
PENGARUH PENGGUNAAN KULIT KOPI ROBUSTA SEBAGAI PENGGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP SIFAT–SIFAT TEKNIS BETON

Andini Artha Mukti¹⁾, Silfi Nurlaila Dewi²⁾

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang^{1,2}

Koresponden*, Email: silfinurlailaa@gmail.com

Abstract

Concrete generally consists of three main ingredients, namely cement, aggregate and water. Cement is one of the main ingredients for making concrete. However, cement has several dangers and health risks if not handled properly because cement is one of the main contributors to CO₂ emissions. Seeing the large number of Coffee Skins that are not useful properly, it is necessary to find a solution to overcome this problem. One way is to use coffee skin waste as a concrete mixture. To determine the value of the optimal compressive strength and optimal tensile strength of concrete mixed with coffee skin, this research will look at the results of the substitution of robusta coffee skin in concrete. Substitution is based on cement weight with several percentages, namely 0%, 4%, 6% and 8% using a 15 x 30 cm Cylindrical Mold. The benchmark for comparison is K-175 Quality Concrete or $f_c = 14.5$ MPa. From this research, the results of Compressive Strength and Split Tensile Strength were obtained in 28 days. The highest compressive strength and split tensile strength results were at 4% variation, namely 14,699 MPa and 1,811 MPa. Robusta Coffee Skin Substitution of 4% can be used as Structural Concrete because it produces Compressive Strength and Split Tensile Strength Values that are relatively the same as K-175 Quality Normal Concrete.

Keywords: Concrete; Coffee Bark; Compressive Strength; Split Tensile Strength

Abstrak

Beton umumnya terdiri dari tiga bahan utama yaitu semen, agregat dan air. Semen menjadi salah satu bahan utama pembuatan Beton. Akan tetapi, semen memiliki beberapa bahaya dan risiko kesehatan jika tidak ditangani dengan benar karena semen merupakan salah satu penyumbang utama Emisi CO₂. Melihat banyaknya Kulit Kopi yang tidak bermanfaat dengan baik, maka perlu dicari solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satunya dengan menggunakan Limbah Kulit Kopi sebagai Bahan Campuran Beton. Untuk mengetahui Nilai Kuat Tekan Optimum dan Kuat Tarik Belah Optimum Beton Campuran Kulit Kopi, Penelitian ini akan melihat hasil dari substitusi Kulit Kopi Robusta pada Beton. Substitusi berdasarkan dari berat semen dengan beberapa persentase yaitu 0%, 4%, 6% dan 8% menggunakan Cetakan Silinder 15 x 30 cm. Tolak ukur perbandingan yaitu Beton Mutu K-175 atau $f_c = 14,5$ MPa. Dari Penelitian ini didapatkan hasil Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah dalam 28 hari. Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah tertinggi pada variasi 4% yaitu 14,699 MPa dan 1,811 MPa. Substitusi Kulit Kopi Robusta sebanyak 4% dapat digunakan sebagai Beton Struktural karena menghasilkan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah yang relatif sama dengan Beton Normal Mutu K-175.

Kata Kunci: Beton; Kulit Kopi; Kuat Tekan; Kuat Tarik Belah

PENDAHULUAN

Di Indonesia, Beton adalah bahan bangunan yang biasa dimanfaatkan untuk jalan, jembatan, dan bangunan lainnya (H. D. Putra, 2023). Untuk menghasilkan Beton Basah yang

murah, mudah diolah, dan mencapai Kuat Tekan yang diinginkan setelah pengerasan, Campuran komponen pembentuk Beton harus disiapkan dengan teliti. Semen, agregat dan air adalah tiga komponen utama Beton. Sifat-sifat tertentu dari Beton dapat diubah dengan menambahkan Bahan Tambah (*Admixture*) jika diperlukan. Definisi

lain dari Beton yaitu Campuran *Portland Cement*, air, Agregat Kasar, Agregat Halus yang mengandung rongga udara. Semen menjadi bahan utama pembuatan Beton. Akan tetapi, semen memiliki beberapa bahaya dan risiko kesehatan jika tidak ditangani dengan benar karena semen merupakan salah satu penyumbang utama Emisi CO₂ (Y. A. Putra, 2023). Dengan meningkatnya penggunaan Beton, ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan sangatlah penting. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan bahan pengganti, yang dapat mengurangi jejak Karbon, meningkatkan Ketahanan Beton, dan menurunkan biaya produksi. Namun, penting untuk mempertimbangkan proporsi dan karakteristik masing-masing bahan agar memenuhi standar. Indonesia adalah salah satu produsen kopi terbesar. Pada Tahun 2023 BPS Indonesia telah memproyeksikan hasil produksi kopi di tahun 2022 mencapai 794,8 ribu ton. Tanah yang subur dan suhu sedang di Kabupaten Temanggung menjadikannya salah satu daerah penghasil kopi di Provinsi Jawa Tengah. Luas perkebunan kopi Kabupaten Temanggung adalah 11.506,89 ha untuk kopi Robusta dan 1.366,97 ha untuk kopi Arabika, sesuai Laporan Badan Pusat Statistik Temanggung tahun 2021. Besarnya jumlah perkebunan kopi dan hasil produksi kopi mengakibatkan adanya Limbah Kulit Kopi. Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi tergolong sedikit, Kulit Kopi sering dibuang karena dianggap tidak ada manfaatnya. Namun ada juga yang memanfaatkan Kulit Kopi sebagai Pupuk Organik atau sebagai bahan campuran untuk kayu bakar. Mengingat banyaknya Kulit Kopi yang tidak dimanfaatkan secara efektif, maka perlu dicari solusi untuk mengatasi masalah ini. Pembuatan Beton dengan menggunakan sisa Kulit Kopi merupakan salah satu caranya. Kulit kopi mengandung senyawa organik dan anorganik yang berfungsi sebagai bahan pengikat. Diantaranya meliputi Kandungan Serat, Lignin, Selulosa serta mineral seperti Silikon (Si), Aluminium (Al) dan Karbon (C). Sedangkan Kulit Kopi yang selesai dibakar memiliki kandungan senyawa Magnesium Oksida (Mg₂O₃), Silicon Dioksida (SiO₂), Aluminium Oksida (Al₂O₃), Ferioksida (Fe₂O₃) dan Kalsium Oksida (CaO) (Y. A. Putra, 2023). Senyawa-senyawa ini menyerupai sejumlah senyawa yang ada dalam semen. Dengan demikian, Abu Kulit Kopi dapat digunakan untuk pengganti sebagian dari semen. Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan Kulit Kopi Robusta sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap Sifat-Sifat Teknis Beton, serta mengetahui Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Optimum Beton dengan penambahan Kulit Kopi Robusta sebagai pengganti sebagian semen. Kulit Kopi Robusta digunakan untuk Penelitian ini berasal dari Kabupaten Temanggung dengan perbandingan 0%, 4%, 6% dan 8% dari Berat Semen dalam Campuran Beton.

METODE

Penelitian ini memakai Metode Eksperimental dengan Pendekatan Kuantitatif untuk mengetahui pengaruh terhadap Sifat-Sifat Teknis Beton dengan penambahan Kulit Kopi Robusta sebagai pengganti sebagian semen. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Komponen bahan pembuatan Beton yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Semen dengan jenis Semen Portland Tipe I *merk* Semen Gresik.
2. Agregat Halus yang digunakan berasal dari Daerah Muntilan.
3. Agregat Kasar yang digunakan berasal dari Daerah Muntilan.
4. Air diperoleh dari Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Kulit Kopi Robusta berasal dari Dusun Mandang, Desa Sucen, Kec. Gemawang, Kab. Temanggung.

Adapun untuk peralatan yang digunakan untuk penelitian ini terdiri dari; Saringan, Timbangan Digital, Gelas Ukur 1000 ML, Oven, Cetakan Beton Silinder 15 x 30 cm, Mesin Uji Beton, *Concrete Mixer*, Kerucut Abrams, Besi Pengaduk, Ember, Sendok Semen dan alat pendukung lainnya. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Analisa saringan Agregat Kasar (ASTM C33-2016 & SII 0052).
2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (SK SNI S-04-1989-F).
3. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (ASTM C70).
4. Analisa saringan Agregat Halus (ASTM C33-03 & SK SNI S-04-1989-F).
5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (ASTM C117-03).

6. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (ASTM C566-04).
7. Pemeriksaan Gradasi Kulit Kopi Robusta dengan Metode Analisa Saringan.
8. Perancangan Campuran Beton berdasarkan SNI 7394-2008.
9. Pengujian *Slump* (SNI 7394-2008).
10. Perawatan Beton atau *Curing* Beton dilakukan selama 14 hari.
11. Pengujian Kuat Tekan Beton saat Beton berumur 14 hari.
12. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton mencapai umur 14 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

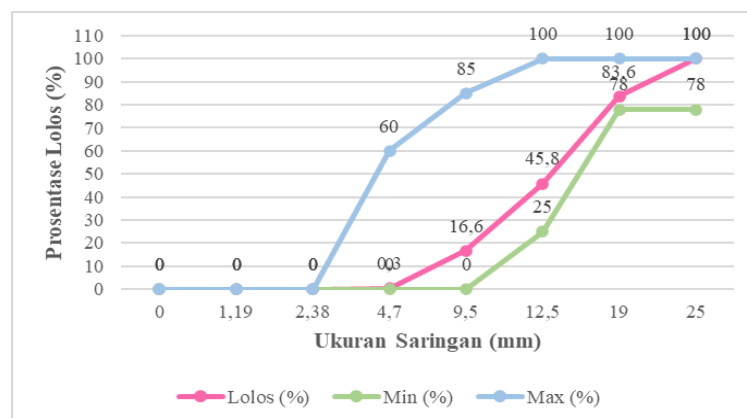
Dari pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium TBK Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang, didapatkan hasil data sebagai berikut.

Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar (ASTM C33-2016 & SII 0052)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butiran Agregat Kasar. Didapatkan hasil Modulus Halus Butiran (MHB) sebesar 5,537 % (Tabel 1).

Tabel 1. Perhitungan Analisa Saringan Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (gr)	Persentase Agregat Tertinggal (%)	Kumulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finner (%)	ASTM C33	
					Min (%)	Max (%)
25	0	0	0	100	78	100
19	164	16,40	16,40	83,60	78	100
12,5	378	37,80	54,20	45,80	25	100
9,5	292	29,20	83,40	16,60	0	85
4,7	163	16,30	99,70	0,30	0	60
2,38	3	0,30	100	0	0	0
1,19	0	0	100	0	0	0
PAN	0	0	100	0	0	0
Σ	1000	100	553,70	246,30	-	-



Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa hasil pemeriksaan Analisa Saringan sudah berada di antara Batas Gradasi Minimum dan Maksimum, sehingga Agregat Kasar tersebut dapat digunakan dalam Campuran Beton.

Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (SK SNI S-04-1989-F)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui persentase Kadar Lumpur yang terkandung dalam Agregat Kasar (Tabel 2).

Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (ASTM C70)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui persentase Kadar Air yang dikandung oleh Agregat Kasar (Tabel 3).

Tabel 2. Perhitungan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Percobaan	Berat Cawan (W_2)	Berat Cawan + Agregat Sebelum di Oven (W_1)	Berat Cawan + Agregat Setelah di Oven (W_4)	Berat Agregat Sebelum di Oven (W_3)	Berat Agregat Setelah di Oven (W_5)	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur rata-rata (%)	Syarat SK SNI S-04-1989-F
1	45,2	545,2	541	500	495,8	0,84	0,72	OK
2	45	545	542	500	497	0,6		

Tabel 3. Perhitungan Kadar Air Agregat Kasar

Percobaan	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Agregat Sebelum di Oven (gr)	Berat Cawan + Agregat Setelah di Oven (gr)	Berat agregat sebelum di oven (W_1)	Berat agregat setelah di oven (W_2)	Kadar Air (%)	Kadar Air rata-rata (%)	Syarat ASTM C70
1	43,8	543,8	538	500	494,2	1,17	1,19	OK
2	44	544	538	500	494	1,21		

Hasil Analisa Saringan Agregat Halus (ASTM C33-03 & SK SNI S-04-1989-F).

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butiran Agregat Halus. Didapatkan hasil Modulus Halus Butiran (MHB) sebesar 3,6% (Tabel 4). Pada Gambar 2 hasil Analisa Saringan sudah berada di antara Batas Gradasi Minimum dan Maksimum, sehingga Agregat Halus layak dan cocok digunakan dalam Campuran Beton.

Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (ASTM C117-03)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kandungan Kadar Lumpur yang ada dalam Agregat Halus (Tabel 5).

Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (ASTM C566-04)

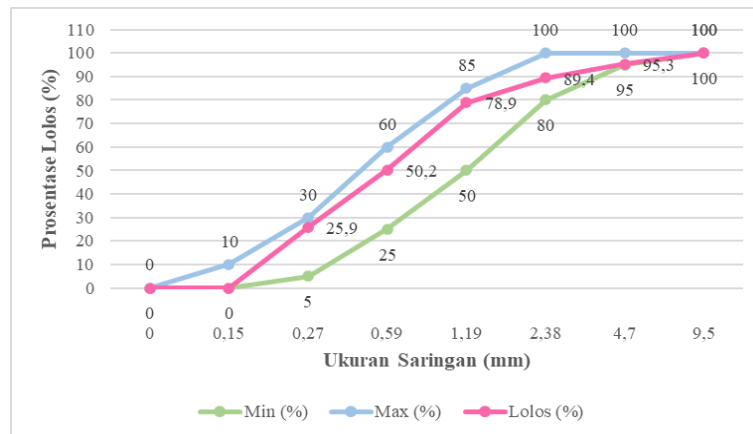
Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kandungan Kadar Air yang ada dalam Agregat Halus (Tabel 6).

Hasil Pemeriksaan Gradasi Kulit Kopi Robusta dengan Metode Analisa Saringan

Kulit Kopi Robusta dibakar kemudian Abu Kulit Kopi Robusta yang digunakan adalah yang lolos Saringan No. 200 (0,075 mm).

Tabel 4. Perhitungan Analisa Saringan Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat (gr)	Persentase Agregat Tertinggal (%)	Kumulatif Agregat Tertinggal (%)	Present Finner (%)	ASTM C33	
					Min (%)	Max (%)
9,5	0	0	0	100	100	100
4,7	47	4,7	4,70	95,30	95	100
2,38	59	5,9	10,60	89,40	80	100
1,19	105	10,5	21,10	78,90	50	85
0,59	287	28,7	49,80	50,20	25	60
0,27	243	24,3	74,10	25,90	5	30
0,15	259	25,9	100,00	0	0	10
PAN	0	0	100	0	0	0
Σ	1000	100	360,3	439,7	-	-



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Tabel 5. Perhitungan Kadar Lumpur Agregat Halus

Percobaan	Volume Pasir + Lumpur (ml)	Volume Pasir (V_1)	Volume Lumpur (V_2)	Kadar Lumpur (%)	Kadar Lumpur Rata-Rata (%)	Syarat ASTM C117-03
1	500	470	30	6,00	4,00	OK
2	500	490	10	2,00		

Tabel 6. Perhitungan Kadar Air Agregat Halus

Percobaan	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Agregat Sebelum di Oven (gr)	Berat Cawan + Agregat Setelah di Oven (gr)	Agregat Sebelum di Oven (gr)	Agregat Setelah di Oven (gr)	Kadar Air (%)	Kadar Air Rata-Rata (%)	Syarat ASTM C566-04
1	44,2	544,2	525,20	500,00	481,00	3,95	3,63	OK
2	35	535	519,00	500,00	484,00	3,31		

Perancangan Campuran Beton berdasarkan SNI 7394-2008

Proporsi Bahan Penyusun (Tabel 7) yang digunakan berdasarkan SNI 7394-2008 untuk setiap 1 m³ Beton

dengan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,66. Cetakan yang digunakan berupa Cetakan Silinder berukuran Diameter 15 cm dengan Tinggi 30 cm mendapatkan Volume sebesar 0,0053 m³.

Tabel 7. Perbandingan Komposisi Benda Uji per 1 m³

No.	Kode	Takaran Bahan Penyusun Beton				
		Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (liter)	Kulit Kopi Robusta (kg)
1.	BN K-175	1,73	4,03	5,45	1,14	-
2.	BKKR 4%	1,66	4,03	5,45	1,14	0,07
3.	BKKR 6%	1,62	4,03	5,45	1,14	0,10
4.	BKKR 8%	1,59	4,03	5,45	1,14	0,14

BN = Beton Normal

BKKR = Beton dengan Kulit Kopi Robusta

Hasil Pengujian Slump (Slump Test)

Uji Slump ini bertujuan untuk mengukur konsistensi atau kekentalan Beton Segar. Nilai Slump Rencana

dari Penelitian ini adalah (12 ± 2) cm, sesuai dengan SNI 7394-2008 (Tabel 8).

Tabel 8. Hasil *Slump Test*

No.	Benda Uji	Nilai <i>Slump</i>		
		Mix 1 (cm)	Mix 2 (cm)	Rata – Rata (cm)
1.	BN K-175	13,5	13,2	13,35
2.	BKKR 4%	10,5	12,3	11,40
3.	BKKR 6%	11,8	12,8	12,30
4.	BKKR 8%	11,1	13,5	12,30

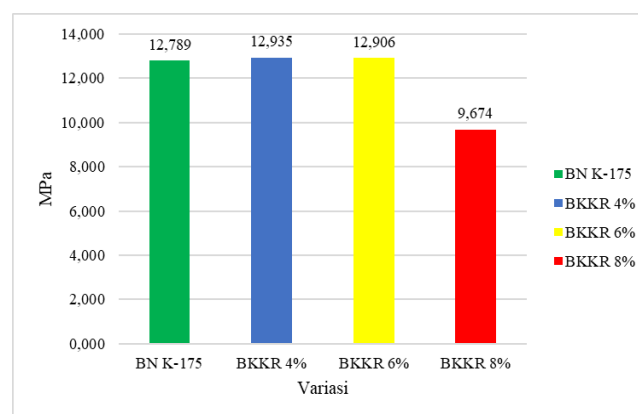
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji Kuat Tekan dilaksanakan saat Beton berumur 14 hari, dan dilakukan Konversi nilai Kuat Tekan dengan membagi Hasil Kuat Tekan Umur 14 hari

dengan angka rasio 0,88 untuk mengetahui Nilai Kuat Tekan pada Umur 28 hari (Tabel 9) dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 3 untuk 14 hari dan Gambar 4 untuk 28 hari.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No.	Benda Uji	Sampel	Berat (kg)	Luas Alas (cm ²)	Gaya (kN)	Kuat Tekan Umur 14 Hari (MPa)	Kuat Tekan Umur 28 Hari (MPa)
1.	BN K-175	1	12,69	176,625	257,801	14,589	16,578
		2	12,90	176,625	227,480	12,873	14,628
		3	12,78	176,625	192,721	10,906	12,393
2.	BKKR 4%	1	13,05	176,625	207,077	11,718	13,316
		2	12,78	176,625	236,495	13,380	15,205
		3	12,33	176,625	242,237	13,708	15,577
3.	BKKR 6%	1	12,82	176,625	161,977	9,166	10,416
		2	12,89	176,625	267,196	15,120	17,182
		3	12,65	176,625	255,048	14,433	16,401
4.	BKKR 8%	1	13,10	176,625	153,133	8,666	9,848
		2	12,88	176,625	181,178	10,253	11,651
		3	12,70	176,625	178,529	10,103	11,481



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Dari hasil perhitungan didapatkan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Maksimum Beton dengan Campuran Kulit Kopi Robusta terdapat pada persentase 4% sebesar 12,935 MPa. Setelah di konversi didapatkan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Maksimum Beton

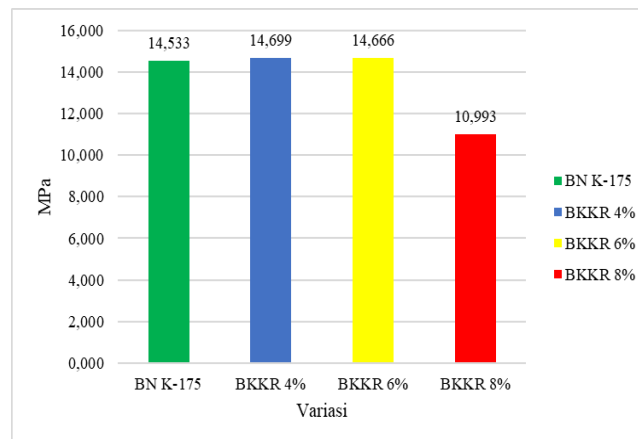
dengan Campuran Kulit Kopi Robusta pada persentase 4% sebesar 14,699 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Uji Kuat Tarik Belah dilakukan ketika Umur Beton mencapai 14 hari dan 28 hari dengan Benda Uji

Silinder 15 x 30 cm (Tabel 10). Untuk mempermudah perhitungan dalam Penelitian ini digunakan hubungan korelasi antara Kuat Tekan terhadap Kuat Tarik Belah Beton pada Gambar 5 untuk 14 hari dan Gambar 6 untuk 28 hari. Dari perhitungan didapatkan Rata-Rata Kuat Tarik Belah

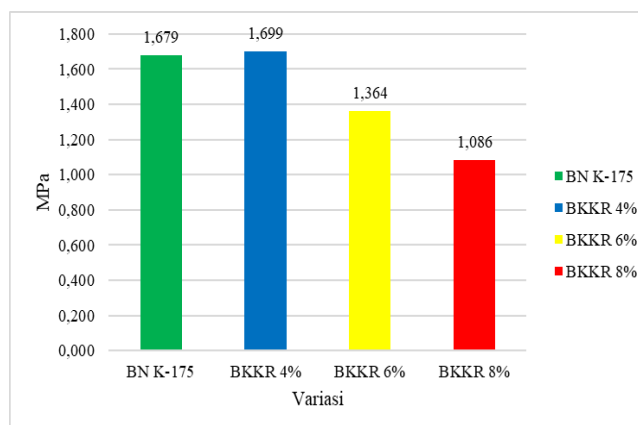
Maksimum Beton dengan Campuran Kulit Kopi Robusta pada persentase 4% sebesar 1,699 MPa. Setelah di konversi didapatkan Rata-Rata Kuat Tarik Belah Maksimum Beton dengan Campuran Kulit Kopi Robusta pada persentase 4% sebesar 1,811 MPa.



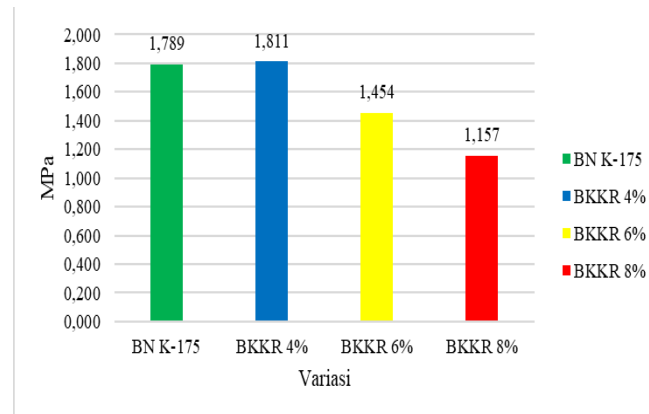
Gambar 4. Grafik Rata-Rata Kuat Tekan Beton Konversi Umur 28 Hari

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

No.	Benda Uji	Sampel	Berat (kg)	Kuat Tarik Belah 14 hari (MPa)	Koefisien Perbandingan Kuat Tarik Belah terhadap $\sqrt{f'_c}$	Perbandingan Kuat Tarik Belah terhadap f'_c (%)	Kuat Tarik Belah 28 hari (MPa)
1.	BN K-175	1	12,63	1,851	0,485	12,688	1,973
		2	12,58	1,523	0,424	11,831	1,624
		3	12,77	1,662	0,463	12,878	1,772
2.	BKKR 4%	1	12,47	1,895	0,554	16,172	2,020
		2	12,53	1,567	0,428	11,712	1,670
		3	12,57	1,635	0,442	11,927	1,743
3.	BKKR 6%	1	12,89	1,43	0,380	10,095	1,524
		2	12,46	1,154	0,297	7,632	1,230
		3	12,76	1,507	0,397	10,441	1,606
4.	BKKR 8%	1	12,41	1,331	0,452	15,359	1,419
		2	12,48	0,944	0,295	9,207	1,006
		3	12,48	0,982	0,309	9,720	1,047



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Kuat Tarik Belah Beton Umur 14 Hari



Gambar 6. Grafik Rata-Rata Kuat Tarik Belah Beton Konversi Umur 28 Hari

KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Penelitian dan Analisis Data yang sudah dilaksanakan, maka didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan 4% Kulit Kopi Robusta sebagai pengganti sebagian semen dalam Campuran Beton menghasilkan Nilai Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Belah Beton yang relatif sama dengan Beton Normal K-175. Pada persentase 6%, Kuat Tekan Beton yang dihasilkan masih relatif sama dengan Beton Normal, namun Nilai Kuat Tarik Belah Beton turun. Ketika persentase ditingkatkan menjadi 8%, Nilai Kuat Tekan Beton maupun Kuat Tarik Belah Beton mengalami penurunan jika dibandingkan dengan Beton Normal K-175. Hasil Penelitian juga menunjukkan bahwa Beton yang mengandung Campuran Kulit Robusta mempunyai Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Optimum pada persentase 4% sebesar 12,935 MPa pada Umur 14 hari dan menjadi 14,699 MPa setelah di konversi ke Umur 28 hari. Nilai Rata-Rata Kuat Tarik Belah Optimum Beton dengan Campuran Kulit Kopi Robusta juga ada pada persentase 4% yaitu sebesar 1,699 MPa pada Umur 14 hari dan menjadi 1,811 MPa setelah di konversi ke Umur 28 hari. Sehingga substitusi 4% Kulit Kopi Robusta dalam Campuran Beton dapat digunakan karena menghasilkan kuat tekan yang relatif sama dengan Beton Mutu K-175, sekaligus menjadi alternatif untuk mengurangi Limbah Kulit Kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Eveline Untu J Kumaat, G. E., & Windah, R. S. (2020). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(10), 703–708.
- Firmansyah, D. (2020). Artikel Ilmiah Pengaruh Pemanfaatan Abu Kulit Kopi Sebagai Bahan Tambah Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan. Universitas Mataram.
- Fusya, T., Putra, R., & Aulia, T. B. (2020). Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Mutu Ultra Tinggi Menggunakan Fly Ash Batu Bara Sebagai Aditif Dan Biji Besi Sebagai Filler (Studi Komparasi Agregat Maksimum Berukuran 5 Mm Dan 10 Mm). *Journal of The Civil Engineering Student*, 2(3), 288–294.
- Huda, N. C., & Fauzi, N. M. (2023). Kuat Tekan Beton Polimer Dengan Campuran Resin Polyester dan Resin Epoxy. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Islami, J., & Putri, P. Y. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi Kerinci sebagai Bahan Tambahan pada Campuran Beton. *Cived*, 10(1), 89–99.
- Maghfirah, A., Meilanda, H., Marlianto, E., & Iskandar, M. (2019). Pemanfaatan Serat Cangkang Kulit Kopi Dalam Pembuatan Beton Polimer Dengan Resin Polyester Sebagai Perekat. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 3(2), 51–61.
- Nugraha, D. S. D., & Prakoso, F. B. (2022). Sifat-Sifat Teknis Beton dengan Agregat Kasar Pecahan Kayu Dibandingkan Dengan Agregat Normal. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Putra, H. D. (2023). Pengaruh Penambahan Abu Kulit Kopi Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. Universitas Jambi.
- Putra, Y. A. (2023). Pengaruh Abu Kulit Kopi Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. Universitas Batanghari Jambi.

- Silva, T. M. G. Da, Anggreni, M. Y., & Salu, E. (2023). Pengaruh Penambahan Abu Kulit Kopi Ermera Timor-Leste Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Gradien*, 15(01), 35–44.
- SNI 7394-2008 (2008). *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan*.
- Wimaya, S., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Modifikasi Beton Fc 9,8 MPa Menggunakan Abu Ampas Kopi. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(2), 234.