

Pengaruh Penggunaan Cangkang Kluwak (Pangi) sebagai Substitusi Agregat Kasar terhadap Karakteristik Beton

Sainal R. Tallu Lembang ^{*1}, Jonie Taniyaya ^{*2}, Suryanti Rapang Tonapa ^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Penelitian Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, sainaltallulembang808@gmail.com^{*1}

^{*2,3} Dosen Program Penelitian Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, jonie.taniyaya@gmail.com² dan suryantirt19@gmail.com^{*3}

Corresponding Author: sainaltallulembang808@gmail.com

Abstrak

Terbatasnya sumber daya alam mendorong munculnya inovasi baru mengenai alternatif bahan dalam campuran pembuatan beton, termasuk cangkang kluwak sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh substitusi agregat kasar yaitu cangkang kluwak terhadap ketahanan beton. Proporsi cangkang kluwak yang diteliti 4 variasi dengan presentase tanpa pencampuran sampai dengan 7,5% dari total berat agregat kasar dengan penambahan 2,5%. Uji coba dilakukan pada sampel berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm dan balok berdimensi 60 x 15 x 15 cm. Pengujian ini dilakukan pada hari ke-7, ke-21, dan ke-28. Pada uji beton hari ke-28, kuat tekan beton yang tidak mengandung cangkang kluwak mencapai 28,459 MPa. Namun, saat ditambahkan 2,5% cangkang kluwak, kuat tekan menurun menjadi 20,434 MPa; pada 5% menjadi 14,407 MPa; dan pada 7,5% menjadi 11,471 MPa. Untuk setiap persentase cangkang kluwak yang berbeda, kuat tarik belah diamati sebesar 2,475 MPa, 2,074 MPa, 1,697 MPa, dan 1,367 MPa. Sementara itu, nilai kuat lentur tercatat pada 2,770 MPa, 2,468 MPa, 2,418 MPa, dan 2,115 MPa. Kesimpulan dari data ini adalah substitusi cangkang kluwak pada agregat kasar memberikan pengaruh signifikan pada karakteristik beton.

Kata kunci: Beton Normal, Cangkang Kluwak, Uji Beton

Abstract

Limited natural resources have led to new innovations regarding alternative materials in concrete-making mixtures, including kluwak shells as a partial replacement for coarse aggregates. This study aims to evaluate the effect of substitution of coarse aggregate, namely kluwak shell, on concrete resistance. The proportion of kluwak shells studied was 4 variations with a percentage without mixing up to 7.5% of the total weight of the coarse aggregate with an addition of 2.5%. The trial was carried out on cylindrical samples with a size of 15 x 30 cm and blocks with dimensions of 60 x 15 x 15 cm. These tests were conducted on days 7, 21, and 28. On the 28th day of the concrete test, the compressive strength of concrete that did not contain kluwak shells reached 28.459 MPa. However, when 2.5% of the kluwak shell is added, the compressive strength decreases to 20.434 MPa; at 5% to 14,407 MPa; and at 7.5% to 11,471 MPa. Untuk setiap persentase cangkang kluwak yang berbeda, kuat tarik belah diamati sebesar 2,475 MPa, 2,074 MPa, 1,697 MPa, dan 1,367 MPa. Sementara itu, nilai kuat lentur tercatat pada 2,770 MPa, 2,468 MPa, 2,418 MPa, dan 2,115 MPa. Kesimpulan dari data ini adalah substitusi cangkang kluwak pada agregat kasar memberikan pengaruh signifikan pada karakteristik beton.

Keywords: Normal concrete, Kluwak shell, Concrete Test

PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi, beton kerap menjadi pilihan utama sebagai material bangunan. Beton terdiri dari material alami seperti pasir, kerikil, dan semen. Namun dengan menipisnya sumber daya alam tersebut,

muncul beragam alternatif bahan pembuat beton, salah satunya yaitu cangkang kluwak. Ada beberapa penelitian yang menggunakan alternatif serupa sebagai bahan campuran beton, diantaranya:

1. Penelitian dengan penggunaan tempurung kelapa sebagai alternatif agregat kasar pada campuran beton. 48 sampel beton dianalisis melalui pengujian laboratorium dan diperoleh kuat tekan maksimal pada 27,689 MPa pada umur beton yang ke-28 [1].
2. Penelitian dengan penggunaan limbah cangkang kemiri sebagai pengganti kerikil pada beton dengan variasi 0% sampai 10% dari berat agregat kasar dengan penambahan 2,5%. Dari penelitian dihasilkan beton dengan campuran 10% cangkang kemiri memiliki rata-rata kuat tekan 22,54 MPa, berat jenis 1,74 Kg/cm³, dan kuat tarik belah sebesar 2,71 MPa. Dari hasil karakteristik ini, ditarik kesimpulan bahwa beton tersebut digolongkan dalam kategori beton ringan [2].
3. Pengujian dengan substitusi kerikil dari tempurung kelapa pada pengujian beton normal yang menggunakan proporsi tempurung kelapa 0% - 30% dari total berat agregat kasar dengan peningkatan 10% disetiap variasi, diperoleh hasil uji dengan peningkatan signifikan pada kuat tekan dan tarik belah beton untuk variasi 10% [3].
4. Penelitian dengan penggunaan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton. Dalam penelitian ini digunakan 3 sampel berbeda sebagai bahan uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan penambahan cangkang kemiri dalam proporsi 0%, 10%, dan 20%, terjadi penurunan hasil uji pada pengujian beton [4].
5. Analisis mengenai pengaruh limbah beton sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton dengan menggunakan variasi 10%, 20% dan 30%, diperoleh hasil pengujian laboratorium yang menunjukkan adanya penurunan nilai kuat tekan beton [5].
6. Penggunaan sandal karet sebagai bahan pengganti kerikil untuk campuran pada pengujian beton. Penelitian ini memakai variasi 0% - 30% dengan penambahan 10% untuk setiap kenaikan kadar. Benda uji silinder yang digunakan memiliki diameter 100 dengan tinggi 200 dalam satuan mm. Hasil uji menunjukkan bahwa pemanfaatan 10% limbah sandal karet mampu meningkatkan hasil uji beton [6].
7. Pengujian beton serat dengan kawat bendrat dan substitusi agregat kasar menggunakan limbah plastik. Pada campuran dengan limbah plastik diperoleh peningkatan nilai kuat tekan yaitu 18,98% untuk umur beton 14 hari dan 14,21% pada umur 28 hari [7].
8. Analisis mengenai pemanfaatan limbah genteng sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap sifat mekanik beton, menunjukkan nilai kuat tekan beton tanpa limbah genteng sebesar 22,5 MPa, untuk kadar 25% didapatkan nilai 21,70 MPa, kemudian pada kadar 50% limbah kembali mengalami penurunan yaitu 20,76 MPa dan pada kadar 75% didapatkan 20,20 MPa serta 19,82 MPa untuk kadar 100% [8].
9. Penelitian mengenai pengaruh cangkang sawit sebagai pengganti kerikil untuk pengujian beton, dimana limbah cangkang sawit dari hasil pembakaran di pabrik menggunakan proporsi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa substitusi limbah cangkang sawit meningkatkan hasil uji kuat tekan [9].
10. Analisis mengenai pemanfaatan cangkang sawit sebagai substitusi agregat kasar pada campuran beton. Dengan menggunakan cangkang sawit variasi 0% sampai dengan 100% dengan peningkatan 25% disetiap variasi diperoleh campuran dengan cangkang sawit kurang disarankan. Namun penggunaan substitusi kerikil dengan cangkang sawit masih dapat digunakan dengan presentase dibawah 50%. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan mencapai 32,72 Mpa.[10].

METODOLOGI

1. Lokasi Penelitian dan Pengambilan Material

Dalam penelitian eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, dilakukan serangkaian pengujian berupa analisis karakteristik dari agregat yang berasal dari Sungai Jeneberang dan limbah cangkang kluwak dari Kecamatan Denpina. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian beton.



Gambar 1. Lokasi Agregat

2. Pengujian Karakteristik Agregat

Dalam penelitian ini, perlu dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik agregat kasar untuk memastikan standar kualitas yang dijamin sebagai campuran beton.

3. Cangkang Kluwak

Cangkang kluwak merupakan bagian terkeras dari buah kluwak dengan tekstur yang kasar dan kaku juga permukaan cangkang yang tidak rata. Cangkang kluwak merupakan limbah yang jarang dimanfaatkan sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi bahan substitusi agregat pada beton. Cangkang kluwak diperoleh dari Kecamatan Denpina di Kabupaten Toraja Utara.



Gambar 2. Cangkang Kluwak

4. Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan benda uji berupa silinder (15x30) cm dan balok (60x15x15) cm yang digunakan untuk menguji kekuatan lentur.



Gambar 3. Benda Uji

PEMBAHASAN

1. Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik dilakukan berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan dan menurut hasil uji diperoleh semua pengujian telah lolos spesifikasi Bina Marga tahun 2018. Berikut hasil pengujian agregat. Untuk kadar lumpur diperoleh 0,200% pada agregat halus dan 1,979% pada agregat kasar, kadar air 0,888% untuk agregat halus dan 3,306% untuk agregat kasar. Pada berat jenis agregat kasar untuk SSD dan persentasi *absorpsi* air adalah, 2,584 gr dan 0,929% sedangkan pada agregat kasar 2,759 gr dan 0,929%. Untuk berat volume padat dan gembur agregat halus sebesar 1584,906 kg/m³ dan 1426,101 kg/m³ sedangkan agregat kasar 1594,643 kg/m³ dan 1441,071 kg/m³. Pada pengujian analisa saringan untuk modulus kehalusan agregat halus dan kasar diperoleh 2,678 dan 7,120.

2. Kuat Tekan Beton

Dari diagram menunjukkan kuat tekan beton 28 hari dengan variasi cangkang kluwak berbanding terbalik dimana nilai kuat tekan semakin kecil seiring dengan pertambahan variasi cangkang kluwak. Pada variasi 2,5% didapatkan hasil uji 20,434 MPa yang mengalami penurunan nilai sebesar 8,025 MPa dari variasi tanpa penggunaan cangkang kluwak. Pada variasi 5% dan 7,5% didapatkan 14,407 MPa dan 11,471 MPa.



Gambar 4. Diagram Kuat Tekan

3. Kuat Tarik Belah

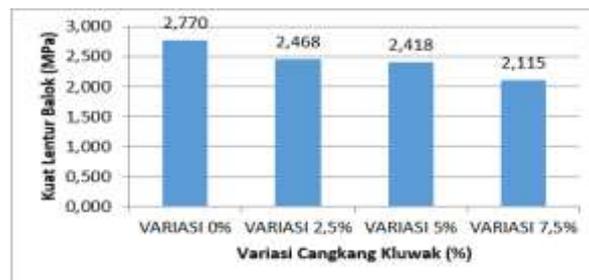
Dari diagram menunjukkan kuat tarik belah beton 28 hari dengan variasi cangkang kluwak berbanding terbalik dimana hasil uji beton semakin kecil seiring dengan pertambahan cangkang kluwak. Pada variasi 2,5% didapatkan hasil uji 2,075 MPa yang mengalami penurunan nilai sebesar 0,401 MPa dari variasi tanpa penggunaan cangkang kluwak. Pada variasi 5% dan 7,5% didapatkan 1,697 MPa dan 1,367 MPa.



Gambar 5. Diagram Kuat Tarik Belah

4. Kuat Lentur

Dari diagram menunjukkan bahwa kuat lentur yang dihasilkan dari pengujian berbanding terbalik dengan variasi cangkang kluwak dimana pada variasi cangkang kluwak 2,5%, 5%, dan 7,5% didapatkan berturut-turut hasil uji 2,468 MPa, 2,418 MPa, dan 2,115 MPa. Berdasarkan hasil pengujian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan cangkang kluwak sebagai pengganti sebagian agregat kasar sangat mempengaruhi nilai beton.



Gambar 6. Diagram Kuat Lentur Balok

5. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil persentase hubungan untuk variasi tanpa cangkang kluwak sebesar 8,696 dan dengan penggunaan cangkang kluwak pada variasi 2,5%, 5% dan 7,5% berturut – turut 10,150; 11,779 dan 11,917. Hasil pengujian menunjukkan persentase hubungan pada beton normal atau variasi tanpa penambahan cangkang kluwak masih berada dalam batas bawah dan batas atas yang sesuai yaitu 7% sampai dengan 10%.

Tabel 1 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Variasi Substitusi	Rata-rata (Mpa)		Persentase Hubungan (%)
	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah	
0%	28,459	2,475	8,696
2,5%	20,434	2,074	10,150
5%	14,407	1,697	11,779
7,5%	11,471	1,367	11,917

6. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Berdasarkan perhitungan didapatkan koefisien korelasi untuk variasi tanpa cangkang kluwak dan dengan penggunaan cangkang kluwak yang terus meningkat sampai kadar 5% dengan nilai koefisien korelasi untuk 0% sebesar 0,519; kadar 2,5% didapatkan 0,546 dan kadar 5% didapatkan nilai 0,637. Untuk kadar 7,5% turun menjadi 0,625. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan kuat tekan dengan kuat lentur dengan variasi substitusi cangkang kluwak memperoleh hasil yang baik karena terjadi kenaikan nilai koefisien korelasi kuat lentur beton terhadap nilai kuat tekan beton.

Tabel 2. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Variasi	Rata - rata (Mpa)		Nilai Koefisien Korelasi (x)	Batasan $0,62\sqrt{f'c}$ dari $f'c$
	Kuat Tekan	Kuat Lentur		
0%	28,459	2,770	0,519	3,308
2,5%	20,434	2,468	0,546	2,803
5,0%	14,407	2,418	0,637	2,353
7,5%	11,471	2,115	0,625	2,100

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh penurunan nilai kuat tekan apabila proporsi cangkang kluwak yang digunakan dalam jumlah yang besar. Data menunjukkan bahwa beton dengan substitusi cangkang kluwak sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% memiliki kuat tekan berturut-turut 20,434 MPa, 14,407 MPa, dan 11,471 MPa. Penurunan kekuatan tarik belah beton juga tercatat pada variasi yang sama, dengan nilai 2,074 MPa, 1,697 MPa, dan 1,367 MPa. Demikian halnya, kekuatan lentur beton turun menjadi 2,468 MPa, 2,418 MPa, dan 2,115 MPa. Namun, hubungan antara kekuatan tekan dan tarik belah beton tetap berada dalam batas normal meskipun ada peningkatan. Korelasi antara kekuatan tekan dan kekuatan lentur juga menunjukkan hasil

yang positif. Hasil ini menegaskan bahwa substitusi agregat kasar dengan cangkang kluwak secara signifikan mempengaruhi karakteristik mekanik beton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Lumbangaol and Y. Panjaitan, "Pengaruh Penggunaan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 25–31, 2021.
- [2] S. Zuraidah, B. Hastono, and M. A. Jehabut, "Perencanaan dan Rekayasa Sipil Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton," *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 93–98, 2022.
- [3] D. Irawan and U. Khatulistiani, "Substitusi Agregat Kasar Menggunakan Pecahan Tempurung Kelapa Pada Campuran Beton Normal," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 9, no. 1, pp. 61–070, 2021.
- [4] J. Ilmiah and T. Sipil, "Substitusi Cangkang Kemiri Sebagai Campuran Agregat Kasar Pada Beton $f'c = 25$ MPA," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 11, no. 1, pp. 227–232, 2023.
- [5] "Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton 10%, 20%, 30% Terhadap Kuat Tekan Beton $f'c = 20,75$ MPA," *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, vol. 1, no. 1, pp. 173–178, 2021.
- [6] M. Goreti Oktofiyane Fernandez and U. Khatulistiani, "Pemanfaatan Limbah Sandal Karet Sebagai Material Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 9, no. 1, pp. 41–050, 2021.
- [7] L. Penelitian, P. Hasil, P. Ensiklopedia, and D. Kurniawan, "Analisis Beton Serat Dengan Kawat Bendrat Dan Substitusi Agregat Kasar Dengan Limbah Plastik," *Ensiklopedia of Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2021.
- [8] A. Fadhillah, H. Ashad, A. Fadhil, and M. Maruddin, "Pemanfaatan Limbah Genteng sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Sifat-Sifat Mekanik pada Beton," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 25–32, 2022.
- [9] P. Substitusi *et al.*, "Pengaruh Substitusi Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi," *Jurnal Media Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2022.
- [10] A. Manaf *et al.*, "Penggunaan Cangkang Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton," *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, vol. 5, no. 1, pp. 59–66, 2023.