

Studi Eksperimental Pemanfaatan Abu Pelelah Pisang sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton

Anis Aulia Ulfa¹⁾, Rahmat Bangun Giarto^{2*)}, Karmila Achmad³⁾, Mariatul Kiptiah⁴⁾, Fatmawati⁵⁾

^{1, 2, 3, 4, 5)} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Balikpapan
Jl. Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan

Email: anis.aulia@poltekba.ac.id¹⁾, rahmat.bangun@poltekba.ac.id²⁾,
karmila.achmad@poltekba.ac.id³⁾, mariatul.kiptiah@poltekba.ac.id⁴⁾,
fatmawati@poltekba.ac.id⁵⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v16i1.1340>

(Received: 20 December 2025 / Revised: 26 January 2025 / Accepted: 01 February 2026)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi abu pelelah pisang terhadap kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari. Abu pelelah pisang diperoleh melalui proses pembakaran pada suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$, kemudian disaring hingga lolos saringan 0,075 mm. Variasi substitusi terhadap berat semen yang digunakan adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji silinder berukuran 150×300 mm sesuai SNI 1974:2011. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu pelelah pisang berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi 7,5% dengan kuat tekan sebesar 12,87 MPa pada umur 14 hari dan 15,02 MPa pada umur 28 hari, meningkat sebesar 17% dibanding beton normal. Namun, pada kadar 10% terjadi penurunan kuat tekan hingga 13,09 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa abu pelelah pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi semen hingga kadar optimum 7,5% tanpa menurunkan kekuatan beton. Penelitian ini mendukung konsep *green building* melalui pemanfaatan limbah biomassa lokal sebagai material ramah lingkungan.

Kata kunci: *Abu pelelah pisang, substitusi semen, kuat tekan beton, beton ramah lingkungan, green building*

Abstract

This study aims to analyze the effect of banana pseudostem ash substitution on the compressive strength of concrete at the ages of 14 and 28 days. The banana pseudostem ash was produced by burning the dried pseudostems at a temperature of approximately 600°C and sieving the resulting ash through a 0.075 mm sieve. The substitution levels of cement by weight were 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%. Compressive strength tests were conducted on cylindrical specimens measuring 150×300 mm in accordance with SNI 1974:2011. The results show that the addition of banana pseudostem ash positively affects the compressive strength of concrete. The highest compressive strength was obtained at a 7.5% substitution level, with values of 12.87 MPa at 14 days and 15.02 MPa at 28 days, representing a 17% increase compared to normal concrete. However, at a 10% substitution level, the compressive strength decreased to 13.09 MPa. These findings indicate that banana pseudostem ash can be effectively utilized as a partial cement replacement up to an optimum level of 7.5% without reducing concrete strength. This research supports the green building concept through the utilization of local biomass waste as an environmentally friendly construction material.

Keywords: *Pseudostem ash, cement substitution, compressive strength, eco-friendly concrete, green building*

1. Latar Belakang

Perkembangan sektor konstruksi menunjukkan kemajuan signifikan seiring meningkatnya kebutuhan infrastruktur seperti jalan, jembatan, gedung, dan berbagai fasilitas penunjang lainnya. Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan karena memiliki sifat mekanis yang baik, mudah dibentuk, dan tahan lama. Beton pada dasarnya tersusun dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan mutu yang sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusunnya (Tjokrodinuljo, 2007). Namun, industri semen yang menjadi komponen utama beton berkontribusi besar terhadap emisi karbon global, yakni sekitar 7–8% dari total emisi CO₂. Hal ini dikemukakan oleh (Andrew, 2018) dalam *Global CO₂ Emissions from Cement Production*, yang menunjukkan bahwa emisi proses semen mencapai ±1,45 Gt CO₂ atau sejumlah porsi besar dari total emisi industri.

Seiring hal tersebut, *green building* sebagai pendekatan konstruksi yang bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan mulai banyak digunakan. Salah satu aspek penting dari implementasi konsep green building adalah penggunaan material yang tidak mengganggu ekosistem, termasuk memanfaatkan limbah organik dan limbah industri sebagai bahan substitusi dalam campuran beton (Ulfa et al., 2024) (Hasibuan, 2023) (Olaiya et al., 2025). Beton ramah lingkungan yang bersifat mengurangi energi, emisi gas, dan pemanfaatan sumber daya berkelanjutan dapat memanfaatkan material lokal (Sunarno, 2012) (Achmad et al., 2016).

Kalimantan Timur memiliki potensi besar dalam pengembangan material ramah lingkungan berbasis limbah pertanian. Produksi pisang pada tahun 2023 mencapai lebih dari 123 ribu ton per tahun dengan luas lahan lebih dari 7.800 hektar, didominasi oleh varietas pisang kepok (Mulyadi, 2024). Besarnya produksi ini menghasilkan limbah batang dan pelepah pisang dalam jumlah melimpah, yang selama ini sebagian besar dibiarkan membusuk atau dibakar sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan.

Penelitian (Junaidi, 2015) menunjukkan bahwa kadar SiO₂ abu pelepah pisang mencapai 52,72 %. Beberapa penelitian telah menguatkan potensi ini. (Purwanto, 2022) melaporkan bahwa substitusi abu batang pisang 2% mampu meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal, meskipun penambahan lebih tinggi menurunkan kekuatan. Penelitian (Ramaditya, 2022) juga menemukan bahwa pelepah pisang memiliki kadar selulosa dan silika tinggi yang berkontribusi pada sifat mekanis beton.

Kajian terkini lainnya juga mendukung potensi limbah pisang sebagai substitusi semen. Penelitian (Stel'makh et al., 2024) menyebutkan bahwa penggantian semen hingga ~10 % dengan BLA dapat diterapkan tanpa penurunan signifikan pada sifat mekanis beton. Penelitian (Olaiya et al., 2025) juga menegaskan bahwa BLA memiliki aktivitas pozzolanik dan dapat mengurangi emisi dengan menggantikan semen dalam rasio tertentu.

Studi (Adewuyi et al., 2008) menunjukkan bahwa BLA dapat digunakan pada *hollow concrete blocks* tanpa menurunkan sifat mekanis. (Ali, 2022) juga mengkaji abu kulit pisang sebagai admixture, dengan hasil kuat tekan yang bervariasi tergantung kadar dan metode pengolahan. Penelitian lokal tentang abu sekam padi dan abu sabut kelapa (Hidayat et al., 2021) memperkuat bukti bahwa biomassa berpotensi besar sebagai material substitusi semen di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh substitusi abu pelepah pisang terhadap kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari, serta merumuskan hubungan prediktif antara kedua parameter tersebut. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan beton ramah lingkungan berbasis biomassa lokal, mendukung konsep green building, sekaligus meningkatkan nilai tambah limbah pertanian di Kalimantan Timur.

Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan di dunia karena memiliki sifat mekanis yang baik, kemudahan pembentukan, serta ketersediaan bahan baku yang melimpah. Produksi semen sebagai bahan pengikat utama dalam beton menyumbang sekitar 8% dari total emisi karbon dioksida global (Andrew, 2018). Oleh sebab itu, diperlukan inovasi pemanfaatan bahan alternatif sebagai substitusi sebagian semen untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus mendukung konsep konstruksi berkelanjutan.

Sejalan dengan itu, penelitian tentang penggunaan material berbasis limbah biomassa sebagai substitusi semen terus berkembang. Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa abu sekam padi, abu ampas tebu (Cordeiro et al., 2009), dan abu cangkang kelapa sawit (Sata et al., 2004) berpotensi meningkatkan sifat mekanis maupun durabilitas beton. Pada lingkup lokal, Kalimantan Timur memiliki potensi biomassa yang besar, salah satunya limbah pelepah pisang yang jumlahnya melimpah tetapi belum banyak dimanfaatkan secara optimal.

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa limbah pelepah pisang dapat diolah menjadi serat atau abu untuk aplikasi material konstruksi. Misalnya, penelitian (Kesavraman, 2017) membuktikan bahwa serat pisang mampu meningkatkan daktilitas komposit semen, sementara penelitian (Adewuyi et al., 2008) melaporkan bahwa abu biomassa lain seperti kayu dapat berfungsi sebagai pozzolan dalam campuran beton. Namun, kajian terkait abu pelepah pisang, khususnya pada kuat tekan, kuat lentur, serta hubungan empiris keduanya, masih sangat terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan: bagaimana pengaruh substitusi abu pelepah pisang terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton pada umur 14 dan 28 hari, serta bagaimana hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur beton tersebut? Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh substitusi abu pelepah pisang terhadap sifat mekanis beton, khususnya kuat tekan dan kuat lentur, sekaligus merumuskan persamaan prediktif antara kedua parameter tersebut. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan beton ramah lingkungan berbasis limbah biomassa lokal, mendukung konsep green building, serta meningkatkan nilai tambah limbah pertanian di Kalimantan Timur.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh substitusi abu pelepah pisang terhadap kuat tekan beton. Variasi substitusi abu pelepah pisang ditetapkan sebesar 0% (kontrol), 2.5%, 5%, 7.5% dan 10% dari berat semen.

Bahan yang digunakan meliputi semen portland tipe I merk tonasa, agregat halus berupa pasir palu, agregat kasar kerikil palu berukuran maksimum 20 mm, air bersih sesuai standar SNI, serta abu pelepah pisang yang diperoleh dari pembakaran dan diayak hingga lolos saringan 0.075 mm. Proporsi campuran beton ditentukan

berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana 20 MPa dan rasio air-semen dijaga konstan. Lokasi penelitian dilakukan di lab uji bahan, Politeknik Negeri Balikpapan (Poltekba), Jl. Soekarno Hatta, Km 8, Kota Balikpapan.

Benda uji berupa silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan 2 sampel untuk setiap variasi. Perawatan dilakukan dengan perendaman air hingga sehari sebelum pengujian. Pengujian meliputi kuat tekan pada umur 14 dan 28 hari (SNI 1974:2011).

Data dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan nirai rata-rata tiap variasi terhadap beton normal. Hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik untuk menunjukkan tren pengaruh substitusi abu pelepah pisang.

2.1 Kode Benda Uji

Kode benda uji ditetapkan sesuai variasi abu pelepah pisang dan umur pengujian sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. **N** menunjukkan benda uji beton normal sedangkan **T** menunjukkan benda uji beton dengan tambah abu pelepah pisang. Angka 1 pada N1 dan T1 menunjukkan benda uji 14 hari, Angka 2 pada N2 dan T2 menunjukkan benda uji 28 hari. -0; -2.5; -5; -7.5 dan -10 menunjukkan persentase substitusi abu pelepah pisang.

Tabel 1 Kode Benda Uji

No	Variasi APP	Kode Benda Uji	Jumlah (pcs)	Umur
1	0%	N1-0, N1-0	2	14 hari
2		N2-0, N2-0	2	28 hari
3	2,5%	T1-2.5, T1-2.5	2	14 hari
4		T2-2.5, T2-2.5	2	28 hari
5	5%	T1-5, T1-5	2	14 hari
6		T2-5, T2-5	2	28 hari
7	7,5%	T1-7.5, T1-7.5	2	14 hari
8		T2-7.5, T2-7.5	2	28 hari
9	10%	T1-10, T1-10	2	14 hari
10		T2-10, T2-10	2	28 hari

2.2 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan mesin tekan. Tekanan diberikan gaya tertentu dan dilakukan hingga mengakibatkan benda uji pecah dengan persamaan sebagai berikut (Kiptiah, 2023):

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

P = Pembacaan beban (kN)

A = Luas penampang (mm^2)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus yang telah dilakukan mendapatkan data keseluruhan dengan agregat halus menggunakan pasir palu disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 yang terdiri dari pengujian kadar air, kadar lumpur, gradasi, berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat disimpulkan

bahwa pasir Palu yang dilakukan pengujian rata-rata memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan penyusun beton.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian Agregat	Agregat Halus		Keterangan	Standar
		Hasil	Syarat		
1	Kadar Air	3,67	3-5%	*	SNI 1971:2011
2	Kadar Lumpur	4,41	<5%	*	SNI 03-4428:1997
3	Gradasi	3,67	Mhb 1,5 - 3,8	*	SK SNI S- 04-989-F
4	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan (SSD)	2,577	2,5-2,7 gram	*	SNI 1969:2016
	Berat Jenis Semu	2,675	2,5-2,7 gram	*	
	Penyerapan	2,312	3%	*	

Catatan: (*) Memenuhi Persyaratan (**) Tidak Memenuhi Persyaratan

3.2 Pengujian Agregat Kasar

Hasil pengujian agregat kasar yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 yang terdiri dari pengujian kadar air, gradasi, penyerapan, dan abrasi memenuhi persyaratan, sedangkan untuk kadar lumpur, berat jenis jenuh kering, serta berat jenis semu tidak memenuhi persyaratan

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian Agregat	Agregat Halus		Keterangan	Standar
		Hasil	Syarat		
1	Kadar Air	1,94	0,5 - 2,0%	*	SNI 1971:2011
2	Kadar Lumpur	1,86	<1%	**	SNI 03-4428:1997
3	Gradasi	6,64	Mhb 6 -7,1	*	SK SNI S- 04-1989-F
4	Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan (SSD)	2,210	2,5-2,7gram	**	SNI 1969:2016
	Berat Jenis Semu	2,243	2,5-2,7 gram	**	
	Penyerapan	1,213	3%	*	
5	Abarasi	24,294	<50%	*	SNI 2417:2008

Catatan: (*) Memenuhi Persyaratan (**) Tidak Memenuhi Persyaratan

3.3 Nilai Slump

Pengujian nilai slump dilakukan pada beton segar yang diambil langsung dari gerobak setelah dipindahkan dari mesin pengaduk atau molen untuk memeriksa tingkat keenceran campuran beton sesuai dengan nilai slump yang direncanakan yaitu 10 ± 2 cm. (Kiptiah & Giarto, 2023) melakukan pengujian slump pada beton normal menggunakan semen OPC dengan nilai slump 10 cm dan menggunakan semen PPC dengan nilai slump 12,5 cm, sedangkan (Giarto et al., 2022) melakukan penelitian dengan beton tanpa pasir menghasilkan nilai slump 12 cm sampai 18,5 cm. Slump berpengaruh terhadap kemudahan dalam pekerjaan beton yang akan dilakukan (*workability*). Nilai slump yang didapatkan sesuai persyaratan dapat menunjukkan bahwa beton memiliki cukup keleluasaan untuk dipadatkan, dipindahkan, ditempatkan dan digunakan dengan mudah tanpa memerlukan tambahan air yang berlebihan, yang mana penambahan ini dapat mempengaruhi terhadap kekuatan beton. Nilai pengujian slump yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Slump

No	Variasi Campuran	Nilai Slump (cm)
1	0%	11,5
2	2,50%	8
3	5%	9
4	7,50%	9,5
5	10%	9,8

Berikut ditampilkan proses pengujian *slump* dari beton masi di gerobak sampai dengan mendapatkan nilai *slump* yang telah direncanakan.



Gambar 1 Pengujian *Slump* (a) Proses Uji *Slump* (b)

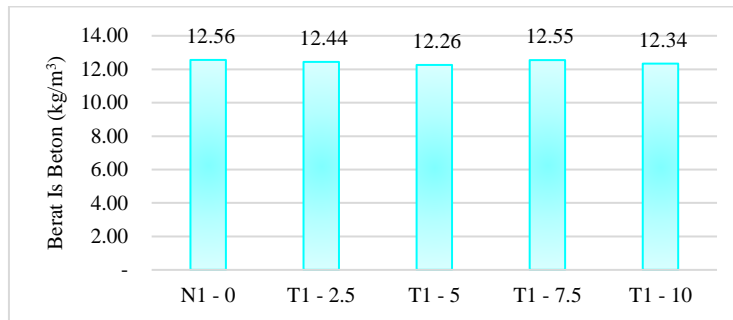
3.4 Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm memiliki 5 variasi dimulai dari 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%. Variasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu batang pisang kepek terhadap karakteristik beton yang dihasilkan. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari menunjukkan perbedaan kuat tekan berdasarkan perawatan serta kandungan abu batang pisang kepek yang terkandung didalamnya, dapat dilihat pada Tabel 5, dimana Tabel 5 menyajikan bagaimana tiap variasi mempengaruhi kuat tekan beton.

Tabel 5 Hasil Kuat Tekan Beton 14 Hari dan 28 Hari

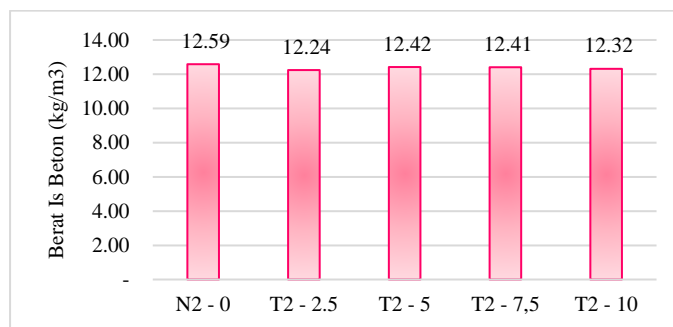
Nomor benda Uji	Umur (hari)	Berat (kg)	Dimensi		Luas Bidang (mm ²)	Faktor L/D	Beban Tekan		Kuat Tekan (N/mm ²)	Rata-rata (N/mm ²)
			L (mm)	D (mm)			(kN)	(kg)		
N1 - 0	14	12.525	300	150	17678,57	0,88	155	15805,35	8,768	8,74
N1 - 0	14	12.590	300	150	17678,57	0,88	154	15703,38	8,711	
T1 - 2.5	14	12.525	300	150	17678,57	0,88	173	17640,81	9,786	9,93
T1 - 2.5	14	12.355	300	150	17678,57	0,88	178	18150,66	10,069	
T1 - 5	14	12.285	300	150	17678,57	0,88	195	19884,15	11,030	10,69
T1 - 5	14	12.230	300	150	17678,57	0,88	183	18660,51	10,352	
T1 - 7.5	14	12.485	300	150	17678,57	0,88	203	20699,91	11,483	12,87
T1 - 7.5	14	12.610	300	150	17678,57	0,88	252	25696,44	14,255	
T1 - 10	14	12.290	300	150	17678,57	0,88	219	22331,43	12,388	12,22
T1 - 10	14	12.385	300	150	17678,57	0,88	213	21719,61	12,048	
N2 - 0	28	12.585	300	150	17678,57	1	215	21923,55	12,16	12,16
N2 - 0	28	12.585	300	150	17678,57	1	215	21923,55	12,16	
T2 - 2.5	28	12.315	300	150	17678,57	1	216	22025,52	12,22	12,19
T2 - 2.5	28	12.170	300	150	17678,57	1	215	21923,55	12,16	

Nomor benda Uji	Umur (hari)	Berat (kg)	Dimensi		Luas Bidang (mm ²)	Faktor L/D	Beban Tekan		Kuat Tekan (N/mm ²)	Rata-rata (N/mm ²)
			L (mm)	D (mm)			(kN)	(kg)		
T2 - 4	28	12.420	300	150	17678,57	1	219	22331,43	12,39	12,39
T2 - 5	28	12.420	300	150	17678,57	1	219	22331,43	12,39	
T2 - 7,5	28	12.340	300	150	17678,57	1	265	27022,05	14,99	15,02
T2 - 7,5	28	12.475	300	150	17678,57	1	266	27124,02	15,05	
T2 - 10	28	12.305	300	150	17678,57	1	257	26206,29	14,54	13,09
T2 - 10	28	12.325	300	150	17678,57	1	206	21005,82	11,65	



Gambar 2 Berat Isi Beton Umur 14 Hari

Hasil pemeriksaan berat isi beton menunjukkan berat isi dari beton umur 14 hari dengan variasi abu batang pisang kepek lebih ringan dari beton normal yang memiliki berat 12,5575 kg/m³. Nilai berat isi beton varian 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% adalah 12,44 kg/m³; 12,2575 kg/m³; 12,5475 kg/m³ dan 12,3375kg/m³ seperti yang disajikan pada Gambar 2. Gambar 3 menyajikan hasil pemeriksaan berat isi beton menunjukkan berat isi dari beton umur 28 hari dengan variasi abu batang pisang kepek juga lebih ringan dari beton normal yang memiliki berat 12,585 kg/m³. Nilai berat isi beton varian 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% adalah 12,2425 kg/m³; 12,42 kg/m³; 12,4075 kg/m³ dan 12,315 kg/m³.

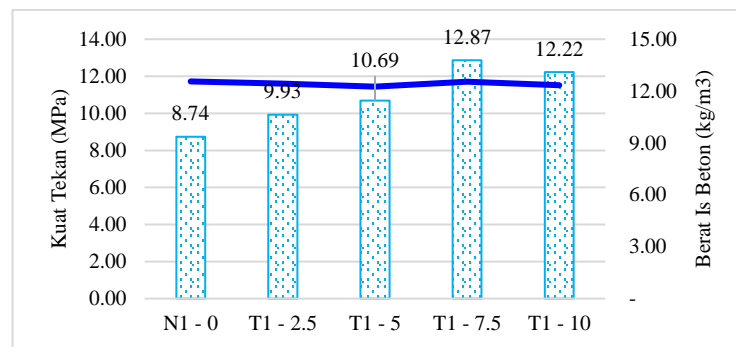


Gambar 3 Berat Isi Beton Umur 28 Hari

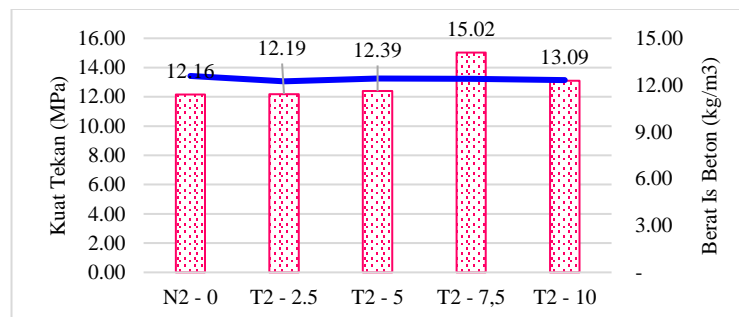
Grafik kuat tekan beton umur 14 hari disajikan pada Gambar 4 menunjukkan adanya variasi nilai seiring dengan peningkatan persentase abu pelepah pisang. Beton normal (0%) memiliki kuat tekan 8,74 MPa, terjadi peningkatan pada substitusi 2,5% 5%, 7,5% dan 10% yakni sebesar 9,93 MPa, 10,69 MPa, 12,87 MPa dan 12,22 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa abu pelepah pisang dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kuat tekan beton, khususnya pada kadar 7,5% yang terbukti menghasilkan nilai optimum pada umur 14 hari, dengan

demikian, dapat disimpulkan bahwa kadar abu pelepah pisang dengan variasi 7,5% merupakan komposisi paling efektif untuk menghasilkan beton dengan kuat tekan terbaik pada umur 14 hari. Berat sampel beton bervariasi, dimana berat sampel berkisar antara $12,26 \text{ kg/m}^3$ - $12,56 \text{ kg/m}^3$, dengan rata-rata adalah $12,43 \text{ kg/m}^3$.

Grafik kuat tekan beton umur 28 hari disajikan pada Gambar 5 menunjukkan adanya variasi nilai seiring dengan peningkatan persentase abu pelepah pisang. Beton normal (0%) memiliki kuat tekan 12,16 MPa, terjadi peningkatan pada substitusi 2,5% 5%, 7,5% dan 10% yakni sebesar 12,19 MPa, 12,39 MPa, 15,02 MPa dan 13,09 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa abu pelepah pisang dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kuat tekan beton, khususnya pada kadar 7,5% yang terbukti menghasilkan nilai optimum pada umur 28 hari, dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kadar abu pelepah pisang dengan variasi 7,5% merupakan komposisi paling efektif untuk menghasilkan beton dengan kuat tekan terbaik pada umur 28 hari. Berat sampel berat bervariasi, dimana berat sampel berkisar antara $12,24 \text{ kg/m}^3$ - $12,59 \text{ kg/m}^3$, dengan rata-rata adalah $12,39 \text{ kg/m}^3$.

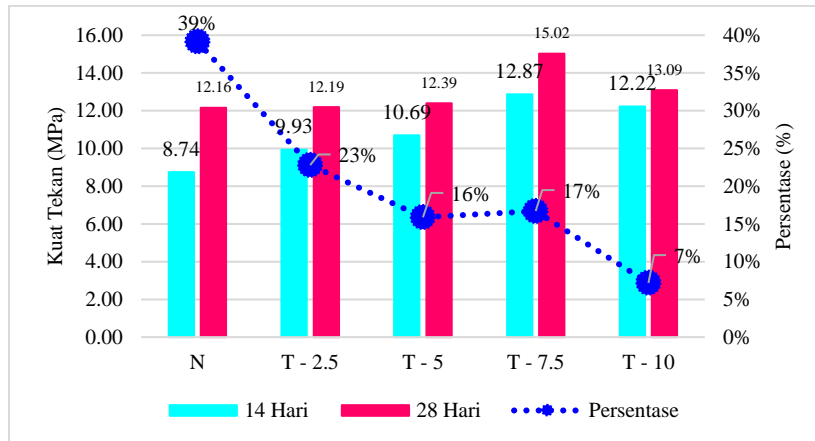


Gambar 4 Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari



Gambar 5 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Gambar 6 menyajikan kenaikan kuat tekan beton umur 14 hari ke umur 28 hari. Kuat tekan meningkat dari 14 ke 28 hari untuk semua variasi, menunjukkan proses hidrasi semen yang terus berlangsung seiring waktu. Kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi T-7.5 (15,02 MPa) pada umur 28 hari. Kuat tekan terendah terdapat pada campuran normal (N), baik di umur 14 maupun 28 hari. Persentase peningkatan kuat tekan justru menurun seiring bertambahnya kadar bahan tambahan, yakni awalnya 39% (N), kemudian menurun hingga 7% (T-10), hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar bahan tambahan, proses peningkatan kekuatan antara umur 14 dan 28 hari menjadi lebih kecil.



Gambar 6 Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari ke 28 Hari

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Abu pelepah pisang yang diperoleh melalui proses pembakaran memiliki kandungan silika yang cukup tinggi sehingga berpotensi berperan sebagai bahan pozzolan dalam campuran beton. Keberadaan silika ini memungkinkan terjadinya reaksi pozzolanik dengan kalsium hidroksida hasil semen yang berkontribusi terhadap pembentukan senyawa pengikat tambahan dalam beton.
2. Substitusi sebagian semen dengan abu pelepah pisang terbukti mempengaruhi kuat tekan beton. Penambahan abu pelepah pisang hingga batas tertentu mampu meningkatkan kuat tekan beton, sedangkan penggunaan pada kadar lebih tinggi cenderung menurunkan kekuatan akibat berkurangnya kandungan semen aktif dalam campuran.
3. Kadar substitusi abu pelepah pisang sebesar 7.5% dapat dianggap sebagai kadar optimum dalam penelitian ini karena menghasilkan kuat tekan tertinggi pada umur pengujian 14 dan 28 hari dibandingkan variasi lainnya.
4. Penggunaan abu pelepah pisang sebagai substitusi semen juga berpengaruh terhadap berat isi beton, dimana beton yang mengandung abu pelepah pisang memiliki berat isi yang sedikit lebih rendah dibandingkan beton normal, tanpa penurunan kinerja kuat tekan yang signifikan pada kadar optimum.
5. Secara keseluruhan pemanfaatan abu pelepah pisang sebagai bahan substitusi sebagian semen menunjukkan potensi yang baik sebagai alternatif material ramah lingkungan. Penggunaan limbah biomassa ini tidak hanya dapat meningkatkan nilai guna limbah pertanian, tetapi juga berkontribusi dalam pengurangan penggunaan semen dan mendukung konsep pembangunan berkelanjutan.

4.2 Saran

Disarankan penggunaan abu pelepah pisang sebagai substitusi sebagian semen maksimal 7,5% untuk memperoleh kekuatan optimum. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengkaji sifat mekanis lainnya, seperti kuat lentur, serta ketahanan beton terhadap lingkungan agresif dan aspek durabilitas jangka panjang.

Selain itu, penelitian berikutnya disarankan untuk melakukan karakterisasi material abu pelepah pisang secara lebih mendalam, khususnya analisis kimia dan mineralogi, guna memastikan kandungan silika reaktif yang berperan dalam reaksi pozzolanik dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen dan pembentukan senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang mempengaruhi kekuatan beton.

Pemanfaatan limbah pelepah pisang sebagai bahan substitusi semen diharapkan dapat diterapkan secara lebih luas sebagai bagian dari strategi pengelolaan limbah pertanian dan pengembangan beton ramah lingkungan, khususnya dalam mendukung pembangunan infrastruktur berkelanjutan di Kalimantan Timur.

Daftar Kepustakaan

- Anonim. (1989). SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam). Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB.
- Achmad, K., Respati, S. W., & Sunarno, S. (2016). Pemanfaatan Material lokal dengan Perkuatan CFRP untuk Penanganan Longsor di Wilayah Balikpapan Kalimantan Timur. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 58–65.
- Adewuyi, A. P., Adewuyi, A. P., & Adegoke, T. (2008). Exploratory Study of Periwinkle Shells as Coarse Aggregates in Concrete Works Health Monitoring of Civil Infrastructure using Fiber Optic Sensing Strategy View project Exploratory Study Of Periwinkle Shells As Coarse Aggregates In Concrete Works. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(6), 1678–1681.
- Ali, N. M. (2022). The effect of plantain and banana peel ash on the properties of concrete. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 9(04), 31–37.
- Andrew, R. M. (2018). Global CO 2 emissions from cement production. *Earth System Science Data*, 10(1), 195–217.
- A. Junaidi. (2015). *Pemanfaatan Abu Batang Pisang Sebagai Bahan Tambah untuk meningkatkan Kuat Tekan Beton*. Berkala Teknik, 5(2). 823 - 836.
- Cordeiro, G. C., Toledo Filho, R. D., & de Moraes Rego Fairbairn, E. (2009). Use of ultrafine rice husk ash with high-carbon content as pozzolan in high performance concrete. *Materials and Structures*, 42(7), 983–992.
- Hasibuan, R. A. (2023). *Inovasi Beton Ramah Lingkungan Berbasis Moderate Volume Menggunakan Abu Ampas Tebu*. Medan Aea.
- 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.
- Giarto, R. B., Achmad, K., & Kiptiah, M. (2022). Peningkatan Kuat Tekan Beton Tanpa Pasir Dengan Variasi Penambahan Sikamen Nn Dan Serat Polipropilen. *Techno*, 23(1), 29–38. <https://doi.org/10.30595/Techno.V23i1.11178>
- Kesavraman, S. (2017). Studies on Metakaolin based banana fibre reinforced concrete. *Int. J. Civ. Eng. Technol*, 8(1), 532–543.

- Kiptiah, M., & Giarto, R. B. (2023). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Semen OPC Dan Semen PCC Terhadap Pemanfaatan Sikament-NN. *Techno*, 24(1), 27–38.
- Mulyadi. (2024). *No Title*. Radio Digital Indonesia, Rri.Co.Id.
- Olaiya, B. C., Lawan, M. M., Olonade, K. A., & Abubakar, S. A. (2025). Banana leaf ash as sustainable alternative raw material for the production of concrete: a review. *Discover Materials*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00296-6>
- Purwanto, H. (2022). Pemanfaatan pelepah pisang gedda desa jejawi sebagai bahan tambah alternatif kuat tekan beton. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 58–69.
- Ramaditya, G. A. (2022). Analisa Kuat Tekan Beton Ramah Lingkungan Dengan Substitusi Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Dan Penambahan Abu Pelepah Pisang. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil*, 3(1), 45–51.
- Sata, V., Jaturapitakkul, C., & Kiattikomol, K. (2004). Utilization of palm oil fuel ash in high-strength concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 16(6), 623–628.
- SNI 1969:2016 (2016). Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1971-2011 (2011). Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1974-2011. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 03-4428:1997 (1997). Metode Pengujian Agregat Halus Atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastik Dengan Cara Setara Pasir. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- SNI 03-2834-2000 (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- SNI 2417:2008 tentang Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Stel'makh, S. A., Shcherban', E. M., Beskopylny, A. N., Chernilnik, A., & Elshaeva, D. (2024). Eco-Friendly Concrete with Improved Properties and Structure, Modified with Banana Leaf Ash. *Journal of Composites Science*, 8(421), 1-21.
- Sunarno, S. (2012). Penggunaan Pasir Samboja dan Kerikil Dari Palu Sebagai Bahan Pembuatan Beton Normal. *JIP (Jurnal Ilmiah Politeknik)*, 4(1), 1-7.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM: Yogyakarta.
- Ulfa, A., Amalia, M., Dhana, I., Agustina, E., Ramadhan, M., & Abdillah, K. (2024). Pengaruh Puntiran Serat Kaleng pada Kuat Tekan Beton. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 10(1), 6–12.