

Inovasi Pemanfaatan Limbah Kertas dalam Pembuatan *Panel Papercrete* Ramah Lingkungan dengan Penambahan Ampas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) sebagai *Filler*

Daffa Fathan Mubina¹, Mohammad Jidan Alhasani², Arifin Aji Nugroho³, Agus Widayoko⁴

^{1,2,3,4}SMA Trensains Muhammadiyah Sragen

*Corresponding author, e-mail: daffa.fathan@siswa.trensains.sch.id, dan widayoko@trensains.sch.id

Diserahkan: 14 Februari 2025 ; Direvisi: 29 Agustus 2025 ; Diterima: 30 Agustus 2025

Abstract

In the process of fulfilling the needs of life, humans often use paper for various purposes. This causes the paper waste generated to be a challenge that must be managed properly. In 2023, the National Waste Management Information System (SIPSN) explained that the total waste of paper or cardboard in Indonesia reached 11,034 tons. The accumulation of waste has the potential to pollute and damage the ecosystem. One potential solution is to convert waste into valuable goods, one of which is papercrete panels. The cellulose content of paper waste and bagasse can be utilized in the manufacture of papercrete panels. This research aims to utilize paper waste and bagasse as papercrete panels while analyzing the effectiveness of the product. The research method uses a qualitative descriptive approach with data collection through observation, experimentation, and literature study. Tests included visible properties test, compressive strength test, water absorption test, and density test. The results showed that the product had a flat surface, no cracks or defects. In addition, the product also has a compressive strength of 2.7 MPa, water absorption of 23.63%, and density of 699.71 kg/m³. The test results have met SNI 03-0691-1996 and SNI 03-2847-2013. Based on the tests conducted, this research successfully identified the effectiveness of papercrete panels. This product offers an economical, lightweight, and environmentally friendly construction material.

Keywords: *Bagasse, Garbage, Papercrete panel, Waste paper*

Abstrak

Dalam proses pemenuhan kebutuhan hidup, manusia sering memanfaatkan kertas untuk berbagai keperluan. Hal tersebut menyebabkan sampah kertas yang dihasilkan menjadi tantangan yang harus dikelola dengan baik. Pada tahun 2023, Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) memaparkan bahwa total timbunan sampah kertas atau karton di Indonesia mencapai 11,034 ton. Penumpukan sampah berpotensi mencemari dan merusak ekosistem. Salah satu solusi potensial adalah mengubah limbah menjadi barang bernilai guna, salah satunya adalah *panel papercrete*. Kandungan selulosa yang dimiliki oleh limbah kertas dan ampas tebu dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *panel papercrete*. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kertas dan ampas tebu sebagai *panel papercrete* sekaligus menganalisis efektivitas produk. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data melalui observasi, eksperimen, dan studi literatur. Pengujian meliputi uji sifat tampak, uji kuat tekan, uji daya serap air, dan uji kerapatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk ini memiliki permukaan yang rata, tidak retak maupun cacat. Selain itu, produk ini juga memiliki kuat

tekan 2,7 MPa, daya serap air 23,63%, dan kerapatan 699,71 kg/m³. Hasil uji tersebut telah memenuhi SNI 03-0691-1996 dan SNI 03-2847-2013. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, penelitian ini berhasil mengidentifikasi keefektifan dari *panel papercrete*. Produk ini menawarkan material konstruksi yang ekonomis, ringan, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Ampas tebu, Limbah kertas, Panel papercrete, Sampah

PENDAHULUAN

Setiap harinya, manusia melakukan berbagai kegiatan ekonomi untuk memenuhi kebutuhan hidup. Kebutuhan hidup mencakup kebutuhan dasar seperti makanan, pakaian, dan tempat tinggal, serta kebutuhan sekunder seperti pendidikan dan hiburan. Kegiatan ekonomi ini meliputi tiga aspek utama: produksi, distribusi, dan konsumsi. Ketiga aspek tersebut saling terkait dalam proses pemenuhan kebutuhan masyarakat.

Semakin bertambahnya tingkat kebutuhan masyarakat, menyebabkan semakin bertambah pula barang sisa atau yang dikenal sebagai sampah. Banyak sampah di Indonesia yang belum terkelola dengan baik karena masyarakat sering kali berlebihan dalam menggunakan sumber daya dan lalai terhadap sampah yang dihasilkan. Dalam Al-Qur'an, Allah memperingatkan umat-Nya untuk tidak bersikap berlebihan dalam segala hal, termasuk dalam penggunaan sumber daya. Peringatan tersebut disebutkan dalam Al-Qur'an pada Surah Al-A'raf ayat 31 yang berbunyi:

يٰۤاٰدَمُ خُذْ زِينَتَكَ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلْ وَاشْرَبْ وَلَا تُسْرِفْ اِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِيْنَ ﴿٣١﴾

Artinya: Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.

Ayat tersebut mengajarkan untuk menggunakan nikmat Allah dengan bijak dan tidak menyia-nyiakannya. Tindakan dalam memanfaatkan sumber daya, seperti makanan, air, dan bahan lainnya, sangat diperlukan. Penggunaan sumber daya yang tidak bijak dapat mengakibatkan pemborosan. Akibatnya, hal ini berkontribusi terhadap peningkatan limbah.

Pada tahun 2023, Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) memaparkan bahwa total timbunan sampah kertas atau karton di Indonesia mencapai 11,034 ton. Kertas adalah salah satu limbah yang paling banyak dihasilkan oleh manusia, baik yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran (Arfah, 2017). Pada tahun 2020, persentase sampah kertas tercatat sebesar 11,9%, dan meningkat menjadi 12,12% pada tahun 2021. Peningkatan jumlah sampah kertas berpotensi mempercepat laju deforestasi dan kerusakan hutan yang memberikan efek peningkatan gas CO₂, yang menjadi salah satu penyebab global warming (Sariyyah, 2019). Di sisi lain, kertas, khususnya kertas HVS bekas, memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, yaitu sebesar 64,84% (Hasriani, 2022). Kandungan selulosa pada kertas menjadikannya dapat diolah kembali menjadi barang yang memiliki nilai guna. Salah satu hasil olahan limbah kertas adalah *panel papercrete*.

Panel papercrete atau beton kertas, adalah material yang dibuat dari campuran kertas bekas dan semen Portland. Kertas bekas diolah menjadi bubur kertas untuk memudahkan proses pencampuran. Selain ringan, keunggulan beton kertas ini adalah dapat diproduksi sendiri tanpa harus membelinya dari pabrik. Material ini dapat dicetak atau dicor sesuai kekuatan yang diinginkan dan disesuaikan dengan kebutuhan. Pengguna beton kertas sering memilihnya karena dianggap ramah lingkungan, namun ada juga pihak yang mempertanyakan keamanannya untuk bangunan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menemukan cara efektif dalam pembuatan dengan menganalisis kelebihan dan kekurangan beton kertas sesuai percobaan yang dilakukan (Prayogi, 2018).

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah salah satu komoditas penting di Indonesia yang tumbuh di daerah beriklim tropis dan menjadi bahan baku utama dalam produksi gula pasir (Tando, 2017). Pengolahan tebu pada industri gula menghasilkan ampas tebu kering, yang jika dibiarkan

menumpuk dapat mencemari tanah, air, serta merusak ekosistem. Padahal, Ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang tinggi tinggi mencapai 40,59%, 15,91% hemiselulosa, dan kandungan lignin 17,50% (Ramadhanti, 2021). Kandungan selulosa dalam ampas tebu inilah yang berpotensi untuk dijadikan sebagai *panel papercrete*. Meskipun ampas tebu memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan, bahan baku industri, dan bahan organik yang dapat mengurangi limbah, pemanfaatannya masih belum optimal. Upaya seperti pembuatan karbon aktif, komposit, tekstil, pulp, kertas, dan pakan ternak belum memberikan dampak ekonomi yang signifikan. Oleh karena itu, kandungan selulosa dan serat kasar dalam ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada *panel papercrete*. Ampas tebu dapat meningkatkan sifat mekanik dan termal pada *panel papercrete*, sehingga cocok dijadikan agregat dalam pembuatannya.

Arief (2008) telah membuat *panel papercrete* berbahan dasar semen dan kertas sebagai substitusi pasir. Setelah melakukan pengujian, *panel papercrete* ini memiliki kuat tekan sebesar 8,36 MPa, densitas 840 kg/m³, dan daya serap air 56,93% kg/m³. Hal ini membuktikan bahwa *panel papercrete* telah memenuhi SNI 03-0691-1996. Penilitan ini tidak menggunakan filler sebagai peningkatan efektivitas dari *panel papercrete*. Oleh karena itu, perlu dikembangkan lagi inovasi terkait *panel papercrete* dalam hal pemilihan bahan dasar yang digunakan untuk meningkatkan kualitas *panel papercrete*.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dimanfaatkan limbah kertas dan ampas tebu dalam pembuatan *panel papercrete*. Di Indonesia, limbah kertas dan ampas tebu seringkali kurang dimanfaatkan dan berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, peneliti mencoba mengolah limbah ini menjadi produk yang inovatif dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses pembuatan serta efektivitas *panel papercrete* yang dibuat dari limbah kertas dengan penambahan ampas tebu sebagai *filler*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif. Fokus dari uraian ini adalah membuat dan menguji *panel papercrete* ramah lingkungan yang memanfaatkan limbah kertas dengan penambahan ampas tebu sebagai *filler*. Metode pengumpulan data melalui observasi, eksperimen, dan studi literatur. Pengujian yang dilakukan adalah uji sifat tampak, kuat tekan, daya serap air, dan kerapatan.

Beberapa alat dan bahan yang dipakai dalam pembuatan *panel papercrete* berbahan dasar limbah kertas dengan penambahan ampas tebu ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Keterangan
1.	Ampas Tebu	30 gram
2.	Limbah Kertas	200 gram
3.	Semen	150 gram
4.	Air	500 mL
5.	Gunting	1 Set
6.	Blender	1 Set
7.	Cetakan	1 Set

Proses pembuatan *panel papercrete* berbahan dasar limbah kertas dengan penambahan ampas tebu adalah sebagai berikut:

1. Limbah kertas dan ampas tebu dipotong menjadi ukuran kecil.
2. Kertas yang sudah dipotong direndam selama $\pm$ 1 hari.
3. Kertas yang direndam dikeringkan di tempat terbuka selama $\pm$ 2 hari.

4. Ampas tebu dan kertas yang sudah direndam dihaluskan menggunakan blender.
5. Bubur kertas sebanyak 200 gram, ampas tebu 30 gram, dan semen 150 gram dicampurkan.
6. Air ditambahkan sedikit demi sedikit hingga adonan bisa dibentuk.
7. Cetakan disiapkan dan dilapisi dengan plastik.
8. Adonan dicetak menggunakan cetakan.
9. Adonan dikeringkan selama 2-3 hari atau hingga mengeras.

Penelitian ini menggunakan metode pengujian yang sesuai dengan standar teknis untuk mengevaluasi efektivitas *panel papercrete*. Uji Sifat tampak mengacu pada penelitian Wijayanto (2023), untuk mengetahui bentuk fisik dari *panel papercrete*. Uji kuat tekan merujuk SNI 03-0691-1996 untuk menilai kemampuan produk menahan tekanan sesuai kebutuhan konstruksi. Uji daya serap air dilakukan dengan metode yang diadaptasi dari standar yang sama untuk mengevaluasi tingkat penyerapan air yang memengaruhi ketahanan material terhadap lingkungan lembap. Sementara itu, uji kerapatan dilaksanakan mengacu pada SNI 03-2847-2013 untuk menentukan kerapatan beton sebagai indikator kekuatan dan efisiensi material.

Setiap uji dilaksanakan dengan prosedur standar untuk memastikan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan. Hasil dari pengujian ini tidak hanya menjadi indikator efektivitas panel sebagai inovasi material konstruksi ramah lingkungan, tetapi juga menjadi dasar untuk menilai kesesuaiannya dengan standar teknis yang berlaku di Indonesia.

Langkah-langkah pengujian pada *panel papercrete* adalah sebagai berikut:

1. Uji Sifat Tampak

Dalam pengujian ini, *panel* harus menunjukkan permukaan yang rata dan tidak retak atau cacat. Selain itu, sudut dan rusuknya tidak mudah hancur saat ditekan dengan jari.

2. Uji Kuat Tekan

Uji ini bertujuan untuk memperoleh informasi terkait kekuatan panel di bawah beban tekan. Prosesnya melibatkan pemberian tekanan yang diarahkan sesuai dengan aplikasi beban di lapangan. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, nilai kuat tekan minimum untuk beton ringan yang digunakan dalam konstruksi adalah 5 MPa. Kuat tekan *panel papercrete* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$P = \frac{M}{A}$$

Keterangan:

P = Kuat tekan (MPa)

M = Massa (kg)

A = Luas penampang (m²)

3. Uji Daya Serap Air

Uji penyerapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan panel untuk menyerap air ke dalam pori-porinya. Prosesnya dimulai dengan mengukur berat panel saat kering atau saat sebelum direndam (M_k). Kemudian merendam panel dalam bak air pada suhu ruangan selama 24 jam. Setelah direndam, panel ditimbang kembali untuk mendapatkan berat basah (M_b). Menurut SNI 03-0691-1996, batas maksimum daya serap air untuk beton ringan adalah 25%. Nilai ini menjadi acuan untuk mengevaluasi kemampuan beton dalam menyerap air, di mana

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\%$$

nilai yang lebih rendah menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi lembap dan mengurangi risiko degradasi material. Penyerapan air panel dihitung menggunakan persamaan berikut.

Keterangan:

M_b = Berat panel setelah direndam (gram)

M_k = Berat panel sebelum direndam (gram)

4. Uji Kerapatan

Uji kerapatan bertujuan untuk mengukur kepadatan panel, yaitu massa per satuan volume beton. Volume beton dapat dihitung berdasarkan dimensi panel jika bentuknya teratur atau menggunakan metode penggantian air untuk bentuk yang tidak beraturan. Berdasarkan SNI 03-2847-2013, kerapatan beton ringan biasanya berada dalam kisaran 800–1800 kg/m³, tergantung pada jenis aplikasi dan fungsinya. Kerapatan panel dihitung dengan rumus berikut.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Keterangan:

ρ = Kerapatan (kg/m³)

M = Massa (kg)

V = Volume (m³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Panel papercrete yang dihasilkan pada penelitian ini merupakan inovasi pemanfaatan limbah kertas dan ampas tebu sebagai bahan dasar pembuatan *panel papercrete* ramah lingkungan. Penggunaan kedua bahan di atas merupakan bentuk upaya untuk mengatasi masalah sampah yang mencemari lingkungan. Tak hanya itu, kandungan selulosa dari kedua bahan tersebut menjadikannya efektif untuk bahan pembuatan *panel papercrete*. Hasil penelitian ini didasarkan pada indikator efektivitas produk sebagai berikut:

1. Uji Sifat Tampak

Hasil dari uji sifat tampak pada panel menunjukkan bahwa panel memiliki permukaan yang rata, tidak retak maupun cacat. Selain itu, sudut dan rusuknya tetap utuh dan tidak mudah hancur saat diberi tekanan dengan jari.



Gambar 1. Uji Sifat Tampak

2. Uji Kuat Tekan

Uji ini dilakukan dengan cara memberi beban tekan pada produk. Beban tekan tersebut berupa batu atau benda berat yang diletakkan di atas produk. Massa maksimum dihitung dengan mengukur berapa banyak beban yang dapat diterima panel sebelum rusak. Sedangkan, luas penampang mengacu pada luas beban yang digunakan. Berdasarkan hasil dari uji kuat tekan, panel memiliki kuat tekan sebesar 2,7 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa panel memenuhi persyaratan dalam SNI 03-0691-1996.



Gambar 2. Uji Kuat Tekan

3. Uji Daya Serap Air

Uji ini dilakukan dengan mengukur berat panel saat kering atau saat sebelum direndam (M_k). Kemudian merendam panel dalam bak air pada suhu ruangan selama 24 jam. Setelah direndam, panel ditimbang kembali untuk mendapatkan berat basah (M_b). Berdasarkan hasil dari uji daya serap air, produk memiliki daya serap sebesar 23,63%. Hasil ini menunjukkan bahwa panel memenuhi persyaratan dalam SNI 03-0691-1996.



Gambar 3. Uji Daya Serap Air

4. Uji Kerapatan

Uji ini dilakukan dengan menghitung massa volume dari panel. Massa diperoleh dengan menimbang panel. Sedangkan volume didapatkan dengan mengukur volume panel. Berdasarkan hasil dari uji kerapatan, panel memiliki kerapatan sebesar 699,71 kg/m³. Hasil ini menunjukkan bahwa panel memenuhi persyaratan dalam SNI 03-2847-2013.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel dengan dengan berbahan dasar limbah kertas dan ampas tebu memiliki kuat tekan sebesar 2,7 MPa, densitas 699,71 kg/m³, dan daya serap air sebesar 23,63% dari berat material. Penelitian terdahulu oleh Arief (2008), melaporkan *papercrete* yang terbuat dari kertas dan semen dengan perbandingan 1:2, memiliki kuat tekan sebesar 8,36 MPa, dengan densitas 840 kg/m³, dan daya serap air 23,63% kg/m³. Nilai ini menunjukkan bahwa produk ini memiliki performa yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan ampas tebu dalam campuran yang berperan sebagai filler, sehingga meningkatkan kekompakan material.

Limbah kertas berperan sebagai substitusi pasir dalam *panel papercrete*. Beton atau mortar yang menggunakan limbah kertas memiliki biaya dan densitas lebih rendah. Densitas yang rendah sangat cocok untuk aplikasi struktur ringan. Dengan limbah kertas, panel cenderung memiliki sifat isolasi termal dan akustik yang lebih baik karena adanya serat dalam campuran.

Ampas tebu juga memiliki densitas yang rendah, sehingga cocok untuk aplikasi material ringan seperti beton ringan atau insulasi. Selain dapat mengurangi biaya produksi, penambahan ampas tebu pada panel dapat menambah nilai kuat tekan beton karena sifat serat yang dimilikinya.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa panel berhasil dibuat dan diujikan. Hal ini menunjukkan bahwa pembuatan *panel papercrete* dari limbah kertas dengan penambahan ampas tebu berhasil dilakukan hingga tahap pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara keseluruhan panel telah memenuhi persyaratan dalam SNI 03-0691-1996 terkait uji kuat panel dengan nilai 2,7 MPa dan uji daya serap air panel dengan nilai 23,63%. Selain itu, panel juga telah memenuhi persyaratan dalam SNI 03-2847-2013 terkait kerapatan panel dengan nilai kerapatan sebesar 699,71 kg/m³. Panel juga bisa memberikan solusi alternatif untuk mengatasi sampah yang menumpuk di Indonesia. Saran bagi peneliti selanjutnya adalah untuk lebih mendalami optimasi komposisi bahan baku untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami dari anggota tim peneliti dari SMA Trensains Muhammadiyah Sragen ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada JISQu atas kesempatan yang diberikan untuk mengirimkan hasil penelitian kami. Kami merasa sangat terhormat dapat belajar dan memperoleh pengalaman lebih dalam tentang penelitian melalui JISQu sebagai bagian dari proses pengembangan diri kami. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pembimbing kami, Ustaz Arifin Aji Nugroho, S.Mat., dan Ustaz Agus Widayoko, M.Pd., Gr., atas bimbingan, kesabaran, dan dukungan yang tak ternilai. Terima kasih pula kepada seluruh guru dan staf di SMA Trensains Muhammadiyah Sragen yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- Arfah, M. (2017). PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS MENJADI KERTAS DAUR ULANG BERNILAI TAMBAH OLEH MAHASISWA. *Buletin Utama Teknik*, 28. Retrieved from <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/257/271>
- Gunarto. (2008). Pemanfaatan Limbah Kertas Koran untuk Pembuatan Panel Papercrete. *Forum Teknik Sipil No. XVIII*, 791-795. Retrieved from <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/37400>
- Hasriani, D. (2022). Sintesis Selulosa Asetat Dari Limbah Kertas HVS Dengan Variasi. *Jurnal RISTERA (Jurnal Riset, Inovasi, Teknologi dan Terapan)*, 6. Retrieved from

<https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/download/346/319/1118>

- Prayogi, A. S. (2018). PEMANFAATAN BUBUR KERTAS SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PASIR PADA PEMBUATAN PANEL PAPERCRETE. *Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya*, 16. Retrieved from <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/22965>
- Ramadhanti, N. (2021). Pemanfaatan Ampas Tebu Menggunakan Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* untuk Pembuatan Bioetanol-Mini Review. *Prosiding SEMNAS BIO*, 295. Retrieved from <https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/download/346/319/1118>
- Sariyyah, N. (2019). Pendampingan Kegiatan Pengelolaan Sampah Kertas di SD GMT Ende 4. *Jurnal Publikasi Pendidikan*, 9, 42. Retrieved from <https://ojs.unm.ac.id/pubpend/article/view/7512/pdf>
- SIPSN. (2023). Data Pengelolaan Sampah & RTH. Retrieved from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Tando, E. (2017). Jurnal Biotropika | Vol. 5 No. 3 | 201790 Review: Peningkatan Produktivitas Tebu (*Saccarum Officinarum* L.) pada Lahan Kering Melalui Pemanfaatan Bahan Organik dan Bahan Pelembab Tanah Sintesis. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 91. Retrieved from <https://biotropika.ub.ac.id/index.php/biotropika/article/view/435>
- Wijayanto, F. P. (2023). Inpablo (Inovasi Paving Block); Inovasi Paving Kombinasi Limbah Sabut Kelapa dan Limbah Kertas Sebagai Penguat Daya Tekan dan Penyerap Air. *JURNAL INTEGRASI SAINS DAN QUR'AN (JISQu) VOL. 2, NO. 1 (2023)*, 109--112.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
