



## Pengaruh Rasio Kulit Jagung dan HVS Terhadap Karakteristik Kertas Daur Ulang

Aurelia Arsanda Salsabilla\*, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Yoga Putra Pratama, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Sahiba Sahila, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Putri Trisa Azahra, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

### ABSTRACT

The increasing demand for paper has encouraged the utilization of alternative and environmentally friendly raw materials, including corn husk waste and used HVS paper. This study aimed to analyze the effect of varying corn husk and used HVS paper ratios on the physical and mechanical characteristics of recycled paper. The ratios investigated were 10:90, 30:70, 50:50, 70:30, and 90:10, with the addition of 5%  $\text{CaCO}_3$  and 10% PVAc in all treatments. Recycled paper was produced using the handmade paper method and evaluated through visual observation, grammage, tensile strength, and water absorption time tests. The results showed that increasing the proportion of corn husk decreased the grammage from 143.94  $\text{g/m}^2$  to 73.18  $\text{g/m}^2$ ; however, all samples remained within the SNI 8218:2015 standard range of 26–210  $\text{g/m}^2$ . In contrast, tensile strength increased from 1.00  $\text{N/mm}^2$  to 2.95  $\text{N/mm}^2$  as the corn husk ratio increased. The fastest water absorption time was obtained at the 50:50 ratio of corn husk to used HVS paper, with a value of 5.35 seconds. Based on the overall test results, the 50:50 ratio produced the most favorable characteristics, with a grammage of 108.60  $\text{g/m}^2$ , tensile strength of 2.17  $\text{N/mm}^2$ , and water absorption time of 5.35 seconds.

### ARTICLE HISTORY

Submitted 30/05/2026

Revised 04/06/2026

Accepted 05/06/2026

### KEYWORDS

Corn husk; recycled paper; used HVS paper

### \*CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ [aureliarsanda@gmail.com](mailto:aureliarsanda@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v10i1.13698>

## 1. PENDAHULUAN

Permintaan kertas di Indonesia terus mengalami peningkatan, dalam satu hari penggunaan kertas dapat mencapai 17.000 ton (Evitasari *et al.*, 2022). Kondisi ini berdampak pada meningkatnya penggunaan kayu sebagai bahan baku utama industri *pulp* dan kertas. Pemanfaatan kayu secara terus-menerus berpotensi mengurangi ketersediaan sumber daya hutan serta menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan sumber serat alternatif yang lebih berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku berbasis kayu, salah satunya adalah limbah kulit jagung.

Kulit jagung merupakan limbah hasil panen yang jumlahnya cukup melimpah di Indonesia, namun pemanfaatannya masih terbatas dan sebagian besar hanya digunakan sebagai pakan ternak atau dibuang sebagai limbah pertanian (Anfa *et al.*, 2024). Padahal, kulit jagung mengandung selulosa sekitar 42% yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kertas (Harun *et al.*, 2022). Kandungan selulosa yang cukup tinggi tersebut memungkinkan kulit jagung diolah menjadi *pulp* dan dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap serat kayu.

Selain serat non-kayu, pemanfaatan kertas HVS bekas juga menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan nilai guna limbah kertas. Serat pada kertas HVS bekas masih mengandung selulosa yang cukup tinggi sehingga dapat didaur ulang dan digunakan kembali sebagai bahan baku kertas. Menurut Yang & Berglund (2020), serat hasil daur ulang masih mampu memberikan kontribusi terhadap pembentukan ikatan antar serat meskipun telah mengalami beberapa siklus penggunaan. Penggunaan HVS bekas dalam campuran *pulp* berpotensi menjaga atau meningkatkan kekuatan mekanis lembaran kertas karena karakteristik serat kimianya (*bleached chemical pulp*) yang memiliki tingkat kemurnian selulosa tinggi dan kandungan lignin rendah dibandingkan jenis limbah kertas mekanis seperti kertas koran (Hubbe *et al.*, 2007). Oleh karena itu, kombinasi antara serat kulit jagung dan HVS bekas diharapkan dapat menghasilkan kertas daur ulang dengan karakteristik yang lebih baik sekaligus mendukung pengurangan limbah padat.

Dalam proses pembuatan kertas, bahan pengisi (*filler*) seperti kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas produk. Selain berfungsi sebagai pengisi,  $\text{CaCO}_3$  diketahui dapat meningkatkan kecerahan (*brightness*), opasitas (*opacity*), dan kehalusan permukaan (*smoothness*) kertas, serta memperbaiki kemampuan cetak



melalui pembentukan struktur permukaan yang lebih seragam (Park *et al.*, 2014). Penggunaan  $\text{CaCO}_3$  juga dapat mengurangi kebutuhan serat dalam formulasi kertas sehingga berpotensi menekan biaya produksi (Oktavia *et al.*, 2016). Di sisi lain, distribusi partikel  $\text{CaCO}_3$  di antara jaringan serat dapat mempengaruhi porositas, daya serap air, dan beberapa karakteristik fisik lembaran kertas.

Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan kulit jagung sebagai bahan baku kertas telah dilakukan. Manasikana *et al.*, (2019), menyatakan bahwa kandungan selulosa pada kulit jagung berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas. Penelitian lain oleh Fikri & Yuniwati (2022) menunjukkan bahwa proses delignifikasi menggunakan NaOH mampu meningkatkan kualitas serat kulit jagung melalui pengurangan kandungan lignin. Sementara itu, penelitian mengenai pemanfaatan kertas HVS bekas sebagai bahan baku kertas daur ulang telah banyak dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya serat. Namun, menurut penelitian Kristiani *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa daur ulang *pulp* kertas HVS bekas secara mandiri tanpa campuran serat lain menghasilkan nilai kuat tarik yang relatif rendah (0,3785 N/mm) akibat menurunnya kemampuan ikatan antar serat setelah proses daur ulang. Di sisi lain, berbagai penelitian mengenai  $\text{CaCO}_3$  umumnya berfokus pada peningkatan sifat optik dan permukaan kertas. Meskipun berbagai penelitian mengenai kulit jagung, HVS bekas, dan  $\text{CaCO}_3$  telah dilakukan, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada penggunaan masing-masing bahan secara terpisah sehingga pengaruh kombinasi rasio kulit jagung dan HVS bekas terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas daur ulang dengan penggunaan  $\text{CaCO}_3$  masih belum banyak dikaji.

Berdasarkan kajian tersebut, informasi mengenai pengaruh variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas daur ulang dengan penggunaan  $\text{CaCO}_3$  masih terbatas. Penelitian ini menawarkan pendekatan melalui penggunaan kombinasi serat kulit jagung dan HVS bekas pada berbagai rasio campuran tertentu serta evaluasi pengaruhnya terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas daur ulang yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas daur ulang guna memperoleh komposisi serat yang berpotensi menghasilkan kertas dengan kualitas yang lebih baik dan ramah lingkungan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas daur ulang dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 5%. Metode pengumpulan data yang digunakan berupa pengujian kertas daur ulang meliputi gramatur, kuat tarik, dan daya serap air. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari kulit jagung, kertas HVS bekas, NaOH, PVAc, dan  $\text{CaCO}_3$ . Peralatan yang digunakan meliputi blender, *screen* sablon, timbangan analitik, *tensile tester*, gelas ukur, *syringe*, dan *stopwatch*. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisis secara deskriptif.

### 2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari–Mei 2026 di Laboratorium Teknik Grafika Penerbitan, Laboratorium Pengujian Bahan Program Studi Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3D Politeknik Negeri Jakarta dan Pengujian dilakukan di PT. Lotte *Packaging*, Tangerang, Indonesia.

### 2.3 Target/Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah kertas daur ulang berbahan dasar kulit jagung dan HVS bekas dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 5%. Variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas yang digunakan terdiri dari 10%:90%, 30%:70%, 50%:50%, 70%:30%, dan 90%:10%. Adapun variabel dalam penelitian ini yaitu:

1. Variabel tetap: konsentrasi NaOH 8%, perekat PVAc 10%, dan  $\text{CaCO}_3$  5%.
2. Variabel bebas: rasio kulit jagung dan HVS bekas (10%:90%, 30%:70%, 50%:50%, 70%:30%, dan 90%:10%)
3. Variabel terikat: gramatur, kuat tarik, dan daya serap air.
4. Variabel metode pengumpulan data: metode pengujian kertas daur ulang.

### 2.4 Prosedur

#### 2.4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari *pulp* kulit jagung dan *pulp* HVS bekas dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 5% yang terdiri atas lima perlakuan. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak dua kali

ulangan untuk menjamin validitas data, sehingga diperoleh 10 sampel kertas untuk pengujian. Variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas yang digunakan yaitu:

1. 10% kulit jagung : 90% HVS bekas
2. 30% kulit jagung : 70% HVS bekas
3. 50% kulit jagung : 50% HVS bekas
4. 70% kulit jagung : 30% HVS bekas
5. 90% kulit jagung : 10% HVS bekas

#### 2.4.2 Prosedur Pembuatan Kertas Daur Ulang

Proses pembuatan kertas daur ulang diawali dengan persiapan bahan baku berupa pencucian, pengeringan, dan pemotongan kulit jagung menjadi ukuran yang lebih kecil. Untuk setiap sampel kertas berukuran A5, total bahan serat yang digunakan sebanyak 15 gram dengan variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas. Langkah pertama timbang kulit jagung kering sebanyak 1,5 gr untuk rasio 10%, 4,5 gr untuk rasio 30%, 7,5 gr untuk rasio 50%, 10,5 gr untuk rasio 70%, dan 13,5 gr untuk rasio 90%. Kulit jagung kemudian didelignifikasi menggunakan larutan NaOH 8%, pada suhu 80–90°C selama 60 menit untuk memisahkan lignin dari serat. Proses delignifikasi dilakukan menggunakan larutan 8% dengan perbandingan bahan dan larutan sebesar 1:15. Setelah proses delignifikasi selesai, serat dicuci dan diblender hingga membentuk *pulp*.

HVS bekas direndam dalam air selama 1 jam hingga kertas melunak, kemudian dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi *pulp*. *Pulp* kulit jagung dan *pulp* HVS bekas selanjutnya dicampurkan sesuai variasi komposisi yang telah ditentukan, yaitu 10:90, 30:70, 50:50, 70:30, dan 90:10. Pada campuran tersebut ditambahkan PVAc 10% dari total berat serat yaitu sebanyak 1,5 gr dan  $\text{CaCO}_3$  5% sebanyak 0,75 gr.

Campuran *pulp* diaduk hingga homogen, kemudian dicetak menggunakan *screen* sablon dan dikeringkan pada suhu ruang hingga terbentuk lembaran kertas selama 24 jam. Sampel kertas yang telah kering selanjutnya diuji karakteristik fisik dan mekaniknya yang meliputi gramatur, kuat tarik, dan daya serap air.

#### 2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian diperoleh melalui pengujian langsung terhadap sampel kertas daur ulang pada setiap variasi perlakuan. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi pengaruh komposisi kulit jagung dan HVS bekas serta  $\text{CaCO}_3$  terhadap karakteristik kertas yang dihasilkan.

#### 2.6 Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai rata-rata pengujian sebanyak dua kali setiap perlakuan. Berdasarkan hasil pengujian dan menggunakan standar SNI, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Pengamatan Visual

Pengamatan visual dilakukan terhadap warna dan tekstur permukaan serat lembaran kertas daur ulang. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui bagaimana tampilan fisik kertas yang dihasilkan dipengaruhi oleh perbedaan komposisi *pulp*.

##### 2. Pengujian Gramatur

Massa kertas per satuan luas ditentukan melalui uji gramatur, dilakukan dengan timbangan analitik. Sampel kertas dipotong sesuai dengan ukuran yang diperlukan yaitu 10 cm×10 cm. Nilai gramatur dihitung dalam satuan  $\text{g/m}^2$  berdasarkan standar SNI 8218:2015 dengan rentang nilai gramatur kertas sebesar 26–210  $\text{g/m}^2$ . Gramatur kertas sangat mempengaruhi sifat fisik kertas, jika gramatur kertas nilainya kecil maka menunjukkan ketebalan kertas tersebut tipis (Ariyetti *et al.*, 2024).

##### 3. Pengujian Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan menggunakan *tensile tester* untuk mengetahui kemampuan kertas dalam menahan gaya tarik sebelum putus. Sampel dipotong sesuai ukuran standar pengujian kemudian diuji hingga lembaran kertas mengalami kerusakan atau putus. Pengujian kuat tarik dilakukan mengacu pada standar SNI ISO 1924-2:2016 (Nasional, 2015).

##### 4. Pengujian Daya Serap Air

Uji penyerapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan lembaran kertas dalam menyerap air. Pengujian dilakukan dengan cara meneteskan air pada permukaan kertas kemudian menghitung waktu penyerapan menggunakan

*stopwatch* hingga air terserap sempurna ke dalam lembaran kertas. Pengujian dilakukan berdasarkan standar TAPPI T432 dalam rentang waktu 5-25 detik (Industry, 1999)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengamatan Visual

Pengamatan visual dilakukan untuk mengamati perbedaan warna dan tekstur permukaan serat pada berbagai variasi komposisi kulit jagung dan HVS bekas dengan penambahan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 5%. Berdasarkan hasil pengamatan visual pada Tabel 1, terlihat bahwa perbedaan rasio kulit jagung dan HVS bekas mempengaruhi tingkat kecerahan dan kehalusan permukaan serat pada lembaran kertas yang dihasilkan.

Tabel 1: Hasil Pembuatan Kertas Daur Ulang

| 10%:90%                                                                           | 30%:70%                                                                           | 50%:50%                                                                           | 70%:30%                                                                             | 90%:10%                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |

Berdasarkan hasil pengamatan visual pada Tabel 1, kertas dengan komposisi 10% kulit jagung dan 90% HVS bekas menghasilkan warna paling cerah serta permukaan yang relatif lebih halus dibandingkan variasi lainnya. Kondisi ini disebabkan oleh dominasi serat HVS bekas yang berasal dari *pulp* kimia (*bleached chemical pulp*) sehingga memiliki kandungan lignin yang rendah dan tingkat kecerahan yang lebih tinggi. Selain itu, jumlah serat kulit jagung yang relatif sedikit menyebabkan kontribusi pigmen alami dan sisa lignin dari serat non-kayu terhadap warna lembaran menjadi lebih rendah. Menurut Mathur (2004), tingkat kecerahan kertas dipengaruhi oleh karakteristik serat penyusunnya, kandungan lignin, serta keberadaan bahan pengisi yang mampu meningkatkan reflektansi cahaya. Kondisi tersebut menyebabkan lembaran kertas pada komposisi 10% kulit jagung dan 90% HVS bekas tampak lebih putih dibandingkan variasi lainnya.

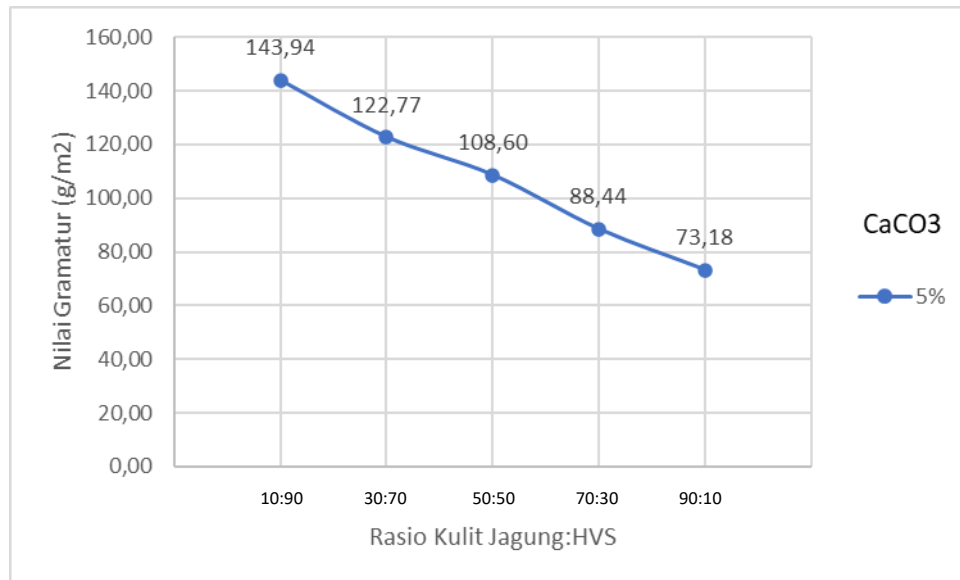
Pada komposisi 30% kulit jagung : 70% HVS bekas dan 50% kulit jagung : 50% HVS bekas, warna kertas masih tergolong cerah, namun mulai terlihat sedikit lebih kusam dibandingkan komposisi 10% : 90%. Peningkatan proporsi kulit jagung menyebabkan jumlah serat non-kayu yang mengandung lignin dan pigmen alami semakin besar sehingga memengaruhi warna lembaran kertas. Menurut Koshijima & Watanabe, (2003) keberadaan lignin yang tersisa dalam serat *pulp* dapat meningkatkan absorbansi cahaya sehingga menurunkan tingkat kecerahan kertas. Oleh karena itu, peningkatan rasio kulit jagung menyebabkan warna lembaran menjadi kurang cerah dibandingkan komposisi dengan kandungan HVS yang lebih tinggi.

Kertas dengan komposisi 70% kulit jagung : 30% HVS bekas dan 90% kulit jagung : 10% HVS bekas menunjukkan warna yang lebih kusam dan kekuningan. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi kulit jagung berpengaruh terhadap penurunan kualitas visual kertas. Kondisi tersebut disebabkan oleh meningkatnya kandungan serat non-kayu yang masih mengandung sisa lignin dan senyawa kromofor yang berkontribusi terhadap terbentuknya warna kuning kecokelatan pada lembaran kertas. Selain itu, ukuran dan distribusi serat kulit jagung yang tidak sepenuhnya seragam dapat menyebabkan permukaan kertas terlihat lebih kasar. Menurut Fikri & Yuniwati, (2022) serat kulit jagung yang masih mengandung lignin dapat menghasilkan warna kertas yang lebih gelap apabila proses delignifikasi belum berlangsung secara optimal. Oleh karena itu, semakin tinggi proporsi kulit jagung yang digunakan, semakin menurun tingkat kecerahan kertas yang dihasilkan.

Selain komposisi serat, penggunaan  $\text{CaCO}_3$  sebanyak 5% pada seluruh perlakuan juga berkontribusi terhadap tampilan visual kertas yang dihasilkan.  $\text{CaCO}_3$  diketahui mampu meningkatkan *brightness* dan *opacity* kertas karena partikel  $\text{CaCO}_3$  meningkatkan kemampuan kertas dalam memantulkan cahaya, sehingga menghasilkan tampilan yang lebih cerah dan lebih putih (Park *et al.*, 2014). Namun, karena jumlah  $\text{CaCO}_3$  dibuat konstan pada seluruh perlakuan, perbedaan karakteristik visual yang diamati lebih dipengaruhi oleh variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas.

#### 3.2 Pengujian Gramatur

Nilai gramatur yang diperoleh pada penelitian ini merupakan rata-rata dari dua kali pengulangan pengujian untuk setiap perlakuan. Hasil pengujian gramatur kertas daur ulang dengan variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas disajikan pada gambar 1.



Gambar 1: Grafik pengujian gramatur

Berdasarkan gambar 1, nilai gramatur mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya proporsi kulit jagung dalam campuran *pulp*. Nilai gramatur tertinggi diperoleh pada komposisi 10% kulit jagung : 90% HVS bekas sebesar 143,94 g/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai gramatur terendah diperoleh pada komposisi 90% kulit jagung : 10% HVS bekas sebesar 73,18 g/m<sup>2</sup>. Nilai tersebut masih berada dalam rentang standar gramatur kertas menurut SNI 8218:2015, yaitu 26–210 g/m<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas yang digunakan masih mampu menghasilkan lembaran kertas dengan gramatur yang memenuhi standar. Meskipun demikian, peningkatan proporsi kulit jagung menyebabkan penurunan gramatur sehingga menghasilkan lembaran kertas yang relatif lebih ringan dibandingkan komposisi dengan kandungan HVS bekas yang lebih tinggi.

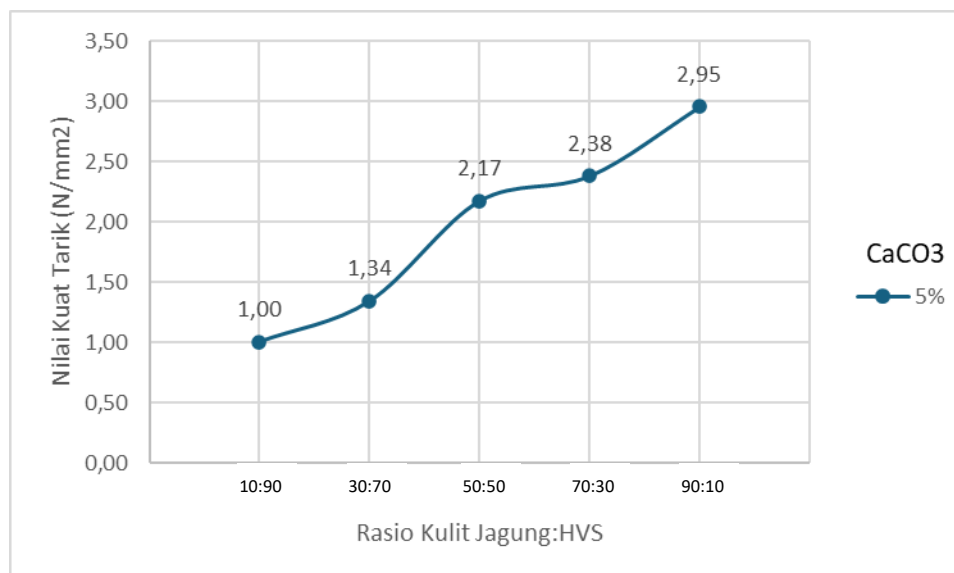
Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan rasio kulit jagung cenderung menurunkan gramatur kertas yang dihasilkan. Kondisi ini diduga berkaitan dengan kemampuan pembentukan lembaran dan jumlah material yang tertahan pada *screen* sablon selama proses pencetakan secara manual. Pada komposisi dengan kandungan HVS bekas yang lebih tinggi, jaringan serat cenderung membentuk lembaran yang lebih homogen sehingga lebih banyak material yang tertahan dan terdistribusi pada luas lembaran yang sama. Sebaliknya, peningkatan proporsi kulit jagung dapat menghasilkan distribusi serat yang kurang merata sehingga massa lembaran per satuan luas menjadi lebih rendah.

Gramatur merupakan massa kertas per satuan luas (g/m<sup>2</sup>) yang dipengaruhi oleh jumlah *pulp* yang dicetak, ketebalan lembaran, serta retensi bahan yang tertahan dalam struktur kertas. Menurut SNI 8218:2015, gramatur menunjukkan jumlah massa yang terkandung dalam setiap satuan luas lembaran kertas Hubbe *et al.*, (2007). menjelaskan bahwa retensi serat dan *filler* selama proses pembentukan lembaran berperan penting dalam menentukan massa akhir kertas. Selain itu, (Technology, n.d.) menyatakan bahwa distribusi serat yang lebih homogen dapat meningkatkan keseragaman pembentukan lembaran sehingga mempengaruhi karakteristik fisik kertas, termasuk gramatur.

Penambahan CaCO<sub>3</sub> sebesar 5% pada seluruh perlakuan juga berkontribusi terhadap massa lembaran karena berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) yang tertahan di antara jaringan serat. Menurut Hubbe *et al.*, (2007), *filler* yang terdistribusi dan tertahan dalam lembaran dapat meningkatkan massa kertas per satuan luas. Namun, karena jumlah CaCO<sub>3</sub> dibuat konstan pada seluruh perlakuan, perbedaan gramatur yang diperoleh lebih dipengaruhi oleh variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas dibandingkan oleh *filler* yang digunakan.

### 3.3 Pengujian Kuat Tarik

Nilai kuat tarik yang diperoleh pada penelitian ini merupakan rata-rata dari dua kali pengulangan pengujian untuk setiap perlakuan. Pengujian dilakukan mengacu pada metode SNI ISO 1924-2. Berdasarkan Gambar 2, nilai kuat tarik meningkat seiring bertambahnya proporsi kulit jagung dalam campuran *pulp*. Nilai kuat tarik terendah diperoleh pada komposisi 10% kulit jagung : 90% HVS bekas sebesar 1,00 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada komposisi 90% kulit jagung : 10% HVS bekas sebesar 2,95 N/mm<sup>2</sup>.



Gambar 2: Grafik pengujian kuat tarik

Berdasarkan gambar 2, nilai kuat tarik menunjukkan perubahan seiring dengan variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas yang digunakan. Perbedaan nilai kuat tarik tersebut menunjukkan bahwa komposisi serat berpengaruh terhadap kemampuan lembaran kertas dalam menahan gaya tarik sebelum mengalami putus. Kondisi ini diduga berkaitan dengan kandungan selulosa pada serat kulit jagung yang berkontribusi dalam pembentukan ikatan antar serat selama proses pembentukan dan pengeringan lembaran kertas. Semakin tinggi jumlah serat yang mampu berinteraksi dan saling berikatan, semakin kuat struktur jaringan serat yang terbentuk sehingga nilai kuat tarik meningkat.

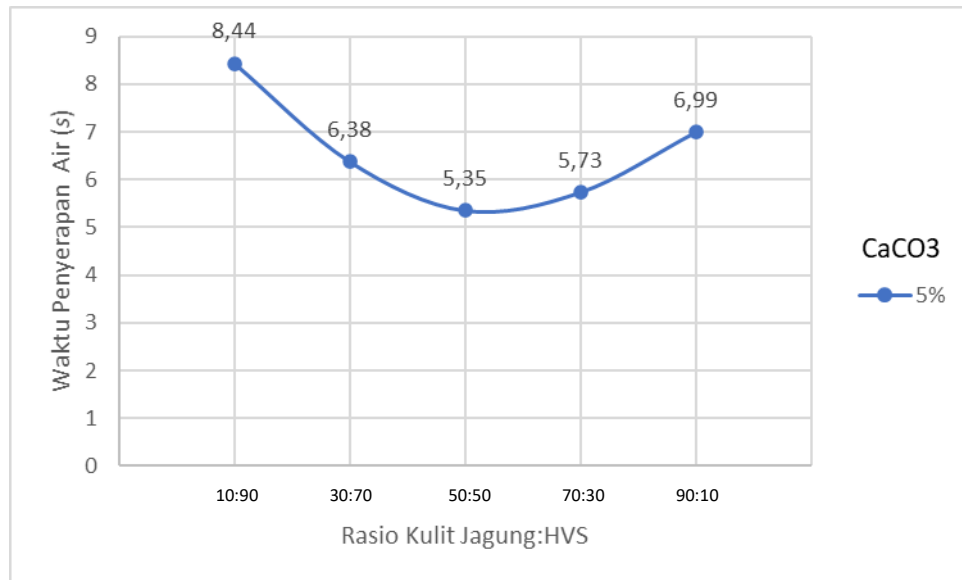
Kekuatan tarik kertas sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kekuatan ikatan antar serat. Selama proses pengeringan, gugus hidroksil (-OH) pada molekul selulosa akan membentuk ikatan hidrogen dengan serat di sekitarnya. Ikatan hidrogen tersebut berperan penting dalam mempertahankan integritas struktur lembaran kertas ketika diberikan beban tarik. Hubbe, (2006) menyatakan bahwa ikatan hidrogen merupakan salah satu mekanisme utama yang menentukan kekuatan kertas karena mampu meningkatkan gaya ikat antar serat selulosa. Selain itu, Przybysz *et al.*, (2016) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah area kontak antar serat dapat meningkatkan kontribusi ikatan hidrogen terhadap sifat kekuatan kertas, termasuk kuat tarik.

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kuat tarik yang cukup signifikan dari 1,34 N/mm<sup>2</sup> pada komposisi 30% kulit jagung : 70% HVS bekas menjadi 2,17 N/mm<sup>2</sup> pada komposisi 50% kulit jagung : 50% HVS bekas. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan proporsi kulit jagung memberikan kontribusi terhadap pembentukan jaringan serat yang lebih kuat. Tren peningkatan tersebut terus berlanjut hingga komposisi 90% kulit jagung : 10% HVS bekas yang menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 2,95 N/mm<sup>2</sup>.

Selain komposisi serat, penggunaan PVAc dan CaCO<sub>3</sub> pada seluruh perlakuan juga turut membantu pembentukan struktur lembaran kertas. PVAc berfungsi sebagai perekat yang memperkuat ikatan antar serat, sedangkan CaCO<sub>3</sub> berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) yang membantu mengisi rongga di antara jaringan serat. Penelitian oleh Sundari *et al.*, (2020) menyatakan bahwa penggunaan perekat pada kertas daur ulang dapat meningkatkan kekuatan tarik melalui penguatan struktur dan daya rekat serat pada lembaran kertas.

### 3.4 Pengujian Daya Serap Air

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian waktu penyerapan air kertas daur ulang pada berbagai variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas dengan penambahan CaCO<sub>3</sub> sebesar 5%. Berdasarkan hasil pengujian, nilai waktu penyerapan air yang diperoleh berkisar antara 5,35–8,44 detik. Nilai waktu penyerapan air tertinggi diperoleh pada komposisi 10% kulit jagung : 90% HVS bekas sebesar 8,44 detik, sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 50% kulit jagung : 50% HVS bekas sebesar 5,35 detik.



Gambar 3: Grafik pengujian daya serap air

Pada gambar 3, menunjukkan nilai waktu penyerapan air yang diperoleh berkisar antara 5,35–8,44 detik. Nilai waktu penyerapan air tertinggi diperoleh pada komposisi 10% kulit jagung : 90% HVS bekas sebesar 8,44 detik, sedangkan nilai terendah diperoleh pada komposisi 50% kulit jagung : 50% HVS bekas sebesar 5,35 detik. Terlihat bahwa penyerapan air turun dari rasio 10%:90% hingga 50%:50%, kemudian meningkat kembali pada rasio 70%:30% dan 90%:10%. Penurunan penyerapan air pada komposisi 50%:50% menunjukkan bahwa campuran serat kulit jagung dan HVS dalam rasio ini menghasilkan struktur lembaran yang lebih seragam, sehingga air dapat dengan mudah menembus permukaan kertas.

Sementara itu, peningkatan nilai daya serap air pada komposisi 70%:30% dan 90%:10% dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah serat kulit jagung hasil proses delignifikasi. Serat-serat halus (*finer fiber*) dari kulit jagung berinteraksi dengan partikel  $\text{CaCO}_3$  sehingga beberapa rongga antar serat tertutup dan menyebabkan struktur lembaran menjadi lebih rapat. Kondisi tersebut menghambat penetrasi air ke dalam lembaran kertas sehingga waktu penyerapan air menjadi lebih lama. Hal ini sejalan dengan penelitian Oktavia *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa distribusi partikel  $\text{CaCO}_3$  mempengaruhi porositas dan struktur internal lembaran kertas. Semakin padat struktur kertas, semakin rendah tingkat penetrasi airnya.

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, variasi rasio kulit jagung dan HVS bekas berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas daur ulang yang dihasilkan. Peningkatan proporsi kulit jagung menyebabkan nilai gramatur cenderung menurun, sedangkan nilai kuat tarik cenderung meningkat. Seluruh nilai gramatur yang diperoleh masih berada dalam rentang standar SNI 8218:2015 yaitu 26–210 g/m<sup>2</sup>. Hasil pengujian waktu penyerapan air menunjukkan kecenderungan menurun hingga rasio 50% kulit jagung : 50% HVS bekas, kemudian meningkat kembali pada rasio kulit jagung yang lebih tinggi. Selain itu, peningkatan proporsi kulit jagung menghasilkan warna kertas yang semakin kusam dan kekuningan, sedangkan peningkatan proporsi HVS bekas menghasilkan lembaran kertas yang lebih cerah. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian, rasio 50% kulit jagung : 50% HVS bekas menghasilkan karakteristik yang paling baik dengan nilai gramatur 108,60 g/m<sup>2</sup>, kuat tarik 2,17 N/mm<sup>2</sup>, dan waktu penyerapan air 5,35 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi serat kulit jagung dan HVS bekas pada rasio tersebut berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan baku produk kertas daur ulang berbasis limbah pertanian dan limbah kertas.

##### 4.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter pengujian seperti, *opacity*, *smoothness*, dan ketahanan lipat untuk memperoleh evaluasi kualitas kertas yang lebih komprehensif. Selain itu, kertas daur ulang berbahan kulit jagung dan HVS bekas dapat dikembangkan lebih lanjut pada berbagai aplikasi produk berbasis kertas, seperti kemasan, kerajinan kertas, maupun *cover* buku, sehingga potensi pemanfaatannya dapat dievaluasi secara lebih spesifik.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anfa, Q., Agnafia, D. N., & Sajidah, H. B. N. (2024). Pemanfaatan kulit jagung sebagai bahan pengolahan pembuatan kertas dalam mengurangi limbah organik di Kabupaten Ngawi. *Journal of Human and Education (JAHE)*, 4(4), 674–680. <https://doi.org/10.31004/jh.v4i4.1310>
- Ariyetti, A., Almiah, T., Wijayanti, R., & Anggia, M. (2024). Pembuatan kertas seni dari kertas bekas dengan bermacam varian warna yang berbeda. *Agrintech: Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 7(2), 83–89.
- Evitasari, R. T., Haspadilah, I. H., & Rhomadoni, F. R. (2022). Pembuatan pulp dari kulit jagung dan ampas tebu dengan metode acetosolv pelarut asam cuka apel dengan variasi kulit jagung dan ampas tebu. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(2), 136–143. <https://doi.org/10.29103/jtku.v11i2.8776>
- Fikri, R., & Yuniwati, M. (2022). Pemanfaatan kulit jagung dan tongkol jagung (*Zea mays*) sebagai bahan dasar pembuatan kertas seni dengan penambahan natrium hidroksida (NaOH): Variabel konsentrasi NaOH dengan waktu pemasakan. *Jurnal Inovasi Proses*, 7(2), 75–81. <https://doi.org/10.34151/jip.v7i2.4226>
- Harun, H., Ariani, F., & Fitri, N. A. (2022). Pembuatan kertas lukis dari kulit jagung dengan penambahan NaOH dan zat adiktif koalin & tepung tapioka. *Jurnal Saintis*, 3(2), 73–82.
- Hubbe, M. A. (2006). Bonding between cellulosic fibers in the absence and presence of dry-strength agents: A review. *BioResources*, 1(2), 281–318. <https://doi.org/10.15376/biores.1.2.281-318>
- Hubbe, M. A., Venditti, R. A., & Rojas, O. J. (2007). What happens to cellulosic fibers during papermaking and recycling? A review. *BioResources*, 2(4), 739–788. <https://doi.org/10.15376/biores.2.4.739-788>
- Industry, T. A. of the P. and P. (1999). *T 432 cm-99: Water absorbency of bibulous papers*. TAPPI Press.
- Koshijima, T., & Watanabe, T. (2003). Residual lignin in alkaline pulps. In *Association between lignin and carbohydrates in wood and other plant tissues* (pp. 131–215). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-05191-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-05191-7_5)
- Kristiani, I. R., Fauzie, M. M., & Narto, N. (2016). Pemanfaatan sampah kertas HVS, serbuk kayu sengon (*Paraserianthes falcata*), dan kulit singkong (*Manihot utilissima*) sebagai bahan pembuatan kertas karton. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(3), 111–116. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v7i3.852>
- Manasikana, O. A., Mayasari, A., & Af, N. (2019). Pemanfaatan limbah kulit jagung dan ampas tebu sebagai kertas kemasan ramah lingkungan. *Jurnal Zarah*, 7(2), 79–85. <https://doi.org/10.31629/zarah.v7i2.1457>
- Mathur, V. K. (2004). Novel silicate fibrous fillers and their application in paper. In *2004 TAPPI Paper Summit: Spring Technical and International Environmental Conference Proceedings* (pp. 83–139). TAPPI Press.
- Nasional, B. S. (2015). *SNI 8218:2015: Kertas dan karton untuk kemasan pangan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Oktavia, E., Wirawan, S. K., & Elyani, N. (2016). Peningkatan sifat cetak kertas salut dengan pigmen presipitasi kalsium karbonat berukuran submikron. *Jurnal Selulosa*, 6(2), 61–70. <https://doi.org/10.25269/jsel.v6i02.89>
- Park, J. Y., Lee, T. J., & Kim, H. J. (2014). Effects of nano-sized calcium carbonate on physical and optical properties of paper. *Journal of Korea TAPPI*, 46(4), 1–10. <https://doi.org/10.7584/ktappi.2014.46.4.001>
- Przybysz, P., Dubowik, M., Kucner, M. A., Przybysz, K., & Przybysz Buzala, K. (2016). Contribution of hydrogen bonds to paper strength properties. *PLOS ONE*, 11(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155809>
- Sundari, E. M., Apriani, W., & Suhendra, S. (2020). Uji kekuatan tarik kertas daur ulang campuran ampas tebu, serabut kelapa, dan kertas bekas. *AME: Aplikasi Mekanika Dan Energi: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(1), 28–33. <https://doi.org/10.32832/ame.v6i1.2871>
- Technology, D. U. of. (n.d.). *Diploma in pulp and paper technology: NQF level 6, SAQA ID: 111384*. Durban University of Technology.
- Yang, X., & Berglund, L. A. (2020). Recycling without fiber degradation: Strong paper structures for 3D forming based on nanostructurally tailored wood holocellulose fibers. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(2), 1146–1154. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06176>