



Analisis Variasi Komposisi Serat Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dan Pulp HVS Bekas Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Kertas

Nita Talia*, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Heribertus Kusumantoro, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Rachmah Nanda, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of varying the composition of water hyacinth fibers (*Eichhornia crassipes*) and used HVS pulp on the physical and mechanical properties of recycled paper as an effort to utilize environmentally friendly lignocellulosic biomass. The problem studied is how changes in material composition affect the quality of the paper produced. The research methods include raw material preparation, cooking, pulp making, sheet forming, and drying with variations in the water hyacinth : HVS composition of 25:75, 50:50, 75:25, 90:10, and 100:0. Testing was carried out on grammage, thickness, water absorption, and tensile strength. The results showed that increasing the composition of water hyacinth fibers reduces grammage, thickness, and tensile strength, but increases water absorption. The study concludes that water hyacinth fibers have potential as an alternative raw material for recycled paper, especially when combined with used HVS pulp in an appropriate composition.

ARTICLE HISTORY

Submitted 05/06/2026

Revised 12/06/2026

Accepted 17/06/2026

KEYWORDS

Water hyacinth; *eichhornia crassipes*; recycled paper; mechanical properties; physical properties.

*CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ nita02179@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v10i1.13756>

1. PENDAHULUAN

Kertas merupakan salah satu produk yang memiliki peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari kegiatan pendidikan, perkantoran, industri percetakan, pengemasan, hingga kebutuhan rumah tangga. Meskipun perkembangan teknologi digital semakin pesat, penggunaan kertas masih menunjukkan angka yang tinggi karena berbagai aktivitas administrasi, dokumentasi, dan pengemasan masih bergantung pada material tersebut (Kusumawati & Haryadi, 2021). Kebutuhan kertas dunia mencapai sekitar 394 juta ton per tahun, sedangkan konsumsi kertas di Indonesia mencapai sekitar 8,9 juta ton per tahun. Tingginya kebutuhan tersebut menyebabkan permintaan terhadap bahan baku kertas terus meningkat dari waktu ke waktu (Bore *et al.*, 2023).

Pada umumnya, industri pulp dan kertas menggunakan kayu sebagai sumber serat utama. Kayu mengandung selulosa yang tinggi sehingga mampu menghasilkan pulp dengan kualitas yang baik. Namun, meningkatnya kebutuhan bahan baku kayu secara terus-menerus berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, seperti deforestasi, degradasi lahan, hilangnya keanekaragaman hayati, serta peningkatan emisi karbon akibat berkurangnya tutupan hutan (Tobing & Harahap, 2024). Selain itu, proses pemulihan hutan memerlukan waktu yang relatif lama dibandingkan dengan laju konsumsi kayu yang terus meningkat. Oleh karena itu, diperlukan upaya diversifikasi bahan baku melalui pemanfaatan sumber serat alternatif yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan (Pardi *et al.*, 2023).

Salah satu alternatif yang banyak dikembangkan adalah pemanfaatan biomassa lignoselulosa non-kayu sebagai bahan baku pulp dan kertas. Biomassa lignoselulosa merupakan material yang tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber serat (Smriti *et al.*, 2023). Berbagai jenis tanaman non-kayu telah diteliti sebagai bahan baku kertas, seperti ampas tebu, jerami padi, batang pisang, bambu, alang-alang, dan eceng gondok (Fajri *et al.*, 2023). Penggunaan bahan baku non-kayu memiliki beberapa keunggulan, antara lain masa pertumbuhan yang lebih cepat, ketersediaan yang melimpah, biaya produksi yang relatif rendah, serta tidak memberikan tekanan langsung terhadap sumber daya hutan (Khadafi *et al.*, 2025).

Salah satu biomassa non-kayu yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Eceng gondok merupakan tanaman air mengapung yang berasal dari Amerika Selatan dan telah menyebar luas di berbagai wilayah tropis, termasuk Indonesia. Tanaman ini dikenal sebagai salah satu gulma air paling invasif di dunia karena memiliki kemampuan reproduksi yang sangat cepat. Dalam kondisi lingkungan yang mendukung, populasi eceng gondok dapat berlipat ganda dalam waktu 7–10 hari (Putri *et al.*, 2024). Pertumbuhan yang tidak terkendali menyebabkan tanaman ini menutupi permukaan perairan sehingga menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air.



Keberadaan eceng gondok dalam jumlah berlebihan menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan perairan (Tobing & Harahap, 2024). Lapisan tanaman yang menutupi permukaan air dapat mengurangi kadar oksigen terlarut sehingga mengganggu kehidupan organisme akuatik (Sharma *et al.*, 2021). Selain itu, proses pembusukan biomassa eceng gondok yang mati dapat meningkatkan kandungan bahan organik di dalam air dan mempercepat proses eutrofikasi. Pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali juga menyebabkan pendangkalan badan air, menghambat aktivitas transportasi air, mengganggu kegiatan perikanan, serta menurunkan nilai estetika lingkungan perairan (Chuzaimah *et al.*, 2025).

Permasalahan eceng gondok di Indonesia masih menjadi tantangan hingga saat ini. Berdasarkan data tahun 2025, penyebaran eceng gondok telah ditemukan pada berbagai badan air dengan luas yang cukup signifikan. Danau Tondano memiliki sebaran eceng gondok mencapai sekitar 995,8 hektar, Waduk Jatiluhur sekitar 300 hektar, Danau Maninjau sekitar 10 hektar, serta sekitar 23 km aliran Sungai Bengawan Solo tertutup oleh tanaman ini (Chuzaimah *et al.*, 2025). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa eceng gondok merupakan biomassa yang tersedia dalam jumlah melimpah dan berpotensi menjadi limbah apabila tidak dimanfaatkan secara optimal.

Di balik dampak negatif yang ditimbulkannya, eceng gondok memiliki kandungan lignoselulosa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku industri. Menurut Jannah *et al.*, (2023), eceng gondok mengandung sekitar 24,5% selulosa, 34,1% hemiselulosa, dan 8,6% lignin. Kandungan selulosa tersebut menunjukkan bahwa eceng gondok dapat digunakan sebagai sumber serat alternatif dalam pembuatan pulp dan kertas (Hidayah & Wusko, 2020). Selulosa merupakan komponen utama yang berperan dalam pembentukan jaringan serat kertas, sedangkan hemiselulosa berfungsi meningkatkan fleksibilitas serat. Kandungan lignin yang relatif rendah juga memberikan keuntungan karena kebutuhan bahan kimia dalam proses delignifikasi menjadi lebih sedikit dibandingkan beberapa bahan lignoselulosa lainnya.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi potensi eceng gondok sebagai bahan baku kertas. Halim *et al.*, (2021) melaporkan bahwa campuran serat eceng gondok dan serat kayu mampu menghasilkan kertas dengan sifat mekanik yang mendekati kertas konvensional. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa eceng gondok dapat digunakan sebagai substitusi sebagian bahan baku kayu tanpa menurunkan kualitas produk secara signifikan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa proses ekstraksi alkali mampu meningkatkan kualitas serat selulosa eceng gondok sehingga lebih sesuai untuk aplikasi pembuatan kertas. Lebih lanjut, penelitian oleh Lestari *et al.*, (2021) membandingkan berbagai sumber serat non-kayu untuk industri kertas dan menemukan bahwa serat eceng gondok memiliki daya serap tinta yang lebih baik dibandingkan dengan serat dari batang pisang dan alang alang, sehingga menjadikannya pilihan yang lebih unggul untuk aplikasi percetakan.

Sementara itu, penelitian oleh Affanti *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa pemanfaatan eceng gondok dalam pembuatan kertas mampu mengurangi kadar logam berat dalam air limbah industri kertas, sehingga memberikan manfaat tambahan bagi lingkungan. Penelitian selanjutnya oleh Prayitno *et al.*, (2020) mengembangkan metode pembuatan NaCMC dari batang eceng gondok menggunakan kombinasi perlakuan enzimatis dan mekanik, yang meningkatkan efisiensi ekstraksi hingga 15% dibandingkan metode konvensional. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kertas yang dihasilkan memiliki ketahanan lipat yang lebih tinggi serta daya tahan terhadap kelembaban yang lebih baik.

Beberapa penelitian terdahulu telah melaporkan pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku pulp dan kertas maupun penggunaan kertas bekas sebagai sumber serat daur ulang (Wolok *et al.*, 2018). Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penggunaan satu jenis bahan baku atau hanya mengevaluasi proses pembuatan pulp tanpa mengkaji pengaruh variasi komposisi eceng gondok dan pulp HVS bekas terhadap kualitas kertas yang dihasilkan (Putri *et al.*, 2024). Selain itu, penelitian yang mengevaluasi pengaruh kombinasi kedua bahan tersebut secara simultan terhadap sifat fisik dan mekanik kertas melalui parameter gramatur, ketebalan, daya serap air, dan kuat tarik masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diteliti lebih lanjut.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis pengaruh variasi komposisi serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan pulp HVS bekas terhadap sifat fisik dan mekanik kertas daur ulang melalui pengujian gramatur, ketebalan, daya serap air, dan kuat tarik pada lima variasi komposisi, yaitu 25:75, 50:50, 75:25, 90:10, dan 100:0. Pendekatan ini memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara komposisi bahan baku dengan karakteristik kertas yang dihasilkan sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan kertas ramah lingkungan berbasis biomassa non-kayu dan serat daur ulang.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan pulp HVS bekas terhadap sifat fisik dan mekanik kertas daur ulang yang meliputi gramatur, ketebalan, daya serap air, dan kuat tarik, serta mengidentifikasi karakteristik kertas yang dihasilkan pada setiap variasi komposisi bahan baku.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu variasi komposisi serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan *pulp* HVS bekas. Variasi komposisi yang digunakan terdiri atas 25:75, 50:50, 75:25, 90:10, dan 100:0 (% berat). Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk memperoleh data yang lebih representatif. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi serat eceng gondok dan *pulp* HVS bekas, sedangkan variabel terikat meliputi gramatur, ketebalan, daya serap air, dan kuat tarik kertas yang dihasilkan.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai April tahun 2026. Proses pembuatan *pulp*, pencetakan lembaran kertas, serta preparasi sampel dilakukan di Rusunawa Politeknik Negeri Jakarta. Pengujian sifat fisik dan mekanik dilakukan di Laboratorium Uji Bahan, Program Studi Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3D, Politeknik Negeri Jakarta sesuai dengan ketersediaan alat uji.

2.3 Target/Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah lembaran kertas daur ulang yang dibuat dari campuran serat eceng gondok dan *pulp* HVS bekas. Variasi komposisi yang digunakan terdiri dari 25:75, 50:50, 75:25, 90:10, dan 100:0 (eceng gondok : HVS bekas).

Teknik pengambilan sampel dilakukan menggunakan purposive sampling berbasis variasi perlakuan, yaitu pemilihan sampel berdasarkan komposisi bahan yang telah ditentukan peneliti. Setiap variasi dibuat dengan jumlah dan kondisi proses yang sama untuk menjaga konsistensi data.

2.4 Prosedur

Eceng gondok yang telah dikeringkan dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil, kemudian dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 110°C selama 12 jam untuk mengurangi kadar air. Bahan yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh ukuran serat yang lebih seragam. Proses delignifikasi dilakukan menggunakan larutan NaOH 10% pada suhu 80°C selama 1 jam untuk mengurangi kandungan lignin dan meningkatkan kadar selulosa. Setelah proses pemasakan selesai, serat dicuci menggunakan air hingga mencapai pH netral, kemudian diblender hingga membentuk *pulp*.

Kertas HVS bekas dipotong menjadi ukuran kecil dan direndam dalam air selama 15 menit sebelum dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi *pulp* homogen. *Pulp* eceng gondok dan *pulp* HVS bekas kemudian dicampurkan sesuai variasi komposisi penelitian, yaitu 25:75, 50:50, 75:25, 90:10, dan 100:0.

Untuk meningkatkan ikatan antarserat, ditambahkan perekat berupa lem *Polyvinyl Acetate* (PVAc) sebanyak 10% dari total berat *pulp*. Campuran kemudian diaduk hingga homogen dan dicetak menggunakan screen mould dengan ukuran A5. Lembaran kertas yang terbentuk selanjutnya dipres untuk mengurangi kadar air dan meningkatkan kerapatan struktur serat. Setelah proses pengepresan, lembaran kertas dikeringkan disuhu ruangan selama 24 jam hingga diperoleh kondisi kering yang konstan.



Gambar 1:Proses Pembuatan Kertas

Karakterisasi dilakukan untuk mengevaluasi sifat fisik dan mekanik kertas yang dihasilkan. Parameter sifat fisik yang diuji meliputi ketebalan, gramatur, dan daya serap air, sedangkan sifat mekanik ditinjau melalui pengujian kuat tarik. Pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan *Thickness gauge* pada beberapa titik pengukuran untuk memperoleh nilai rata-rata yang representatif. Pengujian daya serap air mengacu pada metode TAPPI T432, pengujian kuat tarik dilakukan menggunakan *Tensile Strength Tester* dengan ukuran sampel 2×10 cm, sementara pengujian gramatur dilakukan untuk menentukan massa kertas per satuan luas dengan menggunakan timbangan analitik. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi kecenderungan pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristik kertas.

2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif hasil pengujian sifat fisik dan mekanik kertas, meliputi gramatur, ketebalan, daya serap air, dan kuat tarik.

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi:

1. Timbangan Analitik (gramatur)
2. *Thickness gauge* (ketebalan)
3. *Tensile Strength* (kuat tarik)
4. *Stopwatch* dan *Aquades* (daya serap air)

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengujian laboratorium langsung terhadap setiap sampel kertas yang telah dibuat. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk meningkatkan akurasi data.

2.6 Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian gramatur, ketebalan, daya serap air, dan kuat tarik dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Setiap parameter pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, kemudian dihitung nilai rata-ratanya untuk memperoleh data yang representatif. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik guna mempermudah interpretasi pengaruh variasi komposisi serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan *pulp* HVS bekas terhadap sifat fisik dan mekanik kertas yang dihasilkan.

Analisis dilakukan dengan membandingkan kecenderungan perubahan nilai setiap parameter pada masing-masing variasi komposisi. Selanjutnya, hubungan antara komposisi bahan baku dengan karakteristik kertas dianalisis berdasarkan pembentukan ikatan antarserat, struktur lembaran kertas, dan karakteristik serat lignoselulosa yang didukung oleh literatur yang relevan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

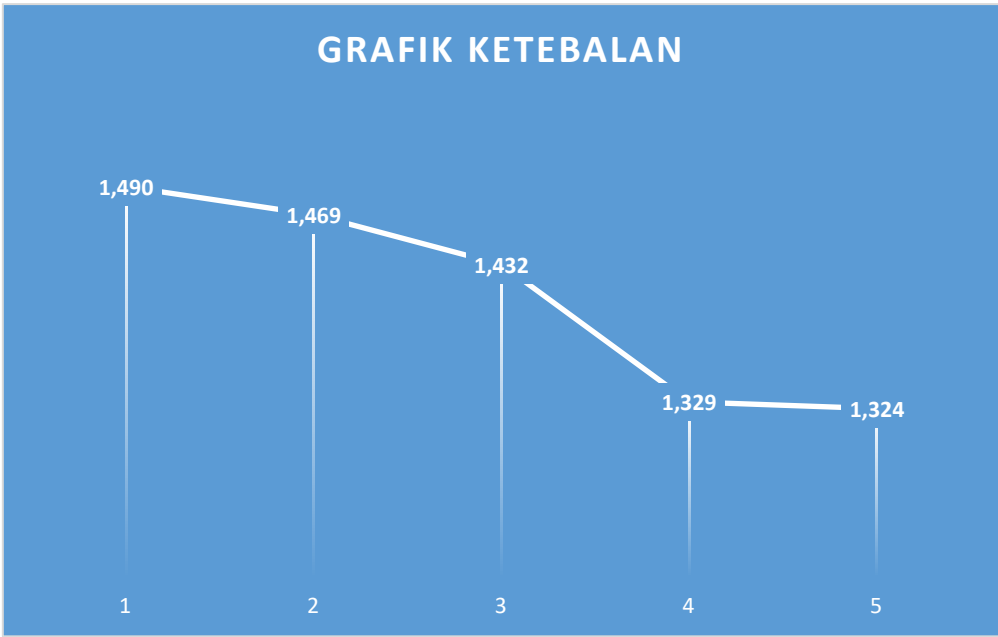
Analisis pada penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif berdasarkan nilai rata-rata hasil pengujian. Oleh karena itu, pembahasan difokuskan pada kecenderungan perubahan karakteristik kertas akibat variasi komposisi serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan pulp HVS bekas tanpa melakukan pengujian signifikansi statistik. Interpretasi hasil dilakukan dengan membandingkan tren data yang diperoleh dengan teori pembentukan kertas serta hasil penelitian.

Secara keseluruhan, hasil pengujian dari seluruh parameter pada masing-masing variasi komposisi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Kertas

Sampel	Komposisi Serat	Ketebalan (mm)	Gramatur (g/m ²)	Daya Serap (Detik)	Kuat Tarik (kN/m)
S1	25:75	1,490	70,189	22,0	20,699
S2	50:50	1,469	67,980	25,0	19,352
S3	75:25	1,432	62,287	26,3	17,050
S4	90:10	1,329	59,465	26,7	16,308
S5	100:0	1,324	51,088	28,0	15,385

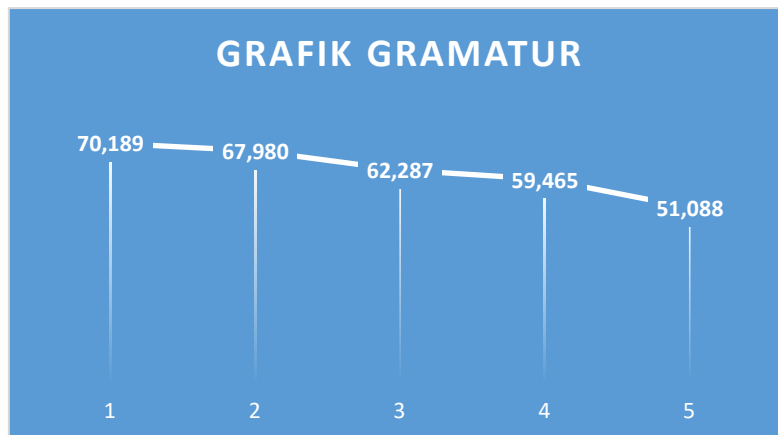
3.1 Ketebalan



Gambar 2: Grafik Ketebalan

Berdasarkan grafik ketebalan, terlihat bahwa peningkatan komposisi serat eceng gondok dari 25% hingga 100% menyebabkan penurunan nilai ketebalan kertas. Pada komposisi 25%, ketebalan tertinggi diperoleh sebesar 1,490 mm, kemudian menurun secara bertahap pada 50% (1,469 mm) dan 75% (1,432 mm). Penurunan yang lebih signifikan terjadi pada komposisi 90% sebesar 1,329 mm, dan cenderung stabil pada 100% dengan nilai 1,324 mm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan serat eceng gondok, kertas yang dihasilkan menjadi semakin tipis, ini disebabkan oleh karakteristik serat eceng gondok yang cenderung lebih halus dan mudah terdispersi sehingga mampu membentuk struktur lembaran yang lebih rapat dan kompak. Struktur yang lebih padat ini menyebabkan berkurangnya rongga antar serat (porositas), sehingga ketebalan kertas menurun. Sebaliknya, pada komposisi dengan kandungan pulp HVS bekas yang lebih tinggi (25%), struktur kertas cenderung lebih longgar sehingga menghasilkan ketebalan yang lebih besar.

3.2 Gramatur

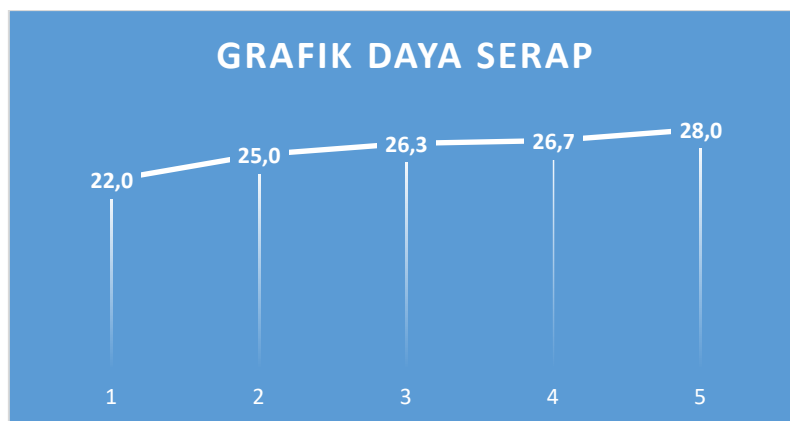


Gambar 3.2 Grafik Gramatur

Berdasarkan grafik gramatur, terlihat bahwa peningkatan komposisi serat eceng gondok dari 25% hingga 100% menyebabkan penurunan nilai gramatur kertas secara bertahap. Nilai gramatur tertinggi diperoleh pada komposisi 25% sebesar $70,189 \text{ g/m}^2$, kemudian menurun pada 50% ($67,980 \text{ g/m}^2$), 75% ($62,287 \text{ g/m}^2$), dan 90% ($59,465 \text{ g/m}^2$), hingga mencapai nilai terendah pada komposisi 100% sebesar $51,088 \text{ g/m}^2$. Pola ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan serat eceng gondok, massa kertas per satuan luas cenderung semakin rendah.

Penurunan gramatur ini dapat dijelaskan oleh karakteristik serat eceng gondok yang memiliki densitas dan kandungan padatan yang lebih rendah dibandingkan *pulp* HVS bekas, sehingga jumlah massa yang terikat dalam lembaran kertas menjadi lebih sedikit. Selain itu, serat eceng gondok cenderung memiliki struktur yang lebih halus dan mudah terdispersi, sehingga menghasilkan lembaran yang lebih tipis dan ringan. Hasil ini konsisten dengan pengujian ketebalan sebelumnya yang juga menunjukkan tren penurunan, sehingga mengindikasikan adanya hubungan antara gramatur dan ketebalan dalam menentukan struktur kertas.

3.3 Daya Serap Air

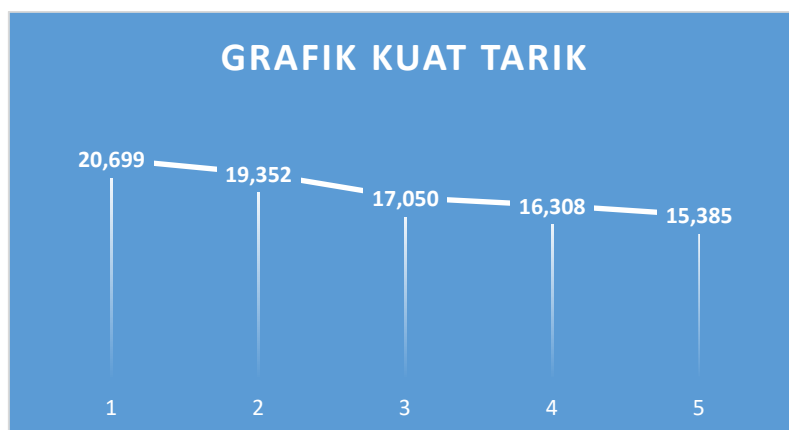


Gambar 3: Grafik Daya Serap

Berdasarkan grafik daya serap air, terlihat bahwa peningkatan komposisi serat eceng gondok dari 25% hingga 100% menyebabkan kenaikan nilai daya serap air secara bertahap. Nilai daya serap terendah terdapat pada komposisi 25% sebesar 22 detik, kemudian meningkat pada 50% (25 detik), 75% (26 detik), dan 90% (26,7 detik), hingga mencapai nilai tertinggi pada komposisi 100% sebesar 28 detik. Tren ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan serat eceng gondok, kemampuan kertas dalam menyerap air semakin besar.

Peningkatan daya serap ini berkaitan dengan struktur serat eceng gondok yang cenderung lebih berpori dan kurang rapat, sehingga memungkinkan air lebih mudah masuk ke dalam rongga antar serat. Selain itu, ikatan antar serat (*fiber bonding*) pada komposisi tinggi eceng gondok relatif lebih lemah dibandingkan *pulp* HVS bekas, sehingga menghasilkan struktur kertas yang lebih terbuka. Hal ini juga konsisten dengan hasil pengujian sebelumnya, dimana ketebalan dan gramatur mengalami penurunan, yang mengindikasikan perubahan struktur internal kertas menjadi lebih ringan dan berpori.

3.4 Kuat Tarik (*Tensile Strength*)



Gambar 3.4 Grafik Kuat Tarik

Berdasarkan grafik kuat tarik, terlihat bahwa peningkatan komposisi serat eceng gondok dari 25% hingga 100% menyebabkan penurunan nilai kuat tarik kertas secara bertahap. Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada komposisi 25% sebesar 20,699 N, kemudian menurun pada 50% (19,352 kN/m), 75% (17,050 kN/m), dan 90% (16,308 kN/m), hingga mencapai nilai terendah pada komposisi 100% sebesar 15,385 kN/m. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan serat eceng gondok, kekuatan mekanik kertas terhadap gaya tarik semakin menurun.

Penurunan kuat tarik ini berkaitan dengan kemampuan ikatan antar serat (*fiber bonding*) yang lebih rendah pada serat eceng gondok dibandingkan *pulp* HVS bekas. *Pulp* HVS bekas umumnya memiliki serat yang lebih panjang dan telah mengalami proses pengolahan yang meningkatkan kemampuan saling mengikat, sehingga menghasilkan struktur kertas yang lebih kuat. Sebaliknya, serat eceng gondok cenderung memiliki struktur yang lebih pendek dan kurang fleksibel, sehingga ikatan antar serat menjadi kurang optimal. Hal ini juga sejalan dengan hasil pengujian daya serap air yang meningkat, dimana struktur kertas menjadi lebih berpori dan kurang rapat, sehingga menurunkan kekuatan tarik.

Berdasarkan hasil pengujian seluruh parameter, komposisi serat eceng gondok dan *pulp* HVS bekas 50:50 dianggap sebagai komposisi yang paling optimal. Pada komposisi ini diperoleh nilai ketebalan sebesar 1,469 mm, gramatur sebesar 67,980 g/m², daya serap air sebesar 25,0 detik, dan kuat tarik sebesar 19,352 kN/m. Meskipun bukan merupakan nilai tertinggi atau terendah pada setiap parameter, komposisi 50:50 menunjukkan keseimbangan yang baik antara sifat fisik dan mekanik kertas yang dihasilkan.

Pemilihan komposisi 50:50 juga mempertimbangkan aspek keberlanjutan bahan baku. Pada komposisi tersebut, penggunaan serat eceng gondok sebagai biomassa non-kayu telah mencapai 50% dari total bahan baku, namun masih mampu mempertahankan karakteristik kertas yang relatif baik dibandingkan komposisi dengan kandungan eceng gondok yang lebih tinggi. Oleh karena itu, komposisi 50:50 dinilai sebagai formulasi yang paling sesuai untuk menghasilkan kertas ramah lingkungan dengan kualitas yang masih memenuhi karakteristik fisik dan mekanik yang baik.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, variasi komposisi serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan *pulp* HVS bekas menunjukkan pengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik kertas yang dihasilkan. Peningkatan proporsi serat eceng gondok cenderung menurunkan nilai gramatur, ketebalan, dan kuat tarik, serta meningkatkan nilai daya serap air.

Komposisi serat eceng gondok dan *pulp* HVS bekas 50:50 menghasilkan keseimbangan karakteristik fisik dan mekanik yang paling baik dengan nilai ketebalan 1,469 mm, gramatur 67,980 g/m², daya serap air 25,0 detik, dan kuat tarik 19,352 KN/m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat eceng gondok berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas ramah lingkungan melalui kombinasi dengan *pulp* HVS bekas.

4.2 Saran

1. Saran Metodologi

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi komposisi bahan baku yang lebih rinci sehingga rentang komposisi optimum dapat ditentukan dengan lebih akurat. Selain itu, proses pembuatan kertas perlu dilakukan dengan kondisi pengeringan dan pengepresan yang lebih terkontrol untuk meningkatkan konsistensi hasil pengujian.

2. Saran Penelitian Lanjutan

Penelitian selanjutnya disarankan melakukan karakterisasi struktur serat yang lebih mendalam menggunakan metode analisis morfologi serat atau *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk memahami hubungan antara struktur serat dengan sifat fisik dan mekanik kertas yang dihasilkan. Selain itu, pengujian dapat diperluas pada parameter lain seperti ketahanan sobek, ketahanan lipat, kekasaran permukaan, dan daya cetak guna memperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai kualitas kertas berbasis serat eceng gondok.

3. Saran Pengembangan Produk

Pengembangan produk berbasis serat eceng gondok dan *pulp* HVS bekas dapat diarahkan pada aplikasi notebook, kemasan ramah lingkungan, maupun produk kertas fungsional lainnya sebagai upaya pemanfaatan biomassa non-kayu dan limbah kertas secara berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Affanti, R., Zulferiyenni, Nurainy, F., & Hidayati, S. (2024). Karakteristik biodegradable film berbasis serat selulosa eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) dengan penambahan gliserol dan carboxy methyl cellulose (CMC). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 3(1), 29–42. <https://doi.org/10.23960/jab.v3i1.8801>
- Bore, J. T., Anggraini, S. P. A., & Widyastuti, F. K. (2023). Pembuatan kertas kemasan dari batang eceng gondok menggunakan katalis natrium hidroksida dengan proses delignifikasi. *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur)*, 6, A17.1-A17.11. <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin>
- Chuzaimah, S., Arief, M. C. W., Maulina, I., & Sahidin, A. (2025). Luasan dan distribusi eceng gondok secara spasio-temporal di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 10(1), 20–29. <https://doi.org/10.24198/jaki.v10i1.57350>
- Fajri, M., Susilastri, & Fakhruzy. (2023). Perbandingan karakteristik pulp dan paper dari tiga bahan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), jerami padi (*Oryza sativa*), dan mensiang (*Actinoscirpus grossus*). *Strofor Journal*, 7(1), 236–243. <https://doi.org/10.31869/sj.v7i2.5031>
- Halim, A., Setiawan, A., Andriyanto, A., & Bachtiar, S. (2021). Pemanfaatan selulosa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai bahan dasar pembuatan nitroselulosa. *Journal of Natural Science and Technology ADPERTISI*, 1(1), 44–53. <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/3193961>
- Hidayah, N., & Wusko, I. U. (2020). Isolation of cellulose fiber from water hyacinth (*Eichornia crassipes*) by bleaching-alkalination method. *Proceedings of the First National Seminar Universitas Sari Mulia, NS-UNISM 2019*. <https://doi.org/10.4108/eai.23-11-2019.2298330>
- Jannah, M., Kusyanto, & Harjanto. (2023). Pengaruh ukuran bahan baku eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan waktu hidrolisis pada proses pembuatan kertas. *Jurnal Teknik Kimia Vokasional (JIMSI)*, 3(2), 59–65. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v3i2.548>
- Khadaifi, M., Desyanti, & Fakhruzy. (2025). Perbandingan sifat fisis kertas dari pulp berbahan batang pisang (*Musa paradisiaca*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan rumbia (*Metroxylon sagu*). *Strofor Journal*, 9(1), 457–466. <https://doi.org/10.31869/sj.v9i1.6989>
- Kusumawati, E., & Haryadi. (2021). Ekstraksi dan karakterisasi serat selulosa dari tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*). *Fluida*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.35313/fluida.v14i1.3452>
- Lestari, Y. P. I., Triadisti, N., & Zamzani, I. (2021). Pengaruh konsentrasi NaOH dan H₂SO₄ terhadap isolasi dan identifikasi α -selulosa menggunakan proses delignifikasi serbuk eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, 5(1), 429–438.
- Pardi, H., Meilinda, R., Ningsih, P. A., & Anggraini, D. (2023). Kinetika Kimia Dalam Produksi Pulp Pada Industri Kertas: Tinjauan. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(1), 67–71. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol8.iss1.art6>
- Prayitno, A., Hadi, D., & Firyanto, R. (2020). Pembuatan NaCMC dari batang eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, 1(1), 7–11. <https://doi.org/10.56444/cjce.v1i1.1287>
- Putri, A. P., Bahri, S., Zulfazri, Z. A. N., & Mulyawan, R. (2024). Pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai bahan baku pembuatan pulp. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 4(1), 132–143. <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i1.12319>

- Sharma, A., Bhushette, P. R., & Annapure, U. S. (2021). Physicochemical and rheological properties of Acacia catechu exudate gum. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100127>
- Smriti, S. A., Haque, A. N. M. A., Khadem, A. H., Siddiqa, F., Rahman, A. N. M. M., Himu, H. A., Farzana, N., Islam, M. A., & Naebe, M. (2023). Recent developments of the nanocellulose extraction from water hyacinth: A review. *Cellulose*, 30(14), 8617–8641. <https://doi.org/10.1007/s10570-023-05374-7>
- Tobing, N. S. L., & Harahap, R. H. (2024). Dampak adanya pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar terhadap ekosistem di kawasan Danau Toba. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 5(2), 225–234. <https://doi.org/10.56552/jisipol.v5i2.133>
- Wolok, E., Lahay, I. H., Machmoed, B. R., & Pakaya, F. (2018). Pengaruh reaksi alkalisasi-oksidasi terhadap porositas dan kandungan selulosa serat eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA) 2018*, 31–38. <https://doi.org/10.22219/sentra.v0i4.2283>