

Pemanfaatan Abu Serabut Kelapa dan Serbuk Cangkang Telur Terhadap Kuat Tekan Beton

¹Fahrul Irfan Syah, ²Hammam Rofiqi Agustapraja

^{1,2} Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan
e-mail: hammamrofiqi@unisla.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara penghasil serabut kelapa terbesar di dunia dan belum mampu mengolahnya dengan maksimal. Limbah cangkang telur juga merupakan salah satu limbah yang sering dijumpai karena bahan baku makanan banyak yang menggunakan telur. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan penambahan abu serabut kelapa dan serbuk cangkang telur sebagai bahan substitusi semen dan manakah dari presentase 0%, 0,5%, dan 1,5% penambahan bahan campuran yang memiliki kuat tekan optimal untuk mutu beton K-225 atau setara dengan 19,3 MPa pada umur 28 hari. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen sesuai SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa penambahan abu serabut kelapa dan serbuk cangkang telur terhadap campuran beton mengalami penurunan nilai kuat tekan dibandingkan beton normal namun tidak signifikan. Nilai kuat tekan rata-rata beton normal didapatkan sebesar 19,58 MPa. Sedangkan untuk kuat tekan beton dengan bahan tambahan tertinggi adalah dengan presentase 0,5% abu serabut kelapa dan 0,5% serbuk cangkang telur dengan kuat tekan rata-rata sebesar 19,30 MPa.

Kata kunci: Abu serabut kelapa, serbuk cangkang telur, kuat tekan

Abstract

Indonesia is the largest coconut fiber producing country in the world and has not been able to process it optimally. Egg shell waste is also one of the wastes that is often encountered because many food raw materials use eggs. This research was conducted to determine the value of the compressive strength of concrete with the addition of coconut fiber ash and eggshell powder as a substitute for cement and which of the percentages of 0%, 0.5%, and 1.5% added mixture has optimal compressive strength for concrete quality. K – 225 or equivalent to 19.3 MPa at 28 days of age. The method used in this study is an experimental method according to SNI 03-2834-2000 concerning Procedures for Making Plans for Normal Concrete Mixture. The results of this study revealed that the addition of coconut fiber ash and eggshell powder to the concrete mixture decreased the compressive strength compared to normal concrete but not significantly. The average compressive strength value of normal concrete is 19.58 MPa. Whereas the compressive strength of concrete with the highest added material is the percentage of 0.5% coconut fiber ash and 0.5% eggshell powder with an average compressive strength of 19.30 MPa.

Keywords: Coconut fiber ash, Egg shell powder, Compressive strength.

Diterima Mei 2023
Disetujui Juni 2023
Dipublikasi Juni 2023

©2023 Fahrul Irfan Syah, Hammam Rofiqi Agustapraja
Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan saat ini menimbulkan kerusakan alam yang disebabkan oleh penggunaan bahan penyusun beton (Sucahyo, Agustapraja, & Damara, 2020). Beton digunakan untuk membangun gedung dan infrastruktur yang membuat hidup manusia lebih mudah, tetapi juga berkontribusi terhadap pemanasan global bagi planet kita (Błaszczyszki & Król, 2015). Jadi diperlukan adanya cara baru

yang belum pernah dilakukan sebelumnya untuk mengembangkan dan menghadirkan material alternatif (Majid & Rofiqi Agustapraja, 2021) yang digunakan sebagai penambah maupun pengganti bahan penyusun beton yang umum digunakan serta mampu mengurangi limbah pada lingkungan (Agustapraja & Dhana, 2021).

Beton memiliki kualitas yang berguna seperti tahan api, daya tahan, nilai kuat tekan tinggi, dan dapat dengan mudah dibentuk sesuai yang diinginkan. Material ini lebih sering digunakan sebagai bahan konstruksi. (Candra, Gardjito, Cahyo, & Prasetyo, 2019). Ada banyak variasi dalam penggunaan bahan baru sebagai campuran beton. Penggunaan bahan baru dalam campuran beton ini sangat diperlukan sebagai bahan yang diharapkan dapat mengganti material yang umum digunakan dan sebagai percobaan yang dapat menghasilkan penemuan baru. Hasil dari penelitian tersebut dapat digunakan dalam produksi bahan campuran beton di masa depan. (Rajasa, 2019).

Sebagai penghasil sabut kelapa terbesar di dunia, Indonesia belum dapat mengontrol pasokan sabut kelapa secara efisien. Produksi bahan campuran beton sampai saat ini masih jarang memanfaatkan limbah padat khususnya serat serabut kelapa (Affandy & Bukhori, 2019). Limbah cangkang telur yang dibuang dan tidak dimanfaatkan juga dapat digunakan sebagai campuran beton. Diketahui bahwa cangkang telur mengandung kalsium karbonat, kandungan ini juga salah satu komponen semen Portland. Jadi, kulit telur setelah diolah dengan beberapa proses dapat digunakan dalam campuran beton sebagai pengganti sebagian semen (Klau, Phengkarsa, & Sanggaria, 2021).

Tujuan dari penelitian ini yang pertama adalah untuk memanfaatkan limbah serabut kelapa dan cangkang telur sebagai substitusi semen pada campuran beton. Kedua untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan beton. Ketiga untuk menentukan berapa persentase antara 0,5% dan 1,5%, 1,5% dan 0,5%, 0,5% dan 0,5%, serta 1,5% dan 1,5% penambahan abu serabut kelapa dan serbuk cangkang telur agar mendapatkan hasil yang optimal untuk mutu beton K – 225 pada umur 28 hari.

Peneliti menentukan abu serabut kelapa dan serbuk cangkang telur sebagai bahan pengganti sebagian semen karena ada beberapa kandungan kimia dari kedua bahan tersebut yang sama dengan semen. Abu serabut kelapa terdiri dari komponen organik seperti serat selulos dan lignin. Mineral seperti silika, aluminium, dan oksida besi juga ditemukan dalam limbah ini. (Rohana, 2022). Kandungan dari cangkang telur kering diantaranya kurang lebih 95% kalsium karbonat dan beratnya 5,5 gram, rata-rata cangkang telur juga mengandung sekitar 3% fosfor dan 3% natrium, magnesium, seng, kalium, mangan, tembaga, dan besi. Kandungan tersebut sama dengan beberapa

kandungan semen (Fitriani, M, & Farida, 2017). Komposisi bahan penyusun semen, abu serabut kelapa, dan serbuk cangkang telur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan yang sama antara bahan tambah dan semen

Komposisi	Presentase pada semen (%)	Presentase pada abu serabut kelapa (%)	Presentase pada serbuk cangkang telur (%)
CaO (kapur)	60 – 65	9,51	90,9
SiO ₂ (Silika)	17 - 25	20,19	-
Al ₂ O ₃ (alumina)	3 – 8	0,65	-
Fe ₂ O ₂ (Besi)	0,5 – 6	-	-
MgO (Magnesia)	0,5 – 4	3,15	0,37 – 0,40
SO ₃ (Sulfur)	1 – 2	1,43	0,09 – 0,19
Na ₂ O + K ₂ O (Potash)	0,5 – 1	-	0,10 – 0,19

Sumber : (Ardhiansyah, 2018), (Falahiyah, 2015), (Warsy, Sitti, & Waode, 2016)

Berdasarkan data pada tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat beberapa kandugan dari kedua bahan tambah yang sama dengan semen. Untuk presentase terbesar adalah silika pada abu serabut kelapa dan kalsium oksida pada serbuk cangkang telur.

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Metode ini juga sesuai dengan metode yang digunakan di Laboratorium Universitas Islam Lamongan. Langkah-langkah yang ditempuh pada penelitian ini yaitu memulai penelitian, kemudian mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan yaitu dengan meninjau penelitian terdahulu, mempelajari metode pelaksanaan penelitian beton sesuai SNI dan ASTM, serta pengujian terhadap bahan penyusun beton untuk dapat menentukan suatu *mix design*. Setelah menyusun *mix design* selanjutnya mempersiapkan bahan penyusun beton sesuai hasil perhitungan. Setelah semua bahan siap pembuatan benda uji dapat dilakukan. Kemudian pengetesan kuat tekan beton setelah umur beton mencapai 28 hari. Menyimpulkan penelitian, dan penelitian selesai.

Pada persiapan bahan juga meliputi proses terhadap bahan tambah abu serabut kelapa dan serbuk cangkang telur. Pada proses terhadap cangkang telur terdapat proses memasukkan ke dalam oven selama 60 menit dengan suhu 110⁰C. serbuk cangkang telur yang dipanaskan pada suhu tinggi dapat melepas gas karbon dioksida (CO₂) pada kalsium karbonat (CaCO₃) dan terbentuknya molekul kalsium oksida (CaO), kandungan ini sama dengan semen (Sasmita, Fernando, & Sugiharto, 2019).

Bahan tambah yang digunakan telah melewati beberapa proses. Untuk abu serabut kelapa telah melewati proses pencucian serabut kelapa, pengeringan, kemudian pembakaran, dan diayak menggunakan ayakan no. 200. Proses terhadap serabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses Pembakaran Serabut Kelapa

Gambar 1 merupakan proses pembakaran yang dilakukan terhadap abu serabut kelapa. Pembakaran dilakukan pada tempat yang terbuat dari besi sehingga tidak terbakar dan pengumpulan abu dapat dilakukan dengan mudah.

Sedangkan proses terhadap cangkang telur diantaranya pencucian cangkang telur, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari, setelah itu di blender, diayak menggunakan ayakan no 200 dan di oven dengan suhu 110°C. Proses terhadap cangkang telur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Proses Terhadap Cangkang Telur

Gambar 2 merupakan proses menghaluskan cangkang telur dengan blender. Proses tersebut dilakukan agar serbuk cangkang telur dapat halus secara merata dan dapat lolos ayakan no. 200.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Pengujian terhadap kedua bahan tambah dilakukan bersama dengan pengujian semen. Jadi, pengujian semen pada penelitian ini dilakukan sebanyak 5 kali. Pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Universitas Islam Lamongan dan sama dengan pengujian semen normal yaitu pengujian konsistensi normal semen, waktu mengikat dan mengeras semen, serta pengujian berat jenis semen.

Hasil dari pengujian konsistensi normal semen (ASTM C-187-86) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Konsistensi Normal Semen dengan Bahan Tambah

	Percobaan Ke-	1	2	3
0% : 0%	Berat Semen + Bahan Tambah	250	250	250
	Berat Air	66	65	63
	Penurunan (mm)	21	17	10
	Konsistensi	26,4%	26,0%	25,2%
0,5% abu serabut kelapa : 1,5% serbuk cangkang telur	Berat Semen + Bahan Tambah	250	250	250
	Berat Air	69	68	67
	Penurunan (mm)	13	11	10
	Konsistensi	27,6%	27,2%	26,8%
1,5% abu serabut kelapa : 0,5% serbuk cangkang telur	Berat Semen + Bahan Tambah	250	250	250
	Berat Air	70	69	68
	Penurunan (mm)	13	12	10
	Konsistensi	28,0%	27,6%	27,2%
0,5% abu serabut kelapa : 0,5% serbuk cangkang telur	Berat Semen + Bahan Tambah	250	250	250
	Berat Air	63	65	66
	Penurunan (mm)	7	8	10
	Konsistensi	25,2%	26,0%	26,4%
1,5% abu serabut kelapa : 1,5% serbuk cangkang telur	Berat Semen + Bahan Tambah	250	250	250
	Berat Air	67	68	69
	Penurunan (mm)	8	9	10
	Konsistensi	26,8%	27,2%	27,6%

Berdasarkan ketentuan ASTM C-187-86 (ASTM C 187-86, n.d.) nilai konsistensi normal semen antara 26% - 29%. Pada tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai konsistensi normal semen dengan bahan tambah memenuhi ketentuan yang ada karena nilainya berkisar antara 26% - 29%.

Hasil dari pengujian waktu mengikat dan mengeras semen (ASTM 191-92) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

Nomor	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)				
		Normal	Abu serabut kelapa : Serbuk cangkang telur			
			0,5% : 1,5%	1,5% : 0,5%	0,5% : 0,5%	1,5% : 1,5%
1	45	40	38	38	39	39
2	60	40	38	38	39	39
3	75	40	38	38	39	39
4	90	37	36	37	36	35
5	105	34	32	33	32	34
6	120	25	25	26	22	26
7	135	20	19	18	18	22
8	150	13	11	13	12	16
9	165	7	9	11	7	14
10	180	2	6	8	3	10
11	195	1	2	5	2	7
12	210	0	1	2	0	2
13	225	-	0	0	-	1
14	240	-	-	-	-	0

Berdasarkan ketentuan ASTM C-191-92, nilai waktu ikat semen antara 49-202 menit. Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa waktu ikat semen dengan bahan tambah tidak memenuhi ketentuan yang ada karena nilainya lebih dari 202 menit.

Hasil dari pengujian berat jenis semen (ASTM C-188-89) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian Berat Jenis Semen

Percobaan Nomor	Variasi (Abu serabut kelapa : Serbuk cangkang telur)									
	Normal		0,5% : 1,5%		1,5% : 0,5%		0,5% : 0,5%		1,5% : 1,5%	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Berat Semen (w)-(gr)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Berat semen + Minyak + Labu takar (w2)-(gr)	548	550	509	508	506	507	507	506	505	506
Berat Labu takar + Minyak (w3)-(gr)	364	365	332	332	331	331	331	331	332	332
$B_j = 0,8 w_1 / (w_1 + w_3 - w_2)$	3,03	3,08	2,74	2,7	2,67	2,7	2,7	2,67	2,59	2,6
Rata-Rata Berat Jenis Semen	3,05		2,72		2,54		2,54		2,6	

Berdasarkan ketentuan ASTM C-188-89, nilai berat jenis semen antara 3,00–3,20 t/m³. Kesimpulan yang dapat diambil dari tabel 4 yaitu nilai dari berat jenis semen rata rata dengan bahan tambah tidak memenuhi ketentuan yang ada karena nilainya kurang dari 3,00 t/m³.

Pembahasan

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penambahan abu serabut kelapa dengan presentase 0%, 0,25%, 0,5%, dan 0,75% pada beton mutu rendah yaitu K-100 mengalami peningkatan tiap presentasinya. Untuk hasil tertinggi dengan penambahan 0,75% abu serabut kelapa yaitu sebesar 23,688 MPa (Affandy & Bukhori, 2019). Sedangkan pada penambahan serbuk cangkang telur presentase 0%, 4%, 6%, dan 8% dengan mutu beton rencana 25 MPa mengalami penurunan namun tidak signifikan. Nilai kuat tekan tertinggi pada beton dengan penambahan 4% serbuk cangkang telur yaitu sebesar 25,842 MPa (Klau et al., 2021).

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan sesuai SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Pengujian dilakukan ketika beton berumur 28 hari dan tiap variasi terdapat 3 kali pengujian. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hasil Tes Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Percobaan Ke -	Normal	Nilai Kuat Tekan Beton (MPa)			
		0,5% ASK 1,5% SCT	1,5% ASK 0,5% SCT	0,5% ASK 0,5% SCT	1,5% ASK 1,5% SCT
1	19,69	18,90	18,50	19,24	18,08
2	19,57	18,98	18,68	19,29	17,67
3	19,49	18,84	18,32	19,36	18,14
Rata – Rata	19,58	18,91	18,50	19,30	17,96

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada tabel 5 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan rata – rata untuk beton normal adalah 19,58 MPa. Beton dengan campuran 0,5% abu serabut kelapa 1,5% serbuk cangkang telur sebesar 18,91 MPa. Beton dengan campuran 1,5% abu serabut kelapa 0,5% serbuk cangkang telur sebesar 18,50 MPa. Beton dengan campuran 0,5% abu serabut kelapa 0,5% serbuk cangkang telur sebesar 19,30 MPa. Beton dengan campuran 1,5% abu serabut kelapa 1,5% serbuk cangkang telur sebesar 17,96 MPa.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil tes kuat tekan beton yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa penambahan 0,5% abu serabut kelapa dan 0,5% serbuk cangkang telur dapat dijadikan bahan campuran beton karena untuk beton dengan mutu K-225 minimal nilai kuat tekan sebesar 19,3 MPa. Untuk beton dengan bahan tambah abu serabut kelapa

dan serbuk cangkang telur presentase 0,5% dan 1,5%, 1,5% dan 0,5%, serta 1,5% dan 1,5% tidak memenuhi syarat yang ada.

Pengujian bahan harus dilakukan dengan baik dan teliti karena hasil pengujian bahan nantinya berpengaruh terhadap komposisi bahan penyusun beton, sehingga hasil dari uji kuat tekan beton memenuhi ketentuan yang ada. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan presentase yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

Daftar Pustaka

- Affandy, N. A., & Bukhori, A. I. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Universitas Islam Lamongan*, 3(2), 52–56.
- Agustapraja, H. R., & Dhana, R. R. (2021). The Effect of Newspaper Powder on Structural Concrete Pressure F_c '21, 7 Mpa. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 830(1). doi:10.1088/1755-1315/830/1/012002
- Ardhiansyah, M. D. (2018). Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Beton (The Influence of Using Coconut Fibers As Fiber Materials to the Compression Stress and Absorbent of Concrete). *Universitas Islam Indonesia*, 1–114.
- ASTM C 187-86. (n.d.). Normal Consistency Of Hydraulic Cement.
- Błaszczczyński, T., & Król, M. (2015). Usage of Green Concrete Technology in Civil Engineering. *Procedia Engineering*, 122(January), 296–301. doi:10.1016/j.proeng.2015.10.039
- Falahiyah. (2015). Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi H₂SO₄. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Fitriani, S., M, W. M. F., & Farida, I. (2017). Penggunaan Limbah Cangkang Telur , Abu Sekam , dan Copper Slag Sebagai Material Tambahan Pengganti Semen. *Jurnal STT-Garut All Right Reserved*, 15(1), 46–56. doi:http://journals.sttgarut.ac.id
- Klau, A. S., Phengkarsa, F., & Sanggaria, O. J. (2021). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Beton. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(4), 479–488.
- Majid, A., & Rofiqi Agustapraja, H. (2021). The Effect Of Adding Cement Waste On The Quality Of Concrete Compressive The Effect Of Adding Cement Waste On The Quality Of Concrete Compressive. *Civilla J. Tek. Sipil Univ. Islam Lamongan*, 6(2), 213. doi:10.30736/cvl.v2i2

- Rajasa, G. I. S. (2019). Kuat tekan menggunakan variasi penambahan kleled (limbah pengecoran logam) sebagai pengganti komposisi pasir dari Ceper Klaten sebagai agregat halus. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(2), 126–129.
- Rohana, E. A. (2022). Pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. *Universitas Islam Riau*, 1–58.
- Sasmita, G. A. J., Fernando, M. R., & Sugiharto, H. (2019). Pengaruh Substitusi Parsial Semen dengan Cangkang Telur Ayam dan Fly Ash pada Karakteristik Mortar Beton. *Universitas Kristen Petra Surabaya*, 8(1), 79–86.
- Sucahyo, I. A., Agustapraja, H. R., & Damara, B. (2020). PEMANFAATAN LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI CAMPURAN PAVING BLOCK (Ditinjau dari Kuat Tekan dan Resapan Air). *UKaRsT*, 4(1), 1. doi:10.30737/ukarst.v4i1.708
- Warsy, Sitti, C., & Waode, R. (2016). Telur Untuk Produksi Pasta Komposit. *Jurnal Jurusan Kimia, Fakultas Sains Dan Teknologi , UIN Alauddin Makassar*, 4(2), 86–97.