

Available online at www.jurnal.abulyatama.ac.id/tekniksipil
ISSN 2407-9200 (Online)

Universitas Abulyatama Jurnal Teknik Sipil Unaya



Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Telur Ayam Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Mortar

Yusri Ari Sanjaya¹, Cut Rahmawati^{1*}, Muhammad Zardi¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

*Email korespondensi : cutrahmawati@abulyatama.ac.id

Diterima Desember 2025; Disetujui 31 Januari 2026; Dipublikasi 31 Januari 2026

Abstract: Chicken eggshells contain approximately 98.2% calcium carbonate, which is also the primary component in the production of Portland cement. Based on this information, the present study aims to evaluate the effect of incorporating eggshell powder on the mechanical strength of mortar and to explore the potential of utilizing eggshell waste as a partial substitute for cement in mortar mixtures. In this study, eggshell powder was added at varying proportions of 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% by weight of cement. Each variation consisted of three specimens, resulting in a total of 15 samples for both compressive and flexural strength testing. The tests were conducted after 28 days of curing, with compressive strength measured using specimens of $5 \times 5 \times 5$ cm and flexural strength measured using specimens of $4 \times 4 \times 16$ cm. The results indicated that the addition of 7.5% eggshell powder yielded the highest compressive strength of 17.36 MPa, representing a 25.45% increase compared to the control mortar. Meanwhile, the 10% eggshell powder variation achieved the highest flexural strength of 0.76 MPa, an improvement of 4.4% over the control. These findings suggest that eggshell powder has promising potential as a partial replacement for cement in mortar production.

Keywords: eggshells, compressive strength, flexural strength, mortar.

Abstrak: Cangkang telur ayam mengandung sekitar 98,2% Kalsium Karbonat, yang juga merupakan komponen utama dalam pembuatan semen Portland. Berdasarkan informasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penambahan serbuk cangkang telur ayam terhadap kekuatan mekanis mortar serta untuk mengeksplorasi potensi penggunaan limbah cangkang telur sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran mortar. Pada penelitian ini, serbuk cangkang telur ditambahkan dengan variasi persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. Setiap variasi terdiri dari tiga sampel, sehingga total sampel yang digunakan untuk pengujian kekuatan tekan dan lentur adalah 15 sampel untuk masing-masing. Pengujian dilakukan setelah mortar berumur 28 hari, dengan pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berukuran $5 \times 5 \times 5$ cm dan pengujian kuat lentur menggunakan benda uji berukuran $4 \times 4 \times 16$ cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi dengan penambahan 7,5% serbuk cangkang telur memberikan nilai kekuatan tekan optimal sebesar 17,36 MPa, meningkat sebesar 25,45% dibandingkan dengan mortar normal. Sementara itu, variasi dengan 10% penambahan serbuk cangkang telur menghasilkan kekuatan lentur optimal sebesar 0,76 MPa, yang meningkat sebesar 4,4% dibandingkan mortar normal. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang telur sebagai pengganti sebagian semen dalam mortar memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

Kata kunci: cangkang telur, kuat tekan, kuat lentur, mortar

Mortar merupakan salah satu material bangunan yang terbentuk dari campuran semen, pasir, dan air yang diaduk secara merata dan berfungsi untuk merekatkan batu bata atau blok beton. Berdasarkan informasi dari Stadelman dan Cotteril, cangkang telur mengandung sekitar 98,2% Kalsium Karbonat, serta 0,9% Magnesium dan Fosfor. Penelitian ini mencoba mengeksplorasi penggunaan limbah cangkang telur yang telah digiling halus hingga lolos ayakan mesh nomor 200 sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam campuran mortar.

Kuat tekan adalah kemampuan suatu material untuk menahan beban atau gaya tekan tertentu. Dalam pengujian ini, benda uji diletakkan tepat di tengah antara alas dan alat penekan untuk menerima beban tekan dari atas. Variasi campuran serbuk cangkang telur yang digunakan dalam pengujian kuat tekan adalah 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. Setiap variasi memiliki tiga sampel, sehingga total benda uji untuk pengujian kuat tekan berjumlah 15 sampel.

Sementara itu, kuat lentur menggambarkan kapasitas balok mortar untuk menahan gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu panjangnya. Dalam proses pengujian, benda uji diletakkan di atas dua tumpuan baja, kemudian diberi beban secara vertikal tepat di bagian tengah hingga sampel patah menjadi dua. Sama seperti pengujian kuat tekan, variasi serbuk cangkang telur pada uji kuat lentur juga terdiri dari 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen. Setiap variasi diuji pada tiga sampel, sehingga total benda uji untuk uji lentur juga berjumlah 15.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental, yaitu dengan melakukan serangkaian pengujian langsung terhadap sampel di laboratorium untuk memperoleh data, melakukan verifikasi, serta menarik kesimpulan dari hasil pengujian tersebut. Seluruh rangkaian percobaan dilaksanakan di Laboratorium Universitas Abulyatama. Pengujian material dilakukan berdasarkan acuan dari Standar Nasional Indonesia (SNI) dan standar internasional dari American Society for Testing and Materials (ASTM). Pada tahap pengujian sifat mekanis mortar, dilakukan dua jenis pengujian utama, yaitu uji kuat tekan dan uji kuat lentur.

Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan dimensi 5x5x5 cm. Total jumlah sampel yang diuji sebanyak 15, di mana setiap variasi campuran terdiri atas 3 benda uji. Prosedur pengujian kuat tekan ini mengikuti pedoman dari standar ASTM C109 yang diterbitkan oleh *American Society for Testing and Materials*. Rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

f'_c adalah kuat tekan (MPa)

P adalah beban maksimum (N)

A adalah luas permukaan (mm²)

Pengujian kuat lentur dilaksanakan setelah mortar mencapai umur 28 hari. Benda uji yang digunakan memiliki ukuran 4 x 4 x 16 cm. Total sampel yang digunakan dalam pengujian ini berjumlah 15, dengan masing-masing variasi campuran terdiri atas 3 benda uji. Rumus:

$$\sigma_l = \frac{3PS}{2BW^2}$$

Keterangan:

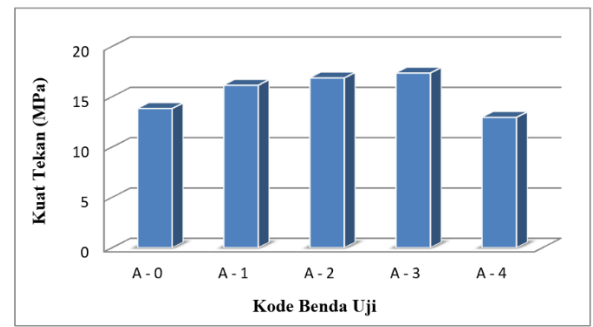
σ_l = Kuat lentur (MPa)

P = Beban Maksimum (Newton)

S = Panjang bentang (mm)

B = Lebar balok (mm)

W = Tinggi balok (mm)



Gambar 1. Hasil Uji Kuat Tekan pada Mortar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tekan pada mortar dilakukan setelah proses perawatan selesai dan mortar mencapai usia 28 hari.

Tabel 1. Nilai kuat tekan mortar

No.	Kode	Komposisi Campuran (%)	P _{max}		F _c '	Kuat Tekan Rata-rata	Kenaikan & Penurunan
			Serbuk Cangkang Telur				
			kN	MPa		MPa	%
1	A0	0	31.59	12.636			
			41.5	16.6			
			30.7	12.28			
			34.4	13.76			
2	A1	2.5	46.1	18.44		16.15	16.68
			40.6	16.24			
			40.7	16.28			
			50.3	20.12		16.88	21.98
3	A2	5	35.6	14.24			
			45.2	18.08			
			41.4	16.56		17.36	25.45
			43.6	17.44			
4	A3	7.5	31.5	12.6			
			31.9	12.76			
			33.8	13.52			
						12.96	-6.35
5	A4	10					

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh dari penambahan serbuk cangkang telur ayam pada variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% masing-masing adalah 13,84 MPa, 16,15 MPa, 16,88 MPa, 17,36 MPa, dan 12,96 MPa. Berdasarkan data tersebut, nilai kekuatan tekan tertinggi dicapai pada campuran dengan penambahan 7,5% serbuk cangkang telur, yaitu sebesar 17,36 MPa.

Pada Gambar 1 terlihat adanya peningkatan nilai kuat tekan masing-masing sebesar 16,68%, 21,98%, dan 25,45% pada variasi penambahan serbuk cangkang telur ayam sebanyak 2,5%, 5%, dan 7,5% dibandingkan dengan sampel kontrol. Namun, pada penambahan sebesar 10%, terjadi penurunan kekuatan tekan sebesar 6,35%. Peningkatan ini diduga karena kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi dalam cangkang telur ayam. Ketika serbuk tersebut dicampurkan ke dalam mortar, kalsium karbonat dapat berinteraksi dengan proses hidrasi semen Portland dan menghasilkan kristal kalsium silikat hidrat tambahan, yang berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan struktur mortar.

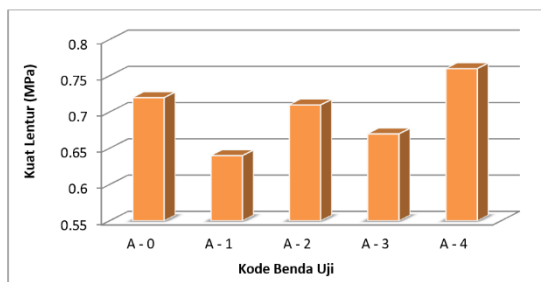
Hasil Uji Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur pada mortar dilakukan setelah masa perawatan selama 28 hari selesai.

Tabel 2. Kuat lentur mortar

Kode	Komposisi Campuran (%)	P _{Max}	F _c '	F _c ' Rata-rata	Kenaikan & Penurunan
	Serbuk Cangkang Telur	N	MPa	MPa	%
A0	0	200	0.750	0.72	0
		155.9	0.585		
		222.5	0.834		
A1	2.5	171	0.641	0.64	-11.8
		116.9	0.438		
		222.1	0.833		
A2	5	171.1	0.642	0.71	-1.6
		189.6	0.711		
		208.2	0.781		
A3	7.5	167.6	0.629	0.67	-7.8
		193.9	0.727		
		171.5	0.643		
A4	10	239.9	0.900	0.76	4.4
		183	0.686		
		181.1	0.679		

Nilai kuat lentur mortar dengan penambahan serbuk cangkang telur ayam pada variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% masing-masing adalah 0,64 MPa, 0,71 MPa, 0,67 MPa, dan 0,76 MPa secara berurutan. Dari hasil tersebut, kekuatan lentur tertinggi dicapai pada campuran dengan penambahan 10%, yaitu sebesar 0,76 MPa



Gambar 2. Hasil Uji Kuat Lentur pada Mortar

Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan kuat lentur sebesar 4,4% pada sampel dengan penambahan serbuk cangkang telur ayam sebanyak 10%. Sementara itu, variasi penambahan sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% justru mengalami penurunan kuat lentur masing-masing sebesar 11,8%, 1,6%, dan 7,8%.

KESIMPULAN

1. Penambahan serbuk cangkang telur ayam dalam campuran mortar memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap kekuatan tekan dan lentur mortar. Pengujian dilakukan dengan menggunakan variasi persentase penambahan serbuk cangkang telur ayam sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%.
2. Dari hasil pengujian terlihat bahwa penambahan serbuk cangkang telur ayam pada kadar 2,5%, 5%, dan 7,5% menghasilkan peningkatan kuat tekan masing-masing sebesar 16,15 MPa, 16,88 MPa, dan 17,36 MPa. Namun, pada

penambahan 10% terjadi penurunan nilai kuat tekan menjadi 12,96 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serbuk cangkang telur ayam lebih dari 7,5% tidak lagi memberikan peningkatan pada kuat tekan mortar.

3. Pengujian juga mengindikasikan bahwa penambahan serbuk cangkang telur ayam sebesar 5% dan 10% dapat meningkatkan kuat lentur mortar dengan nilai 0,71 MPa dan 0,76 MPa. Sebaliknya, pada persentase 2,5% dan 7,5% terjadi penurunan kuat lentur dengan nilai masing-masing 0,64 MPa dan 0,67 MPa. Hal ini menandakan bahwa pada kadar tertentu, serbuk cangkang telur ayam mampu memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kuat lentur mortar.
4. Kesimpulan dari pengujian ini menunjukkan bahwa komposisi penambahan serbuk cangkang telur ayam yang paling efektif untuk meningkatkan kuat tekan adalah 7,5% dengan kekuatan sebesar 17,36 MPa. Sedangkan untuk kuat lentur, komposisi efektif terdapat pada persentase 5% dan 10% dengan nilai kuat lentur masing-masing 0,71 MPa dan 0,76 MPa. Dengan demikian, terdapat kadar optimal tertentu dalam penggunaan serbuk cangkang telur ayam untuk meningkatkan sifat mekanis mortar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiaksa, A., Satria, Y., Sugiarto, A., Manajemen, M., Konstruksi, R., Sipil, J. T., Malang, P. N., Teknik, D. J., Politeknik, S., Malang, N., & Tekan, K. (2023). Pengaruh serbuk cangkang telur

- ayam sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan dan daya serap paving block. *Jurnal Online Skripsi*, 4(1), 285–291.
- Adiaksa, A., Satria, Y., Sugiarto, A., Manajemen, M., Konstruksi, R., Sipil, J. T., Malang, P. N., Teknik, D. J., Politeknik, S., Malang, N., & Tekan, K. (2023). Pengaruh serbuk cangkang telur ayam sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan dan daya serap paving block. *Jurnal Online Skripsi*, 4(1), 285–291.
- Alim, G., Sasmita, J., Fernando, M. R., & Sugiharto, H. (2017). Pengaruh Substitusi Parsial Semen dengan Cangkang Telur Ayam dan Fly Ash pada Karakteristik Mortar Beton. *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya*, 79–86.
- Civil, P., Journal, E., Klau, A. S., Phengkarsa, F., & Sanggaria, O. J. (2021). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Beton*. 3(4), 479–488.
- Dianti, Y. (2017). 済無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Fidela, G., Suhendra, S., Dony, W., & Fadlan, F. (2023). Analisis Kuat Tekan dan Absorpsi Mortar untuk Pasangan Dinding Bata dengan Bahan Tambah Bubuk Cangkang Telur. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(2), 401.
- Lase, P. I. (2021). Pemanfaatan serbuk Cangkang Telur Ayam sebagai bahan tambahan pembuatan Paving Block. *Skripsi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatra Utara, Medan*, 1–46.
- Rahmawati, N., Lakawa, I., & Sulaiman, S. (2021). Pengaruh Cangkang Kerang Laut Terhadap Kuat Tekan Beton. *Sultra Civil Engineering Journal*, 2(1), 46–54.
- Pohan, R. F. (2022). *Beton ramah lingkungan dengan cangkang telur sebagai pengganti sebagian semen*. 2(1), 15–19.
- Sahendra, R. (2020). *Pemanfaatan Penambahan Serbuk Cangkang Telur Terhadap Kuat Tekan Beton*.
- Venny Riza, F., Sapriandi Lubis, D., Vidia Br Manurung, F., Rizky Rizaldi Nst, M., Kunci, K., Busa, B., Tekan, K., Lentur, K., Tarik, K., & Elastisitas, M. (2020). *Progress in Civil Engineering Journal Analisis Mekanis Beton Busa Dengan Kombinasi Serat Sabut Kelapa Serta Bahan Tambahan Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur*.