

Pemanfaatan Limbah Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Semen pada Pembuatan *Paving Block*

Utilisation of Bamboo Leaf Ash Waste as a Cement Substitute in The Production of Paving Blocks

Trisnawathy¹, Ashari Ibrahim², Azwar Syahril³, Icasriyanti⁴, Nur Ikhsani A.Y⁵, Hermana Kaselle⁶

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah abu daun bambu sebagai substitusi semen pada pembuatan *paving block*. *Paving block* dalam penelitian ini memiliki dimensi $21 \times 10,5 \times 8$ cm. *Paving block* dibuat dengan empat variasi campuran, yaitu *paving block* normal, serta *paving block* dengan penambahan limbah abu daun bambu sebesar 15%, 30%, dan 45%. Hasil uji kuat tekan pada usia 28 hari untuk *paving block* normal (0%) sebesar 16,89 MPa. Pada variasi penambahan abu daun bambu 15%, kuat tekan menurun menjadi 14,34 MPa, sedangkan pada variasi 30% dan 45% berturut-turut sebesar 8,8 MPa dan 4,04 MPa. Hasil uji penyerapan air menunjukkan nilai rata-rata sebesar 8,70% untuk *paving block* normal, sedangkan pada variasi penambahan abu daun bambu 15%, 30%, dan 45% masing-masing tercatat sebesar 8,93%, 10,73%, dan 11,04%. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan persentase substitusi semen dengan abu daun bambu berpengaruh terhadap penurunan uji kuat tekan *paving block* namun terjadi peningkatan penyerapan air pada *paving block*.

Kata Kunci

Semen, Kuat Tekan *Paving Block*, Abu Daun Bambu

PENDAHULUAN

Kebutuhan material konstruksi yang ramah lingkungan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan sektor pembangunan dan tuntutan keberlanjutan. Pemanfaatan limbah dalam pembuatan *paving block* sudah pernah diteliti (1,2). *Paving block* umumnya digunakan untuk melapisi permukaan trotoar, jalan, parkir, maupun taman. Selain itu, *paving block* memiliki beragam aplikasi yang memerlukan spesifikasi khusus. *Paving block* dapat digunakan untuk memperkeras dan meningkatkan estetika trotoar di perkotaan, perkerasan jalan di kompleks perumahan atau wilayah perumahan, mempercantik taman, pekarangan, dan halaman rumah, area parkir, halaman sekolah, taman, pabrik, dan area perkantoran (3).

Di Indonesia, terdapat banyak variasi bambu yang tumbuh, dengan sekitar 75 jenis bambu. Beberapa jenis bambu yang umum dimanfaatkan dalam konstruksi bangunan di Indonesia meliputi bambu wulung, bambu legi, bambu petung, dan bambu ampel (4). Banyaknya jumlah produksi bambu berimbas pada banyaknya daun bambu yang jatuh ke tanah. Sayangnya, seringkali daun bambu yang jatuh tersebut hanya dianggap sebagai limbah atau digunakan sebagai pupuk oleh masyarakat. Daun bambu jarang dimanfaatkan masyarakat sehingga

*Koresponden : Trisnawathy

 trisnawathy.nasir@poliupg.ac.id

menjadi limbah yang menumpuk. Hal ini disayangkan karena daun bambu yang gugur, ketika dibakar, menghasilkan abu yang mengandung senyawa yang dapat berguna.

Abu daun bambu memiliki berbagai unsur, termasuk silika, kalium, kalsium, magnesium, dan mangan (5). Silika pada abu daun bambu mempunyai sifat reaktif yang dapat bereaksi menjadi bahan keras dan kaku (6). Abu daun bambu bersifat amorf dan memiliki sifat pozzolan. Jika bahan pozzolan berkualitas baik ditambahkan dalam jumlah yang sesuai selama hidrasi semen Portland, kualitas pengikatan semen akan meningkat (7).

Penggunaan limbah abu daun bambu dapat mengurangi penggunaan semen. Industri semen menghasilkan sekitar 7% emisi CO₂ global melalui proses kalsinasi kapur dan pembakaran batu bara (8). Pemanfaatan abu daun bambu memiliki sumbangsi dalam pengurangan efek pencemaran lingkungan akibat pembakaran limbah daun yang umumnya tidak dimanfaatkan. Penggunaan abu daun bambu sebagai substitusi semen pada *paving block* diharapkan dapat memanfaatkan limbah untuk pembangunan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

1. Alat

Penelitian menggunakan beberapa alat laboratorium diantaranya timbangan, talam, sendok/spesi, majun, gelas ukur/piknometer, oven, saringan No.40, blender, masin dan cetakan, gerobak, bak pengaduk, wadah besar, dan *flexural testing machine*/alat uji kuat tekan.

2. Bahan

Bahan material pembuatan *paving block* pada penelitian menggunakan semen PCC, abu daun bambu jenis wulung yang diambil dari Kabupaten Enrekang, abu batu dari Bili-Bili, dan air. Daun bambu terlebih dahulu dibersihkan, dipotong-potong menjadi bagian kecil lalu dioven dan selanjutnya daun bambu dihaluskan.

Jumlah Benda Uji

Paving block dibuat dalam 4 (empat) variasi yaitu *paving* kontrol 0%, 15%, 30%, dan 45%. Persentase jumlah abu daun bambu menjadi substitusi pada semen. Ukuran benda uji 21x10,5x8 cm. Adapun jumlah benda uji yang diuji dicantumkan pada Tabel 2.

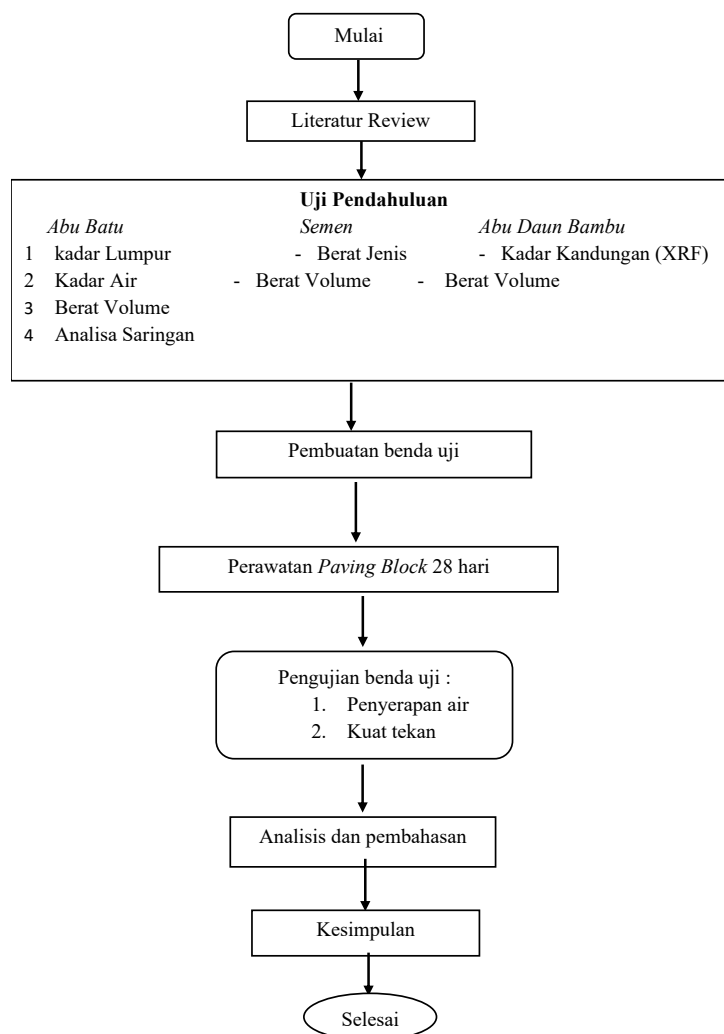
Tabel 2. Identifikasi Benda Uji

No	Variasi Persentase	Sampel Uji Kuat Tekan Paving Block	Sampel Uji Penyerapan Air Paving Block
1	0%	5	3
2	15%	5	3
3	30%	5	3
4	45%	5	3
Jumlah Benda Uji		20	12

Perawatan Benda Uji

Benda uji *paving block* untuk pengujian kuat tekan maupun penyerapan dirawat dengan perendaman dalam air selama 28 hari. Perendaman ini bertujuan untuk memastikan proses hidrasi semen berlangsung optimal, sehingga kekuatan dan sifat fisik *paving block* dapat tercapai sesuai standar

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Material

1. Karakteristik Abu Batu

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Abu Batu

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
1	Kadar Air	1,69	3,0-5,0	%
2	Kadar Lumpur	2,76	0,2-6,0	%

Tabel 3. (Lanjutan)

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
3	Berat Volume	1,61	1,4-1,9	Kg/ltr
4	Modulus Kehalusan	2,46	2,2-3,1	%

Kadar air yang terlalu rendah dapat mengindikasikan bahwa abu batu tersebut terlalu kering, yang dapat memengaruhi *workability* (kemudahan pengerjaan) pada saat pencampuran beton atau *paving block*. Meskipun bukan suatu ketidaksesuaian yang fatal, kadar air yang terlalu rendah bisa mengurangi kelekatan antar partikel, dan memerlukan tambahan air saat pencampuran

2. Karakteristik Semen

Semen yang digunakan adalah semen PCC (Portland Composite Cement) dengan hasil uji karakteristik ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik Semen

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
1	SiO ₂	25	-	m/m%
2	CaO	65	-	m/m%
3	Fe ₂ O ₃	6	-	3,0-3,2
4	Berat Jenis	3,20	3,0-3,2	N/m ³
5	Berat Volume	1,16	1,4-1,9	Kg/ltr

3. Karakteristik Abu Daun Bambu

Tabel 5. Hasil Uji XRF dan Karakteristik Abu Daun Bambu

Pengujian	Satuan	Hasil
SiO ₂	m/m%	80,17
CaO	m/m%	9,10
Fe ₂ O ₃	m/m%	4,55
Berat Volume	Kg/ltr	0,24

Kandungan silika (SiO₂) yang sangat tinggi menunjukkan bahwa abu daun bambu memiliki potensi sebagai bahan pozzolan alami. Berat volume masih tergolong sangat rendah, menunjukkan bahwa abu daun bambu merupakan material yang sangat ringan dan memiliki densitas rendah.

Rancangan Campuran *Paving Block*

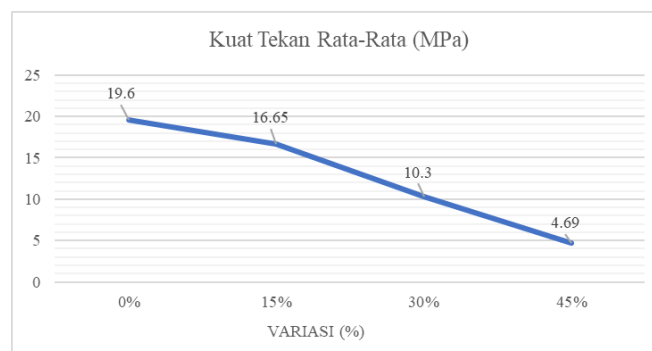
Setelah diperoleh data hasil uji karakteristik material, maka untuk selanjutnya menghitung komposisi bahan campuran dilakukan perhitungan campuran dengan perbandingan 1:3.

Tabel 6. Kebutuhan Bahan

Variasi (%)	Semen (kg)	Abu Batu (kg)	Abu Daun Bambu		Jumlah Benda Uji
			Kg	ltr	
0	5,91	24,61	0	0	8 buah
15	5,02	24,61	0,18	0,76	8 buah
30	4,14	24,61	0,36	1,52	8 buah
45	3,25	24,61	0,55	2,29	8 buah

Kuat Tekan Paving Block

Pengujian kuat tekan *paving block* pada benda uji saat benda uji berusia 28 hari. Hasil uji kuat tekan rata-rata ditampilkan pada Grafik 2.



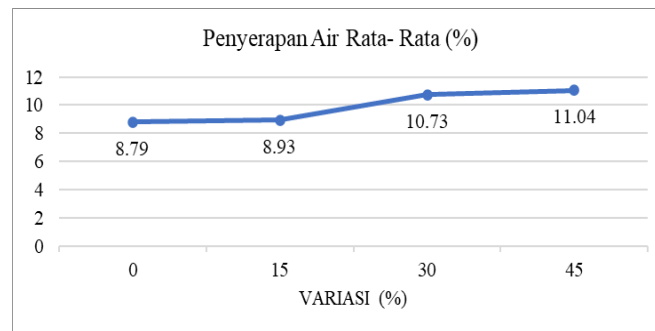
Gambar 2. Kuat Tekan *Paving Block*

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa variasi 0% memperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 19,60 MPa. Mengacu pada SNI 03-6825-2002 (9) termasuk dalam persyaratan mutu B (kuat tekan 17-20 MPa). Dalam penambahan abu daun bambu variasi 15% kuat tekannya mengalami penurunan dan masuk dalam persyaratan mutu C, dan penambahan abu daun bambu variasi 30% mengalami penurunan kuat tekan juga dari mutu C ke mutu D (8,5 – 10 MPa), Namun pada penambahan abu daun bambu variasi 45% mengalami penurunan drastis kuat tekan sehingga pada variasi ini kuat tekannya tidak memenuhi standar mutu minimum.

Kenaikan persentase abu daun bambu tanpa disertai penambahan proporsi semen tidak mampu meningkatkan nilai kuat tekan, karena proses hidrasi dan reaksi pozzolanik tidak berlangsung secara optimal. Semakin besar persentase abu daun bambu yang digunakan, semakin tinggi pula kandungan silika yang tersedia. Kandungan silika yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan kuat tekan karena terjadinya reaksi alkali-silika. Reaksi ini menghasilkan gel alkali yang terperangkap di dalam pasta semen, memicu pemuai, dan akhirnya menimbulkan retakan atau kerusakan pada pasta semen sehingga kekuatan tekan menurun (10).

Paving block dengan menggunakan limbah daun bambu dengan mutu C dan D sesuai untuk jalan setapak, trotoar, area taman, atau jalur sepeda. Tidak disarankan untuk area dengan beban kendaraan karena kekuatannya yang rendah.

Penyerapan Air *Paving Block*



Gambar 3. Penyerapan Air *Paving Block*

Penyerapan air dari Gambar 3 menunjukkan bahwa variasi 0% memperoleh penyerapan air rata-rata 8,79%. Termasuk dalam persyaratan mutu D. Dalam penambahan abu daun bambu variasi 15% penyerapan air rata-rata meningkat menjadi 8,93% tetapi masih termasuk mutu D. Sedangkan penambahan abu daun bambu variasi 30% dan 45% tidak memenuhi standar mutu minimal.

Dari hasil pengujian penyerapan air *paving block* penambahan abu daun bambu dari variasi 0%, 15%, 30% dan 45% diketahui bahwa semakin banyak kandungan abu daun bambu yang digunakan maka nilai penyerapan air *paving block* semakin meningkat. Dan adapun tingkat persentase peningkatan dari beton normal setiap variasinya yaitu untuk variasi 15% meningkat sebesar 1,59% (mutu D), untuk variasi 30 % meningkat sebesar 22,07% (tidak memenuhi syarat standar mutu) sedangkan untuk variasi 45% meningkat sebesar 25,60% (tidak memenuhi syarat standar mutu). Peningkatan penyerapan menunjukkan peningkatan terhadap porositas pada benda uji.

KESIMPULAN

1. Penambahan abu daun bambu secara bertahap menyebabkan penurunan kuat tekan *paving block*. Semakin tinggi persentase abu daun bambu yang digunakan, semakin rendah nilai kuat tekan yang dihasilkan.
2. Semakin tinggi kadar abu daun bambu dalam campuran, tingkat penyerapan air *paving block* juga meningkat. *Paving block* dengan penyerapan tinggi cocok untuk digunakan pada area pejalan kaki maupun taman yang dapat berguna sebagai area resapan air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Manganta M, Mustari I, Amalia N, Alam YR. Pemanfaatan Limbah Tebu Sebagai Bahan Agregat Halus Untuk *Paving Block*. *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*. 2024;4(1):12–24.
2. Manganta M, Asik J, Idris M, Salim A. Pemanfaatan Kulit Kemiri Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan *Paving Block*. *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*. 2024;3(2):54–62.
3. Handayasari I, Artiani GP, Putri D. Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dan Limbah Kulit Kerang Hijau sebagai Campuran *Paving Block*. *Jurnal Teknik Sipil [Internet]*. 2018;9(2):25–30.

Available from: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/3149>

4. Artiningsih NKA. Pemanfaatan bambu pada konstruksi bangunan berdampak positif bagi lingkungan. *Metana*. 2012;8(1):1–9.
5. Kurniawan B, Sugiarto J, .Analisa semen campuran abu daun bambu dan kalsium hidroksida. *Jurnal Dimensi Pratama* [Internet]. 2022;31–8. Available from: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/12901>
6. Nura Diana AI, Fansuri S, Desharyanto D. Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja Beton. *Padur J Tek Sipil Univ Warmadewa*. 2020;9(2):172–82.
7. Dwivedi VN, Singh NP, Das SS, Singh NB. A new pozzolanic material for cement industry: Bamboo leaf ash. *Int J Phys Sci* [Internet]. 2006;1(3):106–11. Available from: <http://www.academicjournals.org/IJPS>
8. Fitriyanti R, Fatimura M. Aplikasi Produksi Bersih Pada Industri Logam-Kuningan.pdf. *J Redoks*. 2019;3(1):10–5.
9. Badan Standarisasi Nasional. Sni 03-0691-1996. Badan Standarisasi Nas. 1996;1–5.
10. Aji Firmansyah, Anisah, Santoso Sri Handoyo. Pengaruh Penggunaan Abu Daun Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Pendukung Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton. *Menara J Tek Sipil*. 2022;17(1):9–17.