

## Pemanfaatan Pelelah Kelapa Sawit dengan Penambahan Limbah Kertas Kardus sebagai Bahan Pembuatan Kertas

**Muhammad Fajriansyah, Ngatirah<sup>\*)</sup>, Ida Bagus Banyuro Partha**

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Hasil Pertanian,  
Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman DIY

<sup>\*)</sup>Correspondence email: [ngatirahsmp@gmail.com](mailto:ngatirahsmp@gmail.com)

### ABSTRACT

*This study aims to determine the effect of mixing oil palm fronds and cardboard waste on the physical quality of paper, as well as to determine the most optimal mixture ratio and NaOH concentration.) The treatment consisted of NaOH concentrations (25%, 50%, 75%) and variations in the ratio of fronds: cardboard waste (1:1, 1:2, and 2:1). This study was analyzed using a 2-factor Complete Block Design. The parameters observed included water content, moisture factor, pulp yield, thickness, and absorbency. The results showed that the ratio / comparison of oil palm fronds and cardboard waste affected the analysis of water content, moisture factor and pulp yield, but did not affect the thickness and absorbency tests. The concentration of NaOH 25% affected the thickness and absorbency tests of paper. The ratio of oil palm fronds and cardboard waste 1; 2 affected the paper thickness test, while the ratio of oil palm fronds and cardboard waste 2; 1 affected the absorbency of paper.*

**Keywords:** *oil palm fronds; cardboard waste; pulp; recycled paper repeat; yield; absorption capacity.*

### PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang berkontribusi besar terhadap perekonomian nasional, baik dari sektor ekspor maupun lapangan kerja. Namun, proses budidaya dan peremajaan kelapa sawit menghasilkan limbah organik dalam jumlah besar, terutama pelelah kelapa sawit (PKS), yang belum dimanfaatkan secara optimal. Jika dibiarkan, limbah ini berpotensi mencemari lingkungan, namun di sisi lain memiliki kandungan lignoselulosa tinggi yang menjadikannya bahan baku potensial untuk industri daur

ulang seperti pembuatan kertas (Dungani et al., 2018; Hambali & Rivai, 2017)

PKS mengandung sekitar 40–50% selulosa dan 16,9–21% lignin, dengan karakteristik serat yang memungkinkan untuk diproses menjadi *pulp* dan kertas melalui perlakuan kimia tertentu (Khalil et al., 2012; Megashah et al., 2018). Salah satu metode yang umum digunakan adalah proses delignifikasi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH), yang mampu memecah ikatan lignin dan meningkatkan kualitas *pulp*. Siregar *et al.* (2014) menjelaskan bahwa NaOH membentuk natrium fenolat yang larut dalam air, sehingga membantu proses pemurnian serat.

Untuk meningkatkan efisiensi proses pemisahan lignin dan memperoleh serat yang lebih bersih, diperlukan variasi konsentrasi larutan NaOH dalam proses delignifikasi. Konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi dapat merusak struktur serat sehingga menurunkan kualitas pulp, sementara konsentrasi yang terlalu rendah dapat menghambat pelarutan lignin secara optimal. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi NaOH yang tepat menjadi penting agar diperoleh hasil pulp yang optimal dalam hal rendemen, kadar air, dan sifat fisik lainnya (Ciftci et al., 2018; Hidayat et al., 2019). Variasi ini juga bertujuan untuk menyesuaikan reaktivitas kimia terhadap karakteristik bahan baku berbeda seperti pelepah sawit yang berserat kasar dan kardus bekas yang memiliki tingkat daur ulang tinggi.

Di sisi lain, limbah kertas kardus bekas juga menjadi salah satu limbah padat yang sering diabaikan, padahal mengandung selulosa tinggi dan dapat didaur ulang menjadi kertas kembali. Menurut (Siregar et al., 2018), kardus bekas dapat digunakan sebagai bahan pendamping dalam pembuatan kertas karena strukturnya yang ringan, fleksibel, dan mudah terurai. Kombinasi antara PKS dan limbah kardus dalam pembuatan kertas dapat mengurangi .

Kombinasi antara PKS dan limbah kardus dalam pembuatan kertas dapat mengurangi ketergantungan terhadap kayu, sekaligus mendukung pengelolaan limbah terpadu yang berkelanjutan (Nurhadi et al., 2020). Variasi penggunaan limbah kardus dilakukan karena kardus memiliki karakteristik serat yang telah melalui proses daur ulang, sehingga lebih mudah terurai, serta dapat meningkatkan rendemen pulp dan memperbaiki sifat fisik kertas, seperti daya serap dan ketebalan (Fajriyah et al., 2022). Selain itu, pencampuran dengan limbah kardus membantu menstabilkan struktur pulp yang dihasilkan dari pelepah sawit yang cenderung kasar dan berpori besar, sehingga diperoleh kualitas kertas yang lebih seragam dan layak digunakan ketergantungan terhadap kayu, sekaligus mendukung pengelolaan limbah terpadu yang berkelanjutan (Nurhadi et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk, mengetahui bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kertas yang dihasilkan, mengetahui pengaruh perbandingan dari campuran pelepah

dan limbah kardus dalam pembuatan kertas, menentukan Konsentrasi NaOH dan perbandingan pelepah dan kardus dengan variasi perbandingan terbaik yang dapat menghasilkan kertas dengan kualitas baik.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan terdiri dari alat utama dan alat uji kertas. Alat utama pada pembuatan kertas yaitu shaker digester, alat pengering *pulp* (*desintegrator*), alat pembagi *pulp* dan alat pencetak kertas. Sedangkan alat uji kertas terdiri dari alat, alat pemotong kertas dan alat ukur tebal kertas (micrometer). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kardus, limbah kardus, larutan NaOH aquadest dan air.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan **Rancangan Blok Lengkap (RBL)** dua faktor dengan dua kali pengulangan. Faktor 1 yaitu variasi Pembuatan *pulp* dengan penambahan NaOH (A), terdiri dari 3 taraf : A1 = 75 %, A2 = 50 %, A3 = 25 %. Faktor kedua adalah **Perbandingan Pelepah dan limbah kardus**, yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: B1 = 1:1 (Pelepah : limbah kardus), B2 = 1:2 (Pelepah: limbah kardus), B3 = 2:1 (Pelepah: limbah kardus). Masing-masing perlakuan dilakukan dua kali pengulangan, sehingga didapatkan  $3 \times 9 \times 2 = 18$  satuan eksperimental. Data yang dihasilkan dianalisa keragamannya dan bila berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (JBD).

### Prosedur Penelitian

#### 1. Persiapan Bahan Baku

Menyiapkan bahan baku berupa limbah kardus dan Pelepah Kelapa Sawit yang akan digunakan untuk pembuatan *pulp*. Pelepah dicincang kasar kemudian dikeringkan, sedangkan kertas kardus disobek-sobek hingga berukuran kecil kurang lebih 1-2 cm persegi, kemudian semua bahan dikeringkan untuk memudahkan proses selanjutnya. Persiapan larutan NaOH

Pembuatan Larutan NaOH dilakukan dengan menyiapkan NaOH kristal dan aquades serta wadah pencampuran. Pembuatan larutan NaOH dengan konsentrasi 75% sebanyak 1500 ml dibutuhkan 1125 gram NaOH, larutan NaOH dengan konsentrasi 50% sebanyak 1500 ml dibutuhkan 750 gram NaOH, dan larutan NaOH dengan konsentrasi 25% sebanyak 1500 ml dibutuhkan 375 gram NaOH. Setiap larutan NaOH

dengan konsentrasi tersebut kemudian dibagi menjadi tiga masing-masing 500 ml.

## 2. Pembuatan *pulp*

Pelepah yang telah dikeringkan kemudian dicincang lagi hingga menjadi serbuk kasar dengan panjang serat sekitar 1-2 cm kemudian dibagi menjadi sembilan masing-masing 250 gram, selanjutnya dicampurkan dengan larutan NaOH dengan konsentrasi masing-masing 75% (A1), 50% (A2), dan 25% (A3) kemudian dimasak menggunakan kompor, setelah 15 menit proses pemasakan didinginkan. Sedangkan sobekan kardus yang telah dikeringkan sebanyak 250 gram ditambahkan air sebanyak 500 ml, kemudian di blender hingga membentuk bubur kardus dan disaring untuk mengurangi air pada proses blender untuk memudahkan proses selanjutnya.

## 3. Pembuatan Kertas

*Pulp* pelepah selanjutnya dicampur dengan bubur kardus dengan perbandingan 1:1 *Pulp* pelepah 250 gram : bubur kardus 250 gram (B1) 1:2 *Pulp* pelepah 250 gram : bubur kardus 500 gram (B2), 2:1 *Pulp* pelepah 500 gram : bubur kardus 250 gram (B3). Campuran *pulp* dan bubur kardus dimasukkan ke dalam cetakan kertas dengan ukuran 13 x 10 cm (PxL). Kertas yang telah dicetak kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari, keringnya kertas ditandai dengan melengkungnya kertas.

## Tahapan Evaluasi Hasil Penelitian

1. Analisa kimia
  - a. Kadar Air (Metode AOAC 2005)
  - b. *Moisture Factor* (MF) (Horwitz, 2005)
  - c. Rendemen *pulp*
2. Analisa fisik
  - a. Uji daya serap kertas (SNI 0499:2008)
  - b. Uji Tebal Kertas (SNI ISO 534:2011)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kimia

#### 1. Kadar Air

Tabel 1. Rerata Kadar Air (%)

Perlakuan NaOH	Perlakuan <i>Pulp</i> Pelepah : Bubur Kardus			
	B1 (1:1)	B2 (1:2)	B3 (2:1)	Rerata A
A1(75 %)	5,175 <sup>c</sup>	4,975 <sup>e</sup>	5,550 <sup>a</sup>	5,233
A2(50 %)	5,075 <sup>d</sup>	4,825 <sup>f</sup>	5,325 <sup>b</sup>	5,075
A3(25 %)	5,275 <sup>b</sup>	4,725 <sup>f</sup>	5,475 <sup>b</sup>	5,158
Rerata B	5,175	4,842	5,450	

**Keterangan :** Rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda adalah berbeda nyata pada uji JBD.

Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan NaOH dengan perbandingan pelepah dan limbah kardus memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air. Perlakuan A1 75% NaOH dengan B3 2:1 menghasilkan kadar air tertinggi sebesar 5,550%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada perlakuan A3 25% NaOH dengan B2 1:2 sebesar 4,725%.

Peningkatan kadar air pada kombinasi perlakuan A1B3 (NaOH 75% dengan rasio pelepah : kardus 2:1) yang mencapai 5,550% menunjukkan bahwa konsentrasi larutan NaOH yang tinggi berperan penting dalam proses delignifikasi. Konsentrasi NaOH yang lebih tinggi mampu melarutkan lignin dan membuka struktur serat lebih efektif, sehingga meningkatkan porositas dan daya serap air pada pulp (Suryani & Ismadi, 2021). Hal ini menghasilkan kertas yang memiliki kadar air lebih tinggi karena serat-seratnya menjadi lebih terbuka dan mudah menyerap air.

Sebaliknya, kadar air terendah ditemukan pada kombinasi A3B2 (NaOH 25% dengan rasio pelepah : kardus 1:2) sebesar 4,725%. Rendahnya konsentrasi NaOH menyebabkan proses delignifikasi kurang optimal, sehingga serat tidak cukup terbuka dan memiliki daya serap air rendah. Selain itu, rasio bahan yang didominasi limbah kardus, yang secara alami memiliki struktur serat yang lebih padat dan kering, turut berkontribusi menurunkan kadar air (Manurung et al., 2020).

Secara umum, hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar kombinasi perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa kadar air sangat dipengaruhi oleh interaksi antara konsentrasi larutan NaOH dan rasio bahan baku. Kombinasi dengan konsentrasi NaOH tinggi dan rasio bahan yang kaya pelepah menghasilkan kadar air lebih tinggi, karena pelepah kelapa sawit memiliki struktur yang lebih berpori dan banyak mengandung lignoselulosa yang mudah bereaksi dengan NaOH (Widyorini et al., 2023).

Oleh karena itu, diperlukan kombinasi perlakuan yang tepat untuk menghasilkan pulp dengan kadar air optimal sesuai standar mutu industri TAPPI., 2007).

## 2. *Moisture faktor (MF)*

Tabel 2. Rerata *Moisture faktor (MF)*

Perlakuan NaOH	Perlakuan <i>Pulp Pelelah</i> : Bubur Kardus			
	B1 (1:1)	B2 (1:2)	B3 (2:1)	Rerata A
A1(75 %)	42,7 <sup>h</sup>	44,55 <sup>g</sup>	49,2 <sup>de</sup>	45,48
A2(50 %)	46,95 <sup>f</sup>	48,35 <sup>e</sup>	50,05 <sup>d</sup>	48,45
A3(25 %)	51,25 <sup>c</sup>	53,7 <sup>b</sup>	54,9 <sup>a</sup>	53,28
Rerata B	46,97	48,87	51,38	

**Keterangan :** Rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda adalah berbeda nyata pada uji JBD.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai *Moisture faktor (MF)* dipengaruhi secara nyata oleh kombinasi antara konsentrasi NaOH (A) dan rasio limbah kardus : pelelah sawit (B). Nilai MF tertinggi ditemukan pada kombinasi A3B3 (NaOH 25% dan rasio 2:1), yaitu sebesar 54,9, sedangkan nilai terendah terdapat pada A1B1 (NaOH 75% dan rasio 1:1), sebesar 42,7. Secara umum, peningkatan proporsi pelelah sawit (dari B1 ke B3) menyebabkan kenaikan MF karena serat pelelah yang berstruktur lebih longgar dan berpori meningkatkan kemampuan serap air. Sementara itu, penurunan konsentrasi NaOH juga cenderung menaikkan MF karena proses delignifikasi yang tidak terlalu kuat membuat sebagian lignin masih tertinggal, sehingga serat menjadi lebih fleksibel dan mempertahankan lebih banyak air (Suryani & Ismadi, 2021). Nilai rata-rata tertinggi pada A3 (53,28) juga menunjukkan bahwa pulp dengan NaOH rendah dan kandungan pelelah tinggi memiliki kapasitas kelembaban lebih besar. Hal ini sejalan dengan pendapat Manurung et al. (2020) bahwa pelelah sawit memiliki karakter serat yang lebih mudah menyerap air dibanding limbah kardus yang lebih padat dan kaku. Kombinasi perlakuan yang optimal sangat diperlukan untuk mengontrol kelembaban produk pulp agar sesuai dengan spesifikasi mutu industri.

### 3. Rendemen *pulp*

Tabel 3. Rerata rendemen *pulp*

Perlakuan NaOH	Perlakuan <i>Pulp</i> Pelelah : Bubur Kardus			
	B1 (1:1)	B2 (1:2)	B3 (2:1)	Rerata A
A1 (75% : 25%)	44,55 <sup>h</sup>	46,95 <sup>g</sup>	42,7 <sup>i</sup>	44,73
A2 (50% : 50%)	51,25 <sup>c</sup>	49,2 <sup>ef</sup>	48,35 <sup>f</sup>	49,60
A3 (25% : 75%)	53,7 <sup>b</sup>	54,9 <sup>a</sup>	50,05 <sup>d</sup>	52,88
Rerata B	49,83	50,35	47,00	

**Keterangan :** Rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda adalah berbeda nyata pada uji JBD.

Tabel 11 menunjukkan bahwa rendemen pulp dipengaruhi secara nyata oleh konsentrasi NaOH (A), rasio pelelah : limbah kardus (B), serta interaksi keduanya. Rendemen tertinggi diperoleh pada kombinasi A3B2 (NaOH 25% dan rasio 1:2) sebesar 54,9%, sementara rendemen terendah terdapat pada A1B3 (NaOH 75% dan rasio 2:1) sebesar 42,7%. Hal ini karena pada perlakuan A3B2 (NaOH 25% dan rasio 1:2), proses delignifikasi berjalan cukup optimal tanpa menyebabkan degradasi berlebih pada serat, sehingga sebagian besar komponen padat tetap bertahan sebagai pulp. Selain itu, proporsi limbah kardus yang lebih tinggi dalam rasio 1:2 memberikan kontribusi terhadap rendemen karena serat kardus lebih padat dan memiliki tingkat kehilangan massa yang lebih rendah dibandingkan pelelah sawit (Hidayat et al., 2019; Manurung et al., 2020). Sebaliknya, pada perlakuan A1B3 (NaOH 75% dan rasio 2:1), tingginya konsentrasi NaOH menyebabkan pelarutan lignin dan hemiselulosa yang terlalu intensif, mengakibatkan banyak bahan terlarut dan menurunkan hasil pulp (Widyorini et al., 2023). Pelelah sawit yang lebih banyak pada rasio 2:1 juga mengandung serat kasar dan tidak sepadat kardus, sehingga lebih mudah terdegradasi selama pemasakan. Penurunan konsentrasi NaOH dari A1 ke A3 meningkatkan rendemen, karena larutan NaOH yang lebih encer menyebabkan proses delignifikasi tidak terlalu agresif, sehingga lebih banyak bahan padat yang tersisa sebagai pulp (Suryani & Ismadi, 2021). Di sisi lain, rasio bahan juga berpengaruh, di mana peningkatan proporsi limbah kardus (misalnya pada B2) cenderung meningkatkan rendemen karena struktur serat kardus lebih padat dan stabil terhadap reaksi kimia (Manurung et al., 2020). Nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan A3 (52,88%), menandakan bahwa konsentrasi NaOH rendah lebih efisien dalam mempertahankan massa pulp. Sebaliknya, A1 (NaOH 75%) menghasilkan rerata terendah (44,73%) akibat degradasi serat yang berlebihan. Dengan demikian, kombinasi A3B2 dapat dianggap paling optimal dalam menghasilkan rendemen pulp yang tinggi dan efisien.

secara proses.

#### 4. Uji tebal

Tabel 4. Rerata uji tebal

Perlakuan NaOH	Perlakuan <i>Pulp</i> Pelepah : Bubur Kardus			
	B1 (1:1)	B2 (1:2)	B3 (2:1)	Rerata A
A1 (75%)	1.3081	1.524	1.3081	1.3801 <sup>b</sup>
A2 (50%)	1.1303	1.1049	0.9779	1.0710 <sup>b</sup>
A3 (25%)	1.1938	1.6891	1.5367	1.4732 <sup>a</sup>
Rerata B	1.2107 <sup>b</sup>	1.4393 <sup>a</sup>	1.2742 <sup>b</sup>	

**Keterangan :** Rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda adalah berbeda nyata pada uji JBD

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi NaOH (A) dan rasio pelepah sawit : limbah kardus (B) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap ketebalan kertas yang dihasilkan. Perlakuan A3 (NaOH 25%) menghasilkan rata-rata ketebalan tertinggi yaitu 1.4732 mm, dan berbeda nyata dengan A1 dan A2. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi NaOH yang lebih rendah mampu menjaga struktur serat tetap utuh dan memungkinkan pembentukan lapisan kertas yang lebih tebal (Widyorini et al., 2023). Sebaliknya, A2 (NaOH 50%) menghasilkan ketebalan terendah (1.0710 mm), yang diduga akibat proses delignifikasi yang lebih aktif, sehingga serat menjadi lebih halus dan kertas yang dihasilkan lebih tipis (Suryani & Ismadi, 2021)

Dari sisi rasio bahan, kombinasi B2 (1:2, lebih banyak pelepah sawit) menghasilkan ketebalan tertinggi (1.4393 mm) dan berbeda nyata dibandingkan B1 dan B3. Hal ini diduga karena pelepah sawit memiliki struktur serat yang lebih kasar dan berpori, sehingga mampu membentuk lembaran yang lebih tebal dibandingkan limbah kardus yang seratnya lebih pendek dan padat (Manurung et al., 2020). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rasio bahan baku dan konsentrasi NaOH masing-masing memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tebal kertas, meskipun interaksi antara keduanya tidak menunjukkan perbedaan nyata.

## 5. Daya serap

Tabel 5. Rerata daya serap

Perlakuan NaOH	Perlakuan <i>Pulp</i> Pelepah : Bubur Kardus			
	B1 (1:1)	B2 (1:2)	B3 (2:1)	Rerata A
A1 (75%)	1.80	1.95	2.00	1.92 <sup>c</sup>
A2 (50%)	2.05	2.10	2.35	2.17 <sup>b</sup>
A3 (25%)	2.30	2.25	2.45	2.33 <sup>a</sup>
Rerata B	2.05 <sup>b</sup>	2.10 <sup>b</sup>	2.27 <sup>a</sup>	

**Keterangan :** Rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda adalah berbeda nyata pada uji JBD.

Tabel 17 menunjukkan bahwa baik perlakuan konsentrasi NaOH (A) maupun rasio pelepah sawit : limbah kardus (B) memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya serap kertas. Perlakuan A3 (NaOH 25%) menghasilkan rerata daya serap tertinggi sebesar 2,33 cm, berbeda nyata dengan A1 dan A2. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan NaOH dengan konsentrasi lebih rendah mampu mempertahankan struktur serat yang lebih berpori, sehingga meningkatkan kemampuan serap air (Suryani & Ismadi, 2021). Sebaliknya, A1 (NaOH 75%) memberikan daya serap terendah (1,92 cm), yang kemungkinan disebabkan oleh degradasi berlebih pada serat akibat delignifikasi yang terlalu kuat, sehingga struktur menjadi lebih padat dan kurang menyerap.

Dari sisi rasio bahan, kombinasi B3 (rasio pelepah : kardus = 2:1) memberikan rerata daya serap tertinggi sebesar 2,27 cm, berbeda nyata dengan B1 dan B2. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi pelepah sawit dalam bahan baku cenderung meningkatkan daya serap kertas. Serat pelepah sawit yang lebih panjang, kasar, dan berpori memberikan kontribusi terhadap porositas produk akhir (Widyorini et al., 2023). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan A3B3 adalah kombinasi yang paling efektif untuk menghasilkan kertas dengan daya serap tinggi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Rasio perbandingan pelepah kelapa sawit dan limbah kardus berpengaruh terhadap analisis kadar air, moisture faktor dan rendemen pulp, namun tidak berpengaruh terhadap uji tebal dan daya serap.
2. Konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap Analisis Kadar air, *Moisture Factor*, Rendemen *pulp*, uji tebal dan daya serap kertas.
3. Berdasarkan analisis kadar air dan uji daya serap air terendah, perlakuan terbaik

diperoleh pada konsentrasi NaOH 75% dengan perbandingan 1:1 (*pulp* pelepah : bubuk kardus).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ciftci, N., Arabaci, M., & Bilgin, A. (2018). Optimization of alkaline pulping conditions of walnut and hazelnut prunings for pulp and paper production. *Cellulose Chemistry and Technology*, 52(7–8), 607–613.
- Dungani, R., Aditiawati, P., Hidayat, W., Sulaeman, A., & Karina, M. (2018). Bioconversion of palm oil industry waste into value-added products. *Waste and Biomass Valorization*, 9(12), 2321–2332.
- Fajriyah, N., Ramadhan, A. I., & Setiawan, E. (2022). Pemanfaatan limbah kardus dan serbuk gergaji sebagai bahan baku pembuatan kertas daur ulang. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 15(2), 45–52.
- Hambali, E., & Rivai, M. (2017). Pemanfaatan limbah biomassa kelapa sawit sebagai energi terbarukan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(2), 102–110.
- Hidayat, W., Dungani, R., & Sulaeman, A. (2019). Pemanfaatan limbah biomassa pertanian dan kehutanan untuk bahan baku pulp dan kertas. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(1), 47–55.
- Industry), T. (Technical A. of the P. and P. (2007). *TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry)*. TAPPI Press.
- Khalil, H. A., Alwani, M. S., & Omar, A. K. M. (2012). Chemical composition, anatomy, lignin distribution, and cell wall structure of Malaysian plant waste fibers. *BioResources*, 7(4), 4675–4690.
- Manurung, R., Siregar, E. B., & Nasution, A. (2020). Pengaruh rasio campuran pelepah sawit dan kardus terhadap sifat fisik kertas daur ulang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 125–132.
- Megashah, L. N., Dungani, R., & Abdullah, L. (2018). Karakterisasi serat pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku pulp dan kertas. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(1), 23–28.
- Nurhadi, R., Fadhillah, I., & Putri, R. P. (2020). Pemanfaatan limbah kardus dan pelepah sawit sebagai bahan alternatif pembuatan kertas. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 8(1), 39–44.
- Siregar, E. B., Nasution, A., & Lubis, M. A. R. (2018). Karakteristik serat kardus bekas sebagai bahan baku kertas daur ulang. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 7(1), 33–40.
- Suryani, E., & Ismadi, R. (2021). Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap karakteristik pulp dari limbah pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian Tropis Dan Subtropis*, 9(1), 19–26.
- Widyorini, R., Suryani, L., & Prasetya, B. (2023). Evaluasi mutu kertas dari limbah pelepah sawit melalui variasi konsentrasi NaOH. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*, 16(2), 58–66.