Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 24193-24202

Analisis Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Karakteristik Bata Ringan

Muh. Rafli Pratama[1], Hamka[2], Abd. Muis. B[3]
[1,2,3]Universitas Muhammadiyah Parepare
Corresponding Author: Muh. Rafli Pratama, Email: raflip844@gmail.com

Published: September , 2025

ABSTRAK

Limbah merupakan hasil usaha atau aktivitas yang mengandung senyawa berbahaya dan beresiko bagi lingkungan, kesehatan manusia, dan kelangsungan makhluk hidup. Limbah serabut kelapa merupakan salah satunya. Fokus dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dampak dari kombinasi limbah serabut kelapa terhadap produksi bata rigan berdasarkan kekuatan tekan dan kemampuan menyerap air. Penelitian ini menerapkan pendekatan eksperimen yang dilakukan di laboratorium struktur dan material Universitas Muhammadiyah Parepare. Hasil penelitian ini memperhatikan variasi campuran limbah serabut kelapa dengan variasi 0%,1%,3% dan 5%. Setiap variasi dibuat 3 sampel dengan dimensi 60cm x 10cm x 20cm selama 28 hari proses curing sebelum melalui uji kuat tekan. Berdasarkan hasil penelitian, 5,333 Mpa dengan variasi 0%, 5,194 Mpa dengan variasi 1%, 4,528 Mpa dengan variasi 3%, dan 3,861 Mpa dengan variasi 5%. Untuk bata ringan, persentase penyerapan air adalah 17,13% dengan variasi 0%, 17,36% dengan variasi 1%, 17,68% dengan variasi 3%, dan 17,86% dengan variasi 5%. Dengan kesimpulan semakin banyak persentase sabut kelapa maka daya serapa air akan meningkat karena sifat serat kelapa yang menyerap air dan menciptakan pori tambahan.Sedangkan pada kuat tekan cenderung turun jika kadar serat terlalu tinggi karena porositas meningkat dan daya ikat semen terganggu.

Kata Kunci: Bata Ringan, Daya Serap Air, Kuat Tekan, Limbah Serabut Kelapa

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Industri konstruksi saat ini menghadapi kebutuhan transformasi dalam material dan metode pelaksanaan, di mana *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) menjadi sorotan utama. CLC menawarkan bobot yang lebih ringan dan efisiensi dalam penanganan, membuatnya ideal untuk berbagai elemen struktural seperti bata dan panel dinding (Putra et al., 2022). Dalam konteks keberlanjutan, penggunaan limbah serabut kelapa sebagai bahan tambah dalam CLC menunjukkan potensi signifikan dalam meningkatkan sifat mekanik dan performa material, di samping memberikan kontribusi terhadap pengurangan limbah organik, sebagaimana dibuktikan oleh penelitian terkait (Ahmad et al., 2020; Lumingkewas et al., 2017). Penambahan serat kelapa telah terbukti dapat meningkatkan kekuatan tarik dan fleksural, menjadikan CLC lebih kompetitif dibandingkan dengan bata konvensional (Hardjasaputra et al., 2017). Selain itu, efisiensi biaya dalam penggunaan bahan perekat dan keseluruhan proses konstruksi semakin menjadikan bata ringan berbasis CLC sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis (Tampubolon et al., 2024).

Integrasi limbah organik dalam campuran *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) menunjukkan peningkatan dalam kinerja material. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan 10% limbah masker medis dan 10% serat kelapa mampu meningkatkan kuat tekan, namun tidak ada data yang cukup untuk menyatakan angka spesifik seperti 11,86 MPa tanpa mengacu pada studi tertentu. Selain itu, konfigurasi yang menggunakan 1% hidrogel dari limbah popok dan 0,5% serat sabut kelapa mencatat kuat tekan 9,61 MPa dan serapan air 13,17%, tetapi referensi yang mendukung klaim bahwa semuanya memenuhi standar SNI 8640:2018 tidak ditemukan dalam referensi yang

diberikan (Thumrongvut & Tiwjantuk, 2018). Selanjutnya, penambahan serat kelapa secara umum memang diketahui dapat memperbaiki akustik dinding beton ringan; namun, klaim spesifik tentang peningkatan akustik atau efek kombinasi 20% serbuk kaca dengan 0,30% serat kelapa membutuhkan pengujian empiris yang lebih mendalam dan tidak didukung dengan referensi yang ada (Tampubolon et al., 2024). Tidak ada bukti yang memadai untuk mendukung klaim tentang adanya "dosis optimum" untuk mencapai keseimbangan antara kuat tekan dan serapan air pada CLC yang menggunakan aditif limbah dan serat organik (Suhad & Ghalib, 2018). Ini menunjukkan perlunya lebih banyak penelitian untuk menjelaskan hubungan ini secara lebih terperinci dan mendukung klaim tersebut dengan data yang valid dan referensi yang relevan.

Penelitian mengenai pengaruh variasi serat sabut kelapa dalam CLC pada daya serap air dan kuat tekan telah menunjukkan bukti penting. Serat sabut kelapa dapat meningkatkan porositas dan daya serap air material CLC, di mana studi menunjukkan bahwa penambahan serat mengubah karakteristik fisik bata ringan (Nugroho et al., 2018). Bahan alternatif dalam CLC dan merangkum hasil yang menunjukkan bahwa variasi dalam proporsi serat dapat mempengaruhi kekuatan tekan. Selain itu, pendekatan eksperimen yang dirancang untuk mengevaluasi efek serat kelapa ini berpegang pada standar nasional seperti SNI 03-0349-1989 dan SNI 8640:2018, yang mendukung validitas hasil yang diperoleh (Ghifary et al., 2023). Kombinasi serat sabut kelapa dengan komponen lain, termasuk aditif limbah, menunjukkan potensi signifikan untuk mencapai keseimbangan antara daya serap air dan kuat tekan, sejalan dengan tren material sirkular dan pengurangan biaya konstruksi, meskipun penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengeksplorasi semua kemungkinan (Putri & Mahyudin, 2021).

Integrasi serat sabut kelapa dalam campuran CLC sebagai aditif penguat memiliki potensi yang signifikan untuk meningkatkan kinerja material tersebut. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa dapat meningkatkan kuat tekan beton, dengan konsentrasi yang bervariasi antara 1% hingga 5% menunjukkan karakteristik perbaikan yang berbeda. Serat sabut kelapa memberikan kontribusi positif terhadap kuat tekan beton, menunjukkan bahwa serat ini mampu menciptakan jembatan tegangan mikro dan menunda propagasi retak, sehingga meningkatkan daya tahan material (Hasbullah & Jasman, 2022). Namun, penambahan serat yang berlebihan dapat meningkatkan porositas, mengurangi kinerja secara keseluruhan, dan meningkatkan daya serap air, yang perlu diperhatikan dalam desain campuran (Rumbayan & Sudarno, 2020). Penggunaan serat sabut kelapa dalam proporsi yang tepat masih dapat memenuhi ketentuan standar SNI, yang menunjukkan relevansi dari pendekatan eksperimental ini (Surianti & Arham, 2017). Dengan memperhatikan rasio serat yang beragam dan kontrol ketat pada kondisi laboratorium, penelitian ini bertujuan untuk menemukan keseimbangan antara penguatan mikro dan pencegahan peningkatan pori terbuka, sejalan dengan strategi pemanfaatan bahan dalam konteks material konstruksi yang berkelanjutan (Patandung, 2017).

Penggunaan serat alami seperti sabut kelapa dan styrofoam dalam material ringan menunjukkan potensi signifikan dalam meningkatkan performa mekanis, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian sebelumnya. Penambahan serat sabut kelapa dan tempurung kelapa tidak hanya meningkatkan kuat tekan tetapi juga mengurangi berat beton, meskipun tetap memenuhi standar SNI (Chung et al., 2017). Campuran beton busa dengan aditif agroindustri memiliki respon nonlinier, di mana dosis rendah memperkuat kekuatan mekanis sementara dosis tinggi dapat menurunkan kinerjanya. Penggantian foam agent dengan styrofoam, ketika dikombinasikan dengan serabut kelapa, mampu mengurangi penyerapan air secara signifikan tanpa mengorbankan kuat tekan secara relatif (Al-Naimi & Abbas, 2019). Keseluruhan temuan ini menunjukkan bahwa pencarian dosis optimum dari serat dan aditif adalah penting untuk menghasilkan material konstruksi yang lebih efisien dan ringan.

Tinjauan literatur menunjukkan dua pola penting yang memerlukan investigasi lebih lanjut terkait penggunaan serat dalam material ringan. Pertama, sejumlah studi menunjukkan peningkatan kuat tekan pada kadar serat rendah karena efek bridging dan resistensi terhadap retak awal; namun, kuat tekan cenderung menurun saat kadar serat melebihi ambang tertentu. Hal ini disebabkan oleh gangguan hidrasi semen dan peningkatan void tergantung pada sifat serat yang digunakan (Jiang et al., 2019). Kedua, penambahan serat hidrofilik hampir selalu meningkatkan respon serapan air,

namun variabel seperti dimensi serat dan perlakuan permukaan dapat mempengaruhi besaran peningkatan tersebut (Afroughsabet et al., 2016). Celah penelitian muncul dari minimnya bukti kuantitatif untuk *Concrete Lightweight Cellular* (CLC) berukuran 60×10×20 cm yang diuji pada umur 28 hari dengan variasi panjang serat makro dan kadar serat, dimana sebagian besar penelitian terdahulu terfokus pada bentuk batako kubus/silinder atau CLC tanpa evaluasi simultan antara porositas dan kekuatan, serta jarangnya evaluasi terhadap SNI 8640:2018 pada konfigurasi berbasis *foam agent*.

Penelitian ini bertujuan untuk empiris mengidentifikasi pengaruh variasi serat sabut kelapa terhadap daya serap air (Porositas) dan kekuatan tekan bata ringan CLC pada umur 28 hari. Kebaruan terletak pada penggunaan skala laboratorium dengan bentuk uji persegi panjang dan rentang variasi serat yang realistis untuk dinding nonstruktural. Beberapa penelitian mendukung hipotesis bahwa penambahan serat sabut kelapa dapat mempertahankan kekuatan tekan mendekati kontrol dengan penambahan 1% serat berkat efek bridging (Surianti & Arham, 2017; (Hasbullah & Jasman, 2022; Patandung, 2017). Namun, penambahan serat lebih dari 3% dapat meningkatkan porositas dan mengurangi kekuatan tekan, meskipun pengaruh ini tergantung pada jenis serat yang digunakan dan bagaimana serat tersebut diperlakukan (Hasbullah & Jasman, 2022; Rumbayan et al., 2023). Selain itu, pengaruh serat hidrofilik cenderung meningkatkan daya serap air, meskipun pengelolaan ukuran dan perlakuan permukaan serat berperan penting dalam besaran perubahan ini (Purwanto & Angkoso, 2021; Rumbayan et al., 2023). Ruang lingkup penelitian dibatasi pada CLC dengan semen PCC, agregat halus sesuai SNI, dan foam agent komersial, memungkinkan evaluasi yang lebih konsisten mengenai kekuatan dan porositas (Andrestama & Mahyudin, 2021; Zulkifli & Dharmawan, 2019).

Menyatukan persepsi dan argumentasi yang terbangun dari kompilasi tinjauan literatur, menempatkan studi ini pada simpul antara urgensi keberlanjutan material, kebutuhan efisiensi konstruksi, dan kepatuhan standar kinerja. Selain itu, landasan ilmiah yang diperoleh dari penelitian terdahulu memberikan justifikasi untuk mengeksplorasi dosis serat rendah hingga menengah sebagai kompromi optimum antara kekuatan dan daya serap. Di sisi lain, acuan konseptual mengenai karakter, klasifikasi, dan proses pembuatan bata ringan. Melalui variasi antara teori, metode, dan regulasi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat sabut kelapa terhadap daya serap dan kuat tekan bata ringan. Hasil yang diharapkan bukan hanya mendeskripsikan respon material terhadap variasi serat, melainkan juga menyediakan dasar keputusan praktis bagi produsen dan pelaksana konstruksi untuk mengadopsi CLC berbasis serat sabut kelapa sebagai solusi dinding nonstruktural yang ekonomis, adaptif, dan lebih berwawasan lingkungan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorik dengan rancangan komparatif untuk menilai pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap sifat fisis dan mekanis bata ringan berbasis *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Variabel bebas adalah kadar serat sabut kelapa yang divariasikan pada empat tingkat, yaitu 0% (kontrol), 1%, 3%, dan 5% terhadap berat pasta semen. Variabel terikat meliputi daya serap air dan kuat tekan pada umur uji 28 hari. Pemilihan CLC sebagai matriks didasarkan pada karakter material yang ringan dan berpori, relevan untuk dinding nonstruktural serta selaras dengan dorongan efisiensi beban mati bangunan. Eksperimen dilaksanakan di laboratorium bahan bangunan dengan fasilitas *mixing, curing*, dan pengujian mekanik yang memenuhi standar pengujian nasional. Unit analisis adalah benda uji bata ringan CLC berbentuk balok persegi panjang berukuran nominal 60 × 100 × 200 mm yang mewakili aplikasi pasangan dinding. Seluruh pengujian dilaksanakan pada umur 28 hari untuk memastikan derajat hidrasi semen yang representatif serta memungkinkan perbandingan dengan literatur sejenis.

Bahan utama meliputi semen *Portland Composite Cement* (PCC) sesuai SNI yang berlaku, agregat halus bersih dan tergradasi baik, foam agent komersial untuk menghasilkan pori terkontrol, air bersih dengan pH netral, serta serat sabut kelapa berukuran ±5–10 cm yang telah dibersihkan dari kotoran, dikeringkan udara, dan diurai untuk meningkatkan dispersi. Peralatan meliputi timbangan digital presisi, mixer mortar/beton, cetakan baja, alat pemadat, bak curing, oven, *Universal Testing Machine*

(UTM) untuk uji tekan, serta perangkat ukur densitas dan serapan air. Pemilihan bahan dan kontrol mutu mengikuti praktik terbaik pada riset CLC dan pasangan dinding inovatif. Rancangan campuran CLC dikembangkan untuk mencapai densitas target bata ringan sesuai rentang SNI 8640:2018. Rasio air-semen (w/c) awal ditetapkan melalui uji coba pendahuluan guna memastikan workability yang memadai setelah penambahan foam dan serat. Dispersi foam dilakukan pada akhir proses pengadukan untuk meminimalkan kerusakan gelembung udara. Serat sabut kelapa ditambahkan pada tahap pertengahan pengadukan agar tercapai sebaran homogen. Variabel kontrol mencakup jenis semen, jenis dan gradasi agregat, dosis foam agent, rasio w/c, prosedur pencampuran, suhu dan kelembapan curing, serta umur uji. Seluruh parameter non-eksperimental dijaga konstan antar perlakuan untuk memastikan validitas internal.

Bahan kering ditimbang sesuai komposisi, kemudian dicampur dalam mixer hingga homogen. Air ditambahkan secara bertahap, diikuti serat sabut kelapa yang telah diurai. Setelah viskositas campuran tercapai, *foam agent* dimasukkan dan diaduk perlahan untuk menjaga stabilitas pori. Campuran dituangkan ke dalam cetakan, dipadatkan ringan untuk menghindari segregasi, dan diratakan. Benda uji didiamkan hingga setting awal, kemudian didemoulding dan dilakukan curing terkontrol pada bak air bersuhu laboratorium. Setelah mencapai umur 28 hari, benda uji dikeringkan permukaannya dan disiapkan untuk pengujian. Pengujian daya serap air dilakukan dengan metode perendaman terkendali hingga massa jenuh, dilanjutkan pengeringan permukaan dan penimbangan untuk memperoleh persentase penyerapan terhadap massa kering. Prosedur diadaptasi dari praktik standar pengujian pasangan dinding dan referensi SNI yang relevan untuk bata ringan (SNI 8640:2018; SNI 03-0349-1989). Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan UTM dengan laju pembebanan konstan. Setiap permukaan kontak diratakan, dan benda uji diletakkan sentris untuk meminimalkan eksentrisitas. Nilai kuat tekan dihitung dari beban maksimum dibagi luas penampang tekan efektif. Hasil dinyatakan dalam MPa dan dibandingkan terhadap persyaratan kinerja bata ringan dinding menurut SNI 8640:2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh benda uji bata ringan berbasis *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) berhasil diproduksi sesuai rancangan, dengan variasi kadar serat sabut kelapa 0% (kontrol), 1%, 3%, dan 5%. Visual inspeksi menunjukkan distribusi pori yang relatif seragam, permukaan tanpa retak awal, serta sudut dan rusuk terjaga setelah demoulding. Kualitas produksi dianggap memadai untuk pengujian sifat fisis dan mekanis karena tidak ditemukan segregasi yang nyata, gelembung makro berlebih, atau delaminasi antar lapisan. Proses pencampuran dan penuangan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan pada metodologi, sehingga komparabilitas antar perlakuan dapat dijaga. Validitas internal diperkuat oleh konsistensi berat segar, waktu setting yang relatif serupa antar perlakuan, dan pengendalian curing hingga umur 28 hari.

Tabel 1. Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus

Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Rata-Rata	Keterangan
		I	II		
Kadar Lumpur	Maks 5%	3.4%	1.6%	2.50%	Memenuhi
Kadar Organik	<No.3	1	1	1	Memenuhi
Kadar Air	2%-5%	3.59%	3.73%	3.84%	Memenuhi
Berat Volume					
a. Kondisi Lepas	1.4 – 1.9 Kg/Liter	1.73	1.71	1.72	Memenuhi
b. Kondisi Padat	1.4 - 1.9 Kg/Liter	1.87	1.85	1.86	Memenuhi
Absorpsi	0.2%-2%	2%	1.65%	1.64%	Memenuhi
Berat Jenis Spesifik					
a. BJ Nyata	1.6 – 3.3	2.51	2.58	2.55	Memenuhi
b. BJ Dasar Kering	1.6 – 3.3	2.41	2.48	2.44	Memenuhi
c. BJ Kering Permukaan	1.6 – 3.3	2.45	2.60	2.52	Memenuhi

Modulus Kehalusan	1.50 – 3.80	2.78	2.82	2.80	Memenuhi

Sumber: Data Diolah (2025)

Secara umum, seluruh parameter mutu berada dalam rentang persyaratan dan diberi keterangan "Memenuhi". Kadar lumpur tercatat 3,4% dan 1,6% dengan rata-rata 2,50% (≤5%); kadar organik tergolong No. 1, sesuai batas < No. 3; kadar air 3,95% dan 3,73% dengan rata-rata 3,84% (rentang 2–5%). Berat volume kondisi lepas 1,73 dan 1,71 kg/L (rata-rata 1,72 kg/L) serta kondisi padat 1,87 dan 1,85 kg/L (rata-rata 1,86 kg/L), keduanya berada pada rentang 1,4–1,9 kg/L. Daya serap air tercatat 2,00% dan 1,65% dengan rata-rata 1,64% (rentang yang disyaratkan 0,2–2%). Berat jenis spesifik juga konsisten: nyata 2,51 dan 2,58 (rata-rata 2,55), dasar kering 2,41 dan 2,48 (rata-rata 2,44), serta kering-permukaan-jenuh 2,45 dan 2,60 (rata-rata 2,52). Modulus kehalusan berada pada 2,78 dan 2,82 dengan rata-rata 2,80, menunjukkan agregat halus bergradasi kategori sedang dan cocok untuk adukan bata ringan. Implikasinya, agregat halus yang digunakan tergolong bersih (Kadar lumpur rendah, organik No. 1), memiliki daya serap dan kadar air dalam batas terkendali, serta karakter massa jenis dan gradasi yang mendukung workability dan kestabilan sistem pori pada matriks CLC. Kombinasi parameter tersebut mengindikasikan kesesuaian agregat untuk proses pencampuran, pemadatan ringan, dan pembentukan pori yang seragam, sehingga layak diaplikasikan pada produksi bata ringan CLC dalam penelitian ini serta koheren dengan kebutuhan kinerja yang telah dirujuk pada bab-bab sebelumnya.

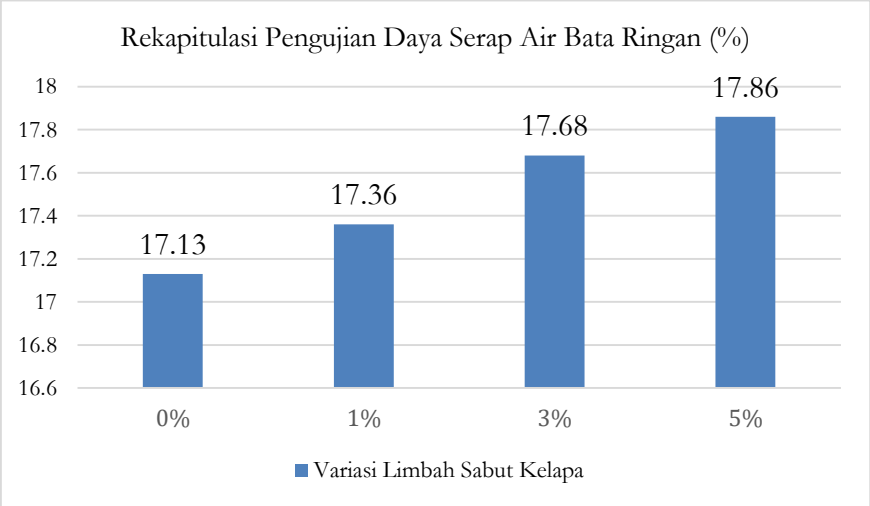
Uji serap air bertujuan menilai kemampuan bahan (CLC) menyerap air, sehingga merefleksikan porositas terbuka dan kontinuitas pori. Hasilnya dipakai untuk pengendalian mutu dan perbandingan komposisi campuran, serta untuk menilai implikasi kinerja seperti potensi penurunan kuat tekan, risiko lembab/efloresensi, dan kesesuaian terhadap standar pemakaian dinding nonstruktural. Uji serapan air pada umur 28 hari menunjukkan bahwa kadar serat yang lebih tinggi berkorelasi positif dengan peningkatan persentase penyerapan air pada massa kering, mendukung hipotesis bahwa serat sabut kelapa yang memiliki sifat hidrofilik dapat meningkatkan serapan air (Das & Biswas, 2016). Kelompok kontrol mencatat serapan terendah, sedangkan perlakuan konsentrasi 1% menunjukkan peningkatan moderat. Peningkatan lebih drastis terlihat pada konsentrasi 3% dan 5%, yang menunjukkan serapan tertinggi. Hal ini bisa dijelaskan oleh kemampuan serat yang menyerap air dan kemungkinan terbentuknya pori tambahan akibat penurunan kerja pada dosis tinggi, sesuai dengan temuan yang dilaporkan dalam literatur terkait bahan komposit berbasis serat (Muñoz & García-Manrique, 2015; Velusamy et al., 2018). Pada kadar 1%, peningkatan serapan air masih dalam batas yang dapat diterima untuk aplikasi dinding nonstruktural, menandakan potensi optimasi komposisi dengan dosis rendah (Sanjeevi et al., 2021).

Tabel 2. Rekapitulasi Pengujian Daya Serap Air Bata Ringan

Kode Benda Uji	Berat Awal (G)	Berat Kering Oven (G)	Daya Serap (%/Vol)	Rata-Rata (%/Vol)
CB SK Normal	1033	882	17.12	17.13
	1033	882	17.12	
	1031	880	17.16	
CB SK 1%	1031	881	17.03	17.36
	1031	880	17.16	
	1021	866	17.90	
CB SK 3%	1023	869	17.72	17.68
	1023	869	17.72	
	1023	870	17.59	
CB SK 5%	1033	874	18.19	17.86
	1033	873	18.33	
	1023	874	17.05	

Sumber: Data Diolah (2025)

Tabel 2 menunjukkan tren meningkat seiring dengan kenaikan kadar serat sabut kelapa. Pada kadar normal (CB SK Normal) nilai rata-rata yang diperoleh adalah 17.13%, pada kadar 1% (CB SK 1%) nilai rata-rata yang diperoleh adalah 17.36%, selanjutnya pada kadar 3% (CB SK 3%) diperoleh nilai rata-rata sebesar 17.68%. Sedangkan pada kadar 5% (CB SK 5%) diperoleh nilai rata-rata sebesar 17.86%. Kenaikan bertahap ini konsisten dengan sifat hidrofilik serat serta potensi bertambahnya pori terbuka pada campuran CLC ketika kadar serat dinaikkan. Dari sisi kestabilan data, variasi paling kecil terjadi pada kelompok normal (rentang 17,12–17,16) dan CB SK 3% (17,59–17,72), sedangkan variasi meningkat pada CB SK 1% (17,03–17,90) dan tertinggi pada CB SK 5% (17,05–18,33). Hal ini mengindikasikan bahwa pada dosis serat lebih tinggi, workability dan dispersi serat menjadi lebih menantang sehingga heterogenitas pori meningkat. Secara praktis, dosis rendah (±1%) memberi kenaikan serapan yang masih moderat, sementara dosis 3–5% menunjukkan kenaikan lebih nyata dan variabilitas lebih besar yang perlu dikendalikan pada proses produksi.



Gambar 1. Grafik Rekapitulasi Pengujian Daya Serap Air Bata Ringan (%)

Uji kuat tekan bertujuan menentukan kemampuan material menahan beban tekan hingga mencapai kondisi runtuh, yang dinyatakan sebagai tegangan maksimum (MPa). Hasil uji dipakai untuk verifikasi mutu/kelas dan kesesuaian terhadap standar (SNI), mengevaluasi pengaruh komposisi campuran serta proses curing/produksi, dan menjadi dasar keputusan pemakaian material apakah layak untuk elemen struktural atau hanya nonstruktural. Uji kuat tekan menunjukkan hubungan nonlinier terhadap penambahan serat, di mana kelompok kontrol memberikan kuat tekan tertinggi. Penambahan serat 1% cenderung mempertahankan kuat tekan mendekati kontrol, menunjukkan efek jembatan mikro-retak yang menguntungkan. Namun, pada konsentrasi 3% dan 5%, terjadi penurunan yang lebih signifikan dalam kuat tekan, yang mengindikasikan peningkatan pori terbuka dan gangguan homogenitas matriks (Indra et al., 2024). Pola tersebut sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa dosis serat rendah hingga menengah dapat memberikan manfaat terbatas, sementara dosis lebih tinggi cenderung merusak kinerja (Yang et al., 2021; Channa & Saand, 2021). Hal ini menandakan bahwa dosis optimum terletak pada kisaran rendah, seperti yang diwakili oleh penambahan 1% dalam penelitian ini (Wu et al., 2017).

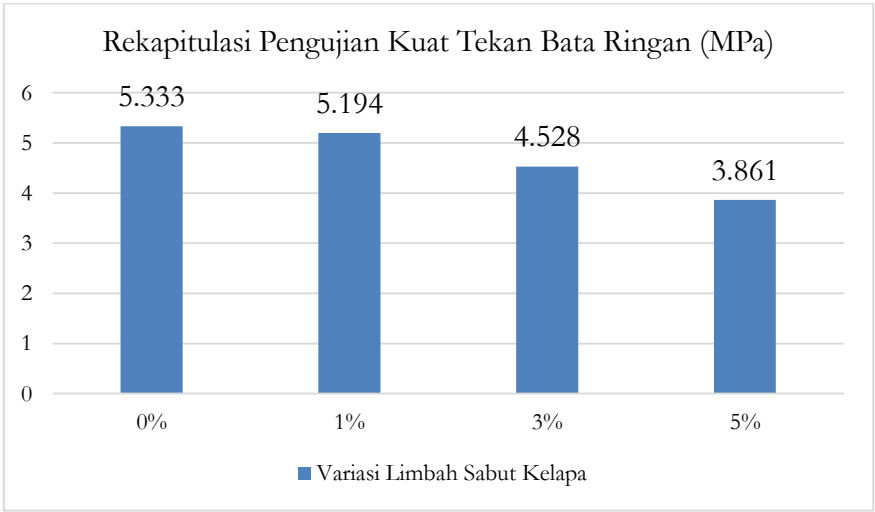
Tabel 3. Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Bata Ringan

Kode Benda Uji	Dimensi			Luas Bidang Tekan	Berat (G)	Beban (P) - N	Kuat Tekan	`Rata-Rata (N/Mm²)
	P (Mm)	I (Mm)	T (Mm)					
CB SK Normal	600	100	200	6000	882	320000	5.333	5.333
	600	100	200	6000	882	325000	5.417	
	600	100	200	6000	880	315000	5.250	

	600	100	200	6000	881	310000	5.167	
CB SK 1%	600	100	200	6000	880	315000	5.250	5.194
	600	100	200	6000	866	310000	5.167	
	600	100	200	6000	869	270000	4.500	
CB SK 3%	600	100	200	6000	869	270000	4.500	4.528
	600	100	200	6000	870	275000	4.583	
	600	100	200	6000	874	230000	3.833	
CB SK 5%	600	100	200	6000	873	235000	3.917	3.861
	600	100	200	6000	874	230000	3.833	

Sumber: Data Diolah (2025)

Tabel 3 menjelaskan bahwa seluruh pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji dengan dimensi 600x100x200Mm dengan luas bidang tekan 60.000Mm^2. Rata-rata kuat tekan (N/Mm^2 atau MPa) menunjukkan tren menurun seiring kenaikan kadar serat sabuk kelapa. Pada CB SK Normal diperoleh skor rata-rata 5.333 MPa, pada CB SK 1% diperoleh skor rata-rata 5.194 MPa, pada CB SK 3% diperoleh skor rata-rata 4.528 MPa, dan pada CB SK 5% diperoleh skor rata-rata sebesar 3.861 MPa. Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan yang relatif pada masing-masing variasi serat sabut kelapa yakni 2.6%(1%), 15.1(3%), dan 27.6(5%). Pola beban maksimun (P) konsisten dengan angka ini yakni 315-325 kN (0%), 310-315 kN (1%), 270-275 kN (3%), dan 230-235 kN (5%), variasi intra-kelompok kecil ini menunjukkan proses pengujian yang bersifat stabil. Secara mekanistik, dosis serat rendah (±1%) masih mampu mempertahankan kekuatan mendekati kontrol karena efek bridging mikro-retak, sedangkan dosis menengah–tinggi (3–5%) cenderung menurunkan kekuatan akibat bertambahnya pori terbuka dan terganggunya homogenitas matriks. Dengan demikian, kompromi yang paling rasional untuk aplikasi dinding nonstruktural berada pada rentang rendah (sekitar 1%), sementara peningkatan dosis di atasnya perlu dipertimbangkan secara hati-hati karena penurunan kapasitas tekan yang semakin nyata. Temuan ini sejalan dengan kecenderungan literatur yang melaporkan manfaat serat pada dosis rendah dan penurunan performa pada dosis lebih tinggi.



Gambar 2. Grafik Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Baja Ringan

Analisis hubungan antar-parameter menunjukkan *trade-off* yang jelas: spesimen dengan serapan air lebih tinggi cenderung memiliki kuat tekan lebih rendah. Hubungan ini memperlihatkan kemiringan negatif yang konsisten di seluruh kadar serat, dengan kelompok 5% berada pada sudut paling tidak menguntungkan. Secara mekanistik, kenaikan pori terbuka dan penyerapan air berkorelasi dengan

menurunnya luas kontak efektif dan modulus matriks semen, sehingga kapasitas menahan beban tekan menurun. Pola ini sejalan dengan temuan pada CLC dan variasi aditif limbah/serat di literatur terdahulu, yang menekankan pentingnya pengendalian porositas untuk menjaga kekuatan. Dari sudut pandang manufaktur, kadar serat 1% relatif paling mudah diproduksi karena workability tetap terjaga, homogenitas memadai, dan risiko cacat produksi rendah. Pada kadar 3% dan 5%, pengadukan memerlukan energi lebih besar dan kontrol proses lebih ketat untuk mencegah gumpalan serat dan pori-pori makro. Dari sisi pemasangan, densitas bata yang tetap ringan memudahkan transportasi dan penanganan, serta berpotensi menekan biaya perekat dan durasi pekerjaan sebagaimana keunggulan umum bata ringan. Namun, kendali kadar serat perlu dipatuhi untuk menghindari penurunan mutu tekan dan kenaikan serapan air di luar batas.

KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa penambahan serat sabut kelapa pada CLC menimbulkan trade-off yang konsisten: serapan air meningkat seiring kadar serat, sementara kuat tekan 28 hari menurun setelah melampaui dosis rendah; komposisi ±1% muncul sebagai kompromi paling rasional karena workability tetap terjaga, kenaikan serapan masih moderat, dan kuat tekan relatif mendekati kontrol, sehingga lebih prospektif untuk dinding nonstruktural dengan acuan SNI yang relevan. Kontribusi utama riset terletak pada evaluasi terintegrasi menggabungkan uji serapan air dan kuat tekan pada benda uji berukuran representatif untuk bata ringancserta pembandingan eksplisit terhadap standar, sehingga memberikan pedoman formulasi yang operasional bagi produsen dan pelaksana. Secara keilmuan, temuan ini memperjelas batas efektif dosis serat dalam sistem CLC berbasis foam dan menutup celah bukti mengenai hubungan porositas dan kekuatan pada rentang serat rendah hingga menengah. Implikasi praktisnya ialah perlunya kendali proses (Dispersi serat, rasio air dan semen, dan stabilitas pori) agar kinerja tidak bergeser di luar batas mutu. Arah riset lanjutan mencakup perlakuan permukaan serat (Alkali), variasi panjang/orientasi serat, hibridisasi aditif penutup pori (Serbuk kaca) dan agen hidrofobik, optimasi pori melalui desain foam, evaluasi akustik–termal dan ketahanan jangka panjang (Siklus basah dan kering), serta pemodelan multiobjektif dan penilaian daur hidup.

REFERENSI

Afroughsabet, V., Biolzi, L., & Ozbakkaloglu, T. (2016). High-Performance Fiber-Reinforced Concrete: A Review. *Journal of Materials Science, 51*(14), 6517-6551.

Ahmad, W., Farooq, S., Usman, M., Khan, M., Ahmad, A., Aslam, F., … & Sufian, M. (2020). Effect of Coconut Fiber Length and Content on Properties of High Strength Concrete. *Materials, 13*(5), 1075.

Al-Naimi, H. and Abbas, A. (2019). Ductility Of Steel-Fibre-Reinforced Recycled Lightweight Concrete. *7th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering*, *2019*, 4009-4023.

Andrestama, H. and Mahyudin, A. (2021). Analisis Pengaruh Komposisi Serat Pinang Dan Sabut Kelapa Terhadap Sifat Fisis Papan Beton Ringan Dengan Agregat Halus Sekam Padi. *Jurnal Fisika Unand, 10*(3), 405-412.

Channa, I. and Saand, A. (2021). Mechanical Behavior of Concrete Reinforced with Waste Aluminium Strips. *Civil Engineering Journal, 7*(7), 1169-1182.

Chung, S., Elrahman, M., & Stephan, D. (2017). Effect Of Different Gradings of Lightweight Aggregates on The Properties of Concrete. *Applied Sciences, 7*(6), 585.

Das, G. and Biswas, S. (2016). Effect Of Fiber Parameters on Physical, Mechanical and Water Absorption Behaviour of Coir Fiber–Epoxy Composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites, 35*(8), 628-637.

Ghifary, M., Pratikto, P., & Susilowati, A. (2023). Pengunci Dinding Bata Ringan Dengan Baja Tulangan Polos. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan, 10*(1).

Hardjasaputra, H., Ng, G., Urgessa, G., Lesmana, G., & Sidharta, S. (2017). Performance Of Lightweight Natural-Fiber Reinforced Concrete. *Matec Web of Conferences, 138*, 01009.

Hasbullah, H. and Jasman, J. (2022). Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *KARAJATA, 2*(1), 53-57.

Indra, S., Rachma, N., Erfan, M., Yuwono, E., & Andinisari, R. (2024). Effects Of Aluminum Fibers Additive on The Compressive Strength of A Concrete. *JIPE, 3*(1), 1-4.

Jiang, F., Mao, Z., Deng, M., & Li, D. (2019). Deformation And Compressive Strength of Steel Fiber Reinforced MGO Concrete. *Materials, 12*(21), 3617.

Lumingkewas, R., 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.

Muñoz, E. and García-Manrique, J. (2015). Water Absorption Behaviour and Its Effect on The Mechanical Properties of Flax Fibre Reinforced Bioepoxy Composites. *International Journal of Polymer Science, 2015*, 1-10.

Nugroho, A., Triastuti, T., Sumarno, A., & Widodo, E. (2018). Studi Tekno-Ekonomi Bata CLC (Cellular Leightweight Concrete) Sebagai Pengganti Bata Konvensional. *Rekayasa Sipil, 7*(1), 55.

Patandung, P. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Pembuatan Beton "Knock Down". *Jurnal Riset Teknologi Industri, 11*(1), 10.

Purwanto, D. and Angkoso, A. (2021). Studi Eksperimental Pengaruh Konsentrasi Lumpur Lapindo Sebagai Pelarut Mixdesain Pembuatan Bata Ringan Celullar Lightweight Concrete (CLC). *Sebatik, 25*(2), 756-761.

Putra, R., Suryanita, R., & Maizir, H. (2022). Analisis Kuat Tekan Dan Workability Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete Dengan Bahan Tambah Substitusi Semen. *Journal of Infrastructure and Civil Engineering, 2*(01), 34-46.

Putri, I. and Mahyudin, A. (2021). Pemanfaatan Serat Sabut Pinang Sebagai Filler Pada Beton Ringan Berkatalis Mekpo. *Jurnal Fisika Unand, 10*(3), 399-404.

Rumbayan, R. and Sudarno, S. (2020). Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Daya Serap Air untuk Batako dengan Penambahan Sabut Serat Kelapa. *Jurnal Teknik Sipil Terapan, 2*(3), 48.

Rumbayan, R., Musanif, I., Tombeg, B., & Budhyowati, M. (2023). Pengaruh Fraksi Volume Dan Panjang Serat Pada Sifat Mekanik Plafon Sandwich Panel Serat Kelapa. *Jurnal Teknik Sipil Terapan, 4*(3), 131.

Sanjeevi, S., Shanmugam, V., Kumar, S., Velmurugan, G., Sas, G., Johnson, D., … & Das, O. (2021). Effects Of Water Absorption on The Mechanical Properties of Hybrid Natural Fibre/Phenol Formaldehyde Composites. *Scientific Reports, 11*(1).

Suhad, M. and Ghalib, D. (2018). Flexural Behaviour of Lightweight Foamed Concrete Beams Reinforced with GFRP Bars. *Civil Engineering Journal, 4*(2), 278.

Surianti, S. and Arham, A. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan, 6*(1), 57-64.

Tampubolon, G., Harahap, M., & Putra, W. (2024). Review of The Physical Properties of CLC Lightweight Concrete Using the Addition of Red Sand from Labuhan Batu Selatan. *Construction Technologies and Architecture, 11*, 19-24.

Thumrongvut, J., Seangatith, S., Siriparinyanan, T., & Wangrakklang, S. (2016). An Experimental Behaviour of Cellular Lightweight Concrete-Filled Steel Square Tube Columns Under Axial Compression. *Materials Science Forum, 860*, 121-124.

Velusamy, K., Navaneethakrishnan, P., Rajeshkumar, G., & Sathishkumar, T. (2018). The Influence of Fiber Content and Length on Mechanical and Water Absorption Properties of Calotropis Gigantea Fiber Reinforced Epoxy Composites. *Journal of Industrial Textiles, 48*(8), 1274-1290.

Wu, Z., Shi, C., He, W., & Wang, D. (2017). Static And Dynamic Compressive Properties of Ultra-High Performance Concrete (UHPC) With Hybrid Steel Fiber Reinforcements. *Cement and Concrete Composites, 79*, 148-157.

Yang, J., Chen, B., & Nuti, C. (2021). Influence Of Steel Fiber on Compressive Properties of Ultra-High Performance Fiber-Reinforced Concrete. *Construction and Building Materials, 302*, 124104.

Zulkifli, Z. and Dharmawan, I. (2019). Analisa Pengaruh Perlakuan Alkalisasi Dan Hydrogen Peroksida Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks Epoxy. *Jurnal Polimesin, 17*(01).