



OPTIMALISASI PROPORSI SERAT PISANG ABAKA DALAM BETON UNTUK MAKSIMASI DURABILITAS DAN KEKUATAN MEKANIK

**TEUKU FARIZAL^{1*}, DIAN FEBRIANTI², TEUKU BUDI AULIA³, RONI
AGUSMANIZA⁴**

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh, Aceh

² Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh, Aceh

³ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh

⁴ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh, Aceh

*Corresponding Author: teukufarizal@utu.ac.id

Naskah diterima: 19 Oktober 2024. Disetujui: 12 Maret 2025. Diterbitkan: 31 Maret 2025

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan serat pisang abaka (*Musa textilis*) terhadap kekuatan tekan dan workability beton. Penggunaan serat abaka sebagai bahan penguat alami menawarkan potensi yang ramah lingkungan dalam memperbaiki sifat mekanis beton, terutama pada distribusi beban internal dan peningkatan ketahanan terhadap retakan. Penelitian ini menggunakan variasi proporsi serat abaka sebesar 0%, 0,65%, 1,45%, dan 2,45%, dengan uji kekuatan tekan dilakukan pada umur 7 dan 28 hari menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM), serta pengujian workability melalui uji slump. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serat abaka sebesar 0,65% memberikan hasil yang optimal, dengan peningkatan kekuatan tekan beton yang signifikan. Pada umur 7 hari, beton dengan proporsi 0,65% serat abaka menunjukkan kekuatan tekan 13,01 MPa, lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal tanpa serat yang hanya mencapai 12,53 MPa. Sementara itu, pada umur 28 hari, kekuatan tekan beton dengan 0,65% serat meningkat menjadi 18,59 MPa, dibandingkan beton tanpa serat yang hanya mencapai 16,50 MPa. Namun, pada proporsi serat yang lebih tinggi, yaitu 1,45% dan 2,45%, terjadi penurunan kekuatan tekan, masing-masing menjadi 14,54 MPa dan 13,79 MPa pada umur 28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat abaka yang berlebihan dapat menurunkan homogenitas campuran dan mengurangi kekuatan tekan beton. Selain itu, penambahan serat abaka juga memengaruhi workability, yang ditunjukkan oleh penurunan nilai slump. Beton tanpa serat memiliki nilai slump sebesar 9,40 cm, sementara pada proporsi 0,65%, nilai slump turun menjadi 8,20 cm, dan semakin menurun pada proporsi 1,45% dan 2,45%, masing-masing menjadi 7,80 cm dan 7,60 cm. Penurunan slump ini menunjukkan bahwa penambahan serat meningkatkan viskositas campuran beton, membuatnya lebih kaku dan sulit dikerjakan. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa proporsi optimal serat abaka dalam campuran beton adalah 0,65%, di mana kekuatan tekan meningkat secara signifikan tanpa mengorbankan workability secara berlebihan. Proporsi serat yang lebih tinggi cenderung menurunkan kekuatan tekan dan membuat beton lebih sulit untuk diolah, sehingga penambahan serat abaka dalam beton perlu dibatasi untuk mencapai kinerja yang optimal dalam aplikasi praktis.

Kata kunci : Keberlanjutan, Rumah, Rekonstruksi, Pascabencana, Tangguh

1. PENDAHULUAN

Penggunaan serat alami dalam konstruksi semakin menarik perhatian dalam upaya menciptakan material bangunan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu serat alami yang menjanjikan untuk digunakan sebagai penguat dalam campuran beton adalah serat abaka (*musa textilis*). Serat ini memiliki kekuatan tarik yang tinggi, ringan, dan sifat mekanis yang unggul, yang membuatnya potensial meningkatkan kekuatan beton, terutama dalam hal kekuatan tekan yang merupakan parameter penting dalam konstruksi (Pranoto dkk., 2021). Di Indonesia, serat abaka tersedia melimpah, termasuk di Kabupaten Simeulue, Aceh, yang memberikan keuntungan dalam hal ketersediaan sumber daya lokal yang berkelanjutan.

Tren global menekankan penggunaan material konstruksi yang rendah emisi karbon namun memiliki performa mekanis yang baik. Serat abaka, yang bersifat biodegradable dan memiliki jejak karbon rendah, cocok untuk tujuan ini. Penggunaannya juga dapat mengurangi ketergantungan pada serat sintesis yang lebih mahal dan kurang ramah lingkungan (Tampi dkk., 2020). Penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat abaka pada beton dapat meningkatkan sifat mekanik secara signifikan, termasuk kekuatan tekan, tarik, dan lentur. Sebagai contoh, penambahan 0,15% serat abaka sepanjang 50 mm telah terbukti meningkatkan kekuatan tekan sebesar 12,61%, kekuatan tarik sebesar 72,64%, dan kekuatan lentur sebesar 98,98% dibandingkan dengan beton konvensional (Tampi dkk., 2020).

Lebih lanjut, serat abaka juga berperan penting dalam meningkatkan daya tahan beton. Penambahan serat ini mengurangi permeabilitas beton dan meningkatkan ketahanan terhadap air, menjadikannya cocok untuk aplikasi jangka panjang dalam berbagai kondisi lingkungan (Anthony dkk., 2022). Serat abaka juga membantu menjembatani retakan dalam matriks beton, meningkatkan daya serap energi pasca-retak, dan menjadikan beton lebih tahan terhadap kerusakan mekanis (Hasan dkk., 2022).

Namun, meskipun manfaat serat abaka sudah terbukti, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan proporsi optimal serat yang dapat meningkatkan kekuatan tekan beton tanpa mengorbankan *workability*, yaitu kemudahan pengerjaan beton. (Jamshaid dkk., 2022) mencatat bahwa penambahan serat ke dalam beton dapat meningkatkan viskositas campuran, sehingga membuat beton lebih kaku dan sulit diaduk. Untuk itu, penting menguji berbagai proporsi serat guna mendapatkan hasil optimal, seperti yang ditemukan pada studi-studi sebelumnya.

Dalam penelitian ini, proporsi optimal serat abaka akan ditentukan untuk memaksimalkan kekuatan tekan beton pada usia 7 dan 28 hari. Uji 7 hari akan digunakan untuk mengukur kekuatan awal beton, sementara uji 28 hari akan mengukur kekuatan akhir setelah proses hidrasi selesai. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa panjang dan jumlah serat sangat memengaruhi performa mekanik beton. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengeksplorasi empat variasi proporsi serat abaka, yaitu 0%, 0,65%, 1,45%, dan 2,45% dari total massa semen, untuk memahami bagaimana setiap proporsi memengaruhi kekuatan tekan beton.

Selain tantangan dalam distribusi serat yang merata, beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh (Lumingkewas dkk., 2017), mengungkapkan bahwa penambahan serat yang berlebihan dapat mengurangi kekuatan tekan beton akibat distribusi yang tidak merata. Selain itu, serat abaka dapat mempengaruhi reaksi kimia selama proses hidrasi semen, yang dapat memperlambat perkembangan kekuatan beton pada tahap awal (Anthony dkk., 2022).

Studi yang dilakukan oleh (Pranoto dkk., 2021) meneliti penggunaan serat abaka dalam campuran beton dengan bahan lokal dari Kalimantan, dan menemukan bahwa penambahan serat abaka sebesar 0,6% menghasilkan peningkatan kekuatan lentur beton secara signifikan. Penelitian lain oleh (Hasan dkk., 2022) yang mengevaluasi durabilitas beton bertulang serat abaka juga menemukan bahwa penambahan serat ini mengurangi permeabilitas beton terhadap ion klorida, menjadikannya lebih tahan lama terhadap lingkungan yang korosif. Serat abaka juga menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kekuatan tarik beton, terutama pada beton foamed fly ash geopolymer seperti yang ditemukan oleh (Pauline & Angelo, 2018).

Penambahan serat abaka pada beton juga telah dieksplorasi dalam beton foamed lightweight. (Mydin dkk., 2022) menunjukkan bahwa penambahan serat abaka sebesar 0,45% dapat meningkatkan kekuatan tekan, lentur, dan tarik belah secara optimal. Namun, jumlah serat yang berlebihan (lebih dari 0,45%) dapat menyebabkan akumulasi serat yang tidak merata, yang pada akhirnya mengurangi kekuatan mekanik beton tersebut.

Penelitian lebih lanjut oleh (Priya & Sudalaimani, 2023) mengeksplorasi penggunaan serat abaka yang telah diolah dengan NaOH untuk meningkatkan kinerja mekanis serat dalam beton. Perlakuan ini meningkatkan kekuatan tarik serat abaka dalam matriks beton hingga 2700–3100 kg/m², memperbaiki ikatan antara serat dan matriks beton, dan meningkatkan daya tahan serat di lingkungan basa beton.

Penggunaan serat abaka dalam memperkuat tanah berpasir dan lumpur lempung juga menunjukkan hasil yang positif. Studi oleh (Albuja-Sánchez dkk., 2022) menemukan bahwa penambahan serat abaka pada tanah berpasir dan lumpur lempung meningkatkan kekuatan tekan tak-terbatas tanah hingga 1235,1%, terutama ketika panjang serat dan konsentrasi serat dioptimalkan. Studi ini menyoroti potensi besar serat abaka dalam memperkuat material geoteknik.

Mengingat semua tantangan ini, penelitian ini bertujuan untuk menemukan proporsi serat abaka yang optimal, yang dapat meningkatkan kekuatan tekan beton tanpa mengorbankan workability. Beton tanpa serat akan berfungsi sebagai kontrol dalam penelitian ini, dan hasil pengujian kekuatan tekan beton dengan serat abaka akan dibandingkan dengan beton kontrol. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis lebih lanjut interaksi antara serat abaka dan matriks semen selama proses hidrasi untuk memahami bagaimana serat mempengaruhi distribusi partikel semen dan pengembangan kekuatan tekan.

Secara keseluruhan, penelitian ini akan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan material konstruksi berkelanjutan. Dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang melimpah seperti serat abaka, penelitian ini dapat mendukung upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan sintetis yang tidak ramah lingkungan. Beton yang diperkuat dengan serat abaka diharapkan tidak hanya memiliki kekuatan tekan yang lebih baik, tetapi juga lebih tahan lama dan ramah lingkungan.

Hasil penelitian ini juga dapat memberikan manfaat ekonomi bagi wilayah penghasil serat abaka seperti Kabupaten Simeulue, Aceh, dengan membuka peluang pasar baru untuk produk serat alami dalam industri konstruksi. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat diadopsi oleh industri konstruksi di Indonesia dan global, sebagai bagian dari upaya mendukung pembangunan berkelanjutan dengan material yang lebih ramah lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk menguji pengaruh variasi proporsi serat pisang abaka (*musa textilis*) terhadap kekuatan tekan beton. Pengujian dilakukan pada dua interval waktu, yakni 7 dan 28 hari, untuk mengevaluasi perkembangan kekuatan beton selama proses hidrasi.

Metode eksperimen dipilih untuk memungkinkan kontrol langsung terhadap variabel bebas (proporsi serat abaka) sambil menjaga variabel lain tetap konstan. Beton dengan empat variasi proporsi serat diuji menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM) dengan spesimen berbentuk silinder berukuran 15 cm × 30 cm, sesuai standar pengujian beton.

2.1.1 Penentuan Variabel Penelitian

Variabel penelitian dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama:

- **Variabel Bebas:**
Proporsi serat abaka dalam campuran beton (0%, 0,65%, 1,45%, dan 2,45% dari berat semen).
- **Variabel Terikat:**
Kekuatan tekan beton yang diukur pada umur 7 dan 28 hari, dengan satuan Megapascal (MPa).
- **Variabel Kontrol:**
Kondisi yang dijaga tetap, meliputi Faktor Air Semen (FAS) 0,4, ukuran agregat, proses pencampuran dan curing, serta penggunaan UTM yang sama untuk semua sampel.

2.1.2 Desain Eksperimen Dan Jumlah Sampel

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan 4 variasi proporsi serat, masing-masing diuji pada 7 dan 28 hari. Untuk menjaga akurasi, setiap variasi diuji sebanyak 3 kali, menghasilkan total 24 sampel beton silinder. Setiap sampel dibuat dengan ukuran 15 cm × 30 cm sesuai standar uji beton.

Tabel 1 Desain eksperimen dan jumlah sampel

Proporsi Serat Abaka	Jumlah Sampel (7 hari)	Jumlah Sampel (28 hari)	Total Sampel
0% (Kontrol)	3	3	6
0,65%	3	3	6
1,45%	3	3	6
2,45%	3	3	6
Total	12	12	24

2.1.3 Tahapan Eksperimen

Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahap:

1. **Persiapan Bahan dan Alat:**

Bahan yang digunakan antara lain semen Portland Tipe I, agregat kasar, halus, pasir, air, dan serat abaka. Alat-alat seperti Mixer beton, cetakan silinder, mesin UTM, dan

- Vibrating Table disiapkan untuk memastikan pencampuran yang homogen dan uji kekuatan tekan yang akurat.
2. Pencampuran dan Pembuatan Sampel:
Semua bahan beton dicampur dengan proporsi yang ditentukan menggunakan Mixer. Beton kemudian dituangkan ke dalam cetakan dan dipadatkan dengan Vibrating Table untuk menghilangkan rongga udara.
 3. Curing Sampel Beton:
Sampel yang telah dicetak direndam dalam air selama 7 dan 28 hari untuk memastikan proses hidrasi yang sempurna.
 4. Pengujian Kekuatan Tekan:
Setelah proses curing, sampel diuji menggunakan UTM untuk mengukur kekuatan tekan dengan memberikan beban bertahap hingga mencapai titik keruntuhan.

2.2. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga jenis variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas yang digunakan adalah proporsi serat pisang abaka, yang divariasikan dalam empat tingkat persentase, yaitu 0%, 0,65%, 1,45%, dan 2,45%. Variasi proporsi serat ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kekuatan beton. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekuatan tekan beton, yang diukur pada dua titik waktu, yaitu setelah beton berumur 7 hari dan 28 hari. Pengujian kekuatan tekan ini memberikan gambaran mengenai perkembangan kekuatan beton selama proses pematangan.

Untuk memastikan konsistensi hasil, variabel kontrol yang digunakan meliputi beberapa parameter penting dalam pembuatan beton. Faktor air-semen (FAS) ditetapkan sebesar 0,4, yang merupakan rasio air terhadap semen dalam campuran beton. Selain itu, ukuran agregat juga dikontrol, dengan ukuran agregat kasar sebesar 25,4 mm, agregat halus 1,18 mm, dan pasir 9,5 mm. Semua pengujian kekuatan tekan dilakukan menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM), yang memastikan bahwa metode pengujian dilakukan dengan alat yang sesuai dan seragam. Dengan demikian, penelitian ini berusaha untuk mengevaluasi bagaimana variasi proporsi serat pisang abaka mempengaruhi kekuatan tekan beton dalam kondisi kontrol yang konsisten.

2.3. Bahan dan Alat Penelitian

2.3.1 Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan utama dalam campuran beton, dengan serat pisang abaka sebagai bahan tambahan alami, dipotong sepanjang 50 mm dan bersumber dari Kabupaten Simeulue, Aceh. Semen Portland Tipe I digunakan sebagai bahan pengikat, sementara agregat dibagi menjadi tiga jenis: agregat kasar dengan ukuran maksimum 25,4 mm, agregat halus berukuran maksimum 1,18 mm, dan pasir kasar dengan ukuran maksimum 9,5 mm. Air digunakan dengan rasio Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,4, memastikan konsistensi yang tepat dalam campuran beton.

Tabel 2 Bahan utama yang digunakan.

No	Bahan	Spesifikasi
1	Serat Pisang Abaka	Panjang 50 mm, bersumber dari Simeulue, Aceh
2	Semen Portland Tipe I	-
3	Agregat Kasar	Ukuran maksimum 25,4 mm

4	Agregat Halus	Ukuran maksimum 1,18 mm
5	Pasir Kasar	Ukuran maksimum 9,5 mm
6	Air	Rasio FAS 0,4

2.3.2 Alat

Penelitian ini menggunakan empat alat utama untuk mendukung proses pencampuran, pembentukan, pengujian, serta pemadatan beton.

Tabel 3 Alat yang digunakan

No	Alat	Fungsi
1	Mixer Beton	Mencampur bahan beton secara homogen
2	Cetakan Silinder	Membentuk sampel beton
3	UTM (Universal Testing Machine)	Menguji kekuatan tekan beton
4	Vibrating Table	Memadatkan beton dalam cetakan, menghilangkan rongga udara

2.4. Prosedur Penelitian

2.4.1 Persiapan Bahan

Serat abaka dipotong dan dibersihkan. Semen, agregat, dan pasir ditimbang dan diayak untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Air diukur dengan FAS 0,4 untuk menjaga rasio hidrasi optimal.

2.4.2 Pembuatan Sampel Beton

Bahan beton dicampur dalam *Mixer* dan dituangkan ke dalam cetakan silinder berukuran 15 cm × 30 cm. Pemadatan dilakukan menggunakan *Vibrating Table*.

2.4.3 Perawatan Sampel Beton

Sampel direndam dalam air selama 7 dan 28 hari, dengan suhu air dijaga pada ffl25°C untuk memastikan kondisi optimal hidrasi semen.

2.5. Pengujian Kekuatan Tekan

Sampel beton diuji kekuatan tekan menggunakan mesin UTM. Setiap variasi serat diuji sebanyak tiga kali pada 7 dan 28 hari untuk memastikan konsistensi data. Beban maksimum yang diterima dicatat dan kekuatan tekan dihitung menggunakan rumus:

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

Dimana P adalah beban maksimum (Newton) dan A adalah luas penampang sampel (17671,46 mm²).

2.6. Analisis Data

2.6.1 Penghitungan Rata-Rata

Setiap proporsi serat diuji tiga kali. Kekuatan tekan rata-rata dihitung dari tiga sampel untuk setiap proporsi serat.

2.6.2 Analisis Statistik

Data kekuatan tekan diuji menggunakan ANOVA untuk mendeteksi perbedaan signifikan antar variasi proporsi serat. Jika ada perbedaan signifikan, uji Tukey's HSD dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan antar kelompok proporsi serat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan untuk menilai *workability* campuran beton yang dipengaruhi oleh penambahan serat abaka dengan variasi proporsi. Hasil pengujian slump disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian slump test

No	Benda Uji	Slump Rata-Rata (cm)
1.	BN	9.40
2.	BSPA 0,65%	8.20
3.	BSPA 1,45%	7.80
4.	BSPA 2,45%	7.60
Rata-rata		8.25
Standar Deviasi		0.81
Co varian		0.49
Kategori		Sedang

Beton normal (BN) tanpa penambahan serat memiliki nilai slump sebesar 9,40 cm, yang menandakan *workability* yang sangat baik. Saat serat abaka sebesar 0,65% ditambahkan ke dalam campuran (BSPA 0,65%), nilai slump menurun menjadi 8,20 cm, yang menunjukkan adanya penurunan *workability* akibat meningkatnya viskositas campuran beton. Pada campuran dengan penambahan 1,45% serat abaka (BSPA 1,45%), nilai slump kembali menurun menjadi 7,80 cm, yang mengindikasikan berkurangnya fluiditas. Penambahan serat abaka tertinggi, yaitu 2,45% (BSPA 2,45%), menyebabkan nilai slump turun hingga 7,60 cm, yang menunjukkan bahwa campuran semakin kaku dan lebih sulit untuk dikerjakan.

Penurunan nilai slump ini konsisten dengan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa penambahan serat alami, seperti abaka, cenderung mengurangi *flowability* karena serat menciptakan struktur yang lebih kohesif dan meningkatkan viskositas campuran beton (N. Iqbal dkk., 2022; Valášek dkk., 2021).

3.2. Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Beton Umur 7 Hari

Pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari dilakukan untuk mengetahui efek jangka pendek dari penambahan serat abaka terhadap kekuatan mekanik beton. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 5 Hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari

No	Data Benda Uji	Kuat Tekan (Mpa)
----	----------------	------------------

Benda Uji		Berat Benda Uji	Volume Silinder	Luas Silinder	Beban (P)		$f_c = P/A$
		kg	m ³	mm ²	KN	N	N/mm ²
1.	BN7	11.56	0.0053	17671.459	157.576	157576	8.917
2.	BN7	11.52	0.0053	17671.459	184.548	184548	10.443
3.	BN7	11.48	0.0053	17671.459	321.936	321936	18.218
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							12.53
1.	BSPA 0,65% 7	11.36	0.0053	17671.459	311.840	311840	17.647
2.	BSPA 0,65% 7	11.42	0.0053	17671.459	161.276	161276	9.126
3.	BSPA 0,65% 7	11.40	0.0053	17671.459	216.380	216380	12.245
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							13.01
1.	BSPA 1,45% 7	10.98	0.0053	17671.459	130.192	130192	7.367
2.	BSPA 1,45% 7	10.88	0.0053	17671.459	147.532	147532	8.349
3.	BSPA 1,45% 7	11.06	0.0053	17671.459	193.392	193392	10.944
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							8.89
1.	BSPA 2,45% 7	11.18	0.0053	17671.459	127.204	127204	7.198
2.	BSPA 2,45% 7	11.14	0.0053	17671.459	148.416	148416	8.399
3.	BSPA 2,45% 7	10.82	0.0053	17671.459	106.540	106540	6.029
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							7.21

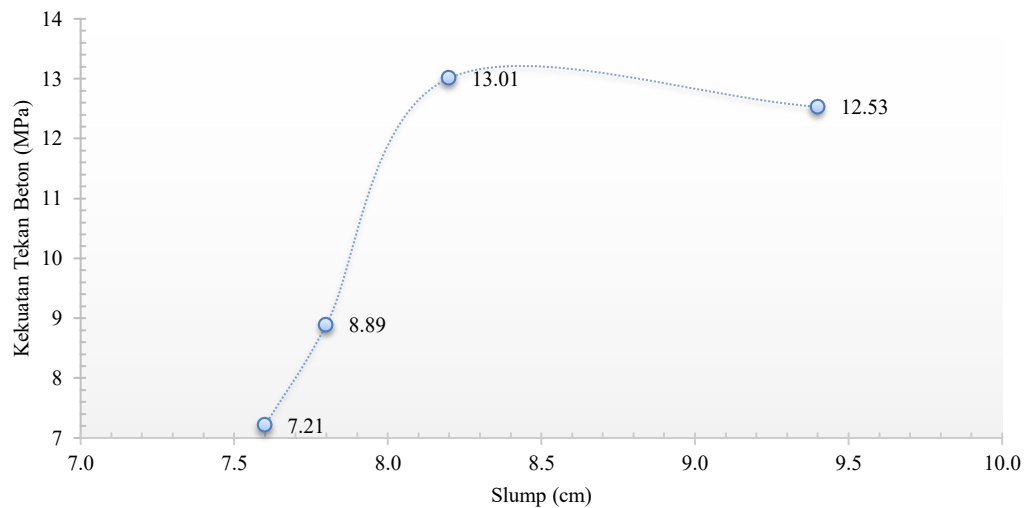
Beton normal tanpa penambahan serat menunjukkan kekuatan tekan sebesar 12,53 MPa setelah 7 hari. Penambahan serat abaka sebesar 0,65% meningkatkan kekuatan tekan menjadi 13,01 MPa, mengindikasikan adanya peningkatan dibandingkan dengan beton normal. Namun, pada penambahan serat sebesar 1,45%, kekuatan tekan menurun drastis menjadi 8,89 MPa, yang menunjukkan bahwa penggunaan serat yang berlebihan mulai mengganggu homogenitas campuran beton. Pada penambahan serat tertinggi sebesar 2,45%, kekuatan tekan turun lebih jauh menjadi 7,21 MPa, kemungkinan akibat distribusi serat yang tidak merata dan peningkatan viskositas, yang menyebabkan ikatan antar partikel berkurang.

Penambahan serat abaka dapat meningkatkan kekuatan tekan beton hingga proporsi 0,65%, tetapi penambahan serat yang berlebihan, seperti 1,45% dan 2,45%, menyebabkan penurunan kekuatan tekan karena homogenitas campuran terganggu.

Hubungan Slump dan Kekuatan Tekan Beton Umur 7 Hari:

Secara umum, terdapat korelasi negatif antara nilai slump dan kekuatan tekan. Penurunan nilai slump, yang menunjukkan penurunan *workability*, secara langsung berkaitan dengan penurunan kekuatan tekan. Semakin tinggi kadar serat, semakin rendah nilai slump dan kekuatan tekan. Berikut adalah grafik 1 yang menggambarkan hubungan tersebut.

Grafik Hubungan Slump dan Kekuatan Tekan Beton Umur 7 Hari



Gambar 1 Grafik hubungan slump dan kekuatan tekan beton umur 7 hari

3.3. Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Beton Umur 28 Hari

Pengujian kuat tekan beton setelah 28 hari curing dilakukan untuk menilai kinerja beton pada jangka panjang. Hasil uji kuat tekan disajikan dalam Tabel 6.

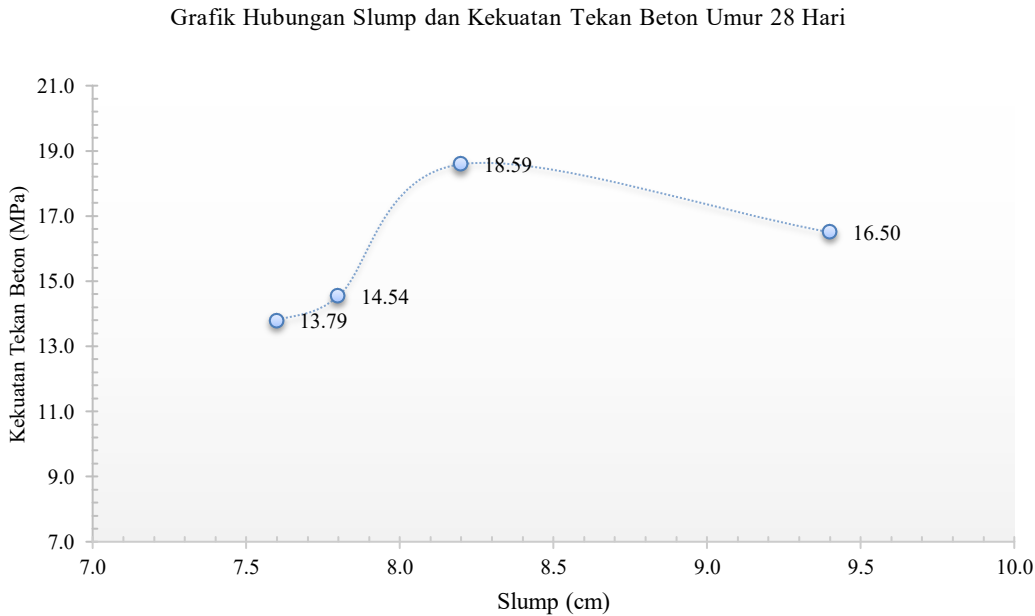
Tabel 6 Hasil uji kuat tekan beton umur 28 hari

No	Data Benda Uji					Kuat Tekan (Mpa)	
	Benda Uji	Berat Benda Uji	Volume Silinder	Luas Silinder	Beban (P)		$f_c = P/A$
		kg	m ³	mm ²	KN	N	N/mm ²
1.	BN28	10.72	0.0053	17671.459	287.388	287388	16.263
2.	BN28	10.74	0.0053	17671.459	277.616	277616	15.710
3.	BN28	10.62	0.0053	17671.459	309.760	309760	17.529
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							16.50
1.	BSPA 0,65% 28	10.84	0.0053	17671.459	409.500	409500	23.173
2.	BSPA 0,65% 28	11.00	0.0053	17671.459	246.176	246176	13.931
3.	BSPA 0,65% 28	11.1	0.0053	17671.459	329.760	329760	18.661
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							18.59
1.	BSPA 1,45% 28	10.36	0.0053	17671.459	231.124	231124	13.079
2.	BSPA 1,45% 28	10.34	0.0053	17671.459	228.040	228040	12.904
3.	BSPA 1,45% 28	10.39	0.0053	17671.459	311.780	311780	17.643
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							14.54
1.	BSPA 2,45% 28	10.5	0.0053	17671.459	267.300	267300	15.126
2.	BSPA 2,45% 28	10.02	0.0053	17671.459	231.108	231108	13.078
3.	BSPA 2,45% 28	10.16	0.0053	17671.459	232.904	232904	13.180
Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton (f_c)							13.79

Beton tanpa penambahan serat menunjukkan kekuatan tekan sebesar 16,50 MPa setelah 28 hari. Penambahan serat abaka sebesar 0,65% meningkatkan kekuatan tekan menjadi 18,59 MPa, yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam kekuatan beton. Namun, pada penambahan serat sebesar 1,45%, kekuatan tekan menurun menjadi 14,54 MPa, dan pada proporsi serat tertinggi, yaitu 2,45%, kekuatan tekan lebih lanjut menurun menjadi 13,79 MPa.

Hubungan Slump dan Kekuatan Tekan Beton Umur 28 Hari.

Kekuatan tekan tertinggi tercapai pada penambahan serat abaka 0,65%, di mana penurunan *workability* masih dapat diterima. Namun, pada proporsi serat yang lebih tinggi (1,45% dan 2,45%), penurunan *workability* yang berlebihan menyebabkan penurunan kekuatan tekan. Berikut adalah grafik 2 yang menggambarkan hubungan tersebut.



Gambar 2 Grafik hubungan nilai slump dan kuat tekan beton umur 28 hari

Hubungan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari dan 28 Hari

Peningkatan kekuatan beton dari umur 7 hari ke 28 hari menunjukkan tren positif pada semua campuran, namun pola peningkatan berbeda tergantung pada kadar serat abaka. Beton normal (tanpa serat) meningkat dari 12,53 MPa menjadi 16,50 MPa (31,7%). Penambahan 0,65% serat meningkatkan kekuatan lebih signifikan, dari 13,01 MPa menjadi 18,59 MPa (42,9%). Pada 1,45% serat, kekuatan meningkat 63,5%, tetapi kekuatan akhir tetap lebih rendah. Penambahan 2,45% serat menghasilkan peningkatan terbesar secara persentase (91,2%) tetapi tetap lebih rendah dari beton normal. Kadar serat optimal ditemukan pada 0,65%.

Tabel 7 Hubungan kuat tekan beton umur 7 hari dan 28 hari

Komposisi Beton	Kuat Tekan 7 Hari (MPa)	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)	Persentase Peningkatan (%)
Beton Normal (BN)	12,53	16,50	31,7%
BSPA 0,65%	13,01	18,59	42,9%

BSPA 1,45%	8,89	14,54	63,5%
BSPA 2,45%	7,21	13,79	91,2%

3.4. Kinerja Mekanik Beton Dengan Serat Pisang Abaka

Pengaruh penambahan serat pisang abaka terhadap kinerja mekanik beton terlihat pada perubahan *kekuatan tekan* dan *workability*. Berikut adalah hasil utama dari penelitian ini:

1. Pengaruh Penambahan Serat terhadap Kekuatan Tekan
Penambahan serat abaka sebesar 0,65% meningkatkan kekuatan tekan secara signifikan, karena serat abaka berperan dalam mendistribusikan beban dengan lebih merata melalui mekanisme bridging cracks, yang berfungsi memperkuat struktur beton (M. Iqbal dkk., 2020). Namun, ketika kadar serat ditingkatkan menjadi 1,45% dan 2,45%, kekuatan tekan justru menurun. Hal ini disebabkan oleh aglomerasi serat, yang mengakibatkan campuran menjadi kurang homogen, sehingga menciptakan titik-titik lemah dalam struktur beton (Syed dkk., 2019).
2. Pengaruh Penambahan Serat terhadap *Workability*
Workability, yang diukur berdasarkan nilai slump, mengalami penurunan seiring dengan peningkatan kadar serat abaka. Nilai slump turun dari 9,40 cm pada beton normal menjadi 7,60 cm pada campuran dengan 2,45% serat abaka. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat abaka meningkatkan viskositas campuran, yang menyebabkan campuran menjadi lebih sulit untuk diolah dan dikerjakan (Özbay dkk., 2021).

Tabel 8 Pengaruh serat alami terhadap kekuatan tekan, *workability*, dan FAS

Referensi	Jenis Serat	Kadar Serat (%)	FAS	Panjang Serat (cm)	Kekuatan Tekan 28 Hari (MPa)	Perubahan Kekuatan Tekan (%)	Nilai Slump (cm)	Perubahan <i>Workability</i> (%)
Penelitian BSPA	Serat Pisang Abaka	0,65	0,40	5	18,59	+12,6%	8,20	-12,8%
		1,45	0,40	5	14,54	-11,8%	7,80	-17,0%
		2,45	0,40	5	13,79	-16,4%	7,60	-19,1%
Iqbal & Khan (2020)	Serat Abaka	0,65	0,50	4	34,50	+15,0%	8,5	-10%
		1,45	0,50	4	31,00	+8,5%	7,9	-20%
Syed & Kumar (2019)	Serat Rami	0,75	0,50	5	32,10	+12,5%	8,0	-15%
Valášek & Škerlep (2021)	Serat Alami (Campuran)	0,50	0,48	4	35,00	+18,0%	9,0	-8%
Yan (2014)	Serat Kaca	0,50	0,50	5	30,50	+10,0%	9,2	-5%
Özbay et al. (2021)	Serat Polypropylene	1,00	0,48	5	33,20	+12,0%	7,8	-20%
		1,50	0,48	5	31,40	+7,5%	7,0	-25%

Referensi	Jenis Serat	Kadar Serat (%)	FAS	Panjang Serat (cm)	Kekuatan Tekan 28 Hari (MPa)	Perubahan Kekuatan Tekan (%)	Nilai Slump (cm)	Perubahan <i>Workability</i> (%)
Ma'Arif & Rahman (2022)	Serat Abaka	0,65	0,40	5	36,00	+16,5%	8,3	-12%
Punyamurthy & Raghavan (2017)	Serat Alami (Campuran)	0,75	0,50	4	34,20	+13,0%	8,4	-10%

Faktor air semen (FAS) mempengaruhi kekuatan tekan dan *workability* beton. Semakin rendah FAS, semakin tinggi kekuatan tekan yang dihasilkan, namun hal ini menyebabkan penurunan *workability*, sehingga beton menjadi lebih sulit dikerjakan. Panjang serat abaka juga memainkan peran penting dalam distribusi serat di dalam campuran beton, yang berdampak pada kinerja mekaniknya. Peningkatan kadar serat abaka secara umum menurunkan nilai slump, yang menunjukkan penurunan *workability*. Namun, pada kadar serat 0,65%, serat abaka memberikan peningkatan kekuatan beton yang optimal, tanpa mengorbankan terlalu banyak *workability*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan serat pisang abaka dalam campuran beton memengaruhi kekuatan mekanik dan *workability*. Penambahan serat 0,65% menghasilkan peningkatan kekuatan tekan yang optimal, dari 12,53 MPa (beton normal) menjadi 13,01 MPa pada umur 7 hari dan 18,59 MPa pada umur 28 hari. Namun, penambahan serat lebih tinggi (1,45% dan 2,45%) menurunkan kekuatan tekan dan *workability*. Pada kadar serat yang lebih tinggi, kekakuan meningkat, menyebabkan penurunan homogenitas campuran. Secara keseluruhan, penambahan serat abaka sebesar 0,65% direkomendasikan sebagai proporsi optimal untuk meningkatkan kekuatan beton tanpa mengorbankan *workability*.

DAFTAR PUSTAKA

- Albuja-Sánchez, J., Alcívar, E., Escobar, D., Montero, J., Realpe, G., Muñoz, A., & Peñaherrera-Aguirre, M. (2022). Influence of Abaca Fiber Inclusion on the Unconfined Compressive Strength of Reconstituted Sandy Silts. *Fibers*, 10(11), 99. <https://doi.org/10.3390/fib10110099>
- Anthony, R., Suhalka, S., Afsal, S., & Kumar, V. R. P. (2022). An Experimental Study on the Durability Properties of Abaca Fiber Concrete. *Journal of Engineering Research*. <https://doi.org/10.36909/jer.acmm.16351>
- Hasan, M., Saidi, T., Jamil, M., Amalia, Z., & Mubarak, A. (2022). Mechanical Properties and Absorption of High-Strength Fiber-Reinforced Concrete (HSFRC) with Sustainable Natural Fibers. *Buildings*, 12(12), 2262. <https://doi.org/10.3390/buildings12122262>
- Iqbal, M., Aminanda, Y., Firsah, T., & Ali, M. (2020). Bending Strength of Polyester Composites Reinforced with Stitched Random Orientation and Plain Weave Abaca Fiber. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 739(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/739/1/012035>
- Iqbal, N., Khan, I., Ali, A., & Qurashi, A. (2022). A sustainable molybdenum oxysulphide-cobalt phosphate photocatalyst for effectual solar-driven water splitting. *Journal of Advanced Research*, 36, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2021.08.006>
- Jamshaid, H., Mishra, R., Raza, A., Hussain, U., Rahman, Md. L., Nazari, S., Chandan, V., Müller, M., & Chotěborský, R. (2022). Natural Cellulosic Fiber Reinforced Concrete: Influence of Fiber Type

- and Loading Percentage on Mechanical and Water Absorption Performance. *Materials*, 15(3), 874. <https://doi.org/10.3390/ma15030874>
- Lumingkewas, R. H., Husen, A., & Andrianus, R. (2017). Effect of Fibers Length and Fibers Content on the Splitting Tensile Strength of Coconut Fibers Reinforced Concrete Composites. *Key Engineering Materials*, 748, 311–315. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.748.311>
- Mydin, A. O., Nawi, M. N. M., Odeh, R. A., & Salameh, A. A. (2022). Durability Properties of Lightweight Foamed Concrete Reinforced With Lignocellulosic Fibers. *Materials*, 15(12), 4259. <https://doi.org/10.3390/ma15124259>
- Özbay, A. E. Ö., Erkek, O., & Çeribaşı, S. (2021). The Effect of Polypropylene, Steel, and Macro Synthetic Fibers on Mechanical Behavior of Cementitious Composites. *RDLC*, 20(3), 591–601. <https://doi.org/10.7764/rdlc.20.3.591>
- Pauline, S. N. J., & Angelo, B. P. M. (2018). Development of Abaca Fiber-Reinforced Foamed Fly Ash Geopolymer. *Matec Web of Conferences*, 156, 05018. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815605018>
- Pranoto, Y., Halim, L., & Sudibyo, A. (2021). STUDI KUAT LENTUR BETON DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT ABAKA. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 53. <https://doi.org/10.29103/tj.v11i1.364>
- Priya, C., & Sudalaimani, K. (2023). Performance assessment of surface modified natural fibre using NaOH in composite concrete. *Materials Research Express*, 10(12), 125101. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ad1076>
- Syed, B., Karthik, N., Bhat, P., Bisht, N., Prasad, A., Satish, S., & Prasad, M. N. N. (2019). Phyto-biologic bimetallic nanoparticles bearing antibacterial activity against human pathogens. *Journal of King Saud University - Science*, 31(4), 798–803. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.01.008>
- Tampi, R., Parung, H., Djamaluddin, R., & Amiruddin, A. (2020). Elasticity modulus concrete of abaca fiber. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 473(1), 012146. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/473/1/012146>
- Valášek, P., Müller, M., Šleger, V., Kolář, V., Hromasová, M., D' Amato, R., & Ruggiero, A. (2021). Influence of Alkali Treatment on the Microstructure and Mechanical Properties of Coir and Abaca Fibers. *Materials*, 14(10), 2636. <https://doi.org/10.3390/ma14102636>
- Safapour, E., Kermanshachi, S., & Pamidimukkala, A. (2021). Post-disaster recovery in urban and rural communities: Challenges and strategies. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 64, 102535. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102535>
- Samy, M., & Mohamed, E. (2015). *Reshaping Construction Management for Sustainability and Resource Efficiency: Implementation of LeanBIM Concept in Construction*.
- Soviana, W., Munirwansyah, Syamsidik, & Achmad, A. (2023). Analysis of tsunami disaster mitigation priority on urban area settlement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1140(1), 12022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1140/1/012022>
- Tucker, S., Gamage, A., & Wijeyesekera, C. (2014). Some design aspects of sustainable post-disaster housing. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 5(2), 163–181. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-06-2012-0019>
- Yasaditama, H. I., & Sagala, S. (2012). *Rebuilding Settlements: Learning from Housing Reconstruction Process after 2009 West Java Earthquake*. www.icsbe.uui.ac.id
- Zhao, X.-X., Zheng, M., & Fu, Q. (2022). How natural disasters affect energy innovation? The perspective of environmental sustainability. *Energy Economics*, 109, 105992. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105992>
- Zhou, B., Zhang, H., & Evans, R. (2022). Build back better: A framework for sustainable recovery assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 76, 102998. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102998>