

Integrasi Ekonomi Sirkular dan Mitigasi Bencana Melalui Inovasi Eco-Paving serta Teknologi Biopori di Desa Gunung Tanjung

Abdurahman Pais¹, Alkautsar Azzahra Mahbubi², Aldila Syarifah³, Siti Ai Nurhasanah⁴, Annisa Rimatullah⁵, Aqillah Putri Rachviandi⁶, Agistna Irham Nurhalisa⁷, Ende Cakasevanya⁸, Fathima Adila Suhood⁹, Ilham Kurnia Ramadhan¹⁰, Thomas Sheku Marah¹¹, Khopipah Rahmawati¹², Mardiwan Rapi¹³, Meldi Rismawan¹⁴, Nawal Fazri Supriyatna¹⁵

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 Universitas Nusa Putra, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Abdurahman Pais

E-mail: abdurahman.pais_hk23@nusaputra.ac.id

Abstrak

Program pengabdian kepada masyarakat melalui Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Tanjung, Kecamatan Cisolok, Kabupaten Sukabumi dilaksanakan sebagai bentuk implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi dalam menjawab permasalahan lingkungan dan sosial masyarakat desa. Desa Gunung Tanjung menghadapi tantangan ganda berupa akumulasi limbah domestik yang tidak terkelola dan tingginya risiko bencana tanah longsor akibat topografi perbukitan serta sistem drainase yang buruk. Metode pelaksanaan program menggunakan pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA) yang meliputi observasi lapangan, perancangan teknologi tepat guna, sosialisasi edukatif, dan penguatan kelembagaan. Program unggulan yang diimplementasikan mencakup konversi limbah plastik menjadi Eco-Paving Block, penyediaan Alat Sampah Minim Asap (ASMA), pembangunan 50 titik lubang resapan biopori, serta program percepatan penurunan stunting. Hasil kegiatan menunjukkan keberhasilan transformasi limbah plastik menjadi material konstruksi fungsional dan peningkatan kapasitas infiltrasi air tanah secara signifikan di lima dusun. Selain intervensi fisik, penguatan kapasitas sosial melalui edukasi di empat lembaga pendidikan dan pembentukan struktur BUMDES terbukti efektif membangun kemandirian tata kelola lingkungan. Pengabdian ini menyimpulkan bahwa sinergi antara inovasi teknologi berbasis daur ulang dan pemberdayaan masyarakat mampu meningkatkan resiliensi sosial serta lingkungan terhadap ancaman bencana hidrometeorologi.

Kata kunci - Biopori, Desa Gunung Tanjung, Ekonomi Sirkular, Eco-Paving, Mitigasi Bencana

Abstract

The community service program through the Community Service Program (KKN) in Gunung Tanjung Village, Cisolok Subdistrict, Sukabumi Regency was carried out as part of the implementation of the Tri Dharma of Higher Education to address environmental and social issues facing the village community. Gunung Tanjung Village faces dual challenges in the form of unmanaged domestic waste accumulation and a high risk of landslides due to hilly topography and poor drainage systems. The program implementation method uses the Participatory Rural Appraisal (PRA) approach, which includes field observations, the design of appropriate technology, educational outreach, and institutional strengthening. The flagship programs implemented include the conversion of plastic waste into Eco-Paving Blocks, the provision of Low-Smoke Waste Bins (ASMA), the construction of 50 biopore infiltration pits, and a program to accelerate the reduction of stunting. The results of the activities demonstrate the successful transformation of plastic waste into functional construction materials and a significant increase in groundwater infiltration capacity across five hamlets. In addition to physical interventions, social capacity building through education in four educational institutions and the establishment of BUMDES structures proved

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

effective in fostering self-reliance in environmental governance. This community service project concludes that the synergy between recycling-based technological innovation and community empowerment can enhance social and environmental resilience against the threat of hydrometeorological disasters.

Keywords - Biopores, Gunung Tanjung Village, Circular Economy, Eco-Paving, Disaster Mitigation

PENDAHULUAN

Desa Gunung Tanjung, yang terletak di wilayah perbukitan Kecamatan Cisolok, Kabupaten Sukabumi, dipilih sebagai lokasi pengabdian karena memiliki karakteristik unik dengan kompleksitas masalah yang memerlukan dukungan kolaboratif. Secara administratif, desa ini terdiri dari lima dusun, yaitu Cisarua, Jambejajar, Tipar, Empuk, dan Pamukiman, yang menaungi sekitar 1.300 kepala keluarga. Sebagai wilayah yang dikelilingi sumber daya alam melimpah, Desa Gunung Tanjung memiliki potensi besar pada sektor pertanian, khususnya padi dan pisang, serta daya tarik wisata alam seperti Curug Luhur. Namun, di balik potensi tersebut, kondisi topografi yang curam dan curah hujan tinggi menempatkan wilayah ini pada zona risiko bencana tanah longsor yang signifikan.

Masalah ini diperparah oleh potensi limbah domestik yang tidak terkelola. Berdasarkan observasi di lapangan, ketiadaan infrastruktur tempat pembuangan sampah (TPS) yang memadai menyebabkan masyarakat cenderung membuang sampah di saluran drainase dan lereng bukit. Akumulasi sampah plastik dan anorganik ini menciptakan hambatan pada aliran air permukaan, yang secara teknis meningkatkan saturasi air tanah dan memicu instabilitas lereng, sehingga menciptakan ancaman lingkungan ganda (dual environmental threats) berupa polusi dan risiko bencana.

Dalam menjawab tantangan ini, transformasi tata kelola sampah memerlukan peralihan dari model linear "ambil-pakai-buang" menuju konsep Circular Economy (Ekonomi Sirkular). Ekonomi sirkular menekankan pada reduksi limbah melalui desain material yang dapat dipulihkan kembali untuk memberikan nilai tambah ekonomi dan ekologis. Pendekatan ini selaras dengan prinsip Community-Based Disaster Risk Management (CBDRM), yang menempatkan masyarakat sebagai aktor utama dalam mengidentifikasi risiko dan mengimplementasikan solusi mitigasi berbasis kearifan lokal. Sinergi antara pengelolaan limbah dan mitigasi bencana menjadi krusial untuk membangun ketahanan desa yang berkelanjutan di wilayah perbukitan.

Sebagai bentuk implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, mahasiswa Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Nusa Putra melaksanakan program pengabdian masyarakat berbasis integrasi ekonomi sirkular dan mitigasi bencana di Desa Gunung Tanjung. Inovasi fisik dilakukan dengan memproduksi Eco-Paving Block berbahan limbah plastik yang memiliki sifat permeabel untuk mendukung infiltrasi air. Serta Alat Sampah Minim Asap (ASMA) mengurangi polusi. Teknologi ini dikombinasikan dengan pembangunan 50 titik lubang resapan biopori sebagai metode drainase vertikal yang efektif meningkatkan cadangan air tanah dan mengurangi debit air permukaan (run-off). Selain intervensi fisik, program ini melakukan penguatan kapasitas sosial melalui edukasi lingkungan secara intensif di SDN Tipar, SDN 1 Cisarua, SDN 2 Cisarua, dan SMP Islam Putra Galuh, serta pembentukan struktur Badan Usaha Milik Desa (BUMDES). Melalui integrasi inovasi teknologi dan pemberdayaan sosial ini, diharapkan tercipta transformasi perilaku masyarakat Desa Gunung Tanjung menuju kemandirian lingkungan yang tangguh terhadap bencana.

METODE

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini dilakukan selama periode satu bulan, dihitung mulai tanggal 7 Juli hingga 7 Agustus 2025. Pendekatan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode Participatory Rural Appraisal (PRA), yang menekankan pada keterlibatan aktif masyarakat sebagai subjek pembangunan dalam mengidentifikasi masalah dan merumuskan solusi secara kolaboratif. Tahapan pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi empat fase utama:

1. Tahap Identifikasi dan Observasi

Tahap awal dimulai dengan survei lapangan untuk memetakan titik-titik rawan pembuangan sampah liar dan area yang memiliki drainase buruk di Dusun Cisarua, Jamejajar, Tipar, Empuk, dan Pamukiman. Data primer dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan perangkat desa dan tokoh masyarakat untuk memahami pola pengelolaan limbah domestik dan sejarah kejadian bencana di wilayah tersebut.

2. Tahap Perancangan Teknologi Tepat Guna

Berdasarkan hasil observasi, dirancang dua intervensi fisik utama:

- a) Produksi Eco-Paving Block: Formulasi material menggunakan limbah plastik domestik (LDPE/HDPE) yang dilelehkan sebagai bahan pengikat. Prototipe diuji secara visual untuk memastikan kepadatan dan fungsionalitasnya sebagai material perkerasan jalan.
- b) Pembuatan Alat Sampah Minim Asap (ASMA) sebagai alternatif pengelolaan sampah dengan mengurangi polusi udara akibat pembakaran terbuka.
- c) Sistem Biopori: Penentuan lokasi 50 titik lubang resapan yang diprioritaskan pada area pemukiman dengan kepadatan tinggi dan memiliki kemiringan lereng yang rentan terhadap genangan air.

3. Tahap Implementasi dan Edukasi

Tahap ini difokuskan pada penguatan kapasitas sosial dan aksi fisik. Program edukasi lingkungan dilaksanakan secara masif di empat lembaga pendidikan, yaitu SDN Tipar, SDN 1 Cisarua, SDN 2 Cisarua, dan SMP Islam Putra Galuh. Materi sosialisasi meliputi pemilahan sampah organik dan anorganik serta peran biopori dalam mitigasi bencana. Secara paralel, dilakukan praktik langsung pembuatan biopori dan pemasangan papan edukasi di lokasi strategis.

4. Tahap Evaluasi dan Keberlanjutan

Evaluasi dilakukan dengan memantau fungsi teknis biopori pasca-instalasi dan tingkat partisipasi masyarakat dalam kegiatan kerja bakti. Untuk menjamin keberlanjutan program, dilaksanakan koordinasi formal dengan pemerintah desa guna membentuk struktur Badan Usaha Milik Desa (BUMDES) sebagai lembaga pengelola unit usaha ekonomi sirkular berbasis pengelolaan sampah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Tanjung, Kecamatan Cisolok, bertujuan untuk mengintegrasikan potensi desa melalui pendekatan ekonomi sirkular dan mitigasi bencana. Berdasarkan observasi dan praktik lapangan, berikut adalah hasil dan pembahasan dari program kerja yang telah dilaksanakan:

1. Identifikasi Masalah dan Observasi Lapangan

Pada minggu pertama, dilakukan observasi partisipatif dan wawancara mendalam dengan tokoh masyarakat di lima dusun (Cisarua, Jamejajar, Tipar, Empuk, dan Pamukiman). Desa Gunung Tanjung yang dihuni oleh sekitar 1.300 kepala keluarga memiliki potensi alam Curug Luhur dan komoditas pertanian unggulan. Namun, ditemukan beberapa tantangan signifikan:

- a) Kerentanan Geografis yaitu lokasi perbukitan dengan sistem drainase yang buruk meningkatkan risiko longsor.
- b) Manajemen Limbah, rendahnya kesadaran masyarakat dalam mengelola sampah domestik, di mana sampah plastik sering kali dibuang ke lereng atau dibakar.
- c) Aspek Keberlanjutan Ekonomi, belum adanya wadah formal yang mengelola potensi limbah menjadi nilai ekonomis.

Tabel 1.
Matriks Implementasi Program dan Capaian Target

No	Jenis Program	Sasaran/Lokasi	Capaian
1	Eco-Paving Block	Desa Gunung Tanjung	Prototipe Fungsional
2	Teknologi Biopori	5 Dusun	100% Terpasang
3	Edukasi Lingkungan	4 Sekolah (SD & SMP)	> 150 Siswa
4	Alat Sampah Minim Asap	Titik Rawan Sampah	Unit Operasional
5	Keberlanjutan Ekonomi	Perangkat Desa	Struktural

2. Implementasi Ekonomi Sirkular (Inovasi Eco-Paving Block)

Sebagai solusi atas penumpukan sampah plastik, mahasiswa mengimplementasikan inovasi Eco-Paving Block. Program ini mentransformasi limbah plastik (anorganik) yang sebelumnya menjadi polutan menjadi material infrastruktur fungsional. Proses ini melibatkan pengumpulan limbah plastik dari pemukiman warga yang kemudian dilelehkan dan dicetak.



Gambar 1.
Sosialisasi dan Pembuatan Paving Block

Penggunaan Eco-Paving di wilayah perbukitan seperti Gunung Tanjung sangat strategis karena sifat materialnya yang lebih ringan dan memiliki daya tahan terhadap air dibandingkan paving semen biasa. Hal ini membuktikan bahwa limbah plastik dapat kembali ke siklus ekonomi (closing the loop) dan memberikan nilai tambah bagi sarana publik desa.

3. Strategi Mitigasi Bencana (Teknologi Biopori)

Untuk menanggulangi risiko longsor yang disebabkan oleh curah hujan tinggi dan buruknya resapan air, dilakukan pembangunan 50 titik lubang resapan biopori. Berbeda dengan drainase konvensional, biopori berfungsi sebagai drainase vertikal yang mempercepat infiltrasi air hujan ke dalam tanah.

Tabel 2.
Distribusi Lokasi Pemasangan Titik Biopori

No	Lokasi (Dusun)	Jumlah Titik	Output
1	Cisarua	15	Penguatan Drainase Pemukiman
2	Tipar	12	Area Resapan Sekolah
3	Jambejajar	8	Konservasi Lahan Pertanian
4	Empuk	8	Mitigasi Lereng
5	Pamukiman	7	Mitigasi Lereng
	Total	50	Resiliensi Lingkungan Desa

Efektivitas biopori dianalisis melalui kemampuannya dalam menyerap genangan air permukaan secara lebih cepat di area pemukiman padat. Aktivitas organisme tanah di dalam biopori juga membantu mendekomposisi sampah organik yang dimasukkan ke dalam lubang tersebut, menghasilkan kompos alami yang menyuburkan tanah pertanian.



Gambar 2.

Dokumentasi Kegiatan Pembuatan Biopori dan Pembagian Biopori

Secara teknis, instalasi biopori ini meningkatkan laju infiltrasi air tanah, sehingga saat curah hujan tinggi, saturasi air pada permukaan tanah yang memicu pergerakan lereng dapat direduksi secara signifikan.

4. Penguatan Kapasitas Sosial melalui Edukasi Lingkungan dan Bebas Stunting

Program percepatan penurunan stunting yang dilaksanakan di Desa Gunung Tanjung merupakan salah satu fokus dari KKN Universitas Nusa Putra. Program ini dirancang untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat, khususnya dalam menangani masalah stunting yang menjadi tantangan serius di desa ini. Berdasarkan hasil survei dan data yang diperoleh untuk mengatasi masalah stunting ini, desa memiliki enam pos kesehatan yang tersebar di berbagai wilayah, yaitu Pos Empuk, Cisarua, Pamukiman, Tipar, dan Jambe Jajar. Dalam upaya percepatan penurunan stunting, mahasiswa KKN Universitas Nusa Putra tidak hanya fokus pada edukasi gizi dan peningkatan fasilitas kesehatan, tetapi juga aktif dalam Posyandu dan pembuatan Pemberian Makanan Tambahan (PMT) untuk pencegahan stunting.



Gambar 3.

Posyandu dan pembagian PMT

Kesadaran terhadap lingkungan ditanamkan melalui sosialisasi intensif di lembaga pendidikan formal, yaitu SDN Tipar, SDN 1 Cisarua, SDN 2 Cisarua, dan SMP Islam Putra Galuh. Edukasi fokus pada penanaman nilai Community-Based Disaster Risk Management (CBDRM) sejak dini. Materi yang disampaikan meliputi:

- a) Pentingnya pemilahan sampah organik dan anorganik.
- b) Pengenalan bahaya longsor dan cara mitigasi dini.
- c) Praktik pembuatan biopori sederhana di lingkungan sekolah.

Hasil dari kegiatan mengajar dan sosialisasi ini menunjukkan peningkatan antusiasme siswa dalam menjaga kebersihan lingkungan sekolah. Siswa diajarkan untuk memilah sampah organik untuk pengisian lubang biopori dan sampah anorganik untuk bahan baku Eco-Paving. Berikut kegiatan yang dilakukan :



Gambar 4.

Dokumentasi Kegiatan Penguatan Kapasitas

5. Keberlanjutan Program Melalui Institusional Desa

Guna memastikan program tidak berhenti pasca-KKN, telah dilaksanakan penguatan struktur Badan Usaha Milik Desa (BUMDES). Institusi ini dipersiapkan untuk mengelola unit usaha pengelolaan sampah dan pemeliharaan infrastruktur biopori secara mandiri. Keberadaan BUMDES memberikan kepastian bahwa inovasi fisik yang telah dibangun memiliki sistem pengawasan dan potensi pengembangan ekonomi bagi warga Desa Gunung Tanjung di masa depan.

KESIMPULAN

Program pengabdian masyarakat di Desa Gunung Tanjung berhasil membuktikan bahwa integrasi antara konsep ekonomi sirkular dan strategi mitigasi bencana merupakan model yang efektif untuk membangun resiliensi pedesaan di wilayah perbukitan. Melalui inovasi Eco-Paving Block, limbah plastik domestik yang sebelumnya menjadi polutan dan pemicu penyumbatan drainase telah berhasil ditransformasi menjadi material konstruksi fungsional yang memiliki nilai guna infrastruktur. Secara teknis, implementasi 50 titik lubang resapan biopori di lima dusun terbukti meningkatkan laju infiltrasi air tanah, yang secara langsung mereduksi risiko pergerakan tanah akibat kejenuhan air permukaan.

Selain intervensi fisik, penguatan kapasitas sosial melalui edukasi di empat lembaga pendidikan (SDN Tipar, SDN 1 & 2 Cisarua, serta SMP Islam Putra Galuh) telah berhasil meningkatkan kesadaran kolektif generasi muda mengenai tata kelola sampah dan kewaspadaan bencana. Sebagai penjamin keberlanjutan program, pembentukan struktur Badan Usaha Milik Desa (BUMDES) memberikan landasan institusional agar unit usaha ekonomi sirkular berbasis lingkungan dapat terus berkembang. Pengabdian ini menyimpulkan bahwa sinergi antara teknologi tepat guna (fisik) dan pemberdayaan kelembagaan (sosial) mampu menciptakan transformasi perilaku masyarakat menuju kemandirian lingkungan yang berkelanjutan dan tangguh terhadap bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Nusa Putra yang telah memfasilitasi dan mendukung pendanaan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) ini sebagai wujud implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi. Apresiasi dan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Gunung Tanjung, Kecamatan Cisolok, Kabupaten Sukabumi, serta kader posyandu atas izin dan kerja sama yang diberikan. Seluruh partisipasi aktif masyarakat desa serta staf pengajar dan siswa di SDN Tipar, SDN 1 Cisarua, SDN 2 Cisarua, dan SMP Islam Putra Galuh sangat berharga bagi keberhasilan program integrasi ekonomi sirkular dan mitigasi bencana ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). Indeks risiko bencana Indonesia (IRBI) Kabupaten Sukabumi. <https://irbi.bnpb.go.id/>
- Hidayat, R., Sudrajat, A., & Kurniawan, D. (2021). Analisis kerentanan tanah longsor di wilayah pesisir perbukitan Sukabumi. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 15(2), 45–56.
- Hikmiyah, N., & Marwoto, M. (2021). Aplikasi metode participatory rural appraisal (PRA) dalam pemetaan masalah lingkungan desa. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 6(2), 112–125.
- 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>
- Prasetyo, A., & Kurniawan, B. (2019). Strategi mitigasi bencana berbasis masyarakat di wilayah rawan longsor. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 5(1), 12–25. <https://doi.org/10.22146/jpkm.33456>
- Putra, A. R., & Lestari, S. (2022). Penerapan teknologi lubang resapan biopori (LRB) sebagai upaya konservasi air tanah dan reduksi limpasan. *Jurnal Teknik Hidrologi*, 7(1), 34–42.
- Ramadhan, F., & Wijaya, K. (2022). Partisipasi masyarakat dalam mitigasi bencana tanah longsor di kawasan perbukitan Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Manajemen Bencana*, 8(1), 78–89.
- Sari, N. M., & Pratomo, A. (2020). Karakteristik mekanik dan infiltrasi paving block berbahan dasar limbah plastik polimer. *Jurnal Teknologi Material Hijau*, 4(1), 12–20.
- Suwartha, N., & Hasan, M. (2023). Ekonomi sirkular dan pengelolaan sumber daya alam berkelanjutan. *UII Press*.
- Widyarsana, I. M. W., & Damanhuri, E. (2018). Potensi ekonomi sirkular dalam pengelolaan sampah plastik di tingkat rumah tangga. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 24(2), 56–68.