

SKRIPSI

PENGARUH LIMBAH AMPAS KOPI ARABIKA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Disusun dan diajukan oleh:

DIAN INAYAH ZAHRAH POMBO

D051191069



PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Pengaruh Limbah Ampas Kopi sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton”

Disusun dan diajukan oleh

Dian Inayah Zahrah Pombo
D051191069

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 13 Desember 2023

Menyetujui



Ar. Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST., MT., IAI.
NIP. 19710316 199702 1 001



Pratiwi Mushar, ST., MT
NIP. 19860119 201404 2 001

Mengetahui



Ar. Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT., IAI.
NIP. 19690612 199802 1 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Dian Inayah Zahrah Pombo

NIM : D051191069

Program Studi : Teknik Arsitektur

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PENGARUH LIMBAH AMPAS KOPI ARABIKA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Desember 2023

Yang Menyatakan



Dian Inayah Zahrah Pombo



Optimized using
trial version
www.balesio.com

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT. Tuhan semesta alam yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Shalawat dan taslim tak lupa kita kirimkan kepada baginda Rasulullah SAW sebagai rahmat seluruh alam.

Suatu kebahagiaan tersendiri bagi saya dengan selesainya tugas akhir ini sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana (S1) di Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Namun keberhasilan ini tidak saya dapatkan dengan sendirinya, karena keberhasilan ini merupakan hasil bantuan dari beberapa pihak yang tiada hentinya menyemangati saya dalam menyelesaikan kuliah ini.

Pada akhirnya skripsi yang merupakan tugas akhir dalam menyelesaikan studi Sarjana Arsitek ini dapat terselesaikan. Dengan segala keterbatasan saya, maka terselesaikan skripsi dengan judul **“PENGARUH LIMBAH AMPAS KOPI ARABIKA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON”** Dalam kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya Ir.H.R.M.Nur Pombo dan Farida S.M. yang telah memberikan motivasi baik moral maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Bapak Dr. H. Edward Syarif, ST.,M.T. selaku Ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin, S.T.,M.T. selaku Kepala Labo. Bahan, Struktur, dan Konstruksi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, serta sebagai Dosen Pembimbing I dan Ibu Pratiwi Mushar, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan eluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.



4. Bapak Dr.Ir. Hartawan, M.T. dan Ibu Dr. Imriyanti, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Andi Lolo Sinrang Arisaputra, ST., M.Eng., Ph.D selaku dosen Lab. Bahan, Konstruksi dan Struktur Bangunan yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan pegawai Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Teman – teman saya A. Luthfia A S.Ars dan Diva Adishya W S.Ars yang telah memberikan bantuan, dukungan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Teman – teman yang telah membantu saya dalam pembuatan campuran beton, Arvein Lopang, Muh.Agung, M. Rezky Fahlepy, Dirga Agustiansyah S.Ars, Nabila Iloe, Nur Fitri Khairun Nisa dan Ayu Lestari.
9. Kepada seluruh teman teman DIMENSI 2019 yang telah memberikan warna, dukungan, dan motivasi semasa kuliah saya.
10. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting.*

Saya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dari penulisan maupun isi yang disajikan. Oleh karena itu, saya sangat membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan berikutnya.

Makassar, Desember 2023

Penulis



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
1.7 Keaslian Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Beton.....	7
2.2 Material Penyusun Beton.....	13
2.3 Ampas Kopi	21
2.4 Kuat Tekan Beton	23
2.5 <i>Slump Test</i>	24
2.6 Perawatan / <i>Curing</i> pada Beton	25
2.7 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	26
2.8 <i>Setting Time</i>	27
2.9 Penelitian Terdahulu	29
2.10 Metode Penelitian	33
2.11 Waktu Penelitian	33



3.3 Variabel Penelitian.....	33
3.4 Jumlah Benda Uji.....	34
3.5 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	35
3.6 Tahapan Pengolahan Ampas Kopi.....	37
3.7 Tahap Dan Prosedur Penelitian.....	38
3.8 Alur Penelitian	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Uji Karakteristik Material Penyusun Campuran Beton	50
4.2 Pembuatan Benda Uji	63
4.3 Berat Satuan Benda Uji.....	68
4.4 Penyerapan Air.....	69
4.5 Kuat Tekan Beton	70
4.6 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	75
4.7 Pola Retak Beton.....	77
4.8 Pengujian Setting Time.....	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Keaslian Penelitian	6
Tabel 2 Komposisi ampas kopi.....	22
Tabel 3 Persentase Senyawa Abu Ampas Kopi.....	22
Tabel 4 Nilai <i>Slump</i> untuk Berbagai Pekerjaan Beton.....	25
Tabel 5 Jumlah Benda Uji.....	34
Tabel 6 <i>Coding</i> Benda Uji dalam Penelitian.....	34
Tabel 7 Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum	42
Tabel 8 Kebutuhan Semen Minimum	43
Tabel 9 Hasil Pengujian Kandungan Ampas Kopi Arabika	50
Tabel 10 Perbandingan Kandungan Yang Terkandung Pada Limbah Ampas Kopi dan Semen Portland	51
Tabel 11 Hasil Pengujian Modulus Halus Butir Agregat Kasar	52
Tabel 12 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	53
Tabel 13 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.....	54
Tabel 14 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Kasar	55
Tabel 15 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	55
Tabel 16 Hasil Pengujian Modulus Halus Agregat Halus	56
Tabel 17 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	57
Tabel 18 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	57
Tabel 19 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus	58
Tabel 20 Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	59
Tabel 21 Rekapitulasi Hasil Uji Karakteristik Agregat Kasar	60
Tabel 22 Rekapitulasi Hasil Uji Karakteristik Agregat Halus	61
Tabel 23 Proporsi Campuran Hasil Perhitungan	63
Tabel 24 Hasil Pengujian <i>Slump</i>	66
Tabel 25 Berat Satuan Benda Uji.....	68
Tabel 26 Hasil Pengujian Daya Serap Air	69
Tabel 27 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	71
Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	73
Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	74
Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	76
Retak Beton	78
Pengujian Setting Time	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Ampas Kopi	21
Gambar 2 Slump Test	24
Gambar 3 Mesin UTM (<i>Universal Testing Machine</i>).....	27
Gambar 4 Alat vicat	28
Gambar 5 Alur Penelitian	49
Gambar 6 Persiapan Material Dasar Penyusun Beton	64
Gambar 7 Persiapan Ampas Kopi.....	64
Gambar 8 Proses Pembuatan Campuran Beton	65
Gambar 9 Pengujian <i>Slump</i>	66
Gambar 10 Pencetakan Benda Uji	67
Gambar 11 Perawatan Benda Uji dengan Cara Basah (<i>Wet Curing</i>)	68
Gambar 12 Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis Benda Uji.....	68
Gambar 13 Grafik Hasil Pengujian Penyerapan Benda Uji.....	70
Gambar 14 Menguji Kuat Tekan Mortar Menggunakan Alat UTM.....	71
Gambar 15 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	72
Gambar 16 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	73
Gambar 17 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	75
Gambar 18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Menurut Umur Beton.....	76
Gambar 19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Menurut Persentase Ampas Kopi	76
Gambar 20 Pola Retak Beton.....	78
Gambar 21 Grafik Hasil Pengujian Setting Time	83



ABSTRAK

DIAN INAYAH Z. *Pengaruh Limbah Ampas Arabika Kopi Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton* (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST., MT dan Pratiwi Mushar, ST., MT)

Limbah ampas kopi jumlahnya sangat banyak di Indonesia namun belum dimanfaatkan secara optimal. Ampas kopi memiliki kesamaan kandungan senyawa dengan senyawa utama penyusun semen yaitu silika (SiO_2) dan kapur (CaO) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah untuk meningkatkan kualitas beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan antara beton normal dan beton dengan tambahan abu limbah ampas kopi dengan variasi 4.5%, 5.5%, dan 6.5%. Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental. Variasi penambahan ampas kopi terhadap berat semen sebesar 0%, 4.5%, 5.5% dan 6.5%, benda uji berbentuk silinder Ø10 x 20 cm. Perawatan benda uji dengan metode *wet curing* dan jenis pengujian kuat tekan *destructive test* menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) pada umur 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian beton dengan variasi penambahan ampas kopi sebesar 0%, 4.5%, 5.5% dan 6.5% menunjukkan bahwa ampas kopi sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal. Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur ke 28 hari dengan variasi penambahan ampas kopi sebesar 0%, 4.5%, 5.5% dan 6.5% adalah berturut turut 15.64 MPa, 8.65 MPa, 13.83 MPa dan 11.62 MPa.

Kata Kunci : Beton, Ampas Kopi, Bahan Tambah, Kuat Tekan



ABSTRACT

DIAN INAYAH Z. *The Effects Of Arabica Coffee Grounds Waste As An Additive On The Compressive Strength Of Concrete Limbah* (supervised by Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST., MT dan Pratiwi Mushar, ST., MT)

There is a huge amount of coffee grounds waste in Indonesia but it has not been utilized optimally. Coffee grounds have similar compound content to the main compounds that make up cement, namely silica (SiO_2) and lime (CaO), so they can be used as additional materials to improve the quality of concrete. This research aims to determine the comparison of compressive strength values between normal concrete and concrete with the addition of coffee grounds waste ash with variations of 4.5%, 5.5% and 6.5%. The type of research used is quantitative research with experimental methods. Variations in the addition of coffee grounds to cement weight were 0%, 4.5%, 5.5% and 6.5%, the test object was cylindrical in shape $\varnothing 10 \times 20$ cm. Treatment of test objects using the wet curing method and destructive compressive strength testing using a UTM (Universal Testing Machine) at the ages of 7, 14 and 28 days. The results of concrete tests with variations in the addition of coffee grounds of 0%, 4.5%, 5.5% and 6.5% show that coffee grounds as an additive to the compressive strength of concrete experienced a decrease in compressive strength compared to normal concrete. The results of testing the compressive strength of normal concrete at the age of 28 days with variations in the addition of coffee grounds of 0%, 4.5%, 5.5% and 6.5% were 15.64 MPa, 8.65 MPa, 13.83 MPa and 11.62 MPa respectively.

Keywords: Concrete, Coffee Grounds, Added Materials, Compressive Strength



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pembangunan infrastruktur semakin hari semakin meningkat, hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju. Indonesia sendiri tengah mengejar ketertinggalan pembangunan infrastruktur dalam beberapa tahun terakhir. Proyek-proyek infrastruktur di berbagai penjuru Tanah Air dibangun secara massif, mulai dari jalan tol, jembatan, bendungan, hingga bangunan-bangunan penunjang lainnya (Fauzie 2019). Pembangunan infrastruktur yang meningkat berdampak pada material-material yang digunakan. Umumnya material yang digunakan dalam pembangunan yaitu beton yang merupakan bahan bangunan yang telah lama dikenal dan paling banyak dipergunakan. Hal ini dikarenakan beton memiliki sifat mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, bahan dasar penyusun mudah didapatkan dan mudah dalam perawatan. Beton merupakan bahan yang sangat kuat, tahan karat dan tahan terhadap api. Selain itu, kelebihan beton yang lebih menonjol dibandingkan bahan konstruksi yang lain yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi (Hariyono 2011). Berdasarkan hal tersebut, munculah berbagai macam inovasi yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan mutu dari beton. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan tambah dalam campuran beton.

Indonesia, salah satu komoditas unggulan dalam subsektor perkebunan adalah kopi. Konsumsi kopi sudah menjadi gaya hidup dan tren di Indonesia yang ada sejak tahun 1696 hingga saat ini. Indonesia merupakan penghasil kopi urutan ke-4 setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia. Menurut Direktur Edukasi Ekonomi Kreatif (Tribunnews, 2018), Poppy Savitri, konsumsi kopi di dunia meningkat cukup tajam, yaitu rata-rata 1,7 kg per kapita per tahunnya. Di Indonesia sendiri meningkat rata-rata lebih dari 7% per tahunnya. Semakin meningkat konsumsi kopi, semakin tinggi pula jumlah limbah dari ampas kopi yang dihasilkan dari setiap kafe maupun rumah tangga.



Indonesia merupakan negara agraris yang cukup subur untuk dijadikan sebagai lahan pertanian dan perkebunan termasuk untuk pengembangbiakan tanaman kopi, maka merupakan suatu hal yang wajar jika kopi merupakan komoditas perdagangan Indonesia terbesar kedua setelah gas dan minyak (Jakarta : AEKI, 2009).

Berdasarkan data Economist Intelligence Unit (EIU) pada tahun 2016, Indonesia ditempatkan ke dalam posisi ke-2 penghasil sampah makanan terbanyak di dunia setelah Saudi Arabia. Dalam data tersebut disebutkan bahwa konsumsi masyarakat yang buruk menyebabkan produksi sampah makanan meningkat setiap tahunnya. Kopi dikenal mengandung kafein yang memiliki banyak manfaat bagi kecantikan dan kesehatan tubuh manusia. Selain itu, kopi juga memiliki kandungan yang dikenal dapat menghilangkan bau tidak sedap. Ampas kopi dapat didapatkan dengan mudah, gratis, dan digunakan untuk mengurangi kadar limbah organik. Ampas kopi merupakan bahan organik yang dapat dibuat menjadi arang aktif sebagai adsorben atau bahan penyerap (Irmanto, 2009).

Limbah yang semakin banyak dan menumpukakan berbau dan menjadi sumber berkembangnya mikroba yang pada akhirnya juga akan menimbulkan berbagai macam penyakit, sehingga limbah industri pangan perlu penanganan yang baik. Ampas kopi juga merupakan limbah industri pangan yang di hasilkan dari pengolahan biji kopi. Sebagai mana halnya limbah industri pangan yang lain, maka limbah ampas kopi mempunyai potensi di manfaatkan sebagai material substitusi sebagai semen (Alkhaly & Syahfitri, 2017).

Limbah ampas kopi jumlahnya sangat banyak di Indonesia namun belum dimanfaatkan secara optimal. Apabila limbah ampas kopi ini dapat dimanfaatkan secara optimal dan penggunaannya dapat diaplikasikan pada

aksi bahan bangunan , maka hal ini dapat mengurangi pencemaran dari tersebut dan dapat menjadi nilai tambah untuk penelitian lebih lanjut nai teknologi beton yang semakin berkembang. (Shabiru, 2019)



Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Yulius Rief Alkhaly dan Meutia Syahfitri, 2017) tentang "Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton" hasil pada penelitian tersebut menggunakan penambahan ampas kopi dengan presentase penambahan 0 % , 5 % , 10 % , 15 % dan 25 % , nilai kuat tekan beton yang didapat pada penelitian tersebut nilai tertinggi yang dihasilkan dengan penambahan 5% penggunaan ampas kopi didapat nilai kuat tekan 26,085 MPa dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Sehingga pada kesempatan ini, akan menjadikan ampas kopi sebagai bahan tambah pada pembuatan beton. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diharapkan dari bahan tambah ampas kopi pada campuran beton dapat memberikan kualitas lebih baik dari pada beton pada umumnya.

Ditinjau dari penelitian terdahulu, penulis akan memanfaatkan limbah ampas kopi sebagai bahan tambah pada campuran beton, dan variasi tambah yang akan digunakan adalah 0%, 4.5%, 5.5%, dan 6.5% dari volume semen. Variasi tambah yang digunakan mengacu pada penelitian Alkhaly (2017) yang dimana nilai hasil dari pengujian kuat tekan yang dilakukan mengalami peningkatan pada penambahan 5% penggunaan abu ampas kopi didapat nilai kuat tekan 26,085 MPa dengan kuat tekan rencana 25 MPa.

Berdasarkan pembahasan di atas, maka penulis bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah limbah ampas kopi. Sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Abu Limbah Ampas Kopi Arabika Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton”**.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan antara beton normal dan beton dengan tambahan limbah ampas kopi dengan variasi 4.5%, 5.5%, dan 6.5%?



2) Apa lama waktu yang dibutuhkan campuran semen dengan bahan tambah pas kopi dengan variasi 0%, 4.5%, 5.5%, dan 6.5% untuk mengalami pengikatan awal (*initial set*) dan pengikatan akhir (*final set*)?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Untuk mendeskripsikan perbandingan nilai kuat tekan antara beton normal dan beton dengan tambahan limbah ampas kopi dengan variasi 4.5%, 5.5%, dan 6.5%.
- 2) Untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan campuran semen dengan bahan tambah ampas kopi dengan variasi 0%, 4.5%, 5.5%, dan 6.5% untuk mengalami pengikatan awal (*initial set*) dan pengikatan akhir (*final set*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Dapat memberi informasi tentang pengaruh penambahan limbah ampas kopi terhadap kuat tekan beton.
- 2) Diharapkan dengan penambahan limbah ampas kopi dapat memberikan kuat tekan beton yang lebih baik dari beton normal sehingga dapat dijadikan inovasi baru terhadap material beton.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi cakupan / ruang lingkupnya agar tidak terlalu luas. Batasan – batasan masalah dalam penelitian ini adalah antara lain :

- 1) Variasi Penambahan Limbah Ampas Kopi yaitu 0%, 4,5%, 5,5%, dan 6,5% terhadap berat semen.
- 2) Pengujian beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari
- 3) Ampas kopi yang dipakai adalah ampas kopi dengan jenis kopi *Arabica* dari mesin kopi yang didapat dari warung-warung kopi terdekat sekitaran kota Makassar.
- 4) Tidak dilakukan penelitian mengenai zat yang terkandung pada limbah pas kopi ini dan tidak membahas mengenai reaksi kimia yang terjadi pada npuran terhadap bahan – bahan yang digunakan.



1.6 Sistematika Penulisan

Susunan laporan penelitian ini akan diuraikan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang gambaran umum mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, keaslian penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini diuraikan tentang landasan teori, dan hasil riset terdahulu. Pada bab ini dijelaskan hal-hal teori yang ada hubungannya dengan apa yang akan dibahas dalam penelitian ini serta mencantumkan hasil riset terdahulu yang berhubungan dengan judul penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metodologi penelitian, lokasi dan waktu pengujian, variabel penelitian, persiapan alat dan bahan, tahap prosedur penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil analisis masalah dan disertai dengan saran – saran yang diusulkan.



1.7 Keaslian Penelitian

Tabel 1 Keaslian Penelitian

PENELITI	Alkhaly & Syahfitri	Feri Iman Hasibuan, Fahrizal Zulkarnain	Farhan Shabiru	Dian Inayah Zahrah
TAHUN PENELITIAN	2017	2021	2019	2023
JUDUL PENELITIAN	Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton	Perbandingan Kuat Tekan dan Penyerapan Serbuk Kayu dan Abu Ampas Kopi Dengan Agregat Kasar Bergradasi Seragam	Penggunaan Abu Ampas Kopi Robusta Sidikalang Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton	Pengaruh Abu Limbah Ampas Kopi Arabika Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton
VARIABEL PENELITIAN	Persentase abu ampas kopi 5%, 10%, 15%, dan 25%	Bahan tambah abu ampas kopi 8,5% dan serbuk kayu 8,5%	Persentase abu ampas kopi 0%, 3%, 5%, dan 7%	Persentase abu ampas kopi 0%, 4.5%, 5.5% dan 6.5%
	<i>Dry Curing</i>	<i>Dry Curing</i>	<i>Wet curing</i>	<i>Wet Curing</i>
	Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton	Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton	Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton	Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton
	Subtitusi Semen	Bahan Tambah	Subtitusi semen	Bahan tambah
	Tidak ditentukan jenis kopi yang digunakan	Tidak ditentukan jenis kopi yang digunakan	Ampas Kopi Robusta	Ampas Kopi Arabika
METODE PENELITIAN	Studi Eksperimen	Studi Eksperimen	Studi Eksperimen	Studi Eksperimen

Untuk mengetahui keaslian dari penulisan ini, penulis membuat dengan merujuk pada beberapa tulisan dengan tema ataupun judul yang serupa kemudian menjadikan penulisan tersebut sebagai perbandingan agar terlihat keaslian dari penulis. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, penulis menemukan 3 judul penelitian tentang uji kuat tekan yang menggunakan ampas kopi. Terdapat beberapa perbedaan variable penelitian diantaranya, persentase ampas kopi yang digunakan, metode perawatan beton dan jenis ampas kopi yang



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa tambahan membentuk massa padat (SNI-2847-2013). Beton normal memiliki berat jenis 2300 – 2400 kg/m³, nilai kekuatan, dan daya tahan (*durability*) beton terdiri dari beberapa faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya. Beberapa hal itu dapat menghasilkan beton yang memberikan kelecakan (*workability*) dan konsistensi dalam pengerjaan beton, ketahanan terhadap korosi lingkungan khusus (kedap air, korosif, dll) dan dapat memenuhi uji kuat tekan yang direncanakan (Dipohusodo, 1994).

Beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing – masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari. Sifat beton yang meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.

Menurut (Mulyono, 2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

3beton berdasarkan Kelas dan Mutu.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :



- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
 - b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan- bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
 - c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.
2. Beton Berdasarkan Jenis

Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :

- a. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 800-1800 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari



antara 6,89 Mpa sampai 17,24 Mpa menurut SNI 08-1991-03.

b. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 –40 Mpa.

c. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

d. Beton massa (*mass concrete*)

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

e. *Ferro-Cement*

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

f. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

3. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Menurut (Tjokrodinuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini.

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap



pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.

- c. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya.
- d. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodinuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini.

- a. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam.
- b. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula.
- c. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

Sifat Beton

Secara umum dalam bidang konstruksi, beton tidak harus memiliki semua sifat-sifat dalam beton. Hal ini dikarenakan penentuan sifat-sifat beton didasarkan pada kegunaan dari beton yang akan dibuat. Ada



beberapa factor yang mempengaruhi sifat beton di antaranya adalah campuran beton, cara mencetak beton, cara memadatkan dan cara perawatan beton. Adapun sifat beton secara umum adalah sebagai berikut:

1. Kemudahan Pengerjaan (Kelecakan / *Workability*)

Pada tingkat kemudahan pengerjaan atau *workability* secara langsung berkaitan dengan tingkat kelecakan atau keenceran adukan beton . Berdasarkan (SNI - 1972 : 2008 , 2008) *workability* beton merupakan kemudahan dalam pengerjaan beton segar. Adukan beton yang semakin cair maka akan semakin mudah untuk dikerjakan . Untuk mengetahui dan mengukur tingkat kelecakan suatu adonan beton, dilakukan pengujian *slump* (*slump test*) menggunakan sebuah alat yang disebut Kerucut Abrams. Nilai *slump* secara umum akan berbanding lurus dengan kadar air yang terdapat dalam campuran beton segar dan berbanding terbalik dengan kuat tekan beton. Beberapa faktor yang mempengaruhi kelecakan atau *workability* dari beton segar (Bahar, 2005 dalam (Hafidhzien , 2021)) dalam adalah :

- Gradasi campuran berupa agregat kasar dan agregat halus.
- Jumlah air yang digunakan
- Bentuk butiran agregat dan tekstur agregat yang bulat
- Ukuran maksimum kerikil yang dipakai

2. Pemisahan Kerikil (Segregasi)

Secara umum segregasi merupakan proses terjadinya penurunan agregat kasar ke bagian dasar beton segar atau dengan kata lain proses terpisahnya agregat kasar dari campuran diakibatkan proses penuangan dan pemadatan yang tidak baik. Berdasarkan (Nasional, 1995), segregasi merupakan proses terpisahnya pasta semen dan agregat pada sebuah adukan semen. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya segregasi adalah sebagai berikut :

- Campuran yang kekurangan ataupun kelebihan air
- Kurangnya jumlah agregat halus
- Ukuran agregat yang lebih dari 25mm



3. Pemisahan Air (*Bleeding*)

Bleeding merupakan suatu proses naiknya air ke permukaan setelah dilakukan pemadatan. Proses ini disertai dengan semen dan butiran pasir halus yang ikut terbawa, yang kemudian membuat suatu lapisan yang disebut pula dengan *laitance*. Bleeding adalah proses keluarnya air yang berasal dari beton segar ke permukaan akibat proses pengendapan bahan - bahan padat pada beton. Bleeding sering terjadi pada campuran yang mengandung terlalu banyak air, sehingga beton akan memiliki aliran air yang disebabkan oleh kadar air yang terlalu tinggi. Bleeding sering terjadi pada akhir proses pencetakan beton yang akan terlihat permukaan beton yang dipenuhi dengan air.

4. Kuat Tekan

Banyaknya air dan semen yang digunakan akan mempengaruhi kekuatan beton. Pada nilai kuat tekan beton akan berbanding lurus dengan peningkatan umur dari beton itu sendiri. Pada dasarnya , beton akan memiliki kekuatan yang maksimal pada umur 28 hari. Pada penentuan nilai kuat tekan beton dapat diuji dengan menggunakan benda uji yang berbentuk silinder. Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton antara lain :

- Factor air semen
- Umur beton
- Sifat agregat
- Jenis *Admixture*
- Perawatan Beton

5. Tahan Lama (*Durability*)

Durability merupakan ketahanan beton menghadapi segala kondisi yang direncanakan, tanpa mengalami kerusakan (*deteriorate*) dalam jangka waktu layannya (*service ability*).



5. Karakteristik Beton

Adapun beberapa karakteristik dari beton yang dikelompokkan sebagai berikut :

1. Kuantitas Beton

- a) Kepadatan yang merupakan ruang yang ada pada beton sedapat mungkin diisi oleh agregat dan pasta semen
- b) Kekuatan yaitu beton harus mempunyai kekuatan daya tahan internal terhadap berbagai jenis kegagalan
- c) Faktor air semen harus terkontrol agar memenuhi persyaratan kekuatan beton
- d) Tekstur permukaan beton harus mempunyai kerapatan dan kekerasan tekstur yang tahan terhadap segala cuaca

2. Kualitas Beton

- a) Kualitas Beton
- b) Proporsi semen terhadap air dalam campurannya
- c) Kekuatan dan kebersihan agregat
- d) Adhesi atau interaksi antara pasta semen dan agregat
- e) Pencampuran yang cukup dari bahan pembentuk beton
- f) Perawatan pada temperature yang tidak lebih rendah dari 50°F
- g) Kandungan chloride tidak lebih dari 0,15% dalam beton ekspos dan 1% dalam beton terlindung

2.2 Material Penyusun Beton

2.2.1 Semen Portland

Semen adalah bahan jadi yang mengeras dengan adanya air (semen hidrolis) yang memiliki sifat adhesive dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen – fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Nurlina, 2011). Pada semen portland (PC) yang sering digunakan pada suatu konstruksi, memiliki kandungan didalamnya, antara lain :

- Kapur (CaO) memiliki kandungan sebesar 60 – 65%.



- Silika (SiO_2) memiliki kandungan sebesar 20 – 25%.
- Oksida besi dan aluminium (Fe_2O_3 dan Al_2O_3) memiliki kandungan sebesar 7 – 12%.

Berdasarkan (SNI-15-2049-2004) semen portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan penggunaannya yaitu:

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan.

Senyawa-senyawa kimia dari semen Portland adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Untuk membentuk produk hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen adalah berbeda-beda, maka sifat-sifat hidrasi masing-masing komponen perlu dipelajari.



1. Tricalcium Silikat (C_3S) = $3CaO \cdot SiO_2$

Senyawa ini mengalami hidrasi yang sangat cepat yang menyebabkan pengerasan awal, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat air tanah, oleh perubahan volume kemungkinan mengalami retak-retak.

2. Dicalcium Silikat (C_2S) = $2CaO \cdot SiO_2$

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat mengeluarkan panas, kualitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.

3. Tricalcium Alumnat (C_3A) = $3CaO \cdot Al_2O_3$

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 hari sampai 28 hari, memiliki ketahanan kimia agresi yang relatif tinggi, penyusutan yang relatif rendah.

4. Tetracalcium Aluminoforit (C_4AF) = $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot FeO_3$

Adanya senyawa aluminoforit kurang penting karena tidak tampak banyak pengaruh kekuatan dan sifat semen. (Murdock., dkk, 1999).

2.2.2 Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (artificial aggregates). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (British Standard) atau 4.75mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebihkecil dari 40 mm



Agregat halus adalah berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar 5,0 mm (SK SNI T-15-1990-03). Menurut SNI 03-2847-2013 untuk kehalusan, kebersihan, kandungan organik, bentuk agregat dan lain – lain harus memenuhi ketentuan ASTM C – 31.

Agregat merupakan butiran mineral alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Agregat menempati 70 % volume beton, sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat ataupun kualitas beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat sesuai dengan SNI 03-1750-1990 tentang Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji.

Agregat yang dapat dipakai harus memenuhi syarat-syarat (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Kerikil harus merupakan butiran yang keras dan tidak berpori.
2. Agregat harus bersih dari unsur organik.
3. Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering.
4. Kerikil mempunyai bentuk yang tajam.

Dari ukurannya ini, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus (Ulasan PB, 1989:9) (Mulyono, 2005).

1. Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976).
2. Agregat Kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976). Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih kasar dari 4,8 mm.



Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm.

Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

1. Agregat halus

Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alami, hasil pecahan dari batuan secara alami, atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh mesin pemecah batu yang biasa disebut abu batu.

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton. Kegunannya adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregatkasar dan memberikan kelecakan.

Agregat halus yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Pasir halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- b. Butirannya harus bersifat kekal.
- c. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat keringnya.
- d. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

2. Agregat Kasar

Agregat Kasar merupakan agregat dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukiran butiran maksimal 40 mm. Ukuran maksimum dari agregat kasar dalam beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan bahwa agregat tersebut harus mudah mengisicetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat diantara batang- batang baja tulangan.

Syarat-syarat agregat kasar yang akan dicampurkan sebagaai adukan beton adalah sebagai berikut:

- a. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Dari kadar agregat yang lemah bila diuji



dengan cara digores menggunakan batang tembaga, maksimumnya 5%.

- b. Agregat kasar terdiri dari butiran pipih dan panjang, hanya bisa dipakai jika jumlah butiran pipih dan panjang tidak melebihi dari 20% berat agregat seluruhnya.
- c. Butir-butir agregat harus bersifat kekal (tidak pecah atau hancur) oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, contohnya zat-zat reaktif dari alkali.
- e. Lumpur yang terkandung dalam agregat kasar tidak boleh lebih dari 1% berat agregat kasarnya, apabila lebih dari 1% maka agregat kasar tersebut harus dicuci terlebih dahulu dengan air yang bersih.
- f. Sifat kekal agregat bila diuji dengan larutan garam sulfat, makadisarankan bila menggunakan natrium sulfat, bagian yang hancur maksimum 2%. Disamping itu juga apabila menggunakan magnesium sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%.
- g. Besar butiran agregat maksimum tidak boleh lebih dari jarak terkecil antar bidang-bidang samping dari cetakan, dari tebal plat, atau $\frac{3}{4}$ dari jarak bersih minimum antara batang-batang atas berkas tulangan.
- h. Keausan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan mesin Los Angeles dengan syarat-syarat tertentu
- i. Agregat kasar terdiri dari butir-butir beraneka ragam besarnya dan tidak melewati saringan 4,75 mm.
- j. Agregat kasar juga harus memenuhi persyaratan gradasi agregat kasar yang telah ditentukan.



3 Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton agar terjadi

proses reaksi antara semen dan air untuk membasahi agregat dan memudahkan proses pengerjaan beton. Air yang digunakan umumnya adalah air minum, karena tidak mengandung senyawa – senyawa yang berbahaya seperti garam, minyak, gula, dan bahan kimia lainnya yang dapat merusak beton. Apabila proporsi air yang digunakan sedikit maka proses hidrasi antara semen dan air tidak seluruhnya selesai, sehingga menyebabkan kelemahan beton kurang dan akan menyulitkan dalam proses pengerjaan. Sedangkan apabila proporsi air terlalu banyak akan menyebabkan gelembung – gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan menyebabkan kekuatan beton menjadi kurang. Proporsi air dinyatakan dengan istilah faktor air semen, yang dapat dihitung dengan membagi berat air dengan berat semen.

Menurut British Standard (BS.3148-80) ada kriteria yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan sebagai campuran beton. Jika ketentuan-ketentuan dibawah ini tidak terpenuhi, sebaiknya air tidak digunakan untuk membuat campuran beton (Mulyono, 2005).Syarat- syarat tersebut antara lain :

1. Garam- garam Anorganik

Ion-ion utama yang biasa terdapat dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida, nitrat dan kadang-kadang karbonat. Gabungan ion-ion tersebut tidak boleh lebih besar dari 200 mg per liter. Garam – garam anorganik ini akan memperlambat waktu pengikatan beton dan menyebabkan menurunnya kekuatan beton.

2. NaCL dan Sulfat

Konsentrasi NaCL atau garam dapur sebesar 20000 ppm pada umumnya masih diijinkan, air campuran beton yang mengandung 1250 ppm natrium sulfat, dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan.



3. Air Asam

Air netral biasanya mempunyai pH sekitar 7.00. Nilai $pH > 7.00$ menyatakan keadaan kebasaan dan nilai $pH < 7.00$ menyatakan nilai keasaman. Semakin tinggi nilai $pH > 3.00$ semakin sulit kita mengelola pekerjaan beton.

4. Air Basa

Air dengan kandungan natrium Hidroksida sekitar 0.5 % dari berat semen, tidak banyak berpengaruh pada kekuatan beton, asalkan waktu pengikatan tidak berlangsung dengan cepat.

5. Air Gula

Apabila kadar gula dalam campuran dinaikan hingga 0,2 % dari berat semen, maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat dan pada akhirnya waktu ikat semen akan berkurang pada usia 28 hari.

6. Minyak

Minyak mineral atau minyak tanah dengan konsentrasi lebih dari 2 % berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20 %. Karena itu penggunaan air yang tercemar minyak sebaiknya dihindari.

7. Rumput Laut

Rumput laut yang tercampur dalam air campuran beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton secara signifikan. Bercampurnya rumput laut dengan semen akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan terjadinya sangat banyak gelembung-gelembung udara dalam beton.

8. Zat organik, Lanau dan bahan terapung.

Kira-kira 200 ppm lempung terapung atau bahan-bahan halus yang berasal dari batuan diijinkan ada dalam campuran. Untuk mengurangi kadar lanau dan lempung dalam adukan beton, air yang mengandung lumpur harus diendapkan terlebih dahulu dalam bak penampung sebelum digunakan.



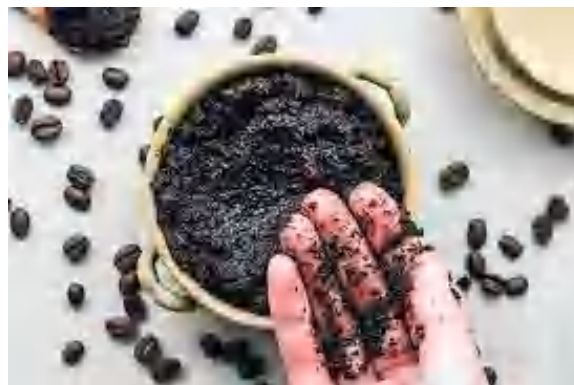
Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Air pada campuran beton akan berpengaruh pada :

- Sifat workability adukan beton.
- Besar kecilnya nilai susut beton.
- Kelangsungan reaksi dengan semen Portland, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
- Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang Baik

2.3 Ampas Kopi

Ampas kopi juga merupakan limbah industri pangan yang di hasilkan dari pengolahan biji kopi. Dari 0,50 kg bubuk kopi yang siap di gunakan menghasilkan $\pm 0,34$ kg ampas kopi. Sebagaimana halnya limbah industri pangan yang lain, maka limbah ampas kopi mempunyai potensi di manfaatkan sebagai material substitusi sebagai semen (Alkhaly & Syahfitri, 2017). Ampas kopi merupakan pupuk oranik yang ekonomis dan ramah lingkungan.



Gambar 1 Ampas Kopi

Sumber : ottencoffe.co.id



Tabel 2 Komposisi ampas kopi

Zat Terkandung	Kandungan
Ph	6,2
Nitrogen	2,28%
Fosfor	0,06%
Kalium	0,6

Berdasarkan tabel diatas, Ampas kopi mengandung 2,28% nitrogen, fosfor 0,06% dan 0,6 kalium. pH ampas kopi sedikit asam, berkisar 6,2 pada skala pH. Selain itu, ampas kopi mengandung magnesium, sulfur, dan kalsium yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Teh et al., 2012).

Kandungan unsur yang terkandung dalam abu ampas kopi diperoleh berdasarkan metode Lase-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) di Laboratorium kimia Analitik, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Bali. Dari unsur tersebut kemudian dilakukan pendekatan dengan metode perbandingan massa atom relative dan massa molekul relative untuk memperoleh presentase senyawa yang terkandung (Gusti, 2014 dalam (Shabiru, 2019))

Tabel 3 Persentase Senyawa Abu Ampas Kopi

Senyawa	Presentase
CaO	39.3
SiO ₂	0.6
Al ₂ O ₃	3.3
Fe ₂ O ₃	2.0
Mg ₂ O ₃	8.7
Senyawa Lain	45.7

Berdasarkan tabel diatas, Ampas kopi mengandung CaO sebesar 39.3%, SiO₂ sebesar 0.6%, Al₂O₃ sebesar 3.3%, Fe₂O₃ sebesar 2%, Mg₂O₃ sebesar 8.7% dan Senyawa lainnya sebesar 45.7% (Gusti, 2014 dalam (Shabiru, 2019))



2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan *Universal Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur ketika menerima beban tersebut (P_{max}) (Putro Pratomo & Setyawan, 2016).

Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990. Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut: (Ginting & Janabadra, 2019)

- Benda uji ditetakkan sentris pada mesin tekan.
- Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur.
- Beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.
- Kuat tekan beton dihitung dari besarnya beban persatuan luas.

Besarnya kuat tekan dari benda uji silinder diperhitungkan sebagai berikut:

SNI 03-1974-1990 memberi definisi kuat tekan beton (f'_c) sebagai besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. SNI 2847:2013 mensyaratkan bahwa f'_c ditentukan melalui pengujian silinder pada umur 28 hari. Besarnya kuat tekan dari benda uji silinder diperhitungkan sebagai berikut: (Alkhaly & Syahfitri, 2017)

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad \dots (1)$$

dimana:

f'_c = Kuat Tekan Beton (MPa)

= Beban Maksimum (N)

= Luas Penampang (mm²)



2.5 Slump Test

Berdasarkan (Badan Standardisasi Nasional, 1990) yang dimaksud dengan slump beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. Tujuan dari pengujian *slump* adalah untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton yang dinyatakan dalam nilai tertentu. Slump didefinisikan sebagai besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang segera setelah cetakan uji slump diangkat (Tri Hardagung, Harnung, Adi Sambowo, dan Gunawan, 2014). Nilai slump dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi fas maka nilai slump akan semakin tinggi yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen, sehingga pasta semen lebih encer dan mengakibatkan nilai slump lebih tinggi.



Gambar 2 Slump Test

Sumber : *readymix.co.id*



Adapun standar nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan beton dapat dilihat berdasarkan table berikut :

Tabel 4 Nilai *Slump* untuk Berbagai Pekerjaan Beton

Uraian	<i>Slump</i>	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	9.0	2.5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan massal	7.5	2.5

Sumber : (Iskandar, Darmansyah, 2005)

Nilai *slump* untuk dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang adalah minimum 5 cm, dan maksimum 12,5 cm. Nilai *slump* untuk pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah adalah minimum 2,5 cm, dan maksimum 9 cm. Dan nilai *slump* untuk pelat, balok, kolom dan dinding adalah minimum 7,5 cm, dan maksimum 15 cm.

2.6 Perawatan / *Curing* pada Beton

Perawatan pada beton dilakukan untuk menghindari terjadinya hidrasi pada beton disebabkan oleh proses pengikatan antara semen dan air. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya. Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini , juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh (Harahap, 2018). Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk perawatan (*curing*) pada beton , antara lain :

1. *Water (Standar Curing)*

toode perawatan ini dilakukan dengan megggunakan air sebagai media dalam aksanaan. Beton direndam dalam air dengan suhu tertentu selama waktu yang erlukan untuk menggunakan beton tersebut (sebelum pengujian).



b. *Exposed Atmosfer*

Metode perawatan ini dilakukan dengan membiarkan beton setelah dilepas dari cetakan dalam ruangan berdasarkan suhu ruangan.

c. *Sealed* atau *Wrapping*

Metode perawatan ini dilakukan dengan cara membalut dan menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah, fil plastic atau kertas perawatan tanah air, agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

d. *Steam Curing* (Perawatan Uap)

Metode perawatan ini dilakukan dengan uap. Metode ini umumnya digunakan untuk beton yang dihasilkan pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80 – 150 °C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.

e. *Autoclave*

Metode perawatan ini dilakukan dengan memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

2.7 Universal Testing Machine (UTM)

UTM atau *Universal Testing Machine* merupakan alat atau mesin pengujian. Adapun fungsi alat ini untuk menguji ketahanan, kekuatan tarik dan mengetahui struktur suatu bahan maupun bahan sebuah produk. *Universal Testing Machine* bertujuan untuk mengumpulkan data dari material yang akan digunakan di industri sehingga operator dapat mengetahui seberapa kuat atau karakteristik material tersebut. Umumnya setiap objek atau material yang digunakan dalam suatu industri tentunya harus melewati pengujian untuk mengetahui sejauh mana kualitas dari objek tersebut. Salah satu cara metode pengujiannya dengan uji tarik dan uji tahanan menggunakan sebuah alat yang bernama *Universal Testing Machine* (UTM).

Sesuai namanya *Universal Testing Machine* dapat digunakan untuk pengujian secara universal dan dapat diaplikasikan ke material atau benda seperti kayu, logam, baja, plastik, dll. *Universal Testing Machine* merupakan alat pengujian yang termasuk golongan *Destructive Test* yaitu pengujian dengan cara merusak. *Universal Testing Machine* dapat digunakan di segala bidang industri seperti industri otomotif, industri rumah tangga dan masih banyak industri lain yang



menggunakan *Universal Testing Machine*. Cara kerja *Universal Testing Machine* adalah dengan cara memberikan gaya tekan atau gaya tarik yang ditujukan pada material sehingga kita dapat mengetahui karakteristik dari material tersebut apakah kuat atau tidak.



Gambar 3 Mesin UTM (*Universal Testing Machine*)

2.8 Setting Time

Sifat mengikat semen berhubungan dengan waktu ikat semen, yaitu lamanya waktu yang diperlukan semen dari saat mulai bereaksi dengan air menjadi pasta semen yang cukup kaku menahan tekanan. Waktu ikat semen dibagi menjadi dua, yaitu waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Waktu ikat awal merupakan waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen sampai terjadi kehilangan sifat keplastisan. Waktu ikat akhir merupakan waktu terjadinya pasta semen sampai beton mengeras. Kekekalan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran dari kemampuan pengembangan dan mempertahankan volume setelah mengikat (Sari, 2017).

Pengikatan adalah perubahan bentuk dari bentuk cair menjadi bentuk padat. Waktu ikatan awal semen (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya sedangkan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) adalah waktu sampai pastanya menjadi ssa yang keras. Waktu ikat awal semen didapat ketika penurunan mencapai 25 n (Dios Desti Harani dkk, 2018)



Pengujian Konsistensi Normal Semen adalah untuk menentukan persentase air yang dibutuhkan semen untuk melakukan proses hidrasi secara sempurna, yaitu sampai saat mortar mengeras. Kondisi sempurna terjadi ketika semen yang bercampur dengan air tidak mengalami kekurangan atau kelebihan kadar air. Berdasarkan ASTM C-195, pengujian dengan alat vicat diameter 10 mm, kadar air yang diinginkan adalah kadar air pada saat penurunan jarum 25 mm.



Gambar 4 Alat vicat



2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 4. Penelitian Terdahulu

No.	Judul (Penulis)	Tujuan	Metode	Hasil
1	Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton (Alkhaly & Syahfitri, 2017)	Untuk mengetahui potensi penggunaan ampas kopi sebagai material alternatif pengganti parsial semen dalam campuran beton.	Benda uji yang digunakan dalam percobaan ini adalah Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 150 mm x 300 mm dengan masing-masing variasi 5 buah benda uji.	Hasil pengujian berdasarkan persentase abu ampas kopi 5%, 10%, 15%, dan 25% terhadap volume semen didapat kuat tekan berturut-turut 26,085 MPa, 20,162 MPa, 20,080 MPa, dan 15,358 MPa . Sedangkan kuat tekan beton normal tanpa substitusi abu ampas kopi didapat sebesar 25,406 MPa . Hasil ini menunjukkan bahwa penggantian parsial abu ampas kopi sebesar 5% terhadap semen dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 2,67% dari beton normal. Selanjutnya, pada substitusi 10% dan 15% , hasil kuat tekan masih memenuhi kuat tekan rencana (f_c')
2	Modifikasi Beton Fc 9, 8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi (Wimaya, S., Ridwan, A., & Winarto, S., 2020)	Untuk mengetahui nilai uji slump, uji kuat tekan, dan uji daya serap penambahan abu ampas kopi	Benda uji yang digunakan dalam percobaan ini adalah Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 150 mm x 300 mm dengan masing-masing variasi 5 buah benda uji.	Hasil uji slump dengan persentase 4%, 8%, 12% yaitu 2.5 cm, 0.5 cm dan 2.5 cm . Hasil uji kuat tekan beton dengan persentase 4% didapatkan hasil kuat tekan fc'10. 51 Mpa atau setara dengan K125 persentase 8% menghasilkan kuat tekan fc'8, 39 dan persentase 12% menghasilkan kekuatan tekan fc'7, 56 Mpa setara dengan K100 . Hasil pengujian daya serap air selama 28 hari menghasilkan nilai rata-rata 0, 32 kg, 0, 25 kg, 0, 15 kg, dan 33 kg .
	Ampas Kopi sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton	Untuk mengetahui Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan,	Benda uji yang digunakan dalam percobaan ini adalah Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 150 mm x 300	Nilai kuat tekan beton normal sebesar 25.10543 MPa . Nilai kuat tekan beton menggunakan abu ampas kopi dengan persentase 5% sebesar 25.18956 MPa ,



No	Judul(Penulis)	Tujuan	Metode	Hasil
	Beton(Ataya Nabila Panjaitan, Rizky Suci Ramadhani, Ernie Shinta Y Sitanggan, 2021)	Tekan, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton.	mm dengan masing-masing variasi 5 buah benda uji untuk 2 pengujian yaitu kuat tekan dan porositas.	persentase 10% sebesar 20.79872 MPa , persentase 15% sebesar 17.10117 MPa , dan persentase 20% sebesar 13.28807 MPa . Nilai porositas beton normal sebesar 0.592212% . Nilai porositas beton menggunakan abu ampas kopi dengan persentase 5% sebesar 0.690914% , persentase 10% sebesar 0.736974% , persentase 15% sebesar 0.756715% , dan persentase 20% sebesar 0.789615% .
4	Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Ampas Kopi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer (Yulius Rief Alkhaly, 2018)	Untuk mengetahui Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Ampas Kopi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer	Benda uji yang digunakan dalam percobaan ini adalah Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm x 300 mm sebanyak 40 buah.	Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 28 hari (BN) sebesar 35, 98 MPa . Pada pengurangan air adukan 10% dan penambahan superplasticizer 0, 5%, 1% dan 2% didapat nilai kuat tekan sebesar 42, 32 MPa, 43, 33 MPa, dan 47, 83 MPa , meningkat sebesar 17% sampai 33% dari kuat tekan beton normal. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa substitusi abu ampas kopi 5% terhadap berat semen tanpa superplasticizer memberi peningkatan kuat tekan sebesar 3, 78% dari beton normal. Pada substitusi AAK sebesar 5% dan dengan tambahan superplasticizer sebesar 0, 5%, 1% dan 2% , dihasilkan kuat tekan masing-masing sebesar 44, 71 MPa, 45, 90 MPa dan 49, 74 MPa . Ketiga mutu beton ini dapat di katagorikan dalam beton mutu tinggi
	Kuat Tekan n Serbuk Ampas Kopi at Kasar	Pada penelitian kali ini bertujuan untuk memanfaatkan	Dalam penelitian ini, digunakan agregat kasar batu pecah dari 2 ukuran, yaitu 25-12 mm dan 12-5 mm, dengan	Hasil kuat tekan beton normal, kuat tekan beton dengan campuran serbuk kayu gradasi 25-12, beton campuran abu ampas kopi gradasi 25-12, beton, beton campuran serbuk



No	Judul (Penulis)	Tujuan	Metode	Hasil
	Bergradasi Seragam (Feri Iman Hasibuan, Fahrizal Zulkarnain, 2021)	limbah ampas kopi dan serbuk kayu yang digunakan sebagai bahan tambah beton.	variasi bahan tambah abu ampas kopi 8,5% dan serbuk kayu 8,5%	kayu gradasi 12-5, beton campuran abu ampas kopi 12-5. Memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 30,11 MPa, 29,1 MPa, 27,1 MPa, 26,1 MPa dan 23,09 MPa . Pada penyerapan rata-rata sebesar 159,67 , 167,33 ,163 ,227 dan 173,67 dengan slump sebesar 11,9 cm, 10,2 cm, 11,3 cm, 8,6 cm dan 9,3 . Dapat disimpulkan bahwa penggunaan gradasi seragam dapat mengurangi kuat tekan dan pada bahan tambah yang dicampurkan belum bisa menaikkan kuat tekan melebihi beton normal tetapi campuran serbuk kayu gradasi 25-12mm, dan abu ampas kopi gradasi 25-12mm dan serbuk kayu gradasi 12- 5mm telah melebihi kuat tekan rencana, hanya pada campuran abu ampas kopi gradasi 12-5mm belum mencukupi dari kuat tekan rencana.
6	Experiment on Activated Carbon Manufactured from Waste Coffee Grounds on ve Strength rtars SangHoon min Youn, 	To find out the compressive strength of mortar with waste coffe grounds	Activated carbon/cement composites are made by mixing cement with activated carbon granules with weight fractions of 0.5%, 1%, 1.5%, 5% and 10% cement	The experimental results show that adding activated carbon up to 1.5 wt% increased the early strength of cement mortars. Furthermore, we found that the composites incorporated with a small amount of activated carbon (≤1.5 wt%) had higher compressive strength over the curing period than the normal cement without activated carbon.

No	Judul(Penulis)	Tujuan	Metode	Hasil
7	Experimental Investigation on the Effects of Coffee Husk Ash as Partial Replacement of Cement on Concrete Properties (Asmamaw Gedefaw, Begashaw Worku Yifru, Solomon Asrat Endale Betelhem Tilahun Habtegebreal and Mitiku Damtie Yehualaw, 2022)	This research was therefore aimed to examine the potential of using coffee husk ash (CHA) as partial replacement for ordinary Portland cement (OPC) in C-25 concrete production.	For the mechanical properties of concrete tests, a total of 147 (150 mm × 150 mm × 150 mm) concrete cube specimens were prepared. The prepared samples were demolded after 24 hrs and immersed to water for curing. Then, compressive strength test was conducted as per ASTM C-109 at different curing ages (3, 7, 28, 56, and 91 days).	The compressive strength of concrete decreased with an increase in the share of the CHA, in which the results were measured in the range of 35.1–22.7 MPa for the 28th day sample with 5% and 20% of CHA, respectively. However, it increases as the curing days increase, whereas the water absorption of the concrete increases as the CHA increases but decreases as the curing days increase due to the porous nature of the CHA. From the study microstructure of concrete using Fourier transform infrared spectroscopy and thermogravimetric analysis, differential thermal analysis results show that the C-S-H gel would be from 950–1100 cm ⁻¹ wavenumber and at 500oC, and the CHA sample was decomposed and mass loss was observed at 500oC. In general, it was also observed that, from the compressive strength, the concrete satisfies its design strength up to 10% replacement level without compromising the performance of concrete.

