

Uji Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Limbah Ampas Kopi Sebagai Substitusi Parsial Semen

Arqowi Pribadi*, Mega Ayundya Widiastuti

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya

*Koresponden email: arqowi.pribadi@uinsa.ac.id

Diterima: 31 Desember 2025

Disetujui: 23 Januari 2025

Abstract

Concrete is the main material used in construction and is a mixture of sand, gravel, cement and air. The addition of materials such as coffee grounds can be an environmentally friendly alternative to partially replace cement in concrete mixes. This study examines the effect of variations in the addition of coffee grounds on the compressive strength of concrete, with the proportions of coffee grounds tested being 0%, 2.5%, 5%, and 7.5%. Tests were conducted on concrete cylinders of 150 mm diameter and 300 mm height, and the compressive strength was measured after 28 days of treatment. The test results showed that the addition of coffee grounds caused a decrease in the compressive strength of the concrete, with the average compressive strength values at 0%, 2.5%, 5%, and 7.5% variations being 36.78 MPa, 20.94 MPa, 16.98 MPa, and 11.04 MPa, respectively. Although coffee grounds cannot completely replace cement, this material can potentially be used as an environmentally friendly alternative for non-structural concrete applications. It can reduce the waste of coffee grounds while reducing the use of cement in construction, albeit with an impact on concrete strength.

Keywords: *compressive strength, normal concrete, coffee grounds ash, mixture variation*

Abstrak

Beton merupakan material utama dalam konstruksi, yang terdiri dari campuran pasir, kerikil, semen, dan udara. Penambahan bahan seperti ampas kopi dapat menjadi alternatif ramah lingkungan untuk menggantikan sebagian semen dalam campuran beton. Penelitian ini menguji pengaruh variasi penambahan ampas kopi pada kuat tekan beton, dengan proporsi ampas kopi yang diuji adalah 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Pengujian dilakukan pada silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dan kuat tekan diukur setelah 28 hari perawatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan ampas kopi menyebabkan penurunan kuat tekan beton, dengan nilai rata-rata kuat tekan masing-masing pada variasi 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% berturut-turut sebesar 36,78 MPa, 20,94 MPa, 16,98 MPa, dan 11,04 MPa. Meskipun ampas kopi tidak dapat menggantikan semen sepenuhnya, bahan ini berpotensi digunakan sebagai alternatif ramah lingkungan untuk aplikasi beton *non-struktural*. Hal ini dapat mengurangi limbah ampas kopi sekaligus mengurangi penggunaan semen dalam konstruksi, meskipun dengan dampak pada kekuatan beton.

Kata Kunci: *kuat tekan, beton normal, abu ampas kopi, variasi campuran*

1. Pendahuluan

Beton menjadi salah satu bagian material yang memiliki peran krusial dalam dunia konstruksi untuk pelaksanaan pembangunan gedung bertingkat tinggi, apartemen, jembatan, dermaga, bandara dan jalan tol. Material beton ini dihasilkan dari proses pencampuran bahan-bahan yaitu pasir, kerikil, semen dan air sehingga membentuk komponen campuran yang *homogen* dan kuat. Penggunaan semen sebagai komponen utama dalam beton membawa sejumlah dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu masalah utamanya adalah tingginya pengeluaran karbon dioksida (CO_2) ke atmosfer yang dihasilkan selama proses produksi semen, yang secara langsung berkontribusi pada pencemaran lingkungan dan pemanasan global. Selain itu, proses ini juga menghasilkan senyawa-senyawa sampingan yang dapat memengaruhi kualitas semen itu sendiri, sehingga berpotensi mengurangi efisiensi dalam aplikasinya pada beton.

Seiring dengan perkembangan teknologi konstruksi dan meningkatnya kebutuhan akan beton dengan kekuatan yang lebih tinggi, tantangan ini semakin terasa. Beton modern sering kali dituntut memiliki kemampuan menahan tekanan yang jauh melampaui standar beton konvensional. Dalam kondisi ini, penggunaan bahan tambahan menjadi sangat penting untuk memastikan beton tidak hanya memenuhi standar kekuatan yang diinginkan, tetapi juga bisa dihasilkan melalui metode yang lebih ramah terhadap lingkungan dan berkelanjutan.

Meningkatnya produksi kopi di tingkat industri, ditambah dengan lonjakan konsumsi di *coffee shop*, turut menyumbang pada bertambahnya jumlah limbah yang dihasilkan. Dalam proses pengolahan kopi, berbagai produk sampingan seperti pulp, sekam, kulit kopi, dan sisa ampas dari penyeduhan sering kali menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal (Tsai, 2017). Karmee (2018) memperkirakan bahwa dari 1 ton biji kopi hijau, akan diperoleh sekitar 650 kg ampas kopi sebagai limbah. Jejak karbon yang dihasilkan dari proses pengolahan biji kopi hingga disajikan dalam bentuk gelas mencapai 59,12 gram CO₂. Selain limbah dari penggunaan gelas plastik, konsumsi kopi yang terus meningkat juga menyebabkan bertambahnya limbah padat, terutama berupa ampas kopi (Mayson and Williams, 2021). Namun, berdasarkan hasil studi pendahuluan terkait pengelolaan limbah ampas kopi di *coffee shop*, ditemukan bahwa sebanyak 70% kedai kopi belum melakukan pengelolaan terhadap limbah ampas kopi bekas penyeduhan. Ampas kopi yang langsung dibuang ke tempat sampah dan akhirnya berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) berpotensi mengalami proses degradasi *anaerobik*, yang menghasilkan gas metana (Franca and Oliveira, 2022) serta memiliki potensi untuk menghasilkan emisi 524,7 kg CO₂ eq (Schmidt Rivera et al., 2020).

Penggunaan abu ampas kopi sebagai material pengganti sebagian semen dalam campuran beton sangat bergantung pada nilai kuat desak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh karakteristik fisik abu ampas kopi, yang berupa partikel halus dan mampu mengisi pori-pori dalam struktur beton, sesuai dengan standar saringan No. 200. Informasi lain mengenai abu ampas kopi mengandung unsur kalium dan kalsium, yang juga ditemukan dalam komposisi semen, sehingga memungkinkan terjadinya reaksi aktif dalam campuran beton. Namun, karena abu ampas kopi tidak mengandung silika, yaitu komponen penting dalam proses pengikatan beton, penggunaannya dalam jumlah besar tidak dapat sepenuhnya menggantikan semen. Sebaliknya, abu ampas kopi hanya dapat berperan sebagai bahan tambahan yang mendukung sifat pengikatan semen.



Gambar 1. Ampas kopi
 Sumber: Pribadi (2023)

Tabel 1. Komposisi zat pada ampas kopi

No.	Zat terkandung	Kandungan
1.	pH	6,2
2.	Nitrogen	2,28%
3.	Fosfor	0,06%
4.	Kalium	0,6%

Sumber: Teh et al., (2012)

Tabel 2. Persentase senyawa abu pada kulit kopi

No.	Senyawa	persentase
1.	CaO	39,39
2.	SiO ₂	0,65
3.	Al ₂ O ₃	3,37
4.	Fe ₂ O ₃	2,07
5.	Mg ₂ O ₃	8,76

Sumber: Subagio et al., (2019)

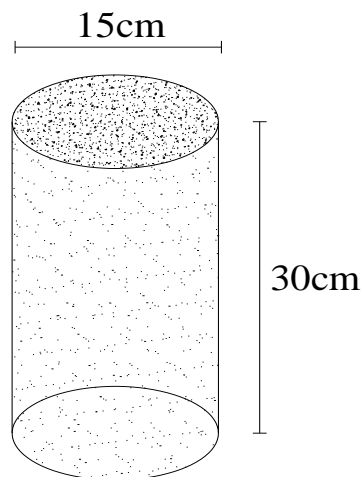
Ampas kopi adalah salah satu limbah dari industri pangan yang hingga saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Limbah ini dihasilkan dari proses pengolahan biji kopi menjadi produk akhir. Sebagai gambaran, setiap 0,50 kg bubuk kopi yang digunakan akan menghasilkan sekitar 0,34 kg ampas kopi, yang sering kali hanya dibuang tanpa pengelolaan lebih lanjut. Limbah ampas kopi memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengganti parsial semen dalam campuran beton. Selain itu, ampas kopi juga dikenal sebagai pupuk organik yang terjangkau, berkelanjutan dan mendukung kelestarian lingkungan. Kandungan nutrisinya meliputi 2,28% nitrogen, 0,06% fosfor, dan 0,6% kalium, dengan tingkat keasaman

(pH) yang sedikit asam, yaitu sekitar 6,2. Selain itu, ampas kopi juga mengandung unsur magnesium, sulfur, dan kalsium yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Teh et al., 2012).

2. Metode Penelitian

Dalam Penelitian dengan metode eksperimental di laboratorium terhadap variasi berat semen, pasir, kerikil, air dan ampas kopi pada campuran beton ampas kopi BAK-0%; BAK-2,5%; BAK-5% dan BAK-7,5% selama umur uji 28 hari dengan nilai FAS 1. Benda uji memiliki bentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sejumlah 8 buah untuk uji kuat tekan beton dengan dua benda uji setiap variasi campurannya. Pengujian kuat tekan beton bertujuan mengetahui besaran kekuatan tekan beton pada setiap variasi campuran melalui penambahan limbah ampas kopi sebagai substitusi parsial semen dan memperkirakan pengaruh penambahan limbah ampas kopi yang optimal sebagai substitusi parsial semen sehingga menghasilkan beton bermutu tinggi dilihat dari parameter nilai kuat tekan.

Dalam penelitian ini menggunakan benda uji beton berbentuk silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk menguji kekuatan tekan pada beton dengan umur beton selama 28 hari. Bahan penelitian beton terdiri dari air, agregat, semen, dan abu ampas kopi. Ampas kopi yang didapatkan dari proses penyeduhan biji kopi, diproses melalui serangkaian tahapan pengolahan. Setelah dipisahkan dari material lainnya, ampas kopi dicuci hingga bersih untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya, ampas tersebut dibiarkan kering dengan metode pengeringan alami di bawah paparan sinar matahari langsung. Setelah proses pengeringan selesai, ampas kopi dipanaskan dalam oven dengan temperatur yang dijaga pada kondisi stabil di 200°C selama dua jam untuk menghasilkan karbon hasil pembakaran sekam padi (arang sekam). Arang yang telah terbentuk kemudian dibakar kembali untuk meningkatkan kualitasnya. Tahap akhir melibatkan penghancuran arang menjadi partikel halus, yang kemudian disaring menggunakan ayakan berstandar No. 200 hingga diperoleh abu dengan ukuran yang seragam.



Gambar 2. Contoh Sampel Benda Uji Kuat Tekan Beton
 Sumber: Pribadi (2023)

Tabel 3. Sampel Benda Uji Permeabilitas *Papercrete*

No.	Kode Benda Uji Kuat tekan	Substitusi Limbah Ampas Kopi	Jumlah (Buah)	Umur (hari)
1.	B-AK 0%	0 %	2	28
2.	B-AK 2,5%	2,5 %	2	
3.	B-AK 5%	5 %	2	
4.	B-AK 7,5%	7,5 %	2	

Sumber: Pribadi (2023)

Keterangan :

B-AK2,5% : Beton dengan penambahan sebesar 2,5% terhadap berat semen

Penelitian eksperimen dilakukan Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya berupa peralatan satu set alat uji kuat tekan beton. SNI 03-1974-2011 menetapkan bahwa tahapan perhitungan untuk menentukan besar kuat tekan

beton berdasarkan pada besarnya pembebanan dalam batas yang ditetapkan hingga beton tersebut mengalami keretakan awal sebelum kehancuran total beton. *Universal Testing Machine* (UTM) ialah suatu mesin tekan yang digunakan dalam proses pengujian kekuatan tekan beton berbentuk silinder.

Hasil dari batas maksimal beban yang dapat ditanggung akan ditunjukkan dalam satuan berat yaitu *Kilonewton* (kN). Kekuatan tekan beton setiap benda uji bisa ditentukan melalui penggunaan persamaan sebagai berikut ini :

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

Dimana f_c' adalah ketahanan beton terhadap tekanan pada setiap sampel uji (N/mm^2), P ialah beban maksimum yang dapat diterima oleh sampel uji (N) dan A yaitu luas permukaan yang menerima tekanan pada beton atau area permukaan silinder beton (mm^2).

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan pada beton yang telah mencapai usia 28 hari, menggunakan mesin tekan berkapasitas 1500 kN. Sampel uji berupa 8 silinder beton dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, diuji di Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya. Pengelompokan benda uji dilakukan berdasarkan variasi campuran adukan beton. Dalam penelitian ini, komposisi beton normal (beton tanpa tambahan ampas kopi) dirancang menggunakan metode *mix design* sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 03-2834-2000.

Pengujian terhadap karakteristik bahan penyusun beton, yaitu semen, pasir, kerikil, ampas kopi, dan air, menunjukkan bahwa semua bahan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan tersebut layak digunakan sebagai komponen dalam pembuatan campuran beton. Berdasarkan kombinasi agregat yang dianalisis, komposisi yang akan diterapkan dalam tahap peracikan beton (*mix design*).

Berdasarkan ketentuan yang diatur dalam SNI 03-1974-1990, kekuatan tekan beton (f_c') didefinisikan sebagai tekanan per satuan luas yang mengakibatkan benda uji silinder beton mengalami kehancuran ketika diberikan tekanan tertentu oleh mesin uji tekan. Sementara itu, SNI 2847:2013 menetapkan bahwa nilai f_c' ditentukan berdasarkan hasil pengujian pada benda uji berbentuk silinder setelah mencapai usia 28 hari.

Contoh perhitungan nilai kekuatan tekan beton yang tidak mengandung ampas kopi berkode BAK-0% adalah sebagai berikut ini.

Diketahui	:	Diameter beton	=	150 mm
		Tinggi beton	=	300 mm
		Beban tekan (P)	=	625 KN
		Beban tekan (P)	=	625000 N

Jawaban :

Perhitungan luas penampang (A) benda uji silinder 150 mm x 30 mm

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 150 \cdot 150 \\ \text{Luas penampang silinder} &= 17671,46 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kemampuan beton untuk menahan tekanan pada umur uji 28 hari bisa dihitung dengan menerapkan rumus berikut:

$$\begin{aligned} f_c' &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{625000}{17671,46} \text{ N/mm}^2 \\ f_c' &= 38,48 \text{ Mpa} \quad (1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2) \end{aligned}$$

Apabila kuat tekan rencana umur 28 hari sebesar 20 MPa, maka nilai kuat tekan beton tanpa ampas kopi berkode BAK-0% lebih besar daripada yang telah dipersyaratkan sehingga bisa disimpulkan beton tersebut sudah memenuhi kriteria perencanaan.

Selanjutnya hasil lengkap perhitungan nilai kuat tekan beton ampas kopi tiap variasi campuran dapat dilihat pada **Tabel 4**.

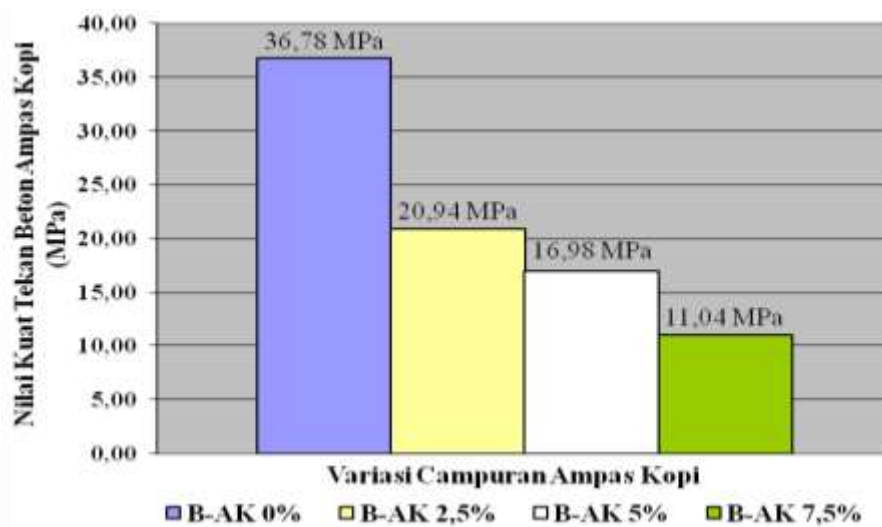


Gambar 3. *Setting Up* dan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton
Sumber: Pribadi (2023)

Tabel 4. Hasil perhitungan rata-rata nilai kekuatan tekan beton yang menggunakan ampas kopi sebagai bahan tambahan

No.	Kode benda uji	Umur uji Hari	Berat benda uji Kg	Dimensi		Luas penampang mm ²	Beban tekan MPa	Kuat tekan pada umur uji MPa	Kuat tekan rata-rata pada umur uji MPa
				Tinggi mm	Diameter mm				
1.	B-AK 0% 1	28	12,85	300	150	17671,46	625	35,37	36,78
	B-AK 0% 2	28	12,66	300	150	17671,46	675	38,20	
2.	B-AK 2,5% 1	28	12,23	300	150	17671,46	380	21,50	20,94
	B-AK 2,5% 2	28	12,35	300	150	17671,46	360	20,37	
3.	B-AK 5% 1	28	11,76	300	150	17671,46	290	16,41	16,98
	B-AK 5% 2	28	11,85	300	150	17671,46	310	17,54	
4.	B-AK 7,5% 1	28	11,60	300	150	17671,46	180	10,19	11,04
	B-AK 7,5% 2	28	11,40	300	150	17671,46	210	11,88	

Sumber : Hasil pengujian di laboratorium



Gambar 4. Nilai kuat tekan beton ampas kopi pada variasi campuran
Sumber: Pribadi (2023)



Gambar 5. Hasil Pengujian dan Bentuk Kehancuran Kuat Tekan Beton
 Sumber: Pribadi (2023)

Temuan dari pengujian terhadap kekuatan tekan beton ampas kopi B-AK 0%; B-AK 2,5%; B-AK 5% dan B-AK 7,5% memiliki rata-rata nilai kekuatan tekan pada umur uji tiap variasi campurannya berturut-turut sebesar 36,78 MPa; 20,94 MPa; 16,98 MPa dan 11,04 MPa. Temuan dari pengujian terhadap kekuatan tekan beton diatas menunjukkan bahwa beton normal (beton tanpa ampas kopi) memiliki nilai daya tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi dan memenuhi kriteria yang dipersyaratkan. Kondisi ini dapat diakibatkan oleh material semen mempunyai tingkat kelekatan dan kelacakan yang lebih baik daripada bahan ampas kopi. Nilai kuat tekan beton dengan variasi adukan yang mengandung ampas kopi sebesar 2,5% juga masih memenuhi syarat dari kuat mutu beton yang direncanakan sehingga dapat dimasukkan dalam campuran adukan beton sebagai bahan alternatif parsial sebagian pengganti bahan semen.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan ampas kopi dengan persentase 2,5% menyebabkan pengurangan kekuatan tekan beton, dan penurunan tersebut menjadi lebih besar seiring dengan peningkatan persentase abu ampas kopi yang digunakan. Setiap kenaikan kadar ampas kopi sebagai pengganti semen diikuti oleh penurunan nilai kuat tekan beton. Penyebab dari hal ini adalah adukan beton yang menjadi semakin sulit dikerjakan. Selain itu, reaksi kimia dari ampas kopi dalam campuran tidak terjadi secara optimal karena material tersebut tanpa melalui tahap pembakaran pada suhu tinggi yang diperlukan untuk membentuk silikat yang bersifat reaktif. Kondisi ini yang menyebabkan bahwa bahan semen masih lebih baik dari pada bahan ampas kopi dilihat segi parameter silikat yang lebih reaktif, namun bahan ampas kopi ini juga bisa dijadikan awal pilihan lain sebagai pengganti sebagian semen tatkala semen dianggap mencemari dan merusak alam sekitarnya.

Bentuk kehancuran pada beton diklasifikasikan menjadi beberapa bagian seperti bentuk kerusakan berupa kerucut, kerusakan yang menggabungkan kerucut dan belah, kerusakan yang mencakup kerucut dan geser, kerusakan dengan mekanisme geser, serta kerusakan yang terjadi sejajar dengan sumbu tegak (kolumnar). Pada penelitian ini, hampir semua sampel beton dengan tambahan ampas kopi menunjukkan pola kehancuran yang serupa, yaitu berbentuk kerucut dan belah. Hal ini diduga disebabkan oleh proses pemadatan yang tidak dilakukan secara optimal, sehingga menghasilkan volume udara yang cukup besar di dalam beton. Keberadaan pori-pori udara yang tidak terisi dengan baik berkontribusi pada penurunan kekuatan tekan beton. Selain itu, penggunaan ampas kopi sebagai pengganti sebagian semen diperkirakan tidak cukup efektif untuk meningkatkan kekuatan tekan beton.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian kuat tekan beton ampas kopi B-AK 0%; B-AK 2,5%; B-AK 5% dan B-AK 7,5% berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan umur uji selama 28 hari diperoleh hasil secara berurutan sebesar 36,78 MPa; 20,94 MPa; 16,98 MPa dan 11,04 MPa. Presentase penambahan abu ampas kopi sebagai substitusi sebagian dari semen ke dalam adukan beton dihasilkan kuat tekan beton yang semakin menurun.

Penambahan bahan berupa ampas kopi sebagai substitusi sebagian semen pada beton diketahui tidak mampu menghasilkan kekuatan tekan yang optimal sesuai target sebesar 20 MPa. Hal ini disebabkan oleh silikat dalam ampas kopi yang tidak diproses melalui pembakaran dalam tungku bersuhu tinggi, sehingga reaktivitasnya terhadap bahan penyusun beton lainnya menjadi rendah.

5. Saran

Untuk meningkatkan kualitas dan akurasi hasil penelitian di masa mendatang, diperlukan beberapa perbaikan yang dapat diterapkan. Berikut ini beberapa rekomendasi yang dapat dipertimbangkan:

1. Proses pembakaran ampas kopi sebaiknya dilakukan pada temperatur yang lebih panas untuk memproduksi abu yang mengandung silikat lebih reaktif, sehingga dapat meningkatkan kinerja material dalam campuran beton.
2. Pada penelitian berikutnya, disarankan agar ampas kopi dimanfaatkan sebagai bahan tambahan tanpa mengubah proporsi komposisi berat semen, sehingga efeknya terhadap kekuatan beton dapat lebih optimal.

6. Daftar Pustaka

- Alkhalay R.Y., Syahfitri M. (2016). Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton. *Teras Jurnal Vol. 6 No.2. September 2016*, 101-110.
- Hartini. (2021). Uji Kuat Tekan Beton Dengan Pemanfaatan Abu Ampas Kopi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan Vol. X No.2. Oktober 2021*, 58-66.
- Hasibuan I.F. (2021). Perbandingan Kuat Tekan Beton Dan Penyerapan Serbuk Kayu Dan Abu Ampas Kopi Dengan Agregat Kasar Bergradasi Seragam. Tugas Akhir, *Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Idrus A. (2021). Analisis Penambahan Ampas Kopi Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Serat Sabut Kelapa. Tugas Akhir, *Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik*. Makassar: Universitas Bosowa Makassar.
- Neville, A.M., dan J.J. Brooks. 1987. *Concrete Technology*. Longman Scientific and Technical. New York.
- Panjaitan N.A., Ramadhani S.R., Sitanggang Y.S.E. (2021). Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat Vol. 1 No.1. Mei 2021*, 1-5.
- Pondy N.F.M. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Ampas Kopi Sebagai Pengganti Sebagian *Filler* Pada Campuran Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) Dengan Perendaman Berulang. Tugas Akhir, *Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik*. Makassar: Universitas Bosowa Makassar.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1-34.
- Subagio. D., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2019). *ABU KULIT KOPI (Studi Penelitian)*.
- Teh, P. A., Kopi, A., Penambah, S., & Adikasari, R. (2012). *Pemanfaatan Ampas Teh dan Ampas Kopi Sebagai Penambah... (Ria Adikasari) 0*. 0-11.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil*. Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tomayahu, Y. (2016). Analisa Agregat terhadap Kuat Tekan Beton pada Pembangunan Jalan Isimu-paguyaman (Pavement Rigid). *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains ...*, 4(2), 139-146. <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/132>.
- Wimaya S., Candra I.A., Winarto S. (2020). Modifikasi Beton Fc' 9,8 MPa Menggunakan Abu Ampas Kopi. *JURMATEKS Vol. 3 No.2. September 2020*, 235-246.