

## Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca dan Bubur Kertas Kardus Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air pada Batako

Ilham Nabila Hendrawan<sup>1</sup>, Dewi Handayani<sup>2</sup>, Jajang Priyana<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Diploma-3 Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, 57126

<sup>2</sup>Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, 57126

<sup>3</sup>S1 Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, 57126

Received: 23/02/2025 Accepted: 09/03/2025

### Abstrak

Kegiatan konstruksi di Indonesia terus meningkat diiringi peningkatan produksi limbah. Limbah yang berpotensi merusak lingkungan seperti limbah kaca dan limbah kardus. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi limbah tersebut dengan memanfaatkannya sebagai bahan pembuatan batako. Penelitian ini memanfaatkan butiran limbah kaca sebagai substitusi semen dengan persentase 10% dan bubur limbah kardus sebagai substitusi pasir dengan variasi 0,00%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; hingga 1,00%. Benda uji batako dicetak dengan berdimensi 30 cm x 15 cm x 10 cm. Uji laboratorium yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan uji daya serap air sesuai SNI 03-0349-1989. Hasil pengujian kuat tekan dan daya serap air optimum diperoleh pada campuran 10% serbuk limbah kaca dan 0,25% bubur limbah kardus. Batako tersebut mempunyai nilai rata-rata kuat tekan dan daya serap air sebesar 8,4229 MPa dan 1,41%. Batako tersebut diklasifikasikan sebagai batako tingkat mutu II, yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan pemikul beban terlindung cuaca.

**Kata kunci:** Batako; daya serap air; kuat tekan; limbah kaca; limbah kardus.

Construction activities in Indonesia continue to increase, accompanied by a rise in waste production. Waste that has the potential to harm the environment, such as glass waste and cardboard waste. This research aims to reduce such waste by utilizing it as a material for making concrete bricks. This research utilizes glass waste particles as a cement substitute at a percentage of 10% and cardboard waste pulp as a sand substitute with variations of 0.00%, 0.25%, 0.50%, 0.75%, and up to 1.00%. The test blocks were cast with dimensions of 30 cm x 15 cm x 10 cm. The laboratory tests conducted are compressive strength testing and water absorption testing according to SNI 03-0349-1989. The optimum compressive strength and water absorption test results were obtained from a mixture of 10% glass waste powder and 0.25% cardboard waste pulp. The brick has an average compressive strength and water absorption value of 8.4229 MPa and 1.41%, respectively. The brick is classified as a class II quality brick, which can be used as a building material for load-bearing structures protected from weather.

**Keywords:** Concrete bricks; water absorption; compressive strength; glass waste; cardboard waste.

### \*PENDAHULUAN

Kegiatan konstruksi di Indonesia terus meningkat yang menyebabkan kebutuhan akan bahan bangunan ikut meningkat (Iin & Sumpala, 2023). Untuk memenuhi peningkatan permintaan pasar, dibutuhkan bahan bangunan yang memenuhi syarat teknis, murah, dan juga mudah untuk dijangkau masyarakat (Syamsuir, 2018). Salah satu bahan bangunan yang memenuhi kriteria tersebut adalah batako

---

\* Corresponding Author: [jajangpriyana@student.uns.ac.id](mailto:jajangpriyana@student.uns.ac.id)

yang semakin diminati masyarakat (Sahara, 2019). Batako adalah bahan bangunan nonstruktural (Widyananto et al., 2021) yang terbuat dari campuran semen, pasir, dan air. Campuran tersebut disatukan dan dicetak dengan alat pres dengan ukuran tertentu.

Peningkatan kebutuhan akan batako membuat daya saing pasar menjadi tinggi sehingga mendorong inovasi dalam pembuatannya untuk menarik minat konsumen (Mubarak et al., 2021). Salah satu inovasi yang bisa dilakukan adalah memberikan bahan tambah kedalam bahan penyusun batako sebagai pengganti sebagian bahan penyusun awalnya. Bahan tambah yang dimaksud selain diberikan untuk mempertahankan atau menambah mutu batako yang dihasilkan (Setyoningrum, 2023) juga dipilih karena memberikan dampak yang baik pada lingkungan. Bahan yang dimaksud adalah limbah kaca dan limbah kardus

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN, 2024) terdapat 38 juta ton timbulan sampah di Indonesia dimana 2,74% nya merupakan sampah kaca. Meskipun jumlahnya sangat besar, sebagian besar masyarakat masih tidak sadar akan bahaya yang ditimbulkan limbah kaca (Taruan et al., 2019). Oleh karena itu perlu perhatian khusus dalam pengolahan limbah kaca. Selama ini pemanfaatan sampah kaca banyak dilakukan melalui daur ulang untuk produksi kerajinan (Dewi & Suastika, 2023; P. Purnomo et al., 2019) ataupun digunakan kembali sebagai kemasan produk (Landi et al., 2019; Tua et al., 2020). Namun, komposisi bahan penyusun gelas berupa silika yang merupakan pozzolan memiliki potensi untuk dikembangkan dalam dunia konstruksi (Jani & Hogland, 2014).

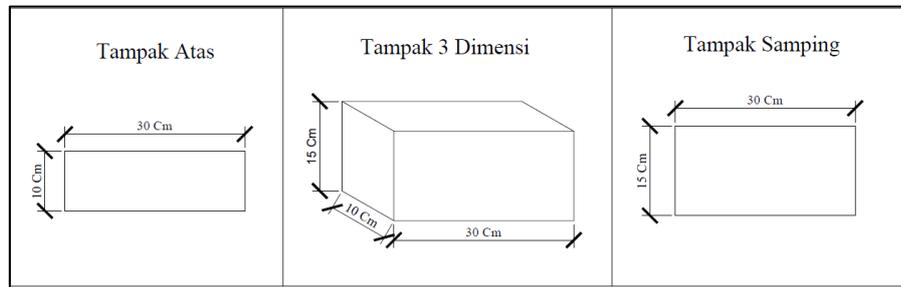
H. Purnomo & Hisyam, (2014) bahwa serbuk kaca bisa digunakan sebagai substitusi parsial semen pada campuran beton. Pada penelitian tersebut, beton dengan campuran 10% serbuk kaca mendapatkan nilai tahanan tekan dan tahanan tarik tertinggi dibanding benda uji dengan kadar campuran variasi lain. Apriwelni & Wirawan, (2020) melakukan penelitian tentang beton mutu tinggi dengan memanfaatkan fly ash dan bubuk kaca. Pada penelitian tersebut, beton dengan campuran bubuk kaca 10% mendapatkan nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan campuran bubuk kaca 5%. Limbah kaca berperan baik dalam menggantikan semen akibat reaksi pozzolan dan kemampuan micro filling yang dimiliki (Ahmad et al., 2021).

Kardus termasuk bahan yang ramah lingkungan dan banyak digunakan menjadi bahan kemasan produk (Gotama, 2023). Kardus dipilih karena dinilai efisien dalam penggunaan, memiliki harga yang murah, dan juga mudah dalam kustomisasinya. Tingginya penggunaan kardus menyebabkan tingginya sampah kardus. Untungnya karena kemudahan dalam kustomisasinya, limbah kertas kardus bisa diolah kembali menjadi berbagai produk kerajinan, menjadi media tanam pada produksi jamur (Anjani, 2023; Pamungkas, 2019), dan juga dimanfaatkan di dunia konstruksi sebagai campuran beton (Haigh et al., 2023). Potensi pemanfaatan kembali limbah kardus di dunia konstruksi perlu digali mengingat banyaknya kegiatan konstruksi di Indonesia yang bisa berperan besar terhadap pengurangan limbah kardus di Indonesia.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh substitusi serbuk kaca dan campuran variasi limbah kertas kardus. Tolok ukur pengaruh yang terjadi adalah melalui pengujian kuat tekan dan daya serap air. Hasil pengujian tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan batako kedalam tingkat mutu sesuai SNI 03-0349-1989. Harapannya, penelitian ini bisa membawa pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan limbah di lingkungan sekitar dan menambah alternatif material untuk pembuatan bahan konstruksi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui kegiatan eksperimental dengan dua uji laboratorium. Metode eksperimental dengan pembuatan benda uji pada variasi yang telah ditentukan. Benda uji pada penelitian ini merupakan bahan non-struktural batako, yang memiliki ukuran 10 x 15 x 30 cm. Batako tersebut terbuat dari campuran dengan perbandingan semen : pasir = 1:6. Pada penelitian ini digunakan serbuk kaca sebagai substitusi semen dengan persentase sebesar 10% dari berat semen dan bubuk kertas kardus dengan persentase 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1%.



**Gambar 1.** Ilustrasi benda uji batako

Pengujian laboratorium dilakukan dengan melakukan uji kuat tekan dan uji daya serap air sesuai dengan klasifikasi mutu batako menurut SNI 03-0349-1989. Setiap variasi campuran terdiri atas 6 buah benda uji dimana 3 buah benda uji digunakan untuk pengujian kuat tekan dan 3 benda uji lainnya untuk penyerapan air. Total benda uji dalam penelitian ini sebanyak 30 buah. Pengujian dilakukan pada umur perawatan 28 hari.

### ***Pembuatan Benda Uji***

Berikut ini adalah langkah pembuatan batako menggunakan alat cetak pres :

1. Menyiapkan bahan campuran untuk batako yakni air, semen, pasir, dan bahan tambah limbah kertas kardus dan limbah kaca.
2. Menyiapkan cetakan, cetok, dan mesin press dan mesin mixer.
3. Lakukan pencampuran bahan penyusun batako berdasarkan masing-masing variasi campuran yang sudah direncanakan pada mesin mixer. Proses pencampuran bubuk kertas dan air dilakukan dengan secara bertahap
4. Setelah campuran bahan penyusun batako teraduk merata, adonan dimasukkan ke dalam alat cetak yang sudah siap pada mesin press. Pengepresan dilakukan sampai batako benar-benar padat.
5. Selanjutnya batako dipindah ke tempat pengeringan. Pengeringan dilakukan secara alami pada ruang terbuka dengan paparan sinar matahari secara langsung.
6. Setelah 28 hari, maka benda uji batako dengan campuran limbah serbuk kaca sebagai substitusi semen dan bubuk kertas kardus sebagai pengganti sebagian agregat halus telah dihasilkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan harus menyajikan temuan penelitian Anda dalam urutan logis. Sajikan dari data Anda yang paling penting hingga yang kurang penting, dengan cerita yang jelas dan mudah dipahami. Pada bagian ini juga dapat mendiskusikan temuan-temuan sesuai tujuan penelitian. Diskusikan hasil penelitian secara komprehensif dengan menghubungkan data satu dengan yang lain, Dukung temuan/hasil penelitian dengan literatur/teori yang relevan. Secara keseluruhan, pembahasan harus berupa interpretasi hasil, dan perbandingan dengan penelitian lain untuk meyakinkan hasil penelitian. Terakhir, dapat disarankan studi masa depan yang perlu dilakukan.

### ***Perencanaan Kebutuhan Batako***

Penelitian ini menggunakan bahan inovasi berupa limbah kaca dan limbah kertas kardus dalam pembuatan batako. Serbuk kaca sebagai substitusi semen digunakan sebesar 10% dan digunakan pula bubuk kertas kardus sebagai substitusi pasir dengan variasi persentase sebesar 0%; 2,5%; 0,5%; 0,75%; dan 1%. Berikut adalah hasil perhitungan kebutuhan material penyusun batako pada penelitian ini.

**Tabel 1.** Komposisi bahan pembuatan batako

No	Benda Uji	Berat Bahan Material (gram)					
		Pasir	Semen	Serbuk kaca	Bubur kertas	Pasir digunakan	Semen digunakan
1.	A	7544,57	1033,71	103,37	0,00	7544,57	930,34
2.	B	7544,57	1033,71	103,37	18,86	7525,71	930,34
3.	C	7544,57	1033,71	103,37	37,72	7506,85	930,34
4.	D	7544,57	1033,71	103,37	56,58	7487,99	930,34
5.	E	7544,57	1033,71	103,37	75,45	7469,13	930,34

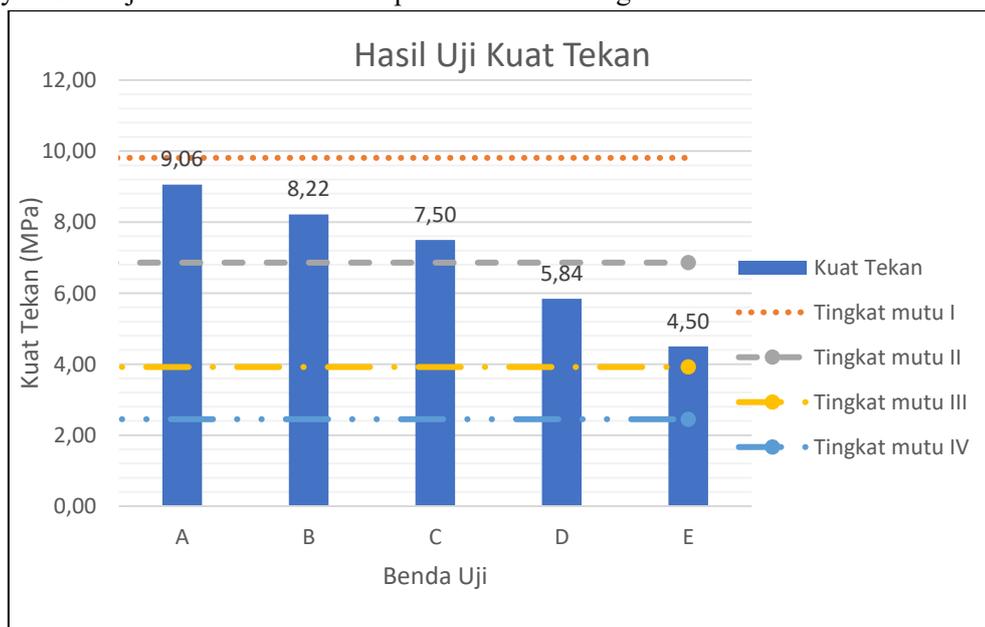
Komposisi bahan pembuatan batako pada tabel di atas digunakan sebagai acuan saat pengerjaan pembuatan benda uji batako di lapangan. Bahan material ditimbang setiap komposisi untuk selanjutnya dilakukan proses pencampuran atau mixing.

**Pengujian batako**

Berdasarkan SNI 03-0349-1989, pengujian batako dilakukan dengan pengujian kuat tekan dan penyerapan air. Kedua pengujian tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan mutu batako. Hasil pengujian batako pada penelitian batako dengan inovasi campuran limbah kaca dan limbah kertas kardus adalah sebagai berikut.

a. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan batako dilaksanakan sesuai standar menggunakan *Compression Testing Machine (CTM)*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan batako dalam menahan gaya tekan sebelum mengalami kerusakan. Pengujian ini sangat penting dilakukan untuk menilai kualitas batako dan meminimalisir kegagalan struktur sehingga juga meningkatkan keselamatan bangunan dan penghuninya. Hasil uji kuat tekan batako dapat dilihat melalui grafik berikut.



**Gambar 1.** Rata-rata hasil uji kuat tekan batako

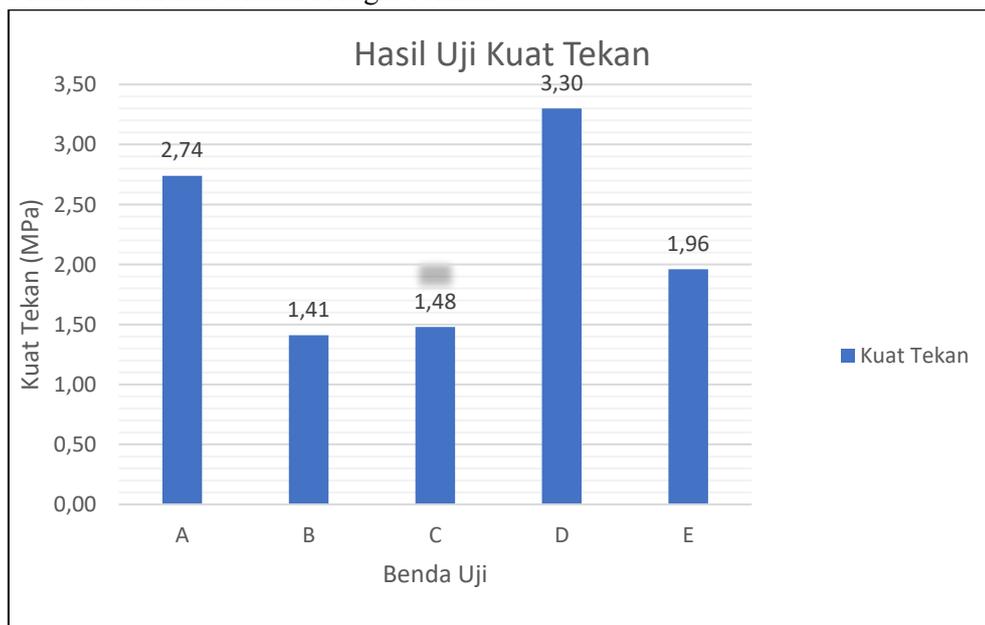
Nilai rata-rata kuat tekan dengan mutu tertinggi didapat benda uji A, B, dan C. Ketiga benda uji tersebut mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata 9,06 MPa; 8,22MPa; dan 7,5 MPa yang memenuhi klasifikasi tingkat mutu II SNI 03-0349-1989. Berdasarkan grafik, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kuat tekan batako cenderung menurun seiring bertambahnya persentase kertas kardus pada komposisi pembuatan batako.

Penelitian yang dilakukan oleh (Hartini, 2018) menggunakan bubur kertas kardus sebagai substitusi agregat halus dengan variasi campuran 0%; 0,5%; 0,75%; dan 1%. Penelitian tersebut hanya menggunakan bubur kertas sebagai bahan tambah pada campuran beton tanpa bahan lain. Pada penelitian tersebut, nilai rata-rata kuat tekan tertinggi didapatkan pada variasi campuran bubur kertas kardus sebesar 0,5% sebesar 7,4 MPa. Hasil rata-rata kuat tekan pada penelitian tersebut cenderung menurun seiring bertambahnya persentase bubur kertas kardus Benda uji dengan campuran 0,75% dan 1% bubur kertas kardus menghasilkan rata-rata kuat tekan sebesar 5,3 MPa dan 3,9 MPa. Oleh karena itu, penggunaan bubur kertas kardus disarankan tidak lebih dari 1% karena nilai kuat tekan yang dihasilkan akan semakin menurun. Nursyamsi et al., (2016) melakukan penelitian tentang penggunaan serbuk kaca yang digunakan menjadi komposisi tambahan batako. Pada penelitian tersebut, batako dengan campuran 10 % serbuk kaca menghasilkan kuat tekan yang termasuk ke dalam tingkat mutu II dengan nilai 7,35 MPa.

Dari uraian tersebut, disimpulkan penggunaan bubur kertas kardus ditambahkan dengan serbuk kaca menghasilkan nilai rata-rata kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan hanya menggunakan bubur kertas kardus. Akan tetapi, perbedaan nilai kuat tekan yang dihasilkan tidak terlalu berbeda. Menurut SNI 03-0349-1989, benda uji A, B, dan C dapat digolongkan ke dalam klasifikasi tingkat mutu II dan benda uji D dan E dapat digolongkan ke dalam klasifikasi tingkat mutu III. Batako dengan tingkat mutu II dapat digunakan sebagai dinding luar yang terlindung atap sedangkan batako tingkat mutu III hanya bisa digunakan untuk dinding interior. Oleh karena itu, disarankan batako dapat diberi bahan campur 10% serbuk kaca dan bubur kertas kardus hingga 0,5% untuk menghasilkan batako tingkat mutu II karena penggunaannya lebih luas dibanding batako tingkat mutu III.

b. Pengujian penyerapan air

Uji kemampuan serapan air dilaksanakan untuk mengetahui persentase penyerapan air yang dimiliki suatu batako. Hasil rata-rata pengujian penyerapan air pada batako dengan inovasi campuran serbuk kaca dan bubur kertas adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.** Hasil pengujian penyerapan air

Berdasarkan grafik di atas, rata-rata daya serap air terendah didapatkan oleh benda uji B yang memiliki campuran 10% serbuk kaca dan 0,25% bubur kertas kardus. Daya serap air benda uji B adalah 1,41%. Daya serap air batako cenderung tidak stabil seiring bertambahnya persentase campuran bubur kertas kardus. Ketidakstabilan daya serap air mungkin terjadi akibat tidak sempurnanya proses pencampuran bahan dan atau masuknya bahan lain pada campuran. Meskipun demikian, seluruh data menunjukkan bahwa tingkat penyerapan air sangat baik dimana semua benda uji memenuhi tingkat mutu I (<25%). Batako tingkat mutu I bisa digunakan untuk dinding eksterior yang tidak terlindung cuaca.

Penelitian yang dilakukan oleh Nursyamsi et al., (2016) menggunakan serbuk kaca sebagai campuran pada pembuatan batako. Penelitian tersebut menghasilkan daya serap air lolos tingkat mutu I untuk campuran serbuk kaca 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Pada penelitian lain, (Hartini, 2018), batako dengan campuran bubuk kertas kardus 0 hingga 1% menghasilkan rata-rata penyerapan air rendah yang lolos tingkat mutu I batako. Namun pada penelitian tersebut nilai daya serap air cenderung meningkat secara stabil seiring pertambahan bubuk kertas kardus.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian batako dengan campuran bubuk kertas kardus dan serbuk kaca menghasilkan nilai rata-rata penyerapan air tidak stabil dibandingkan hanya menggunakan bubuk kertas kardus saja seperti yang dilakukan oleh (Hartini, 2018). Meskipun demikian, daya serap air batako dengan campuran bubuk kertas kardus hingga 1% dan serbuk kaca 10% masih masuk ke dalam klasifikasi tingkat mutu 1 menurut SNI 03-0349-1989. Artinya batako aman untuk digunakan sebagai material konstruksi. Hal tersebut mendukung pernyataan Nursyamsi et al., (2016) pada penelitiannya dimana seluruh batako termasuk kedalam tingkat mutu daya serap air I.

## SIMPULAN DAN SARAN

### *Simpulan*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, bisa diambil kesimpulan bahwa benda uji kontrol (10% serbuk kaca tanpa tambahan bubuk kertas kardus) menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 9,06 MPa yang termasuk ke dalam tingkat mutu II. Nilai kuat tekan terus menurun seiring bertambahnya persentase bubuk kertas kardus. Bubuk kertas kardus bisa ditambahkan pada campuran beton hingga persentase 0,5% (benda uji A, B, dan C) untuk menghasilkan batako dengan tingkat mutu II SNI 03-0349-1989. Batako dengan tingkat mutu II dapat digunakan sebagai dinding luar yang terlindung atap. Selain itu, benda uji kontrol menghasilkan nilai daya serap air sebesar 2,74% yang termasuk ke dalam tingkat mutu I. Nilai daya serap air cenderung tidak stabil terhadap penambahan bubuk kertas kardus. Meskipun demikian, semua benda uji menghasilkan daya serap air yang rendah, yang termasuk ke dalam tingkat mutu I (<25%) SNI 03-0349-1989. Batako tingkat mutu I bisa digunakan untuk dinding eksterior yang tidak terlindung cuaca. Artinya inovasi campuran bubuk kertas kardus dan serbuk kaca mampu mengurangi daya penyerapan air pada batako. Secara keseluruhan, penggunaan bubuk kertas kardus bisa ditambahkan ke dalam campuran batako hingga persentase 0,5% untuk menghasilkan batako tingkat mutu II. Penting untuk diingat agar menghasilkan batako yang lebih stabil saat dilakukan pengujian, lakukan pencampuran dengan lebih merata dan gunakan limbah kertas kardus dengan ukuran tipis. Gunakan juga limbah kaca yang seragam atau dalam variasi yang tidak terlalu banyak, mengingat limbah kaca sangat beragam jenisnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Adil, M., Khalil, A., & Rahman, M. (2021). Mechanical properties and durability of boardcrete blocks prepared from recycled cardboard. *Journal of Building Engineering*, 33, 101644. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101644>
- Anjani, A. (2023). Perbandingan Media Tanam Limbah Kardus Dan Daun Pisang Kering (Klaras) Terhadap Produktivitas Jamur Merang (*Volcariella volvaceae*). *Pedago Biologi: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 11(1), 57–67.
- Apriwelni, S., & Wirawan, N. B. (2020). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi: High Quality Concrete Compressive Strength by Using Fly Ash and Glass Powder as Filler. *Jurnal Saintis*, 20(01), 61–68.
- Dewi, E. R., & Suastika, M. (2023). Pasar Wisata Kerajinan Tangan Berbasis Daur Ulang dengan Pendekatan Arsitektur Neo-Vernakular di Surakarta. *Senthong*, 6(2).
- Gotama, S. L. (2023). Analisis Penggunaan Kardus Sebagai Kemasan Dan Dekorasi Ramah Lingkungan Di Dusdukduk Surabaya. *DeKaVe*, 16(2), 199–214.
- Haigh, R., Sandanayake, M., Bouras, Y., & Vrcelj, Z. (2023). The durability performance of waste cardboard kraft fibre reinforced concrete. *Journal of Building Engineering*, 67, 106010. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106010>
- Hartini, H. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah Kertas Kardus Dalam Campuran Beton Kertas (Paper Crete) Ditinjau Dari Uji Kuat Tekan Bata Beton. *Jurnal MEDIA INOVASI Teknik Sipil Unidayan*, 7(2), 117–126.
- Iin, J. N., & Sumpala, A. T. (2023). Penerapan dan Pendampingan Penggunaan Aplikasi Kamus Bahan Bangunan Berbasis Qr Code Pada Toko Tunas Bangunan Tanggetada. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(3), 1303–1311.
- Jani, Y., & Hogland, W. (2014). Waste glass in the production of cement and concrete—A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(3), 1767–1775.
- Landi, D., Germani, M., & Marconi, M. (2019). Analyzing the environmental sustainability of glass bottles reuse in an Italian wine consortium. *Procedia CIRP*, 80, 399–404.
- Mubarak, H., Toyeb, M., & Wiguna, M. (2021). Pendampingan Pembuatan Batako Campuran Limbah Kardus dalam Mempertahankan dan Meningkatkan Ekonomi Keluarga Saat Pandemi Covid-19. *SNPKM: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3, 78–82.
- Nursyamsi, N., Indrawan, I., & Hastuty, I. P. (2016). Pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako. *Media Teknik Sipil*, 14(1), 84–95.
- Pamungkas, S. S. T. (2019). Pemanfaatan Limbah Kardus dan Pupuk Organik Cair Sebagai Campuran Media Tanam Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(2), 61–66.
- Purnomo, H., & Hisyam, E. S. (2014). Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen Pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Tarik Belah Beton. *Forum Profesional Teknik Sipil*, 2(1).
- Purnomo, P., Setiawan, R., & Wisnu, F. S. (2019). Analisis Strategi dan Pengembangan Produk Unggulan pada Industri Kecil Menengah Bahan Kaca Di Malang. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2).
- Sahara, S. (2019). UJI KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR PADA BATAKO DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH TULANG IKAN. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 6(2), 140–147.

- 
- Setyoningrum, A. (2023). Literature Review Pemanfaatan Limbah Gergajian Kayu Sebagai Pengganti Agregat Dalam Pembuatan Batako. *Jurnal Deformasi*, 8(2), 126–131.
- SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2024). *KOMPOSISI SAMPAH*.
- Syamsuir, E. (2018). Analisis Kelayakan Kualitas Batako Hasil Produksi Industri Kecil Di Kota Payakumbuh Dan Kabupaten Lima Puluh Kota. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmiah*, 12(7).
- Taruan, H. N., Wijaya, R. S., & Saputra, Y. H. (2019). Pengolahan Limbah Kaca Menjadi Produk Seni Kaligrafi Gampong Jalin Kota Jantho. *DESKOVI: Art and Design Journal*, 2(2), 69–72.
- Tua, C., Grosso, M., & Rigamonti, L. (2020). Reusing glass bottles in Italy: a life cycle assessment evaluation. *Procedia CIRP*, 90, 192–197.
- Widyananto, E., Alami, N., & Suladi, H. (2021). Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Agregat Halus Abu Batu dan Limbah Styrofoam. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(2), 53–60.