Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST)
Website: http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Email: jurnal.ajst@ardenjaya.com

Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida dan Persentase Kertas Bekas terhadap Karakteristik Kekuatan Tarik Kertas Buffalo Berbahan Batang Pohon Pisang

INFO PENPULIS

Ari Saut Martua
Politeknik Negeri Jakarta
ari.saut.martua.tgp22@mhsw.pnj.ac.id

Rachmah Nanda Kartika
Politeknik Negeri Jakarta
rachmah.nanda.kartika@grafika.pnj.ac.id

Yoga Putra Pratama
Politeknik Negeri Jakarta
yoga.putra.pratama@grafika.pnj.ac.id

INFO ARTIKEL

ISSN: 3026-3603
Vol. 4, No. 2 Oktober 2026
http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst

© 2026 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Martua, A. S., Kartika, R. N., & Pratama, Y. P. (2026). Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida dan Persentase Kertas Bekas terhadap Karakteristik Kekuatan Tarik Kertas Buffalo Berbahan Batang Pohon Pisang*Arus Jurnal Sains dan Teknologi , 4* (2),388-393.

Abstrak

Kebutuhan produk kertas tebal seperti kertas buffalo di industri kreatif terus meningkat seiring berkembangnya sektor kemasan dan cetak produk. Namun, ketergantungan pada bahan baku serat kayu komersial berpotensi memicu deforestasi hutan yang masif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi Natrium Hidroksida NaOH pada proses delignifikasi dan persentase substitusi serat sekunder dari kertas bekas (*waste paper*/WP) terhadap karakteristik mekanis berupa nilai kuat tarik (*tensile strength*) kertas buffalo berbahan dasar limbah batang pohon pisang (*Musa paradisiaca*). Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental kuantitatif dengan desain faktorial 2x3. Variasi konsentrasi NaOH yang diuji adalah 5% dan 6%, sedangkan persentase kertas bekas yang dicampurkan adalah 20%, 30%, dan 40% dengan perekat alami tepung tapioka. Pengujian kekuatan tarik dilakukan pada 6 spesimen eksperimental (A1, A2, A3, B1, B2, B3) dengan 3 kali pengulangan uji (D1, D2, D3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi dicapai oleh spesimen A1 (konsentrasi NaOH 6% dan kertas bekas 40%) dengan nilai uji tarik rata-rata sebesar 18,06 N. Sebaliknya, nilai kuat tarik terendah ditemukan pada spesimen B3 (konsentrasi NaOH 5% dan kertas bekas 20%) dengan nilai rata-rata 11,40 N. Penurunan persentase kertas bekas secara konsisten menurunkan kekuatan mekanis kertas buffalo karena berkurangnya jalinan serat sekunder panjang yang berfungsi memperkuat struktur lembaran kertas daur ulang.

Kata kunci: Batang Pohon Pisang, Kertas Bekas, Natrium Hidroksida, Uji Tarik, Kertas Buffalo

Abstract

The demand for thick paper products, such as buffalo paper, in the creative industry continues to rise alongside the growth of the packaging and product printing sectors. However, reliance on commercial wood fiber raw materials has the potential to trigger massive deforestation. This study aims to analyze the effect of variations in Sodium Hydroxide NaOH concentration during the delignification process and the percentage of secondary fiber substitution from waste paper (WP) on the mechanical characteristics, specifically the tensile strength, of buffalo paper made from banana pseudostem waste (Musa paradisiaca). The research method used was quantitative experimental with a 2 x3 factorial design. The tested variations of NaOH concentration were 5% and 6%, while the percentages of blended waste paper were 20%, 30%, and 40%, utilizing natural tapioca starch as an adhesive. Tensile strength testing was conducted on 6 experimental specimens (A1, A2, A3, B1, B2, B3) with 3 test replications (D1, D2, D3). The results showed that the highest tensile strength was achieved by specimen A1 NaOH concentration of 6% and 40% waste paper) with an average tensile strength value of 18.06 N. Conversely, the lowest tensile strength was found in specimen B3 NaOH concentration of 5% and 20% waste paper) with an average value of 11.40 N. A decrease in the percentage of waste paper consistently reduced the mechanical strength of the buffalo paper due to the reduction of long secondary fiber interlocking, which serves to reinforce the structure of the recycled paper sheets.

Keywords: Banana pseudostem, Waste paper, Sodium hydroxide, Tensile strength, Buffalo paper.

A. Pendahuluan

Kebutuhan terhadap produk kertas tebal di industri kreatif, percetakan, dan perkantoran terus mengalami peningkatan yang signifikan. Salah satu jenis kertas yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta banyak digunakan untuk sampul jilid, map, dan bahan kerajinan tangan adalah kertas buffalo, yang dikenal karena karakteristik fisiknya yang tebal, kuat, dan kaku. Selama ini, pemenuhan bahan baku industri kertas masih didominasi oleh penggunaan selulosa dari kayu hutan komersial. Ketergantungan yang tinggi pada kayu hutan ini berpotensi mempercepat laju deforestasi dan kerusakan lingkungan, sehingga diperlukan bahan baku alternatif nonkayu yang melimpah dan ramah lingkungan (Rosmainar, 2017).

Batang pohon pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu limbah pertanian yang sangat melimpah di Indonesia namun belum dimanfaatkan secara optimal setelah masa panen. Padahal, pelepah atau batang pohon pisang memiliki kandungan komponen lignoselulosa yang potensial, khususnya serat selulosa yang cukup tinggi untuk diolah menjadi bubur kertas (*pulp*) alternatif (Muhammad Ariel Alfa Rizki, Hilda Adila, 2024). Dalam proses pembuatan bubur kertas (*pulping*), pemisahan selulosa dari zat pengikat seperti lignin menjadi tahapan yang sangat krusial. Proses delignifikasi kimia untuk mengurai serat ini memerlukan bantuan zat alkali seperti Natrium Hidroksida (NaOH) melalui metode proses soda (Mahdayani Sinaga et al., 2024). Penggunaan larutan alkali NaOH berfungsi untuk menghidrolisis dan melarutkan kandungan lignin tanpa merusak integritas mekanis serat selulosa secara berlebihan (Anggoro & Rhohman, 2021).

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan batang pisang untuk kertas seni atau kertas kemasan standar dengan fokus tunggal pada optimasi zat kimia pengekstraksi (Dewi et al., 2019), (Wijayanti et al., 2024). Namun, kertas jenis buffalo menuntut karakteristik berat dasar atau kekuatan mekanis yang tinggi serta kestabilan dimensional yang kaku. Serat murni dari batang pisang komersial cenderung menghasilkan lembaran yang sangat getas dan tipis jika tanpa bahan pengisi. Di sisi lain, pemanfaatan daur ulang kertas bekas (*waste paper*) umumnya hanya digunakan untuk pembuatan kertas medium *fluting* atau karton tingkat rendah (Anggoro & Rhohman, 2021).

Research Gap & Kebaruan Penelitian:

Hingga saat ini, belum ada penelitian yang menguji integrasi multivariabel antara variasi konsentrasi agen delignifikasi NaOH dengan substitusi persentase kertas bekas untuk merekayasa karakteristik kekuatan mekanis berupa nilai kuat tarik (*tensile strength*) lembaran tebal setara kualitas kertas buffalo komersial. Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan serat alami limbah batang pisang hasil proses soda terkontrol dengan jalinan serat sekunder dari kertas bekas untuk mencapai standar fisik kekuatan kertas buffalo.

Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh interaksi kedua variabel tersebut terhadap nilai kuat tarik akhir lembaran.

B. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental yang mencakup perlakuan perancangan material campuran dan pengujian laboratorium.

1. Desain Eksperimen Penelitian ini dirancang menggunakan eksperimen faktorial 2 x 3 dengan dua variabel bebas, yaitu:

1. Konsentrasi Larutan NaOH (2 level): 5% dan 6%.
2. Persentase Kertas Bekas / Waste Paper (3 level): 20%, 30%, dan 40% dari berat total basis pulp.

Kombinasi perlakuan menghasilkan 6 variasi kode spesimen uji seperti dijabarkan pada Tabel 1)Untuk menjaga validitas dan homogenitas data, setiap pengujian sampel dilakukan dengan 3 kali pengulangan (replikasi) pada titik acak yang berbeda.

Tabel 1 Daftar Kode Variasi Spesimen Uji

Konsentrasi NaOH	Persentase Waste Paper	Kode Spesimen
6%	40%	A1
6%	30%	A2
6%	20%	A3
5%	40%	B1
5%	30%	B2
5%	20%	B3

Prosedur Pelaksanaan dan Spesifikasi Alat

Tahapan penelitian digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alur

Proses diawali dengan mencari batang pohon pisang bekas yang sudah tidak berbuah lagi atau sudah tumbang. Umumnya pelepah pisang dibuang dan dibakar yang menyebabkan penumpukan sampah (Dewi et al., 2019). Pengeringan awal menggunakan paparan sinar matahari langsung selama 3–6 hari hingga berwarna kecokelatan, dilanjutkan pengeringan menggunakan Oven Memmert UN30 untuk menghilangkan kadar air bebas pada serat secara optimal (Nur Lailatul Rahmah, Ika Atsari Dewi, Azimmatul Ihwah, 2019). Pelepah kering dihaluskan menggunakan Grinder Blender Heavy Duty hingga menjadi serbuk lolos ayakan.

Tahap delignifikasi dilakukan dengan merebus 15 gram serbuk batang pohon pisang di dalam 150 ml larutan NaOH dengan konsentrasi sesuai variasi perlakuan (rasio bahan dan pelarut 1:10). Reaksi pemasakan dilangsungkan di dalam wadah reaktor pada suhu konstan 70–80 °C selama 60 menit dengan larutan alkali untuk mendegradasi lignin secara terarah (Rafit

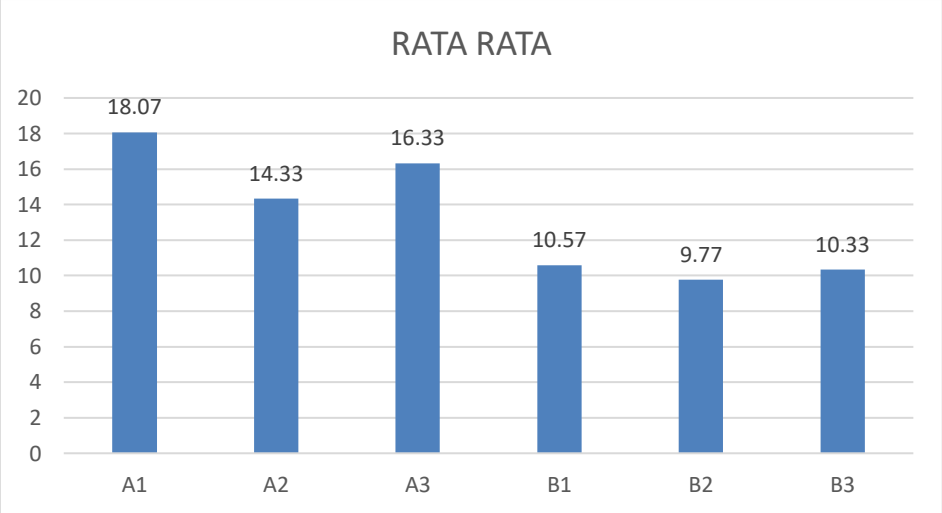
Arjeni, Abu Hasan, 2022). Setelah proses pemasakan selesai, bubur kertas dicuci bersih menggunakan air mengalir di atas kasa penyaring hingga bebas dari residu alkali (pH netral). Selanjutnya, bubur kertas dimasukkan ke dalam blender, ditambahkan substitusi kertas bekas sesuai variasi (20%, 30%, dan 40% dari total berat kering), perekat tepung tapioka sebanyak 10%, serta air hingga volume suspensi mencapai 200 ml. Pencetakan menggunakan Screen Mesh 200 berukuran A5. Pengurangan kadar air awal dibantu dengan pengempaan manual memakai spons (foam), kemudian lembaran diangin-anginkan pada suhu ruang hingga kering sempurna.

2. Metode Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik (*tensile strength*) mengacu pada karakteristik mekanis lembaran kertas daur ulang (Ukalvin & Damayanti, 2022). Spesimen kertas dipotong rapi menggunakan alat pemotong khusus dengan ukuran standar strip uji. Strip uji dijepit pada rahang *Tensile Tester* laboratorium dan ditarik dengan kecepatan konstan hingga lembaran mengalami putus struktural. Gaya maksimal yang dibutuhkan untuk memutuskan lembaran kertas dicatat dalam satuan Newton (N). Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan (D1, D2, D3) untuk tiap-tiap kode spesimen guna menjamin keakuratan serta memetakan tingkat kekuatan mekanis kertas jilid tebal.

C. Hasil dan Pembahasan

Data mentah hasil pengukuran kekuatan mekanis melalui pengujian uji tarik pada keenam variasi sampel kertas buffalo berbahan dasar batang pisang dan kertas bekas dan rata-rata digambarkan pada diagram Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Rata-rata Uji tarik

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Uji Tarik Kertas Buffalo Batang Pisang (satuan: Newton)

Kode Sampel	Konsentrasi NaOH	Porsi Kertas Bekas	Uji Tarik D1	Uji Tarik D2	Uji Tarik D3	Rata-Rata Kuat Tarik
A1	6%	40%	14,6	21,8	17,8	18,06
A2	6%	30%	16,1	15,4	11,5	14,33
A3	6%	20%	16,6	15,7	12,8	15,03
B1	5%	40%	11,4	15,2	16,1	14,23
B2	5%	30%	14,2	14,6	13,2	14
B3	5%	20%	11,5	11,4	11,3	11,4

1. Pengaruh Persentase Kertas Bekas terhadap Kekuatan Tarik

Berdasarkan tabel data pada Tabel 2, terlihat pola yang jelas bahwa persentase penambahan kertas bekas sebagai serat sekunder memegang peranan vital dalam menentukan nilai kekuatan mekanis lembaran kertas daur ulang. Pada kelompok perlakuan dengan konsentrasi NaOH 5% (kelompok B), kekuatan tarik rata-rata kertas mengalami penurunan

linear dan konsisten seiring dengan berkurangnya porsi kertas bekas di dalam adonan pulp. Spesimen B1 dengan kertas bekas 40% memiliki nilai kuat tarik rata-rata sebesar 14,23 N. Nilai ini menurun menjadi 14,00 N pada spesimen B2 (kertas bekas 30%), dan mencapai titik terendahnya sebesar 11,40 N pada spesimen B3 yang hanya menggunakan porsi kertas bekas 20%.

Secara teoritis, porsi kertas bekas yang lebih besar meningkatkan retensi padatan jaring serat yang terbentuk selama proses pencetakan lembaran sehingga menambah kerapatan massa jalinan serat. Ketika porsi kertas bekas ditingkatkan hingga 40%, serat sekunder komersial ini mampu mengisi kekosongan ruang di antara serat-serat kasar batang pisang secara optimal. Akibatnya, kerapatan antar-serat meningkat, memicu terbentuknya ikatan hidrogen antar-selulosa yang lebih rapat dan kokoh di seluruh permukaan lembaran kertas jilid tebal. Sebaliknya, saat porsi kertas bekas dikurangi menjadi 20% (seperti pada spesimen B3), jalinan serat melonggar dan membentuk lebih banyak ruang kosong (*void space*), sehingga lembaran kertas menjadi getas dan sangat rapuh saat menerima beban gaya tarikan eksternal dari alat uji mekanis.

2. Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Ikatan Mekanis Serat

Faktor konsentrasi larutan alkali NaOH yang digunakan dalam proses delignifikasi terbukti memberikan efek signifikan terhadap penetrasi kimiawi pemisahan serat selulosa. Larutan NaOH dengan konsentrasi lebih pekat, yaitu 6% (kelompok A), secara umum menghasilkan nilai rata-rata kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan kelompok NaOH 5% (kelompok B). Nilai tertinggi dari seluruh rangkaian eksperimen dicapai oleh spesimen A1 dengan rata-rata kekuatan tarik mencapai 18,06 N.

Kondisi tersebut terjadi karena peningkatan konsentrasi NaOH menjadi 6% terbukti lebih agresif dalam melarutkan kandungan senyawa nonselulosa seperti lignin hidrofobik dan hemiselulosa amorf yang menyelimuti dinding serat alami batang pisang (Mahdayani Sinaga et al., 2024), (Anggoro & Rhohman, 2021). Ketika zat pengikat amorf ini larut oleh zat kimia alkali, gugus aktif hidroksil pada rantai molekul selulosa murni batang pisang menjadi terbuka sempurna. Keterbukaan gugus aktif ini memfasilitasi terjadinya interaksi ikatan hidrogen yang sangat kuat dan maksimal dengan molekul serat sekunder kertas bekas maupun zat perekat tapioka saat lembaran dikempa dan dikeringkan.

Fenomena ini sejalan dengan temuan Wijayanti dkk (Wijayanti et al., 2024), yang menyatakan bahwa konsentrasi NaOH pada proses delignifikasi memengaruhi pelepasan makromolekul pengikat serat secara masif.

Namun, pengujian pada spesimen A2 menunjukkan adanya deviasi fluktuasi data lokal, di mana rata-rata kuat tarik spesimen A2 (14,33 N) sedikit berada di bawah spesimen A3 (15,03 N), meskipun porsi kertas bekas A2 lebih tinggi (30% vs 20%). Fluktuasi nilai uji individual pada data mentah (seperti penurunan nilai uji D3 pada sampel A2 menjadi 11,50 N) mengindikasikan adanya isu batasan teknis terkait homogenitas pencampuran bahan baku. Keterbatasan alat cetak manual skala laboratorium sering kali memicu fenomena penggumpalan serat kasar (*flocculation*) di titik-titik tertentu pada lembaran kertas cetak, yang menyebabkan terjadinya titik lemah terlokalisasi (*weak spot*) yang mudah putus saat ditarik. Secara umum, integrasi zat alkali 6% dengan substitusi kertas sekunder 40% (A1) tetap menjadi formulasi optimal untuk menghasilkan karakteristik lembaran kertas buffalo organik dengan ketahanan tarik terbaik.

3. Pembahasan Integrasi Hasil dan Perbandingan Studi Terdahulu

Fenomena degradasi serat akibat peningkatan konsentrasi alkali sejalan dengan temuan Wijayanti dkk. (Wijayanti et al., 2024) dan Sinaga dkk. (Mahdayani Sinaga et al., 2024), di mana konsentrasi NaOH yang terlalu pekat dapat melarutkan makromolekul pengikat secara masif dan memengaruhi kekuatan strukturalnya. Meskipun demikian, penambahan jalinan serat sekunder dari kertas bekas (*waste paper*) berhasil menjadi agen penyeimbang kekuatan mekanis lembaran. Serat sekunder memberikan kontribusi ikatan hidrogen antarsel serat yang lebih rapat karena adanya sisa komponen pengisi komersial (*filler*). Hubungan timbal balik ini diperkuat oleh fakta bahwa rasio pencampuran serat alami pelepah pisang dan serat sekunder terbukti saling mengisi struktur demi menjaga kestabilan mekanis ketahanan tarik lembaran kertas (Sean Zelig Gilbert, Totok Pujianto, 2025).

D. Kesimpulan

Variasi konsentrasi Natrium Hidroksida NaOH dan persentase kertas bekas terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik mekanis kekuatan tarik (*tensile strength*) kertas buffalo berbahan dasar batang pohon pisang. Secara umum, penurunan porsi kertas bekas cenderung menurunkan nilai ketahanan tarik kertas akibat berkurangnya kerapatan anyaman padatan serat sekunder penopang lembaran, meskipun terdapat fluktuasi lokal pada variasi konsentrasi NaOH 6% akibat keterbatasan homogenitas pencampuran. Penggunaan NaOH 6% mendegradasi komponen pengikat amorf dinding selulosa secara lebih agresif dibandingkan NaOH 5%, sehingga membuka gugus hidroksil aktif serat alami untuk menghasilkan ikatan mekanis antar-serat yang lebih kuat. Temuan utama menunjukkan bahwa formulasi spesimen A1 (konsentrasi NaOH 6% dan porsi kertas bekas 40%) sukses menghasilkan nilai ketahanan mekanis tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 18,06 N, sehingga sangat potensial untuk direkomendasikan sebagai substitusi bahan baku kertas jilid tebal yang ramah lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan, Program Studi Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3 Dimensi, yang telah menyediakan fasilitas laboratorium, dukungan moral, serta sarana prasarana yang memadai sehingga penelitian eksperimental ini dapat berjalan dengan lancar. Apresiasi dan terima kasih juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, serta seluruh pihak yang telah meluangkan waktu, memberikan tenaga, bimbingan, dan saran yang sangat berharga mulai dari tahap pengumpulan batang pohon pisang, proses delignifikasi di laboratorium, hingga penyusunan laporan artikel ilmiah ini selesai.

E. Referensi

Anggoro, A. D., & Rhohman, F. (2021). Analisa Komposisi Bahan Penyusun Kertas Medium Fluting, Brown Kraft, dan Test Liner. *Jurnal Mesin Nusantara*, *4*(2), 100–107. https://doi.org/10.29407/jmn.v4i2.17291

Dewi, I. A., Ihwah, A., Setyawan, H. Y., Ayuning, A., Kurniasari, N., Teknologi, J., Pertanian, I., Pertanian, F. T., & Brawijaya, U. (2019). *OPTIMASI PROSES DELIGNIFIKASI PELEPAH PISANG UNTUK BAHAN BAKU PEMBUATAN KERTAS SENI*. 447–454.

Mahdayani Sinaga, C. P., Bahri, S., Zulnazri, Z., Ginting, Z., & Dewi, R. (2024). Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Pemasakan Pada Proses Pembuatan Pulp dari Limbah Bonggol Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt). *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, *4*(4), 467–476. https://doi.org/10.29103/cejs.v4i4.14935

Muhammad Ariel Alfa Rizki, Hilda Adila, A. N. P. (2024). *Decorative Paper: Recycled Paper for Packaging Waste with Banana Fronds*. *2*, 306–312.

Nur Lailatul Rahmah, Ika Atsari Dewi, Azimmatul Ihwah, H. Y. (2019). Pemanfaatan Kertas Bekas dan Serat Tanaman Menjadi Kertas Seni. *Yayasan Taqwa Al-Qolbi*, *9*, 1.

Rafit Arjeni, Abu Hasan, A. S. (2022). Analisa Konsentrasi NaOH dan Temperatur Pemanasan Terhadap Kadar Selulosa dan Kadar Lignin dari Batang Pisang Klutuk Menggunakan Alat Delignifikasi sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Inovator*, *5*(8.5.2017), 2003–2005.

Rosmainar, L. (2017). JURNAL REVIEW: ANALISIS BAHAN-BAHAN ALTERNATIF PENGOLAHAN DALAM PEMBUATAN KERTAS. *Jurnal Inkofar*, *1*, 1–6.

Sean Zelig Gilbert, Totok Pujianto, K. I. A. K. (2025). ANALISIS KELAYAKAN USAHA KERTAS DAUR ULANG DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KOPI DAN PELEPAH PISANG. *Integrative Perspectives of Social and Science Journal (IPSSJ)*, *2*(5), 7780–7792.

Ukalvin, J. E., & Damayanti, R. (2022). Alternatif Material Absorpsi Akustik Dari Modul Limbah Karton. *Advances in Civil Engineering and Sustainable Architecture*, *4*(2), 140–150. https://doi.org/10.9744/acesa.v4i2.12945

Wijayanti, R., Yusmita, L., & Putra, F. A. (2024). Kajian Perbedaan Konsentrasi Naoh Pada Pembuatan Kertas Terhadap Penerimaan Panelis Kertas Seni Dari Mensiang. *Menara Ilmu*, *18*(2), 58–67. https://doi.org/10.31869/mi.v18i2.4958