Jurnal Impresi Indonesia (JII)
p-ISSN: 2828-1284 e-ISSN: 2810-062x
Vol. 5. No. 6. 2026

Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Firqah Najiyah, Arief Firmanto
Universitas Swadaya Gunung Jati, Indonesia
Email: firqahnajiyah15@gmail.com[1], arieffirmanto03@gmail.com[2]

Keywords:
Green clamshell powder, fine aggregate, compressive strength concrete, K-225 concrete, eco-friendly concrete

Abstract
Concrete is a construction material that is widely used because it has high compressive strength and good durability. However, the continuous use of natural aggregates can lead to environmental damage and increased construction waste. One of the efforts to support sustainable development is to utilize green shellfish waste as a substitute material for fine aggregates in concrete mixtures. This study aims to determine the effect of green clam shell powder on the compressive strength of K-225 quality concrete at the age of 14 and 28 days. The research method used was a laboratory experiment method with variations in the substitution of green shellfish shell powder of 0%, 5%, 10%, and 15% of the weight of fine aggregate. The test piece is in the form of a 15 cm × 30 cm concrete cylinder which is tested using the Universal Testing Machine (UTM). The results showed that the 5% substitution variation provided the optimum compressive strength at 28 days of age of 19,052 MPa and increased compared to normal concrete. Meanwhile, the 10% and 15% variations show a decrease in compressive strength due to the high water absorption and the porous properties of the shellfish powder material. This study shows that green clamshell powder has the potential to be used as an environmentally friendly alternative material in concrete mixtures in certain levels, although it has not met the overall quality of the K-225 plan.

Kata Kunci:
Serbuk cangkang kerang hijau, agregat halus, kuat tekan beton, beton K-225, beton ramah lingkungan.

Abstrak
Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan karena memiliki kekuatan tekan tinggi dan daya tahan yang baik. Namun, penggunaan agregat alami secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan meningkatnya limbah konstruksi. Salah satu upaya untuk mendukung pembangunan berkelanjutan adalah memanfaatkan limbah cangkang kerang hijau sebagai bahan substitusi agregat halus pada campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serbuk cangkang kerang hijau terhadap kuat tekan beton mutu K-225 pada umur 14 dan 28 hari. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium dengan variasi substitusi serbuk cangkang kerang hijau sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat agregat halus. Benda uji berupa silinder beton berukuran 15 cm × 30 cm yang diuji menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi substitusi 5% memberikan kuat tekan optimum pada umur 28 hari sebesar 19,052 MPa dan mengalami peningkatan dibandingkan beton normal. Sementara itu, variasi 10% dan 15% menunjukkan penurunan kuat tekan akibat tingginya daya serap air dan sifat poros material serbuk kerang. Penelitian ini menunjukkan bahwa serbuk cangkang kerang hijau berpotensi digunakan sebagai bahan alternatif ramah lingkungan pada campuran beton dalam kadar tertentu, meskipun belum memenuhi mutu rencana K-225 secara keseluruhan.

PENDAHULUAN

Beton adalah material konstruksi utama untuk infrastruktur seperti gedung, jembatan, jalan, dan bangunan bertingkat, berkat kekuatan tekan tinggi, stabilitas, durabilitas terhadap cuaca dan beban, serta fleksibilitas desain. Namun, produksinya bergantung pada agregat alami

(pasir dan kerikil) serta semen portland, yang menyebabkan degradasi lingkungan seperti penipisan sumber daya, kerusakan ekosistem, dan emisi CO_2 tinggi, menghambat konstruksi berkelanjutan. (Loly et al., n.d.)

Pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau sebagai bahan tambahan atau pengganti dalam industri bahan bangunan diindentifkasi sebagai solusi untuk mengatasi dua permasalahan secara bersamaan, yaitu tingginya akumulasi limbah organik di wilayah pesisir dan kebutuhan untuk mengurangi ketergantungan pada semen portland yang intensif emisi karbon. Secara kimia, cangkang kerang hijau didominasi oleh kalsium karbonat ($CaCO_3$).(R. Devi & Rahmadani, 2025)

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukan bahwa serbuk cangkang kerang hijau dapat digunakan sebagai substitusi semen atau agregat halus pada beton atau mortar. Pada substitusi rendah hingga sedang (5-15%), serbuk ini dapat mempertahankan atau meningkatkan sifat mekanik, terutama jika digiling halus untuk memberikan efek *filler* dan reaktivitas kimia yang positif. Namun, substitusi berlebihan dapat menurunkan kekuatan, sehingga diperlukan batas substitusi optimal dan mekanismenya. (D. S. Devi et al., 2025)

Pemanfaatan serbuk cangkang kerang hijau sebagai material substitusi agregat halus tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan limbah organik di wilayah pesisir, tetapi juga selaras dengan arah pengembangan material konstruksi berkelanjutan yang berorientasi pada pengurangan dampak lingkungan dan optimalisasi penggunaan sumber daya (Arbi, 2015). Namun demikian, performa akhir beton sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter teknis, seperti persentase substitusi serbuk cangkang kerang hijau, metode pengolahan termasuk tingkat kehalusan partikel dan kondisi *curing* yang melibatkan pengaturan suhu dan kelembaban, serta komposisi keseluruhan campuran, terutama rasio antara semen, air, dan bahan tambahan (Penelitian et al., 2025).

Variasi pada faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan perubahan signifikan terhadap sifat fisik dan mekanik beton. Oleh karena itu, penelitian lebih mendalam diperlukan untuk menilai pengaruh variasi substitusi serbuk cangkang kerang hijau terhadap parameter penting, seperti kuat tekan, serta ketahanan jangka panjang terhadap berbagai mekanisme degradasi, termasuk korosi, retak, dan penetrasi air. (Samsurizal & Asep Supriyadi, n.d.).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi agregat halus menggunakan serbuk cangkang kerang hijau terhadap kuat tekan beton pada umur pengujian 14 dan 28 hari, serta menganalisis bagaimana karakteristik teknis serbuk cangkang kerang hijau, termasuk tingkat kehalusan partikel dan metode pengolahan, memengaruhi sifat fisik dan mekanik beton, terutama kuat tekannya. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi pengaruh penggunaan serbuk cangkang kerang hijau sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton, khususnya ketahanan terhadap penetrasi air, retak, dan potensi korosi. Tidak hanya itu, penelitian ini menilai interaksi antara variasi komposisi campuran beton yang meliputi rasio air-semen dan penggunaan bahan tambahan dengan substitusi serbuk cangkang kerang hijau dalam menentukan performa akhir beton.

Manfaat penelitian ini terdiri atas manfaat teoritis dan praktis. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khazanah keilmuan di bidang teknologi beton, khususnya mengenai pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau sebagai material substitusi agregat halus, serta memberikan referensi empiris mengenai pengaruh karakteristik teknis serbuk cangkang terhadap sifat mekanik dan durabilitas beton. Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi lingkungan karena mengurangi akumulasi limbah cangkang kerang hijau di wilayah pesisir yang selama ini menjadi masalah ekologis. Bagi industri konstruksi, hasil penelitian ini menawarkan alternatif material ramah lingkungan yang ekonomis dan berpotensi digunakan pada beton non-struktural atau beton dengan mutu tertentu, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada agregat alam yang semakin terbatas. Selain itu, penelitian ini juga

bermanfaat bagi pengembangan kebijakan konstruksi berkelanjutan dengan mendorong pemanfaatan limbah organik sebagai bahan bangunan yang bernilai tambah.

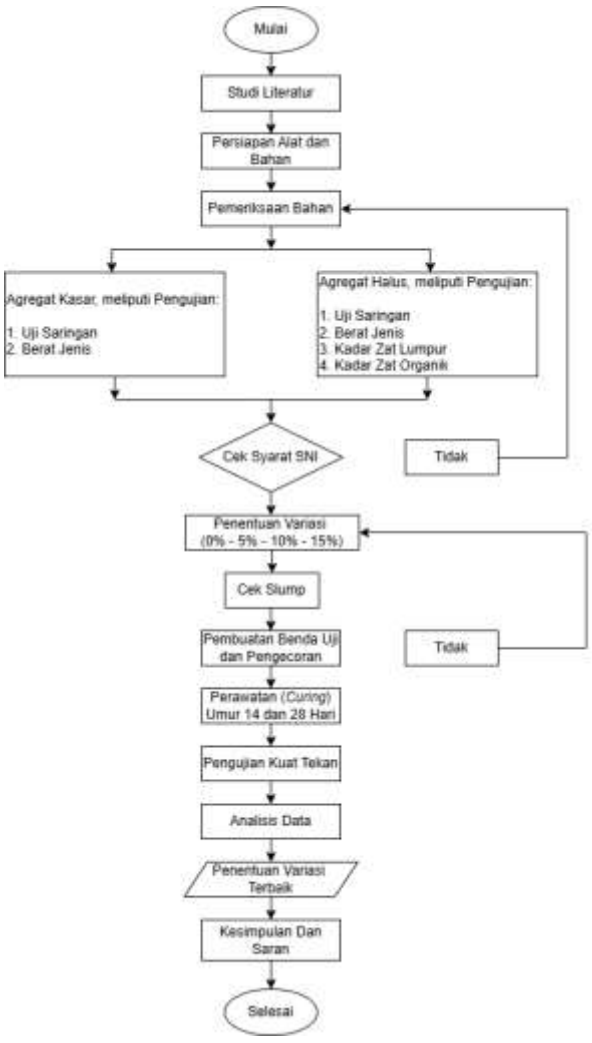
METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengganti sebagian agregat halus dengan serbuk cangkang kerang hijau menggunakan metode eksperimen, yaitu pendekatan yang dilaksanakan melalui sejumlah pengujian di laboratorium untuk menghasilkan data yang selanjutnya dapat dianalisis secara kuantitatif.

Dalam penelitian ini, proporsi campuran beton ditetapkan berdasarkan variasi substitusi cangkang kerang hijau sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%. Kekuatan tekan setiap campuran beton dinilai setelah berumur 14 dan 28 hari.

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah cangkang kerang hijau terhadap kuat tekan dan durabilitas beton.

Desain Penelitian



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Penelitian
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2026

Jenis dan Sumber Data

Macam jenis dan sumber data sebagai berikut:

a. Data Primer diperoleh langsung melalui pengujian di laboratorium dan data job mix design.

b. Data Sekunder diperoleh dari literasi dan dokumentasi.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan kitam ini, pengumpulan data yang didapat oleh penulis dilakukan dengan cara:

a. Pengujian di laboratorium, seperti pengujian sifat fisik agregat, perhitungan specific gravity, dan penyusunan Job Mix Design.
b. Dokumentasi atau pengumpulan data sekunder (literasi)

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh benda uji beton silinder yang dibuat dengan variasi substitusi serbuk cangkang kerang hijau. Sampel penelitian berjumlah 16 silinder beton (Ø150 mm × 300 mm) yang terdistribusi menjadi 4 variasi substitusi (0%, 5%, 10%, 15%), dengan masing-masing variasi terdiri atas 4 sampel (2 sampel uji umur 14 hari dan 2 sampel uji umur 28 hari). Penentuan jumlah sampel mengacu pada ketentuan minimum penelitian eksperimental beton yang mensyaratkan minimal 2 benda uji per variasi per umur uji (SNI 03-2834-2000).

Dalam penelitian ini, Microsoft Excel digunakan sebagai perangkat lunak untuk mengolah dan menganalisis data secara terstruktur. Data hasil pengujian laboratorium terlebih dahulu dimasukkan dan diproses, kemudian dianalisis melalui perbandingan dengan standar atau spesifikasi pada setiap jenis pengujian guna memperoleh kesimpulan yang tepat. Data tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan divisualisasikan dalam grafik untuk memudahkan pemahaman serta memperjelas hubungan antar variabel penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Gedung Tambahan Fakultas Teknik (GT) yang berlokasi di Jl. Perjuangan.



Gambar 2. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth, diolah peneliti, 2026

Jadwal penelitian disusun untuk mengatur pelaksanaan setiap tahapan penelitian secara sistematis dan terstruktur. Penyusunan jadwal ini bertujuan untuk memastikan seluruh rangkaian kegiatan penelitian, yang meliputi studi literatur, tahap persiapan, pengujian laboratorium, pengolahan data, hingga penyusunan laporan, dapat dilaksanakan secara efektif, efisien, dan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Adapun jadwal penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Waktu Penelitian																						
		Jan-26															Feb-26		Apr-26			May-26		
		7	8	9	10	11	12	13	14	22	23	26	27	28	29	30	12	26	20	21	22	6	13	
1	Persiapan Alatdan Bahan	✓	✓																					
2	Pengelolaan Cangkang Kerang Hijau			✓	✓	✓																		
3	Pengujian Bahan di Laboratorium						✓	✓	✓															
4	Pembuatan Benda Uji									✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
5	Pengujian Benda Uji																✓	✓						
6	Pengolahan dan Analisis Data																		✓	✓				
7	Penyusunan Hasil dan Pembahasan																				✓	✓		
8	Kesimpulan dan Bahan																						✓	

Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2026

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji diumur 14 hari dengan menggunakan alat uji tekan beton (Compression Testing Machine) dengan pembacaan pada alat menggunakan satuan kN dan tampilan digital. Digunakan 2 sampel benda uji pada setiap variasinya dengan benda uji bentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14

Umur Benda Uji	Variasi	Kode Benda Uji	W	L. Bidang Tekan	Beban		Kuat Tekan	Mpa	Kuat Tekan Beton Rata-
			(gr)	(cm2)	(kN)	(kg)	N hari (kg/cm2)		
14	0%	SKH14-0	11.765	176.625	310	31610.700	178.9707	17.897	18.330
			11.845	176.625	325	33140.250	187.6306	18.763	
	5%	SKH14-5	11.755	176.625	310	31610.700	178.9707	17.897	17.320
			11.78	176.625	290	29571.300	167.4242	16.742	
	10%	SKH14 10	11.905	176.625	270	27531.900	155.8777	15.588	15.010
			11.76	176.625	250	25492.500	144.3312	14.433	
	15%	SKH14 15	11.97	176.625	235	23962.950	135.6713	13.567	14.433
			11.935	176.625	265	27022.050	152.9911	15.299	

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Umur Benda Uji	Variasi	Kode Benda Uji	L. Bidang		Beban		Kuat Tekar	Mpa	Kuat Tekan
			W	Tekan					
			(gr)	(cm2)	(kN)	(kg)	N hari (kg/cm2)		Beton Rata-
28	0%	SKH28 0	12.201	176.625	340	34669.800	196.290	19.629	19.052
			11.657	176.625	320	32630.400	184.744	18.474	
	5%	SKH28-5	11.965	176.625	335	34159.950	193.404	19.340	18.619
			11.369	176.625	310	31610.700	178.971	17.897	
	10%	SKH28-10	11.421	176.625	290	29571.300	167.424	16.742	16.454
			11.711	176.625	280	28551.600	161.651	16.165	
	15%	SKH28-15	11.595	176.625	270	27531.900	155.878	15.588	16.165
			11.381	176.625	290	29571.300	167.424	16.742	

Job Mix Design

Data *job mix design* pada tabel menunjukkan proporsi kebutuhan material penyusun beton untuk setiap variasi campuran, yaitu beton normal serta beton dengan substitusi SKH sebesar 5%, 10%, dan 15%. *Job Mix design* digunakan sebagai acuan dalam menentukan komposisi material agar campuran beton sesuai dengan rancangan penelitian. Pada beton normal tidak digunakan SKH, sedangkan pada variasi SKH 5%, 10%, dan 15%. Kebutuhan SKH meningkat masing-masing sebesar 0,29; 0,56; dan 0,75. Sementara itu, kebutuhan air pada setiap variasi tetap sebesar 1,18 untuk menjaga konsistensi campuran dan meminimalkan pengaruh variabel lain terhadap hasil pengujian beton.

Tabel 4. Data Perhitungan *Job Mix Design*

No.	URAIAN	TABEL/GAMBAR/ PERHITUNGAN	NILAI
1	Kuat Tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	18
2	Deviasi Standar	-	1.5
3	Nilai Tambahan (Margin)	-	2.47
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3	20
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe 1
6	Jenis Agregat Halus Kasar	 Ditetapkan Ditetapkan	 Alami Batu pecah
7	Faktor air semen bebas	Tabel, Grafik	0.69
8	FAS max	Ditetapkan	0.6
9	Slump	Ditetapkan	80 - 120 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40mm
11	Kadar air bebas	Tabel	185 kg/m²
12	Kadar air semen	Ditetapkan	308.33 kg/m²
13	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	-
14	Kadar semen minimum	Ditetapkan	325.00 kg/m²
15	Faktor air semen yang disesuaikan	-	325.00 kg/m²
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar	Daerah Gradasi Zona 2
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar	Gradasi minimum 40mm
18	Persen agregat halus	Gambar	37%
19	Berat jenis agregat (Kering Permukaan)	-	2.47

20	Berat Isi Beton	Gambar	2281.85 kg/m²
21	Kadar Agregat gabungan	20-(15+11)	1772.00 kg
22	Kadar agregat halus	18 x 21	655.64 kg
23	Kadar agregat kasar	21 - 22	1116.36 kg
24	Proporsi campuran	Tiap m3	
		Air	185 Liter
		Semen	325.00 kg
		Agregat Halus	655.64 kg
		Agregat Kasar	1116.36 kg
		Koreksi Proposi Campuran	
		Air	159.89 Liter
		Semen	325.00 kg
		Agregat Halus	702.10 kg
		Agregat Kasar	1095.01 kg
		Koreksi Campuran Teoritis	
		Air	0.492 Liter
		Semen	1 kg
		Agregat Halus	2 160 kg
		Agregat Kasar	3.369 kg
25	Proporsi Campuran untuk 1 silinder Variasi 0%	0.0053	
		Air	1.181 Liter
		Semen	2.075
		Agregat Halus	4.186
		Agregat Kasar	7.127
		SKH	0.000 kg
26	Proporsi Campuran untuk 1 silinder Variasi 5%	0.0053	
		Air	1.181 Liter
		Semen	2.075
		Agregat Halus	4.186
		Agregat Kasar	7.127
		SKH	0.2093 kg
27	Proporsi Campuran untuk 1 silinder Variasi 10%	0.0053	
		Air	1.181 Liter
		Semen	2.075
		Agregat Halus	4.186
		Agregat Kasar	7.127
		SKH	0.4186 kg
28	Proporsi Campuran untuk 1 silinder Variasi 15%	0.0053	
		Air	1.181 Liter
		Semen	2.075
		Agregat Halus	4.186
		Agregat Kasar	7.127
		SKH	0.6279 kg

Sumber: Hasil Olahan Peneliti berdasarkan SNI 03-2834-2000, 2026

Analisis Data

Gradasi Material

Gradasi material merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan campuran beton karena memengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Oleh sebab itu, analisis gradasi dilakukan pada setiap jenis material yang digunakan dalam penelitian ini agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Material yang dianalisis meliputi agregat kasar, agregat halus, serta serbuk cangkang kerang hijau sebagai bahan substitusi campuran agregat halus.(SNI 03-1968-1990)

Agregat Kasar

Hasil dari pengujian ini diperoleh data yang disajikan sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Agregat Kasar

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	% Berat Tertahan	% Lolos
(inch)	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
3	76.2	0	0	0%	100%
2	50.8	0	0	0%	100%
1 ½	38.1	0	0	0%	100%
1	25.4	423	423	8%	92%
3/4	19	2786	3209	56%	36%
½	12.7	1238	4447	25%	11%
⅜	9.52	460	4907	9%	2%
Pan	0	77	4984	2%	0%
Jumlah	-	4984	-	100%	-



Grafik 4. 1 Batas Gradasi Kerikil atau Korsi Ukuran Maksimum 40 mm



Grafik 4. 2 Analisis Diameter Saringan Gradasi Agregat Kasar

Perhitungan:

Saringan diameter 1 (inch)

a. Berat Total = Σ Berat tanah tertahan + Pan
= 4984

b. % Berat Tertahan $= \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Total}} \times 100\%$
$= \frac{423}{4984} \times 100\%$
= 8%

c. % Lolos =%Lolos– %Berat Tertahan
= 100% – 8
= 92 %

d. Angka Kehilangan = Berat Awal – Berat Akhir
= 5000 – 4984
= 16 gram

e. MHB $= \frac{\Sigma\%\text{Lolos}}{100\%}$
$= \frac{100+100+100+92+36+11+2}{100\%}$
= 4,4

Agregat Halus

Hasil dari pengujian ini diperoleh data yang disajikan sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Agregat Halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	% Berat Tertahan	% Lolos
(inch)	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
4	4.75	90	90	5%	95%
8	2.36	91	181	5%	91%
16	1.18	217	398	11%	80%
30	0.58	812	1210	41%	39%
50	0.297	605	1815	30%	9%
100	0.149	150	1965	8%	1%
200	0.074	21	1986	1%	0%
Pan	0	4	1990	0%	0%
Jumlah	-	1990	-	100%	-



Grafik 4. 3 Batas Gradasi Pasir (Sedang / No.2)



Grafik 4. 4 Analisis Diameter Saringan Gradasi Agregat Halus

Perhitungan:

a. Berat Total = Σ Berat tanah tertahan + Pan
= **1990**

b. % Berat Tertahan $= \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Total}} \times 100\%$
$= \frac{812}{1990} \times 100\%$
= 41%

a. % Lolos =%Lolos– %Berat Tertahan
= 80% – 41
= 39 %

b. Angka Kehilangan = Berat Awal – Berat Akhir
= 2000 – 1990
= **10 gram**

c. MHB $= \frac{\Sigma\%\text{Lolos}}{100\%}$
$= \frac{95+91+80+39+9+1}{100\%}$
= **3,13**

Pengujian Kehalusan Semen

Pengujian kehalusan semen merupakan salah satu parameter penting yang memengaruhi laju hidrasi semen. Kualitas semen ditentukan oleh sifat fisiknya, terutama tingkat kehalusannya. Semen yang lebih halus memiliki luas permukaan spesifik yang lebih besar, sehingga proses hidrasi dapat berlangsung lebih cepat dan pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan kuat tekan beton.(Kurnia Y Bulewan et al., 2026)

Tabel 6. Pengujian Kehalusan Semen

PARAMETER	NILAI
Berat Saringan No. 100	409
Berat Saringan No. 200	237
Berat Contoh Uji Semen	500
Berat Saringan No. 100 + Semen Tertahan	440
Berat Saringan No. 200	380
Persentase Semen Tertahan Saringan No. 100	6
Persentase Semen Tertahan Saringan No. 200	29

Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan lumpur atau partikel halus yang terdapat dalam agregat halus, seperti pasir, sebelum digunakan dalam campuran beton. Jika kandungan lumpur dalam agregat terlalu tinggi, maka kualitas beton yang dihasilkan dapat mengalami menurun, terutama dari segi kuat tekannya. Berikut hasil pengujian kadar lumpur:

Tabel 7. Pengujian Kadar Lumpur

URAIAN	Berat (gr)
Berat Kering Benda Uji+Wadah (W1)	554
Berat Wadah (W2)	54
Berat Kering Benda Uji Awal (W3)	500
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian+Wadah (W4	520
Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian (W5)	480
Persen Bahan Lolos Saringan No. 200 (W6)	4.00

Pengujian Kadar Zat Organik

Berdasarkan hasil pengamatan zat organik yang telah dilaksanakan dengan menguji campuran pasir, air dan NaOH yang didiamkan selama 24 jam. Hasil pengujian kadar organik menunjukkan warna kuning tua dengan kadar penurunan kekuatan sebesar 10% – 20% dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa material yang diuji layak dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton.

Tabel 8. Pengujian kadar Zat Organik

Warna	Penurunan Kekuatan
Jernih	0%
Kuning muda	0% 10%
Kuning tua	10% 20%
Kuning kemerahan	20% 30%
Coklat Kemerahan	30% 50%
Coklat tua	50% 70%

Specific Gravity

Dalam (*Sni-03-4142-1996*, n.d.) pengujian berat jenis agregat kasar dan dalam (SNI 03-1970-1990.) pengujian berat jenis agregat halus yang tertahan yaitu oleh saringan berdiameter 4,75 mm (saringan no.4). Menggambarkan perbandingan antara berat jenis material dan berat

jenis air, data ini digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik agregat serta pengaruhnya terhadap perencanaan campuran beton yang dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

Specific Gravity Agregat Kasar

Dari pengujian ini diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 9. Perhitungan *Specific Gravity* Agregat Kasar

Uraian	gram
Berat Benda Uji Kering Oven Bk	4870
Berat Benda Uji Kering Jenuh Bj	5000
Berat Benda Uji Didalam Air Ba	3076
Berat Jenis (Bulk)	2.53
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	2.60
Berat Jenis Semu (Apparent)	2.71
Penyerapan (Absorption)	2.67

Perhitungan:

Berat Jenis (*bulk*) $= \frac{Bk}{Bj-Ba}$

Berat Jenis Jenuh Permukaan $= \frac{Bj}{Bj-Ba}$

Berat Jenis Semu (*Apparent*) $= \frac{Bk}{Bk-Ba}$

Penyerapan Air (*Absorption*) $= \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$

Dimana:

Bk = Benda Uji Kering

Bj = Berat Piknometer + air (gr)

Ba = Berat piknometer + Benda Uji + Air (gr)

Specific Gravity Agregat Halus

Dari pengujian ini diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 10. Perhitungan *Specific Gravity* Agregat Halus

Uraian	gram
Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh (SSD)	500
Berat Benda Uji Kering Oven (Bk)	480
Berat Piknometer+Benda Uji+Air (Bt)	1520
Berat Piknometer Berisi Air (B)	1251
Berat Jenis (Bulk)	2.08
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	2.16
Berat Jenis Semu (Apparent)	2.27
Penyerapan (Absorption)	4.17

Perhitungan:

Berat Jenis (*bulk*) $= \frac{Bk}{Bj-Ba}$

Berat Jenis Jenuh Permukaan $= \frac{Bj}{Bj-Ba}$

Berat Jenis Semu (*Apparent*) $= \frac{Bk}{Bk-Ba}$

Penyerapan Air (*Absorption*) $= \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$

Dimana:

Bk = Benda Uji Kering

Bj = Berat Piknometer + air (gr)

Ba = Berat piknometer + Benda Uji + Air (gr)

Pengujian *Slump Test*

Pengujian Slump bertujuan untuk mengukur tingkat keenceran/ kekentalan adukan yang diperlukan dalam pengecoran beton. Makin besar nilai slump berarti semakin encer adukan dan sebaliknya. Pada pekerjaan beton biasa umumnya nilai slump antara 10±2, dan pada pekerjaan beton yang memadatkan dengan mengunakan alat getar vibrator. Kekentalan adukan beton dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai FAS (*Factor Air Semen*) dan air yang dikandung oleh agregat saat mulainya pengadukan beton.

Dari hasil pengujian pada beton segar diperoleh slump seperti tertera pada table di bawah ini:

Tabel 11. Data Hasil Pengujian *Slump* Benda Uji Beton Umur 14 dan 28 Hari

Kode Sampel	Variasi Serbuk Cangkang Kerang Hijau (%)	Tinggi Slump (cm)
SKH14 - 0	0%	12
SKH14 - 5	5%	10
SKH14 - 10	10%	11
SKH14 - 15	15%	8
SKH28 - 0	0%	10
SKH28 - 5	5%	8
SKH28 - 10	10%	12
SKH28 - 15	15%	10,5

Sumber: *Hasil Penelitian*

Nilai *Slump* selalu diukur pada setiap pekerjaan beton terutama berskala mene ngah dan besar karena nilai slump berhubungan dengan kemudahan pekerjaan beton (*workability*) dan kuat tekan beton karena besar kecilnya nilai slump dipengaruhi beberapa faktor, seperti:

a. Ukuran/gradasi agregat
b. Betuk dan permukaan agregat
c. Jenis semen yang digunakan
d. Volume udara pada adukan beton
e. Bahan tambah dalam campuran (add Mixer)
f. Faktor Air Semen (FAS)

PEMBAHASAN

Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau Terhadap Perhitungan Kuat Tekan Beton Umur 14 Dan 28 Hari

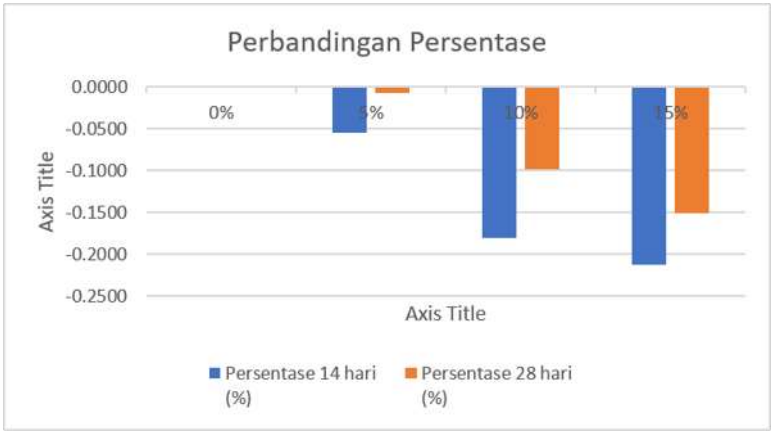
Tabel temuan dari uji kuat tekan 14 dan 28 hari menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penggantian cangkang, semakin rendah nilai kuat tekan akhir beton.

Tabel 12. Hasil Perbandingan Kuat Tekan Beton

Variasi (%)	14 Hari (Mpa)	28 Hari (Mpa)
0%	17.897	19.629
0%	18.763	18.474
5%	17.897	19.340
5%	16.742	18.474
10%	15.588	17.320
10%	14.433	17.031
15%	13.567	15.588
15%	15.299	16.742

Tabel 13. Rata-rata Per Variasi

Variasi (%)	14 Hari (Mpa)	28 Hari (Mpa)
0%	18.3300	19.0517
5%	17.3197	18.9074
10%	15.0104	17.1754
15%	14.4331	16.1651



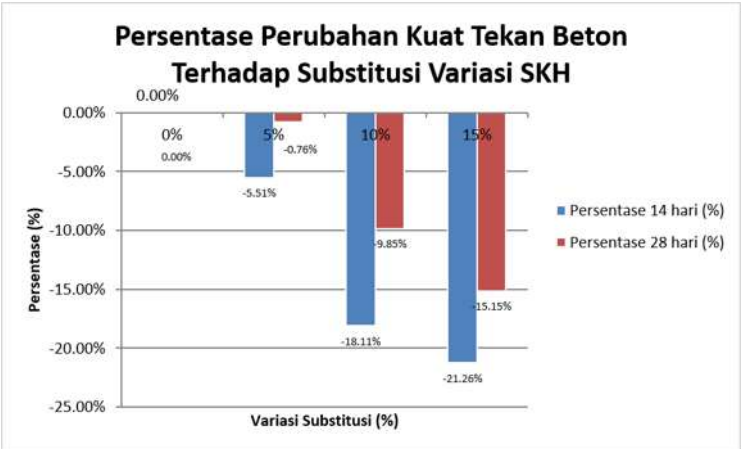
Grafik 4. 5 Rata-rata Perbandingan Kuat Tekan Beton

Data ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penggantian dengan serbuk cangkang kerang hijau, semakin rendah nilai kuat tekan akhir beton yang dihasilkan, sehingga penggunaan cangkang kerang hijau dalam proporsi besar berpotensi menurunkan kualitas kekuatan struktural beton.

Analisis Persentase Substitusi Optimum

Tabel 14. Perbandingan kuat tekan beton umur 14 hari dan 28 hari

Variasi (%)	14 Hari (Mpa)	28 Hari (Mpa)	Persentase 14 hari (%)	Persentase 28 hari (%)
0%	18.3300	19.0517		
5%	17.3197	18.9074	-5.51%	-0.76%
10%	15.0104	17.1754	-18.11%	-9.85%
15%	14.4331	16.1651	-21.26%	-15.15%



Grafik 4. 6 Persentase Perubahan Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Substitusi

Berdasarkan Grafik 4.6, persentase perubahan kuat tekan beton terhadap variasi substitusi menunjukkan bahwa penambahan variasi substitusi berbanding lurus dengan

penurunan kuat tekan beton, baik pada umur 14 hari maupun 28 hari. Pada variasi 0% (kondisi normal/kontrol), nilai kuat tekan dijadikan acuan (0,00%) untuk membandingkan pengaruh variasi substitusi terhadap sampel lainnya.

Dari hasil tersebut, variasi 5% dipilih sebagai titik substitusi optimum, karena penurunannya paling kecil dibanding variasi lain (hanya -5,51% pada 14 hari dan -0,76% pada 28 hari, jauh lebih kecil dibanding 10% dan 15%). Ini menunjukkan bahwa penambahan bahan substitusi menurunkan kuat tekan beton, namun penurunannya berkurang seiring bertambahnya umur beton akibat proses hidrasi lanjutan.

Kesesuaian Kuat Tekan Beton Terhadap Mutu Rencana K-225

Mutu beton rencana yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah K-225 Perbandingan hasil kuat tekan umur 14 dan 28 hari terhadap mutu rencana tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 15. Persentase Perubahan Kuat Tekan Terhadap Beton

Umur Benda Uji	Variasi (%) SKH	Kuat Tekan (Mpa)	Keterangan
14	0%	18.330	Tercapai
	5%	17.320	Belum tercapai
	10%	15.010	Belum tercapai
	15%	14.433	Belum tercapai
28	0%	19.052	Tercapai
	5%	18.907	Tercapai
	10%	17.175	Belum tercapai
	15%	16.165	Belum tercapai

Berdasarkan Tabel 15, dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan variasi substitusi 5% belum mencapai target pada umur 14 hari karena reaksi pozzolanik dari bahan substitusi masih berlangsung lambat, sehingga kontribusinya terhadap kekuatan awal masih kecil. Pada umur 28 hari, reaksi pozzolanik tersebut sudah berjalan lebih sempurna dan menghasilkan tambahan C-S-H yang memadatkan struktur beton, sehingga kuat tekannya meningkat dan berhasil mencapai target. Namun secara keseluruhan, kuat tekan beton cenderung terus menurun seiring bertambahnya persentase substitusi, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar substitusi, semakin besar pula pengaruhnya dalam mengurangi kekuatan beton.(Tansera et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Swadaya Gunung Jati dan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat diambil Kesimpulan mengenai penggunaan serbuk cangkang kerang hijau sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah tersebut memang berpengaruh terhadap sifat mekanik beton yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton berbeda-beda pada setiap variasi persentase substitusi. Nilai optimum diperoleh pada kadar 5%, dengan kuat tekan maksimum pada umur 28 hari sebesar 19,052 MPa. Namun demikian, secara keseluruhan kuat tekan beton yang dihasilkan masih belum mencapai mutu rencana K-225 sesuai dengan standar yang berlaku. Karakteristik serbuk cangkang kerang hijau yang mengandung kalsium karbonat ($CaCO_3$) serta tingkat kehalusan partikelnya. Pada kadar rendah, material ini dapat berperan sebagai filler yang membantu meningkatkan kerapatan beton. Akan tetapi, jika digunakan dalam jumlah yang lebih besar, sifatnya yang cenderung berpori dan memiliki daya serap air tinggi justru menyebabkan penurunan kualitas ikatan antar partikel dalam campuran beton. Selain itu, semakin besar persentase substitusi yang digunakan, kuat tekan beton cenderung menurun.

Kondisi ini menunjukkan bahwa serbuk cangkang kerang hijau belum sepenuhnya mampu menggantikan fungsi agregat halus alami, terutama untuk beton struktural dengan mutu tertentu. Faktor lain seperti rasio air-semen, tingkat homogenitas pencampuran, serta proses curing juga turut memengaruhi hasil kuat tekan beton. Dengan asumsi bahwa variabel-variabel tersebut telah dikontrol secara konsisten, dapat dikatakan bahwa persentase substitusi menjadi faktor utama yang menentukan kinerja beton. Secara umum, pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau memiliki potensi sebagai alternatif material yang lebih ramah lingkungan di bidang konstruksi. Namun, penggunaannya perlu dibatasi pada kadar tertentu dan masih perlu penelitian lebih lanjut agar dapat memenuhi persyaratan mutu beton yang diharapkan. Untuk penelitian lanjutan, disarankan menggunakan variasi substitusi di bawah 5% (misalnya 1%, 2%, 3%) guna mencari kadar optimum yang lebih presisi. Selain itu, perlu dilakukan pengolahan serbuk cangkang dengan pembakaran pada suhu terkontrol untuk meningkatkan kadar CaO aktif, serta penambahan bahan admixture (seperti *superplasticizer*) untuk memperbaiki workability dan kepadatan beton. Dianjurkan pula menguji parameter durabilitas jangka panjang seperti ketahanan terhadap sulfat dan siklus basah-kering.

REFERENSI

Arbi, M. H. (2015). Pengaruh substitusi cangkang kerang dengan agregat halus terhadap kuat tekan beton. *Lentera: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 147421.

Beton, K. T., Karimah, R., Rusdianto, Y., & Susanti, D. P. (2020). JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN Pemanfaatan Serbuk Kulit Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap (Vol. 6). Halaman Artikel. http://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun

Celine Tansera, P., Noor Abdi, F., & Sharly Arifin, T. P. (n.d.). Jurnal Teknologi Sipil Pengaruh Substitusi Agregat Halus Dengan Serbuk Cangkang Kerang Darah Terhadap Kuat Tekan Beton.

Devi, D. S., Fauzi, M., & Salsabiela, D. T. (2025). Sifat Mekanik Beton Dengan Pemanfaatan Serbuk Cangkang Kerang Dan Serbuk Kaca (Vol. 8, Number 2).

Devi, R., & Rahmadani. (2025). Pemanfaatan serbuk cangkang kerang hijau sebagai bahan inovatif pada campuran beton. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, 10(1), 1–12.

Elvira, D., & Purwandito, M. (2023). Analisis Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Hijau (Perna Viridis) Sebagai Agregat Terhadap Kuat Tekan Campuran Beton. 2(2), 180–193.

Kurnia Y Bulewan, Balissa Martin, M. Saleh, & Temmalegga. (2026). Pengaruh Variasi Kehalusan Blaine Semen Portland Komposit (Pcc) Terhadap Ketahanan Kuat Tekan Beton. Paulus Chem Engineering Journal, 6(1), 23–28. https://doi.org/10.63365/kyhy2h46

Loly, Y., Nani, S., Phengkarsa, F., & Sandy, D. (n.d.). Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ) Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Beton Normal.

Negeri, U., Jl, J., & Rawamangun, M. (n.d.). TEKNOLOGI BETON: DARI TEORI KE PRAKTEK. Retrieved http://www.unj.ac.id pdf-sni-03-1970-1990-berat-jenis-peyerapan-ageregat-halus_compress. (n.d.).

Penelitian, L., Hasil, P., Ensiklopedia, P., Campuran Beton Mulyati, D., Rahmi, S., Syafitri, A., & Padang, I. T. (2025). Pemanfaatan Abu Cangkang Kerang Sebagai Bahan Tambah. 7. http://jurnal.ensiklopediaku.org

Rahmadani, I., Nurmeyliandari, R., & Amalia, G. (2025). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton (Vol. 8, Number 2).

Rizki Abdila, S., Zulfikar, S., & Arga, Y. P. (2023). Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. 9(1).

Samsurizal, E., & Asep Supriyadi, dan. (n.d.). Pengaruh Tambahan Cangkang Kerang Terhadap Kuat Beton.

Samsurizal, E., & Supriyadi, A. (n.d.). Pengaruh tambahan cangkang kerang terhadap kuat tekan beton. Universitas Gunadarma.

SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. (1990). Badan Standardisasi Nasional.

SNI 1974:2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. (20 C.E.). Badan Standardisasi Nasional. sni-03-4142-1996. (n.d.).

Standar Nasional Indonesia Semen portland ICS 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional. (n.d.).

Tayeh, B. A., Hasaniyah, M. W., Zeyad, A. M., Awad, M. M., Alaskar, A., Mohamed, A. M., & Alyousef, R. (2020). Durability and mechanical properties of seashell partially-replaced cement. Journal of Building Engineering, 31. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101328