

Pemanfaatan Kulit Kemiri Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Paving Block

Utilization of Candlenut Shells as Substitutes for Fine Aggregate in Paving Blocks Manufacturing

Martha Manganta^{1,a)}, Jhon Asik²⁾, Muhammad Idris³⁾, Agus Salim⁴⁾

^{1,2,3,4)} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

Koresponden : ^{a)} marthamanganta64@gmail.com

ABSTRAK

Beton adalah bahan konstruksi yang umum digunakan dalam berbagai proyek konstruksi, termasuk pembuatan paving block. Campuran beton standar melibatkan agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Namun, inovasi dalam bahan tambahan beton terus berkembang untuk meningkatkan kualitas dan kinerja beton. Salah satu bahan tambahan yang menarik adalah kulit kemiri, yang dikenal memiliki struktur keras yang berbentuk menyudut. Kulit kemiri memiliki potensi untuk mengisi rongga-rongga pada beton dan meningkatkan daya serap beton. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh penambahan kulit kemiri dalam campuran beton terhadap sifat daya serap dan kekuatan paving block beton. Studi ini mencakup lima variasi dengan persentase penambahan kulit kemiri yang berbeda, yaitu 0%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Masing-masing variasi dianalisis melalui pembuatan 70 benda uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran 8 cm x 10,5 cm x 21 cm, yang diuji pada usia 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kulit kemiri dalam campuran beton mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan paving block beton. Penurunan ini dapat disebabkan oleh struktur berongga kulit kemiri yang mengurangi kekuatan beton. Namun terjadi peningkatan daya serap beton dengan penambahan kulit kemiri. Kulit kemiri yang berongga dapat menyerap air dengan baik, yang dapat mengurangi risiko genangan air pada permukaan paving block saat hujan. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan kulit kemiri sebagai bahan tambahan dalam beton memiliki potensi untuk meningkatkan daya serap, meskipun dengan sedikit pengorbanan dalam hal kekuatan. Oleh karena itu, penambahan kulit kemiri dapat menjadi pertimbangan dalam proyek konstruksi di mana daya serap dan resistensi terhadap genangan air menjadi faktor penting.

Kata kunci : Kulit kemiri, Paving block, Kuat tekan

PENDAHULUAN

Paving block merupakan salah satu produk konstruksi yang telah banyak digunakan dalam berbagai proyek perkerasan jalan, halaman rumah, trotoar, dan area publik lainnya. Dalam proses pembuatannya, paving block mengandalkan campuran bahan dasar yang umumnya terdiri dari semen, agregat (abu batu), dan air. Selain itu, pengujian sifat kuat tekan dan daya serap air menjadi

bagian integral dalam proses produksi paving block (Nugroho, 2013).

Kelebihan dari paving block mencakup kemampuannya untuk menyerap panas dan air lebih baik dibandingkan dengan material konstruksi seperti aspal. Oleh karena itu, paving block telah menjadi pilihan utama dalam proyek-proyek perkerasan jalan, taman kota, trotoar, dan area publik lainnya. Keberhasilan paving block juga terletak pada variasi yang luas, termasuk berbagai pilihan warna, ukuran,

corak, tekstur permukaan, dan kekuatan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan proyek.

Di sisi lain, limbah pertanian, seperti kulit kemiri, merupakan salah satu produk sampingan yang kerap diabaikan dalam pengolahan biji kemiri. Kulit kemiri umumnya ditemukan sebagai bagian terbesar dari biji kemiri yang dihasilkan, mencapai sekitar 70% dari berat total biji. Sebagai akibatnya, kulit kemiri sering menjadi sumber masalah lingkungan dan keberlanjutan. Namun, karakteristik unik dari kulit kemiri, yang cukup ringan dalam keadaan kering dan memiliki sifat keras, menimbulkan potensi penggunaannya dalam aplikasi konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi potensi pemanfaatan kulit kemiri sebagai bahan substitusi untuk agregat halus (abu batu) dalam pembuatan paving block. Untuk mencapai tujuan ini, penelitian akan mencakup analisis sifat fisik dan mekanik kulit kemiri, serta pengujian paving block yang menggunakan kulit kemiri sebagai pengganti agregat halus. Dengan demikian, penelitian ini berusaha untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang apakah kulit kemiri dapat menjadi alternatif yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dalam industri konstruksi

TINJAUAN PUSTAKA

Abu Batu

Abu batu sebagai bahan yang dapat digunakan dalam konstruksi. Abu batu adalah agregat halus yang diperoleh dengan menyalurkan batuan melalui saringan dengan ukuran tertentu. Secara khusus, abu batu lolos saringan dengan diameter 4,75 mm dan tertahan oleh saringan 0,075 mm, Abu batu merupakan produk limbah dari industri pemecahan batu. Limbah ini memiliki potensi besar sebagai bahan konstruksi yang dapat menggantikan penggunaan pasir sebagai agregat halus dalam campuran. Dengan semakin meningkatnya produksi limbah dari industri

pemecahan batu, penting untuk mencari cara optimal dalam mengelola limbah ini agar dapat dimanfaatkan secara efisien dalam pembangunan.

Dengan memanfaatkan abu batu sebagai pengganti pasir dalam paving block dan aspal, kita dapat mengurangi dampak eksploitasi sumber daya alam dan juga mengurangi volume limbah dari industri pemecahan batu. Dengan penanganan yang optimal, abu batu dapat menjadi sumber daya yang bernilai dalam industri konstruksi, menghasilkan produk yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, perlu untuk lebih menggali potensi dan manfaat penggunaan abu batu dalam industri konstruksi guna mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Kulit Kemiri

Kulit kemiri adalah jenis partikel yang memiliki karakteristik kering yang sangat ringan dan cukup keras. Sayangnya, meskipun memiliki sifat-sifat ini, kulit kemiri seringkali dianggap sebagai limbah yang banyak tertimbun dan akhirnya menjadi sampah. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pemanfaatan dan pemahaman tentang potensi yang dimilikinya. Namun, ada beberapa alasan mengapa penanganan serius terhadap limbah kulit kemiri sangat penting

Air

Air memainkan peran penting dalam pembuatan paving block dan dalam banyak proses konstruksi lainnya. Air memiliki dua fungsi yaitu :

1. Fungsi Kimia: Air memungkinkan reaksi kimia yang terjadi antara semen dan bahan lain dalam campuran. Reaksi ini disebut hidrasi, dan itu menyebabkan pengerasan dan pengikatan partikel-partikel dalam campuran. Proporsi air yang tepat sangat penting dalam memastikan reaksi kimia ini berlangsung dengan baik. Terlalu sedikit air dapat menghambat hidrasi, sementara terlalu banyak air dapat mengurangi kekuatan campuran.

2. Fungsi Pelicin: Air juga berfungsi sebagai agen pelicin dalam campuran paving block. Ini membantu dalam proses pencetakan dan pemadatan campuran agar mudah dibentuk menjadi paving block. Tanpa air yang cukup, campuran akan menjadi sangat kering dan sulit untuk dikerjakan.

Selain itu, ada beberapa persyaratan kualitas air yang perlu diperhatikan dalam pembuatan paving block, seperti yang disebutkan dalam penelitian Tjokrodinuljo (1996):

1. Tidak Mengandung Lumpur dan Benda Melayang: Air yang digunakan tidak boleh mengandung lumpur atau benda lain yang dapat mencemari campuran. Ini penting untuk menjaga kebersihan dan kualitas paving block.
2. Tidak Mengandung Garam Merusak: Air tidak boleh mengandung garam-garam yang dapat merusak struktur paving block. Garam seperti asam dan senyawa anorganik dapat mengurangi ketahanan paving block terhadap kerusakan.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) dan Sulfat. Kandungan klorida dan senyawa sulfat tertentu juga perlu dijaga agar tidak melebihi ambang batas tertentu. Kelebihan klorida dan sulfat dalam air dapat merusak paving block dan mempersingkat umur pakainya.

Dengan memperhatikan persyaratan air yang tepat dan memastikan proporsi air yang sesuai dalam campuran, pembuatan paving block dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan tahan lama.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Sampel kulit kemiri diambil dari pengelolaan kulit kemiri yang ada di Kec. Baraka, Kab. Enrekang. Sedangkan lokasi untuk pengujian fisik, pembuatan benda uji dan uji mekanis dapat di Laboratorium Beton, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pengambilan agregat untuk pembuatan *paving block*

berasal dari Bili-bili.



Gambar 1. Lokasi pengambilan kulit kemiri

Sedangkan untuk lokasi pengujian dilakukan di Laboratorium Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Sulawesi Selatan



Gambar 2. Lokasi Penelitian Laboratorium Beton

Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Alat :

1. Mesin pencetak paving block
2. Timbangan
3. Sendok spesi
4. Gerobak
5. Ember
6. Satu set saringan dengan ukuran sebagai berikut: 1 1/2, 3/4, 3/8, 4, 8, dan PAN
7. Moulen (molen) - untuk mencampur bahan
8. Mistar - untuk mengukur dimensi paving block

Bahan :

- a. Semen Portland (PC)
- b. Agregat halus (abu batu)
- c. Air
- d. Bahan tambah berupa kulit kemiri dari Kabupaten Enrekang

Alat dan bahan tersebut akan digunakan untuk melakukan eksperimen dan pengujian terhadap campuran paving block yang menggunakan bahan-bahan di atas,

dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerja campuran dan potensi pemanfaatan kulit kemiri dalam konstruksi paving block.

Teknik Pengumpulan Data

Pertama dilakukan pemeriksaan karakteristik terhadap bahan yaitu pengujian berat jenis, kadar air, berat volume, Analisa saringan dan berat jenis, untuk semen dan air tidak dilakukan pemeriksaan karena dianggap sudah memenuhi syarat, dan untuk kulit kemiri hanya di tumbuk sampai lolos saringan no 4.

Kemudian dilakukan perhitungan kebutuhan bahan, pengadukan dan dilanjutkan dengan pembuatan benda uji. Kemudian perawatan dengan umur 28 hari, lalu dilakukan dengan pengujian kuat tekan dan penyerapan. Dimana pengujian ini terdiri dari dari variasi yaitu tanpa penambahn kulit kemiri dan penambahn kulit kemiri denga variasi 15%, 20%, 25% dan 30%. Masing variasi terdiri dari 14 buah benda uji yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 8cm x 10,5cm x 21cm dengan total 70 buah.

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel

Proses pertama dalam penelitian melibatkan pengambilan sampel bahan. Ini melibatkan pengumpulan contoh-contoh bahan yang akan digunakan dalam pembuatan paving block, dengan tujuan memastikan bahwa bahan-bahan tersebut mencerminkan kondisi di lapangan. Selanjutnya, sampel-sampel ini akan disiapkan dan diperiksa sebelum pengujian di laboratorium.

Setelah sampel bahan diperoleh, langkah berikutnya adalah mempersiapkan dan memeriksa bahan-bahan tersebut. Ini dapat melibatkan berbagai tindakan seperti pengeringan, penggilingan, atau penyaringan untuk mempersiapkan bahan agar sesuai dengan kondisi yang diperlukan dalam penelitian. Selanjutnya, pemeriksaan bahan dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik fisik dan kimia mereka, seperti berat jenis, kadar air, dan ukuran partikel.

Informasi ini sangat penting untuk perencanaan campuran paving block yang akurat.

Seluruh pengujian dan analisis dilakukan di Laboratorium Beton yang terletak di Politeknik Negeri Ujung Pandang. Laboratorium ini memiliki fasilitas dan peralatan yang diperlukan untuk melakukan pengujian dan analisis karakteristik bahan konstruksi.

Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan pada abu batu meliputi pemeriksaan antara lain:

1. Kadar air,
2. Berat volume,
3. Berat jenis dan penyerapan,
4. Kadar lumpur
5. Kadar lumpur
6. Analisa saringan.

Sedangkan Semen dan air dilakukan pengamatan dan untuk kulit kemiri dihancurkan lalu dilakaukan pemeriksaan kadar air.

Perhitungan bahan campuran

Mix design untuk mengetahui kebutuhan agregat, semen, dan air.

Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji dapat dilakuka menggunakan mesin pencetak paving block dan pencampuran sebagai berikut:

- a. Paving dimensi 8 cm × 10,5 × 21 cm tanpa Kulit kemiri sebanyak 20 buah.
- b. Paving dimensi 8 cm × 10,5 cm × 21 cm dengan Kulit Kemiri 15% sebanyak 20 buah.
- c. Paving dimensi 8 cm × 10,5 cm × 21 cm dengan Kulit Kemiri 20% sebanyak 20 buah
- d. Paving dimensi 8 cm × 10,5 cm × 21 cm dengan Kulit Kemiri 25% sebanyak 20 buah.

Paving dimensi 8 cm × 10,5 cm × 21 cm dengan Kulit Kemiri 30% sebanyak 20 buah

Perawatan

Benda uji disiram dengan air selama dua hari berturut-turut, kemudian dapat di

biarkan paling lama 28 hari mengacu pada umur perawatan paving block

Pengujian kuat tekan paving block

Pengujian kuat tekan paving block adalah langkah penting dalam mengevaluasi kualitas dan daya tahan dari paving block yang telah diproduksi. Kuat tekan mengukur kemampuan paving block untuk menahan tekanan atau gaya tekan pada satu unit luas permukaan. Proses pengujian ini mengacu pada standar yang ada, seperti SNI 03-0691-1996, untuk memastikan bahwa paving block memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Rumus kuat tekan ($f'c$) pada benda uji dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

$f'c$ = kuat tekan benda uji (dalam kg/cm^2 atau MPa, tergantung pada satuan yang digunakan).

P = beban tekanan maksimum yang diterapkan pada benda uji (dalam kg atau kN, tergantung pada satuan yang digunakan).

A = luas penampang benda uji (dalam mm^2).

Penyerapan

Daya penyerapan air adalah kemampuan suatu agregat untuk menyerap air, dan ini diukur dalam bentuk persentase berat air yang dapat diserap oleh agregat jika direndam dalam air. Agregat-agregat memiliki beragam pori dalam butirannya dengan ukuran yang bervariasi. Beberapa pori adalah yang terbesar di seluruh butiran, sementara yang lain mungkin tersembunyi di dalam bahan dan beberapa lagi mungkin terbuka di permukaan butiran.

Beberapa jenis agregat yang sering digunakan memiliki volume pori tertutup yang berkisar antara 0% hingga 20% dari volume butiran. Ini berarti sebagian pori-pori dalam agregat tersebut terbuka dan dapat menyerap air, sementara sebagian pori lainnya mungkin terisi atau tertutup. Kemampuan agregat untuk menyerap air adalah informasi penting dalam konstruksi,

terutama ketika agregat tersebut digunakan dalam campuran beton atau paving block, karena dapat memengaruhi sifat-sifat campuran seperti kerja, kekuatan, dan daya tahan terhadap cuaca.

Pengujian penyerapan air pada bata beton (paving block) mengacu pada SNI 03-0691-1996 dan dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Benda uji (paving block) direndam dalam air hingga kejenuhan (biasanya selama 24 jam). Ini dilakukan untuk memastikan bahwa paving block telah menyerap sebanyak mungkin air.
2. Setelah direndam selama 24 jam, paving block dikeluarkan dari air dan ditimbang dalam keadaan basah. Ini adalah berat bata beton basah (A).
3. Berikutnya, paving block dikeringkan dalam dapur pengeringan selama kurang lebih 24 jam pada suhu sekitar 150°C untuk menghilangkan semua kelembaban dari bata. Ini adalah berat bata beton kering (B).
4. Setelah paving block benar-benar kering, beratnya diukur Kembali
5. Nilai persentase penyerapan air pada paving block dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

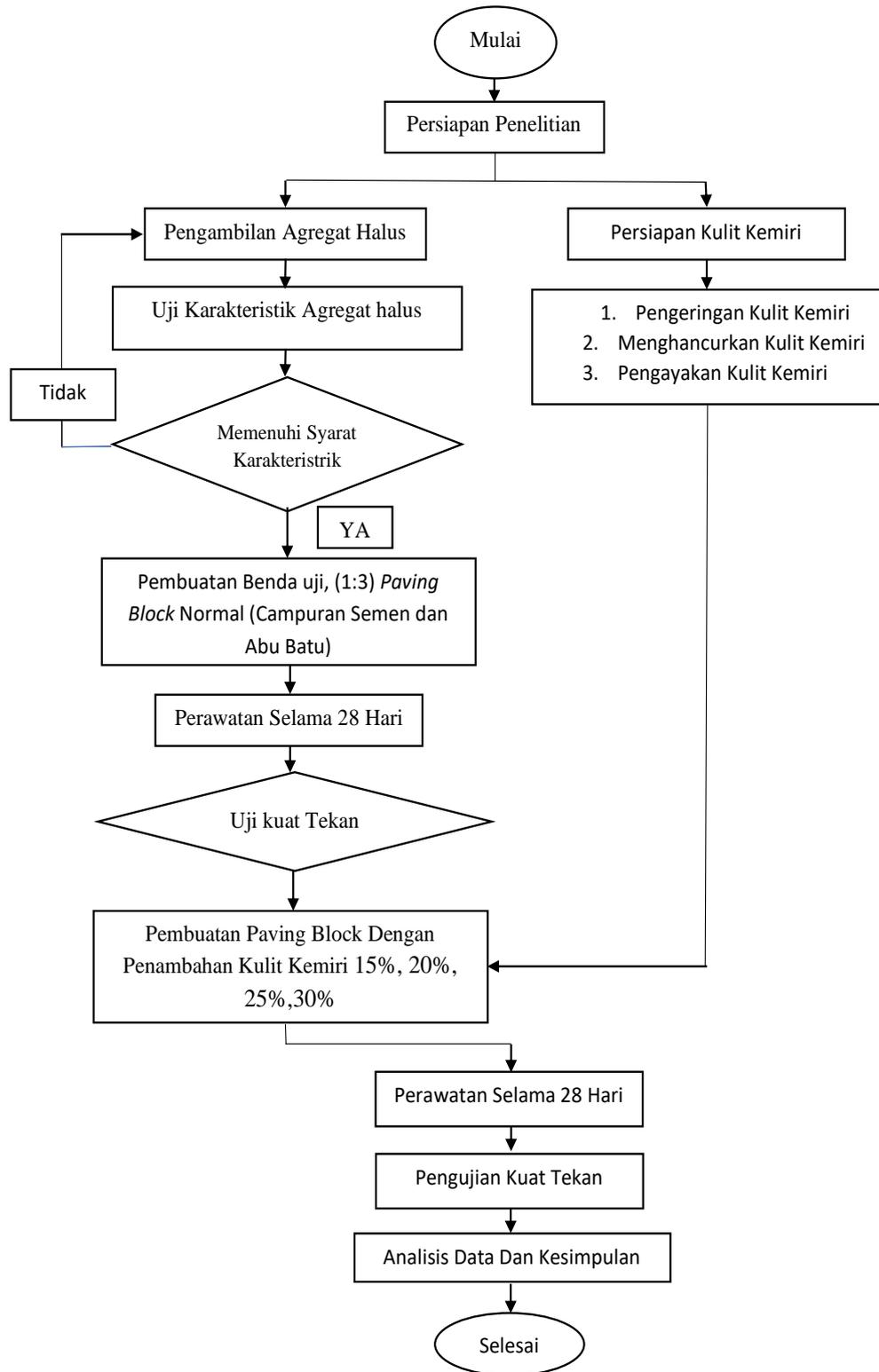
Keterangan:

A = berat bata beton dalam keadaan basah setelah direndam.

B = berat bata beton dalam keadaan kering setelah dikeringkan.

Hasil persentase penyerapan air ini memberikan informasi tentang sejauh mana paving block mampu menyerap air. Pengetahuan ini penting dalam mengevaluasi daya tahan paving block terhadap perubahan cuaca dan kondisi lingkungan. Semakin rendah persentase penyerapan air, semakin baik paving block tersebut dalam hal daya tahan terhadap air dan kelembaban.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS PENELITIAN

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian

karakteristik agregat halus. Dapat terlihat bahwa penyerapan pada agregat cukup besar yaitu 9%.

Tabel 1 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Kadar air	1,69	3 – 5	%	Memenuhi
2	Kadar lumpur	1,43	< 5	%	Memenuhi
3	Berat isi	1,61	1,4 – 1,9	Kg/ltr	Memenuhi
4	Berat jenis	2,47	1,6 – 3,2	%	Memenuhi
5	Modulus kehausan	3,46	1,5 – 3,8	%	Memenuhi
6	Penyerapan	9	0,2 – 3	%-	Lebih besar

Sumber : Hasil pengujian laboratorium

Tabel 2. Kebutuhan Bahan Untuk Campuran 1: 3

Variasi (%)	Semen (Ltr)	Abu Batu (Ltr)	Kulit Kemiri (Ltr)	Jumlah paving block
0	14	42	0	20
15	14	35,7	6,3	20
20	14	33,6	8,4	20
25	14	31,5	10,5	20
30	14	18,5	12,6	20

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan

variasikulit kemiri (%)	kuat tekan rata-rata (Mpa)	Umur (hari)	Mutu
0	16,27	28	C
15	15,05	28	C
20	11,44	28	D
25	11,18	28	D
30	10,21	28	D

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan pengujian uji kuat tekan beton di peroleh rata – rata kuat tekan pada Tabel 2, pada umur 28 hari, hasil pengujian kuat tekan dengan variasi tanpa kulit kemiri yaitu 0% dengan jumlah benda uji paving block 14 buah diperoleh nilai kuat tekan rata – rata 16.27 MPa. Untuk variasi

penambahan kulit kemiri 15% dapat diperoleh nilai kuat tekan rata – rata 15.05 MPa. Untuk variasi penambahan kulit kemiri 20% mengalami penurunan pada nilai kuat tekan rata – rata 11,44 MPa. Pada penambahan variasi kulit kemiri 25% masih mengalami penurunan diperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 11.18 MPa. Pada variasi penambahan kulit kemiri 25% semakin menurun yang memperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 11.18 MPa. dan untuk variasi penambahan kulit kemiri 30% masih saja mengalami penurunan yang memperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 10.21 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak kulit kemiri yang di gunakan maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton

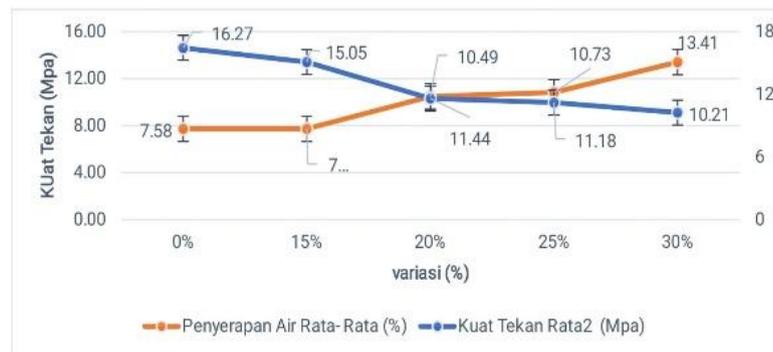
Kode Benda Uji	Variasi kulit Kemiri (%)	Penyerapan Air Rata-Rata (%)
PVB 0	0	7,58
PVB 15	15	7,71
PVB 20	20	10,73
PVB 25	25	12,74
PVB 30	30	13,36

Sumber : Hasil Analisis

Dari hasil pengujian penyerapan air untuk benda uji paving block variasi 0%

(paving block normal) di mulia proses perawatan selama 28 hari yang memiliki nilai penyerapan 7,58%, sedangkan untuk benda uji dengan variasi kulit kemiri dengan umur yang sama 28 hari, variasi PV 15%, PV 20%, 25%, dan 30%, mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 7,71%,

10,73%, 12,74%, dan 13,36%, hal ini disebabkan oleh kulit kemiri yang berrongga sehingga banyak menyerap air kedalam paving block.



Gambar 4. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Penyerapan

Dari grafik di atas, hubungan antara kuat tekan dan penyerapan air dapat menunjukkan bahwa semakin rendah kuat tekan paving blocknya maka semakin besar penyerapan airnya, karna hal ini di akibatkan oleh penambahan kulit kemiri sehingga paving block semakin banyak rongganya.

Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian dan analisa yang telah kami lakukan, maka dari penelitian terhadap benda uji paving block dengan menggunakan kulit kemiri dapat di tarik kesimpulan bahwa hasil pengujian kuat tekan dan penyerapan air paving block dengan perbandingan 1:3 sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kuat tekan tanpa variasi kulit kemiri 0%, memberikan hasil 16,27 MPa, Untuk variasi penambahan kulit kemiri 15%, memberikan hasil 15,05 MPa, variasi kulit kemiri 20% hasil kuat tekan sebesar 11,44 MPa, variasi kulit kemiri 25% memberikan hasil kuat tekan 11,08 MPa, dan untuk variasi kulit kemiri 30% memberikann hasil sebesar 10,21 MPa. Dalam penambahan kulit

kemiri untuk variasi 15%, kuat tekan rata – rata mengalami penurunan tetapai masih saja dalam mutu C. dan untuk penambahan kulit kemiri variasi 20%, 25%, dan 30% mengalami penurunan. Untuk variasi tanpa kulit kemiri 0% dan variasi penambahan kulit kemiri 15% masuk dalam persyaratan mutu C (kuat tekan 12,5 – 15 MPa), dan untuk variasi 20%, 25%, 30% termasuk dalam mutu D (kuat tekan 8,5 – 10 MPa).

2. Hasil pengujian penyerapan air tanpa kulit kemiri 0% memberikan hasil penyerapan air 7,58%. Varisi penambahan kulit kemiri 15%, memberikan hasil penyerapan air 7,71%, varisai penambahan kulit kemiri 20% memberikan hasil penyerapan air 10,49%, varisai penambahan kilit kemiri 25% memberikan hasil 10,73%, dan untuk varisai penambahan kilit kemiri 30% memberikan hasil penyerapan air 13,41%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adman, A. (2019). Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan *Sikacim Concrete Additive* terhadap Kuat Tekan Beton Normal . Padang : Teknik Sipil .

- Amri, D. (2019). Pengaruh Penambahan Pecahan Kulit Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Beton.
- Basit, A. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kemiri terhadap Kuat Tekan Beton K-300. Doctoral Dissertation, Universitas Kediri.
- BSN., B. S.-0.-1. (n.d.). Faktor Koreksi Kuat Tekan Paving Block. (1980). sipil.
- Hulu, I. (2021). Beton Bermutu Ramah Lingkungan dengan Menggunakan Kulit Kemiri Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton .
- Nugroho. (2013). Pengertian Paving Block. teknik sipil