

Empowering Community Partnerships through Innovative Production of Artificial Sand from Glass Waste into Paving Blocks in Gampong Ajee, Pagar Air, Aceh Besar

Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat Melalui Inovasi Pembuatan Pasir Buatan dari Limbah Kaca Menjadi Paving Block di Gampong Ajee Pagar Air Aceh Besar

Cut Rahmawati^{*1}, Iqbal², Teuku Rizky Novandy³, Mujibullah. M⁴, Fajar Shodiq⁵, Abdus Salam⁶, Manda Wahyudin⁷, Sahrul Zikri⁸, Isman Furqan⁹, Riko¹⁰, Hafizhatul Mutmainnah¹¹, Vanita¹², Alfiana Putri¹³

^{1,4,5}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Abulyatama, Aceh Besar

^{2,6,7,8,9,10}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Abulyatama, Aceh Besar

³Program Studi Sistem Informasi, Universitas Abulyatama, Aceh Besar

¹¹Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Abulyatama, Aceh Besar

^{12,13}Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Abulyatama, Aceh Besar

*E-mail: cutrahmawati@abulyatama.ac.id¹

Abstract

Glass waste management remains a challenge in many regions, including Aceh Besar District. Since glass does not decompose naturally, it poses a significant environmental threat if not properly handled. At the same time, the demand for eco-friendly building materials continues to rise. This calls for innovative solutions that can transform waste into valuable products. This initiative aims to empower the community of Ajee Pagar Air Village, Ingin Jaya Subdistrict, Aceh Besar, by introducing an innovation that converts glass waste into paving blocks. The program also seeks to enhance residents' technical skills in waste processing and promote the creation of recycled construction materials. Glass waste is collected from the surrounding area and crushed using a shredding machine to produce artificial sand. This sand is then mixed with cement and water, and molded manually into paving blocks. Training and mentoring are conducted through a participatory approach, involving villagers in every stage of production. The activity has successfully raised community awareness about the importance of waste management and opened up opportunities for environmentally based local enterprises.

Keywords: artificial sand, waste glass, construction, recycling, community empowerment

Abstrak

Pengelolaan limbah kaca masih menjadi tantangan di berbagai daerah, termasuk di Kabupaten Aceh Besar. Limbah kaca yang tidak terurai secara alami berpotensi mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Di sisi lain, kebutuhan akan bahan bangunan alternatif yang ramah lingkungan terus meningkat. Oleh karena itu, diperlukan inovasi yang mampu mengubah limbah menjadi produk bernilai guna. Kegiatan ini bertujuan untuk memberdayakan masyarakat Desa Ajee Pagar Air, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar melalui inovasi pemanfaatan limbah kaca menjadi paving block. Program ini juga bertujuan meningkatkan keterampilan teknis masyarakat dalam pengolahan limbah dan mendorong terciptanya produk konstruksi berbasis daur ulang. Limbah kaca dikumpulkan dari lingkungan sekitar, kemudian dihancurkan menggunakan mesin penghancur hingga menjadi pasir buatan. Pasir ini dicampur dengan semen dan air, lalu dicetak menjadi paving block menggunakan cetakan manual. Proses pelatihan dan pendampingan dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan warga desa dalam setiap tahap produksi. Kegiatan ini telah meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan limbah dan membuka peluang usaha lokal berbasis lingkungan.

Kata kunci: pasir buatan, limbah kaca, konstruksi, daur ulang, pemberdayaan masyarakat

1. PENDAHULUAN

Limbah kaca merupakan material *non-biodegradable* yang menimbulkan dampak negatif signifikan terhadap lingkungan (Ahmad et al., 2022; Geng et al., 2022; Varma & Singh, 2023). Akumulasi limbah kaca di tempat pembuangan sampah menjadi persoalan serius yang memerlukan solusi inovatif dan berkelanjutan. Secara komposisi kimia, limbah kaca mengandung silika amorf sebesar 50%-60%, sehingga sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi pengganti pasir alam (Paul et al., 2022; Rahmawati et al., 2024; Son et al., 2025). Karakteristik limbah kaca yang memiliki ketangguhan tinggi dan sifat ketahanan abrasi yang baik menjadikannya substitusi efektif untuk agregat alami dalam aplikasi semen dan beton (Ahmad et al., 2022; Hwee Tan & Du, 2013; Xiao et al., 2020).

Desa Ajee Pagar Air berada di Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Desa ini memiliki potensi untuk mengembangkan limbah kaca menjadi paving block. Desa ini berada dekat dengan pusat grosir Kabupaten Aceh besar sehingga potensi bahan baku berupa limbah kaca banyak tersedia. Desa Ajee Pagar Air memiliki industri konstruksi non struktural yang sudah berkembang dan merupakan usaha pemuda desa. Lokasi desa juga didukung oleh lokasi yang strategis di sekitar Kota Banda Aceh sebagai ibukota provinsi. Potensi usaha konstruksi non struktural sangat menjanjikan di Provinsi Aceh, sehingga secara finansial usaha masyarakat Desa Ajee Pagar Air layak untuk dikembangkan. Mitra sasaran pada kegiatan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Berdampak Tahun 2025 adalah Kelompok Usaha Bersama (KUB) Produk Konstruksi Desa Ajee Pagar Air.

Namun demikian, ketergantungan pada pasir alam menimbulkan permasalahan tersendiri pada mitra. Sungai Krueng Aceh yang membelah Kabupaten Aceh Besar dan menjadi sumber material, air minum, serta air irigasi bagi masyarakat, kini mengalami degradasi akibat aktivitas galian C yang intensif di sepanjang aliran sungai (Rahmawati et al., 2023; Rahmawati, Amin, et al., 2022; Rahmawati, Muhtadin, et al., 2022a)(Rahmawati et al., 2023; Rahmawati, Amin, et al., 2022; Rahmawati, Muhtadin, et al., 2022a, 2022b). Pada periode tertentu, Pemerintah Kabupaten Aceh Besar memberlakukan penutupan penambangan pasir alam, yang menyebabkan pelaku industri harus mendatangkan pasir dari kabupaten lain (Rahmawati, Muhtadin, et al., 2022b). Kondisi ini berdampak pada peningkatan biaya produksi yang signifikan bagi mitra. Melalui kegiatan BEM Berdampak Universitas Abulyatama, BEM menawarkan inovasi pasir buatan yang dibuat dari limbah kaca untuk pembuatan paving block. Tujuan kegiatan pemberdayaan ini adalah memberdayakan masyarakat Desa Ajee Pagar Air melalui inovasi pemanfaatan limbah kaca sebagai bahan baku pengganti pasir alam untuk pembuatan paving block, guna mengatasi ketergantungan terhadap pasir alam dan mendukung usaha pembuatan paving block berbasis lingkungan.

Metode yang diterapkan adalah praktik langsung di lapangan, evaluasi hasil dan tindak lanjut perbaikan program. Hasil kegiatan menunjukkan mitra dapat memanfaatkan inovasi yang diberikan dan produk yang dihasilkan menunjukkan kekuatan yang baik dan layak untuk dijual. Mitra sangat puas dengan inovasi dari BEM Universitas Abulyatama. Selain mengurangi ketergantungan terhadap pasir alam, kegiatan ini juga membuka peluang usaha baru, meningkatkan daya saing produk lokal, dan memperkuat kapasitas kelembagaan mitra melalui transfer teknologi dan pendampingan berbasis komunitas.

2. METODE

Tempat dan Waktu

Kegiatan pemberdayaan kemitraan masyarakat ini dilaksanakan di Gampong Ajee Pagar Air, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Periode pelaksanaan dimulai dari tanggal 1 Oktober sampai 15 Oktober 2025. Lokasi ini memiliki fasilitas yang mendukung kegiatan berbasis konstruksi dan memudahkan implementasi langsung di lapangan.

Mitra Sasaran

Sasaran dalam kegiatan ini adalah Kelompok Usaha Bersama (KUB) produk konstruksi Desa Ajee Pagar Air yang terdiri dari pemuda desa yang tertarik mengembangkan peluang usaha di bidang konstruksi.

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan ini menggunakan pendekatan implementasi langsung di lapangan. Metode yang diterapkan adalah menekankan pada *learning by doing* (belajar sambil mengerjakan), dimana mitra langsung terlibat aktif dalam seluruh proses produksi dari awal hingga akhir.

Tahapan pelaksanaan meliputi:

1. Persiapan Material dan Peralatan
2. Praktik Pembuatan Pasir Buatan
3. Praktik Pembuatan *Paving Block*
4. Evaluasi Keberhasilan Program

Evaluasi keberhasilan program dilakukan melalui pendekatan kualitatif. Penilaian kualitatif dilaksanakan melalui wawancara mendalam dengan mitra. Hal ini dilakukan sebagai upaya mengetahui tingkat ketertarikan terhadap inovasi pasir buatan dari limbah kaca, pemahaman tentang manfaat dan aplikasi limbah kaca dalam pembuatan paving block. Perubahan persepsi mitra terhadap limbah kaca sebagai material bernilai, serta kesiapan mitra untuk mengaplikasikan teknologi dalam produksi paving block. Observasi Partisipatif dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap antusiasme dan keterlibatan aktif mitra dalam setiap tahapan, kemampuan mitra dalam mengadopsi teknologi baru, dan keterampilan praktis yang dikuasai mitra.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tingkat Partisipasi Mitra

Implementasi langsung kegiatan pembuatan paving block dari limbah kaca menunjukkan tingkat partisipasi mitra yang sangat tinggi. Seluruh pekerja aktif terlibat dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari preparasi material hingga produksi paving block. Gambar 1 menunjukkan proses sosialisasi yang dilakukan dan partisipasi mitra pada kegiatan.



Gambar 1. Partisipasi mitra pada kegiatan pemberdayaan masyarakat oleh BEM

Beberapa pelaku usaha sejenis dari wilayah sekitar juga turut berpartisipasi untuk mengamati dan belajar tentang inovasi ini. Mitra menyampaikan permasalahan mendasar terkait kesulitan memperoleh pasir alam berkualitas baik. Pasir dari Sungai Krueng Aceh yang dulunya mudah didapat kini mengalami keterbatasan akses. Alternatif pasir dari lokasi lain seringkali menunjukkan karakteristik kurang optimal, seperti distribusi ukuran yang tidak seragam dan

tercampur dengan tanah. Kondisi ini menyebabkan peningkatan biaya produksi dan mempengaruhi kualitas produk. Inovasi pembuatan pasir buatan dari limbah kaca disambut positif oleh mitra karena menawarkan solusi ganda: mengatasi kelangkaan pasir alam sekaligus memberikan nilai ekonomis pada limbah kaca. Pendekatan implementasi langsung tanpa sesi pelatihan formal terbukti efektif, karena mitra dapat langsung mempraktikkan dan melihat hasil nyata dari teknologi yang diperkenalkan.

3.2 Karakteristik Limbah Kaca

Limbah kaca yang digunakan dalam kegiatan ini berasal dari berbagai sumber, terutama botol kaca sirup berwarna putih, sisa kaca jendela, dan jenis kaca lainnya. Pemilihan limbah kaca didasarkan pada kemudahan akses dan ketersediaannya di sekitar Desa Ajee Pagar Air. Gambar 2 menunjukkan karakteristik limbah kaca yang dihasilkan dari mesin penghancur kaca yang berwarna putih dengan ukuran butiran sama dengan pasir alam.



Gambar 2. Karakteristik pasir buatan dari limbah kaca

3.3 Praktik Merubah Limbah Kaca Menjadi Pasir Buatan

Kegiatan pertama yang dilakukan adalah preparasi dan pembersihan. Limbah kaca direndam selama 24 jam untuk melunakkan dan melepaskan kotoran yang melekat. Proses pencucian dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan kebersihan material. Tahap ini penting untuk menghasilkan pasir buatan berkualitas tinggi dan menghindari kontaminasi yang dapat mempengaruhi kualitas produk akhir. Penghancuran kaca dilakukan menggunakan mesin penghancur kaca. Modifikasi ukuran partikel dilakukan untuk menghasilkan pasir buatan dengan gradasi yang sesuai untuk aplikasi konstruksi. Ukuran pasir yang dihasilkan adalah 0,15-2 mm. Pasir buatan ini selanjutnya disimpan di tempat kering untuk menjaga kualitas dan mencegah kelembaban berlebih yang dapat mempengaruhi proses pencampuran.

3.4 Implementasi Pembuatan Paving Block

Formulasi campuran yang digunakan dalam kegiatan ini dirancang berdasarkan pertimbangan target kualitas sesuai standar SNI 03-2442-1991. Perbandingan pasir dan semen yang digunakan adalah 2 : 1 dengan penggunaan air diatur di lapangan. Proses pencampuran dilakukan secara bertahap untuk memastikan homogenitas. Pendekatan ini memastikan distribusi yang merata dari semua komponen dan mengoptimalkan reaksi hidrasi semen.

Cetakan yang diolesi pelumas dan diisi dengan campuran yang telah tersedia. Pemadatan menggunakan tongkat besi untuk menghilangkan rongga udara dan memastikan kepadatan maksimal produk. Gambar 3 menunjukkan proses pembuatan paving block dari limbah kaca.



Gambar 3. Pembuatan paving block dari pencampuran, pencetakan dan pengeringan

Cetakan dibuka setelah 24 jam untuk mencegah kerusakan pada produk yang masih dalam tahap setting awal. Produk disimpan di tempat teduh untuk menghindari paparan sinar matahari langsung yang dapat menyebabkan penguapan berlebihan. Penyiraman dilakukan setiap hari selama 7 hari pertama untuk menjaga kelembaban dan mendukung proses hidrasi semen yang optimal. Setelah berumur 28 hari produk paving block dari limbah kaca siap dipasarkan. Gambar 4 menunjukkan produk paving block yang telah dibuka dari cetakan.



Gambar 4. Produk paving block berbasis limbah kaca sebagai pengganti pasir alam

3.5 Keberhasilan Program

Indikator Keberhasilan Kualitatif

Berdasarkan wawancara mendalam dengan mitra, keberhasilan program dapat diidentifikasi melalui beberapa indikator. Pemahaman konsep mitra menunjukkan 100% mitra memahami manfaat limbah kaca sebagai substitusi pasir alam, mitra dapat menjelaskan proses konversi limbah kaca menjadi pasir buatan serta mitra memahami standar kualitas produk yang harus dipenuhi. Penguasaan keterampilan mitra telah menunjukkan mampu melakukan preparasi limbah kaca secara mandiri. Mitra telah menguasai teknik pencampuran dan pencetakan yang tepat serta mitra dapat melakukan perawatan produk sesuai prosedur standar. Perubahan sikap mitra menunjukkan perubahan persepsi terhadap limbah kaca dari

"sampah" menjadi "sumber daya", peningkatan kesadaran tentang keberlanjutan lingkungan, motivasi untuk terus berinovasi dan mengembangkan produk. Komitmen keberlanjutan telah terlihat ada pada mitra. Mitra menyatakan komitmen untuk meneruskan produksi paving block berbasis limbah kaca, mitra berencana untuk memperluas pemanfaatan limbah kaca pada produk lain, kesediaan untuk berbagi pengetahuan dengan pelaku usaha lain.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pemberdayaan kemitraan masyarakat melalui inovasi pembuatan pasir buatan dari limbah kaca di Gampong Ajee Pagar Air, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar telah berhasil mencapai tujuan yang ditetapkan. Kesimpulan utama dari kegiatan ini adalah:

1. Inovasi pembuatan pasir buatan dari limbah kaca diterima dengan baik oleh mitra. Pendekatan implementasi langsung di lapangan tanpa sesi pelatihan formal terbukti efektif dalam transfer teknologi, memungkinkan mitra untuk langsung mempraktikkan dan melihat hasil nyata.
2. Mitra berhasil menguasai teknologi produksi pasir buatan dan pembuatan paving block. Diversifikasi produk ini membuka peluang pasar baru dan meningkatkan daya saing usaha mitra.
4. Kegiatan ini berkontribusi pada pengurangan volume limbah kaca di tempat pembuangan sampah dan konservasi sumber daya pasir alam. Program ini mendemonstrasikan implementasi praktis konsep ekonomi sirkular di tingkat komunitas.
5. Mitra menunjukkan komitmen kuat untuk meneruskan produksi paving block berbasis limbah kaca dan berencana memperluas pemanfaatan limbah kaca pada produk lain. Hal ini menunjukkan keberlanjutan jangka panjang dari inovasi yang diperkenalkan.
6. Model pemberdayaan ini memiliki potensi tinggi untuk direplikasi di lokasi lain dengan karakteristik serupa, berkontribusi pada pengembangan industri konstruksi berkelanjutan yang lebih luas.

Secara keseluruhan, kegiatan pemberdayaan kemitraan masyarakat ini berhasil mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam satu program yang komprehensif. Pendampingan langsung dan implementasi di lapangan sangat membantu dalam peningkatan keterampilan dan kemampuan mitra, sekaligus memberikan kontribusi nyata terhadap kelestarian lingkungan dan pengembangan usaha berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan Mahasiswa Berdampak ini dibiayai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Republik Indonesia melalui skema Pemberdayaan Masyarakat oleh BEM dengan nomor kontrak 443/C3/DT.05.00/PM-BEM/2025 tanggal 10 September 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J., Aslam, F., Martinez-Garcia, R., De-Prado-Gi, J., Qaidi, S. M. A., & Brahmia, A. (2022). Effects of waste glass and waste marble on mechanical and durability performance of concrete. *Scientific Reports*, 11(1), 21525. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00994-0>
- Geng, C., Wu, X., Yao, X., Wang, C., Mei, Z., & Jiang, T. (2022). Reusing waste glass powder to improve the strength stability of cement at HTHP. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 213, 110394. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2022.110394>
- Hwee Tan, K., & Du, H. (2013). Use of waste glass as sand in mortar: Part I – Fresh, mechanical and durability properties. *Cement and Concrete Composites*, 35, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2012.08.028>
- Paul, D., Bindhu, K. R., Matos, A. M., & Delgado, J. (2022). Eco-friendly concrete with waste glass

- powder: A sustainable and circular solution. *Construction and Building Materials*, 355, 129217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129217>
- Rahmawati, C., Amin, A., Meutia, P. D., Meliyana, M., Zardi, M., Syahputra, I., Srian, T., Putri, L. D., & Khalis, M. (2022). Pengenalan dan Pemanfaatan Limbah Kaca Menjadi Produk Bernilai. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(5), 1379–1386.
- Rahmawati, C., Iqbal, I., Meliyana, M., Muhtadin, M., Faisal, M., Amin, A., Nasruddin, & Hidayat, A. (2023). Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat Melalui Pemanfaatan Limbah Kaca Menjadi Produk Konstruksi. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 1026–1031.
- Rahmawati, C., Muhtadin, M., Faisal, M., Iqbal, I., Zardi, M., Meliyana, M., & Nasruddin, N. (2022a). Pemanfaatan Limbah Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Pada Produk Berbasis Semen. *Jurnal Vokasi*, 6(2), 112–119.
- Rahmawati, C., Muhtadin, M., Faisal, M., Iqbal, I., Zardi, M., Meliyana, M., & Nasruddin, N. (2022b). Teaching industry: Pengolahan Limbah Kaca Menjadi Produk Konstruksi. *Jurnal Vokasi*, 6(2), 112–119.
- Rahmawati, C., Zardi, M., Anggi, H. R. L., & Akhramurizqi. (2024). Current development of waste glass as building construction materials. *AIP Conference Proceedings*.
- Son, M., Kim, G., Eu, H., Lee, S., Choe, G., Sasui, S., Pyeon, S., & Nam, J. (2025). Optimizing the pretreatment conditions for waste glass sand in mortar focusing on the alkali-silica reaction mechanism. *Case Studies in Construction Materials*, 22, e04534. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e04534>
- Varma, D. N., & Singh, S. P. (2023). A Review on Waste Glass-based Geopolymer Composites as a Sustainable Binder. *Silicon*, 15, 7685–7703. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12633-023-02629-7>
- Xiao, R., Ma, Y., Jiang, X., Zhang, M., Zhang, Y., Wang, Y., Huang, B., & He, Q. (2020). Strength, microstructure, efflorescence behavior and environmental impacts of waste glass geopolymers cured at ambient temperature. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119610. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119610>