

DAMPAK PENGGUNAAN AMPAS KOPI TERHADAP KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP AIR *PAVING BLOCK*

Christina Veronica¹ dan Arif Sandjaya^{1*}

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
*arifs@ft.untar.ac.id

Masuk: 30-06-2025, revisi: 07-07-2025, diterima untuk diterbitkan: 18-07-2025

ABSTRACT

With the decreasing availability of sand due to excessive exploitation and the increasing volume of organic waste such as coffee grounds, utilizing coffee grounds as a substitute for fine aggregates is expected to support the concept of sustainable development. This study aims to evaluate the effect of adding coffee grounds as a partial substitute for fine aggregates on the compressive strength and water absorption of paving blocks. The paving blocks were made with a cement-to-sand ratio of 1:6 and dimensions of 10.5 cm × 10.5 cm × 6 cm. Substitution was carried out in two conditions: untreated coffee grounds and washed coffee grounds, each at levels of 5%, 10%, 15%, and 20% by weight of fine aggregate. Of all variations, only the mixtures with 5% untreated coffee grounds and 5% washed coffee grounds were suitable for compressive strength testing. Compared to normal paving blocks, the compressive strength decreased by 61.2% for paving blocks using regular coffee grounds, and by 76.6% for those using washed coffee grounds. Water absorption tests showed that the addition of coffee grounds tended to increase the water absorption of the paving blocks. This study concludes that the use of coffee grounds, whether untreated or washed, is not recommended as a substitute material in paving blocks.

Keywords: coffee grounds; paving block; sustainable development; compressive strength; water absorption

ABSTRAK

Dengan semakin berkurangnya ketersediaan pasir akibat eksploitasi berlebihan serta meningkatnya volume limbah organik seperti ampas kopi, pemanfaatan ampas kopi sebagai substitusi agregat halus diharapkan dapat mendukung konsep pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penambahan ampas kopi sebagai substitusi parsial agregat halus terhadap kuat tekan dan daya serap *paving block*. *Paving block* dibuat dengan perbandingan semen terhadap pasir 1:6 dan ukuran 10,5 cm × 10,5 cm × 6 cm. Substitusi dilakukan dalam dua kondisi, yaitu ampas kopi biasa dan ampas kopi yang telah dicuci, masing-masing pada kadar 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat agregat halus. Dari seluruh variasi, hanya campuran dengan 5% ampas kopi biasa dan 5% ampas kopi cuci yang dapat dilanjutkan ke pengujian kuat tekan. Jika dibandingkan dengan *paving block* normal, penurunan kuat tekan tercatat sebesar 61,2% untuk *paving block* yang menggunakan ampas kopi biasa, dan sebesar 76,6% untuk *paving block* dengan ampas kopi cuci. Pengujian daya serap air menunjukkan bahwa penambahan ampas kopi cenderung meningkatkan daya serap *paving block*. Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan ampas kopi, baik dalam kondisi asli maupun setelah proses pencucian, tidak direkomendasikan sebagai bahan substitusi pada *paving block*.

Kata Kunci: Ampas kopi; *paving block*; pembangunan berkelanjutan; kuat tekan; daya serap

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Industri konstruksi merupakan sektor krusial yang tidak hanya menopang pembangunan infrastruktur, tetapi juga berkontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi dan kualitas hidup masyarakat (Muhammadsyah, 2024). Namun, di balik peran vital tersebut, industri ini dikenal sebagai konsumen besar sumber daya alam sekaligus penyumbang limbah konstruksi dalam jumlah signifikan, yakni sekitar 45–65% dari total limbah di tempat pembuangan akhir (Lima et al., 2021). Eksploitasi pasir sebagai agregat halus dalam beton menjadi salah satu isu yang paling mendesak, karena berdampak langsung terhadap kerusakan lingkungan seperti erosi, pencemaran air, dan kerusakan habitat alami (Jannah et al., 2024).

Seiring dengan itu, meningkatnya produksi limbah organik seperti ampas kopi juga menjadi tantangan lingkungan tersendiri. Ampas kopi diketahui menghasilkan gas rumah kaca selama dekomposisi dan mengandung senyawa seperti kafein, tanin, dan polifenol yang bersifat toksik bagi lingkungan (Kim & Lee, 2023). Di Indonesia, sebagai salah satu

produsen kopi terbesar di dunia (Purnomo et al., 2021), ampas kopi tersedia dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan secara optimal.

Penelitian ini mengangkat isu lingkungan dan keterbatasan sumber daya dengan menawarkan pendekatan alternatif, yakni pemanfaatan ampas kopi sebagai substituen parsial agregat halus dalam pembuatan *paving block*. Ampas kopi memiliki potensi struktural yang baik karena komposisi kimianya bersifat modular dan stabil (Saberian et al., 2021), sehingga layak untuk dieksplorasi dalam aplikasi teknik sipil. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan dua jenis ampas kopi (tanpa perlakuan dan hasil pencucian), pada variasi persentase 5%, 10%, 15%, dan 20%, yang dirancang untuk menggantikan sebagian pasir dalam campuran *paving block*. Studi dilakukan bekerja sama dengan Rebricks, perusahaan pengolah limbah menjadi material konstruksi.

Penelitian ini didasari oleh kebutuhan akan solusi konkret terhadap dua persoalan: (1) menurunnya pasokan pasir alam akibat eksploitasi, dan (2) meningkatnya jumlah limbah organik yang tidak termanfaatkan. Rumusan masalah yang diajukan meliputi pengaruh penggunaan ampas kopi terhadap kekuatan *paving block* dan identifikasi jenis serta persentase paling efektif dari ampas kopi tersebut. Tujuan akhirnya adalah menghasilkan *paving block* ramah lingkungan dengan kualitas teknis yang tetap kompetitif dibandingkan produk konvensional.

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan ampas kopi terhadap kuat tekan *paving block*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan ampas kopi terhadap daya serap *paving block*?
3. Jenis dan persentase ampas kopi manakah yang paling efektif dalam meningkatkan mutu *paving block*?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Adapun tujuan khususnya adalah:

1. Mengetahui pengaruh ampas kopi terhadap kuat tekan *paving block*.
2. Mengetahui pengaruh ampas kopi terhadap daya serap *paving block*.
3. Mengidentifikasi jenis dan persentase ampas kopi yang paling efektif dalam meningkatkan mutu *paving block*.

Penelitian sebelumnya

Penelitian oleh Arulrajah et al. (2017) mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah ampas kopi (CG) dan kaca daur ulang (RG) sebagai bahan dasar geopolimer ramah lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan RG hingga 75% meningkatkan kekuatan tekan bebas (UCS) hingga lebih dari 20 MPa setelah 28 hari penyembuhan pada suhu 50°C. Selain itu, penggunaan rasio cairan terhadap prekursor (L/P) yang lebih rendah terbukti memberikan hasil yang lebih optimal. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi limbah organik dan anorganik tersebut dapat meningkatkan performa material sekaligus mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

Penelitian oleh Mohamed & Djamil (2018) mengkaji penggunaan ampas kopi (SCG) sebagai substituen parsial pasir dalam beton pasir. Hasil menunjukkan bahwa SCG menurunkan kelecakan, densitas, serta kekuatan tekan dan lentur (hingga 44% dan 68% pada kadar 20%) akibat sifat higroskopis dan teksturnya yang mengganggu hidrasi semen. Namun, peningkatan porositas dari SCG justru meningkatkan sifat insulasi termal, menjadikannya potensial untuk aplikasi non-struktural seperti panel dinding bangunan hemat energi.

Penelitian oleh Roychand et al. (2023) menilai pemanfaatan ampas kopi (SCG) yang dipirolisis sebagai substituen pasir dalam beton. SCG mentah menurunkan kekuatan beton, namun pirolisis pada 350°C meningkatkan kuat tekan hingga 29,3% pada kadar 15%, berkat permukaan biochar yang kasar dan padat. Sebaliknya, pirolisis pada 500°C menghasilkan biochar rapuh dan berpori besar, yang justru menurunkan kekuatan. Studi ini menegaskan bahwa suhu pirolisis berperan krusial, dengan 350°C sebagai kondisi optimal untuk memperkuat beton.

Paving block

Paving block adalah bahan bangunan dari campuran semen, air, dan agregat (SNI 03-0691-1996), yang banyak digunakan untuk area parkir, trotoar, dan jalan volume rendah (Hussain et al., 2021). Material ini populer karena mudah dipasang, kuat, tampil menarik, serta mampu menyerap air hujan dengan baik (Adibroto, 2014). *Paving block* harus memiliki permukaan rata, bebas retakan atau cacat, serta sudut dan rusuk yang kuat agar tidak mudah rusak oleh tekanan jari. Ketebalan minimalnya 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$, guna menjamin keseragaman, kemudahan pemasangan, dan ketahanan terhadap beban lalu lintas ringan hingga menengah.

Paving block juga dapat diklasifikasikan berdasarkan mutu dan kuat tekannya, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Mutu *paving block* menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0691-1996) terbagi menjadi empat kelas, yaitu mutu A, B, C, dan D, yang masing-masing memiliki kegunaan spesifik sesuai dengan kekuatan tekan yang

dimilikinya. Mutu A, dengan kuat tekan minimum 35 MPa, biasa digunakan untuk area dengan beban berat seperti jalan umum dan pelabuhan. Mutu B, dengan kuat tekan minimum 17 MPa, sering diterapkan pada pelataran parkir dan garasi. Mutu C, dengan kuat tekan minimum 12,5 MPa, digunakan untuk area dengan lalu lintas pejalan kaki seperti trotoar dan jalur pedestrian. Sementara itu, mutu D, dengan kuat tekan minimum 8,5 MPa, lebih cocok untuk area dengan beban sangat ringan seperti taman dan halaman rumah (SNI 03-0691-1996).

Tabel 1. Klasifikasi mutu *paving block*

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
	Rata-rata	Min.	Rata-rata	Min.	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12.5	0,160	0,184	8
D	10	8.5	0,219	0,251	10

Kandungan ampas kopi

Ampas kopi merupakan limbah organik hasil penyeduhan biji kopi yang masih mengandung berbagai senyawa kimia bernilai. Komposisi utama dari ampas kopi terdiri atas lignoselulosa, yang mencakup selulosa (8–15%), hemiselulosa (30–40%), dan lignin (20–27%) (Campos-Vega et al., 2015). Selain itu, masih terdapat kandungan senyawa bioaktif seperti polifenol (1–2%), asam klorogenat, serta sejumlah kecil kafein yang belum sepenuhnya terdegradasi selama proses penyeduhan (Campos-Vega et al., 2015).

Dari segi unsur kimia anorganik, analisis XRF pada ampas kopi menunjukkan keberadaan oksida logam seperti SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, dan CaO, yang merupakan komponen penting dalam bahan bangunan seperti semen dan beton (Ching & Choo, 2024). Kandungan abu (*ash content*) berkisar antara 1,2–2,0% tergantung pada jenis kopi dan kondisi pembakarannya (Ballesteros et al., 2014). Secara mikroskopik, studi SEM (*Scanning Electron Microscopy*) menunjukkan bahwa struktur permukaan ampas kopi memiliki pori-pori halus dan tidak teratur yang terbentuk akibat proses termal selama pemanggangan.

Menurut Mussatto et al. (2011), senyawa fenolik seperti asam klorogenat dan asam kafeat mudah larut dalam air dan merupakan penyebab utama warna gelap yang muncul pada air cucian ampas kopi. Senyawa tersebut tergolong sebagai senyawa organik yang dapat menurunkan kemampuan semen dalam mengikat air. Oleh karena itu, penggunaan ampas kopi yang telah dicuci layak untuk diuji guna membandingkan pengaruhnya terhadap kuat tekan pada *paving block*.

Dengan demikian, kandungan kimia yang khas serta struktur mikro ampas kopi memberikan peluang pemanfaatan sebagai bahan alternatif yang ramah lingkungan di bidang konstruksi. Penggunaan ini juga berkontribusi terhadap upaya *circular economy* dan pengurangan limbah organik.

Pengujian *Paving block*

Pengujian yang akan dilakukan meliputi pengujian kuat tekan dan daya serap air pada *paving block*:

- **Kuat tekan** adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (Pane et al., 2015). Kekuatan tekan merupakan sifat yang penting dari beton. Umumnya kuat tekan dinyatakan pada saat umur beton mencapai 28 hari (Hargono et al., 2009). Sama seperti pada beton, pengujian kuat tekan pada *paving block* bertujuan untuk mengetahui kuat tekan karakteristik, yaitu kemampuan material dalam menahan beban hingga mengalami kerusakan atau pecah. Sebelum dilakukan pengujian, *paving block* terlebih dahulu menjalani proses *curing* selama 28 hari guna memastikan kekuatan tekan yang dicapai berada dalam kondisi optimal. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan alat uji tekan dengan kapasitas 1200 kN di mana beban diberikan secara bertahap hingga benda uji mengalami kerusakan. Menurut (SNI-03-0691-1996), Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dengan : σ = Kuat Tekan *Paving block* (MPa), P = Beban maksimum (N), A = Luas penampang benda uji (mm²)

- Daya serap air adalah pengujian yang dilakukan untuk menilai seberapa besar volume air yang dapat diserap oleh sebuah material dalam kondisi jenuh. Parameter ini berguna untuk mengevaluasi ketahanan *paving block*

terhadap pelapukan akibat air, dan lingkungan dengan curah hujan tinggi. Pengujian dilakukan dengan menimbang *paving* dengan keadaan utuh direndam dalam air hingga jenuh (24 jam), dan ditimbang beratnya. Kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 24 jam, dan dilakukan penimbangan lagi. Menurut (SNI-03-0691-1996), penyerapan air dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 2.

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

Dengan : C = Berat penimpah sebelum dikeringkan, A = Berat penimpah setelah dikeringkan.

Dengan dilakukannya kedua jenis pengujian tersebut, diharapkan dapat diperoleh gambaran komprehensif mengenai kualitas *paving block* yang dihasilkan, khususnya dalam menilai kelayakan penggunaan ampas kopi sebagai material substitusi pasir.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1. Diagram alir. Diagram alir ini menggambarkan tahapan proses penelitian, dimulai dari studi literatur hingga tahap pengujian kualitas *paving block* yang dihasilkan. Setiap langkah disusun secara sistematis untuk memastikan proses berjalan sesuai metode yang telah direncanakan dan mendapatkan hasil yang akurat.



Gambar 1. Diagram alir

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk mengevaluasi pengaruh substitusi sebagian agregat halus (pasir) dengan ampas kopi terhadap sifat mekanik *paving block*. Dua jenis ampas kopi digunakan: (1) ampas kopi tanpa perlakuan, yang merepresentasikan limbah pasca seduhan biasa, dan (2) ampas kopi yang telah

dicuci hingga air bilasan jernih untuk menghilangkan senyawa organik larut seperti polifenol dan asam organik yang berpotensi mengganggu hidrasi semen. Kedua jenis ampas diaplikasikan dalam komposisi 5%, 10%, 15%, dan 20% dari total pasir guna mengamati pengaruh kadar substitusi terhadap kekuatan tekan dan daya serap air *paving block*. Penelitian ini didukung oleh Rebricks, produsen *paving* ramah lingkungan, dengan komposisi dasar campuran mengacu pada formula mereka, yaitu rasio semen terhadap pasir 1:6 dan cement-water ratio sebesar 0,6, yang diterapkan secara konstan untuk seluruh sampel.

Tabel 2 merinci jumlah benda uji berdasarkan variasi substitusi pasir dengan ampas kopi. Terdapat satu kelompok kontrol (0%) dan dua perlakuan, yaitu ampas kopi biasa dan ampas kopi cuci, masing-masing dalam variasi 5%, 10%, 15%, dan 20%. Setiap variasi, termasuk kontrol, diuji sebanyak 5 sampel untuk kuat tekan dan 3 sampel untuk daya serap air. Secara total, digunakan 45 benda uji untuk uji tekan dan 27 untuk uji serap air. Jumlah ini dirancang agar hasilnya representatif dan memungkinkan analisis kuantitatif terhadap pengaruh ampas kopi terhadap performa *paving block*.

Tabel 2. Jumlah benda uji

Variasi	Persentase	Jumlah Benda Uji	
		Kuat tekan	Penyerapan air
Tanpa Kopi	0%	5	3
	5%	5	3
Kopi Biasa	10%	5	3
	15%	5	3
	20%	5	3
	5%	5	3
Kopi Cuci	10%	5	3
	15%	5	3
	20%	5	3
	5%	5	3

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menjelaskan tentang hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh penguji. Proses ini melibatkan berbagai jenis uji, seperti pemeriksaan visual, pengukuran dimensi, uji kuat tekan, dan uji daya serap air. Pemeriksaan visual dan dimensi bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian bentuk dan ukuran *paving block* dengan standar yang ditetapkan. Sementara itu, uji kuat tekan dan daya serap air digunakan untuk menilai kinerja mekanis serta ketahanan *paving block* terhadap kondisi lingkungan.

Pemeriksaan fisik

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual terhadap seluruh benda uji, secara umum *paving block* yang diproduksi menunjukkan kondisi fisik yang baik. Tidak ditemukan adanya retak halus pada permukaan benda uji, baik pada bagian atas, bawah, maupun sisi samping. Selain itu, sudut dan rusuk dari masing-masing *paving block* juga tampak utuh, tidak rapuh, serta tidak mudah hancur saat diberikan tekanan ringan menggunakan tangan.

Secara khusus, perbedaan karakteristik antara penggunaan ampas kopi biasa dan ampas kopi cuci terlihat cukup jelas. Pada *paving block* yang menggunakan ampas kopi biasa, bahkan hingga kadar substitusi 20%, struktur fisik masih mampu bertahan dengan baik dan layak untuk melanjutkan ke tahap pengujian mekanis. Tidak ditemukan indikasi kerusakan bentuk yang berarti, sehingga dapat disimpulkan bahwa ampas kopi biasa memiliki potensi sebagai bahan substituen agregat halus dalam batas substitusi tertentu.

Sementara itu, *paving block* yang menggunakan ampas kopi cuci mulai menunjukkan penurunan integritas fisik pada kadar substitusi 10% ke atas. Sampel mengalami perubahan bentuk yang cukup signifikan selama proses curing, sehingga tidak memenuhi kriteria kelayakan untuk dilakukan uji tekan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun pencucian bertujuan untuk menghilangkan senyawa-senyawa larut air, perlakuan tersebut justru dapat memengaruhi stabilitas struktural ampas kopi dalam campuran *paving block*. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap perlakuan dan proporsi optimal dalam pemanfaatan ampas kopi cuci agar tetap dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar ketahanan fisik.

Meski demikian, seluruh benda uji yang masih memiliki bentuk utuh tetap dinyatakan layak untuk melanjutkan ke tahap pengujian mekanis selanjutnya, guna memperoleh data kuantitatif mengenai performa tekan dari masing-masing komposisi.

Pemeriksaan ukuran

Hasil pengukuran dimensi terhadap 10 benda uji menunjukkan bahwa secara umum *paving block* yang dihasilkan memiliki ukuran yang mendekati spesifikasi standar. Rata-rata panjang dan lebar *paving block* berada dalam kisaran toleransi yang ditetapkan oleh SNI 03-0691-1996, yaitu ± 2 mm untuk panjang dan lebar, serta ± 3 mm untuk tebal.

Pengukuran ketebalan yang dilakukan pada tiga titik berbeda pada setiap benda uji menunjukkan adanya sedikit variasi, namun masih berada dalam batas wajar. Nilai rata-rata ketebalan *paving block* pada semua variasi campuran berkisar antara 5.9 mm hingga 6 mm, dan tidak terdapat deviasi yang signifikan antar titik pengukuran. Sedangkan untuk rata-rata panjang dan lebar *paving block* yang diukur berkisar antara 10.5 mm hingga 10.48 mm. Hasil pengukuran keseluruhan dimensi *paving block* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi *paving block*

Dimensi <i>paving block</i>		
Panjang	10.5	cm
Lebar	10.5	cm
Tinggi	6	cm

Pengujian kuat tekan

Dalam pelaksanaan pengujian laboratorium, tidak semua benda uji berhasil mempertahankan bentuk dan kekuatan fisiknya hingga tahap pengujian. Dari keseluruhan variasi campuran *paving block* yang dirancang, hanya dua komposisi yang dapat diproses dan diuji lebih lanjut, yaitu campuran tanpa substitusi dan campuran dengan substitusi 5% ampas kopi biasa maupun ampas kopi cuci.

Sementara itu, variasi ampas kopi yang telah dicuci pada persentase 10%, 15%, dan 20% mengalami kegagalan fisik pada tahap awal setelah pencetakan. Benda uji dengan variasi tersebut menunjukkan struktur yang sangat rapuh, mudah hancur, dan dalam beberapa kasus bahkan tidak dapat dilepaskan dari cetakan dengan utuh. Sementara itu, benda uji dengan ampas kopi biasa pada kadar 10%, 15%, dan 20% menunjukkan konsistensi yang terlalu lunak dan tidak padat, sehingga tidak memenuhi syarat untuk diuji tekan.

Variasi tersebut tidak memenuhi syarat teknis maupun visual sebagai *paving block*, sehingga tidak dapat dilakukan uji kuat tekan. Oleh karena itu, analisis dalam penelitian ini hanya difokuskan pada dua variasi yang berhasil dicetak dan diuji. Hasil uji kuat tekan untuk campuran normal, campuran dengan 5% ampas kopi biasa, dan 5% ampas kopi cuci ditampilkan berturut-turut pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Berdasarkan data pada tabel, kuat tekan rata-rata *paving block* tanpa campuran ampas kopi (normal) adalah sebesar 13.2206 MPa. Nilai ini menurun drastis ketika sebagian agregat halus digantikan oleh ampas kopi. Pada campuran dengan substitusi 5% ampas kopi biasa, kuat tekan rata-rata turun menjadi 5.1291 MPa. Bahkan, campuran dengan 5% ampas kopi cuci menunjukkan penurunan yang lebih tajam lagi, yakni hanya mencapai 3.0940 MPa.

Tabel 4. Kuat tekan *paving block* biasa

Kode sampel	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)
PVKT 1	130.4	16.8388
PVKT 2	94.7	12.2288
PVKT 3	98.7	12.7454
PVKT 4	84.2	10.8729
PVKT 5	103.9	13.4168
Rerata		13.2206

Tabel 5. Kuat tekan *paving block* 5% ampas kopi biasa

Kode sampel	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)
KBKT 1	41,6	5.3719
KBKT 2	45	5.8110
KBKT 3	36,5	4.7133
KBKT 4	35,5	4.5842
KBKT 5	40	5.1653
Rerata		5.1291

Tabel 6. Kuat tekan *paving block* 5% ampas kopi cuci

Kode sampel	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)
KCKT 1	23.7	3.0604
KCKT 2	24.6	3.1767
KCKT 3	24.5	3.1637
KCKT 4	26.7	3.4478
KCKT 5	20.3	2.6214
Rerata		3.0940

Jika dibandingkan terhadap *paving block* normal, penurunan kuat tekan ini setara dengan sekitar 61,2% untuk ampas kopi biasa dan 76,6% untuk ampas kopi cuci. Penurunan yang cukup signifikan ini menunjukkan bahwa keberadaan ampas kopi dalam campuran beton memberikan dampak negatif terhadap kekuatan tekan *paving block*.

Menariknya, proses pencucian ampas kopi yang diharapkan dapat menghilangkan zat-zat pengganggu justru tidak memberikan hasil yang lebih baik. Sebaliknya, ampas kopi cuci malah menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan ampas kopi biasa. Hal ini mengindikasikan bahwa pencucian belum tentu memperbaiki sifat mekanik ampas kopi dalam campuran, dan kemungkinan justru membuat partikel lebih menyerap air atau mengganggu proses pengikatan semen.

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa penambahan ampas kopi, baik yang dicuci maupun tidak, belum dapat digunakan secara efektif sebagai substitusi agregat halus tanpa rekayasa tambahan terhadap komposisi campuran.

Pengujian daya serap

Hasil pengujian daya serap air ditampilkan secara berurutan pada Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9,

Tabel 10, Tabel 11, dan Tabel 12, yang mencakup *paving block* tanpa ampas kopi, serta variasi campuran dengan ampas kopi biasa sebanyak 5%, 10%, 15%, dan 20%, serta campuran dengan 5% ampas kopi yang telah dicuci.

Tabel 7. Penyerapan *paving block* tanpa ampas kopi

Kode Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Penyerapan air (%)
PVP1	1308	1231	6.255
PVP2	1335	1266	5.450
PVP3	1335	1277	4.542
Rata-rata			5.416

Tabel 8. Penyerapan *paving block* dengan 5% ampas kopi biasa

Kode Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Penyerapan air (%)
KBP1	1240	1210	2.479
KBP2	1210	1164	3.952
KBP3	1213	1170	3.675
Rata-rata			3.369

Tabel 9. Penyerapan *paving block* dengan 10% ampas kopi biasa

Kode Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Penyerapan air (%)
KBP4	1144	1027	11.392
KBP5	1196	1032	15.891
KBP6	1186	1056	12.311
Rata-rata			13.198

Tabel 10. Penyerapan *paving block* dengan 15% ampas kopi biasa

Kode Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Penyerapan air (%)
KBP7	1144	969	18.060
KBP8	1178	1000	17.800
KBP9	1172	1038	12.909
Rata-rata			16.256

Tabel 11. Penyerapan *paving block* dengan 20% ampas kopi biasa

Kode Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Penyerapan air (%)
KBP10	1190	1029	15.646
KBP11	1125	988	13.866
KBP12	1160	1014	14.398
Rata-rata			14.637

Tabel 12. Penyerapan *paving block* dengan 5% ampas kopi cuci

Kode Sampel	Berat Basah (gr)	Berat Kering (gr)	Penyerapan air (%)
KCP1	1253	1160	8.017
KCP2	1299	1213	7.090
KCP3	1261	1188	6.145
Rata-rata			7.084

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan 5% ampas kopi biasa menghasilkan nilai penyerapan air terendah sebesar 3,369%, lebih rendah dibandingkan *paving block* tanpa ampas kopi dimana ada pada nilai 5,416%. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kadar rendah, ampas kopi biasa mampu meningkatkan kerapatan campuran dan ketahanan terhadap air. Namun, peningkatan kadar ampas kopi menjadi 10%, 15%, dan 20% justru menyebabkan lonjakan nilai penyerapan air secara signifikan, melewati ambang batas SNI, akibat meningkatnya porositas campuran. Sementara itu, *paving block* dengan 5% ampas kopi cuci menunjukkan daya serap air sebesar 7,084%, yang juga melampaui batas SNI dan lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa proses pencucian mengurangi efektivitas ampas kopi dalam menutup pori mikro, sehingga menurunkan kualitas fisik *paving block*. Dengan demikian, dari aspek penyerapan air, ampas kopi biasa tanpa pencucian pada kadar 5% merupakan opsi yang paling optimal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh penggunaan ampas kopi terhadap kuat tekan *paving block*, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Penambahan ampas kopi, baik dalam kondisi biasa maupun setelah melalui proses pencucian, secara umum menyebabkan penurunan kekuatan tekan *paving block* dibandingkan dengan *paving block* tanpa penambahan ampas kopi.
2. Hasil pencetakan menunjukkan bahwa hanya campuran dengan substitusi ampas kopi 5% dan campuran dengan substitusi ampas kopi cuci 5% yang layak diuji kuat tekan. Pada ampas kopi biasa substitusi 10–20% membuat campuran lembek dan kurang padat. Sedangkan pada ampas kopi cuci campuran 10–20% gagal sejak tahap *curing*.
3. Ampas kopi yang telah melalui proses pencucian menunjukkan penurunan kuat tekan yang lebih signifikan dibandingkan dengan ampas kopi tanpa pencucian. Selisih kuat tekan antara keduanya menunjukkan bahwa proses pencucian menyebabkan penurunan sekitar 39,67% dibandingkan *paving block* dengan ampas kopi biasa.
4. Pengujian daya serap air menunjukkan bahwa penambahan ampas kopi, baik biasa maupun hasil pencucian, cenderung meningkatkan daya serap *paving block* dibandingkan tanpa ampas kopi. *Paving block* tanpa ampas kopi memiliki rata-rata daya serap 5,416%. Pada campuran 5% ampas kopi biasa, daya serap justru menurun menjadi 3,369%, tetapi meningkat tajam pada substitusi 10%, 15%, dan 20%, masing-masing sebesar 13,198%,

16,256%, dan 14,637%. Sementara itu, *paving block* dengan 5% ampas kopi cuci memiliki daya serap lebih tinggi, yaitu 7,084%.

5. Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan ampas kopi, baik dalam kondisi asli maupun setelah proses pencucian, tidak direkomendasikan sebagai bahan substitusi pada *paving block* karena menurunkan kuat tekan serta meningkatkan daya serap air, sehingga tidak memenuhi karakteristik yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. (2014). Pengaruh penambahan berbagai jenis serat pada kuat tekan *paving block*. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 10(1), 1–11.
- Arulrajah, A., Kua, T.-A., Horpibulsuk, S., Mirzababaei, M., & Chinkulkijniwat, A. (2017). Recycled glass as a supplementary filler material in spent coffee grounds geopolymers. *Construction and Building Materials*, 151, 18–27.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). *SNI 03-0691-1996: Bata beton (paving block)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 3493–3503.
- Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., Vergara-Castañeda, H. A., & Oomah, B. D. (2015). Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 45(1), 24–36.
- Ching, K. S., & Choo, C. S. (2024). Potential Utilization of Spent Coffee Waste in Permeable Concrete. *The Open Construction & Building Technology Journal*, 18(1).
- Hargono, H., Jaeni, M., & Budi, F. S. (2009). Pengaruh Perbandingan Semen Pozolan dan Semen Portland Terhadap Kekekalan Bentuk dan Kuat Tekan Semen. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 5(2), 138323.
- Hussain, I., Ali, B., Rashid, M. U., Amir, M. T., Riaz, S., & Ali, A. (2021). Engineering properties of factory manufactured *paving blocks* utilizing steel slag as cement replacement. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00755.
- Jannah, G. R., Nurazizah, E., Natasyah, A., Sari, R. Y., Nugraha, H., Nugraha, F. I., & Astuti, Y. S. (2024). Analisis sistem adaptasi dan etika lingkungan masyarakat terhadap pertambangan pasir di desa sinagar. *HUMANITIS: Jurnal Homaniora, Sosial Dan Bisnis*, 2(5), 483–489.
- Kim, J., & Lee, S. (2023). Study of recycled spent coffee grounds as aggregates in cementitious materials. *Recent Progress in Materials*, 5(1), 1–23.
- Lima, L., Trindade, E., Alencar, L., Alencar, M., & Silva, L. (2021). Sustainability in the construction industry: A systematic review of the literature. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125730.
- Mohamed, G., & Djamila, B. (2018). Properties of dune sand concrete containing coffee waste. *MATEC Web of Conferences*, 149, 1039.
- Muhammadsyah, F. (2024). Inovasi Bahan Bangunan: Memperkenalkan Material Ramah Lingkungan untuk Konstruksi. *WriteBox*, 1(3).
- Mussatto, S. I., Carneiro, L. M., Silva, J. P. A., Roberto, I. C., & Teixeira, J. A. (2011). A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. *Carbohydrate Polymers*, 83(2), 368–374.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Purnomo, M., Yuliati, Y., Shinta, A., & Riana, F. D. (2021). Developing coffee culture among indonesia's middle-class: A case study in a coffee-producing country. *Cogent Social Sciences*, 7(1), 1949808.
- Roychand, R., Kilmartin-Lynch, S., Saberian, M., Li, J., Zhang, G., & Li, C. Q. (2023). Transforming spent coffee grounds into a valuable resource for the enhancement of concrete strength. *Journal of Cleaner Production*, 419, 138205.
- Saberian, M., Li, J., Donnoli, A., Bonderenko, E., Oliva, P., Gill, B., Lockrey, S., & Siddique, R. (2021). Recycling of spent coffee grounds in construction materials: A review. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125837.

