

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SERBUK CANGKANG PALA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR DINDING

Rahmat Aldy^{1*}, Muh. Jabir², Sulfanita³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, aldyrahmat426@gmail.com
jabirdiah@gmail.com, andisulfanita@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh pemanfaatan limbah serbuk cangkang pala sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan mortar dinding. Pemanfaatan limbah pertanian, khususnya cangkang pala, diharapkan mampu menjadi alternatif material ramah lingkungan yang dapat meningkatkan nilai tambah pada mortar sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif, di mana benda uji berupa kubus mortar berukuran 5×5×5 cm dibuat dengan variasi campuran serbuk cangkang pala sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7% dari berat agregat halus. Perawatan benda uji dilakukan selama 28 hari, kemudian diuji kuat tekannya menggunakan mesin uji tekan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan serbuk cangkang pala berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kuat tekan mortar, di mana mortar normal (0%) menghasilkan kuat tekan sebesar 9,33 MPa, variasi 3% meningkat menjadi 11,33 MPa, variasi 5% mencapai 13,33 MPa, dan variasi 7% menunjukkan nilai tertinggi yaitu 15,33 MPa. Seluruh variasi telah memenuhi standar kuat tekan minimum mortar kelas M5 (≥ 5 MPa) berdasarkan EN 998-1-2017. Dengan demikian, serbuk cangkang pala dapat dijadikan bahan alternatif substitusi agregat halus pada mortar dinding karena terbukti meningkatkan performa mekanik mortar secara signifikan serta berpotensi diaplikasikan pada material konstruksi berkelanjutan.

Kata kunci : mortar, serbuk cangkang pala, substitusi agregat halus, kuat tekan, material ramah lingkungan

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi arsitektur gedung di Indonesia hadapi kemajuan yang penting di tiap tahunnya. Perihal itu bisa dibuktikan dengan meningkat banyaknya gedung yang dibuat, bermacam wujud serta tipe gedung serta bermacam teknologi terkini yang sudah ditemui. Bersamaan dengan kemajuan itu, terus menjadi besar pula keinginan warga besar kepada konsumsi batu selaku salah satu tipe materi arsitektur gedung[1].

Bermacam usaha butuh dicoba buat mengambil alih materi gedung konvensional supaya berat sesuatu arsitektur jadi lebih enteng[2]. Batu yang dipakai dalam pembangunan terdiri dari air, hasil akumulasi agresif, (batu rusak, batu), hasil akumulasi lembut (pasir) serta semen portland yang dalam cara produksinya menciptakan gas CO₂ (karbonium dioksida) dalam jumlah besar serta menyebabkan emisi karbonium dioksida bertambah, butuh lekas

dicarikan usaha buat dapat memencet nilai penciptaan gas yang mencemari area. Bersamaan dengan perkembangan pembangunan prasarana yang terus menjadi bertambah. Perihal itu pastinya membuat keinginan materi dasar penting arsitektur batu bertambah menyebabkan penciptaan (semen) meningkat, serta timbul pabrik-pabrik semen baru [3].

Salah satu usulan untuk produksi bahan konstruksi berkelanjutan adalah penggabungan limbah ke dalam mortar [4][5]. Disini salah satu limbah dan ramah lingkungan adalah cangkang biji pala. Pala memiliki peluang yang bagus sebab senantiasa diperlukan dengan cara kontinyu bagus dalam pabrik santapan, minuman, obat-obatan serta lain-lain. Hingga dikala ini Indonesia agen bulir serta fuli pala terbanyak ke pasar bumi(dekat 70%)[6].

keinginan dalam negara buat pala pula lumayan cukup besar, ini di amati dari ekspor minyak pala di indonesia dekat 350 ton per tahunnya[7] Bersamaan dengan banyaknya keinginan warga di bermacam industry, cangkang pala kerap kali jadi kotoran yang tidak digunakan lagi sebab tidak banyak orang yang ketahui hendak khasiat dari cangkang pala[8].

Dalam riset ini dipakai cangkang pala selaku materi substitusi hasil akumulasi lembut buat mortar. Perihal itu diharapkan bisa membagikan pemecahan dalam memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan serupa sekali lebih dahulu, semacam cangkang pala[9].

2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Teknik Pengumpulan Data

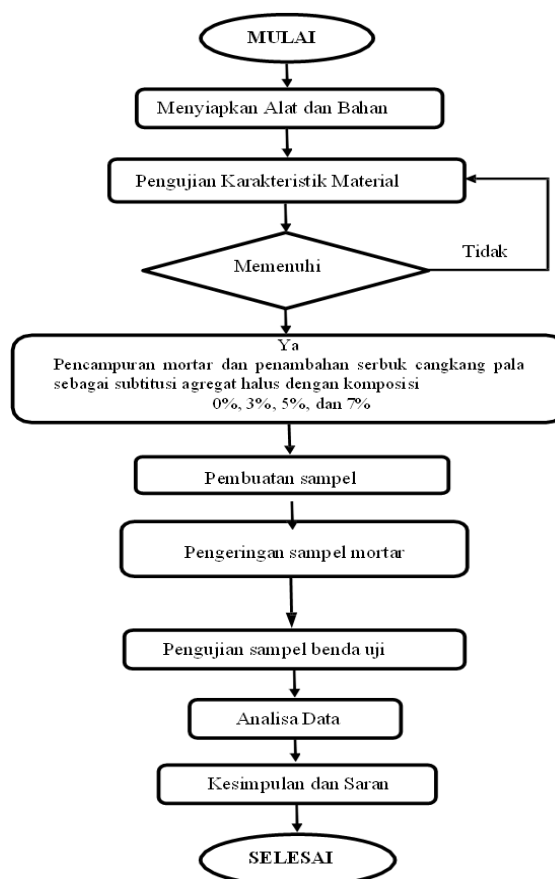
Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yaitu metode penelitian yang menekankan pada penggunaan angka mulai dari proses pengumpulan data, analisis, hingga penyajian hasil penelitian yang didukung dengan tabel, gambar, dan grafik. Metode yang diterapkan adalah metode penelitian eksperimental, di mana data diperoleh melalui serangkaian pengujian laboratorium di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan serbuk cangkang pala sebagai substitusi sebagian agregat halus dalam campuran mortar dinding. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus berukuran 5×5×5 cm dengan variasi penambahan serbuk cangkang pala sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7% dari berat agregat halus. Prosedur penelitian meliputi persiapan bahan, pembuatan benda uji, perawatan sampel selama 28 hari, serta pengujian kuat tekan menggunakan mesin uji tekan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi persentase serbuk cangkang pala terhadap kuat tekan mortar, kemudian dibandingkan dengan mortar normal tanpa penambahan serbuk cangkang pala.

2.2 Tahap Pembuatn mortar dinding

- 1) Pengujian karakteristik material yang digunakan yaitu pasir, semen, air, dan cangkang pala,
- 2) Kemudian uji coba pembuatan mortar menggunakan cangkang pala untuk variasi 0%, 3%, 5% dan 7% dan dicampur dengan air bersih 40-60 liter dengan normal 50 liter.

- 3) Kemudian Cangkang pala dicuci untuk menghilangkan kotoran, minyak, atau bahan organik lain yang dapat memengaruhi kualitas mortar.
- 4) Cangkang dikeringkan, dengan cara dijemur atau menggunakan oven pengering, untuk memastikan kadar air rendah.
- 5) Cangkang yang sudah kering dihancurkan menggunakan alat penghancur (crusher) menjadi partikel yang lebih kecil.
- 6) Serbuk hasil penghancuran diayak untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam campuran mortar.
- 7) Serbuk cangkang biji pala dicampur dengan bahan dasar mortar seperti semen, pasir, dan air.
- 8) Semua bahan dicampur menggunakan mixer hingga homogen.
- 9) Campuran mortar dituangkan ke dalam cetakan 5 x 5 x 5 cm sesuai dengan kebutuhan pengujian.
- 10) Mortar dipadatkan untuk mengurangi rongga udara dan memastikan distribusi bahan yang merata. Cetakan dibiarkan pada suhu ruangan selama 24 jam untuk pengerasan awal.
- 11) Mortar direndam selama 24 jam untuk mengukur daya serap air (saturasi). Hal ini sesuai standar ASTM C642.

2.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

- 1) Siapkan alat dan benda uji yang telah dipotong dan direndam
- 2) Masukkan benda uji kedalam mesin uji kuat tekan dengan diapit plat besi dipermukaan atas dan bawah.
- 3) Nyalakan mesin uji kuat tekan sampai benda uji hancur dan lihat pada nilai pembacaan mesin apabila nilai sudah tidak naik maka matikan alat.
- 4) Catat nilai yang muncul pada pembacaan alat.
- 5) Analisis nilai tersebut untuk mendapatkan nilai kuat tekan benda uji

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI 1969-2016 dilakukan terhadap agregat halus [10][11]. Hasil rekapitulasi pengujian ditunjukkan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Rekap Pengujian Agregat Halus
(Sumber: hasil olah data, 2025)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2,29%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3,66%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,45	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,49	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,93%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,42	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,31	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,36	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2,36	Memenuhi

3.2 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

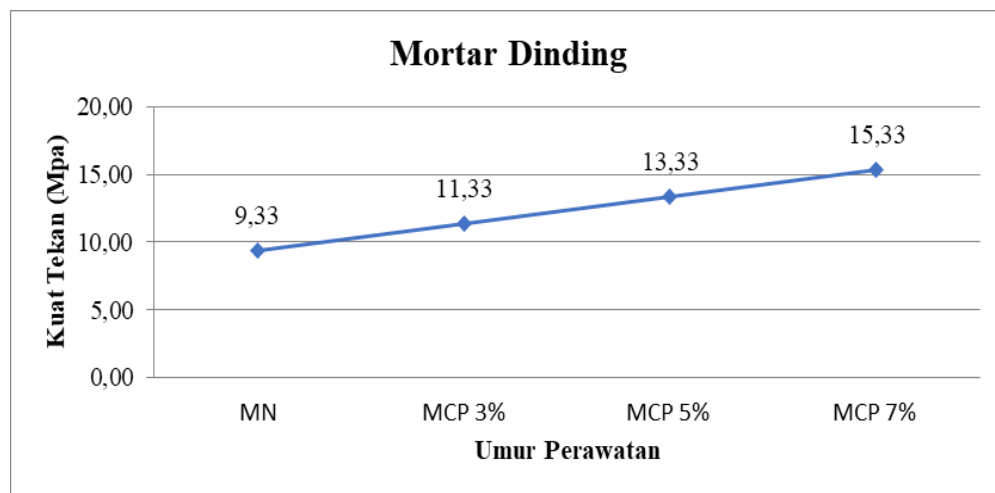
Tabel 1. Rekapitulasi Jumlah Bahan yang Diperlukan
(Sumber: hasil olah data, 2025)

Bahan	Kebutuhan (kg)
Semen	1,18
Pasir	0,65
Cangkang Pala	0,65
Air	1,00

3.3 Kuat Tekan

Setelah menyelesaikan proses pembuatan dan perawatan benda uji, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian kuat tekan. Pengujian ini dilakukan pada umur perawatan 28 hari dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran $5 \times 5 \times 5$ cm. Jumlah benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 sampel, yang terdiri atas empat variasi campuran, yaitu M0% (tanpa serbuk cangkang pala), M3% (dengan penambahan serbuk cangkang pala 3%), M5% (dengan penambahan serbuk cangkang pala 5%), dan M7% (dengan penambahan serbuk

cangkang pala 7%). Masing-masing variasi campuran dibuat sebanyak tiga sampel uji. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan, sampel mortar terlebih dahulu direndam dalam air sesuai prosedur perawatan, kemudian dikeringkan pada permukaan luar. Selanjutnya, sampel kubus diletakkan di mesin uji kuat tekan dengan posisi sejajar terhadap plat penekan. Beban diberikan secara bertahap hingga benda uji mengalami keruntuhan. Nilai beban maksimum yang tercatat pada mesin kemudian dikonversi untuk mendapatkan nilai kuat tekan mortar, sehingga dapat diketahui pengaruh variasi serbuk cangkang pala terhadap peningkatan kuat tekan mortar dinding. Berikut adalah grafik kuat tekan mortar variasi keseluruhan :



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Mortar Variasi Keseluruhan

(Sumber: Data pengujian beton di Laboratorium)

Grafik diatas menjelaskan bahwa kuat tekan mortar dinding ukuran 5 x 5 x 5 cm menunjukkan peningkatan kuat tekan secara signifikan. Dari hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa Mortar normal 0% memiliki kuat tekan sebesar 9,33 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, penambahan serbuk cangkang pala sebesar 3% meningkatkan kuat menjadi 11,33 Mpa, 5% menjadi 13,33 MPa, dan penambahan serbuk cangkang pala variasi 7% mencapai nilai tertinggi yaitu 15,33 Mpa. Maka semua variasi ini memenuhi standar mortar kelas M5 (minimal 5 MPa) menurut EN 998-1-2017.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan, dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk cangkang pala pada mortar dinding terbukti meningkatkan kuat tekan secara signifikan. Mortar normal tanpa campuran (0%) memiliki kuat tekan sebesar 9,33 MPa pada umur 28 hari, sedangkan variasi 3% meningkat menjadi 11,33 MPa, variasi 5% mencapai 13,33 MPa, dan variasi 7% menghasilkan nilai tertinggi sebesar 15,33 MPa. Seluruh variasi tersebut telah memenuhi standar mortar kelas M5 (minimal 5 MPa) menurut EN 998-1-2017. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang pala sebagai substitusi agregat halus mampu memberikan peningkatan performa mekanik mortar, sehingga layak dijadikan bahan alternatif ramah lingkungan dalam campuran mortar dinding.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus, I., & Midu, M. (2017). Studi Eksperimental Substitusi Pasir Besi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 6(2), 81–91. <https://doi.org/10.55340/jmi.v6i2.591>
- [2] Hermanto, J., & Usamah, M. (2022). Densitas Beton Segar, Absorpsi dan Kuat Tekan Mortar Menggunakan Limbah Cangkang Kulit Pala. *Jurnal Sains, Sosial Dan Humaniora (Jssh)*, 2(2), 76–81. <https://doi.org/10.52046/jssh.v2i2.1512>
- [3] Hudha, N. U. Al. (2022). Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Pala (*Myristica fragrans houtt*) Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan COD Dan BOD Pada Limbah Cair Tahu. [https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/22435/1/Nuzulla Ummul Al Hudha%2C 170702016%2C FST%2C TL%2C 082217177039.pdf](https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/22435/1/Nuzulla%20Ummul%20Al%20Hudha%20170702016%20FST%20TL%20082217177039.pdf)
- [4] Indonesia, D. A. (2018). Data Atsiri, Tanaman Atsiri, Negara Tujuan Ekspor.
- [5] Darwis, F., Sultan, M. A., & Sidogu, D. (2018). Variasi penggunaan pasir besi pada campuran mortar. *Journal Of Science And Engineering*, 1(1), 21-30.
- [6] Jariah, A., & Hernawati, H. (2019). Sintesis Dan Analisis Hasil Uji Karbon Aktif Berbahan Dasar Organik Yang Berbeda-Beda. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 13(2), 149–155. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v13i2.7833>
- [7] Jurusan, D., Sipil, T., Fakfak, P. N., Pala, C., & Beton, K. T. (1978). CANGKANG PALA SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI SEBAGIAN. 42–49.
- [8] Kadar, P., Tembaga, L., & Mardiana, D. (2023). (*Myristica fragrans H .*) DAN PASIR KUARSA TERHADAP.
- [9] Long, Y., Wu, S., Xiao, Y., Cui, P., & Zhou, H. (2018). VOCs reduction and inhibition mechanisms of using active carbon filler in bituminous materials. *Journal of Cleaner Production*, 181, 784–793. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.222>
- [10] Manialup, E., Pangkerego, F., Ludong, D., & Pinatik, H. F. (2015). Kajian pembuatan briket Arang dari limbah tempurung pala (*Myristica fragrans Haitt*). *Cocos*. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/8666/8231>
- [11] NANAN NURDJANNAH. (2007). Teknologi Pengolahan Pala. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*.