

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

Mechanical Test of Plastic Waste Paving Blocks with a Mixture of Candlenut Shells given Compressive Strength Values

Uji Mekanis Paving Block Sampah Plastik Dengan Campuran Cangkang Kemiri Ditinjau Dari Nilai Kuat Tekan

Muh. Darmawan Swandi¹, Mustakim², Muhammad Jabir Muhammadiyah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare

Email korespondensi: muhdarmawanswandi@email.com

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci :</p> <p>Cangkang Kemiri, Kuat tekan, Paving Block</p>	<p>Cangkang kemiri merupakan limbah organik yang dapat dimanfaatkan sebagai agregat campuran dalam pembuatan beton ringan guna mengurangi pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa kuat tekan serta pengaruh perubahan daya serap air pada paving block berbahan sampah plastik yang dicampur dengan cangkang kemiri sebagai pengganti agregat halus. Menggunakan metode eksperimen sesuai standar SNI-03-2834-2000, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare dengan 12 sampel paving block. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah 3 hari, penambahan cangkang kemiri sebesar 0%, 10%, 15%, dan 25% menghasilkan peningkatan kuat tekan paving block masing-masing sebesar 4,450 MPa, 4,633 MPa, 4,917 MPa, dan 5,000 MPa, sementara daya serap air meningkat menjadi 1,1%, 1,5%, 1,6%, dan 2,0% pada usia perawatan yang sama. Kombinasi limbah cangkang kemiri dengan sampah plastik terbukti dapat meningkatkan performa kuat tekan paving block, dengan hasil optimal diperoleh pada penambahan 25% cangkang kemiri. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cangkang kemiri berpotensi sebagai komponen efektif dalam campuran paving block berbahan sampah plastik, sekaligus memberikan manfaat ganda dalam pengurangan limbah dan peningkatan kualitas material, sehingga berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan serta kemajuan teknologi beton</p>

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p>Candlenut Shell, Compressive Strength, Paving Block</p>	<p><i>Candlenut shells are an organic waste that can be used as a mixed aggregate in making lightweight concrete to reduce environmental pollution. This research aims to analyze the compressive strength performance and the effect of changes in the water absorption capacity of paving blocks made from plastic waste mixed with candlenut shells as a substitute for fine aggregate. Using experimental methods according to the SNI-03-2834-2000 standard, this research was carried out at the Structure and Materials Laboratory of the Muhammadiyah University of Parepare with 12 paving block samples. The results showed that after 3 days, the addition of candlenut shells of 0%, 10%, 15%, and 25% increased the compressive strength of paving blocks of 4,450 MPa, 4,633 MPa, 4,917 MPa, and 5,000 MPa respectively, while the absorption capacity water increases to 1.1%, 1.5%, 1.6%, and 2.0% at the age of treatment The same. The combination of candlenut shell waste with plastic waste has been proven to increase the compressive strength performance of paving blocks, with optimal results obtained by adding 25% candlenut shells. This shows that candlenut shell waste has the potential to be an effective component in paving block mixtures made from plastic waste, while providing dual benefits in reducing waste and improving material quality, thereby contributing to environmental sustainability and advances in concrete technology.</i></p>

1. Pendahuluan

Paving block merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah. *Paving block* dikenal juga dengan sebutan bata beton (*concrete block*) atau *cone block*. *Paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan tanpa bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton [1]. Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan yang dialami oleh berbagai negara. di dunia karena sifatnya yang sulit diurai, namun keberadaannya semakin meningkat setiap tahun. Masing-masing negara memiliki jumlah sampah plastik yang berbeda dengan berbagai latar belakang penduduk dan kondisi negaranya. Berdasarkan data dari ScienceMag, jumlah produksi sampah plastik global sejak 1950 hingga 2015 cenderung selalu menunjukkan peningkatan. Pada tahun 1950, produksi sampah dunia berada pada kisaran 2 juta ton per tahun. Selanjutnya, pada tahun 2015 produksi sampah sudah mencapai angka 381 juta ton per tahun. Angka ini meningkat lebih dari 190 kali lipat, dengan rata-rata peningkatan sebesar 5,8 ton per tahun.¹ Berdasarkan data dalam laporan *World Bank* per 2016, total sampah plastik menyumbang 12% dari komponen penyebab pencemaran lingkungan. Hal ini tentunya akan mendorong peningkatan pencemaran lingkungan hingga mencapai angka 70% pada 2050 [2].

Keunggulan sampah plastik adalah mudah untuk didapatkan, waktu pengerjaan yang lebih cepat, dan pemasangan yang sederhana. Kami terus mencari solusi untuk meningkatkan kualitas batu paving itu sendiri atau memperbaiki cacat, misalnya dengan membuang bagian yang tidak terpakai seperti sampah plastik ringan [3]. Seperti halnya beton, *paving block* memiliki kuat tekan yang cukup tinggi tetapi lemah terhadap kuat tarik dan geser. Untuk itu diperlukan bahan tambah atau pengganti sebagian maupun keseluruhan bahan penyusun dari paving block dengan menggunakan limbah anorganik (Plastik) sebagai pengganti semen untuk memperbaiki karakteristik yang berkualitas [4]. Penelitian sebelumnya, khususnya yang dilakukan oleh [4] membahas tentang “pengaruh campuran limbah Anorganik (Plastik) sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan paving.”

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh campuran limbah anorganik (plastik) sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan *paving block* dengan penambahan pasir, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa Pengaruh kuat tekan *paving block* plastik yang dihasilkan pada penelitian ini untuk semua campuran proporsi *paving block* dengan menggunakan limbah plastik belum memenuhi syarat standar SNI 03-0691-1996 tetapi mendekati kategori *paving block* mutu D baik digunakan untuk taman dan penggunaan lain. Berikutnya [5] “Desain Rancangan Percobaan Pada Pengujian Kuat Tekan Beton Berbahan Campuran Cangkang Kemiri”. Cangkang kemiri merupakan limbah organik yang dapat dimanfaatkan sebagai agregat campuran pada pembuatan beton ringan. Penggunaan agregat cangkang kemiri dalam pembuatan beton dilakukan sebagai upaya penanggulangan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Penelitian ini menggunakan desain rancangan percobaan acak lengkap dengan perlakuan (penggunaan agregat campuran) sebanyak 5 (lima) taraf, yaitu 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Pengamatan respon (hasil pengujian kuat tekan beton) dilakukan setiap 7 hari dan diulang sebanyak 4 kali. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kuat tekan beton untuk masing-masing agregat campuran cangkang kemiri sebesar 191,98 MPa (0%), 71,04 MPa (10%), 56,21 MPa (15%), 34, 34 MPa (20%), dan 27,19 MPa (25%).

2. Tinjauan Pustaka

Paving merupakan salah satu bahan konstruksi yang digunakan sebagai lapisan atas suatu struktur jalan, selain aspal dan beton. Bahan bangunan ini sering digunakan untuk lahan parkir, trotoar, tempat parkir dan jalan kompleks perumahan. Saat ini paving stone semakin banyak digemari masyarakat dibandingkan material paving lainnya. Ketertarikan konsumen terhadap ubin disebabkan oleh pengerjaannya yang lebih cepat, pemasangan dan pemeliharaan yang lebih mudah, nilai estetika

yang baik, dan harga yang menguntungkan. Agregat adalah bahan alami atau buatan yang berfungsi sebagai pengikat beton. Volume agregat adalah +70% dari volume beton, sehingga sangat mempengaruhi karakteristik mutu beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang berguna dalam produksi beton. Karena agregat merupakan bagian yang cukup besar dari volume beton dan sangat mempengaruhi sifat-sifat beton, maka bahan ini harus dipelajari lebih cermat dan teliti sehubungan dengan persiapan setiap campuran beton. Selain itu agregat dapat mengurangi penyusutan yang diakibatkan oleh penutup beton dan juga mempengaruhi koefisien muai yang disebabkan oleh suhu yang tinggi [6].

Agregat digolongkan menjadi dua jenis yaitu agregat alami dan agregat buatan. Agregat alami merupakan agregat yang terbentuk secara alami dari aliran dan penguraian air sungai. Agregat yang terbentuk akibat aliran air sungai berbentuk bulat dan halus, atau agregat yang terbentuk dari proses penguraian berbentuk kubik (bersudut) dan permukaannya kasar. Sedangkan agregat buatan adalah agregat yang diperoleh dari hasil samping pabrik semen dan penghancur batu [7]. Agregat adalah butiran-butiran sampah, kerikil, pasir atau mineral alam atau buatan lainnya

- a. Batuan, untuk butiran lebih besar dari 40 mm
- b. Kerikil, untuk butiran 5 mm hingga 40 mm
- c. Pasir, 0.15 hingga 40 mm untuk butiran 5 mm

Sampah Plastik merupakan salah satu sampah yang dapat didaur ulang, selama ini plastik yang sudah tidak lagi digunakan lagi dibuang begitu saja, akhirnya akan mencemari lingkungan [8]. Sampah yang dihasilkan sangat banyak, ini menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan karena sampah yang dihasilkan dalam jumlah besar tidak sesuai dengan pengelolaan yang dilakukan [9]. Perlu alternatif baru dalam proses daur ulang limbah plastik menjadi produk yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Diperlukan edukasi tentang pengelolaan serta pemanfaatan sampah khususnya sampah plastik. Salah satu solusi mengatasi sampah plastik adalah mengelolanya menjadi paving block, selain bahan baku yang mudah didapatkan, produk paving block dapat memicu perkembangan usaha baru bagi masyarakat yang menekuni bidang usaha ini sekaligus berdampak global pada penyelamatan lingkungan [10]

Kulit kemiri adalah limbah dari mengupas hazelnut tua dan membuang bijinya. Karena sekam lilin keras dan relatif ringan, diperkirakan bahwa mereka digunakan sebagai agregat kasar untuk meminimalkan penggunaan kerikil. Menurut Huda dalam Refiyani dan ikhkas, (2020) cangkang kemiri mengandung komposisi kapur (CaO), Silikia, (SiO₂), Alumnina (Al₂O₃), Magnesium Oksidasi (MgO), Air (H₂O), dan Oksida Besi (Fe₂O₃), Megnesium Okasidasi (MgO), Air (H₂O) dan oksidasi besi (Fe₂O₃). [11], Sebuah studi tentang pengaruh *superplasticizer* menggunakan 0,25 persen, 0,75 persen, 1 persen berat semen dan 100 persen agregat cangkang kemiri. Penelitian ini mengacu pada SK SNI 03-2843-2002. Benda uji yang digunakan adalah kubus dengan panjang sisi 15 cm, terdiri dari 4 varian dan masing-masing 5 sampel (4 sampel untuk uji tekanan).

Adapun kuat tekan paving block dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$f_c = P/A \quad (1)$$

Dimana :

f_c = Kuat tekan benda uji (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan sampel (mm²) [12]

Pengujian daya serap air bertujuan untuk melihat seberapa besar kemampuan *Paving block* dalam menyerap air. Besar atau kecil nilai daya serap air yang dihasilkan tergantung dari kepadatan dan jumlah rongga yang terdapat pada paving block. Pengujian daya serap adalah persentase dari

perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering dengan massa kering [13]. Pengujian daya serap air dapat dihitung dengan persamaan:

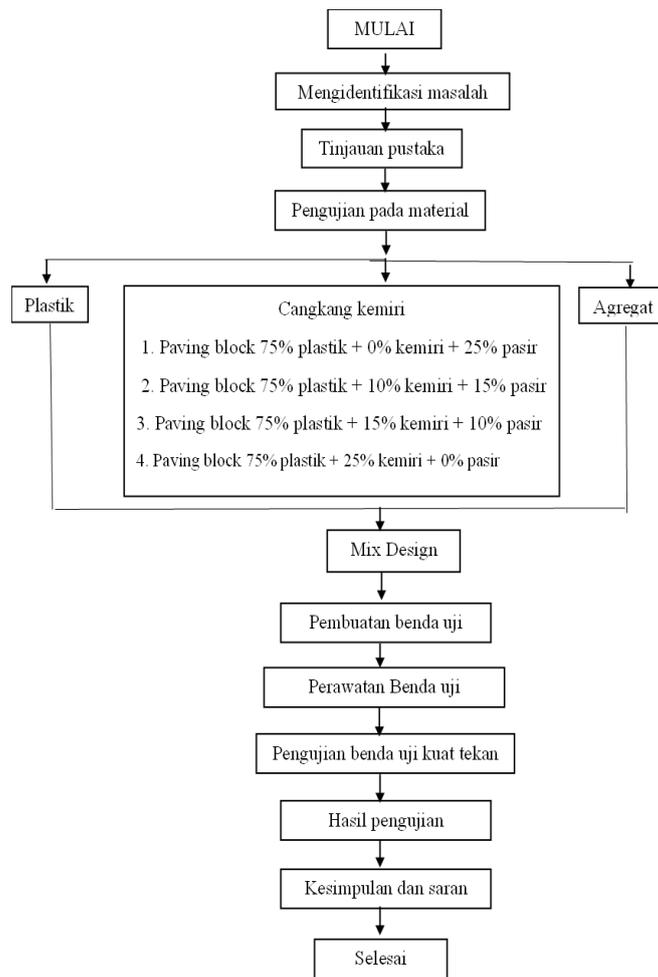
$$Daya\ Serap\ Air = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

- A = Massa basah benda uji (gr)
- B = massa kering benda uji (gr) [14]

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode eksperimen dengan mengacu pada standar SNI-03-2834-2000. Penelitian eksperimen dilakukan untuk membuktikan hipotesis melalui proses pengamatan langsung terhadap variabel-variabel yang telah ditentukan. Pendekatan ini menekankan pada keterlibatan langsung peneliti dalam pelaksanaan tahapan eksperimen, mulai dari proses perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, pengumpulan data, hingga penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare yang berlokasi di Jl. Jendral Ahmad Yani 6, Bukit Harapan. Survei lapangan dilaksanakan di wilayah Soreang, Parepare, pada bulan Desember 2024 hingga Januari 2025. Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi agregat halus, limbah plastik, dan cangkang kemiri. Peralatan yang digunakan antara lain ayakan, oven, gelas ukur, timbangan, cetakan paving block, dan mesin uji universal.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat berdasarkan pada [15] dilakukan terhadap agregat halus. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1 Rekapitulasi pengujian agregat halus

No.	Karakteristik Agregat	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3,59%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3,63%	Memenuhi
4	Berat volume lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,50	Memenuhi
5	Berat volume padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,78	Memenuhi
6	Absorpsi	0,2% - 2%	1,63%	Memenuhi
7	Berat jenis	1,6 - 3,3	2,51	Memenuhi
8	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	1,88	Memenuhi

Sumber: Hasil olah data 2025

4.2 Perencanaan Adukan Campuran Paving Block (Mix Design)

Perencanaan campuran *paving block* dihitung menggunakan metode SNI 03-0691-1996. Dengan hasil data sebagai berikut:

Tabel 2. Kebutuhan bahan untuk paving block 75% Plastik dan 25% Pasir (Normal)

Bahan	Berat Volume (Kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (Kg)	Kebutuhan tiap 3 benda Uji (Kg)
Plastik 75%	1,38	1,20	1,66	5,38
Pasir 25%	1,76	0,40	0,70	2,29
LCK 0%	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber: Hasil olah data laboratorium Teknik Sipil 2025

Tabel 3. Kebutuhan bahan untuk paving block Variasi 10% Limbah Cangkang Kemiri

Bahan	Berat Volume (Kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (Kg)	Kebutuhan tiap 3 benda Uji (Kg)
Plastik 75%	1,38	1,20	1,66	5,38
Pasir 15%	1,76	0,24	0,42	1,37
LCK 10%	1,77	0,16	0,28	0,92

Sumber: Hasil olah data laboratorium Teknik Sipil 2025

Tabel 4. Kebutuhan bahan untuk paving block Variasi 15% Limbah Cangkang Kemiri

Bahan	Berat Volume (Kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (Kg)	Kebutuhan tiap 3 benda Uji (Kg)
Plastik 75%	1,38	1,20	1,66	5,38
Pasir 10%	1,76	0,24	0,28	0,92

LCK 15%	1,77	0,16	0,42	1,38
---------	------	------	------	------

Sumber: Hasil olah data laboratorium Teknik Sipil 2025

Tabel 5 Kebutuhan bahan untuk paving block Variasi 25% Limbah Cangkang Kemiri

Bahan	Berat Volume (Kg/liter)	Kebutuhan Tiap Benda Uji (liter)	Kebutuhan tiap benda uji (Kg)	Kebutuhan tiap 3 benda Uji (Kg)
Plastik 75%	1,38	1,20	1,66	5,38
Pasir 0%	0,00	0,00	0,00	0,00
LCK 25%	1,77	0,40	0,71	2,30

Sumber: Hasil olah data laboratorium Teknik Sipil 2025

4.3 Uji Penyerapan Paving Block

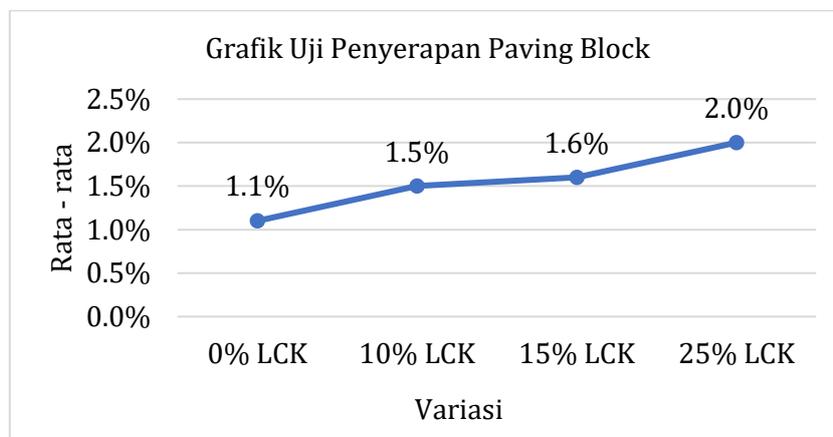
Berikut adalah grafik hasil uji penyerapan untuk paving block dengan campuran 0%, 10%, 15% dan 25% Limbah Cangkang Kemiri pada umur 3 hari.

Tabel 6 Hasil Uji Penyerapan Paving Block 20 x 10 x 8 cm Umur 3 Hari

Umur 3 Hari ukuran 20x10x8 cm

Variasi	Benda Uji	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Daya Serap Air (%)	Rata-rata
0%	20x10x8	1.949	1924	1,3%	1,1%
	20x10x8	1.874	1856	1,0%	
10%	20x10x8	1.698	1.682	0,9%	1,5%
	20x10x8	1.900	1862	2,0%	
15%	20x10x8	1.775	1.748	1,5%	1,6%
	20x10x8	1.839	1807	1,7%	
25%	20x10x8	1.874	1844	1,6%	2,0%
	20x10x8	1.899	1852	2,5%	

Sumber: Hasil olah data laboratorium Teknik Sipil 2025



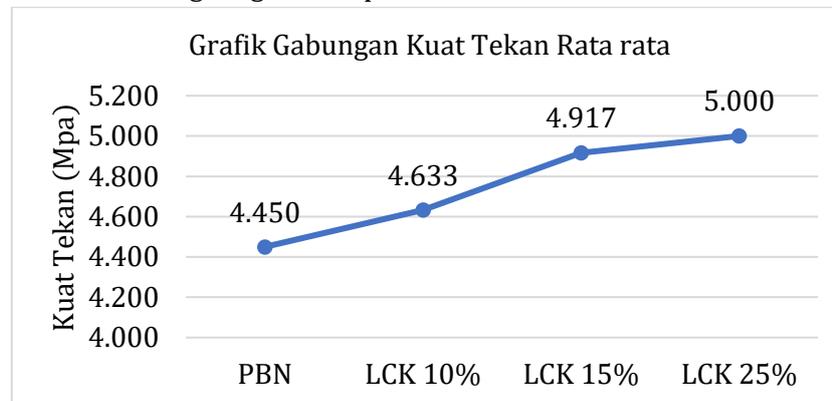
Gambar 2. Grafik Uji Penyerapan Paving Block

Sumber: Hasil Analisis

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa nilai penyerapan rata-rata pada paving block umur 3 hari mengalami kenaikan seiring dengan penambahan variasi limbah cangkang kemiri yang digunakan pada campuran paving block

4.4 Kuat Tekan Paving Block

Berikut adalah grafik gabungan kuat tekan rata-rata untuk paving block dengan campuran 0%, 10%, 15% dan 25% Limbah Cangkang Kemiri pada umur 3 hari.



Gambar 3. Grafik gabungan nilai rata-rata kuat tekan paving block

Sumber: Hasil Analisis

Pada grafik diatas dapat disimpulkan kuat tekan paving block pada umur 3 hari dengan tambahan 10% limbah cangkang kemiri mengalami peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 0,183 Mpa dari kuat tekan paving block normal tanpa limbah cangkang kemiri, sedangkan untuk paving block dengan tambahan 15% limbah cangkang kemiri mengalami peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 0,467 Mpa dari kuat tekan paving block normal tanpa limbah cangkang kemiri dan pada paving block dengan tambahan 25% limbah cangkang kemiri mengalami peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 0,550 Mpa dari kuat tekan paving block tanpa limbah cangkang kemiri.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Untuk penambahan limbah cangkang kemiri terhadap daya serap air paving block menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan limbah cangkang kemiri akan mempengaruhi daya serap air paving block. Untuk variasi 0%, 10%, 15% dan 25% limbah cangkang kemiri memiliki nilai daya serap air sebesar 1,1%, 1,5%, 1,6% dan 2,0% untuk umur perawatan 3 hari. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan limbah cangkang kemiri maka semakin tinggi pula daya serap air pada paving block.
2. Untuk penambahan limbah cangkang kemiri terhadap kuat tekan paving block menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan limbah cangkang kemiri akan mempengaruhi kuat tekan paving block. Untuk variasi 0%, 10%, 15% dan 25% limbah cangkang kemiri memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 4,450 Mpa, 4,633 Mpa, 4,917 Mpa, 5,000 Mpa untuk umur perawatan 3 hari. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan limbah cangkang kemiri maka semakin tinggi pula kuat tekan pada paving block.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memanfaatkan limbah cangkang kemiri sebagai bahan tambah pada campuran paving block plastik dengan variasi 30% limbah cangkang kemiri dan 35% limbah cangkang kemiri dengan penggunaan plastik sebesar 50%.

Daftar Pustaka

- [1] M. Manganta, J. Asik, M. Idris, and A. Salim, "Pemanfaatan Kulit Kemiri Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Paving Block," *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 54–62, 2024, doi: 10.31963/jacee.v3i2.4503.
- [2] M. Z. Hakim, "Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan," *Amanna Gappa*, vol. 27, no. 2, pp. 111–121, 2019.
- [3] M. Maghfira, M. Mustakim, and A. Muis, "Stabilitas Paving Block Menggunakan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Dengan Tambah Serat Bendrat," *Jurnal Karajata Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 37–43, 2024, doi: 10.31850/karajata.v4i1.3110.
- [4] S. N. Hijah, M. Hamsyuni, P. Dewi Basoeki, and I. Iskandar, "Pengaruh Campuran Limbah Anorganik (Plastik) Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Paving Block," *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 185–196, 2023, doi: 10.35334/be.v1i2.3451.
- [5] M. Hudori and I. Wijaya, "Desain rancangan percobaan pada pengujian kuat tekan beton berbahan campuran cangkang kemiri," *Racic : Rab Construction Research*, vol. 4, no. 1, pp. 12–19, 2019.
- [6] L. Cahyono, A. P. Utomo, M. R. Fahmi, and N. E. Mayangsari, "Studi Kelayakan Material Paving Berbahan Limbah Insinerator Rumah Sakit," vol. 5, no. 1, pp. 52–56, 2024.
- [7] N. L. Sari, "Characteristics of Concrete with the Addition of Fabric Waste as Fibers on the Compressive and Flexural Strength of Concrete Karakteristik Beton Dengan Penambahan Limbah Kain Sebagai Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Beton," vol. 5, no. 2, pp. 218–225, 2024, doi: 10.37253/jcep.v5i2.9805.
- [8] I. M. O. DWIYANA PUTRA, I. N. G. Sugiarta, and L. P. Suryani, "Pengelolaan Sampah Plastik Rumah Tangga dalam Rangka Pencegahan Pencemaran Lingkungan (Study di Lingkungan Kelurahan Pedungan Kecamatan Denpasar Selatan Kota Denpasar)," *Jurnal Konstruksi Hukum*, vol. 2, no. 1, pp. 86–91, 2021, doi: 10.22225/jkh.2.1.2974.86-91.
- [9] S. Sudarno, "Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving block," *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, vol. 3, no. 2, p. 101, 2021, doi: 10.47600/jtst.v3i2.290.
- [10] B. Burhanuddin, B. Basuki, and M. Darmanijati, "Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan Paving Block," *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol. 18, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.37412/jrl.v18i1.20.
- [11] Anjani, "Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Campuran Agregat Kasar Pada Beton Normal," pp. 1–29, 2015.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, "Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder," *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta*, 1974.
- [13] A. C. Sembiring and J. J. Saruksuk, "Uji Kuat Tekan dan Serapan Air pada Paving Block dengan Bahan Pasir Kasar, Batu Kacang, dan Pasir Halus," (*Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2017, doi: 10.5281/zenodo.1207331.

- [14] Badan Standarisasi Nasional, "Sni 03-0691-1996," *Badan Standarisasi Nasional*, pp. 1–5, 1996.
- [15] SNI-03-2834-, "Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal," *SNI-03-2834-2000*, vol. 3, p. 2834, 2000.