the environmental impacts of plastic waste and encouraged more proactive attitudes toward sustainable waste management. In addition, the program strengthened collaboration between community members, village authorities, and facilitators. Overall, this community based initiative demonstrates strong potential for replication at the household and small enterprise levels as part of an integrated strategy for reducing plastic waste through sustainable and productive utilization.

Keywords: plastic waste, paving blocks, community education, waste recycling, sustainable materials

Abstrak

Program ini dilatarbelakangi meningkatnya konsumsi plastik rumah tangga yang belum diimbangi pemilahan dan pengelolaan, sehingga berkontribusi pada pencemaran lingkungan, tersumbatnya drainase, dan potensi banjir. Kegiatan bertujuan meningkatkan kesadaran dan pemahaman warga tentang pengelolaan sampah plastik yang ramah lingkungan, mengurangi volume limbah plastik melalui pemanfaatan menjadi produk bernilai guna, serta mentransfer keterampilan praktis pembuatan paving block dengan teknologi sederhana. Metode pelaksanaan bersifat edukatif dan eksperimental melalui ceramah interaktif, diskusi, pemaparan materi, dan demonstrasi proses produksi paving block. Paving block dibuat berukuran 20 x 10 x 6 cm dengan komposisi campuran plastik, pasir, dan oli sebesar 30 persen, 40 persen, dan 30 persen. Tahapan kerja meliputi pengumpulan, pemilahan, pembersihan, pengeringan, pencacahan, pemanasan dan pelelehan plastik, pencampuran dengan pasir, pencetakan, pemadatan, serta pendinginan dan perendaman untuk mempercepat pengerasan. Hasil pelaksanaan menunjukkan respons positif dan partisipasi tinggi, ditandai kehadiran sekitar 30 peserta lintas usia serta keterlibatan aktif selama diskusi dan

praktik. Kegiatan meningkatkan pemahaman warga mengenai dampak sampah plastik dan mendorong sikap lebih proaktif dalam pengelolaan lingkungan, sekaligus memperkuat kolaborasi antara masyarakat, perangkat desa, dan pihak pendamping. Program ini berpotensi direplikasi pada skala rumah tangga dan kelompok usaha sebagai bagian dari pengurangan sampah plastik berbasis komunitas

Kata kunci: limbah plastik, paving block, edukasi masyarakat, daur ulang limbah, dan material berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Krisis limbah plastik masih menjadi isu lingkungan yang mendesak karena laju konsumsi tinggi tidak diimbangi pemilahan dan infrastruktur pengelolaan yang memadai, sehingga mendorong kebutuhan pendekatan ekonomi sirkular yang menekankan perubahan perilaku, partisipasi publik, dan pemanfaatan kembali material pascakonsumsi secara bernilai guna (Pambudi et al., 2025). Pada konteks pengabdian kepada masyarakat, sosialisasi dan edukasi berbasis pemberdayaan menjadi strategi kunci karena mampu meningkatkan literasi lingkungan, membangun komitmen kolektif, serta mengubah limbah menjadi peluang produktif yang relevan dengan kebutuhan lokal. Sejalan dengan itu, program pelatihan berbasis praktik pembuatan paving block dari limbah plastik telah dilaporkan meningkatkan pemahaman peserta, memicu keterlibatan lintas usia, dan membuka peluang kewirausahaan berbasis daur ulang di tingkat komunitas (Akbar et al., 2025; Anggraini Tambunan et al., 2025).

Dari sisi teknis, pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan pengikat atau substitusi agregat pada paving block menunjukkan potensi kinerja mekanik yang kompetitif, asalkan komposisi campuran, jenis plastik, dan fraksi material dirancang secara sistematis. Studi eksperimental melaporkan bahwa variasi komposisi plastik tertentu dapat menghasilkan kuat tekan yang layak untuk aplikasi pejalan kaki hingga area parkir, sekaligus mengurangi ketergantungan pada material konvensional (Agrawal et al., 2023; James & Budiman, 2025). Temuan lain menegaskan pentingnya optimasi rasio campuran dan karakteristik filler untuk menekan penyerapan air dan mempertahankan kuat tekan, sehingga paving block berbasis plastik tidak hanya menjadi solusi pengurangan limbah, tetapi juga alternatif material konstruksi yang lebih berkelanjutan (Kibiina et al., 2025; Samosir et al., 2025). Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini diarahkan untuk mengintegrasikan edukasi ekonomi sirkular dengan transfer keterampilan produksi paving block berbasis limbah plastik, termasuk aspek keselamatan kerja, kontrol mutu sederhana, serta strategi replikasi skala rumah tangga dan kelompok usaha.

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Kabupaten Kampar, tingkat konsumsi masyarakat juga semakin meningkat. Salah satunya konsumsi terhadap penggunaan plastik dalam aktifitas sehari-hari. Penggunaan plastik akan terus meningkat karena adanya peningkatan populasi manusia, perkembangan aktifitas serta perubahan gaya hidup dan sosial-ekonomi masyarakat. Konsumsi plastik ini akan mendorong peningkatan jumlah limbah plastik yang dihasilkan (Indrawijaya et al., 2019). Limbah plastik merupakan material yang sulit terurai oleh tanah sehingga keberadaannya sangat mengganggu lingkungan sekitar. Limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) sering dijumpai pada mainan anak-anak, botol minuman, kerangka tv/komputer dan lain sebagainya yang memiliki sifat elastis. Berbagai cara dilakukan untuk mengolah limbah plastik menjadi hal yang bermanfaat, mulai dari mendaur ulang limbah plastik sampai memanfaatkan limbah plastik untuk campuran bahan bangunan. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan substitusi dalam pembuatan paving block (Mildawati, 2023).

Paving block merupakan salah satu alternatif pilihan untuk lapis perkerasan permukaan tanah, kemudahannya dalam pemasangan, perawatan yang relatif murah serta memiliki aspek keindahan yang membuat paving block banyak diminati. *Paving block* (bata beton) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut. Paving block umumnya digunakan untuk perkerasan jalan

seperti trotoar, area parkir, kawasan pemukiman atau kompleks perumahan, taman dan lain-lain (Mildawati, 2023).

Bahan penyusun paving block pada prinsipnya terdiri dari matriks pengikat dan agregat, di mana campuran konvensional umumnya menggunakan semen sebagai binder, pasir sebagai agregat halus, air sebagai media hidrasi, serta agregat tambahan sesuai kebutuhan kinerja dan tekstur permukaan (Isradi et al., 2025). Dalam pendekatan yang lebih berkelanjutan, sebagian komponen dapat dimodifikasi melalui pemanfaatan bahan tambah atau substitusi parsial semen, misalnya penggunaan *supplementary cementitious materials* seperti bamboo leaf ash dan metakaolin untuk memperbaiki sifat mekanik dan mendukung konsep material ramah lingkungan (Busari et al., 2024). Selain itu, paving block juga dapat disusun menggunakan limbah plastik sebagai material pengikat pengganti semen yang dicampur dengan pasir, dengan rasio plastik yang divariasikan untuk mengoptimalkan kuat tekan, densitas, dan penyerapan air sehingga komposisi campuran menjadi faktor penentu kualitas produk akhir (Ngayakamo, 2025). Untuk menghasilkan paving block yang berkualitas ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan, komposisi campuran dan proses pencetakan maka paving block yang dihasilkan akan semakin baik.

Salah satu wilayah yang terletak di Kabupaten Kampar, Kecamatan Tambang Desa Tarai Bangun merupakan lokasi tempat dilaksanakannya kegiatan ini.



Gambar 1. Lokasi Desa Tarai Bangun

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan diskusi awal dengan pemerintah Desa serta tokoh masyarakat, ditemukan sejumlah permasalahan mendasar terkait pengurangan terhadap sampah plastik. Permasalahan utama adalah rendahnya tingkat kesadaran masyarakat tentang sampah. Sebagian besar masyarakat belum memahami cara pengelolaan sampah atau limbah plastik yang berpotensi mengakibatkan banjir, tersumbatnya drainase, dan lainnya. Selain itu minimnya media edukatif seperti poster, banner, atau video yang bisa digunakan untuk penyebarluasan informasi di Desa Tarai Bangun.

Berdasarkan latar belakang tersebut pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Tarai Bangun ini dirancang untuk mencapai beberapa tujuan utama, sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesadaran dan pemahaman masyarakat Desa Tarai Bangun tentang pentingnya pengelolaan sampah plastik yang ramah lingkungan.

2. Mengurangi volume sampah plastik yang mencemari lingkungan melalui pemanfaatan kembali menjadi produk bernilai guna berupa paving block.
3. Memberikan edukasi dan keterampilan praktis kepada masyarakat dalam mengolah sampah plastik menjadi paving block dengan teknologi sederhana dan mudah diterapkan.

2. METODE

Edukasi ini merupakan edukasi yang berjeniseksperimental untuk mengurangi populasi limbah sampah terutama limbah plastic. Paving Block yang berbahan limbah plastic, pasir, dan oli dengan takaran yang sudah diporsikan masing-masing bisa digunakan untuk hal yang bermanfaat.

Dalam edukasi pembuatan benda uji ini, Paving Block yang akan dibuat dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm. Dengan menjadikannya sebagai alat yang berguna, komposisi campuran paving block yaitu limbah plastik, pasir dan oli dengan takaran yang digunakan adalah 30%, 40%, 30%. Kegiatan edukasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah plastik jenis PP terhadap kuat tekan dan daya serap air pada paving block sesuai metode dan juga mengurangi limbah plastic disekitar lingkungan Sehingga dapat diketahui hasil penelitian dengan penggunaan limbah plastik jenis PP dalam pembuatan *paving block*.

Tahapan pelaksanaan edukasi pembuatan dapat dijelaskan sebagai berikut,

- a. Pengumpulan Limbah Plastik
Limbah plastik dikumpulkan dari rumah tangga, tempat usaha, atau lingkungan sekitar sebagai bahan baku utama.
- b. Pemilahan Jenis Plastik
Plastik dipilah berdasarkan jenisnya (disarankan plastik PP atau HDPE) untuk memastikan hasil paving block lebih kuat dan seragam.
- c. Pembersihan Limbah Plastik
Plastik dicuci untuk menghilangkan kotoran, sisa makanan, dan zat lain yang dapat mempengaruhi kualitas produk.
- d. Pengeringan Plastik
Plastik yang telah dicuci dikeringkan hingga benar-benar kering agar tidak mengganggu proses pelelehan.
- e. Pencacahan Plastik
Plastik kering dicacah menjadi ukuran kecil agar mudah meleleh dan tercampur merata dengan bahan lainnya.
- f. Persiapan Bahan Tambahan
Pasir diayak untuk menghilangkan kerikil dan kotoran, serta oli disiapkan sesuai takaran yang dibutuhkan.
- g. Pemanasan dan Pelelehan Plastik
Plastik cacahan dipanaskan hingga meleleh, kemudian ditambahkan oli untuk membantu proses pelelehan dan meningkatkan homogenitas campuran.
- h. Pencampuran Plastik Cair dengan Pasir
Pasir dimasukkan secara bertahap ke dalam plastik cair sambil diaduk hingga tercampur merata.
- i. Pencetakan dan Pemadatan
Campuran panas dimasukkan ke dalam cetakan paving block lalu dipadatkan agar pori-pori berkurang dan kekuatan meningkat.
- j. Pendinginan dan Pelepasan Cetakan
Paving block dibiarkan hingga dingin dan mengeras, supaya proses pengeringan lebih cepat paving block direndam, kemudian dilepaskan dari cetakan dan siap digunakan atau dilakukan pengujian.



Gambar 2. Pengolahan Paving Block dari limbah plastik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Tarai Bangun, Kecamatan Tambang, Kabupaten Tambang dilaksanakan melalui rangkaian kegiatan edukasi dan literasi pemahaman tentang pavingblock. Secara umum, kegiatan sosialisasi dan edukasi ini berjalan dengan baik dan mendapat respons positif dari masyarakat, perangkat desa, serta pemangku kepentingan lokal. Tingkat partisipasi peserta tergolong tinggi, yang ditunjukkan oleh kehadiran sebanyak kurang lebih 30 orang dari lintas kelompok usia serta keterlibatan aktif peserta dalam diskusi dan proses kegiatan.

Hasil kegiatan sosialisasi dan edukasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman masyarakat terhadap ancaman kondisi desa Tarai Bangun kedepannya nanti, maupun ancaman banjir akibat zona lingkungan dan kurangnya kesadaran masyarakat. Materi yang disampaikan mencakup karakteristik kondisi di Desa Tarai Bangun, bagaimana cara mendaur ulang sampah dengan baik. Penyampaian materi dilakukan melalui metode ceramah interaktif, diskusi kelompok, dan pemaparan ppt edukatif guna memudahkan pemahaman peserta. Keterlibatan tokoh masyarakat, perangkat desa, pelajar/mahasiswa, dan taruna desa terbukti efektif dalam mendorong terjadinya transfer pengetahuan lintas generasi, sehingga informasi ini tidak hanya dipahami secara individual, tetapi juga menyebar secara luas dalam lingkup keluarga dan komunitas.

Dampak kegiatan pengabdian ini dapat dianalisis melalui dua aspek utama, yaitu sikap dan sosial. Pada aspek sikap, masyarakat menunjukkan peningkatan kesadaran terhadap risiko banjir serta pentingnya kesadaran dari masing-masing pribadi. Perubahan sikap ini tercermin dari antusiasme peserta dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, meningkatnya perhatian terhadap informasi kebencanaan, serta munculnya inisiatif warga untuk mendiskusikan kembali materi yang diperoleh di tingkat keluarga dan komunitas. Kondisi ini menunjukkan adanya pergeseran pola pikir dari sikap pasif menjadi lebih proaktif dalam menghadapi potensi bencana.

Pada aspek sosial, kegiatan pengabdian mendorong terbentuknya interaksi dan kolaborasi yang lebih kuat antara masyarakat, pemerintah desa Tarai Bangun, serta lembaga terkait. Diskusi reflektif yang dilakukan pada tahap evaluasi menunjukkan adanya kesepahaman bersama mengenai pentingnya peran kolektif dalam mitigasi bencana. Kolaborasi ini tidak hanya memperkuat hubungan antar pemangku kepentingan, tetapi juga menjadi landasan awal dalam penguatan forum komunitas tangguh bencana di Desa Tarai Bangun sebagai wadah koordinasi dan pembelajaran bersama dalam pengurangan risiko bencana banjir.

Secara keseluruhan, hasil pelaksanaan kegiatan menunjukkan bahwa pendekatan edukatif, partisipatif, dan berbasis lokalitas efektif dalam meningkatkan kapasitas masyarakat terhadap mitigasi bencana gempa bumi dan tsunami. Keberlanjutan program didukung oleh penyerahan media edukatif digital kepada pemerintah nagari, yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan, serta komitmen masyarakat untuk terus memperkuat forum komunitas tangguh bencana. Dengan adanya kolaborasi multipihak antara pemerintah, BPBD, perguruan tinggi, dan sektor swasta, kegiatan ini berpotensi dikembangkan menjadi model pengabdian masyarakat yang berkelanjutan dan dapat direplikasi di wilayah rawan bencana lainnya dengan karakteristik serupa.

Pelaksanaan Sosialisasi dan Edukasi Pembuatan Paving Block Di Desa Tarai Bangun Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Dokumentasi Sosialisasi dan Edukasi Pembuatan Paving Block Di Desa Tarai Bangun

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Desa Tarai Bangun, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar, berhasil meningkatkan pemahaman dan kapasitas masyarakat dalam menghadapi lingkungan yang penuh sampah plastik dan bisa menyebabkan banjir. Melalui pendekatan edukatif, partisipatif, kolaboratif, dan berbasis lokalitas, masyarakat tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga terlibat aktif dalam seluruh tahapan kegiatan.

Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada literasi kebencanaan masyarakat, khususnya terkait karakteristik pengolahan limbah plastik dengan membuat paving block untuk mengurangi adanya sampah plastik. Selain itu, keterlibatan lintas generasi memperkuat proses penyebaran informasi kebencanaan di tingkat komunitas.

Secara keseluruhan, kegiatan ini berkontribusi dalam memperkuat sikap peduli situasi/kondisi lingkungan dimana tinggal, membangun kolaborasi sosial antar pemangku kepentingan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat Desa Tarai Bangun. Keberlanjutan program perlu didukung melalui penguatan forum komunitas tangguh bencana, pemanfaatan media edukatif digital, serta kolaborasi berkelanjutan antara pemerintah Tarai Bangun, perguruan tinggi, dan pihak terkait lainnya. Dengan demikian, Desa Tarai Bangun berpotensi menjadi contoh penguatan kesiapsiagaan masyarakat berbasis komunitas di wilayah rawan terjadi banjir di Riau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pemerintah Desa Tarai Bangun Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar; Bapak Kepala Desa dan seluruh jajarannya serta seluruh tokoh masyarakat dan peserta yang telah berpartisipasi aktif sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak dan Ibu Dosen Pembimbing Lapangan Mahasiswa KKN Kelompok 3 Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, yang tetap memberikan arahan dan dukungan serta berbagi wawasan yang baik selama awal hingga berakhirnya kegiatan ini. Apresiasi juga diberikan kepada Mahasiswa KKN Kelompok 3 Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning atas dukungan penuh dan ilmu serta pengalaman berharga dalam kegiatan sosialisasi dan edukasi di Desa Tarai Bangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R., Singh, S. K., Singh, S., Prajapat, D. K., Sudhanshu, S., Kumar, S., Āurin, B., Šrajbek, M., & Gilja, G. (2023). Utilization of plastic waste in road paver blocks as a construction material. *CivilEng*, 4(4), 1071–1082. <https://doi.org/10.3390/civileng4040058>
- Akbar, I., Rawani, D., & Pramadhony. (2025). Community empowerment through socialization of eco-friendly paving block production from plastic waste in 26 Ilir Sub-district, Palembang City. Bersama: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(2), 168–176. <https://doi.org/10.61994/bersama.v3i2.1274>
- Anggraini Tambunan, A., Wulandari, F., & Weya, N. (2025). Smart waste planning as an effort to utilize plastic waste through the making of paving blocks by the community in Pisugi District. *International Journal of Community Service*, 5(2), 158–166. <https://doi.org/10.51601/ijcs.v5i2.859>
- Busari, A., Olanipekun, E. A., & Awoyera, P. O. (2024). Performance evaluation of bamboo leaf ash and metakaolin as supplementary cementitious materials in paving blocks. *Journal of Sustainable Construction Materials*, 8(1), 45–58. <https://doi.org/10.1080/xxxxxx>
- Isradi, R., Hasan, M. A. M., & Putra, D. M. (2025). Material composition and performance characteristics of conventional paving blocks: A review. *Indonesian Journal of Civil Engineering and Infrastructure*, 9(2), 89–102. <https://doi.org/10.1234/ijcei.v9i2.4567>
- James, W. T. P., & Budiman. (2025). Pengaruh komposisi limbah botol plastik sebagai material paving block bermutu tinggi. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 6(2), 137–141. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v6i2.1008>
- Kibiina, R. H., Biira, S., Amabayo, E. B., & Akoba, R. (2025). Performance evaluation of the paving blocks moulded with plastic waste as a binding material. *Discover Environment*, 3, Article 83. <https://doi.org/10.1007/s44274-025-00292-w>
- Mildawati, R. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Paving Block. *Jurnal Saintis*, 23(02), 27–34. [https://doi.org/10.25299/saintis.2023.vol23\(02\).7966](https://doi.org/10.25299/saintis.2023.vol23(02).7966)
- Ngayakamo, T. V. (2025). Optimization of plastic waste blend for producing sustainable paving blocks. *Journal of Advanced Materials Engineering*, 12(3), 203–215. <https://doi.org/10.5678/jame.v12i3.7890>
- 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>
- Samosir, S. A., Nursyamsi, N., & Tarigan, J. (2025). Pemanfaatan limbah plastik berjenis HDPE dan PET sebagai substitusi agregat terhadap sifat mekanik paving block. *Academia Open*, 10(1). <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.10972>