Jurnal Teknik
Vol. 04 No .02 Oktober 2024
Page : xx-xx

S I L I T E K
ISSN 2808-5825 (Online)

ANALISIS PENGARUH SUBTITUSI ABU KULIT KAKAO TERHADAP KUAT TEKAN DAN DURABILITAS BETON SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI SEMEN

Imam Fadly[1]*, Andi Sulfanita[2], Kasman[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, imamfdly@gmail.com

ABSTRAK

Abu kulit kakao merupakan limbah hasil samping dari proses pengolahan biji kakao yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi semen dalam campuran beton. Kandungan kimia pada abu kulit kakao, seperti silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), menjadikannya material pozzolan yang dapat berkontribusi dalam reaksi hidrasi semen, sehingga berpengaruh terhadap kuat tekan dan durabilitas beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi abu kulit kakao terhadap kuat tekan dan durabilitas beton sebagai alternatif pengganti sebagian semen dengan menggunakan metode penelitian eksperimental di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi abu kulit kakao berpengaruh terhadap kuat tekan dan durabilitas beton, tergantung pada persentase yang digunakan. Penambahan abu kulit kakao sebesar 5% dan 10% mampu meningkatkan kuat tekan beton menjadi 26,42 MPa dan 25,86 MPa dibandingkan beton normal sebesar 25,10 MPa, dengan hasil optimum pada 5%. Namun, pada penambahan 15%, kuat tekan menurun menjadi 24,16 MPa. Dari segi durabilitas, substitusi abu kulit kakao hingga 10% efektif menurunkan daya serap air beton, dengan nilai terendah sebesar 5,15% pada umur 28 hari dibandingkan beton normal 5,53%. Persentase optimum substitusi abu kulit kakao untuk meningkatkan kuat tekan dan durabilitas beton berada pada kisaran 5%–10%.

Kata kunci : abu kulit kakao, substitusi semen, kuat tekan, durabilitas

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor dengan konsumsi sumber daya alam dan energi yang sangat besar, terutama pada produksi semen sebagai bahan pengikat utama dalam beton. Proses pembuatan semen menghasilkan emisi gas rumah kaca yang signifikan, khususnya karbon dioksida (CO_2), sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi penggunaan semen melalui pemanfaatan bahan alternatif yang bersifat ramah lingkungan, tersedia melimpah, dan memiliki potensi pozzolanik [1].

Abu kulit kakao merupakan limbah hasil pembakaran kulit buah kakao yang selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal. Indonesia, sebagai salah satu produsen kakao terbesar di dunia, menghasilkan limbah kulit kakao dalam jumlah besar setiap tahunnya. Kandungan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) pada abu kulit kakao

berpotensi berperan sebagai material pozzolan, yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$) hasil hidrasi semen membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C–S–H) yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan beton [2].

Selain itu, pemanfaatan abu kulit kakao sebagai substitusi sebagian semen tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan terhadap semen, tetapi juga membantu mengurangi dampak lingkungan akibat pembuangan limbah organik. Penelitian terkait bahan pozzolan alami dan limbah pertanian pada beton telah menunjukkan potensi peningkatan sifat mekanik dan ketahanan beton terhadap lingkungan agresif. Namun, kajian khusus mengenai abu kulit kakao terhadap kuat tekan dan durabilitas beton masih terbatas [3].

Penelitian terdahulu mengenai abu kulit kakao menunjukkan bahwa penambahannya dapat meningkatkan densitas dan kuat tekan paving block serta menurunkan daya serap air, dengan komposisi optimum sebesar 20% sesuai SNI 03-0691-1996. Abu kulit kakao berperan sebagai filler yang mengisi pori-pori, sehingga meningkatkan kekuatan dan ketahanan, sedangkan abu bambu juga terbukti memperbaiki sifat mekanik. Temuan ini mengindikasikan bahwa limbah pertanian memiliki potensi sebagai material konstruksi ramah lingkungan [4].

Pada penelitian lain, variasi 10% (5% AKK + 5% SCT) pada bata ringan mampu meningkatkan kuat tekan sebesar 11,04% dibandingkan bata ringan konvensional sekaligus mengurangi penggunaan pasir silika. Kedua jenis abu berperan sebagai pozolan alami yang memperbaiki proses hidrasi semen, namun penambahan lebih dari 10% justru menurunkan kuat tekan akibat meningkatnya porositas. Komposisi optimum 10% dinilai aman dan potensial sebagai bahan pengganti pasir silika dalam produksi bata ringan CLC [2].

Sementara itu, penelitian penggunaan abu kulit kakao sebagai pengganti pasir pada paving block menunjukkan kuat tekan optimum pada campuran 25% sebesar 3,530 N/mm² (41,52%), dengan peningkatan kuat tekan pada setiap variasi. Meskipun demikian, nilai kuat tekan dan daya serap air yang dihasilkan masih berada di luar spesifikasi SNI 03-0691-1996 (3–10%)[5] .

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh substitusi abu kulit kakao sebagai alternatif pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan durabilitas beton, sehingga dapat menjadi salah satu strategi pengembangan material konstruksi yang berkelanjutan

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah bahan konstruksi yang paling umum digunakan dalam pembangunan struktur modern karena memiliki banyak keunggulan, seperti kuat tekan yang tinggi, kemudahan perawatan, dan bahan penyusun yang mudah didapat [6]. Beton diperoleh dengan mencampurkan semen portland, air, agregat halus dan kasar, serta bahan tambahan (*admixture*) tertentu untuk meningkatkan sifat beton agar lebih baik dan ekonomis tanpa menghilangkan karakteristik utamanya [7]

2.2 Agregat

Agregat merupakan butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam adukan beton. Agregat mengisi sebagian besar volume beton, yaitu sekitar 50% hingga 80%, sehingga sifat dan mutu beton sangat dipengaruhi oleh karakteristik agregat yang digunakan [8]. Berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Dalam teknologi beton, agregat yang memiliki butiran lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, sedangkan yang memiliki butiran lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus [9]. Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton, dan menempati sekitar 70% dari volume total beton. Oleh karena itu, sifat-sifat agregat sangat memengaruhi karakteristik beton yang dihasilkan [10].

Agregat alam berasal dari bahan baku alami atau hasil penghancuran alami. Jenis batuan yang baik untuk digunakan sebagai agregat harus memiliki sifat keras, kompak, tahan lama (kekal), dan tidak pipih. Agregat alam terdiri atas Kerikil dan pasir alam, yaitu agregat yang terbentuk secara alami melalui proses pelapukan atau penghancuran batuan induk dan agregat batu pecah, yaitu agregat yang diperoleh dari batuan alam yang dihancurkan secara mekanis menjadi ukuran tertentu [11].

2.3 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah indikator utama kinerja beton yang mengukur kemampuan beton menahan gaya tekan per satuan luas. Kuat tekan yang diisyaratkan ditetapkan dalam perencanaan struktur menggunakan silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dinyatakan dalam mega pascal (MPa). Pengujian ini penting untuk menilai kekuatan beton berdasarkan mutu dan rancangan campurannya. Kekuatan beton dipengaruhi oleh komposisi bahan, langkah perancangan, perawatan, dan kondisi saat pengujian, menjadikannya parameter penting untuk menentukan mutu dan kualitas beton [12]. Perhitungan kuat tekan beton untuk benda uji berbentuk silinder ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut [13]

$$Fc = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan,

F'c = kuat tekan beton (N/mm²)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang menerima beban.

2.4 Daya Serap Air

Durabilitas beton sangat dipengaruhi oleh tingkat porositasnya. Beton dengan porositas tinggi memiliki banyak rongga terbuka yang memudahkan air, udara, dan bahan kimia agresif seperti *klorida* dan sulfat masuk ke dalam struktur beton. Kondisi ini dapat mempercepat proses kerusakan beton, seperti karbonasi, korosi tulangan, pengelupasan (spalling), dan penurunan kekuatan struktural secara signifikan. Sebaliknya, beton dengan porositas rendah memiliki rongga yang lebih sedikit dan lebih kecil, sehingga mampu menghambat penetrasi air

dan zat-zat berbahaya, yang pada akhirnya meningkatkan ketahanan beton terhadap lingkungan agresif dan memperpanjang umur layan beton .

Oleh karena itu, salah satu indikator utama untuk menilai durabilitas beton adalah melalui pengujian daya serap air (*water absorption test*). Nilai daya serap air berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori dalam beton. Semakin kecil nilai daya serap air yang dihasilkan, maka menunjukkan bahwa beton memiliki porositas yang rendah, struktur yang lebih rapat, serta kemampuan menahan penetrasi air dan bahan kimia berbahaya menjadi lebih baik .

Persentase penyerapan air = $\frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$

(1)

dengan,

W_b = berat *paving block* setelah direndam (kg),

W_k = berat *paving block* sebelum direndam (kg).

3 METODOLOGI

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui beberapa pengujian kemudian mendapatkan hasil kesimpulan dalam bentuk angkah, data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium. penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan membandingkan 3 (tiga) variasi yaitu abu kulit kakao 0%, 5%, 10% dan 15%. Metode eksperimental digunakan untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan menggunakan alat Mesin uji tekan Universitas Muhammadiyah Parepare.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pembuatan benda uji, pemeliharaan, dan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan yaitu dimulai pada tanggal 15 April 2025 sampai dengan 16 Juni 2025.

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian analisis perbandingan kuat tekan beton menggunakan abu kulit kakao sebagai substitusi semen, beberapa alat yang mungkin digunakan di laboratorium struktur teknik sipil antara lain saringan, oven, gelas ukur, timbangan, cetakan beton, Concrete mixer/mesin pencampur, kerucut abrams, alat compression machine. Bahan yang digunakan adalah agregat kasar, agregat halus, abu kulit kakao, semen *portland* dan air.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Data primer meliputi dua jenis, yaitu karakteristik bahan dan karakteristik beton. Karakteristik bahan mencakup pengujian agregat halus dan kasar, seperti gradasi butiran, berat jenis dan penyerapan air, berat volume, kandungan lumpur, kadar air, dan kandungan zat organik, serta keausan agregat menggunakan mesin Los Angeles. Sementara itu, karakteristik beton diperoleh dari pengujian kuat tekan pada benda uji berbentuk silinder.

Data sekunder diperoleh secara tidak langsung dari buku, laporan, peraturan, dan dokumen yang relevan, baik dari instansi terkait maupun kajian literatur, untuk memberikan gambaran umum tentang daerah studi..

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan agregat. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi pengujian agregat kasar batu pecah
(Hasil olah laboratorium, 2025)

Karakteristik Agregat	Interval	Hasil
Kadar lumpur	Maks 1%	0,91%
Keausan/Abrasi	Maks 50%	21,5%
Kadar air	0,5% - 2%	1,39%
Berat volume		
a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,62
b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,78
Absorpsi	Maks 4 %	1,06%
Berat jenis spesifik		
a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,85
b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,76
c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,79
Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	7,11

Pada Tabel 1, menunjukkan bahwa agregat kasar batu pecah memenuhi semua spesifikasi yang disyaratkan untuk digunakan sebagai material campuran beton. Dengan karakteristik tersebut, agregat kasar dapat digunakan dengan optimal dalam pembuatan beton yang berkualitas.

Tabel 2. Rekapitulasi pengujian agregat halus
(Hasil olah laboratorium, 2025)

Karakteristik Agregat	Interval	Hasil
Kadar lumpur	Maks 5%	0,91%
Kadar organik	< No. 3	21,5%
Kadar air	2% - 5%	1,39%
Berat volume		
a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,62
b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,78
Absorpsi	0,2% - 2%	1,06%
Berat jenis spesifik		
a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,85
b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,76

Karakteristik Agregat	Interval	Hasil
c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,79
Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	7,11

Pada Tabel 2, menunjukkan bahwa agregat halus memenuhi semua spesifikasi yang disyaratkan untuk digunakan sebagai material campuran beton. Dengan karakteristik tersebut, agregat halus dapat digunakan dengan optimal dalam pembuatan beton yang berkualitas.

Tabel 3. Pengujian berat jenis abu kulit kakao substitusi semen
(Hasil olah laboratorium, 2025)

Karakteristik Agregat	Interval	Hasil
Berat jenis abu kulit kakao	3,0 – 3,2	3,16

Pada Tabel 3, menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dari pengujian kberat jenis abu kulit kakao diatas didapatkan hasil 3,16%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi SNI 1969:2008 yaitu dalam interval 3,0 – 3,2 yang menunjukkan bahwa material abu kulit kakao tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

4.2. Mix Design Kebutuhan Bahan Material

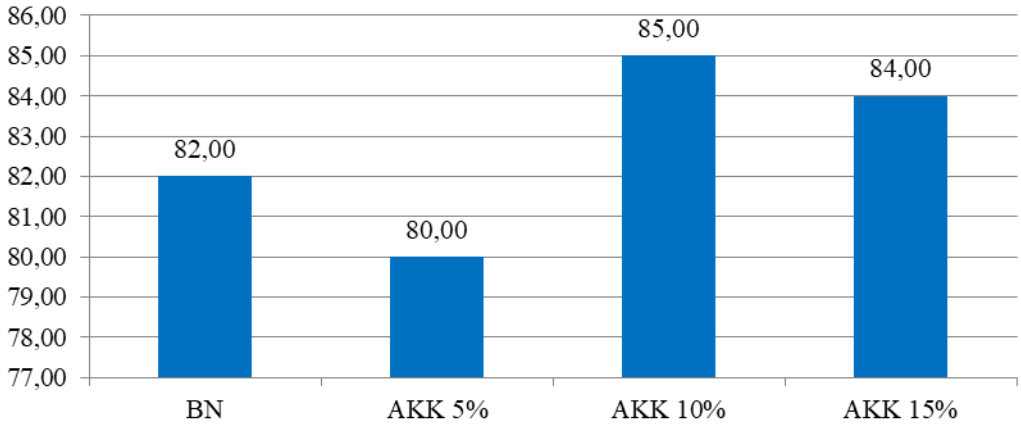
Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan agregat. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. *Mix design* kebutuhan bahan material untuk 1 silinder
(Hasil olah laboratorium, 2025)

Variasi Campuran (%)	Semen (Kg)	Abu Kulit Kakao (Kg)	Kerikil (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)
0%	2,57	-	6,60	3,93	1,24
5%	2,44	0,13	6,60	3,93	1,24
10%	2,31	0,26	6,60	3,93	1,24
15%	2,57	0,39	6,60	3,93	1,24

4.3. Nilai *Slump Test*

Berbeda dengan nilai slump yang digunakan untuk menilai konsistensi beton dan *workability* pada kondisi tertentu, hasil pemeriksaan *slump test* digunakan untuk melihat perubahan kadar air campuran beton.



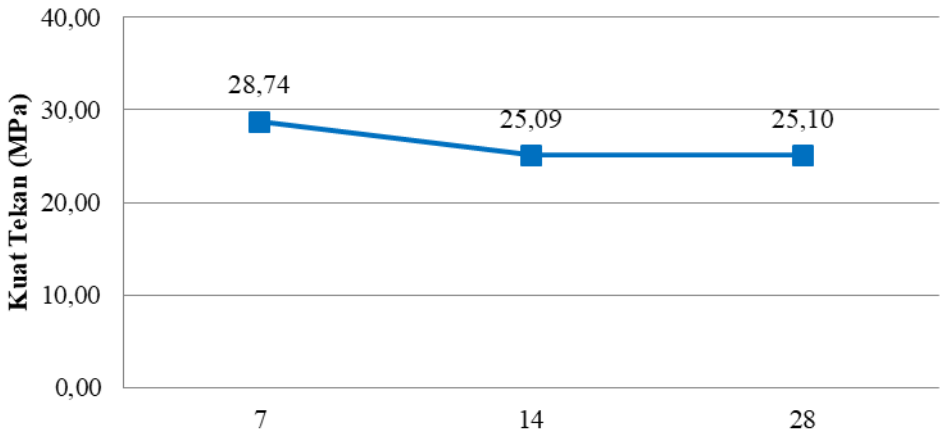
Gambar 1. Perbandingan nilai slump pada setiap variasi (Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa penambahan abu kulit kakao hingga 15% menunjukkan pengaruh yang relatif kecil terhadap workability beton. Pada penambahan 5%, nilai slump sedikit menurun menjadi 8,0 cm dibandingkan beton normal 8,2 cm, namun meningkat menjadi 8,5 cm pada penambahan 10%. Pada kadar 15%, nilai slump sedikit turun menjadi 8,4 cm. Hal ini menunjukkan bahwa abu kulit kakao dapat mempertahankan bahkan sedikit meningkatkan workability beton..

4.4. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan terhadap benda uji Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan sebanyak 3 sampel silinder ukuran 150 x 300 mm yang terdiri dari 4 variasi campuran yaitu beton normal, abu kulit kakao 5%, abu kulit kakao 10% dan abu kulit kakao 15%.

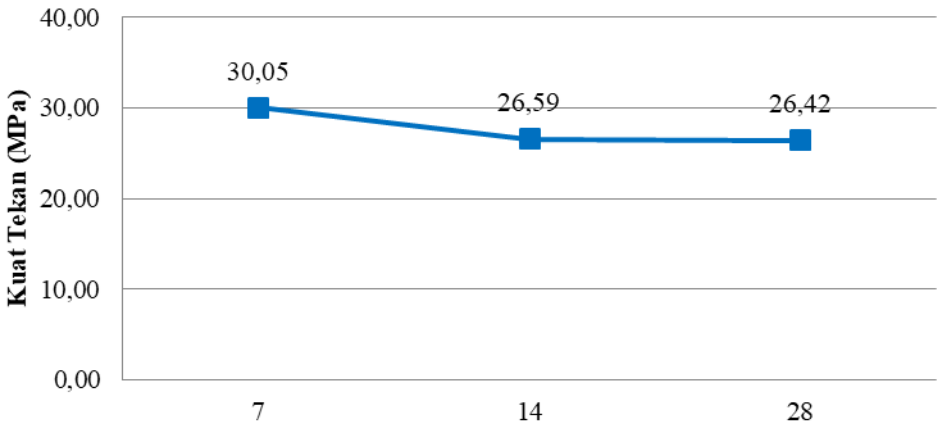
Adapun hasil dari pengujian kuat tekan yang terdiri dari beton normal dan 3 variasi campuran limbah cangkang kerang adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil pengujian kuat tekan beton normal (Hasil olah laboratorium, 2025).

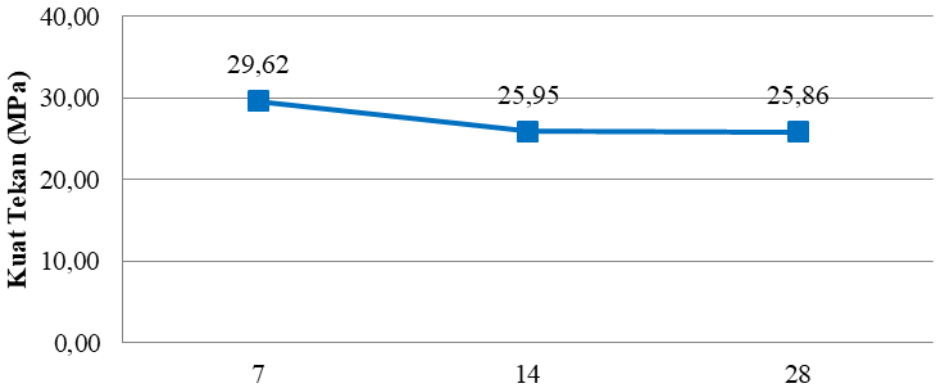
Pada grafik di atas dapat dijelaskan bahwa kuat tekan beton normal mengalami fluktuasi dari umur 7 hari hingga 28 hari. Pada umur 7 hari, kuat tekan beton normal mencapai 28,74 MPa. Namun, pada umur 14 hari terjadi penurunan kuat tekan sebesar 3,65 MPa menjadi 25,09 MPa. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke 28 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan yang sangat kecil sebesar 0,01 MPa, sehingga pada umur 28 hari mencapai 25,10 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa beton normal mengalami penurunan kuat tekan dari umur 7 hari ke 14 hari, dan relatif stabil hingga umur 28 hari

.



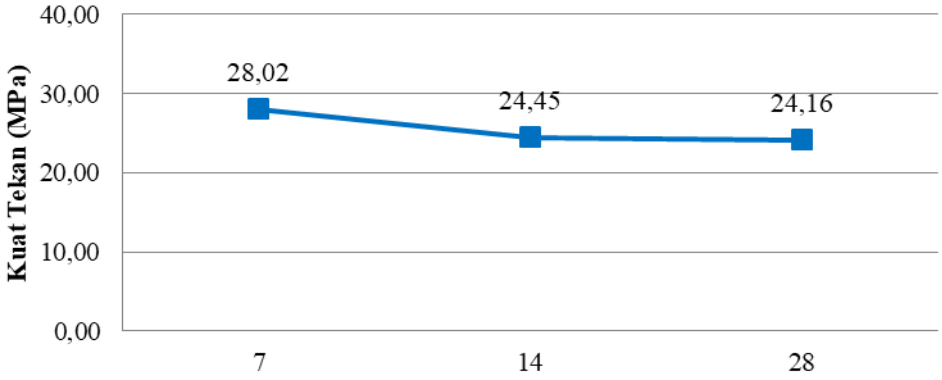
Gambar 3. Hasil pengujian kuat tekan beton variasi abu kulit kakao 5% (Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas dapat dijelaskan bahwa kuat tekan beton dengan variasi abu kulit kakao 5% mengalami penurunan dan peningkatan dari umur 7 hari hingga 28 hari. Pada umur 7 hari, kuat tekan mencapai 30,05 MPa. Kemudian, pada umur 14 hari mengalami penurunan sebesar 3,46 MPa menjadi 26,59 MPa. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke 28 hari terjadi penurunan kembali sebesar 0,17 MPa, sehingga pada umur 28 hari kuat tekan mencapai 26,42 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu kulit kakao 5% cenderung meningkatkan kuat tekan awal, namun mengalami penurunan secara bertahap seiring bertambahnya umur beton



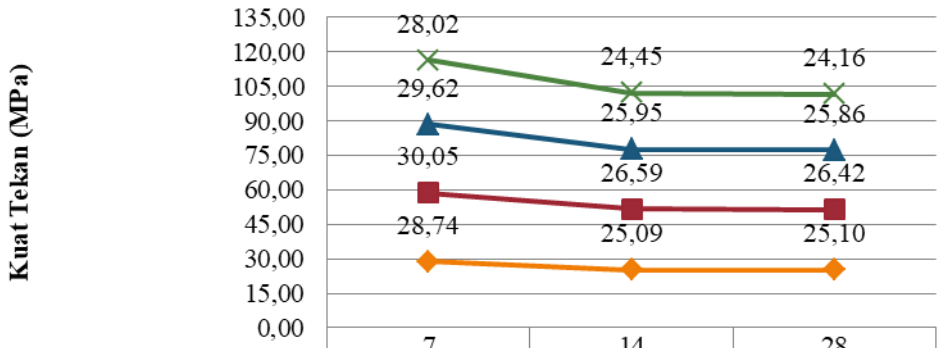
Gambar 4. Hasil pengujian kuat tekan beton variasi abu kulit kakao 10%
(Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas dapat dijelaskan bahwa kuat tekan beton dengan variasi abu kulit kakao 10% mengalami penurunan dari umur 7 hari hingga 28 hari. Pada umur 7 hari, kuat tekan mencapai 29,62 MPa. Kemudian, pada umur 14 hari mengalami penurunan sebesar 3,67 MPa menjadi 25,95 MPa. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke 28 hari terjadi penurunan kembali sebesar 0,09 MPa sehingga pada umur 28 hari kuat tekan mencapai 25,86 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu kulit kakao 10% meningkatkan kuat tekan awal, namun mengalami penurunan yang berangsur kecil seiring bertambahnya umur beton



Gambar 5. Hasil pengujian kuat tekan beton variasi abu kulit kakao 15%
(Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas dapat dijelaskan bahwa kuat tekan beton dengan variasi abu kulit kakao 15% mengalami penurunan dari umur 7 hari hingga 28 hari. Pada umur 7 hari, kuat tekan mencapai 28,02 MPa. Kemudian, pada umur 14 hari mengalami penurunan sebesar 3,57 MPa menjadi 24,45 MPa. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke 28 hari terjadi penurunan kembali sebesar 0,29 MPa sehingga pada umur 28 hari kuat tekan mencapai 24,16 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu kulit kakao 15% cenderung menurunkan kuat tekan beton secara bertahap seiring bertambahnya umur beton



	7	14	28
Abu Kulit Kakao 15%	28,02	24,45	24,16
Abu Kulit Kakao 10%	29,62	25,95	25,86
Abu Kulit Kakao 5%	30,05	26,59	26,42
Beton Normal	28,74	25,09	25,10

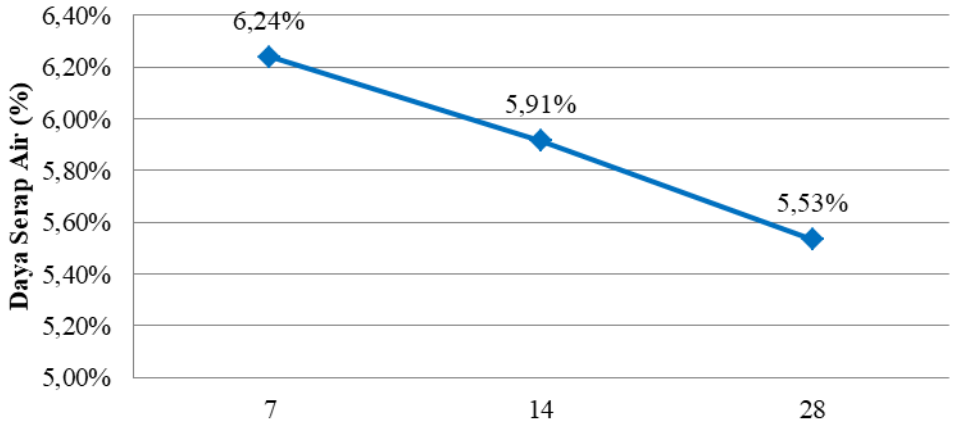
Gambar 6. Gabungan hasil pengujian persentase variasi terhadap kuat tekan beton
(Hasil olah laboratorium, 2025).

Grafik diatas menunjukkan menunjukkan bahwa beton umur 28 hari mengalami peningkatan dan penurunan kuat tekan dari beton normal ke beton variasi abu kulit kakao. Kuat tekan beton normal ke variasi abu kulit kakao 5% mengalami peningkatan sebesar 1,32 MPa, kemudian dari variasi abu kulit kakao 5% ke variasi 10% terjadi penurunan sebesar 0,56 MPa, dan dari variasi abu kulit kakao 10% ke variasi 15% kembali mengalami penurunan sebesar 1,70 MPa.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada campuran abu kulit kakao 5%, yaitu sebesar 26,42 MPa pada umur 28 hari. Namun, ketika kadar abu kulit kakao ditingkatkan menjadi 10% dan 15%, kuat tekan menurun menjadi 25,86 MPa dan 24,16 MPa. Meskipun demikian, semua variasi campuran tetap mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke 28 hari

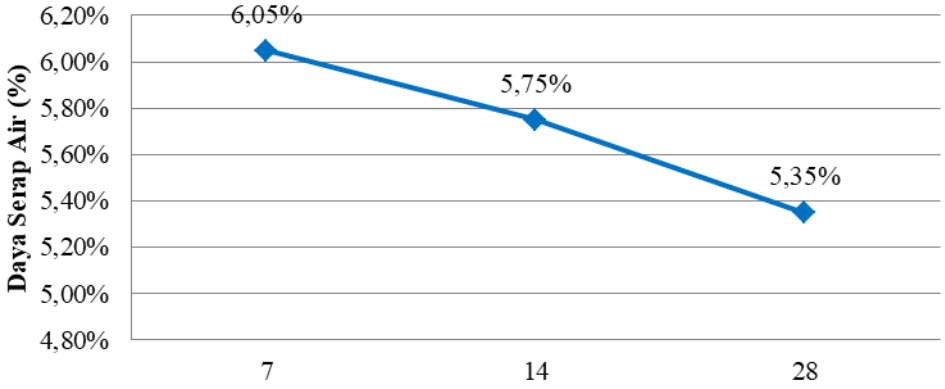
4.5. Durabilitas Beton

Salah satu indikator untuk menilai durabilitas beton adalah melalui uji daya serap air (water absorption), di mana semakin kecil nilai daya serap, maka semakin rendah porositasnya dan semakin baik durabilitasnya. Berdasarkan hasil penelitian, penyerapan pada beton silinder umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada pengujian variasi abu kulit kakao 0%, abu kulit kakao 5%, abu kulit kakao 10% dan abu kulit kakao 15% yaitu sebagai berikut:



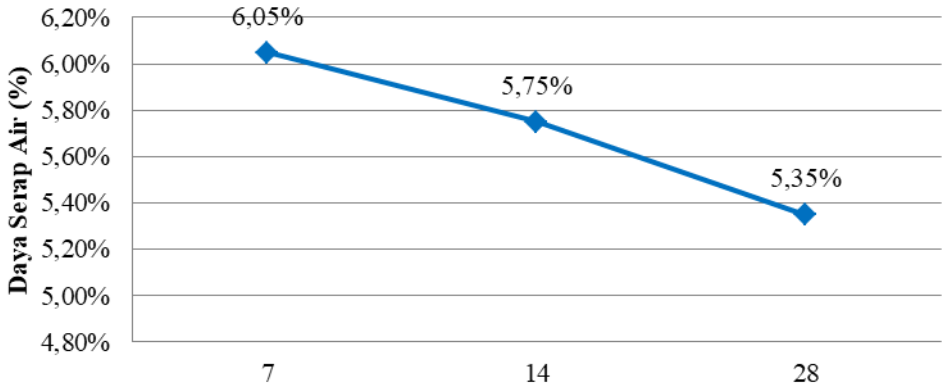
Gambar 7. Hasil penyerapan air beton normal (Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas menunjukkan beton normal mengalami penurunan daya serap air seiring bertambahnya umur perawatan. Pada umur 7 hari, beton normal memiliki daya serap air sebesar 6,24%. Kemudian pada umur 14 hari, daya serap air menurun menjadi 5,91%, mengalami penurunan sebesar 0,33%. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke umur 28 hari, daya serap air kembali menurun menjadi 5,53%, dengan penurunan sebesar 0,38%.



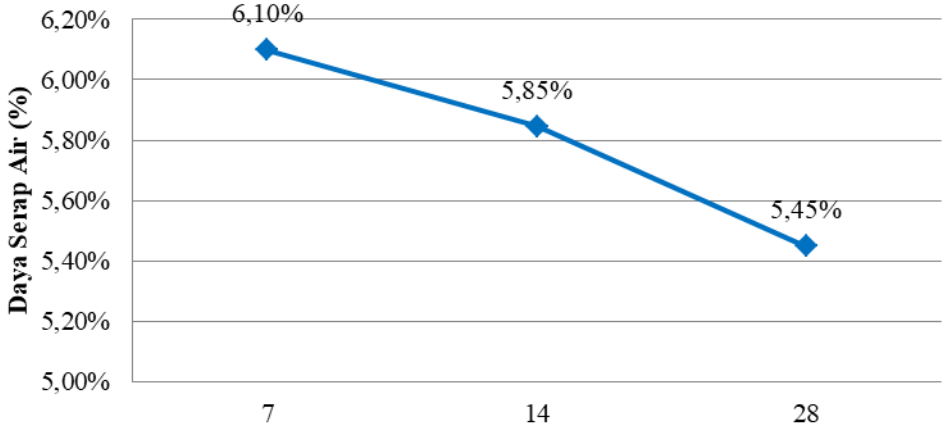
Gambar 8. Hasil penyerapan air beton variasi abu kulit kakao 5% (Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas menunjukkan beton dengan variasi abu kulit kakao 5% mengalami penurunan daya serap air seiring bertambahnya umur perawatan. Pada umur 7 hari, beton dengan abu kulit kakao 5% memiliki daya serap air sebesar 6,05%. Kemudian pada umur 14 hari, daya serap air menurun menjadi 5,75%, mengalami penurunan sebesar 0,30%. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke umur 28 hari, daya serap air kembali menurun menjadi 5,35%, dengan penurunan sebesar 0,40%.



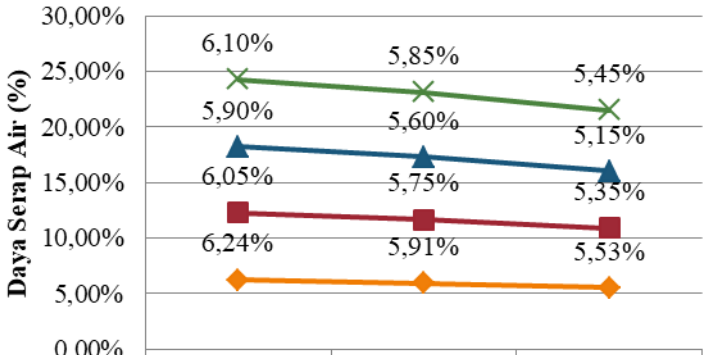
Gambar 9. Hasil penyerapan air beton variasi abu kulit kakao 10% (Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas menunjukkan beton dengan variasi abu kulit kakao 10% mengalami penurunan daya serap air seiring bertambahnya umur perawatan. Pada umur 7 hari, beton dengan abu kulit kakao 10% memiliki daya serap air sebesar 5,90%. Kemudian pada umur 14 hari, daya serap air menurun menjadi 5,60%, mengalami penurunan sebesar 0,30%. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke umur 28 hari, daya serap air kembali menurun menjadi 5,15%, dengan penurunan sebesar 0,45%.



Gambar 10. Hasil penyerapan air beton variasi abu kulit kakao 15% (Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas menunjukkan beton dengan variasi abu kulit kakao 15% mengalami penurunan daya serap air seiring bertambahnya umur perawatan. Pada umur 7 hari, beton dengan abu kulit kakao 15% memiliki daya serap air sebesar 6,10%. Kemudian pada umur 14 hari, daya serap air menurun menjadi 5,85%, mengalami penurunan sebesar 0,25%. Selanjutnya, dari umur 14 hari ke umur 28 hari, daya serap air kembali menurun menjadi 5,45%, dengan penurunan sebesar 0,40%.



	7	14	28
Abu kulit kakao 15%	6,10%	5,85%	5,45%
Abu kulit kakao 10%	5,90%	5,60%	5,15%
Abu kulit kakao 5%	6,05%	5,75%	5,35%
Beton Normal	6,24%	5,91%	5,53%

Gambar 11. Rekapitulasi gabungan daya serap air beton (Hasil olah laboratorium, 2025).

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa beton normal mengalami penurunan daya serap air seiring bertambahnya umur perawatan dari 7 hari, 14 hari, hingga 28 hari, yaitu dari 6,24% menjadi 5,91% dan 5,53%. Variasi beton dengan penambahan abu kulit kakao sebesar 5% juga menunjukkan tren penurunan daya serap air dari 6,05% (7 hari), 5,75% (14 hari), hingga 5,35% (28 hari).

Pada variasi abu kulit kakao 10%, penurunan daya serap air terjadi dari 5,90% pada umur 7 hari menjadi 5,60% pada 14 hari dan 5,15% pada 28 hari, yang merupakan nilai terendah di antara semua variasi. Sedangkan pada campuran abu kulit kakao 15%, nilai daya serap air cenderung lebih tinggi dibandingkan variasi 5% dan 10%, yaitu 6,10% (7 hari), 5,85% (14 hari), dan 5,45% (28 hari), meskipun tetap lebih rendah dibandingkan beton normal.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan abu kulit kakao hingga 10% efektif menurunkan daya serap air beton, namun penambahan yang berlebih (15%) menyebabkan peningkatan kembali nilai daya serap air meskipun masih lebih baik dari beton normal

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perbandingan, substitusi abu kulit kakao berpengaruh terhadap kuat tekan beton, tergantung persentase yang digunakan. Pada kadar 5% dan 10%, kuat tekan meningkat menjadi 26,42 MPa dan 25,86 MPa dibandingkan beton normal 25,10 MPa, dengan peningkatan tertinggi pada 5%. Namun, penambahan 15% menurunkan kuat tekan menjadi 24,16 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa abu kulit kakao dapat meningkatkan kuat tekan beton pada kadar optimum (5%–10%), sedangkan penggunaan berlebih menurunkan kekuatan akibat peningkatan porositas dan gangguan ikatan antar partikel. Substitusi abu kulit kakao pada beton hingga 10% efektif meningkatkan durabilitas beton dengan menurunkan daya serap air. Pada variasi 10%, daya serap air mencapai nilai terendah sebesar 5,15% pada umur 28 hari dibandingkan beton normal yang mencapai 5,53%. Namun, penambahan abu kulit kakao sebesar 15% cenderung meningkatkan kembali daya serap air, meskipun masih lebih rendah dari beton normal. Dengan demikian, persentase optimum substitusi abu kulit kakao terhadap durabilitas beton adalah 10%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. A. D. Cahya, H. R. Destania, and M. Fauzi, "Pengaruh Penambahan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Pada Kuat Tekan Batako," *J. Tekno Glob.*, vol. 11, no. 2, pp. 62–66, 2022, doi: 10.36982/jtg.v11i2.3050.

[2] M. Muliadi, A. Suria, and E. N. Lydia, "Pemanfaatan Tanah Lempung Dan Abu Kulit Kakao Sebagai Bahan Baku Pengganti Pasir Pada Pembuatan Paving Block," *J. Media Tek. Sipil Samudra*, pp. 32–36, 2020.

[3] Ataya Nabila Panjaitan, R. S. Ramadhani, and Ernie Shinta Y Sitanggang, "Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton," *J. Ilm. Tek. Sipil Agreg.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2021, doi: 10.51510/agregat.v1i1.84.

[4] L. M. Situmorang, *Pengaruh Abu Kulit Kakao (Theobroma cacao) dan Abu Bambu (Bambuseae) Terhadap Karakteristik Paving Block*. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2021.

[5] J. Hadipramana, D. Nila Sari, R. Ari Putra, and F. Veny Riza, "Studi Terhadap Potensi Campuran Abu Kulit Kakao dan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Pengganti Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Bata Ringan," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 4, no. 1, pp. 46–58, 2023, doi: 10.53695/jm.v4i1.889.

[6] K. Tjokrodimuljo, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2007.

[7] SNI 03-2847-2019, *Persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2019.

[8] A. Sulfanita, I. Fadly, M. Syahril, and A. S. N. Ruslan, "Studi Eksperimen Pengujian Kuat Tekan Beton Pasca Bakar terhadap Beton Normal," *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 23, no. 2, pp. 1199–1205, 2023.

[9] A. K. Tangnga, S. Sariman, and F. Lebang, "Analisis Penggunaan Agregat Buntu Barana' Sebagai Agregat Kasar dengan Penambahan Zat Tambah Betonmix Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton," *J. Penelit. Tek. Sipil Konsolidasi*, vol. 1, no. 3, pp. 209–215, 2023, doi: 10.56326/jptsk.v1i3.1776.

[10] A. Alrizki, R. Aprillia, and W. Mukhtar, "Analisis Karakteristik Agregat Kasar Sebagai Material Campuran Beton Di Pt . Batu Prima Persada," *J. Untan*, vol. 11 (3), pp. 1–7, 2024.

[11] R. M. Mujur, J. Jasman, and H. Hamsyah, "Perbandingan Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Kasar Pecah Manual Dengan Agregat Kasar Pecah Pada Mesin," *J. Karajata Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–21, 2024, doi: 10.31850/karajata.v4i1.3116.

[12] A. W. Abzarih, "Pengaruh Perbandingan Agregat Kasar Batu Pecah (Split) Dan Agregat Kasar Batu Alami Desa Ngapaea Kabupaten Buton Utara," *J. Media Inov. Tek. Sipil UNIDAYAN*, vol. 8, no. 2, pp. 125–135, 2019.

[13] S. N. Indonesia, *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974-2011*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2011.