

## **TEACHING INDUSTRY : PENGOLAHAN LIMBAH KACA MENJADI PRODUK KONSTRUKSI**

**Cut Rahmawati<sup>1\*</sup>, Muhtadin<sup>2</sup>, Muhammad Faisal<sup>2</sup>, Iqbal<sup>2</sup>, Muhammad Zardi<sup>1</sup>, Meliyana<sup>1</sup>,  
Nasruddin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Abulyatama

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Abulyatama

\*Email: cutrahmawati@abulyatama.ac.id

### **Abstrak**

#### **History Artikel**

**Received:**

Mei-2022;

**Reviewed:**

Mei-2022

**Accepted:**

Juni-2022

**Published:**

Juli-2022

Konsep *teaching industry* dalam era merdeka belajar yang digagas Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset dan Teknologi telah mendorong kolaborasi antara dosen dengan mitra industri dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kegiatan pengabdian ini mengusung tema pemanfaatan limbah kaca pada produk konstruksi non-struktural. Limbah kaca merupakan material yang terbuang dan belum dimanfaatkan secara baik. Limbah kaca kaya akan silika, oleh karena itu sangat baik dijadikan pengganti sebagian semen karena kandungan tertinggi semen adalah silika. Metode yang dilakukan adalah dengan terlebih dahulu mencari informasi permasalahan mitra dalam melaksanakan produksi dan dilanjutkan dengan pelatihan. Modifikasi ukuran partikel dilakukan dengan alat penghancur kaca hingga didapat ukuran rata-rata 50  $\mu\text{m}$ . Serbuk kaca ini digunakan untuk menggantikan sebagian semen dalam pembuatan lubang angin. Produk yang dihasilkan menunjukkan kuat tekan dan daya serap air sebesar masing-masing 9,23 MPa dan 8,76% dan dinyatakan layak untuk digunakan pada bangunan. Kegiatan pengabdian ini memberikan dampak positif pada mitra yaitu mitra sudah dapat mengaplikasikan limbah kaca menjadi produk berguna dan bernilai ekonomis. Kolaborasi ini telah menjadikan Universitas Abulyatama sebagai motor inovasi reka cipta untuk mendorong akselerasi hilirisasi riset dosen.

**Kata kunci:** *teaching industry*, limbah kaca, lubang angin, hilirisasi riset

## **PENDAHULUAN**

*Teaching industry* merupakan proses pembelajaran bagi dosen, mahasiswa dan pihak industri untuk saling bertukar ilmu pengetahuan, sains dan teknologi. Konsep pada *teaching industry* ini adalah industri memerlukan alih teknologi dalam proses produksi sementara insan DIKTI dapat mengembangkan hasil risetnya dengan bekerjasama dengan pihak industri. Dalam proses ini diharapkan adanya pertukaran ilmu sains dan teknologi yang memberi manfaat bagi kedua belah pihak. Insan DIKTI akan membantu menyelesaikan persoalan industri, sementara itu mahasiswa akan mendapat kesempatan belajar langsung pada proses pembuatan suatu produk. Hasil kolaborasi ini diharapkan akan menginisiasi produk baru.

Industri konstruksi banyak menghasilkan bahan-bahan bangunan berbasis semen. Pada industri menengah ke bawah produk konstruksi yang dihasilkan berupa paving block, lubang angin dengan berbagai motif, dan balok beton untuk pagar. Industri ini cukup berkembang di Kabupaten Aceh Besar. Dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini ditawarkan solusi pemanfaatan limbah kaca sebagai pengganti sebagian semen. Bahan utama semen portland adalah silika, kalsium dan alumina. Oleh karena itu sebagian semen dapat diganti dengan bahan lain yang juga kaya akan silika [1]. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa bahan yang kaya akan silika adalah fly ash [2], abu sekam padi [3], [4], serbuk kaca [5], [6], limbah karbit [7] dan lainnya.

### Analisis Situasi

Kegiatan pengabdian ini melibatkan mitra industri yaitu CV. Gua Hira Indah yang berlokasi di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar. CV. Gua Hira Indah bergerak dibidang produksi konstruksi beton non struktural seperti batako, lubang angin, kerawang khas Aceh, pagar beton dan lainnya. Produk industri ini sudah digunakan oleh banyak proyek konstruksi di Aceh Besar, Kota Banda Aceh dan Kota Sabang. Mitra mempekerjakan tenaga kerja setempat yang berjumlah 10 orang. Peralatan/mesin yang dimiliki yaitu alat press batako, pengaduk otomatis dengan luas pabrik 400 m<sup>2</sup>. Gambar 1 memperlihatkan fasilitas yang dimiliki mitra dalam menjalankan produksinya.



**Gambar 1.** Kondisi fasilitas yang dimiliki mitra (a) tempat produksi, (b) alat press batako dengan penggerak diesel 8 PK / dinamo 3 hp, (c) pengaduk mortar kapasitas 0,25 m<sup>3</sup> dengan tenaga penggerak 5,5 hp.

### Permasalahan Mitra

Pada produksi batako, paving block, lubang angin dan balok untuk pagar, industri dihadapkan pada persoalan tingginya penggunaan semen. Harga setiap produk akan sangat tergantung pada kenaikan harga semen. Untuk itu perlu dicari alternatif material lain yang dapat menggantikan sebagian semen dan memiliki kemampuan daya ikat seperti semen. Dengan demikian biaya produksi dapat diperkecil dan memberi keuntungan bagi industri.

### Tujuan Kegiatan Pengabdian

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat pada dunia industri ini bertujuan untuk saling bertukar pengalaman dan berbagi ilmu terkait penggunaan limbah kaca pada produk paving block dan lubang angin dan lainnya. Penggunaan limbah kaca yang sudah dimofikasi menjadi serbuk kaca dijadikan sebagai pengganti sebagian semen untuk mengurangi biaya produksi. Secara khusus tujuan kegiatan pengabdian ini adalah:

- a) Terbentuknya kerjasama akademisi dan industri dalam rangka memperkuat *community development*

- b) Terbentuknya cara pengolahan limbah terutama limbah kaca menjadi produk berharga dan bernilai.
- c) Membuka peluang kerja bagi masyarakat lokal dengan memanfaatkan teknologi yang dikembangkan Universitas Abulyatama dan diproduksi oleh mitra.

## **METODE PELAKSANAAN**

### **Tempat dan Waktu**

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di Kecamatan Indrapuri Kabupaten Aceh Besar pada hari Rabu, tanggal 20 April 2022. Kegiatan dilaksanakan selama 1 (satu) hari dari pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB. Metode pendekatan pelaksanaan pengabdian dilakukan dengan:

1. Perencanaan partisipatif. Perencanaan program dilakukan bersama antara dosen Universitas Abulyatama dan industri.
2. Pelatihan ipteks dan demonstrasi  
Terdiri dari cara pengumpulan raw material dan mengolah raw material dengan metode fisika. Metode fisika yang digunakan berupa modifikasi ukuran partikel limbah kaca menggunakan alat yang dirancang di pusat riset Geopolimer dan Nanomaterial Universitas Abulyatama.

### **Solusi yang Ditawarkan**

Solusi yang ditawarkan dalam program pengabdian ini adalah modifikasi limbah kaca menjadi serbuk kaca dengan ukuran lolos 200 mesh (ukuran rata-rata 50  $\mu\text{m}$ ). Modifikasi ukuran partikel serbuk kaca akan mengaktifkan silika yang terkandung didalamnya dan akan memudahkan dalam menghasilkan gel C-S-H. Selanjutnya gel ini akan berperan dalam meningkatkan kekuatan produk. Modifikasi ukuran partikel serbuk kaca sangat mudah dilakukan dan tidak memerlukan energi yang tinggi.

### **Metode Modifikasi Ukuran Limbah Kaca**

Botol-botol kaca bekas yang berwarna putih dicuci bersih dan dijemur. Selanjutnya botol-botol tersebut dimasukkan ke dalam mesin penghancur berkapasitas 50 Kg/jam dengan motor penggerak dinamo 2 Hp. Serbuk kaca yang dihasilkan disaring dengan saringan 200 mesh. Setelah dihaluskan serbuk kaca diuji *index properties* meliputi: uji densitas dan ukuran rata-rata butiran.

### **Aplikasi Serbuk Kaca Pada Produk Konstruksi Non-struktural**

Serbuk kaca diaduk merata dengan semen portland dengan perbandingan 25% dan 75% sebagai Campuran 1. Kemudian Campuran 1 dicampur dengan pasir halus dengan perbandingan 20% dan 75%, diaduk merata serta dibuat cekungan ditengahnya. Air dituang sebesar 5% dalam cekungan dan aduk merata. Kemudian mortar yang terbentuk dimasukkan ke dalam cetakan. Setelah 24 jam cetakan dibuka dan lubang angin yang sudah jadi disimpan. Untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan batako dilakukan uji tekan, selain itu juga dilakukan pengujian daya serap air.

### **Justifikasi Pengusul dan Mitra**

Pengusul terdiri dari dosen Program Studi Teknik Sipil dan Teknik Mesin Universitas Abulyatama beserta dengan mahasiswa. Mitra industri adalah CV. Gua Hira Indah dengan tipe industri menengah ke bawah. Mitra bergerak dibidang produksi konstruksi non struktural dan telah beroperasi lebih dari 20 tahun.

**Tabel 1.** Justifikasi pengusul dan mitra

Peran	Jumlah	Tugas
Pengusul	6 orang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengkoordinasi seluruh kegiatan pengabdian kepada masyarakat.</li> <li>- Memberikan pelatihan pembuatan serbuk kaca dan pengolahannya menjadi produk konstruksi non-struktural</li> <li>- Mereview pelaksanaan kegiatan</li> </ul>
Mahasiswa	4 orang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membantu pelaksanaan kegiatan</li> <li>- Membantu penyusunan laporan</li> </ul>
Mitra	4 orang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyediakan tempat untuk melakukan produksi</li> <li>- Menyediakan peralatan pengadukan semen</li> </ul>

### Langkah-Langkah Kegiatan

Kegiatan dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

1. Tahap koordinasi
2. Pengumpulan data situasi dan permasalahan mitra
3. Penyusunan program kerja pengabdian bersama dengan mitra
4. Pelatihan modifikasi limbah kaca
5. Pelatihan aplikasi pada pembuatan batako dan lubang angin
6. Evaluasi pelaksanaan program

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Koordinasi kegiatan

Kegiatan pengabdian ini dimulai dengan diskusi antara dosen Universitas Abulyatama dan mitra yaitu CV. Gua Hira Indah. Diskusi ini untuk menggali permasalahan mitra dan mencari potensi penyelesaiannya. Dari kegiatan ini dilakukan penandatanganan kerjasama untuk keberlanjutan program. Gambar 1 memperlihatkan kegiatan koordinasi yang dilakukan.



**Gambar 2.** Diskusi dengan mitra terkait permasalahan produk.

Dari proses diskusi ini diketahui permasalahan mitra dalam proses produksi dan disusun rencana pelaksanaan program. Gambar 2 memperlihatkan penandatanganan kerjasama dengan mitra.



**Gambar 3.** Penandatanganan kesepakatan kerjasama

### Proses Modifikasi Limbah Kaca

Limbah kaca yang sudah dihaluskan dilakukan pengujian properties didapat *specific gravity* sebesar 2,43 dan ukuran rata-rata partikelnya 50  $\mu\text{m}$ . Gambar 3 memperlihatkan tampilan serbuk kaca yang dijadikan pengganti sebagian semen dan dapat berfungsi sebagai *reinforcing agent* [8], [9].



**Gambar 4.** Foto serbuk kaca yang dijadikan pengganti sebagian semen.

Dari Gambar 3 terlihat serbuk kaca berwarna putih dan sedikit berkilau. Serbuk kaca berwarna putih ini menurut beberapa referensi memiliki kandungan silika tinggi dari 50% sampai 74% [10]–[12]. Kandungan silika ini sangat dibutuhkan untuk mengikat partikel dalam dalam produk yang dihasilkan.

### Aplikasi Serbuk Kaca pada Produk Konstruksi Non-struktural

Aplikasi serbuk kaca ini dilakukan pada pembuatan batako dan lubang angin. Gambar 4 memperlihatkan foto-foto kegiatan dari proses pencampuran semen dengan serbuk kaca hingga molding.



**Gambar 5.** Proses pembuatan produk berbasis limbah kaca (a) pencampuran semen dengan serbuk kaca, (b) Pencampuran dengan pasir halus dan air, (c) proses pencetakan.

Dari proses yang dilakukan pada Gambar 4 didapat kuat tekan produk lubang angin sebesar 9,23 MPa. Hal ini sesuai dengan standar SNI 03-069-1996 yang menyatakan bahwa syarat minimum tekanan bruto untuk batako dan produk sejenis sebesar 8,5 MPa sampai dengan 35 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa produk berbasis limbah kaca yang dihasilkan dari program pengabdian ini layak digunakan pada bangunan. Sementara daya serap air produk berbasis limbah kaca sebesar 8,76%. Daya serap air produk dari kegiatan pengabdian ini memenuhi syarat sesuai SNI 03-069-1996 dimana daya serap air yang diijinkan sebesar 10%. Gambar 5 menunjukkan produk yang dihasilkan.



**Gambar 6.** Produk lubang angin yang dihasilkan

### Evaluasi Program

Kegiatan ini berdampak bagi pengembangan industri berbasis produk konstruksi. Mitra menerima inovasi produk ini karena berdampak pada pengurangan penggunaan semen hingga 25%. Beberapa tanggapan mitra terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dirangkum dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Evaluasi program pengabdian masyarakat bersama mitra

No.	Aspek Penilaian	Tanggapan mitra	Tindak Lanjut
1.	Kemudahan mendapatkan limbah kaca	Limbah kaca mudah didapatkan di Kabupaten Aceh Besar. Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Aceh Besar banyak terdapat botol kaca bekas minuman sirup.	Pengumpulan limbah kaca tidak menjadi masalah. Namun demikian pengumpulan limbah ini dapat dikoordinir lebih lanjut baik melalui Bank Sampah atau sejenisnya.
2.	Kemudahan modifikasi ukuran partikel limbah kaca	Saat ini mitra belum memiliki alat untuk modifikasi ukuran partikel kaca.	Team pengusul akan mengupayakan hibah alat penghancur kaca untuk keberlanjutan program.
3.	Kemudahan pada produk aplikasi	Serbuk kaca ini sangat mudah diaplikasikan pada produk karena hanya dicampur dengan	Pada proses pencampuran diperlukan adanya Keselamatan dan Kesehatan Kerja

No.	Aspek Penilaian	Tanggapan mitra	Tindak Lanjut
		25% volume semen. Namun demikian dalam proses pencampuran diperlukan kehati-hatian karena serbuk kaca bisa masuk kedalam mata dan hidung.	(K3). Para pekerja perlu dilengkapi dengan masker, kacamata dan sarung tangan untuk melindungi diri.
4.	Kualitas Produk	Kualitas produk sesuai dan lebih baik dari sebelumnya. Tampilan terlihat lebih padat.	Kualitas produk akan terus ditingkatkan dengan riset lebih lanjut di pusat riset Universitas Abulyatama.
5.	Keberlanjutan program	Mitra sangat berharap agar kegiatan pengabdian ini berlanjut dengan aplikasi pada produk lainnya seperti roster beton dengan berbagai motif dan warna.	Program ini akan terus dilanjutkan. Kolaborasi dengan mitra akan terus dilanjutkan dengan kegiatan magang mahasiswa dan hilirisasi riset dosen dengan produk lainnya yang dapat membantu mitra dalam mengembangkan usahanya.

## KESIMPULAN

Dari keseluruhan pelaksanaan kegiatan pengabdian dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya:

1. Kegiatan pengabdian ini telah berhasil menjalin kerjasama antara dosen Universitas Abulyatama dengan industri dalam rangka memperkuat *community development*
2. Mitra puas terhadap produk yang dihasilkan. Dalam proses pembuatan produk mitra tidak mengalami kendala namun ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian tim pengusul untuk keberlanjutan program seperti ketersediaan alat penghancur kaca di tempat mitra.
3. Produk yang dihasilkan memiliki kuat tekan yang sesuai dengan standar SNI dan layak untuk diaplikasikan pada bangunan. Proses modifikasi limbah kaca menjadi serbuk kaca mudah diaplikasikan oleh mitra.
3. Kolaborasi antara tim pengusul yang merupakan insan DIKTI dan mitra industri menghasilkan produk yang bernilai dimana dapat mengubah limbah menjadi produk berharga. Program ini perlu terus dilanjutkan untuk menjaga kesinambungan hilirisasi riset dosen Universitas Abulyatama.
4. Kegiatan ini telah membuka peluang kerja bagi masyarakat lokal dengan memanfaatkan teknologi yang dikembangkan Universitas Abulyatama dan diproduksi oleh mitra.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Handayani *et al.*, “Synthesis of Sodium Silicate from Rice Husk Ash as an Activator to Produce Epoxy-Geopolymer Cement,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, pp. 1–8, doi: 10.1088/1742-6596/1845/1/012072.
- [2] C. Rahmawati, S. Aprilia, T. Saidi, and T. B. Aulia, “Mineralogical, Microstructural and Compressive Strength Characterization of Fly Ash as Materials in Geopolymer Cement,” *Elkawnie*, vol. 7, no. 1, pp. 1–17, 2021.
- [3] M. Meliyana, C. Rahmawati, and L. Handayani, “Sintesis Nano Silika dari Abu Sekam Padi Dengan Metode Sol-Gel,” in *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan ke-3*, 2019, pp. 800–807.
- [4] M. Meliyana, C. Rahmawati, and L. Handayani, “Sintesis Silika Dari Abu Sekam Padi Dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Bata Ringan,” *Elkawnie*, vol. 5, no. 2, pp. 164–175, 2019.
- [5] A. Siddika, A. Hajimohammadi, M. A. Al Mamun, R. Alyousef, and W. Ferdous, “Waste Glass in Cement and Geopolymer Concretes: A Review on Durability and Challenges,” *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 13, pp. 2–26, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/polym13132071>.
- [6] L. Sheau Hooi and P. Jia Min, “Potential of Substituting Waste Glass in Aerated Light Weight Concrete,” *Procedia Eng.*, vol. 171, pp. 633–639, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.398.
- [7] C. Rahmawati and M. Meliyana, “Potensi Limbah Karbit Sebagai Pengganti Semen Pada Bata Ringan,” in *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan*, 2019, pp. 627–635.
- [8] A. R. Alvee *et al.*, “Experimental study of the mechanical properties and microstructure of geopolymer paste containing nano-silica from agricultural waste and crystalline admixtures,” *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 16, p. e00792, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.CSCM.2021.E00792.
- [9] C. Rahmawati, S. Aprilia, T. Saidi, T. B. Aulia, and I. Ahmad, “Preparation and characterization of cellulose nanocrystals from typha sp. as a reinforcing agent,” *J. Nat. fibers*, pp. 1–14, 2021, doi: <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1904486>.
- [10] H. A. Elaqla, M. A. A. Haloub, and R. N. Rustom, “Effect of new mixing method of glass powder as cement replacement on mechanical behavior of concrete,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 203, pp. 75–82, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.077>.
- [11] K. Borek and P. Czupik, “Utilization of Waste Glass in Autoclaved Silica–Lime Materials,” *Materials (Basel)*, vol. 15, no. 2, pp. 1–14, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/ma15020549>.
- [12] Q. Li, H. Qiao, A. Li, and G. Li, “Performance of waste glass powder as a pozzolanic material in blended cement mortar,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 324, p. 126531, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126531>.