



Pemberdayaan Komunitas Lokal Dalam Pengelolaan Limbah Plastik Sebagai Katalisator Perubahan Lingkungan dan Iklim Global

Budi Prayitno^{1*}, Dedi Karni Panuh², Apri Siswanto³, Deddy Purnomo Retno⁴, Harmiyati⁵, Puji Astuti⁶, Saufik Luthfianto⁷

^{1*,2,3,4,5,6}Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Indonesia.

⁷Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal, Indonesia.

*Corresponding Author. Email: budiprayitno@enguir.ac.id

Abstract: This community service activity aims to enhance the skills and participation of local communities in managing plastic waste within the Sawahlunto National Geopark area, serving as a catalyst for addressing global environmental and climate change issues. This initiative was implemented through community empowerment based on inter-institutional collaboration. Although the outcomes of community empowerment in improving plastic waste management skills and participation had not yet yielded the expected benefits for holistic economic development, the increased community understanding of plastic waste management fostered new hopes and a commendable sense of environmental concern. This success was evident in the community's active role in environmental management around key geosites through mutual cooperation activities and their growing interest in educational and research activities within the Sawahlunto National Geopark area.

Abstrak: Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk meningkatkan keterampilan dan partisipasi masyarakat lokal dalam pengelolaan limbah plastik di kawasan Geopark Nasional Sawahlunto sebagai katalisator perubahan lingkungan dan iklim global. Metode pelaksanaan pengabdian ini adalah pemberdayaan masyarakat berbasis kerjasama antar kelembagaan. Hasil pemberdayaan masyarakat dalam meningkatkan keterampilan dan partisipasi pengelolaan limbah plastik masih belum memberikan manfaat terhadap pembangunan ekonomi holistik yang diharapkan, namun demikian tingkat pemahaman masyarakat terhadap pengelolaan limbah plastik telah menumbuhkan harapan baru serta rasa kepedulian terhadap lingkungan yang cukup baik, keberhasilan ini dapat ditunjukkan melalui peran aktif masyarakat dalam pengelolaan lingkungan disekitar objek penting (*geosite*) melalui aktifitas gotong royong serta semakin meningkatnya attensi masyarakat terhadap kegiatan pendidikan dan penelitian disekitar kawasan Geopark Nasional Sawahlunto.

How to Cite: Prayitno, B., Dedi Karni Panuh, Apri Siswanto, Deddy Purnomo Retno, Harmiyati, Puji Astuti, & Saufik Luthfianto. (2025). Pemberdayaan Komunitas Lokal Dalam Pengelolaan Limbah Plastik Sebagai Katalisator Perubahan Lingkungan dan Iklim Global. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 6(3), 540-552. <https://doi.org/10.33394/jpu.v6i3.16770>



<https://doi.org/10.33394/jpu.v6i3.16770>

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



Pendahuluan

Kota Sawahlunto sebagaimana kota kecil bersejarah lainnya, telah menyumbang banyak kekayaan budaya sebagai ungkapan jati diri bangsa dan juga sebagai lokomotif transformasi bagi peradaban bangsa Indonesia bahkan pada level dunia melalui penemuan revolusioner kali pertama dalam industri pertambangan batubara pada tahun 1868 oleh insinyur Belanda Willem Hendrik de Greve (Haryadi, 2024). Lebih jauh periode tektonik yang membentuk kota sejarah Kota Sawahlunto melengkapi terakumulasinya sumberdaya



dan cadangan batubara yang sangat melimpah dengan superioritas kalori tinggi tembus peringkat dunia (Koesoemadinata, 2018), (Prayitno, 2019). Operasional tambang terbuka Ombilin untuk kali pertama dimulai pada tahun 1892 bersamaan dengan proyek pembangunan infrastruktur pendukung utama berupa jalur rel kereta api yang menghubungkan *stock pile* batubara menuju Pelabuhan Teluk Bayur sejauh 95 km (Haryadi, 2024). Selaras waktu, geliat Kota Sawahlunto sebagai kota peradaban budaya dan teknologi industri pun lekas dimulai sampai dengan saat ini telah lebih dari satu abad lamanya. Serpihan sejarah kota kecil Kota Sawahlunto telah menjadi daya tarik tersendiri dari banyak kalangan masyarakat terutama kalangan akademisi, budayawan, peneliti, praktisi bahkan masyarakat peziarah yang terlahir sebagai keturunan dari para pesirah kolonial Hindia Belanda pada masa itu.

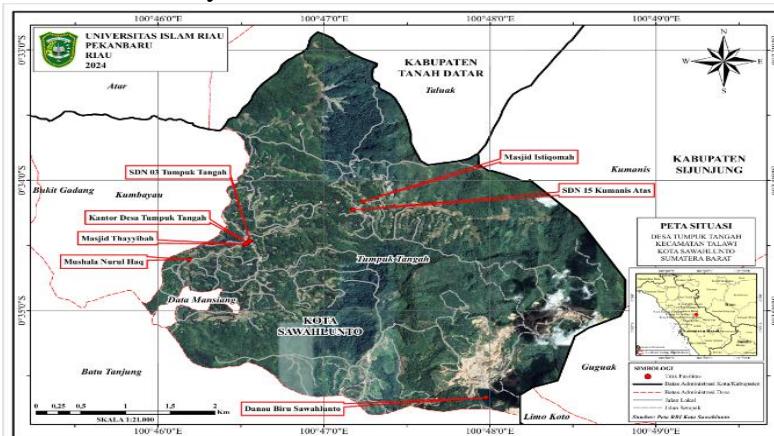
Pengakuan prestisius “*Ombilin Coal Mining Heritage of Sawahlunto*” oleh *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) tahun 2019 telah melahirkan paradigma baru bagi masyarakat global atas peninggalan masyarakat adat, menghargai kearifan lokal tentang tatanan geologi hutan tropis serta praktik tradisional yang mendalam sebagai bagian integral dari warisan budaya yang mutlak untuk dilindungi keberadaanya (Haryadi, 2024). Konsep *collaborative governance* pada akhirnya menjadi jawaban sekaligus landasan guna memastikan keberlanjutan rencana dan tujuan bersama, yakni melestarikan sekaligus membangun ekonomi holistik melalui perilaku konservatif masyarakat yang ada di dalamnya. Oleh karena itu, tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah meningkatkan partisipasi dari peran aktif masyarakat lokal dalam upaya mengurangi ancaman konflik yang dapat timbul sewaktu-waktu akibat pencemaran lingkungan melalui pengelolaan limbah plastik yang dapat memberikan dampak ekonomi holistik bagi masyarakatnya.

Disrupsi teknologi informasi dan pertumbuhan penduduk modern yang semakin tidak terkendali telah menjadi konsekuensi terhadap peningkatan produksi limbah plastik (Geyer dkk., 2017; Nawab dkk., 2024; Baxter et al., 2021). Proyeksi peningkatan limbah plastik berdasarkan Xie dkk (2024) pada tahun 2019 mencapai 368 miliar ton sedangkan pada tahun 2050 produksi limbah plastik diperkirakan naik mencapai 1.1 miliar ton dan diantaranya hanya 7% limbah plastik dapat didaur ulang, 8% nya dapat dimusnahkan (Xie et al., 2024). Plastik merupakan jenis makromolekul yang dibentuk melalui proses *polimerisasi*, yaitu proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*), melalui proses kimia menjadi molekul besar (*makromolekul* atau *polimer*). Bahan baku utama yang digunakan adalah naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. *Polimerisasi* dapat dibedakan menjadi dua kelompok utama, yaitu *thermoplastic* di mana bahan plastik yang jika dipanaskan sampai suhu tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan, dan *thermosetting* di mana bahan plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, maka tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Limbah plastik dapat mengalami degradasi menjadi partikel yang lebih kecil sampai dengan ukuran *microplastic* (± 5 mm) melalui proses fisika, kimia dan biologi (Lu dkk., 2020) (N.-J. Lu dkk., 2023) (Xie et al., 2024). Sedangkan menurut Singh dan Sharma (2008) mengklasifikasikan proses degradasi polimer plastik terdiri atas *photo oxidative degradation*, *thermal degradation*, *ozone induced degradation*, *mechanochemical degradation*, *catalytic degradation* dan *biodegradation*. Proses degradasi lebih umum terjadi di lingkungan pantai karena tingginya tingkat paparan sinar matahari, abrasi fisik oleh gelombang, ketersediaan oksigen serta turbulensi (Napper & Thompson, 2019). MPs (Mikroplastik) telah dianggap sebagai ancaman serius bagi ekosistem karena sebaran, ukuran, sumber, serta komposisi

kimianya dapat memengaruhi lingkungan biotik dan abiotik dan karena dapat berpotensi terjadinya infiltrasi pada area penumpukan sampah, maka MPs dapat memengaruhi kualitas lingkungan biotik dan populasi organisme pada lingkuan aquatik (Xie et al., 2024).

MPs dapat ditemukan di setiap komponen ekosistem (Enyoh dkk., 2019). Penelitian terbaru MPs dapat masuk ke dalam tubuh manusia atau hewan melalui makanan dan/atau minuman (Amiri et al., 2022). Hasil penelitian (Ding dkk., 2021) menyatakan bahwa, 488 nm PS *nanoplastics* dapat mengendap dalam organ liver, jaringan usus dan paru paru pada tikus. Pengaruh permukaan langsung dari paparan MPs dapat menyebabkan iritasi kulit, kemerahan, gatal dan peradangan. MPs bersifat abrasive, oleh karena itu dapat menganggu fungsi alamiah kulit atau penyumbatan pada pori-pori kulit (Rahman dkk., 2021). Permasalahan *Cardiovascular* akibat paparan MPs dapat menyebabkan kondisi hipertensi, gangguan detak jantung dan penyakit akut (Nawab dkk., 2024).

Saat ini persoalan limbah plastik masih menjadi persoalan penting di Desa Tumpuk Tangah terutama limbah plastik yang membutuhkan jangka waktu sangat lama untuk dapat terurai. Pemerintahan Desa Tumpuk Tangah merupakan salah satu dari 11 pemerintahan desa yang ada di Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 1990 tentang Perubahan Kotamadya Daerah Tingkat II Sawahlunto/Sijunjung dan Kabupaten Daerah Tingkat II Solok. Desa Tumpuk Tangah memiliki luas wilayah lebih kurang 1.632 Ha terdiri atas 6 (enam) dusun. Secara geografis, Desa Tumpuk Tangah menempati $100^{\circ}46'31''$ BB - $100^{\circ}49'00''$ BT dan $0^{\circ}33' 28''$ LU - $0^{\circ}36'00''$ LS dengan ketinggian ± 325 mdpl pada perbukitan bergelombang sedang/kuat sampai dengan bergelombang curam. Sedangkan secara administratif, Desa Tumpuk Tangah berbatasan dengan: 1) Sebelah Utara berbatasan dengan Nagari Taluk Kecamatan Lintau Buo 2) Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Batu Tanjung Kecamatan Talawi 3) Sebelah Timur berbatasan dengan Nagari Bukit Bual Kecamatan Koto VII 4) Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Kumbayah Kecamatan Talawi.



Gambar 1. Peta Situasi Desa Tumpuk Tangah Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto menempati kawasan Geopark Nasional Sawahlunto.

Berdasarkan *trend* asusmsi peningkatan jumlah populasi penduduk Kota Sawahlunto dalam rentang tahun antara 2020-2035 cukup signifikan, yaitu 65,81 (2021); 66,78 (2022); dan 67,76 (2023) (dalam ribu jiwa). Sedangkan peningkatan populasi dan laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Talawi dalam rentang waktu 2023-2024 mencapai 20,85 (1.40%) dan 21,13 (1.39%) dengan nilai kepadatan penduduk mencapai $209,76/\text{km}^2$ dan $251,33/\text{km}^2$ ("Kota-Sawahlunto-Dalam-Angka-2024," n.d.). Konsekuensi dari peningkatan populasi dan laju pertumbuhan penduduk tersebut akan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah



produksi limbah plastik dalam setiap tahunnya. Adapun pengelolaan limbah plastik di Desa Tumpuk Tangah masih dilakukan secara konvensional yaitu dengan cara membakar atau dipindahkan dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Kegiatan pengabdian masyarakat ini penting dilakukan dalam rangka mempersiapkan peran aktif masyarakat dalam pengembangan kawasan Geopark Nasional Sawahlunto. Adapun tujuan strategis yang diharapkan adalah terciptanya peluang - peluang ekonomi baru bagi masyarakat dengan memanfaatkan kekayaan lokal (*Opportunity*) serta menghindari konflik (*Threat*) ditengah masyarakat. Penguatan identitas dan budaya berbasis kearifan lokal yang dikembangkan secara berkelanjutan diharapkan dapat memberikan dampak terhadap stimulasi ekonomi sekaligus meningkatkan persepsi positif bagi masyarakat global.

Metode Pengabdian

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini menggunakan: (1) Pendekatan partisipatif, yaitu pendekatan masyarakat untuk memperoleh data terkait persepsi, kebutuhan dan tantangan yang dihadapi masyarakat. (2) Pendekatan Edukatif, yaitu pendekatan masyarakat melalui pengetahuan, penyuluhan, dan pelatihan keterampilan. (3) Pendekatan Struktural, yaitu pendekatan dengan melibatkan pejabat struktural (4) Pendekatan Budaya, yaitu pendekatan masyarakat terhadap nilai budaya yang lahir dari tradisi masyarakat. (5) Observasi Lapangan, bertujuan untuk memahami praktik-praktik yang sudah ada serta mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan yang ada dalam pengelolaan limbah plastik berbasis komunitas. Instrumen evaluasi dalam kegiatan ini terdiri dari observasi, wawancara, dokumentasi serta penilaian produk. Sedangkan teknik analisis terdiri atas analisis tematik terhadap keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan limbah plastik.

Hasil Pengabdian dan Pembahasan

Hasil analisis SWOT pada Tabel 1 menunjukkan adanya salah satu parameter masalah dalam pengembangan identitas antar kelembagaan, yaitu masih lemahnya tingkat kesadaran dan partisipasi masyarakat terhadap perilaku konservatif khususnya pengelolaan limbah plastik terutama pada pusat perbelanjaan pasar tradisional, lingkungan sungai dan sekitar lingkungan perumahan masyarakat. Kesadaran masyarakat sangat dipengaruhi oleh lingkungan sosial masyarakat serta dukungan pemerintah sebagai bentuk tanggung jawab dan kepedulian terhadap kesehatan lingkungan serta seluruh habitat yang ada di dalamnya. Keterlibatan masyarakat dalam menjaga lingkungan dapat berjalan efektif jika antara masyarakat dan pemerintah dapat menciptakan peluang kerjasama dalam bidang peningkatan ekonomi kemasyarakatan. Program jangka panjang yang dapat dilakukan adalah investasi pendidikan, penelitian dan inovasi teknologi guna mempersiapkan sumberdaya manusia yang kompeten mengatasi permasalahan lingkungan terutama pengelolaan limbah plastik menjadi bahan baku utama memiliki dampak nilai unggul. Keterlibatan masyarakat melalui berbagai macam program akan mengurangi ancaman konflik masyarakat yang dapat timbul seawaktu-waktu.

Tabel 1. Hasil Analisis Parameter SWOT

Faktor Internal dan Eksternal	
Kekuatan (Strength - S)	Kelemahan (Weakness - W)
Keanekaragaman Geologi, Budaya, Flora dan Fauna	Sumberdaya Manusia
Kekuatan (Strength - S)	Kelemahan (Weakness - W)



Jumlah Kunjungan Domestik dan Internasional	Jaringan Komunikasi dan Teknologi Sistem Informasi
Pengakuan Kelembagaan	Pelaksanaan Manajemen Mutu
Dukungan Pemerintah Daerah dan Partisipasi Masyarakat	Kesadaran Masyarakat dan Akses Transportasi
Peluang (Opportunity)	Ancaman (Threat-T)
Penambahan Object Ke-anekaragaman Geologi, Budaya, Flora dan Fauna	Alih fungsi lahan, kegiatan pertambangan dan pertumbuhan penduduk
Institusi Pendidikan, Masyarakat Industri, Masyarakat Pelancong dan Peneliti	Krisis Identitas, Budaya dan Pendidikan
Pengembangan Melalui Penilaian dan Pengawasan Lembaga Eksternal	Potensi Bencana Alam (<i>Natural Disaster</i>)
Konflik Masyarakat	
Strategi S - O	Strategi W - O
Peningkatan jumlah object ke-anekaragaman geologi, budaya, flora dan fauna melalui inventarisasi dan penemuan baru	Peningkatan kapasitas sumberdaya manusia melalui pelatihan riset, pendidikan dan promosi karir
Meningkatkan jumlah kerjasama sekaligus jumlah kunjungan melalui strategi <i>branding</i> dan <i>marketing</i> memanfaatkan teknologi sistem informasi	Meningkatkan kapasitas jaringan komunikasi dan teknologi sistem informasi
Memastikan keterlaksanaan pengembangan program memenuhi standar mutu minimal yang ditetapkan	Memastikan pelaksanaan monitoring evaluasi terhadap capaian kinerja atau pengembangan menggunakan instrumen penilaian yang telah ditetapkan
Strategi S – T	Strategi W - T
Pengendalian fungsi lahan melalui monitoring berbasis data <i>realtime</i> , penataan ruang -wilayah berbasis <i>smart city</i> , pengendalian kegiatan pertambangan melalui perilaku <i>green mining</i> dan reklamasi hijau, serta pengendalian pertumbuhan penduduk melalui program keluarga berencana	Meningkatkan pengawasan perizinan kegiatan alih fungsi lahan dan pertambangan secara lebih ketat, mendorong konsultasi pra nikah usia dini sekaligus perencanaan keluarga sehat dan bahagia serta pengendalian kekerasan seksual melalui pembinaan aktif keagamaan dan kegiatan sosial masyarakat dan pembinaan masyarakat melalui usaha mikro kecil dan menengah dengan memanfaatkan potensi lokal sebagai penguatan tradisi dan budaya.
Strategi S – T	Strategi W - T
Penguatan identitas dan budaya melalui sistem teknologi informasi dan pendidikan multikultural berbasis kearifan lokal.	Peningkatan layanan pendidikan bagi masyarakat kurang mampu melalui pengelolaan bantuan biaya pendidikan berkerjasama dengan lembaga pengelola dana pendidikan dan swasta
Strategi S – T	Strategi W - T
Pengendalian potensi bencana alam melalui mitigasi dan pemetaan zonasi rawan bencana	Melaksanakan sosialisasi dan pendidikan potensi rawan bencana.
Meningkatkan partisipasi jumlah masyarakat melalui kegiatan pagelaran, paguyuban budaya dan gotong royong	Melaksanakan pengendalian konflik masyarakat melalui sosialisasi sekaligus pembinaan secara konsisten

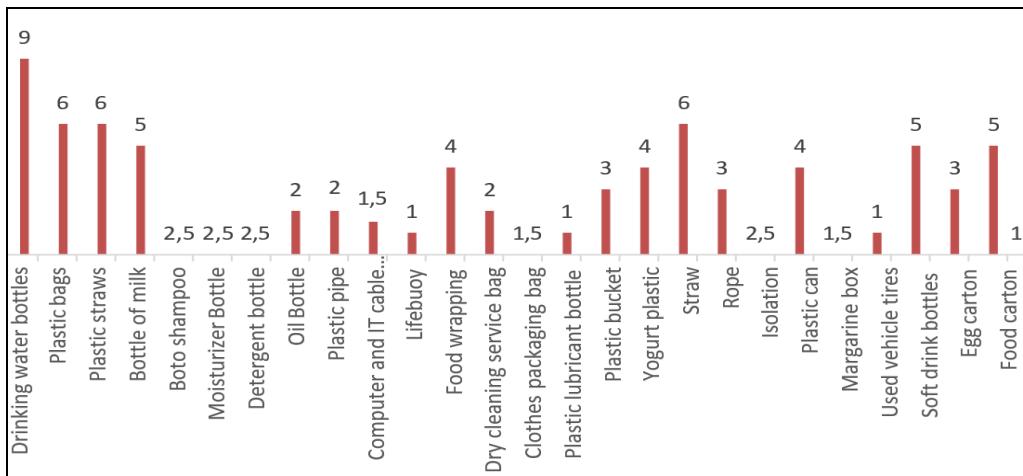
Catatan : Makna dalam satu kolom baris menunjukkan keselarasan hubungan



Tabel 2. Klasifikasi Limbah Plastik Sungai Batanglunto (Lebar Sungai: 4 – 8 meter; Kedalaman: 0.20 – 0.70 meter; Panjang Sungai Terlewati: 250 – 500 meter)

Variable	Code	Material & Process
Drinking water bottles, 9	Polyethylene	Terephthalate
Plastic bags, 6	(PET) - 1	<i>Thermoplastic polyester dalam bentuk semi -crystalline. bentuk ethylene glycol (EG) and terephthalic acid (TPA)</i> (Bardoquillo et al. 2023)
Plastic straws, 6		
<i>Bottle of milk, 5</i>	High-Density	Polyethylene
<i>Bottle of shampoo, 3</i>	(HDPE) - 2	<i>Densitas 0.940–0.960 g/ cm³. catalytic polymerization berbahan ethylene menggunakan Ziegler-Natta, metallocene, dan chromium catalysts.</i> (Hashemnejad and Doshi 2024)
<i>Moisturizer Bottle, 3</i>		
<i>Detergent bottle, 3</i>		
<i>Oil Bottle, 2</i>		
Plastic pipe, 2	Polyvinyl Chloride (PVC) - 3	<i>Resin syntetis yang dibuat dari polymerization of vinyl chloride monomer (VCM). sebagai bangunan, transportasi, kemasan, elektrikal dan alat alat kesehatan.</i> (Tang et al. 2018)
Computer & IT components, 2		
Lifebuoy, 2		
Food wrapping, 4		
Dry cleaning bag, 2	Linear Low-Density	<i>Polymer matrix linear dengan densitas rendah</i>
Clothes packaging bag, 2	Plyethylene (LLDPE – W) - 4	<i>Low-Density Plyethylene dibuat dari bahan komposite melalui proses thermostatic pressing</i> (Rotkovich et al. 2024).
Plastic lubricant bottle, 1		
<i>Plastic bucket, 3</i>	Polypropylene - 5	
<i>Yogurt plastic, 4</i>		
Straw, 6		
Rope, 3		
Isolation, 3		
Plastic can, 4		
Margarine box, 2		
Used vehicle tires, 1	Polystyrene - 6	
Soft drink bottles, 5		
Egg carton, 3		
Food carton, 5		
Styrofoam, 13		
Baby milk bottle, 1		
Inorganic Particulate	Sediment Non Plastic	
Organic Particulate	Sediment Non Plastic	
Waste oil, Lubricant etc	Fluids	

Catatan: Pengamatan deskriptif dan kuantitatif limbah plastik dalam pcs dilakukan secara random tanpa memperhatikan kondisi ideal (Data :10 Juli 2023)



Gambar 2. Grafik Limbah Plastik Sungai Batang Lunto, 10 Juni 2023. Lingkungan dan faktor sosial memengaruhi tipe dan jumlah kuantitatif limbah plastik yang dapat ditemukan (Napper & Thompson, 2019)

Limbah plastik Sungai Batang Lunto pada Tabel 2 menunjukkan seluruh tipe limbah plastik dapat ditemukan dengan mudah dengan jumlah yang bervariasi serta dalam kondisi utuh sampai dengan terubah lemah akibat degradasi. Sedangkan limbah *Organic* dan *Inorganic* dalam bentuk *particulate* dianggap sebagai limbah *non plastic* dan memiliki pengaruh serius terhadap keberlangsungan ekosistem lingkungan sungai. Dalam jumlah banyak, *particulate* dapat menyebabkan pendangkalan dasar sungai dan penurunan kualitas air sungai. Selanjutnya limbah dari sisa cairan pelumas mesin dan minyak sayur dianggap sebagai limbah berbahaya dan beracun dalam bentuk *fluids* serta dapat mengurangi kualitas air sungai secara langsung tanpa mengalami proses degradasi. Merujuk pada studi pustaka, proses degradasi terutama pada limbah plastik membutuhkan waktu yang cukup lama tergantung pada kondisi geografis lingkungan, tingkat paparan sinar matahari, abrasi fisik gelombang, oksigen dan turbulensi. Sedangkan pada Gambar 2 menunjukkan variasi dan jumlah limbah plastik dipengaruhi oleh kondisi demografi diantaranya: populasi penduduk, tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, jenis kelamin dan aktifitas sosial masyarakat lainnya pada satu kawasan tertentu. Adapun dampak langsung yang dapat ditimbulkan limbah plastik terhadap gangguan kesehatan berupa iritasi kulit dan mata, hipertensi, mual, pusing, gangguan pernafasan, mata kabur dan dapat kehilangan kesadaran (Pereira dkk., 2024; Nawab dkk., 2024). Sedangkan dampak dalam jangka panjang dapat menyebabkan cedera pada kulit seperti *chlorance* hingga penggelapan kulit secara tidak merata, kerusakan sistem kekebalan tubuh, sistem saraf, endokrin hingga fungsi reproduksi.



Gambar 3. Partisipasi Mahasiswa dan Masyarakat



Gambar 4. Sosialisasi Hasil Pemetaan Masalah,



Gambar 5. Pemetaan Situasi dan survey lapangan

Inovasi dan Teknologi

Saat ini telah banyak inovasi pengolahan limbah plastik yang telah dilakukan dalam skala kecil - menengah guna menekan akumulasi limbah plastik sekaligus menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat melalui program pemberdayaan masyarakat prasejahtera. Paving blok dari limbah plastik dihasilkan melalui proses daur ulang yang cermat dan ramah lingkungan. Produk ini memiliki daya tahan yang tinggi, ramah lingkungan, dan unik karena menggunakan bahan campuran memanfaatkan limbah plastik dan dapat di padukan dengan aggregate pengikat lainnya . Limbah *plastik High-Density Polyethylene* (HDPE) dapat didaur ulang sebagai bahan *composite* utama untuk memproduksi paving blok menggunakan bahan berbagai campuran komposisi seperti pasir kuarsa, limbah kulit kopi, limbah kulit sekam padi, limbah abu sisa batubara dan limbah batok kelapa. Adapun dalam percobaan ini menggunakan komposisi optimal campuran antara limbah plastik dan pasir kuarsa dengan pilihan komposisi perbandingan bahan adalah 80 : 20; 70: 30; 60 : 40. Adapun pengujian kuat tekan dan kekerasan mengikuti persamaan berikut:

$$F_m = \frac{P}{A}$$

Dimana:

F_m : Kuat Tekan (kg/cm^2)

P : Gaya beban tekan maksimum (N)

A : Luas area permukaan (mm^2)

$$BHN = \frac{P}{\frac{\pi}{2} x D (D - \sqrt{D^2 - d^2}}$$

Di mana:

BHN : Nilai *Hardness Brinell*

P : Beban yang diberikan (kg dan kgf)

D : Diameter (mm)

d : Diameter bekas lekukan (mm)

Model kerja alat peleleh limbah plastik didasari melalui gerak sentrifugal dan gravitasi pada proses pelelehan limbah memanfaatkan sumber panas pembakaran batok kelapa (Panuh dkk., 2025). Sedangkan bagian kerangka unit mesin terdiri atas rangka mesin utama sebagai penahanan beban dan stabilitas unit mesin, ruang peleleh dari satu unit drum dan mesin motor penggerak. Rangka utama unit mesin didesain menggunakan bahan baja hollow, dan pada bagian dinding tabung drum peleleh ditambahkan lubang saluran yang berfungsi untuk mengeluarkan hasil pelelehan. Sumber tenaga penggerak unit mesin peleleh menggunakan motor listrik, guna menjamin stabilitas pelelehan dapat berjalan sempurna. Sedangkan proses daur ulang limbah plastik terdiri atas tiga tahap: 1) pemilahan tipe/jenis



limbah plastik ke dalam tabung peleleh menyesuaikan nilai perbandingan komposisi bahan utama 2) pemanasan dan / atau pelelehan limbah plastik terputar dan 3) proses pelarutan bahan terlarut – konsolidasi sintetis secara vertikal dalam tabung penampungan.

Tabel 3. Spesifikasi perancangan mesin daur ulang limbah plastik model SWL-2025 (Panuh dkk., 2025)

Deskripsi Unit	Spesifikasi
Mesin Pencuci	Dimensi: 150x50x60 cm
	Material: Rangka Besi Hollow (40x40)
	Siku Stainless Steel 3x3
	Gearbox: Ratio 1:40
	Pengerak: Motor listrik: 1 Hp (7500 w), Putaran 1400 rpm
Kapasitas	50-100 kg/jam
Sumber Panas	Tabung Gas Elpiji 3 – 100 kg atau Batok Limbah Buah Kelapa
Berat	100 kg
Jumlah Sudu (Blade)	4
Jenis Limbah Plastik	Semua tipe

Hasil Pengujian Komposisi Aggregate dari Berbagai Komposisi

Tabel 4. Hasil dan rata – rata kuat tekan *paving block* melalui 3 kali pengulangan pada limbah plastik dan kopi menggunakan SNI 03-0691-1996. Luthfianto (2020)

Kuat Tekan (MPa)				
Variasi Perbandingan Semen (S): Pasir (PS): Kulit Kopi (KP)				
		5.93		
Sampel PB 1	1:4:1	5.30	5.33	Tidak Memenuhi
		4.68		
		8.78		
Sampel PB 2	1:3:2	8.58	9.33	Masuk dalam mutu D
		9.71		
		8.47		
Sampel PB 3	1:1:2	8.40	8.67	Masuk dalam mutu D
		8.67		

Keterangan :

PB1 : 1 (1 lt) oli: 4 (4 kg) limbah plastik: 1 (0,5 kg) kulit kopi

PB2 : 1 (0,75 lt) oli: 3 (5 kg) limbah plastik: 2 (0,6 kg) kulit kopi

PB3 : 1 (0,5) oli: 1 (5 kg) limbah plastik: 2 (0,6) kulit kopi

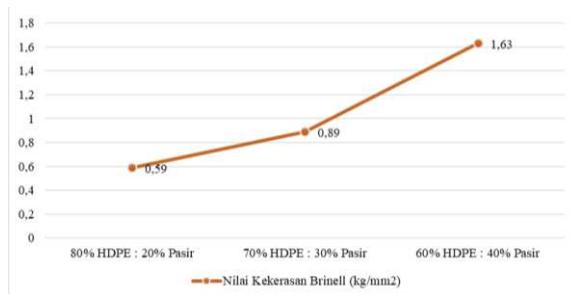
Tabel 5. Hasil Pengujian Kekerasan (Hardness Brinell)

Kode Sampel	Kadar SiO ₂ (%)	Kuat Tekan	Diameter Identer (mm)	Diameter Indentasi (mm)
Komposisi 1	80.00	11.98	10	4.981
Komposisi 2	70.00	14.92	10	4.945
Komposisi 3	60.00	20.21	10	3.891

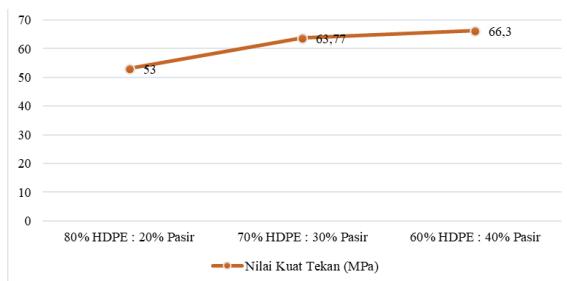
Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan (SNI 03-0691-1996)

Komposisi %	Panjang mm	Lebar mm	Tebal mm	Area m ²	Max Force(kgf)	Compressive Strength (Mpa)	Nilai Mutu
80 : 20	148. 8	99.6	48.3	4810.7	25999.528	53	A

70 : 30	151.0	99.0	48.0	4752.0	30901.577	63.77	A
60 : 40	148.8	99.6	47.3	4711.1	31850.810	66.30	A



Gambar 6. Grafik Rata Rata Pengujian Kekerasan



Gambar 7. Grafik Rata Rata Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan Tabel 5 hasil uji kekerasan pada blok komposit berbahan dasar plastik *High-Density Polyethylene* (HDPE) dengan penambahan pasir silika secara berturut -turut adalah variasi komposisi 80% : 20% dengan kekerasan sebesar 0,59 kg/mm²; komposisi variasi 70% : 30% dengan kekerasan sebesar 0,89 kg/mm²; dan variasi komposisi 60% : 40% dengan kekerasan sebesar 1,63 kg/mm². Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan kekerasan paling baik dari beberapa variasi komposisi adalah komposisi 80% plastik jenis HDPE dan 20% pasir silika. Sedangkan pada Tabel 6 hasil pengujian kuat tekan pada blok komposit berbahan dasar plastik HDPE dan pasir silika secara berurut adalah untuk variasi komposisi 80% : 20% didapatkan kuat tekan sebesar 53 MPa, variasi komposisi 70% : 30% didapatkan kuat tekan sebesar 63,77 MPa, dan variasi komposisi 60% : 40% didapatkan nilai kuat tekan sebesar 66,30 MPa. Dari hasil pengujian dapat dikatakan bahwa pada variasi komposisi 60% plastik jenis HDPE dan 40% pasir silika memiliki nilai kuat tekan paling baik dengan nilai kuat tekan sebesar 66,30 MPa. Adapun hasil klasifikasi berdasarkan standar mutu paving block pada SNI 03-0691-1996 dari ketiga variasi komposisi blok komposit termasuk pada standar mutu A dengan komposisi paling baik pada variasi 60% plastik jenis HDPE sebagai pengikat dan 40% pasir sebagai *aggregate* dan belum mempertimbangkan pengujian daya serap paving blok.

Pembahasan

Hasil pemberdayaan masyarakat dalam pemanfaatan limbah plastik secara umum belum memperlihatkan target yang diharapkan. Pertama berkaitan dengan pemahaman *standar operation prosedur* unit mesin, sehingga kondisi tersebut masih menjadi kendala yang berarti dan signifikan mempengaruhi hasil produksi baik dari aspek parameter kualitas maupun kuantitas. Adapun solusi yang dapat dipilih guna meningkatkan pengetahuan masyarakat terkait penggunaan unit mesin adalah menyusun sop penggunaan unit sesuai standar ke-amaman dan keselamatan kerja termasuk di dalamnya beban kerja unit mesin. Selanjutnya terkait dengan permasalahan persiapan komposisi bahan yang digunakan sehingga menghasilkan produksi paving blok yang memenuhi standar SNI 03-0691-1996. Hal tersebut dimungkinkan terjadi karena masyarakat masih belum mampu memahami fungsi mekanikal dari komposisi bahan yang digunakan. Masalah tersebut menjadi sangat penting untuk dapat diatasi dengan melakukan pelatihan berulang sehingga masyarakat mampu memahami secara lebih mendalam sifat bahan dan ratio komposisi yang digunakan. Harapan yang dapat ditargetkan masyarakat dapat memilih uji ratio komposisi dan sekaligus bahan yang digunakan sehingga pengembangan komposisi bahan dapat berlanjut pada pemanfaatan



limbah lain dari kekayaan lokal daerah setempat, seperti halnya pemanfaatan limbah abu sisa pembakaran batubara (*fly ash bottom*) yang juga melimpah dan bernilai dampak penting lingkungan.

Penelitian Luthfianto (2020) Tabel 4 menggunakan limbah plastik sebagai bahan pengikat *agregat* semen, pasir dan kopi dalam pembuatan *paving block* menghasilkan peningkatan kuat tekan yang signifikan dengan penambahan serat plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET), meskipun pada penelitian tersebut penurunan daya serap air terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun bahan limbah dapat meningkatkan kuat tekan *paving block*, tantangan tetap ada dalam hal pengendalian kualitas secara konsisten. Sedangkan penelitian oleh Indrawijaya dkk (2019) yang menggunakan limbah plastik *Low-Density Polyethylene* (LDPE) sebagai pengikat *agregat* dalam pembuatan *paving block* beton juga menemukan peningkatan kualitas dari segi kuat tekan. Namun, perbedaan utama dengan penelitian ini adalah pada rasio campuran bahan yang digunakan, di mana hasil penelitian menemukan bahwa peningkatan rasio limbah plastik dapat memberikan kualitas yang lebih baik dalam hal daya tahan. Adapun penggunaan metode dan tipe limbah plastik dalam perlakuan uji coba mempengaruhi daya kuat tekan serta daya serap air tergantung pada komposisi rasio yang digunakan dalam membuat *paving block* pada berbagai kualitas serta kegunaannya.

Peningkatan mutu dari hasil pengujian menggunakan limbah plastik *High-Density Polyethylene* (HDPE) dengan berbagai variasi tambahan komposisi pasir silika memberikan hasil paling maksimal dengan rata rata mutu A Tabel 6. Jika dibandingkan dari hasil pengujian sebelumnya terdapat hasil mutu yang sangat kontras yang disebabkan oleh penggunaan limbah plastik dan bahan tambahan dari berbagai variasi. Struktur mikro yang tersusun akibat pemanasan diduga menjadi penyebab perbedaan mutu yang dihasilkan. Dalam hal ini, serat dari partikel komposit mempunyai pola arah acak (*randomly oriented discontinuous*).

Kesimpulan

Pemberdayaan masyarakat dalam pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan produksi paving blok berstandar SNI 03-0691-1996 diketahui masih belum optimal, sehingga masyarakat masih membutuhkan pelatihan serta bimbingan terkait dengan *standart operation prosedur* penggunaan unit mesin dan pemahaman tentang sifat serta ratio komposisi bahan yang digunakan. Pemanfaatan bahan *aggregate* menggunakan abu sisa pembakaran batubara (*fly ash bottom*) dan abu hasil pembakaran batok kelapa dapat dipilih sebagai alternatif lain, mengingat kedua bahan utama tersebut merupakan limbah organik dalam jumlah melimpah yang masih belum dimanfaatkan secara optimal. Kerusakan yang disebabkan oleh korosi langsung pada bagian bawah penampung serta dinding unit mesin akibat sisa peleahan limbah plastik dan pemanasan bahan pasir, diketahui dapat menyebabkan penurunan fungsi unit mesin, sehingga masih dibutuhkan penanganan terhadap permasalahan tersebut.

Saran

Kerjasama antar kelembagaan diharapkan dapat tejalin lebih intens dengan menargetkan kerjasama antar kelembagaan: pendidikan, swasta, pemerintah serta masyarakat. Dengan terjalannya kerjasama tersebut diharapkan permasalahan limbah plastik maupun limbah potensial lainnya dapat dimanfaatkan sejalan dengan peningkatan kualitas lingkungan terhadap pengurangan nilai dampak penting lingkungan.



Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintahan Kota Sawahlunto Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman, Perhubungan dan Lingkungan Hidup Dinas Pemuda dan Olahraga, Balai Diklat Tambang Bawah Tanah Sawahlunto, Pemerintahan Desa Tumpuk Tangah dan sekaligus Badan Pengelola Geopark Nasional Sawahlunto atas fasilitas yang telah diberikan sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat dilaksanakan sesuai rundown yang telah ditetapkan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada tim pengabdian masyarakat yang telah memberikan kontribusi dan gagasan serta waktunya demi terlaksananya kegiatan ini.

Daftar Pustaka

- Amiri, M. R., Alavi, M., Taran, M., & Kahrizi, D. (2022). Antibacterial, antifungal, antiviral, and photocatalytic activities of TiO₂ nanoparticles, nanocomposites, and bio-nanocomposites: Recent advances and challenges. *Journal of Public Health Research*, 11(2). <https://doi.org/10.1177/22799036221104151>
- Baxter, J.-A. B., Kortenaar, J.-L., Wasan, Y., Hussain, A., Soofi, S. B., Ahmed, I., & Bhutta, Z. A. (2021). Age-Based Anthropometric Cutoffs Provide Inconsistent Estimates of Undernutrition: Findings from a Cross-Sectional Assessment of Late-Adolescent and Young Women in Rural Pakistan. *Current Developments in Nutrition*, 5(11), nzab130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/cdn/nzab130>
- Ding, K., Yang, J., Chin, M.-K., Sullivan, L., Demirhan, G., Violant-Holz, V., Uvinha, R., Dai, J., Xu, X., Popeska, B., Mladenova, Z., Khan, W., Kuan, G., Balasekaran, G., & Smith, G. (2021). Mental Health among Adults during the COVID-19 Pandemic Lockdown: A Cross-Sectional Multi-Country Comparison. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2686. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052686>
- Enyoh, C. E., Verla, A. W., Verla, E. N., Ibe, F. C., & Amaobi, C. E. (2019). Airborne microplastics: a review study on method for analysis, occurrence, movement and risks. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 668. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7842-0>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Haryadi, W. (2024). *Stasiun Kereta Api Solok: Ingatan Kolektif tentang WTBOS*. Gajah Maharam Photography.
- Indrawijaya, B., Wibisana, A., Setyowati, A. D., & dkk. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat untuk Pembuatan Paving Blok Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 3(1), 1–7.
- Koesoemadinata, R. P. (2018). Stratigraphy and sedimentation: Ombilin Basin, Central Sumatra (West Sumatra Province). *Proc. Indon Petrol. Assoc., 10th Ann. Conv.* <https://doi.org/10.29118/IPA.343.217.249>
- Lu, C., Ghoman, S. K., Cutumisu, M., & Schmölzer, G. M. (2020). Unsupervised Machine Learning Algorithms Examine Healthcare Providers' Perceptions and Longitudinal Performance in a Digital Neonatal Resuscitation Simulator. *Frontiers in Pediatrics*, 8. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00544>
- Lu, N.-J., Koppen, C., Hafezi, F., Ní Dhubhghaill, S., Aslanides, I. M., Wang, Q.-M., Cui, L.-L., & Rozema, J. J. (2023). Combinations of Scheimpflug tomography, ocular coherence tomography and air-puff tonometry improve the detection of keratoconus.



Contact Lens and Anterior Eye, 46(3), 101840.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clae.2023.101840>

- Luthfianto, S. (2020). Inovasi Limbah Sampah Plastik dan Kulit Kopi Menjadi Paving Block di Desa Penakir Kecamatan Pulosari Kabupaten Pemalang. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1). <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v4i1.3577>
- Napper, I. E., & Thompson, R. C. (2019). Environmental Deterioration of Biodegradable, Oxo-biodegradable, Compostable, and Conventional Plastic Carrier Bags in the Sea, Soil, and Open-Air Over a 3-Year Period. *Environmental Science & Technology*, 53(9), 4775–4783. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b06984>
- Nawab, A., Ahmad, M., Khan, M. T., Nafees, M., Khan, I., & Ihsanullah, I. (2024). Human exposure to microplastics: A review on exposure routes and public health impacts. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 16, 100487. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100487>
- Panuh, D., Astuti, P., Prayitno, B., Siwanto, A., Retno, D. P., Harmiyati, H., Suhada, E., & Che Isa, N. N. (2025). Design and Manufacturing of Plastic Waste Recycling Equipment in Tumpuk Tangah Village. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 5(2), 304–309. <https://doi.org/10.31004/jh.v5i2.2325>
- Pereira, P., Slear, W., Testa, A., Reasons, K., Guirguis, P., Savage, P. E., & Pester, C. W. (2024). Fast hydrolysis for chemical recycling of polyethylene terephthalate (PET). *RSC Sustainability*, 2(5), 1508–1514. <https://doi.org/10.1039/D4SU00034J>
- Prayitno, B. (2019). Analysis of Stratigraphy and Sedimentation Dynamics of Coal, Sawahlunto Formation, Ombilin Basin. *International Journal of GEOMATE*, 17(63). <https://doi.org/10.21660/2019.63.ICEE24>
- Rahman, T. U., Khatoon, Z., Zeb, M. A., & dkk. (2021). Green synthesis of Fe and Cu nanoparticles from leaf extract of Euphorbia helioscopia and their antibacterial activity. *Journal by Innovative Scientific Information & Services Network*, 18(2), 1752–1757. www.isisn.org
- Singh, B., & Sharma, N. (2008). Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer Degradation and Stability*, 93(3), 561–584. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2007.11.008>
- Xie, Y., Wang, H., Guo, Y., Wang, C., Cui, H., & Xue, J. (2024). Effects of microplastic contamination on the hydraulic, water retention, and desiccation crack properties of a natural clay exposed to leachate. *Journal of Environmental Management*, 351, 119858. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119858>