

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG DARA SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Ifal Rahmadani^{1*}, Revianty Nurmeyliandari¹, dan Ghina Amalia¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri, Jl. Jendral Sudirman No. 629 Palembang
*ifalrahmadani77@gmail.com

Masuk: 21-09-2024, revisi: 20-02-2025, diterima untuk diterbitkan: 09-03-2025

ABSTRACT

The development of construction technology, especially concrete, involves ongoing experimentation with concrete mix additives to achieve the desired quality and compressive strength of concrete. One such approach is using waste sea shell powder as a concrete mix additive. Sea shell powder contains chemical compounds with pozzolanic properties, such as silica, alumina, and lime, which can be used as concrete components and are expected to influence the compressive strength of concrete. This study aims to determine the effect of using sea shell powder as a partial substitute for cement. The research method used is a laboratory experimental approach with sea shell powder variations of 3%, 5%, and 7%. The results show that the compressive strength of concrete at 28 days increased by 0.08 MPa, 0.72 MPa, and 2.06 MPa for each variation compared to normal concrete. The optimal usage of sea shell powder is 7%, which achieved the highest compressive strength of 28.16 MPa. The findings indicate that sea shell powder can be used as a concrete component and as a partial substitute for cement, as it enhances the compressive strength of normal concrete.

Keywords: Concrete; alternative materials; cockle shell waste; partial cement replacement; compressive strength.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi konstruksi khususnya beton untuk uji coba campuran bahan tambah beton terus dilakukan supaya mendapatkan mutu dan kuat tekan beton yang diinginkan. Salah satunya yaitu dapat menggunakan limbah cangkang kerang dara sebagai bahan tambah campuran beton. Pada cangkang kerang dara mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yaitu silika, alumina, dan zat kapur yang dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton sehingga diharapkan dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk cangkang kerang dara sebagai substitusi sebagian semen. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium menggunakan serbuk cangkang kerang dara variasi 3%, 5%, dan 7%. Hasil penelitian didapat kuat tekan beton umur 28 hari meningkat secara berturut-turut sebesar 0,08 MPa, 0,72 MPa, dan 2,06 MPa pada masing-masing variasi terhadap beton normal. Penggunaan serbuk cangkang kerang dara optimum adalah sebesar 7% memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 28,16 MPa. Hasil penelitian ini telah menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang kerang dara dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton yaitu sebagai substitusi sebagian semen karena dapat meningkatkan kuat tekan dari beton normal.

Kata kunci: Beton; material alternatif; limbah cangkang kerang dara; substitusi parsial semen; kuat tekan.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang relatif murah dibandingkan material lain seperti baja. Beton memiliki keunggulan dalam hal kekuatan tekan dan kemudahan pelaksanaan pekerjaan konstruksi, sehingga menjadi material bangunan yang banyak digunakan (Alfuady & Al Qubro, 2023). Beton merupakan material konstruksi yang terbuat dari semen, agregat, air, serta bahan tambahan lainnya (Devi et al., 2024). Tingginya penggunaan beton dalam konstruksi menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan bahan-bahan penyusun beton itu sendiri (Darujati et al., 2023). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menggunakan material baru dalam pembuatan beton untuk meningkatkan sifat mekanis beton (Hariska et al., 2019). Penggunaan limbah sebagai pemanfaatan material pembentuk konstruksi terus diupayakan untuk mendapatkan karakteristik beton lebih ekonomis, salah satunya yaitu digunakannya limbah cangkang kerang dara (Ahmad et al., 2021). Cangkang kerang dara adalah jenis limbah yang dapat digunakan untuk dapat meningkatkan kuat tekan beton (Pitriyani et al., 2024).

Cangkang kerang yaitu sumber mineral yang biasanya berasal melalui hewan laut, dan sudah mengalami penggilingan akan mengandung karbohidrat yang tinggi (Suprihadi et al., 2023). Menambahkan serbuk cangkang kerang yang homogen akan membuat adonan yang lebih reaktif (Fauziah et al., 2019). Hasil analisis XRF (*X-ray Fluorescence*)

menunjukkan bahwa kalsium oksida (CaO) merupakan komponen utama dalam cangkang kerang dara, dengan persentase rata-rata sebesar 95,3%, diikuti oleh magnesium oksida (MgO) sebesar 2,1% dan silika dioksida (SiO₂) sebesar 1,5%. Penelitian lain, seperti yang dilakukan oleh Siregar (2009), menemukan kandungan CaO sebesar 66,70% dan MgO sebesar 22,28% dalam cangkang kerang dara, menunjukkan variasi komposisi yang mungkin terjadi. Beton dapat dibuat menggunakan bahan serbuk cangkang kerang sebagai substitusi semen dikarenakan mengandung komponen kimiawi bersifat pozzolan diantaranya senyawa silika, aluminium oksida, dan zat kapur (CaO) sehingga dapat mempengaruhi kuat tekan beton (Sebastian et al., 2024).

Tiara (2017) melakukan penelitian dengan menambahkan serbuk cangkang kerang dara kedalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan menentukan kekuatan tekan beton terhadap kombinasi dari limbah cangkang kerang. Hasil kekuatan tekan beton pada variasi 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% mencapai 25,82 MPa, 25,67 MPa, 23,59 MPa, 23,66 MPa, dan 22,93 MPa, masing-masing beton. Hasil yang didapat kuat tekan mengalami penurunan dari beton normal. Pada penelitian Andika & Safarizki (2019). Menggunakan metode untuk mendapatkan serbuk cangkang kerang dengan cara menumbuhkannya terlebih dahulu sebagai material tambahan dan komplemen pada variasi 5% dan 7,5% terhadap kekuatan tekan beton 20 MPa. Hasil pemeriksaan beton normal yaitu 22 MPa, kuat tekan persentase 5% adalah 23,9 MPa, dan kuat tekan persentase 7,5 persen adalah 29,1 MPa. Dapat disimpulkan bahwa beton mengalami peningkatan kekuatan tekan sebesar 3 MPa pada variasi 5 persen dan 7 MPa untuk variasi 7,5 persen. Dengan adanya penelitian sebelumnya, penulis melakukan penelitian yang memanfaatkan limbah cangkang kerang dara sebagai substitusi semen dalam pembuatan beton f_c' 25 MPa, yang diharapkan dapat memenuhi standar mutu kekuatan tekan beton yang telah ditetapkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh substitusi semen dengan serbuk cangkang kerang dara terhadap kinerja mekanik beton. Seluruh pengujian dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Indo Global Mandiri Palembang. Variasi penambahan serbuk cangkang kerang yang digunakan adalah 3%, 5%, dan 7% dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk memenuhi persyaratan beton mutu f_c' 25 MPa.

Metode pengujian yang dilakukan dari penelitian ini antara lain:

1. Material dan alat

Berupa persiapan dan penyediaan material dan alat yang dibutuhkan selama proses pembuatan beton. Pada penelitian ini memanfaatkan cangkang kerang dara yang didapat dari limbah rumah makan, material lainnya seperti agregat kasar berasal dari Bojonegoro, agregat halus berasal dari Tanjung Raja, semen *portland* baturaja, dan air yang berasal dari PDAM. Untuk peralatan yang digunakan berupa saringan (ayakan), *sieve shaker*, timbangan digital, tabung ukur, piknometer (labu ukur), oven, cetakan benda uji (silinder), kerucut abrams, vicat, jangka sorong dan mesin uji kuat tekan beton.

2. Proses pengolahan limbah cangkang kerang hingga menjadi serbuk sebagai substitusi sebagian semen sebagai berikut:

- a) Proses pembersihan cangkang kerang dara yang sudah dikumpulkan lalu direndam dengan air dan dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, setelah di cuci hingga bersih kemudian cangkang kerang di jemur hingga kering.
- b) Setelah limbah cangkang kerang kering selanjutnya limbah cangkang kerang tersebut di tumbuk hingga berbentuk menyerupai agregat halus.
- c) limbah cangkang kerang yang telah ditumbuk hingga menyerupai agregat halus, kemudian limbah cangkang kerang tersebut di blender hingga halus. Setelah limbah cangkang kerang di haluskan lalu di saring menggunakan saringan No. 200 dan didapatkan ukuran butiran serbuk cangkang kerang dara sebesar 0,075 mm yang akan digunakan dalam penelitian ini.

3. Pengujian pada material

Pengujian yang dilakukan pada material:

- a) Analisis saringan agregat halus dan agregat kasar: SNI 03-1968-1990 (BSN, 1990a)
- b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar: SNI 03-1970-2008 (BSN, 2008a)
- c) Pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar: SNI 03-1971-1990 (BSN, 1990b)
- d) Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus: SNI 03-4142-1996 (BSN, 1996)
- e) Pemeriksaan berat isi atau volume agregat halus dan agregat kasar: SNI 03-4804-1998 (BSN, 1998)

Hasil pemeriksaan yang dilakukan pada agregat halus dapat dilihat pada tabel 1, dan untuk pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Pemeriksaan agregat halus

Pemeriksaan	Hasil	Satuan
Analisis Saringan (zona 3)	2,96	%
Penyerapan	0,66	%
Massa Jenis (SSD)	2,52	%
Kadar Air	0,77	%
Kadar Lumpur	1,23	%
Massa Volume Gembur	1296.21	kg/m ³
Massa Volume Padat	1317.17	kg/m ³

Tabel 2. Pemeriksaan agregat kasar

Pemeriksaan	Hasil	Satuan
Analisis Saringan (zona 4)	4,33	%
Penyerapan	2,61	%
Massa Jenis (SSD)	2,78	%
Kadar Air	0,70	%
Kadar Lumpur	0,89	%
Massa Volume Gembur	1213,15	kg/m ³
Massa Volume Padat	1254,24	kg/m ³

4. Perencanaan campuran pembuatan beton DMF (*design mix formula*)

Prosedur pencampuran beton normal mengikuti SNI 03-2834-2002. Proporsi campuran beton per m³ dapat ditemukan di Tabel 3, dan jumlah sampel benda uji disajikan di Tabel 4.

Tabel 3. Proporsi campuran beton per-m³

Variasi	Proporsi Campuran Beton 1 silinder 10 x 20 cm				
	Air	Agregat Kasar	Agregat halus	Semen	Serbuk Cangkang kerang dara
BN	0,423	2,034	1,003	0,963	–
BS 3%	0,423	2,034	1,003	0,934	0,029
BS 5%	0,423	2,034	1,003	0,915	0,048
BS 7%	0,423	2,034	1,003	0,896	0,067

Kode:

BN = Beton Normal

BS = Beton Substitusi Serbuk Cangkang Kerang Dara

Tabel 4. Jumlah sampel benda uji

Kode	Jumlah Sampel Benda Uji			
	Kuat Tekan			Jumlah Sampel
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
BN	3	3	3	9
BS – 3%	3	3	3	9
BS – 5%	3	3	3	9
BS – 7%	3	3	3	9
Total Jumlah Sampel Benda Uji				36

Kode:

BN = Beton Normal

BS = Beton Substitusi Serbuk Cangkang Kerang Dara

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian *slump*

Uji *slump* dilakukan untuk menilai *workability* dari campuran beton. Parameter ini penting untuk menentukan kemudahan dalam menempatkan, memadatkan, dan menyelesaikan beton segar. Baik beton normal maupun beton dengan penambahan serbuk cangkang kerang dara, pengujian *slump* dilakukan sesuai dengan SNI 1972-2008 (BSN, 2008b). Hasil pengujian disajikan secara lengkap pada Tabel 5.

Tabel 5. *Slump* Test

Pengujian <i>Slump</i>	
Sampel	Hasil <i>Slump</i> (cm)
BN	8,37
BS 3%	8,27
BS 5%	8,23
BS 7%	7,93

Kode:

BN = Beton Normal

BS = Beton Substitusi Serbuk Cangkang Kerang Dara

Hasil pengujian *slump* untuk beton normal sebesar 8,37 cm, sedangkan nilai *slump* untuk beton substitusi serbuk cangkang kerang dara variasi 3% sebesar 8,27 cm, nilai *slump* substitusi serbuk cangkang kerang dara variasi 5% sebesar 8,23 cm, dan nilai *slump* substitusi serbuk cangkang kerang dara variasi 7% sebesar 7,93 cm. Seiring penambahan serbuk cangkang kerang dara mempengaruhi kekentalan adukan semen. Penambahan serbuk cangkang kerang dara dapat mengisi pori-pori dalam adukan beton, sehingga mengurangi jumlah air bebas dan meningkatkan kepadatan dari adukan tersebut.

Hasil pengujian *setting time*

Sesuai dengan persyaratan ASTM C191, dilakukan pengujian waktu ikat untuk menentukan lamanya waktu yang dibutuhkan campuran beton untuk mengeras. Hasil pengujian ini dapat dilihat secara rinci pada Tabel 6.

Tabel 6. *Setting Time*

Jenis Beton	<i>Initial Time</i>	<i>Final time</i>
BN	145	195
BS 3%	145	190
BS 5%	145	190
BS 7%	135	185

Kode:

BN = Beton Normal

BS = Beton Substitusi Serbuk Cangkang Kerang Dara

Hasil pengujian *setting time* beton dengan substitusi serbuk cangkang kerang dara menunjukkan waktu ikat tercepat pada variasi 7%, dengan waktu awal 135 menit dan waktu akhir 185 menit. Sebaliknya, beton normal memiliki waktu ikat terlama, yaitu waktu awal 145 menit dan waktu akhir 195 menit. Analisis data menunjukkan adanya percepatan waktu ikat pada beton yang mengandung serbuk cangkang kerang dara. Hal ini dapat dijelaskan oleh mekanisme reaksi hidrasi yang lebih cepat akibat adanya kandungan CaO, Al₂O₃, dan SiO₂ dalam serbuk cangkang. Senyawa-senyawa tersebut bereaksi dengan air membentuk produk hidrasi yang mempercepat pembentukan struktur beton. Seiring penambahan serbuk cangkang kerang dara setian variasi dapat mempercepat waktu pengikatan terhadap campuran tersebut.

Hasil pengujian kuat tekan beton

Untuk mengetahui kekuatan tekan beton, dilakukan pengujian beban tekan setelah beton mencapai umur tertentu. Data hasil pengujian kuat tekan disajikan secara rinci pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan beton (MPa)

Benda Uji	Rekapitulasi Hasil Kuat Tekan Beton		
	7	14	28
BN	18,10	20,63	26,10
BS 3%	18,04	23,23	26,18
BS 5%	18,61	20,92	26,82
BS 7%	19,25	21,32	28,16

Kode:

BN = Beton Normal

BS = Beton Substitusi Serbuk Cangkang Kerang Dara

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan setiap variasi substitusi serbuk cangkang kerang dara mengalami peningkatan kekuatan tekan pada umur optimum 28 hari. Pada substitusi serbuk cangkang kerang dara variasi 3% sebesar 26,18 MPa, untuk penggunaan variasi 5% substitusi serbuk cangkang kerang dara sebesar 26,82 MPa, dan pada penggunaan variasi 7% substitusi serbuk cangkang kerang dara sebesar 28,16 MPa. Variasi substitusi 3%, 5%, dan 7% menghasilkan peningkatan kuat tekan berturut-turut sebesar 0,08 MPa, 0,72 MPa, dan 2,06 MPa dibandingkan dengan beton normal. Dalam perbandingan dengan penelitian sebelumnya (Andika & Safarizki, 2019) yang telah dilakukan pada beton normal serta variasi 5% dan 7,5% serbuk cangkang kerang dara mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 20 MPa untuk beton normal, 23,9 MPa untuk variasi 5%, dan 29,1 MPa untuk variasi 7,5% serbuk cangkang kerang dara. Kedua pengujian secara konsisten menunjukkan peningkatan kuat tekan beton yang disubstitusi dengan serbuk cangkang kerang dara, terutama pada umur 28 hari. Data empiris ini mendukung hipotesis bahwa serbuk cangkang kerang dara memiliki potensi sebagai bahan pozzolan yang efektif dalam meningkatkan kinerja mekanik beton.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk cangkang kerang sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton memberikan beberapa pengaruh signifikan. Nilai slump mengalami penurunan seiring dengan peningkatan persentase substitusi, menunjukkan peningkatan kekentalan adukan. Hasil pengujian waktu ikat menunjukkan percepatan waktu pengikatan pada beton yang mengandung serbuk cangkang kerang. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan CaO, Al₂O₃, dan SiO₂ dalam serbuk cangkang yang mempercepat reaksi hidrasi. Kuat tekan beton meningkat secara signifikan pada umur 28 hari, terutama pada variasi substitusi 5% dan 7%. Hal ini mengindikasikan bahwa serbuk cangkang kerang memiliki potensi sebagai bahan pozzolan yang efektif dalam meningkatkan kinerja mekanik beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. N., Hanafie, I. M., Sriwati, M., Kamba, C., Lapian, F. E., Dinulfy, L., Mansyur, M., Mustika, W., Tumpu, M., Irianto, I., Mabui, S. S., Kusuma, A., Yafet, Y., Wasolo, I. G., Syam, A. (2021). *Pemanfaatan Material Alternatif (Sebagai Bahan Penyusun Konstruksi)*. CV. Tohar Media.
- Alfuady, F., & Al Qubro, K. (2023). Analisis cangkang kerang dara sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Deformasi*, 8(2), 192–199. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v8i2.13251>
- Andika, R., & Safarizki, H. A. (2019). Pemanfaatan limbah cangkang kerang dara (anadara granosa) sebagai bahan tambah dan komplemen terhadap kuat tekan beton normal. *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 1(1), 1-6. <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i1.374>
- Badan Standardisasi Nasional. (1990a). Analisis saringan agregat halus dan agregat kasar (SNI 03-1968-1990). <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>
- Badan Standardisasi Nasional. (1990b). Pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar (SNI 03-1971-1990). <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (SNI 03-4142-1996). <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). Pemeriksaan berat isi atau volume agregat halus dan agregat kasar. (SNI 03-4804-1998). <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000). <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008a). Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar (SNI 03-1970-2008). <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008b). Cara uji slump beton (SNI 1972-2008). <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList>

- Darujati, A., Nisumanti, S., & Amalia, G. (2023). Analisis kuat tekan dan ultrasonic pulse velocity (UPV Test) pada mutu beton K-350 menggunakan beton sisa pengujian sebagai substitusi agregat kasar. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(1), 30–35. <https://doi.org/10.22225/pd.12.1.5890.30-35>
- Devi, D. S., Nurmeyliandari, R., & Pramadona, A. P. (2024). Pengaruh penggunaan abu sekam padi dan limbah granit terhadap kuat tekan beton. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 74–82. <https://doi.org/10.35334/be.v8i1.4976>
- Fauziah, N., Risdianto, Y., & Imaduddin, M. (2019). Pembuatan beton ringan seluler dengan foam agent pada aplikasi dinding. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1–8.
- Hariska, E., Kasman, K., & Ulum, S. (2019). Analisis sifat fisik dan mekanik beton geopolimer dengan pengikat berbahan dasar fly ash PLTU Mpanau. *Gravitasi*, 18(1), 24–35. <https://doi.org/10.22487/gravitasi.v18i1.13307>
- Marviana, F. E., Tsania, R., Saud, F. D., Muflihati, I., Suhendriani, S., & Ujianti, R. M. D. (2022). Komparasi sifat kimia, fisik dan sensoris cookies berbahan baku tepung cangkang kerang. *Jurnal Sains Boga*, 5(2), 77–87.
- Pitriyani, P., Devi, D. S., & Febryandi, F. (2024). Effect of cockle shell powder on the compressive strength of concrete with Viscocrete 3115 N Additive. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.36055/fondasi.v13i1.21995>
- Sebastian, L., Anggarengi, R., & Dani, I. (2024). Penggunaan limbah cangkang kerang darah (Anadara Granosa) sebagai bahan campuran agregat kasar terhadap kuat tekan beton K-175. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 1–10.
- Supriyadi, S., Thaib, A., Nurhayati, N., & Handayani, L. (2023). The potential of fishery waste as an alternative source of natural calcium: A Review. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(2), 163. <https://doi.org/10.29103/aa.v10i2.9755>
- Tiara., 2017. Pemanfaatan limbah kulit kerang sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton k-225, Universitas riau, Pekanbaru.