

Dari Kopi untuk Konstruksi: Paving Block Limbah Ampas Kopi dengan Standar SNI 03-0691-1996 sebagai Solusi Trotoar Kota Ramah Lingkungan

M. Attar Al Fillah

Institut Teknologi Bandung, Indonesia

Email: alfillahattar@gmail.com

Keywords:

Spent Coffee Grounds; Paving Block; Compressive Strength; Cement Substitution; Environmentally Friendly

Abstract

Based on data from the Central Statistics Agency, there was an increase in coffee production by 6% from 2019-2021, South Sumatra Province occupies the first position as the province with the most production in Indonesia. Products from coffee grounds that have been brewed are in the form of coffee grounds that have a negative impact on the environment such as several toxic chemicals such as alkaloids, tannins, polypenolic which make it more difficult for the environment to degrade organic materials biologically, water pollution, and health. This research was conducted at Cv. Anugrah Pertiwi and SMA Negeri 1 Palembang, testing was carried out on paving blocks that have a percentage of coffee grounds of 0%, 3%, and 5% of total cement using a Compression testing machine (CTM). The approach used in this study is quantitative with the destructive test method. The findings of this study are that there is an increase in the compressive strength of paving blocks at a percentage of 3% (16.37 MPa) which has met the SNI 03-0691-1996 standard when compared to a percentage of 0% (15.03 MPa), at a percentage of 5% there is a decrease to 13.34. In addition, coffee grounds as a cement substitute also have a positive impact on the environment through the absorption of coffee grounds by 77.6%, which meets the target of Presidential Regulation Number 97 of 2017.

Kata kunci:

Ampas Kopi; Paving Block; Kuat Tekan; Substitusi Semen; Ramah Lingkungan

Abstrak

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik terjadi peningkatan produksi kopi sebesar 6% dari tahun 2019-2021, Provinsi Sumatera Selatan menempati posisi pertama sebagai provinsi dengan produksi terbanyak di Indonesia. Produk dari bubuk kopi yang telah diseduh berupa ampas kopi yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan seperti beberapa zat kimia beracun seperti alkaloid, tanin, polipenolik yang menyebabkan lingkungan lebih sulit mendegradasi material organik secara biologi, pencemaran air, dan kesehatan. Penelitian ini dilakukan di Cv. Anugrah Pertiwi dan SMA Negeri 1 Palembang, pengujian dilakukan terhadap paving block yang memiliki persentase ampas kopi 0%, 3%, dan 5% dari total semen dengan menggunakan *Compression testing machine* (CTM). Pendekatan

yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif dengan metode *destructive test*. Hasil temuan pada penelitian ini yaitu adanya peningkatan kuat tekan paving block pada persentase 3% (16,37 MPa) yang sudah memenuhi standar SNI 03-0691-1996 jika dibandingkan persentase 0% (15,03 MPa), pada persentase 5% terjadi penurunan menjadi 13,34. Selain itu ampas kopi sebagai substitutor semen juga memberikan dampak positif terhadap lingkungan melalui penyerapan ampas kopi sebesar 77,6%, hal tersebut memenuhi target daripada Peraturan Presiden Nomor 97 tahun 2017.

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan akibat limbah organik menjadi isu global yang semakin mendesak untuk mendapatkan perhatian serius, terutama di negara-negara berkembang dengan tingkat konsumsi sumber daya alam yang tinggi. Salah satu limbah organik yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari masyarakat adalah ampas kopi (*spent coffee grounds*) (Kadri & Kadri, 2025; Putri et al., 2024; Qalbi, 2024). Di sisi lain, pembangunan infrastruktur perkotaan yang pesat membutuhkan material konstruksi seperti *paving block* yang selama ini penggunaannya masih bergantung pada semen sebagai bahan utama yang proses produksinya turut menyumbang emisi karbon dan dampak lingkungan (Simalango, 2023). Kedua permasalahan tersebut, jika tidak dikelola secara bijak, akan memperparah degradasi lingkungan dan mengurangi keberlanjutan ekosistem perkotaan (Aisah et al., 2025; Pauziah et al., 2025).

Kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan tropis yang berasal dari biji tanaman *Coffea sp* (Siswanto, 2024). dan telah menjadi komoditas penting dalam perkebunan Indonesia.

Tabel 1. Data produksi kopi di Indonesia pada tahun (BPS)

Tahun	Jumlah Produksi (ton)
2019	742 ribu
2020	762 ribu
2021	786,2 ribu

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS), Statistik Kopi Indonesia 2019, 2020, 2021

Tabel 2. Jumlah produksi kopi di Provinsi Sumatera Selatan (Badan Pusat Statistik)

Tahun	Jumlah Produksi (ton)
2019	196.016
2020	198.945
2021	211.681

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS), Statistik Kopi Indonesia 2019, 2020, 2021

Data dari Badan Pusat Statistik Indonesia menunjukkan di Indonesia terjadinya peningkatan produksi kopi sebesar 6% dari tahun 2019 hingga 2021. Pada periode tersebut Sumatera Selatan menempati posisi pertama sebagai provinsi dengan produksi terbanyak di Indonesia, dengan total produksi dari tahun 2019 hingga 2021 sebesar

606.642 ton. Dengan demikian, peningkatan jumlah produksi kopi juga ditandai dengan peningkatan konsumsi kopi bubuk dan instan Jenderal - Kementerian Pertanian (2022).

Tabel 3. Perkembangan konsumsi kopi tahun 2019-2021.

Tahun	(kg/kapita/tahun)	
	Kopi Bubuk	Kopi Instan
2019	0,7947	0,913
2020	0,7980	0,901
2021	0,8758	0,951

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS), Statistik Kopi Indonesia 2019, 2020, 2021

Pada kehidupan zaman modern saat ini, kalangan anak-anak muda telah menjadikan meminum kopi sebagai gaya hidup. Coffee culture telah menjadi sebuah rutinitas yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Maraknya tren ini, ditandai dengan adanya peningkatan jumlah kedai kopi dan penikmat kopi lainnya yang didasari sikap FOMO (Fear Of Missing Out) di Indonesia termasuk Kota Palembang. Dengan adanya fenomena tersebut, maka akan terjadi peningkatan pula produksi minuman kopi bervariasi tadi. Dibalik itu semua terdapat limbah sisa dari produksi minuman yang dapat mencemari lingkungan. Limbah ampas kopi mengandung beberapa zat kimia beracun seperti alkaloid, tanin, polipenolik yang menyebabkan lingkungan lebih sulit mendegradasi material organik secara biologis (Sumadewi et al. di dalam Asyidiq dkk, 2021).

Dampak lingkungan berupa polusi organik limbah ampas kopi yang paling berat adalah pada perairan di mana effluen kopi dikeluarkan (Juwita et al. di dalam Asyidiq dkk., 2021) dkk, 2021). Hal ini dikarenakan substansi organik limbah ini sulit larut dalam air yang menyebabkan kondisi anaerobik. Oleh karena itu, limbah ampas kopi harus diolah karena sangat memberi dampak yang membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan (Sumadewi et al. di dalam Asyidiq et al., 2021).

Tabel 4. Data jumlah cafe di kota Palembang (Google maps)

Tahun	Jumlah Cafe di kota Palembang
2025	104

Sumber: Google Maps (2025)

Dengan adanya fenomena tersebut, maka akan terjadi peningkatan pula produksi minuman kopi bervariasi. Dibalik itu semua terdapat limbah sisa dari produksi minuman yang dapat mencemari lingkungan. Limbah ampas kopi mengandung beberapa zat kimia beracun seperti alkaloid, tanin, polifenol yang menyebabkan lingkungan lebih sulit mendegradasi material organik secara biologis (Sumadewi et al. di dalam Asyidiq dkk, 2021). Dampak lingkungan berupa polusi organik limbah ampas kopi yang paling berat adalah pada perairan di mana effluen kopi dikeluarkan (Juwita et al. di dalam Asyidiq dkk., 2021). Hal ini dikarenakan substansi organik limbah ini sulit larut dalam air yang

menyebabkan kondisi anaerobik. Oleh karena itu, limbah ampas kopi harus diolah karena sangat memberi dampak yang membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan (Sumadewi et al. di dalam Asyidiq et al., 2021). Berdasarkan data primer yang dihimpun dari delapan kedai kopi di Palembang, rata-rata produksi ampas kopi mencapai 6,3 kg per hari per gerai, sehingga berpotensi menghasilkan limbah ampas kopi yang signifikan setiap harinya.

Tabel 5. Sampel Produksi Ampas Kopi

Nama Cafe	Jumlah limbah ampas kopi (Kg)
For Good Luck	6,0
Diego <i>Coffee</i>	4,0
Kopi Kenangan	5,0
Tomorro <i>Coffe</i>	12,2
Fow <i>Coffe</i>	5,0
Beskaben	8,0
Rumah loka	5,6
Kopi dari hati	4,3
Rata-rata	6,3

Sumber: Data Primer, (2025)

Data menunjukkan adanya peningkatan jumlah kedai kopi yang ada di Palembang dalam 5 tahun terakhir. Dengan demikian, melihat potensi banyaknya ketersediaan ampas kopi, khususnya di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, maka akan sangat relevan untuk melakukan sebuah penelitian yang memanfaatkan limbah ampas kopi sebagai bahan substitusi semen dalam proses pembuatan *paving block* dengan kuat tekan standar SNI 03-0691-1996 yang dapat dipergunakan untuk trotoar dan peralatan parkir. Menurut penelitian terdahulu, pemberian ampas kopi sebagai substitutor semen dapat meningkatkan dan memenuhi standar tekan pada beton (Pombo, 2023). Beberapa penelitian lain juga telah mengkaji pemanfaatan limbah organik dalam konstruksi, namun penelitian tentang pemanfaatan ampas kopi sebagai substitusi semen pada *paving block* dengan variasi persentase 0%, 3%, dan 5% serta evaluasi dampak lingkungannya secara terukur masih terbatas (Alkhaly, 2017; Hartini, 2021).

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada tiga aspek utama. Pertama, penelitian ini menguji secara spesifik pengaruh substitusi ampas kopi terhadap kuat tekan *paving block* pada tiga variasi persentase (0%, 3%, dan 5%) yang belum banyak diteliti secara komprehensif. Kedua, penelitian ini tidak hanya mengukur aspek teknis kuat tekan, tetapi juga menghitung potensi pengurangan limbah ampas kopi secara kuantitatif melalui pemanfaatannya sebagai bahan konstruksi. Ketiga, penelitian ini menghubungkan temuan laboratorium dengan implementasi nyata melalui edukasi kepada pelaku usaha *paving block* di Kota Palembang, sehingga memberikan solusi terapan yang terintegrasi antara aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah penggunaan limbah ampas kopi sebagai bahan substitutor semen dapat memberikan dampak yang positif terhadap kualitas kuat tekan *paving block* dan lingkungan. Penelitian ini diharapkan memberikan

manfaat, yaitu memperkaya kajian tentang pemanfaatan limbah organik dalam bidang konstruksi dan material bangunan, memberikan solusi pengelolaan limbah ampas kopi yang selama ini menjadi permasalahan lingkungan di perkotaan, memberikan alternatif bahan konstruksi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan, serta menjadi dasar bagi pelaku usaha *paving block* dalam mengadopsi inovasi material yang berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu mendukung pencapaian target pengurangan sampah sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang kebijakan dan strategi nasional pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan presentase substitutor yang paling baik guna memenuhi syarat kuat tekan SNI 03-0691-1999 pada paving block, dengan ampas kopi sebagai substitutor semen sebesar 0%, 3%, dan 5%.

Jumlah sampel paving block terdiri 36 buah dengan masing masing presentase sampel 3 buah. Kategori sesuai dengan umur paving block yang direncanakan yaitu 7,14, dan 28 hari. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah destructive test dengan pendekatan kuantitatif (Alwahidi & Afrizal, 2026; Parenta et al., 2026; Zaki, 2024).

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Cv. Anugrah Pertiwi dan SMA Negeri 1 Palembang. Penelitian ini dilakukan selama 2 (dua) bulan yaitu dimulai pada tanggal 25 Juni 2025 sampai dengan 25 Agustus 2025

Alat dan Bahan

Penelitian ini alat dan bahan yang digunakan yaitu, sekop, blender, saringan no. 200, timbangan, cetakan paving block 20x10x6, pemadat cetakan paving block, oven, dan compression testing machine. Semen Portland, pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar), air, dan ampas kopi.

Rencana Penelitian

Rencana penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan abu ampas kopi
 - 1) Pengambilan limbah ampas kopi dari setiap coffee shop yang berada di Kota Palembang
 - 2) Ampas kopi yang telah didapatkan dilakukan proses pembersihan dengan menggunakan air.
 - 3) Ampas kopi yang telah dibersihkan akan didiamkan selama semalaman sehingga air dan ampas kopi terpisah, setelah itu air dibuang.
 - 4) Pembakaran dilakukan dengan oven pada suhu 200°C selama ≤ 120 menit.

Apabila ampas kopi dirasa telah kering secaramaksimal, tumbuk dan saring menggunakan saringan No. 200 hingga menjadi abu. Pada metode konvensional dapat dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1-2 hari saat musim kemarau dan 2-3 hari saat musim hujandari gambar.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif deskriptif dengan membandingkan nilai kuat tekan rata-rata dari setiap variasi persentase ampas kopi (0%, 3%, dan 5%) pada masing-masing umur pengujian (7, 14, dan 28 hari). Data yang diperoleh dibandingkan dengan standar mutu SNI 03-0691-1996 untuk *paving block* trotoar mutu C yang mensyaratkan kuat tekan minimal 15 MPa. Selain itu, dilakukan perhitungan proyeksi pengurangan limbah ampas kopi secara kuantitatif berdasarkan data produksi *paving block* dan ketersediaan ampas kopi di Kota Palembang. Perhitungan ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari pemanfaatan ampas kopi sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan *paving block*. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan target penanganan sampah sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang kebijakan dan strategi nasional pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada tanggal 12 Agustus 2025, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 6. Data Uji Kuat Paving Block

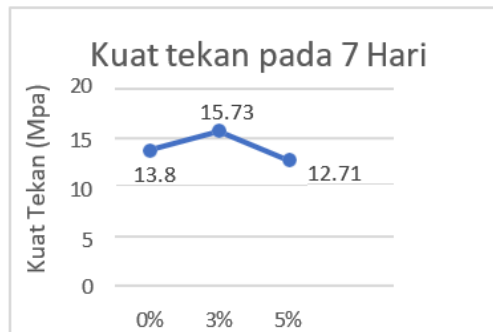
Umur Benda Uji	0% (kN)	3% (kN)	5% (kN)
7 Hari	312	304	246
	252	378	255
	264	262	262
14 Hari	306	359	270
	387	293	269
	286	296	278
28 Hari	296	356	264
	304	343	283
	301	360	275
Rata-rata	300,9	327,9	266,9

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Cv. Anugrah Pertiwi (2025), data diolah peneliti

Tabel 7. Data Rata-rata Kuat Uji paving Block

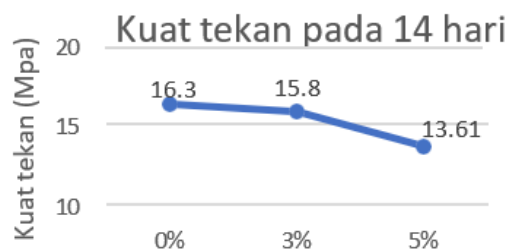
Umur	Kuat Tekan (Mpa)		
	0%	3%	5%
7 hari	13,8	15,73	12,71
14 hari	16,3	15,8	13,61
28 hari	15,01	17,6	13,7
Rata-rata	15,04	16,39	13,34

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Cv. Anugrah Pertiwi (2025), data diolah peneliti



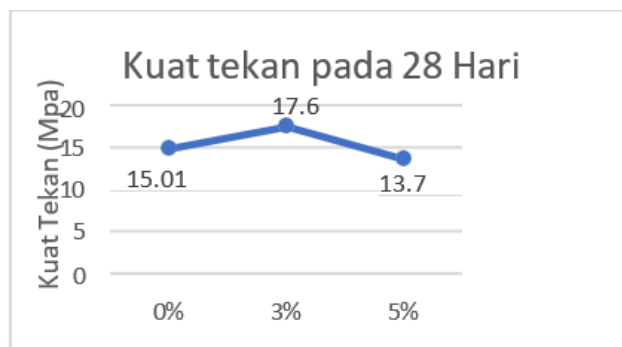
Grafik 1. Kuat tekan paving block pada 7 hari

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Cv. Anugrah Pertiwi (2025), data diolah peneliti



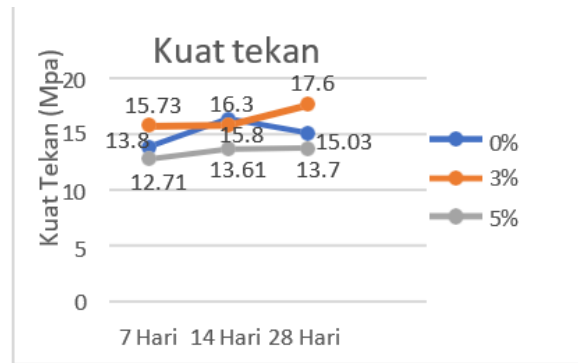
Grafik 2. Kuat tekan paving block pada 14 hari

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Cv. Anugrah Pertiwi (2025), data diolah peneliti



Grafik 3. Kuat tekan paving block pada 28 hari

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Cv. Anugrah Pertiwi (2025), data diolah peneliti



Grafik 4. Rata-rata kuat tekan paving block

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Cv. Anugrah Pertiwi (2025), data diolah peneliti

Berdasarkan temuan diatas, didapatkan bahwasanya limbah ampas kopi yang telah diproses dengan melalui mekanisme pemanggangan selama 120 menit dengan suhu 200°C mampu dijadikan substitutor semen dalam pembuatan paving block serta meningkatkan kuat tekan sesuai dengan SNI 03-0691-1996 dibandingkan dengan paving block normal (0%) Persentase limbah ampas kopi yang paling optimal dalam meningkatkan kuat tekan paving block adalah sebesar 3% dari total semen yang digunakan. Sedangkan pada persentase 5% terjadi penurunan kuat tekan dari paving block normal sehingga pada persentase 5% tidak memenuhi standar kuat tekan SNI 03-0691-1996.

Berdasarkan tren grafik yang telah ditampilkan, Adapun rata-rata kuat tekan paving block pada persentase ampas kopi 0% sebesar 15,03 Mpa, ampas kopi 3% sebesar 16,37 Mpa, ampas kopi 5% sebesar 13,34 Mpa. Peningkatan kuat tekan pada persentase 3% dapat mencapai 9,2% lebih tinggi dibandingkan dengan persentase 0%. Dengan demikian, penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hartini paving block memenuhi kriteria SNI 03-0691-1996 dan masuk ke kategori C. Penelitian ini tidak hanya sebatas membahas pengaruh ampas kopi sebagai substitutor semen, tetapi juga akan membahas proyeksi ketika limbah ampas kopi direalisasikan secara masal untuk meningkatkan kuat tekan.

Tabel 8. Rata-rata produksi paving block di Palembang

Tahun	Rata-rata produksi paving block
2025	3500

Sumber: Data Primer, (2025)

Tabel 9. Jumlah sampel tempat produksi paving block di Kota Palembang

Tahun	Tempat Paving block
2025	6

Sumber: Data Primer, (2025)

Berdasarkan data yang telah didapatkan, maka akan mendapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$W = 6,5 \text{ kg} \times 104 \quad R = 0,025 \times 6 \times 3500$$

$$W = 676 \text{ kg} \quad R = 525 \text{ k}$$

525

$$\% \text{ Pengurangan} =$$

$$\times 100\% \quad 676$$

lingkungan sebab kuat tekan pada

$$\% \text{ Pengurangan} = 77,66\%$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, persentase pengurangan limbah dalam sehari akibat penggunaan ampas kopi sebagai substitutor semen menghasilkan angka sebesar 77,66%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan ampas kopi sebagai substitutor semen dapat mengurangi jumlah limbah ampas kopi yang berpotensi menjadi pencemar lingkungan. Menurut angka target penanganan dari sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga sebesar 70%, proyeksi penggunaan ampas kopi sebagai substitutor semen terbukti dapat menangani limbah ampas kopi sesuai dengan target Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 (2017).

Untuk mewujudkan hal tersebut maka dibutuhkan edukasi kepada pelaku usaha paving block untuk merealisasikan penggunaan ampas kopi untuk dijadikan substitutor semen sebesar 3%. Menggunakan ampas kopi sebagai substitutor semen sebesar 3% memiliki keunggulan seperti meningkatkan kualitas kuat tekan paving block, menurunkan harga produksi, serta mengurangi peluang terjadinya penumpukan limbah ampas kopi yang dapat membahayakan dan merugikan bagi lingkungan (Veronica & Sandjaya, 2025). Edukasi tersebut dilakukan kepada pelaku usaha paving block yang berada di Kota Palembang dengan memaparkan hasil laboratorium uji kuat tekan paving block dan menjelaskan tata cara proses pembuatan paving block yang menggunakan limbah ampas kopi sebagai substitutor semen 3%.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai uji kuat tekan paving block normal pada umur 7 hari adalah sebesar 13,8 MPa, umur 14 hari sebesar 16,3 MPa, dan umur 28 hari sebesar 15,01 MPa. Pada variasi substitusi ampas kopi sebesar 3%, nilai kuat tekan yang diperoleh pada umur 7 hari adalah 15,73 MPa, umur 14 hari sebesar 15,8 MPa, dan umur 28 hari sebesar 17,6 MPa. Sementara itu, pada variasi substitusi ampas kopi sebesar 5%, nilai kuat tekan pada umur 7 hari adalah 12,71 MPa, umur 14 hari sebesar 13,61 MPa, dan umur 28 hari sebesar 13,34 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ampas kopi sebagai substitutor semen terbukti berpengaruh terhadap nilai kuat tekan paving block. Hal ini terlihat dari rata-rata kuat tekan paving block normal sebesar 15,03 MPa, sedangkan pada substitusi ampas kopi sebesar 3% terjadi peningkatan kuat tekan menjadi 16,37 MPa atau meningkat sebesar 8,97% dan telah sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996 untuk trotoar mutu C.

Namun, pada substitusi sebesar 5% terjadi penurunan kuat tekan sebesar 11,2%. Dengan demikian, jumlah ampas kopi yang paling optimal digunakan sebagai substitutor adalah sebesar 3%. Selain itu, hasil perhitungan menunjukkan adanya peluang penurunan limbah ampas kopi sebesar 77,66%, yang sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang penanganan sampah rumah tangga dan sejenis sampah rumah tangga. Upaya ini dapat direalisasikan melalui edukasi kepada pelaku usaha paving block mengenai hasil uji laboratorium kuat tekan serta tata cara pembuatan paving block dengan memanfaatkan ampas kopi sebesar 3%.

REFERENSI

- Aisah, E., Dhiniati, F., & Muntari, S. (2025). Inovasi Teknologi Paving Block Berbasis Abu Sekam Kopi Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Kelompok Tani Pagar Alam. *PAKDEMAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 91–96.
- Alkhaly, Y. R. (2017). Studi eksperimen penggunaan abu ampas kopi sebagai material pengganti parsial semen pada pembuatan beton. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*.
- Alwahidi, M. N., & Afrizal, B. (2026). Review Pengujian Pengelasan Metode Non-Destructive Test. *Jurnal Mema (Jurnal Mesin Dan Manufaktur)*, 3(1), 18–27.
- Asyidiq, M., Kresnanda, A., & Rochmah, H. (2021). Asyidiq. Jurnal Sains Terapan : Wahana Informasi Dan Alih Teknologi Pertanian. <https://doi.org/10.29244/jstsv.11.2.60-69>.
- Hartini, H. (2021). Uji Kuat Tekan Beton Dengan Pemanfaatan Abu Ampas Kopi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan*, 10(2), 58–66.
- Kadri, M., & Kadri, M. (2025). *Studi Pengelolaan Limbah Ampas Kopi di Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin.
- Parenta, A., Fikri, M., Sudirman, S., & Indrajaya, I. (2026). Tinjauan Keandalan Struktur Beton Menggunakan Metode Non-Destructive Testing (NDT) Dengan Hammer Test: Studi Kasus Gedung FISIP Universitas Andi Djemma. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 26(1), 52–61.
- Pauziah, A., Bakti, R. J., Ardiansyah, R., & Yuliana, D. (2025). Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi dan Teh Sebagai Pupuk Organik Ramah Lingkungan. *Abdiya: Jurnal Abdi Cindekia Nusantara*, 1(6), 83–91.
- Pombo, Di. I. Z. (2023). *Pengaruh Limbah Ampas Kopi Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton= The Effects of Arabica Coffee Grounds Waste As An Additive On The Compressive Strength of Concrete*. Universitas Hasanuddin.
- Putri, A. Y. D., Farm, M., Mardiah, I., Ferdiansyah, A. R., Farm, M., Gustini, S., & Farm, M. (2024). *Limbah Ampas Kopi Menjadi Berbagai Sediaan Kosmetik, Tren Bisnis yang Menjanjikan Tahun 2030*. Deepublish.
- Qalbi, A. (2024). *Analisis Potensi Pemanfaatan Penambahan Limbah Ampas Kopi pada Proses Biokonversi Larva Black Soldier Fly (Maggot)= Analysis of the Potential Utilization of Coffee Dreg Waste Addition in the Bioconversion Process of Black Soldier Fly Larvae (Maggot)*. Universitas Hasanuddin.
- Simalango, H. (2023). *Pengaruh Kuat Tekan Paving Block dengan Penambahan Limbah Sampah Plastik Jenis Polystyrene*.
- Siswanto, Y. (2024). *Pembibitan Tanaman Kopi (Coffea Sp) Secara Organik*. Penerbit Tahta Media.
- Veronica, C., & Sandjaya, A. (2025). Dampak Penggunaan Ampas Kopi Terhadap Kuat

- Tekan Dan Daya Serap Air Paving Block. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 825–834.
- Zaki, A. (2024). Evaluasi Metode Perbaikan Grouting dengan Metode Non Destructive Test (NDT): Review Komprehensif Tren Penelitian 2013-2023. *Jurnal Konstruksi*, 22(2), 76–85.