PADURAKSA
Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa
ISSN Print : https://issn.brin.go.id/terbit/detail/1355981664
ISSN Online : https://issn.brin.go.id/terbit/detail/1492572000

PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa
Bulan terbit tahun terbit, Volume xx: Nomor y
https://doi.org/10.22225/pd.xx.y.abcd.e-f
Available online at https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/paduraksa

Pengaruh Substitusi Abu Kayu Terhadap Semen Ditinjau dari Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Azhar[1], Jasman[2,*], Hamka[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare, Indonesia
[*]Corresponding authors: jasmanyusuf70@gmail.com

Submitted: xxxx, Revised: xxxxx, Accepted: xxxx

ABSTRACT: Wood ash is readily available in rural regions, particularly in Enrekang District, which is why it was selected as a substitute ingredient for cement. Concrete has advantages in good compressive strength so that concrete is used as the main structure of construction and improvement of concrete quality will be continuously carried out in various studies. The purpose of this study is to ascertain how adding wood ash to cement affects the concrete's tensile and compressive strengths. This study compares three blended varieties of standard concrete with one using an experimental approach conducted through direct laboratory trials. According to the study findings, normal concrete has a compressive strength of 25 MPa, 2% variation is 24 MPa, 4% variation is 19 MPa, and 6% variation is 18 MPa. Conversely, normal concrete's split tensile strength is 7.19 MPa, with variations of 2% to 7.33 MPa, 4% to 6.67 MPa, and 6% to 6.00 MPa. In summary, the compressive strength of concrete is unaffected by changes in the amount of wood ash added, nevertheless, the more wood ash added, the lower the concrete's tensile and compressive strengths. This is because cement hydrolysis binding is not at its best because of the water needed for cement to bind the aggregate, part of which is absorbed by wood ash.

KEYWORDS: Wood Ash, Compressive Strength, Tensile Strength.

ABSTRAK: Dipilihnya abu kayu sebagai alternatif bahan tambah pada semen dikarenakan abu kayu mudah ditemui di daerah pedesaan tepatnya Kecamatan Enrekang. Beton memiliki keunggulan pada kuat tekan yang baik sehingga beton digunakan sebagai pembentuk struktur utama konstruksi dan peningkatan kualitas beton akan terus-menerus dilakukan dalam berbagai penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu kayu sebagai bahan tambah semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan membandingkan antara beton normal dengan 3 variasi campuran. Hasil penelitian kuat tekan beton pada beton normal sebesar 25 MPa, variasi 2% sebesar 24 MPa, variasi 4% sebesar 19 MPa, dan variasi 6% sebesar 18 MPa. Sedangkan kuat tarik belah beton pada beton normal sebesar 7.19 MPa, variasi 2% sebesar 7.33 MPa, variasi 4% sebesar 6.67 MPa, dan 6% sebesar 6.00 MPa. Maka dapat disimpulkan bahwa beton dengan variasi penambahan abu kayu tidak terlalu mempengaruhi kuat tekan pada beton, tetapi semakin banyak abu kayu yang ditambahkan maka akan membuat kuat tekan dan tarik belah pada beton menurun. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan air yang dibutuhkan semen untuk mengikat agregat sebagian diserap oleh abu kayu sehingga pengikatan hidrolisasi semen tidak optimal.

KATA KUNCI: Abu Kayu, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah.

© The Author(s) 2020. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1. PENDAHULUAN

Abu limbah kayu merupakan salah satu bahan limbah yang dihasilkan industri pengolahan kayu atau sisa pembakaran batu bata merah yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga abu limbah kayu (*wood waste ash*) relatif murah dan mudah mendapatkannya (Ngudiyono et al, 2022).

Pemanfaatan abu kayu sebagai bahan pengganti sebagian semen sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu kayu memiliki kandungan silica yang tinggi yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida dalam semen untuk membentuk senyawa ikatan yang kuat terhadap tekanan (Indra et al, 2013). Namun penelitian lain menunjukkan bahwa meskipun abu kayu memiliki kandungan silica yang tinggi, namun kandungan silica pada *fly ash* lebih bersifat pozzolan dan memiliki partikel yang lebih halus (Viet-Anh et al, 2019).

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang banyak dikembangkan dalam teknologi bahan konstruksi. Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, yaitu agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2000). Beton memiliki keunggulan pada kuat tekan yang baik sehingga beton digunakan sebagai pembentuk struktur utama konstruksi dan peningkatan

Pengutipan : Seluruh nama penulis. (tahun). Judul artikel. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, *Volume*(nomor), hal awal–hal akhir. https://doi.org/10.22225/pd.xx.y.abcd.e-f (APA style-diisi oleh editor)

kualitas beton akan terus-menerus dilakukan dalam berbagai penelitian (Hanafi. M. I, 2018).

Pertumbuhan pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi yang semakin berkembang menghasilkan berbagai macam penemuan baru dalam dunia konstruksi. Peningkatan perkembangan dibidang teknologi beton juga semakin maju. Hal ini dapat dilihat dari berbagai penelitian yang dilakukan dengan menggunakan bahan tambah konstruksi beton. Bahan tambah tersebut antara lain bahan kimia tambahan yang berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan, bahan tambah pozolan dan abu terbang (*fly ash*) yang berfungsi sebagai bahan pengganti atau bahan tambah sebagian semen portland, bahan tambah serat (*fiber*) dari gelas kaca, plastik, baja, dan serat tumbuh-tumbuhan (rami atau ijuk) yang berfungsi untuk menambah kuat tarik beton (Ade Agum Ihsanu, 2022).

Industri semen Portland menghasilkan banyak karbon dan energi yang berdampak negatif pada lingkungan. Para peneliti telah mengembangkan bahan tambahan, sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton. Material pengganti sebagian semen adalah bahan padat yang ditumbuk halus dan digunakan untuk menggantikan sebagian semen dalam campuran beton. Material pengganti sebagian semen, memiliki sifat pozzolan. Istilah pozzolan mengacu pada bahan yang mengandung silika, yang dalam bentuk halus dan adanya air, akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida (CH_1) untuk membentuk senyawa semen (Carević et al, 2020).

Dengan adanya suatu modifikasi pada campuran beton yang lebih ramah lingkungan yaitu bahan campuran yang mampu mengurangi kebutuhan semen serta mengandung kalium silikat seperti abu arang dipilih dalam bahan campuran beton modifikasi dengan meninjau kuat tekan (Purwanti et al, 2021).

Arang juga memiliki kadar abu yang terjadi dari pembakaran sempurna arang, kadar abu dipengaruhi proses karbonisasi terutama suhu maksimum dan lamanya pengarangan. Kadar abu bervariasi antara 1-4% tetapi kadang bisa lebih misalnya arang dari kulit kayu (Sudirman, 2023).

Beberapa penelitian penggunaan abu kayu yang pernah dilakukan sebagai berikut.

Abu kayu halaban yang merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari proses pembakaran kayu halaban dengan api sekitar ±1000ºC dan membutuhkan waktu sekitar 150 menit untuk merubah sebongkah kayu menjadi abu. Abu kayu halaban ini memiliki kandungan silika yang merupakan pengikat agregat yang baik dan cukup tinggi, sehingga memiliki sifat pozzolan. Namun hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh dalam peningkatan kekuataan beton dengan penambahan abu kayu halaban terhadap sifat mekanik beton. Hal ini ditunjukan dengan penurunan hasil dari pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur dari beton normal dengan campuran abu kayu halaban (Perdhana et al, 2022).

Pemakaian abu kayu pada beton sebagai bahan pengganti sebagian semen (*cementitious*) akan menghasilkan kualitas beton yang kurang baik jika diberikan pada kadar yang relatif banyak atau lebih dari 5% kadar abu kayu (Muhammad Huda Rizky et al, 2020). Beton dengan menggunakan campuran arang kayu mengalami penurunan kuat tekan setiap perbedaan variasinya. Hal ini dikarenakan semakin besar komposisi arang kayu yang digunakan pada campuran beton, akan memperlemah kuat tekan karakteristik benda uji beton secara keseluruhan (Adi Subandi, 2021). Penggunaan arang kayu tidak menambah kuat tekan beton karena kuat beton komposisi arang kayu justru mengalami penurunan. Namun densitas dan daya serap airnya justru mengalami peningkatan (Akbar et al, 2019).

Walaupun mengalami penurunan, akan tetapi nilai kuat tekan beton yang dihasilkan masih memenuhi K200. Hal tersebut menunjukkan bahwa abu arang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti sebagian semen pada campuran beton untuk mutu beton K-200 (Purwanti et al, 2021).

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus (SNI 1974-2011):

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

Dimana f'c = kuat tekan beton (MPa), P = gaya tekan aksial (N), dan A = luas penampang melintang benda uji (mm^2).

Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder, dikerjakan secara merata dalam arah diameter sepanjang benda uji. Benda uji akan terbelah dua pada saat kekuatan tarik belah tercapai. Nilai kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus (SNI 2491-2002):

$$f'ct = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2)$$

Dimana f'ct = kuat tarik belah beton (MPa), P = beban uji maksimum (N), L = panjang benda uji (mm), D = diameter benda uji (mm), dan π = phi (22/7)

Prinsip dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah yang sudah tidak digunakan dan mudah di dapatkan untuk diolah sehingga dapat dipergunakan kembali dengan nilai beton rencana 25 MPa. Adapun tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan abu kayu sebagai bahan tambah sebagian semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Kota Parepare selama 6 bulan yaitu dimulai pada bulan April sampai dengan November 2023. Abu kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu yang berasal dari hasil pembakaran kayu di Desa Cemba Kecamatan Enrekang, dengan variasi campuran yaitu 2%, 4%, dan 6% abu kayu. Adapun jumlah sampel yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Beton

Umur (hari)	Jumlah Benda Uji Tiap Variasi (buah)			
	Normal	2%	4%	6%
7	3	3	3	3
14	3	3	3	3
28	3	3	3	3
Total: 36 buah				

Tabel 2. Jumlah Uji Kuat Tarik Belah Beton

Variasi	Jumlah Benda Uji Umur 28 hari (buah)
Normal	3
2% abu kayu	3
4% abu kayu	3
6% abu kayu	3
Total: 12 buah	

Adapun pengujian di laboratorium yang dilakukan untuk memperoleh data primer, yaitu analisa saringan agregat, berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan keausan (agregat kasar) dan pemeriksaan kadar organik (agregat halus), pemeriksaan berat volume agregat, pemeriksaan kadar air agregat. pemeriksaan kadar lumpur agregat, perbandingan dalam campuran beton *(mix design)*, kekentalan adukan beton segar *(slump test)*, uji kuat tekan beton, dan pengujian tarik belah beton.

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu data yang dihasilkan dari pengujian dan penelitian akan dikumpulkan kemudian dilakukan analisa data sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Data yang diperoleh dari analisis data selanjutnya dibuat grafik atau kurva yang dapat mempermudah dalam menarik kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Agregat Kasar

Tabel 3. Karakteristik Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Hasil
1	Kadar air	0.76%
2	Kadar lumpur	0.75%
3	Berat jenis	2.79
4	Absorsi	3.04%
5	Berat volume	1.79 Kg/liter
6	Keausan	14%

Dari pengujian karakteristik agregat kasar (kerikil) pada tabel 3 didapatkan hasil sebagai berikut:

3.1.1. Kadar Lumpur Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas yaitu 0.75%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

3.1.2. Keausan Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian keausan agregat kasar diatas yaitu 14%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 50% yang menandakan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.1.3. Kadar Air Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat kasar diatas yaitu 0.76%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 0.5%-2.0% yang menandakan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.1.4. Berat Volume Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat kasar kondisi padat yaitu 1.79, dari hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1.6-1.9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.1.5. Penyerapan Air Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas yaitu 3.04%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 4% yang menandakan bahwa material kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.1.6. Berat Jenis Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis kering permukaan yaitu 2.79, dari hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1.6-3.3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.2 Karakteristik Agregat Halus

Tabel 4. Karakteristik Agregat Halus

No.	Karakteristik	Hasil
1	Kadar air	2.03%
2	Kadar lumpur	1.80%
3	Berat jenis	2.59
4	Absorsi	1.88%
5	Berat volume	1.60 Kg/liter
6	Kadar Organik	No.2

Dari pengujian karakteristik agregat halus (pasir) pada tabel 4 didapatkan hasil sebagai berikut:

3.2.1. Kadar Lumpur Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas yaitu 1.80%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu maksimal 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

3.2.2. Kadar Organik

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.2 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

3.2.3. Kadar Air Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat kasar diatas yaitu 2.03%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2%-5% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.2.4. Berat Volume Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat kasar kondisi padat yaitu 1.60, dari hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada di antara interval 1.4 - 1.9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

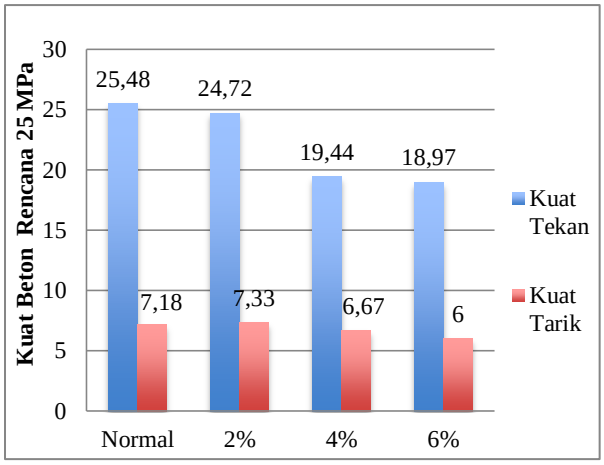
3.2.5. Penyerapan Air Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas yaitu 1.88%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada di antara interval 0.2% - 2% yang menandakan bahwa material halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.2.6. Berat Jenis Agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis kering permukaan yaitu 2.59, dari hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1.6-3.3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3.3 Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton



Gambar 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Beton

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa pada beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 25,478 MPa, dan kuat tarik belah sebesar 7,185 MPa. Pada variasi 2% abu kayu hasil kuat tekan mengalami penurunan sebesar 3% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 24,723 MPa, dan kuat tarik belah mengalami kenaikan sebesar 2% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 7,333 MPa.

Pada variasi 4% abu kayu hasil kuat tekan mengalami penurunan sebesar 23% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 19,439 MPa, dan kuat tarik belah mengalami penurunan sebesar 7% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 6,667 MPa.

Pada variasi 6% abu kayu hasil kuat tekan mengalami penurunan sebesar 25% dari beton normal dengan hasil kuat tekan sebesar 18,967 MPa, dan kuat tarik belah mengalami penurunan sebesar 16% dari beton normal dengan hasil kuat tarik belah sebesar 6,000 MPa.

Dari hasil analisa diatas didapatkan nilai optimum pengujian kuat tekan pada beton normal sebesar 25,478 MPa. Beton dengan penggunaan bahan tambah abu kayu mengalami penurunan hasil kuat tekan dari beton normal dengan kuat rencana 25 MPa, sedangkan kuat tarik belah pada variasi 2% mengalami peningkatan pada variasi 2% abu kayu sebesar 7,333 MPa. Sehingga penggunaan abu kayu tidak layak digunakan dalam pembuatan konstruksi.

4. KESIMPULAN

Beton dengan variasi 2%, 4%, dan 6% abu kayu tidak mencapai kuat tekan yang direncanakan namun dapat digunakan sebagai beton non struktural. Kuat tarik belah beton mengalami penurunan pada penggunaan 4% dan 6% sedangkan pada penggunaan variasi 2% abu kayu mengalami sedikit peningkatan kuat tarik belah karena pada penambahan 2% penambahannya masih sedikit sehingga tidak terlalu mempengaruhi kuat tarik belah beton. Dari hasil penambahan atau pengganti semen menggunakan abu

kayu semakin banyak abu kayu yang di tambahkan maka semakin menurun kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan air yang dibutuhkan semen untuk mengikat agregat sebagian diserap oleh abu kayu sehingga pengikatan hidrolisasi semen tidak optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, M., Astuti, F., & Djuhana, D. (2019). Analisis Pengaruh Komposisi Arang Kayu pada Pembuatan Beton terhadap Densitas, Daya Serap Air, dan Uji Tekan. *Piston*, *3*(1), 30-34.

Anonim. (2000). *SNI 03-2847-2000 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. (2011). *SNI 1974-2011 tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Anonim. (2002). *SNI 2491-2002 tentang Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Carević, I., Baričević, A., Štirmer, N., & Bajto, J. Š. (2020). Correlation between physical and chemical properties of wood biomass ash and cement composites performances. *Construction and Building Materials*, *256*, 119450.

Purwanti, H., Latif, M., & Handajani, M. (2021). Abu Arang Sebagai Campuran Beton Dapat Mengurangi Berat. *Teknika*, *16*(1), 36-40.

Hanafi, M. I. (2018). *Pengaruh Pemakaian Serbuk Arang Kayu Sebagai Filler Semen Dan Zat Retarder Terhadap Penyerapan Air Dan Kuat Tekan Beton* (Doctoral dissertation).

Ihsanu, A. A. (2022). Pengaruh Penambahan Abu Arang Kayu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Beton Normal Untuk Penerapan Pada Konstruksi Jalan Rigid Pavement. *Kurva Mahasiswa*, *12*(2), 37-52.

Indra, M. J., Tjondro, C., & Sugiharto, H. (2013). Pemanfaatan abu limbah gergaji kayu sebagai campuran pembuatan beton. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, *2*(2).

Muhammad, H. R., & Suryadi, A. (2020). Performa Beton Normal Dengan Abu Kayu Sebagai Bahan Cementitious. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, *1*(2), 116-124.

Ngudiyono, N., & Sulistyowati, T. (2022). Pemanfaatan Abu Limbah Kayu Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Normal: The Utilization Of Wood Waste Ash As Additive Material To The Normal Concrete Mixture. *Spektrum Sipil*, *9*(2), 123-132.

Perdhana, J., Wedyantadji, B., & Aditama, V. (2022). Penggunaan Limbah Abu Kayu Halaban Sebagai Bahan Tambahan Sebagian Semen Pada Campuran Beton. *SONDIR*, *6*(1), 46-55.

Subandi, A. (2021). Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Arang Sebagai Bahan Addictive Pengganti Semen Pada Campuran Beton Mutu K-225. *MESA (Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Sipil, Arsitektur)*, *5*(1), 8-18.

Sudirman, S. (2023). Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, *23*(3), 708-721.

Vu, V. A., Cloutier, A., Bissonnette, B., Blanchet, P., & Duchesne, J. (2019). The effect of wood ash as a partial cement replacement material for making wood-cement panels. *Materials*, *12*(17), 2766.