

KUALITAS KUAT TEKAN MORTAL DENGAN BAHAN TAMBAHAN BAMBOO LEAF ASH (BIO-ADMIXTURE)

MORTAL COMPRESSIVE STRENGTH QUALITY WITH BAMBOO LEAF ASH (BIO-ADMIXTURE) ADDITIVES

David Bulit, Asrial dan Hikmah

Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Undana

E-Mail: lambertusbulet98@gmail.com, asrial@staf.undana.ac.id dan hikmah@staf.undana.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan Bamboo Leaf Ash dari sifat fisiknya, sifat mekanik mortal akibat penambahan Bamboo Leaf Ash, dan perbandingan kualitas mortal antar perlakuan dengan dan tanpa penambahan. Pengujian sifat fisiknya dilakukan melalui proses ekstraksi Bamboo Leaf Ash hingga pada pengujian waktu ikat. Sifat mekanik mortal dilakukan menggunakan benda uji kubus mortal bersisi 5 cm x 5 cm x 5 cm yang diuji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, dengan rancangan percobaan yang diterapkan ialah rancangan acak lengkap (RAL) Sprit Plot Design Faktorial 2 Faktor dan Uji Dua Sampel T Test Independen Tidak Sama. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Eksperimen dilakukan terhadap ekstraksi Bamboo Leaf Ash, waktu ikat dan mortal normal. Variasi penambahan SiO₂ Bamboo Leaf Ash yang diuji waktu ikat ialah 0%, 0,05%, 0,10%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, sedangkan pada pencampuran mortal normal yang mewakili untuk diuji yaitu penambahan Bamboo Leaf Ash 0%, 10%, dan 20% dari berat semen. Diperoleh hasil bahwa waktu ikat pasta semen semakin menurun atau mempercepat seiring penambahan SiO₂ Bamboo Leaf Ash 0,05% hingga 0,25%, dan untuk sifat mekanik mortal didapat kuat tekan terbaik pada persentase Bamboo Leaf Ash 10%, 20% di 28 hari. Sedangkan pada perbandingan RAL tidak ada perbedaan nyata antara umur, bamboo leaf ash, kuat tekan, dan Uji T Test menunjukkan nilai $t_{hitung} = 1,075 < t_{tabel} = 2,787$. Kesimpulan yang diperoleh ialah, waktu ikat memiliki hubungan linier dengan penambahan SiO₂ Bamboo Leaf Ash. Serta kuat tekan mortal didapat bahwa adanya kenaikan dengan penambahan Bamboo Leaf Ash dapat meningkatkan optimum pada 28 hari sebesar 15,33 Mpa, 15,66 Mpa, dan 16,01 Mpa. Sedangkan perbandingan perlakuan dengan dan tanpa penambahan, tidak ada perbedaan signifikan antara variasi campuran 0%, 10%, 20% terhadap kuat tekan mortal.

Kata kunci: *Bamboo Leaf Ash, waktu ikat, kuat tekan, mortal*

Abstrack

This study aims to determine the feasibility of Bamboo Leaf Ash from its physical properties, mortal mechanical properties due to the addition of Bamboo Leaf Ash, and the comparison of mortal quality between treatments with and without addition. Testing of its physical properties is carried out through the extraction process of Bamboo Leaf Ash to the binding time test. The mechanical properties of mortal were carried out using a 5 cm × 5 cm × 5 cm side mortal cube test piece which was tested at the age of 7 days, 14 days, and 28 days, with the experimental design applied being a complete randomized design (RAL) Sprit Plot Design 2 factor factorial and Two Independent T Test Sample Test. The method used in this study is an experimental method. Experimental were conducted on Bamboo Leaf Ash extraction, binding time and normal mortal. The variation in the addition of SiO₂ Bamboo Leaf Ash that was tested at the binding time was 0%, 0,05%, 0,10%, 0,15%, 0,20%, 0,25%, while in the normal mortal mixing that represented to be tested, namely the addition of Bamboo Leaf Ash 0%, 10%, and 20% of the cement weight. The results were obtained that the binding time of cement paste decreased or accelerated with the addition of SiO₂ Bamboo Leaf Ash 0,05% to 0,25%, and for mortal mechanical properties, the best compressive strength was obtained at the percentage of Bamboo Leaf Ash 10%, 20% at 28 days. Meanwhile, in the RAL comparison, there was no real difference between age, Bamboo Leaf Ash, compressive strength, and the T Test showed that the t -count intention = $1.075 < t_{tabel} = 2,787$. The conclusion obtained is that the binding time has a linear relationship with the addition of SiO₂ Bamboo Leaf Ash. As well as mortal compressive strength, it was obtained that an increase with the addition of Bamboo Leaf Ash could increase the optimum at 28 days by 15,33 Mpa, 15,66 Mpa, and 16,01 Mpa. While comparing the treatment with and without addition, there was no significant difference between the mixture variation of 0%, 10%, 20% to mortal compressive strength.

Keywords: *Bamboo Leaf Ash, binding time, compressive strength, mortal*

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk sepanjang tahun 2019 sampai dengan 2022 rata-rata 1,13% atau 275,77% juta jiwa se-Indonesia (Data Boks, 2023). Selain itu, di

bidang industri konstruksi sepanjang tahun 2015 sampai dengan 2021 sektor konstruksi rata-rata berkontribusi 9,94% terhadap produk domestik bruto (PDB) nasional. Angka-angka tersebut menempati peringkat ke-4

terbesar terhadap PDB total (BPIW, 2022). Peningkatan tersebut sangat berpengaruh terhadap lingkungan dan kebutuhan perekonomian di dunia konstruksi. Hal ini tidak lepas dari aktivitas manusia selain faktor alam (Sudarman, 2018). Salah satu peningkatan yang berdampak yaitu Material Beton. Material utama semen yang penggunaannya sangat mempengaruhi kualitas dan mutu beton. Penggunaan semen di Indonesia mencapai 116,8 juta ton, meningkat 54% (Produk Industri, 2023). Oleh karena itu, sebagian besar produksinya berupa pengecilan ukuran material (size reduction) dan pembakaran (pyroprocessing) sehingga merupakan salah satu penyumbang polutan yang cukup besar pada pencemaran udara berupa emisi gas dan partikel debu (Adi et al., 2021). Di tengah isu pengrusakan lingkungan dan pemanasan global, perkembangan dalam dunia konstruksi ikut berperan terhadap dampak perubahan lingkungan di dunia (Adi et al., 2021). Untuk mengurangi pencemaran udara yang semakin meningkat dibutuhkan material tambahan.

SNI 03-2834-2000 atau (Ii & Pustaka, 2004) meninjau bahwa bahan tambah merupakan material padat ataupun cair, yang ditambahkan pada campuran beton selama pengadukan dan pengecoran yang digunakan untuk merubah sifat-sifat beton. Secara umum, bahan tambah dibagi menjadi dua, yaitu bahan tambah kimia (chemical) dan bahan tambah alami (mineral admixture). Bahan tambah kimia dibagi menjadi tujuh yaitu, water reducing, retarding admixture, accelerating admixture, water reducing and retarding admixture, water reducing and accelerating, water reducing-high range admixture, water reducing-high range retarding admixtures (ASTM C 494-82). Namun, bahan tambah kimia tersebut tidak dapat diperbaharui, justru dapat mencemari lingkungan, serta memiliki harga yang relatif mahal dan kurang ramah lingkungan. Dengan demikian, hal tersebut menjadi dorongan penelitian untuk meninjau penggunaan bahan tambah alami sebagai pengganti bahan tambah kimia.

Ada beberapa bahan tambah alami seperti fly ash, fignin, silica. Silica dapat ditemukan dan terkandung di dalam daun bambu. Bomboo Leaf Ash (BLA) merupakan bahan tambah alami yang mempunyai ciri sebagai, bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan substitute semen (Wijaya, 2021), sehingga mudah didapat dan tidak merusak lingkungan. BLA pada dasarnya mengandung elemen seperti silika, potassium, kalsium, magnesium dan mangan (Kurniawan et al., 2020). Selain itu, abu daun bambu adalah salah satu bahan pozzolan yang dibuat dari bahan alami yang memiliki kandungan silika yang tinggi kedua setelah abu sekam padi (Sa'diyah et al., 2016). Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian yang dilakukan, kandungan silika pada abu daun bambu mencapai 77,96% sampai dengan 88,05% (Rizky, 2022). Kandungan kimia abu daun bambu meliputi 70,7% Si; 15,1 Ca; 7,735% K; 2,74% Fe; 1,6% S; 0,86% Ni; 0,32% Ti; 0,27% Mn; 0,2% Re;

0,18% Cu; 0,17% Zn; 0,1% Ba; 0,074% Cr; 0,07% Eu (Hidayat et al., 2021) (ASTM C-618). Bamboo Leaf Ash dibutuhkan untuk mempercepat penyerapan air atau memperkuat waktu ikat. Waktu ikat merupakan waktu yang dibutuhkan suatu adukan untuk mengeras, durasi waktu pengikatan ini sangat bergantung pada komposisi senyawa dalam semen dan suhu udara sekitarnya (Mulyono, 2017:10).

Pada penelitian terdahulu (Adi et al., 2021); (Kurniawan et al., 2020); Prihatini dan Putra, 2021; (Wijaya, 2021); Factsha at al., 2013) meninjau bahan berbasis padat seperti slag, abu daun bambu Ca(OH)_2 , abu sekam padi, albumin sebagai bahan tambah beton dan mortal. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh bahwa penambahan bahan tambah alami dapat meningkatkan kuat tekan pada kadar tertentu. Namun pada penelitian tersebut penambahan bahan yang direkomendasikan saling kontradiktif dan tidak sama. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan metode, komposisi bahan dan hal yang belum ditinjau seperti pengaruh suhu saat pencampuran. Berdasarkan simpulan penelitian tersebut, maka akan sangat menarik untuk dilakukan penelitian penggunaan bahan tambah lainnya sebagai pengganti dengan meninjau hal-hal yang belum ditinjau sebelumnya.

Berdasarkan uraian di atas, karena kadar silika pada bambu cukup tinggi maka penelitian ini menggunakan hasil abu daun bambu sebagai bahan tambah alami (Bio-Admixture) pada mortal sehingga dapat mengurangi kadar air mortal dan menambah kuat tekan mortal. Oleh karena itu, penulis terdorong untuk melakukan penelitian dengan judul "Kualitas Kuat Tekan Mortal Dengan Bahan Tambahan *Bomboo Leaf Ash* (Bio-Admixture).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen di laboratorium, yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan Bamboo Leaf Ash dari sifat fisiknya, dan sifat mekanik antar variabel serta dilakukan dengan membandingkan uji kuat tekan mortal normal dengan mortal tambahan Bamboo Leaf Ash variasi persentase 0%, 10%, dan 20% dari berat semen. Penelitian ini dilakukan perawatan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, mulai bulan Juni 2024 hingga September 2024. Lokasi penelitian pertama dilakukan di Desa Oben, Kecamatan Nekamese, Kabupaten Kupang untuk pengumpulan daun bambu yang sudah kering dan jatuh di bawah pohon bambu. Penelitian kedua dilakukan dengan cara eksperimen di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana untuk pengujian material dan kuat tekan mortal. Penelitian ketiga dilakukan di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP Universitas Nusa Cendana untuk sifat fisik dengan ekstraksi silika Bamboo Leaf Ash.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun bambu, agregat halus, semen portland, air, NaOH, dan HCl.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan kapasitas 1 kg, neraca, satu set saringan, oven, tanur, talam, kaus, sikat kuning, sendok, piknometer kapasitas 500 ml, kerucut terpancung, batang penumbuk, pengukuran suhu, pompa hampa udara, desikator, wadah, labu le chatelier, corong, kerosin, sarung tangan, gelas ukur, stopwatch, sendok aduk, spatula, satu set lengkap alat vicat, mixer, flow tabel, jangka sorong, cetakan kubus $5 \times 5 \times 5$ cm, alat uji kuat tekan.

Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan adalah pengujian agregat halus, sebagai berikut:

1. Pengujian saringan agregat halus (ASTM C 136, 2012).
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970, 2008).
3. Pengujian kadar lumpur agregat halus (Method, 2000).
4. Pengujian kadar air agregat halus (SNI 1971:2011, 2011).
5. Pengujian berat volume lepas dan padat agregat halus (ASTM C128-01).

Pengujian Setting Time

Pengujian waktu ikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan SiO₂ terhadap perbandingan waktu ikat awal (*Initial setting time*), dan waktu ikat akhir (*Final setting time*). Pengujian waktu ikat akan menunjukkan mempercepat atau memperlambat waktu ikat pasta semen (Method, 2000) atau ASTM C191-08.

Pengujian Kuat Tekan Mortal

Kekuatan tekan mortal adalah kemampuan mortal yang berbentuk kubus menerima gaya tekan per-satuan luas dengan ukuran tertentu dan umur tertentu (Indonesia & Nasional, 2002). Alat untuk pengujian kuat tekan mortal digunakan adalah mesin analog. Kuat tekan mortal yang direncanakan mengalami kenaikan seiring bertambah pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Nilai kuat tekan mortal dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (ASTM C109-99).

$$\sigma = \frac{P_m}{A} \dots \dots \dots [1]$$

Analisa Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen untuk menguji ada atau tidaknya efek perbandingan penggunaan bahan tambahan *Bamboo Leaf Ash* terhadap kuat tekan benda uji. Persyaratan analisis berupa uji independensi, uji anova dengan dua faktor, dan uji perbandingan ganda (Setyarini, 2011).

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

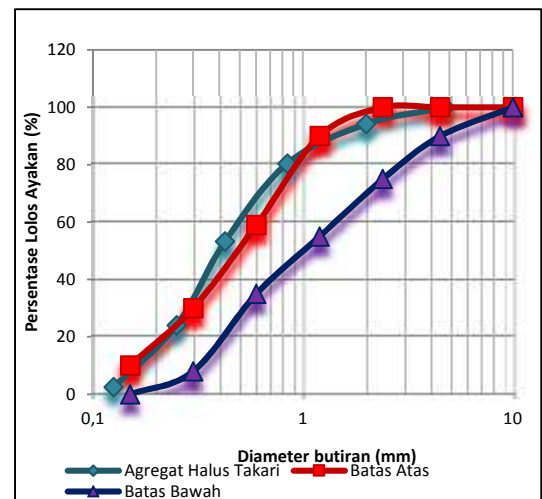
Hasil Pengujian Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus terdiri dari pengujian saringan, berat jenis dan penyerapan air, kadar lumpur, kadar air, berat volume lepas dan berat volume padat. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Kategori
Analisa saringan	2,46%	Terpenuhi
Berat jenis SSD	3,01%	Terpenuhi
Penyerapan air	4,17%	Terpenuhi
Kadar lumpur	2,00%	Terpenuhi
Kadar air	2,04%	Terpenuhi
Berat volume lepas	1624,43 gr/cm ³	Terpenuhi
Berat volume padat	1632,84 gr/cm ³	Terpenuhi

Hasil pengujian analisis saringan agregat halus, diperoleh nilai Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus sebesar 2,46% dan untuk syarat SNI 03-1968-1990 (Gradasi butiran zona 2) nilai agregat halus diangka 1,50 sampai dengan 3,80. Hasil pengujian berat jenis SSD diperoleh 3,012 gr/cm³, penyerapan air diperoleh 4,167%, untuk syarat ASTM C128-01 nilai berat jenis SSD minimal 1,0 gr/cm³ dan penyerapan air maksimum 4%. Hasil pengujian kadar lumpur diperoleh nilai 2,00% untuk syarat SNI 03-1971-1990, kadar lumpur maksimum 5%. Hasil pengujian kadar air diperoleh nilai 2,041% untuk syarat SNI 03-1971-2011 tidak boleh lebih dari 5%. Hasil pengujian berat volume lepas diperoleh nilai 1624,43 gr/cm³ dan berat volume padat diperoleh nilai 1632,84 gr/cm³, untuk syarat SNI 03-4804-1998 minimal 1400 kg/m³, maksimal 1900 kg/m³. Maka hasil pengujian pada Tabel 1. telah memenuhi syarat SNI dan dapat digunakan pada campuran mortal.



Gambar 1. Gradasi Butiran Zona 2

Hasil Ekstraksi *Bamboo Leaf Ash* (BLA)

1. Pembakaran Daun Bambu

Daun bambu kering 3 kg dibakar di dalam drum tertutup dengan suhu 860 °C selama 4 jam hingga menjadi arang. Kemudian arang di tumbuk hingga menjadi *Bamboo Leaf Ash* lolos saringan No. 200.

Pembakaran menggunakan tanur karena mampu membakar dengan suhu 300 °C selama 2 jam. Hasil yang diperoleh adalah *Bamboo Leaf Ash* berwarna hitam keputihan dan lebih kering dibandingkan dengan *Bamboo Leaf Ash* sebelum dibakar menggunakan tanur.

Gambar 2. Pembakaran Daun Bambu Menggunakan Drum



Gambar 3. *Bamboo Leaf Ash* Hasil Pembakaran Menggunakan Drum



Gambar 4. Pembakaran *Bamboo Leaf Ash* Menggunakan Tanur



Gambar 5. Hasil Pembakaran *Bamboo Leaf Ash* Menggunakan Tanur

2. Ekstraksi Silika *Bamboo Leaf Ash*

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana menggunakan Mesin Refluks ekstraksi hingga menghasilkan silika murni. *Bamboo Leaf Ash* diekstraksi menggunakan NaOH, dan hasil ekstraksi diperoleh filtrasi berbentuk larutan yang berwarna kuning kejernihan. Penambahan

750 mL NaOH 8 M untuk melarutkan silika (SiO_2) yang terdapat pada *Bamboo Leaf Ash*.

Bamboo Leaf Ash ditirasi menggunakan 500 mL HCL 2 M hingga terbentuk gel. Hasil silika (SiO_2) yang diperoleh sebesar 74,725% pada Laboratorium Pendidikan Kimia, Universitas Nusa Cendana, dan tidak dianalisis melalui XRF (*Termoscientific*) karena ekonomis.



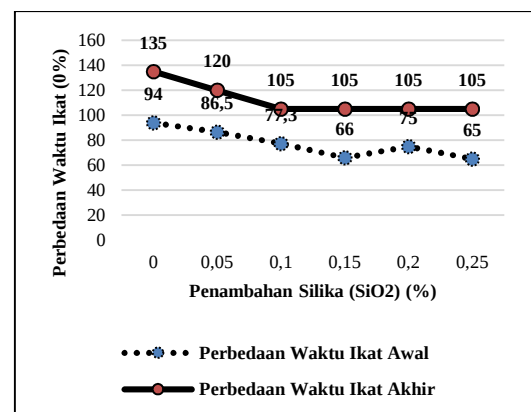
Gambar 6. Silika *Bamboo Leaf Ash* 5,0551 Gram

Hasil Pengujian *Setting Time* (Waktu ikat)

Data pengujian waktu ikat pasta semen dengan berbagai variasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 7. Berdasarkan campuran pada Tabel 2, dan Gambar 7 diperoleh bahwa rata-rata waktu ikat awal 94 menit dan waktu ikat akhir 135 menit mencapai konsistensi normal. Penelitian ini terlihat bahwa pada semua persentase penambahan silika 0,05% hingga 0,25%, waktu ikat awal memenuhi syarat Min. 45 menit dan waktu ikat akhir Max. 375 menit.

Tabel 2. Data Komposisi Campuran Waktu Ikut

Kode Benda Uji	Semen (Gram)	Air (Gram)	Faktor Air Semen (%)	Silika BLA Dari Berat Semen (%)	BLA (Gram)
WI-0,0	300	77,7	0,259	0	0
WI-0,05	300	77,7	0,259	0,05	0,15
WI-0,10	300	77,7	0,259	0,10	0,30
WI-0,15	300	77,7	0,259	0,15	0,45
WI-0,20	300	77,7	0,259	0,20	0,60
WI-0,25	300	77,7	0,259	0,25	0,75



Gambar 7. Hubungan Waktu Ikut Pasta Semen & Variasi SiO_2 *Bamboo Leaf Ash*

Perhitungan Komposisi Mortar

Hasil perhitungan komposisi bahan campuran mortal untuk masing-masing pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 3. di bawah ini.

Table 3. Komposisi Campuran Mortal

Kode Sampel	Semen (gram)	Agregat Halus (gram)	Bamboo Leaf Ash		Air (gram)	FAS (%)	Jumlah Mortal (buah)
			(gram)	(%)			
KT-0,0-1:5	422,95	2115	0	0	285	0,675	9
KT-0,10-1:5	380,67	2115	42,30	10	285	0,675	9
KT-0,20-1:5	338,37	2115	84,59	20	285	0,675	9
Total	1.142	6.345	127		855		27
Jumlah							27

Komposisi campuran mortal diperoleh proporsi semen 1.142 gram, agregat halus 6.345 gram, *Bamboo Leaf Ash* 127 gram, air 855 gram.

Pengujian Kuat Tekan Mortal

a. Kuat Tekan Mortal Umur 7 Hari

Pengujian kuat tekan mortal pada umur 7 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12,5 Mpa (Mutu S). Hasil kuat tekan mortal secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan hubungan variasi penambahan *Bamboo Leaf Ash* dengan kuat tekan mortal dapat dilihat pada Gambar 8.

Table 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortal Pada Umur 7 Hari

Persentase <i>Bamboo Leaf Ash</i> (%)	Kode Sampel (Umur)	Kuat Tekan (Mpa)			Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
		1	2	3	
0	M-0-7	10,00	10,04	14,00	11,35
0,10	M-10-7	10,00	10,00	14,06	12,02
0,20	M-20-7	11,98	14,00	14,03	13,34

b. Kuat Tekan Mortal Umur 14 Hari

Pengujian kuat tekan mortal pada umur 14 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12,5 Mpa (Mutu S). Hasil kuat tekan tersebut meningkat dari pengujian umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan hubungan variasi penambahan *Bamboo Leaf Ash* dengan kuat tekan mortal dapat dilihat pada Gambar 8.

Table 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortal Pada Umur 14 Hari

Persentase <i>Bamboo Leaf Ash</i> (%)	Kode Sampel	Kuat Tekan (Mpa)			Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
		1	2	3	
0	M-0-14	13,10	12,10	13,92	13,04
0,10	M-10-14	15,00	10,00	14,00	13,00
0,20	M-20-14	20,00	16,00	10,00	15,33

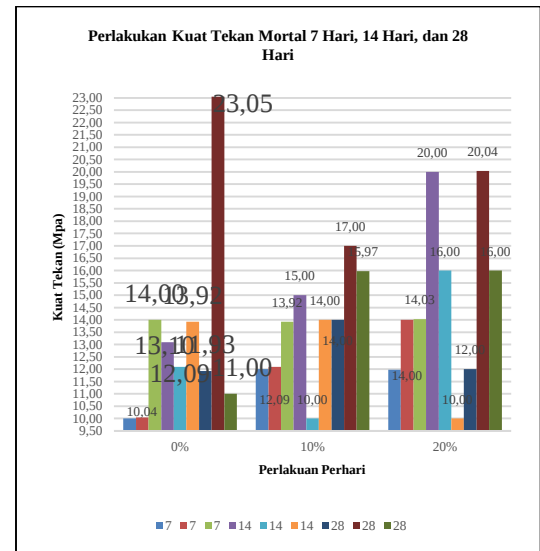
c. Kuat Tekan Mortal Umur 28 Hari

Pengujian kuat tekan mortal pada umur 28 hari melebihi kuat tekan yang direncanakan sebesar 12,5 Mpa (Mutu S). Hasil kat tekan mengalami kenaikan dari umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 6, sedangkan hubungan variasi penambahan *Bamboo Leaf Ash* dengan kuat tekan mortal dapat dilihat pada Gambar 8.

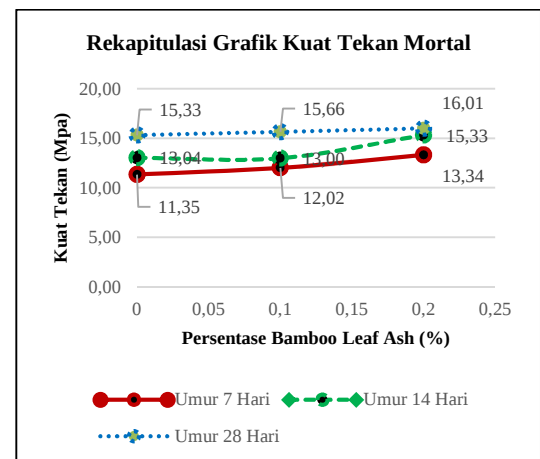
Table 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortal Pada

Umur 28 Hari

Persentase <i>Bamboo Leaf Ash</i> (%)	Kode Sampel	Kuat Tekan (Mpa)			Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
		1	2	3	
0	M-0-28	11,93	23,05	11,00	15,33
0,10	M-10-28	14,00	17,00	15,97	15,66
0,20	M-20-28	12,00	20,04	16,00	16,01



Gambar 8. Kuat Tekan Mortal Tiap Umur



Gambar 9. Grafik Kuat Tekan Mortal Rata-Rata

Gambar 9. Di atas menunjukkan variasi penambahan *Bamboo Leaf Ash* dengan kuat tekan mortal pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Kuat tekan mortal pada umur 7 hari, komposisi campuran mortal menggunakan penambahan *Bamboo Leaf Ash* sebanyak 0% mempunyai kuat tekan mortal sebesar 11,35 Mpa, penambahan *Bamboo Leaf Ash* sebanyak 10% sebesar 12,02 Mpa, dan *Bamboo Leaf Ash* sebanyak 20% terbesar 13,34 Mpa. Kuat tekan mortal kedua pada Umur 14 hari, masing-masing meningkat sebesar 13,04 Mpa, 13,00 Mpa, dan 15,33 Mpa. Kuat tekan mortal ketiga pada umur 28 hari, dengan penambahan 0%, 10%, dan 20% masing-masing meningkat sebesar 15,33 Mpa, 15,66 Mpa, dan 16,01 Mpa. Dari ketiga variasi campuran mortal mengalami peningkatan seiring dengan lama perawatan. Pada umur 28 hari, nilai kuat tekan mortal

dengan penambahan *Bamboo Leaf Ash* terbesar 16,01 Mpa, dari mortal normal yaitu 15,33 Mpa. Hasil ini merujuk pada penelitian (Aji Firmansyah et al., 2022) semakin banyak persentase abu daun bambu yang digunakan membuat silika yang tersedia semakin tinggi atau mempercepat pengikatan, namun kekuatan tekan bisa menurun dengan normal setelah percepatan penambahan *Bamboo Leaf Ash* selesai, jika perawatan tetap tidak dirubah.

Hasil Analisa Data

1. Two Way Anova

Tabel 7. Analisis Anova

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	P-Value	Ftabel 5%	Ftabel 1%
Faktor A	2	13,94	6,97	0,740	tn	5,14	2,47
Galat (a)	6	56,50	9,42				
Faktor B	2	9,06	4,53	0,316	tn	3,89	2,51
Interaksi (A*B)	4	33,54	8,39	0,585	tn	3,26	1,78
Galat (b)	12	172,13	14,34				
Total	26	285,17					

Keterangan: **tn** signifikan pada taraf 1% ($p > 0,05$; 0,01)

Berdasarkan analisis Anova yang dilakukan menggunakan aplikasi SPSS diperoleh, variabel A dengan nilai Rasio Fh (0,740) < nilai Ta (5,14; 2,47) sehingga diterima Ho. Variabel B dengan nilai Rasio Fh (0,361) < nilai Ta (3,89; 2,51) sehingga diterima Ho. Nilai p-value > 0,05, yang berarti tidak ada perbedaan signifikan antara efek umur dengan kuat tekan.

2. Dua Sampel Independent T-Test

Tabel 8. Uji T-Test

	F	Sig.	t	df	Sig.(2-tailed)
Hasil Uji T					
Kuat Sempel	.064	.803	-.723	25	.476
Tekan Independen			-.658	12.749	.523

Berdasarkan Uji T Dua Sampel yang dilakukan menggunakan aplikasi SPSS diperoleh, nilai sig.(2-tailed) > 0,05 yang artinya p-value (0,476; 0,523) > 0,05 maka hipotesis Ho diterima. Uji yang dilakukan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam penambahan *Bamboo Leaf Ash* dan tanpa penambahan *Bamboo Leaf Ash*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data pengujian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan dari beberapa penelitian ini yakni.

Ditinjau dari sifat fisiknya, melalui proses ekstraksi *Bamboo Leaf Ash* 20 gram dengan menggunakan *Natrium Hidroksida* (NaOH 8 mol), dan Asam Klorida (HCL 2 mol) diperoleh Silika (SiO₂) sebesar 74,73%. Sedangkan pada kelayakannya, memberikan efek sangat signifikan pada waktu ikat (*Setting time*) pasta semen berupa penurunan waktu ikat, dimana semakin banyak persentase SiO₂ *Bamboo Leaf Ash* pada pasta semen maka semakin mempercepat waktu ikat pasta semen. Dengan menambahkan SiO₂ 0% rata-rata waktu ikat akhir 135 menit, sedangkan 0,05%, 0,10%, 0,15%, 0,20%, 0,20% rata-rata waktu ikat akhir 105 menit.

Ditinjau dari sifat mekanik, dengan penambahan *Bamboo Leaf Ash* pada mortal memberikan peningkatan kuat tekan mortal tertinggi, dari mortal normal. Kuat tekan mortal pada benda uji dengan persentase penambahan *Bamboo Leaf Ash* 0%, 10%, 20% mengalami kenaikan uji kuat tekan pada setiap umur 7, 14, dan 28 hari. Kenaikan kuat tekan mortal normal pada umur 28 hari sebesar 15,33 Mpa, sedangkan kuat tekan mortal dengan penambahan *Bamboo Leaf Ash* memberikan efek meningkat pada persentase 10%, dan 20%. Kuat tekan mortal dengan penambahan *Bamboo Leaf Ash* 10% sebesar 15,66 Mpa, dan *Bamboo Leaf Ash* 20% terbesar 16,01 Mpa terhadap mortal normal.

Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis terkait penelitian selanjutnya yakni:

1. Disarankan untuk melakukan proses pengujian ekstraksi *Bamboo Leaf Ash* dengan konsep lainnya.
2. Disarankan untuk melakukan pengulangan uji *setting time* lebih dari sekali.
3. Disarankan untuk meninjau pengaruh suhu ruangan pada saat pengujian *setting time*.
4. Disarankan untuk meninjau kuat tekan mortal pada persentase variasi yang lebih banyak.
5. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut berupa absorpsi serta porositas benda uji

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R. Y., Rizqi, S. Y., Subagyo, S. A. P., & Han, A. L. (2021). The Effect of Slag Cement Substitution on the Water – cement Ratio , Setting Time and Compression Strength of Mortar at the age of 14 and 28 Days. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26(2),204–211.
<https://doi.org/10.14710/mkts.v26i2.31691>
- Aji Firmansyah, Anisah, & Santoso Sri Handoyo. (2022). Pengaruh Penggunaan Abu Daun Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Pendukung Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*,17(1),9–17.
<https://doi.org/10.21009/jmenara.v17i1.23911>
- ASTM C 136. (2012). SNI ASTM C136:2012. Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–24.
- Hidayat, T. F., Herlina, N., & Al-Huseiny, M. S. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Arang Bambu Sebagai Bahan Tambah Pada Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*,3(1),81–87.
<https://doi.org/10.37058/aks.v3i1.3562>
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2004). 2.2 *Bahan Penyusun Beton 2.2.1 Semen*. 6–18.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2002). *Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil*.
- Kurniawan, B., Sugiarto, J., & Sugiharto, H. (2020).

- Analisa Semen Campuran Abu Daun Bambu Dan Kalsium Hidroksida*. 31–38.
- Method, S. T. (2000). *iTeh Standards iTeh Standards Document Preview*. 08 (Reapproved 1989), 3–4. <https://doi.org/10.1520/C1709-18>.
- Sa'diyah, H., Nurhimawan, S., Fatoni, S. A., Irmansyah, I., & Irzaman, I. (2016). *Ekstraksi Silikon Dioksida Dari Daun Bambu*. V, SNF2016-BMP-13-SNF2016-BMP-16. <https://doi.org/10.21009/0305020303>
- Setyarini, N. F. (2011). *Pemanfaatan Limbah Kertas, Sekam Padi, dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Panel Penghambat Panas Lingkungan Fisik Kerja*. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/19189%0Ahttps://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/19189/NDU3NDA=/Pemanfaatan-Limbah-Kertas-Sekam-Padi-Dan-Sabut-Kelapa-Sebagai-Bahan-Panel-Penghambat-Panas-Lingkungan-Fisik-Kerja-nur.pdf>
- SNI 1970. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 7–18. <http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195>
- SNI 1971:2011. (2011). “Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan.” *Badan Standarisasi Nasional*, 1–11.
- Sudarman, B. (2018). Sosialisasi Pembuatan Biogas Bahan Baku Tinja Puyuh. *Rekayasa*, 15(1), 44–50.
- Wijaya, W. (2021). Pengaruh Stabilisasi Abu Daun Bambu Dan Semen Terhadap Kembang Susut (Swelling) Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 105–112. <https://doi.org/10.24002/jts.v16i2.4776>