

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT DURIAN DAN SERBUK KACA TERHADAP KEKUATAN TEKAN BETON RINGAN

Jonathan Claudio Sitorus¹, *Yudi Setio Prabowo²

^{1,2}Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya, Kota Serang, Banten, Indonesia

*) Email: yudibabeh27@gmail.com

Received: 25 Agustus 2025 ; Revised: 3 Oktober 2025 ; Accepted: 6 Oktober 2025

ABSTRACT

Lightweight concrete is widely used in modern construction due to its low weight, but its main weakness lies in its low compressive strength. Innovation is needed to improve its mechanical properties while utilizing environmentally friendly waste. This study aims to analyze the effect of adding durian skin fiber (as a substitute for coarse aggregate) and glass shards (as a substitute for fine aggregate) on the compressive strength and workability of lightweight concrete. The method used was a laboratory experiment by creating 15x15x15 cm cube specimens. The mix variations consisted of normal concrete (control) and two modified concrete variations: Variation 1 (2% durian skin and 4% glass shards substitution) and Variation 2 (3% durian skin and 5% glass shards substitution). The results showed that the slump value of the modified concrete decreased to 9 cm from 10 cm in normal concrete, indicating reduced workability. The compressive strength test results at 7 days of age proved that normal concrete achieved an average compressive strength of 5.40 MPa. Meanwhile, the compressive strengths of Variation 1 and Variation 2 were only 3.00 MPa and 3.20 MPa, respectively. It is concluded that the addition of durian skin fiber and glass shards causes a decrease in the workability and compressive strength of lightweight concrete, although Variation 2 with a higher substitution composition showed a slightly better compressive strength value.

Keywords: Lightweight concrete, Durian skin, Glass shards, Compressive strength, Workability.

ABSTRAK

Beton ringan banyak digunakan dalam konstruksi karena beratnya yang ringan, namun kelemahan utamanya terletak pada kuat tekan yang rendah. Inovasi diperlukan untuk meningkatkan sifat mekaniknya sekaligus memanfaatkan limbah ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serat kulit durian (sebagai pengganti agregat kasar) dan pecahan kaca (sebagai pengganti agregat halus) terhadap kuat tekan dan workability beton ringan. Metode yang digunakan adalah eksperimental laboratorium dengan membuat benda uji kubus 15x15x15 cm. Variasi campuran terdiri dari beton normal (kontrol), serta dua variasi beton modifikasi: Variasi 1 (substitusi 2% kulit durian dan 4% pecahan kaca) dan Variasi 2 (substitusi 3% kulit durian dan 5% pecahan kaca). Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai slump beton modifikasi turun menjadi 9 cm dari 10 cm pada beton normal, mengindikasikan penurunan workability. Hasil uji kuat tekan pada umur 7 hari membuktikan bahwa beton normal mencapai kuat tekan rata-rata 5,40 MPa. Sementara itu, kuat tekan pada Variasi 1 dan Variasi 2 masing-masing hanya sebesar 3,00 MPa dan 3,20 MPa. Disimpulkan bahwa penambahan serat kulit durian dan pecahan kaca menyebabkan penurunan pada workability dan kuat tekan beton ringan, meskipun Variasi 2 dengan komposisi substitusi lebih tinggi menunjukkan nilai kuat tekan yang sedikit lebih baik.

Kata kunci: Beton ringan, Kulit durian, Pecahan kaca, Kuat tekan, Workability.

1. PENDAHULUAN

Beton ringan banyak digunakan dalam konstruksi modern berkat bobotnya yang ringan, yang berdampak pada pengurangan beban mati pada struktur [1] [2]. Namun, kelemahan utamanya terletak pada kekuatan tarik dan lentur yang rendah. Oleh karena itu, inovasi material diperlukan untuk meningkatkan sifat mekanik beton ringan sekaligus memanfaatkan limbah ramah lingkungan untuk mendukung prinsip konstruksi berkelanjutan. Dalam penelitian ini, kulit durian yang merupakan limbah organik berpotensi digunakan sebagai serat penguat untuk menahan mikrokretak awal, sedangkan pecahan kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus diharapkan dapat meningkatkan kepadatan dan kekuatan beton.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengeksplorasi material sejenis dengan hasil yang beragam. Penelitian oleh Fuad dkk. [3] dan Zulkarnain dkk. [4], menunjukkan bahwa penambahan serat kulit durian sebesar 0,5-2% dapat meningkatkan kekuatan tekan beton ringan hingga approximately 2,54%. Temuan serupa diungkapkan oleh Hulu [5] serta Nosi dkk. [6] bahwa substitusi abu kulit durian sebesar 0,5% sebagai pengganti agregat halus meningkatkan kuat tekan sebesar 1,8%. Namun, penambahan di atas 0,5% justru menurunkan kuat tekan secara signifikan hingga 26,09%, menunjukkan bahwa proporsi campuran merupakan faktor kritis.

Di sisi lain, penggunaan limbah kaca juga memberikan hasil yang variatif. [7], [8] menemukan bahwa pecahan kaca yang dihaluskan sebagai pengganti agregat halus sebesar 10-30% pada beton K-225 mencapai 75-80% dari kuat tekan rencana, dengan rekomendasi agar substitusi tidak melebihi 30%. Sebaliknya, penelitian [9], [10]

menunjukkan bahwa substitusi pecahan kaca untuk agregat kasar justru menurunkan kuat tekan pada proporsi 15-50%, di mana hanya penambahan 5% yang menunjukkan peningkatan.

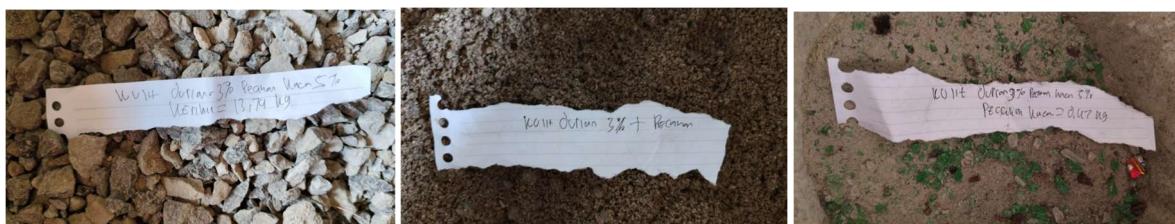
Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, teridentifikasi celah penelitian (*research gap*), yaitu belum ada studi yang menganalisis kombinasi serat kulit durian dan pecahan kaca dalam satu campuran beton ringan. Efek sinergis dari kedua material limbah ini terhadap sifat mekanis, khususnya kekuatan tarik dan lentur, masih belum tercapai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Menganalisis pengaruh penambahan serat kulit durian dan pecahan kaca secara individu dan kombinasi terhadap kekuatan tarik dan lentur beton ringan, dan (2) Menentukan kombinasi campuran yang paling optimal untuk menghasilkan beton ringan yang kuat dan ramah lingkungan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium untuk menganalisis pengaruh penambahan serat kulit durian dan pecahan kaca sebagai bahan substitusi parsial terhadap kuat tekan beton ringan.

Tempat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Serang Raya. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan benda uji harus memenuhi standar yang berlaku. Komponen bahan penyusun beton adalah semen Portland Tiga Roda, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air PDAM, serat kulit durian, dan pecahan kaca. Serat kulit durian diperoleh dari limbah kulit durian yang dikumpulkan dari pedagang di Kota Serang. Kulit durian tersebut dikupas untuk memisahkan bagian seratnya, lalu dicuci hingga bersih dari kotoran dan lendir. Serat kulit durian diperoleh dari limbah kulit durian yang dikumpulkan dari pedagang di Kota Serang. Kulit durian dikupas untuk memisahkan bagian seratnya, lalu dicuci hingga bersih dari kotoran dan lendir.



Gambar 1. Bahan Material

Serat kemudian dipotong secara manual menjadi ukuran seragam sekitar 2–3 cm, dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3–5 hari hingga kadar air stabil ($\pm 5-8\%$), dan disimpan dalam wadah kedap udara hingga digunakan. Bentuk akhir serat berupa serpihan tipis berukuran pendek, bukan serat lembaran utuh atau serat kontinu. Untuk memastikan konsistensi dimensi, serat yang telah dipotong disaring menggunakan ayakan ukuran 4,75 mm (saringan No. 4); hanya serat yang lolos saringan 4,75 mm namun tertahan di atas saringan 2,36 mm (No. 8) yang digunakan dalam campuran beton. Dokumentasi visual serat kulit durian—mulai dari bahan mentah hingga bentuk akhir yang digunakan—disajikan dalam Lampiran [X].

Pecahan kaca diperoleh dari limbah botol minuman bekas. Botol kaca dicuci, dikeringkan, lalu dihancurkan secara manual menjadi pecahan kasar. Selanjutnya, material tersebut dihaluskan menggunakan mesin abrasi Los Angeles selama 10–15 menit hingga mencapai gradasi agregat halus. Hasil penghancuran kemudian diayak sesuai standar agregat halus beton: lolos saringan 4,75 mm (No. 4) dan sebagian besar tertahan di atas saringan 0,15 mm (No. 100), mengikuti rentang gradasi agregat halus menurut SNI 7394:2008. Setelah pengayakan, pecahan kaca dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air sisa. Foto material pecahan kaca sebelum dan setelah pengolahan disertakan dalam Lampiran [X].

Variabel dan Benda Uji

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase substitusi serat kulit durian untuk agregat kasar dan pecahan kaca untuk agregat halus. Benda uji yang digunakan adalah kubus beton berukuran 15 cm \times 15 cm \times 15 cm dengan mutu rencana K-175, yang setara dengan kuat tekan karakteristik sebesar 17,5 MPa pada umur 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari untuk mengevaluasi perkembangan kekuatan beton selama masa perawatan. Nilai kuat tekan yang dilaporkan dalam penelitian ini menggunakan satuan MPa, sesuai dengan standar pengujian kuat tekan beton di laboratorium. Komposisi variasi campuran yang diuji disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Variasi Campuran Benda Uji

Variasi Campuran	Pengganti Agregat Kasar (Serat Kulit Durian)	Pengganti Agregat Halus (Pecahan Kaca)
Variasi 1	2% dari volume	4% dari volume
Variasi 2	3% dari volume	5% dari volume

Sumber: *Perencanaan Penelitian, 2025*

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan dan pengujian beton meliputi timbangan digital, mixer beton, cetakan kubus, gelas ukur, sendok semen, ember, oven, dan mesin uji tekan (*compression machine*).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dari preparasi material, pencampuran, pencetakan, perawatan (curing), hingga pengujian kuat tekan. Proporsi campuran beton didasarkan pada perhitungan untuk mencapai mutu K-175. Serat kulit durian dan pecahan kaca ditambahkan sebagai pengganti sebagian agregat sesuai dengan variasi yang telah ditetapkan. Setelah dicampur merata, adukan beton dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan. Benda uji kemudian direawat dalam air selama umur tertentu sebelum dilakukan pengujian kuat tekan sesuai dengan standar yang berlaku.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proporsi Campuran dan Nilai Slump

Proporsi campuran untuk setiap variasi penelitian dirancang untuk volume 1 m³ beton. Komposisi untuk beton normal (kontrol) disajikan pada Tabel 2, sedangkan komposisi untuk beton dengan bahan tambah disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2. Proporsi Campuran Beton Normal (Kulit Durian 0%, Pecahan Kaca 0%) per 1 m³

Material	Jenis	Berat (Kg/M ³)
Air	—	190
Semen	—	325
Agregat halus	Pasir	780
	Pecahan kaca	0
Agregat kasar	Batu pecah	1020
	Serat kulit durian	0
Total		2315

Sumber: Perhitungan berdasarkan SNI 7394:2008 untuk beton K-175 (17,5 MPa).

Tabel 3. Proporsi Campuran dengan Serat Kulit Durian 2% dan Pecahan Kaca 4% per 1 m³

Material	Jenis	Berat (Kg/M ³)	Keterangan
Air	—	190	
Semen	—	325	
Agregat halus	Pasir	749	-4% dari 780
	Pecahan kaca	31	+4% dari 780
Agregat kasar	Batu pecah	999	-2% dari 1020
	Serat kulit durian	20.5	+2% dari total agregat kasar
Total		2304.5	≈2300 kg/m ³

Catatan:

- Persentase penggantian dihitung terhadap berat agregat awal.
- Total berat tetap mendekati 2300–2400 kg/m³ (khas beton normal).

Tabel 4. Proporsi Campuran dengan Serat Kulit Durian 3% dan Pecahan Kaca 5% per 1 m³

Material	Jenis	Berat (Kg/M ³)	Keterangan
Air	—	190	
Semen	—	325	
Agregat halus	Pasir	741	-5% dari 780
	Pecahan kaca	39	+5% dari 780
Agregat kasar	Batu pecah	989	-3% dari 1020
	Serat kulit durian	30.6	+3% dari total agregat kasar
Total		2314.6	≈2315 kg/m ³

Hasil uji workability yang dilakukan dengan slump test terhadap tiga variasi campuran beton menunjukkan nilai seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Slump Test

No	Variasi	Tinggi Slump (cm)
1	Kulit durian 0%	10
2	Kulit durian 2% dan Pecahan kaca 4%	9
3	Kulit durian 3% dan Pecahan kaca 5%	9

Sumber: Hasil Penelitian, 2025



Gambar 2. Hasil Uji Slump

Berdasarkan Tabel 5, nilai slump tertinggi diperoleh pada beton normal (kontrol) tanpa substitusi, yaitu 10 cm. Penambahan serat kulit durian dan pecahan kaca menyebabkan penurunan nilai slump menjadi 9 cm. Hal ini mengindikasikan bahwa bahan tambah tersebut mengurangi workability atau kemudahan penggerahan adukan beton, yang diduga karena serat kulit durian menyerap lebih banyak air dan bentuk pecahan kaca yang angular mengurangi kemudahan aliran adukan.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3 hari dan 7 hari. Hasil pengujian untuk umur 3 hari disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari (Benda uji: kubus 15×15×15 cm)

No	Variasi Campuran	Berat Benda Uji (Kg)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	0% (normal)	7.7	7.2	4.5
2	2% serat + 4% kaca	7.4	7.6	2.7
3	3% serat + 5% kaca	7.2	7.4	2.7

Pada umur 3 hari, beton normal mencapai kuat tekan rata-rata 4,85 MPa, sedangkan variasi dengan serat kulit durian dan pecahan kaca menurun menjadi 2,80 MPa (2%/4%) dan 2,70 MPa (3%/5%).

Hasil pengujian kuat tekan pada umur 7 hari disajikan pada Tabel 7.

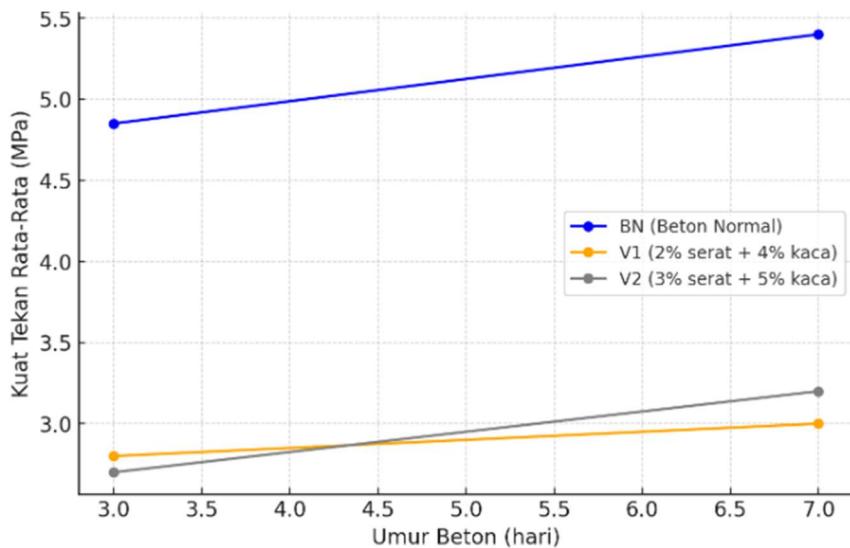
Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari (Benda uji: kubus 15×15×15 cm)

No	Variasi Campuran	Berat Benda Uji (Kg)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	0% (normal)	7.3	7.4	5.2
2	2% serat + 4% kaca	7.3	7.6	3.0
3	3% serat + 5% kaca	7.3	7.6	3.1

Pada umur 7 hari, semua variasi mengalami peningkatan kuat tekan dibanding umur 3 hari. Beton normal mencapai 5,40 MPa, sedangkan variasi 2%/4% dan 3%/5% meningkat masing-masing menjadi 3,00 MPa dan 3,20 MPa (meskipun masih di bawah beton normal).

Analisis Grafik Kuat Tekan

Hubungan antara variasi campuran dan kuat tekan rata-rata pada umur 3 dan 7 hari divisualisasikan dalam Grafik 1.



Sumber: Hasil Penelitian, 2025

Gambar 3. Perkembangan Kuat Tekan Rata-Rata Beton pada Umur 3 dan 7 Hari

Berdasarkan Tabel 6, Tabel 7, dan Gambar 1, dapat dianalisis bahwa penambahan serat kulit durian dan pecahan kaca menyebabkan penurunan kuat tekan beton jika dibandingkan dengan beton normal pada kedua umur pengujian. Penurunan workability yang terlihat dari nilai slump yang lebih rendah berkorelasi dengan penurunan kuat tekan ini. Hal ini diduga karena adanya rongga udara (voids) pada antarmuka antara serat kulit durian dengan pasta semen serta bentuk pecahan kaca yang halus dan licin mengurangi ikatan dengan pasta semen. Namun, adanya tren peningkatan kuat tekan dari variasi 2%/4% ke 3%/5% pada umur 7 hari memerlukan investigasi lebih lanjut, misalnya dengan pengujian pada umur 28 hari untuk melihat perkembangan kekuatannya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi parsial agregat dengan serat kulit durian dan pecahan kaca pada beton ringan berdampak pada penurunan workability dan kuat tekan dibandingkan beton normal. Nilai slump menurun dari 10 cm (kontrol) menjadi 9 cm pada semua variasi, mengindikasikan kurangnya kemudahan penggerakan adukan. Pada umur 3 dan 7 hari, kuat tekan beton dengan bahan tambah signifikan lebih rendah daripada beton kontrol. Namun, variasi dengan kadar substitusi lebih tinggi (3% serat + 5% kaca) menunjukkan sedikit peningkatan kuat tekan dibanding variasi 2% + 4%, meski tetap jauh di bawah target mutu K-175 (17,5 MPa pada umur 28 hari). Dengan demikian, dalam kondisi penelitian ini, penambahan serat kulit durian dan pecahan kaca belum mampu meningkatkan kinerja mekanis beton ringan. Optimasi proporsi, perlakuan permukaan bahan, atau pengujian pada umur 28 hari diperlukan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah ini secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ma'sum, M. A. (2024). *Analisis Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan dengan Substitusi Limbah Bata Ringan dan Styrofoam* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- [2] Adinata, R. C. P. (2024). *Pengaruh Penggunaan Baja Ringan Hollow Berisi Mortar Sebagai Pengganti Baja Tulangan Terhadap Kuat Lentur Balok* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [3] I. S. Fuad, B. Johan, dan M. Saputra, "Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah pada Mutu Beton K-175," *J. DESIMINASI Teknol.*, vol. 2, no. 1, 2014, doi: 10.5233/destek.v2i1.183.
- [4] F. Z, M. Irwansyah, dan P. Handayani, "Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dalam Pembuatan Beton K-300 | JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION." Diakses: 25 Agustus 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt/article/view/6843>
- [5] O. Halawa dan W. Hulu, "Pengaruh Penambahan Abu Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas F'C 20 Mpa," *J. Dunia Pendidik.*, vol. 4, no. 3, hlm. 1716–1730, Apr 2024, doi: 10.55081/jurdip.v4i3.2163.
- [6] E. Tunti Nosi, S. Zuraidah, dan B. Hastono, "Pemanfaatan Limbah Pecahan Botol Kaca Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton." Diakses: 25 Agustus 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unitomo.ac.id/index.php/concrete/article/view/8839/4270>

- [7] Andriansyah, C. A. Saputra, dan Hidayati, “ANALISIS CAMPURAN LIMBAH BOTOL KACA SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS KUAT TEKAN BETON MUTU K-225,” *STATIKA J. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 1, hlm. 9–13, Nov 2023, doi: 10.53494/jts.v9i1.304.
- [8] F. Arsasuta dan N. Rochmah, “Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton Alir,” *J. Tek. Sipil Dan Teknol. Konstr.*, vol. 10, no. 1, hlm. 12–23, Apr 2024, doi: 10.35308/jts-utu.v10i1.9475.
- [9] R. S. Utami Laku, M. Zaini, dan A. Hidayat Wajyu, “Pengaruh Penambahan Waste Glass sebagai Agregat Kasar terhadap Kuat Tekan Beton,” *ResearchGate*, Agu 2025, doi: 10.21831/inersia.v17i2.41223.
- [10] S. Hani, R. Rini, dan N. Gea, “Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian dengan Mutu Beton $F_c' = 20$ Mpa Terhadap Kuat Tekan Beton.” Diakses: 25 Agustus 2025. [Daring]. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/publication/368644208_Pengaruh_Penambahan_Serat_Kulit_Durian_dengan_Mutu_Beton_Fc'_20_Mpa_Terhadap_Kuat_Tekan_Beton