



Karakteristik Uji Gramatur dan Daya Regang pada Kertas Berbahan Kulit Ubi dan Fiber Sawit

Titil Winda Sari^{1*}, Ety Jumiati², Miftahul Husnah³

¹⁻³ Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

*Penulis Korespondensi: titiwindasari@gmail.com

Abstract. *The increasing demand for paper has led to a shortage of wood-based raw materials, thus requiring environmentally friendly alternatives. This study aims to analyze the physical, mechanical, and morphological characteristics of paper made from cassava peels (*Manihot esculenta* Crantz) and oil palm fruit fibers (*Elaeis guineensis* Jacq.) as eco-friendly paper raw materials. The research method involved pulp preparation through delignification using 3.5% HNO₃ and 3% NaOH, bleaching with 10% H₂O₂, paper sheet formation with varying compositions (A = 70:30, B = 50:50, C = 30:70, D = 10:90), followed by grammage testing and tensile strain testing. The results showed that the grammage values ranged between 96.3–99.7 g/m², while tensile strain ranged between 2.6–4.4%. The study concluded that the best composition was found in sample C (30% cassava peel : 70% palm fiber) with a grammage of 98.5 g/m² and tensile strain of 3.2%. The implication of this study is that cassava peel and palm fiber waste have the potential to serve as alternative paper raw materials that meet the quality standards of A-grade printing paper (SNI 7274:2008), while also supporting the reduction of dependence on wood.*

Keywords: *Alternative Paper; Cassava Peel; Grammage; Oil Palm Fiber; Tensile Strain*

Abstrak. Kebutuhan kertas yang terus meningkat menyebabkan keterbatasan ketersediaan bahan baku kayu sehingga diperlukan alternatif ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisik, mekanik, dan morfologi kertas berbahan kulit ubi (*Manihot Esculenta Crantz*) dan fiber sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) sebagai bahan baku kertas ramah lingkungan. Metode penelitian dilakukan melalui proses pembuatan pulp dengan delignifikasi HNO₃ 3,5% dan NaOH 3%, pemutihan H₂O₂ 10%, pencetakan kertas dengan variasi komposisi (A = 70:30, B = 50:50, C = 30:70, D = 10:90), serta uji gramatur dan uji daya regang. Hasil penelitian menunjukkan nilai gramatur berada pada rentang 96,3–99,7 g/m², sedangkan daya regang berkisar 2,6–4,4%. Sehingga penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi terbaik terdapat pada sampel C (30% kulit ubi: 70% fiber sawit) dengan gramatur 98,5 g/m² dan daya regang 3,2%. Implikasi penelitian ini adalah pemanfaatan limbah kulit ubi dan fiber sawit berpotensi menjadi bahan baku kertas alternatif yang memenuhi standar mutu kertas cetak A (SNI 7274:2008) serta mendukung pengurangan ketergantungan pada kayu.

Kata Kunci: Daya Regang; Fiber Sawit; Gramatur; Kertas Alternatif; Kulit Ubi.

1. LATAR BELAKANG

Kebutuhan kertas yang terus meningkat setiap tahun menyebabkan ketersediaan bahan baku kayu semakin menipis. Kayu sebagai bahan utama pembuatan kertas memiliki kandungan selulosa tinggi yang sangat dibutuhkan dalam proses pembuatan pulp. Namun, eksploitasi kayu secara besar-besaran menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti deforestasi, berkurangnya keanekaragaman hayati, dan meningkatnya emisi karbon. Oleh karena itu, diperlukan alternatif bahan baku non-kayu yang ramah lingkungan, mudah diperoleh, dan berkelanjutan. Bahan baku terbarukan yang mampu menggantikan peran kayu dalam pembuatan kertas adalah limbah kulit singkong dan serat buah kelapa sawit (Supriyono, 2022).

Kertas merupakan kebutuhan sangat penting dalam kehidupan sehari-hari dengan beragam fungsi dan penggunaan. Namun, karena bahan baku utama kertas berasal dari kayu yang ketersediaannya semakin terbatas, maka diperlukan pemanfaatan bahan alternatif seperti

limbah tebu, batang pisang, kulit singkong, dan kulit jagung yang juga mengandung selulosa sehingga berpotensi menjadi bahan baku kertas ramah lingkungan (Kurniasari & Widayatno, 2023). Kualitas kertas ditentukan oleh sifat fisik, mekanik, dan kimia, namun sifat fisik dan mekanik lebih dominan, serta sangat dipengaruhi oleh bahan baku utama yaitu serat selulosa (Ardiani et al., 2020).

Pulp adalah bahan utama pembuatan kertas yang umum dan senyawa nya berasal dari selulosa, di mana selulosa berperan penting sebagai komponen struktural pada tumbuhan sehingga menjadikannya sumber potensial untuk produksi kertas (Pulungan et al., 2023). Selulosa berfungsi untuk membentuk, melindungi, dan mendukung struktur sel serta jaringan. Karena kandungan selulosa pada kayu cukup tinggi yaitu sekitar 40-45%, maka selulosa banyak dimanfaatkan dalam industri, khususnya sebagai bahan baku utama dalam pembuatan pulp dan kertas (Widiastuti, 2016). Proses pembuatan pulp dilakukan untuk melepaskan serat dengan metode kimia, mekanis, atau kombinasi keduanya, dan setiap metode menghasilkan karakteristik pulp yang berbeda sesuai bahan baku dan produk yang dituju. Karakteristik tersebut kemudian memengaruhi sifat-sifat kertas yang dihasilkan, baik sifat fisik, optik, kimia, elektrik, maupun mikroskopis (Herlina, 2017).

Kulit singkong berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pulp kertas karena kandungan pati yang tinggi berfungsi sebagai perekat alami, serta kadar α -selulosa dan lignin yang mendukung proses pembentukan serat kertas (Ningsih et al., 2023). Kulit singkong yang merupakan limbah organik dengan persentase cukup besar dari total umbi masih terbatas pemanfaatannya, yaitu hanya sebagai kompos, pakan ternak, dan bioenergi, sehingga perlu dikembangkan inovasi pengolahan lain agar bernilai tambah dan lebih bermanfaat (Lestari et al., 2018). Singkong memiliki daya adaptasi tinggi sehingga mudah dibudidayakan dan banyak dimanfaatkan pada bagian daun, buah, serta batangnya, namun kulitnya sering terbuang begitu saja sehingga menjadi limbah yang berpotensi untuk diolah lebih lanjut (Ningrum, 2015).

Kelapa sawit selain menghasilkan minyak sawit mentah (CPO) juga menghasilkan limbah berupa serat dari sisa perasan buah. Serat ini berukuran pendek dan memiliki kandungan protein serta serat kasar yang cukup tinggi, termasuk lignin, sehingga berpotensi dimanfaatkan lebih lanjut sebagai bahan baku alternatif yang bernilai guna (Kurniawan et al., 2020). Dari 1 ton kelapa sawit dihasilkan sekitar 130 kg serat sebagai limbah, yang diperoleh melalui proses pengempaan di screw press, pencacahan dengan mesin CBC, dan pemisahan serat menggunakan fiber cyclone (Utami et al., 2021). Serat melimpah, ramah lingkungan, murah, dan elastis, namun memiliki kelemahan sehingga perlu perlakuan kimia untuk meningkatkan kualitas dan sifat mekanisnya (Arsyad & Kondo, 2020). Dengan jumlah

perkebunan kelapa sawit yang sangat luas di Indonesia, pemanfaatan serat buah kelapa sawit sebagai bahan baku kertas dapat membantu mengurangi limbah, meningkatkan nilai tambah, dan sekaligus menekan ketergantungan pada kayu.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan potensi pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan baku kertas. Menurut Ningsih dkk. (2023) (Ningsih et al., 2023) menunjukkan bahwa campuran kulit singkong dan daun nanas mampu menghasilkan kertas dengan ketahanan tarik dan daya regang sesuai SNI. Menurut Yuniar dkk. (2025) (Yuniar et al., 2025) membuktikan bahwa proses delignifikasi dengan NaOH dapat meningkatkan kadar selulosa dari mesokarp kelapa sawit sehingga lebih optimal dimanfaatkan dalam aplikasi industri. Menurut Kurniasari dan Widayatno (2023) (Kurniasari & Widayatno, 2023) juga menunjukkan bahwa pulp dari kulit singkong dapat digunakan sebagai bahan dasar kertas meskipun kadar ligninnya masih perlu diturunkan melalui perlakuan kimia. Penelitian-penelitian ini memperkuat bukti bahwa limbah non-kayu berpotensi besar sebagai bahan baku kertas.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik kertas hasil campuran kulit ubi dan serat buah kelapa sawit, menilai pengaruh variasi komposisi terhadap gramatur dan daya regang, serta menentukan komposisi terbaik yang mendekati standar mutu kertas cetak A. Penelitian dilakukan secara eksperimental melalui proses delignifikasi dan pemutihan bahan baku, pencampuran pulp dengan variasi komposisi, pembuatan lembaran kertas, serta pengujian sifat fisis dan mekanis. Penulis berharap dapat memanfaatkan kulit ubi dan fiber sawit sehingga dapat menghasilkan kertas yang memiliki mekanis yang baik, uji gramatur dan uji daya regang yang sesuai standar SNI 7274:2008.

2. METODE PENELITIAN

Dengan menggunakan metode eksperimental dan melakukan pendekatan secara kuantitatif. Sampel yang digunakan adalah kulit ubi dan fiber sawit yang diperoleh dari daerah Medan-Tuntungan, Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Agustus Tahun 2025/semester genap 2025. Proses pembuatan dilakukan di Laboratorium Ilmu Dasar Universitas Sumatera Utara Jl. Padang Bulan, Kampus Universitas Sumatera Utara, proses pengujian dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Jl. Lapangan Golf Desa Tuntungan II Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian adalah hotplate, klem dan statif, *beaker glass*, batang pengaduk, *spatula*, neraca digital, termometer, saringan, bejana, ayakan 100 mesh,

cawan petri, oven, alat cetakan kertas 25×35 cm, blender, mikrometer sekrup, alat *scanning electron microscope*, dan alat *tensile strength test*. Bahan yang digunakan adalah kulit ubi, fiber sawit, NaOH 3%, NaOH 2%, NaOH 17,5%, HNO₃ 3,5%, Na₂SO₃ 2%, NaOCl 1,75%, H₂O₂ 10%, aquades, tawas, kaolin, dan pati kationik.

Prosedur Penelitian

a. Proses Pembuatan *Pulp* Kulit Ubi

Pembuatan *pulp* kulit ubi dilakukan dengan langkah-langkah berikut yaitu disiapkan 75 gram sampel kulit ubi dan fiber sawit, sampel dimasukkan kedalam beaker glass dan ditambah larutan NaOH 3% 100 ml dengan suhu 90 °C dengan kecepatan pengadukan 70 rpm selama 90 menit sampai menghasilkan *pulp*, *pulp* yang diperoleh kemudian disaring dan dicuci hingga bersih menggunakan aquades sampai pH netral, setelah pH *pulp* netral dilakukan proses pemutihan (*bleaching*) dengan menggunakan larutan H₂O₂ 10% 100 ml dengan suhu 90 °C dengan kecepatan pengadukan 70 rpm selama 90 menit sampai menghasilkan *pulp* berwarna putih, *pulp* yang telah dibleaching kemudian disaring dan dicuci bersih dengan menggunakan aquades sampai pH netral, setelah pH *pulp* netral dikeringkan dengan suhu ruang, dan proses ini dilakukan secara terpisah untuk masing-masing bahan baku.

b. Proses Pembuatan *Pulp* Fiber Sawit

Pembuatan *pulp* fiber sawit dilakukan dengan langkah-langkah berikut yaitu disiapkan 75 gram sampel kulit ubi dan fiber sawit ditambahkan 1000 ml larutan HNO₃ 3,5%, dipanaskan pada suhu 90 °C selama 2 jam, kemudian disaring dan dicuci hingga pH netral, selanjutnya ditambahkan dengan 750 ml larutan NaOH 2% dan Na₂SO₃ 2% pada suhu 50 °C selama 1 jam, kemudian disaring dan dicuci sampai pH netral, selanjutnya dilakukan pemutihan dengan 250 ml larutan NaOCl 1,75% pada suhu 70 °C selama 0,5 jam, kemudian disaring dan dicuci sampai pH netral, kemudian dilakukan pemurnian *pulp* dari sampel dengan 500 ml larutan NaOH 17,5% pada suhu 80 °C selama 0,5 jam, kemudian disaring dan dicuci hingga pH netral, dilanjutkan pemutihan dengan H₂O₂ 10% pada suhu 60 °C, disaring dan *pulp* dicuci. *Pulp* yang dihasilkan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 °C.

c. Proses pembuatan Kertas

Pulp kulit ubi dan fiber sawit ditimbang menggunakan neraca analitik hingga berat total *pulp* sebanyak 10 g. Kulit ubi dan fiber sawit yang telah ditimbang dengan variasi

tertentu, ditambahkan air dan dicampur menggunakan blender. Setelah kulit ubi dan fiber sawit sedikit tercampur ditambahkan tawas, kaolin dan pati kationik kemudian dihaluskan dan dicampur kembali menggunakan blender. Kemudian dimasukkan air bersih sebanyak 2 liter ke dalam bejana dan dimasukkan *pulp* yang telah halus dan tercampur. Kemudian dicetak dengan cetakan kertas dan dikeringkan pada suhu ruang selama 12 jam.

Pengolahan Data

a. Gramatur

Uji Gramatur adalah massa lembaran kertas dalam gram dibagi dengan satuan luasnya dalam meter persegi, diukur pada kondisi standar. Alat yang digunakan yaitu: neraca analitik, penggaris, dan gunting (Rohmawati & Suaebah, 2025). Pengujian dilakukan dengan memotong sampel kertas berukuran 10 cm × 10 cm, kemudian ditimbang, dan hasil timbangan dikonversi dari satuan g/cm² menjadi g/m². Gramatur dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\text{Gramatur} = \frac{m}{A} \quad (1)$$

Dimana m merupakan massa awal (g) dan A merupakan luas permukaan (m²)

1) Daya regang

Uji daya regang adalah pertambahan panjang maksimum jalur uji lembaran pulp, dari awal hingga akhir sebelum putus (Ningsih et al., 2023). Uji daya regang bertujuan untuk mengetahui kemampuan material dalam meregang saat diberi tekanan, di mana semakin tinggi nilainya menunjukkan semakin kuat material dalam menahan beban tarik. Daya regang dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Dimana ε adalah daya regang (%), ΔL adalah panjang saat ditarik (mm), dan L_0 adalah panjang awal (mm).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan kertas dari bahan kulit ubi dan fiber sawit. Untuk mengetahui karakterisasi sifat fisis dan mekanik maka dilakukan pengujian parameter uji fisis (gramatur) dan uji mekanik (daya regang). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap variasi sampel diperoleh data dan hasil analisis.

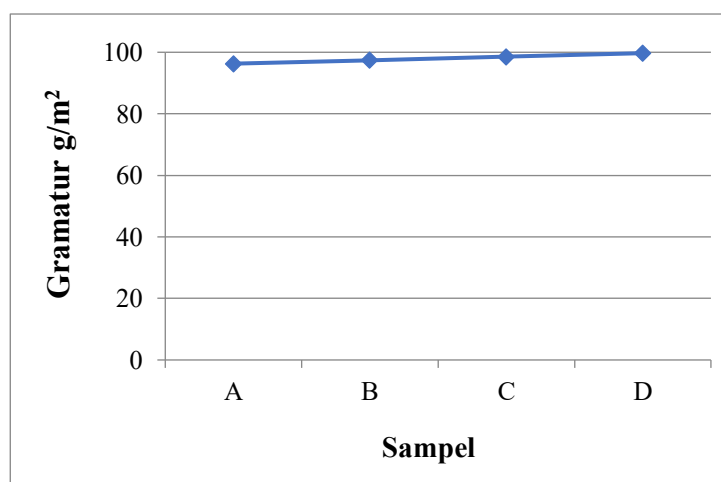
Gramatur

Hasil dari pengujian gramatur bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Gramatur.

Sampel	Nilai Gramatur (g/m ²)
A	96,3
B	97,4
C	98,5
D	99,7

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai uji gramatur yang dihasilkan pada sampel A bernilai 96,3 g/m², sampel B bernilai 97,4 g/m², sampel C bernilai 98,5 g/m², dan sampel D bernilai 99,7 g/m². Dengan demikian semua sampel yang diuji telah memenuhi pengujian standar gramatur yang ditetapkan dalam SNI 7274:2008.



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Gramatur.

Gambar 1 menunjukkan bahwa kertas dengan komposisi 10% pulp kulit ubi dan 90% pulp fiber sawit memiliki nilai gramatur tertinggi sebesar 99,7 g/m². Sementara itu, kertas dengan komposisi 70% kulit ubi dan 30% fiber sawit memiliki nilai gramatur terendah sebesar 96,3 g/m². Penambahan fiber sawit yang berukuran lebih pendek meningkatkan rendemen, namun karena serat pendek mengandung lebih banyak lignin dan menghasilkan lebih sedikit serat dibandingkan serat panjang, maka rendemen menjadi lebih rendah, sehingga berpengaruh pada meningkatnya gramatur kertas (Dan et al., n.d.).

Daya Regang

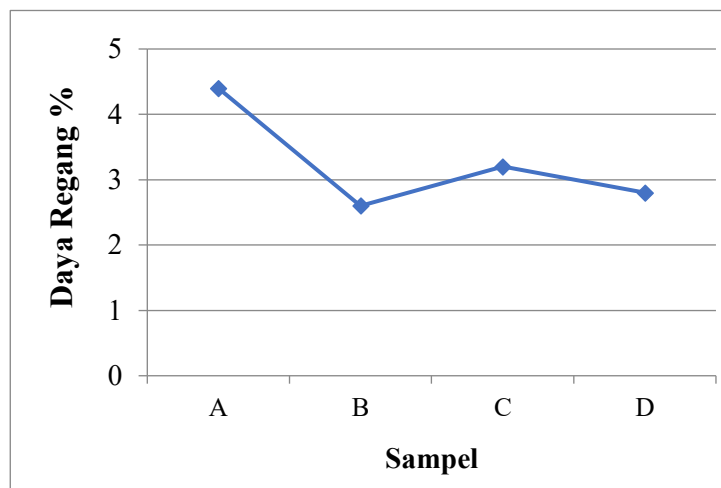
Hasil pengujian daya regang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Daya Regang.

Sampel	Nilai Daya Regang (%)
--------	--------------------------

A	4,4
B	2,6
C	3,2
D	2,8

Pada Tabel 2. Dapat dilihat bahwa nilai uji daya regang yang dihasilkan pada sampel A bernilai 4,4%, sampel B bernilai 2,6%, sampel C bernilai 3,2%, dan sampel D bernilai 2,8%. Dengan demikian sampel A, B dan C yang diuji telah memenuhi standar SNI 7274:2008 sedangkan sampel A tidak dikarenakan telah melebihi standar yang ditentukan.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Daya Regang.

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai daya regang mengalami perubahan pada setiap sampel. Nilai daya regang berfluktuasi dari sampel A hingga sampel D dengan kecenderungan menurun. Nilai daya regang yang paling optimum yaitu pada sampel C 3,2%. Hal ini karena dipengaruhi oleh hasil pengujian ketahanan tarik dan pengaruh variasi pencampuran bahan baku pada pembuatan kertas. Semakin banyak *pulp* serat buah kelapa sawit yang digunakan semakin rendah nilai daya regang yang dihasilkan. Hal ini juga dipengaruhi oleh penggunaan bahan tambahan kaolin, pati dan tawas sebagai perekat pada pembuatan kertas (Material et al., 2025).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah menganalisis karakteristik fisik dan mekanik kertas berbahan kulit ubi dan fiber sawit melalui uji gramatur dan daya regang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji gramatur pada sampel A sebesar 96,3 g/m², sampel B sebesar 97,4 g/m², sampel C sebesar 98,5 g/m², dan sampel D sebesar 99,7 g/m² dan hasil daya regang pada sampel A sebesar 4,4%, sampel B sebesar 2,6%, sampel C sebesar 3,2%, dan sampel D sebesar 2,8% yang memenuhi standar mutu kertas cetak A (SNI 7274:2008). Variasi komposisi kulit ubi dan

fiber sawit memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik fisis dan mekanik kertas yang dihasilkan, semakin sedikit kandungan kulit ubi dan semakin banyak proporsi fiber sawit dalam campuran, maka nilai gramatur semakin meningkat sedangkan nilai daya regang semakin menurun. Komposisi terbaik terdapat pada sampel C (30% kulit ubi : 70% fiber sawit) dengan gramatur 98,5 g/m² dan daya regang 3,2%, karena menghasilkan gramatur yang sesuai standar serta daya regang yang paling optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Ardiani, S., Rahmayanti, H., & Akmalia, N. (2020). The study of paper capillarity with a simple technique. *Jurnal Ilmiah Publipreneur*, 8(1), 34–47. <https://doi.org/10.46961/jip.v8i1.55>
- Arsyad, M., & Kondo, Y. (2020). Efek perlakuan natrium hidroksida terhadap kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa. *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 16–21.
- Dan, P., Kertas, K., Fisika, D., Mipa, F., & Utara, U. S. (n.d.). *DAUN NANAS DAN ECENG GONDOK*, 1, 1–6.
- Herlina. (2017). Variasi massa pulp dari campuran tandan kosong kelapa sawit dan pelepah pisang dengan penambahan binder kulit singkong (*Manihot esculenta crantz*) untuk pembuatan kertas komposit. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar*.
- Kurniasari, A. E., & Widayatno, T. (2023). Pemanfaatan kulit singkong (*Manihot Esculenta*) sebagai bahan dasar pembuatan pulp dengan metode titrasi. *Jurnal Sain dan Teknik*, 5(2), 102–110.
- Kurniawan, A. D., Yulianto, D., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Islam, U. (2020). Utilization of palm oil fiber waste and recycled plastic (polypropylene) as particle board composite materials. 3(02), 60–70. [https://doi.org/10.25299/rem.2020.vol3\(02\).4884](https://doi.org/10.25299/rem.2020.vol3(02).4884)
- Lestari, D., Putra, A., & Wildan. (2018). Pengaruh limbah kulit singkong (*Manihot utilisima*) terhadap kualitas nata de cassava. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(1), 1–4.
- Material, J. R., Energi, M., Ayu, A., Pasaribu, P., Daulay, A. H., & Husnah, M. (2025). *FT-UMSU FT-UMSU*, 8(1), 23–31.
- Ningrum, P. T. A. (2015). Kulit singkong (*Manihot Utilissima*) sebagai alternatif bahan pembuatan kertas tissue. *The Journal of the Japan Society for Respiratory Endoscopy*, 37(3), 343.
- Ningsih, M., Sirait, R., & Jumiaty, E. (2023). Pengaruh nilai ketahanan tarik terhadap daya regang dalam pembuatan kertas dari bahan baku kulit singkong dan daun nanas. *Jurnal Fisika Unand*, 12(4), 518–525. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.4.518-525.2023>

- Pulungan, A. H., Jumiati, E., & Lubis, R. Y. (2023). Pengaruh gramatur terhadap daya regang pada pembuatan kertas berbahan kulit. *Journal Online of Physics*, 8(3), 99–103. <https://doi.org/10.22437/jop.v8i3.24096>
- Rohmawati, L., & Suaebah, E. (2025). Analisis karakteristik komposit pulp kertas dan serabut kelapa. *14*, 141–151.
- Supriyono. (2022). Pembuatan kertas dari limbah kulit matoa dan ampas teh dengan perbedaan konsentrasi NaOH. *Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 1(6), 780–788.
- Utami, I., Hasan, A., & Junaidi, R. (2021). Sintesis dan karakterisasi selulosa asetat dari A-selulosa fiber cake kelapa sawit. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 1(9), 357–364. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.86>
- Widiastuti, T. (2016). Sintesis dan karakterisasi kertas berbahan dasar selulosa kulit durian (Durio zibethinus). *Risenologi*, 1(2), 57–64. <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2016.12.25>
- Yuniar, R. A., Purwati, E., Samudera, B. B., & Hidayat, J. P. (2025). Efektivitas delignifikasi limbah mesokarp kelapa sawit untuk meningkatkan potensi selulosa. *X(1)*, 11602–11608.