

POTENSI LIMBAH JERAMI DAN SEKAM PADI PADA PEMBUATAN KERTAS DENGAN CAMPURAN PATI AREN

T.A Arlintang Prastyani^{1*}

¹ Program Studi Pengembangan Produk Agroindustri/Departemen Teknologi Hayati dan Veteriner/
Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
Corresponding author: teresa.avilla.arlintang.prastyani@mail.ugm.ac.id

ABSTRAK: Indonesia sebagai salah satu negara penghasil beras terbesar menghasilkan limbah jerami dan sekam dalam jumlah besar setiap tahunnya. Namun pengolahan limbah jerami dan sekam padi hingga saat ini belum banyak dikembangkan. Jerami dan sekam diketahui mengandung selulosa hingga 37,31% dan 34,34%-43,80%. Selulosa sendiri merupakan bahan utama pembuatan kertas yang terdapat pada kayu. Oleh karena itu, jerami dan sekam dapat dimanfaatkan sebagai kertas dengan penambahan tepung sagu untuk memperkuat ikatan antar serat dan mencegah robek. Proses pembuatannya meliputi delignifikasi, bleaching, pencetakan kertas, dan analisis parameter kualitas. Parameter kualitas meliputi ketebalan, gramasi, curah, ketahanan air, dan ketahanan minyak. Hasil ketebalan, gramasi, dan bulk tidak konsisten akibat pencetakan kertas manual. Namun hasil perbedaan komposisi jerami dan sekam terlihat pada hasil ketahanan air dan ketahanan minyak. Penggunaan campuran jerami dan sekam mempunyai jalinan serat yang lebih rapat sehingga lebih tahan terhadap minyak.

Kata Kunci: limbah jerami dan sekam, kertas, serat selulosa, delignifikasi, bleaching

ABSTRACT: *Indonesia as one of the largest rice producing countries produces a huge amount of straw and husk waste every year. However, the processing of rice straw and husk waste has not been widely developed until now. Straw and husk are known to contain up to 37.31% and 34.34%-43.80% of cellulose. Cellulose itself is the main ingredient in papermaking contained in wood. Therefore, straw and husk can be used as paper with the addition of palm starch to strengthen the bond between fibers and prevent tearing. The manufacturing process includes delignification, bleaching, paper printing, and quality parameter analysis. Quality parameters include thickness, grammage, bulk, water resistance, and oil resistance. The results on thickness, grammage, and bulk were inconsistent due to manual paper printing. However, the results of differences in straw and husk composition can be seen in the results of water resistance and oil resistance. The use of a mixture of straw and husk has a tighter fiber intertwining so that it is more resistant to oil.*

Key Words: *straw and husk waste, paper, cellulose fiber, delignification, bleaching*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen padi terbesar di dunia. Berdasarkan data perhitungan Badan Pusat Statistik, produksi beras nasional Indonesia 2022 diperkirakan mencapai 32,07 juta ton, meningkat 0,72 ton dari tahun sebelumnya. Bersamaan dengan peningkatan produksi padi di Indonesia menunjukkan adanya peningkatan limbah jerami dan sekam. Jerami merupakan tangkai dan batang padi yang telah diambil buahnya, sedangkan sekam adalah kulit padi yang bulir berasnya telah diambil. Hingga saat ini, pengolahan dan pemanfaatan jerami dan sekam padi dinilai masih kurang optimal. Berdasarkan Apriani, et al. (2022), 36-62% jerami dibakar atau digunakan sebagai pupuk, 31-39%

dijadikan pakan ternak, dan 7-16% digunakan untuk industri. Pemanfaatan sekam padi di masyarakat sendiri juga masih terbatas sebagai media tanam, pakan hewan, dan sisanya terbuang.

Jerami dan sekam diketahui memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Pada umumnya, kandungan selulosa pada jerami mencapai 37,31%, sedangkan pada sekam sebanyak 34,34%-43,80% (Pratiwi, et al., 2016 dan Wulandari, et al., 2021). Selain selulosa, jerami dan sekam juga memiliki kandungan lignin sebesar masing-masing 16,6% dan 25%-30% (Pratiwi, et al., 2016 dan Ristianingsih, et al., 2014). Kandungan selulosa yang tinggi ini lantas dapat membuat kedua bahan tersebut memenuhi syarat dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan kertas. Sebagai mana diketahui bahwa

syarat utama bahan baku pengganti kayu dalam pembuatan kertas adalah bahan yang banyak mengandung selulosa. Selulosa disebut sebagai syarat utama karena mengandung serat yang merupakan bahan baku utama kertas.

Serat pada selulosa dapat diperoleh dengan melakukan proses penghilangan lignin pada bahan. Hal ini disebabkan oleh kandungan lignin yang tinggi dapat mempengaruhi warna kertas menjadi kecokelatan dan tekstur akan menjadi kaku (Dewi, et al., 2019). Maka dari itu, sebelum diolah menjadi kertas diperlukan proses penghilangan lignin pada jerami dan sekam melalui proses delignifikasi. Delignifikasi dilakukan guna mengurangi atau menghilangkan kadar lignin di dalam bahan dengan kandungan lignoselulosa (Fuadi dan Ataka, 2020). Pada umumnya, delignifikasi dilakukan dengan menggunakan larutan alkali berkonsentrasi tinggi, suhu tinggi, dan waktu yang lama (Trisanti, et al., 2015).

Jerami dan sekam yang telah melalui proses delignifikasi selanjutnya sudah dapat dijadikan pulp untuk pembuatan kertas. Namun, hasilnya akhirnya belum akan sempurna. Maka dari itu, diperlukan adanya proses bleaching atau pemutihan. Bleaching merupakan treatment ekstraksi serat selulosa sebagai upaya untuk mendapatkan selulosa murni, menghilangkan lignin yang menyebabkan kekakuan, memutihkan serat selulosa, dan menurunkan ukuran serat selulosa menjadi ukuran nano (Saputri dan Sukmawan, 2020). Proses bleaching umumnya dilakukan dengan menggunakan CH_3COOH dan H_2O_2 . CH_3COOH berperan dalam proses dehemiselulosa sehingga hemiselulosa bisa lepas dari struktur selulosa (Rahmidar, et al., 2018). H_2O_2 digunakan karena basisnya oksigen yang sangat efisien, rendah biaya, dan dampak pencemaran lingkungan yang kecil (Dewanti, 2018).

Selain proses bleaching, jerami dan sekam yang digunakan juga diberi campuran pati aren. Pati aren merupakan pati yang diekstrak dari batang atau pelepah aren. Pelepah aren diketahui memiliki kandungan berupa 18% - 33% lignin, 21,97% - 27,2% selulosa, 47,79% - 49,2% hemiselulosa, dan 22% - 23% holoselulosa (Aminah, et al., 2020). Berdasarkan kandungan tersebut, ditunjukkan bahwa hemiselulosa pada pelepah aren tergolong tinggi karena kadarnya yang >40%. Hemiselulosa sendiri berguna dalam pembuatan kertas untuk mengikat agar kertas dapat lebih kuat dan tidak mudah sobek (Perezet, et al., 2002 pada Aminah, et al., 2020).

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengolahan limbah padat jerami dan sekam padi menjadi produk alternatif guna meningkatkan nilai jual, serta menganalisis kertas dari limbah padat. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan parameter seperti tebal, gramatur, bulk, serta ketahanan terhadap air dan minyak. Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan keseluruhan hasil kertas dengan variasi penggunaan

jerami, sekam dan pati aren, serta perbedaan perlakuan bleaching. Hasil analisis akan digunakan untuk mempertimbangkan kelayakan jual kertas dan penyusunan formulasi komposisi yang sesuai.

METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan baku utama pembuatan kertas adalah sekam padi dan jerami yang dipotong sepanjang ± 2 cm. Bahan lain yang digunakan antara lain air, NaOH, CH_3COOH , H_2O_2 , dan pati aren. Bahan-bahan yang dibutuhkan diperoleh dari Laboratorium Rekayasa Perancangan Agroindustri Program Studi Pengembangan Produk Agroindustri, Fakultas Pengembangan Produk Agroindustri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

B. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan kertas, yaitu: alat cetak kertas, blender, timbangan analitik, timbangan ohaus, cabinet dryer, oven, erlenmeyer 500 mL, gelas ukur 100 mL, gelas beaker 1000 mL dan 250 mL, mikrometer sekrup, pipet tetes, loyang, microfiber, kain saring, pengaduk, kuas, autoklaf, spatula kecil, waterbath, cotton plug, blender, dan penggaris.

C. Metode

Penelitian pembuatan kertas dilakukan dalam tiga tahap, yaitu delignifikasi, bleaching, dan pencetakan

Delignifikasi

Jerami dipotong hingga berukuran ± 2 cm. Sekam dan jerami kemudian direndam dengan larutan NaOH 5% di dalam Erlenmeyer dan ditutup dengan menggunakan cotton plug. Proses delignifikasi dilakukan di dua alat berbeda, yaitu pada waterbath dan autoklaf. Delignifikasi 1 pada waterbath dilakukan pada suhu 80°C selama 3 jam dan diaduk secara manual setiap 15 menit sekali. Pengadukan dilakukan agar semua bagian jerami dan sekam dapat terendam NaOH dengan merata dan terkena panas langsung dari air pada waterbath. Delignifikasi 2 menggunakan autoklaf selama 1.5 jam pada suhu 120°C . Hasil dari kedua delignifikasi kemudian disaring dan dicuci dengan menggunakan aquades.

Bleaching

Bleaching dilakukan dengan menggunakan larutan parasetat yang terdiri dari CH_3COOH , H_2O_2 , dan aquades. Larutan parasetat tersebut kemudian dicampurkan ke masing-masing sekam dan jerami di dalam erlenmeyer dan ditutup dengan menggunakan cotton plug. Campuran tersebut kemudian dibleaching dalam autoklaf selama 2 jam dengan suhu 120°C . Hasil bleaching disaring dan dicuci dengan menggunakan air suling minimal 14 kali hingga cairan pencuci memiliki pH netral. Setelah pH netral, hasil bleaching diperas hingga

air cucian hilang dan dikeringkan semalaman di dalam oven.

Pencetakan kertas

Padatan sekam, jerami, dan pati aren dicampurkan dan ditambahkan air kemudian diblender hingga pulp menjadi halus. Pulp kemudian disaring dengan cetakan dan dikeringkan dengan spons atau microfiber dan dikeringkan semalaman dengan suhu 70 °C.

D. Prosedur Analisis

Sifat fisik kertas diukur sesuai dengan parameter yang telah ditentukan, yaitu ketebalan, gramatur, bulk, dan ketahanan terhadap air dan minyak. Pengukuran ketebalan dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup. Analisis gramatur dilakukan dengan memotong kertas hingga ukuran 10 x 10 cm dan menimbang berat potongan kertas tersebut. Gramatur akan diukur dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Gramatur} = \frac{m \text{ (gram)}}{100 \text{ (} [cm]^2 \text{)}} \times 10000 \text{ (} m^2 \text{)}$$

Bulk didapatkan dengan membagi nilai ketebalan dan gramatur dengan rumus:

$$\text{Bulk, } [cm]^3/g = \frac{\text{Tebal (mm)}}{\text{Gramatur (} [g/m]^2 \text{)}} \times 10000$$

Ketahanan terhadap air dan minyak diketahui dengan meneteskan air dan minyak ke permukaan kertas dan mengukur lama waktu hingga tetesan tersebut menghilang/ pecah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kertas terbuat dari pulp atau bubur kertas yang didapatkan dari pemisahan serat kayu atau bahan lainnya yang mengandung lignin dan selulosa. Bahan baku pada pembuatan pulp kertas kali ini adalah jerami dan atau sekam yang dicampur dan dimodifikasi menjadi 12 perlakuan. Pembeda antar perlakuan adalah banyaknya jumlah jerami dan/ atau sekam yang digunakan, serta ada atau tidaknya proses bleaching pada bahan yang digunakan. Modifikasi campuran pulp kertas terlihat seperti pada tabel 1. Terlihat beberapa perlakuan variabel yang di antaranya tidak menggunakan sekam padi dan perlakuan proses bleaching yang berbeda antar perlakuan.

Tabel 1. Variabel Penambahan Jerami dan Sekam

z	Bleaching	Jerami (g)	Sekam (g)	Pati (g)	Perlakuan
A1	S1 10g S2 10g	J1 10	-	5	Variabel 1 jerami tanpa bleaching (A1 P1)
		J1 5	S3 5	5	Variabel 2 jerami tanpa bleaching + sekam bleaching (A1 P2)

A2	S1 10g S2 10g	J1 10	-	5	Variabel 1 jerami tanpa bleaching (A2 P1)
		J1 5	S4 5	5	Variabel 2 sekam + jerami bleaching (A2 P2)
A3	J2 10g S1 20g	J2 5	S1 5	5	Variabel 2 sekam bleaching + jerami bleaching (A3 P2)
		J4 5	S3 5	5	Variabel 1 jerami + sekam tanpa bleaching (A3 P1)
A4	J2 10g S2 20g	J2 5	S2 5	5	Variabel 1 sekam + jerami tanpa bleaching (A4 P1)
		J4 5	S4 5	5	Variabel 2 sekam + jerami bleaching (A4 P2)
A5	J1 15g	J3 10	-	5	Variabel 1 jerami bleaching (A5 P1)
		J3 5	S1 5	5	Variabel 2 jerami bleaching + sekam delignifikasi 1 tanpa bleaching (A5 P2)
A6	J1 15g S2 10g	J3 10	-	5	Variabel 1 jerami bleaching (A6 P1)
		J3 5	S2 5	5	Variabel 2 jerami bleaching + sekam tanpa bleaching (A6 P2)

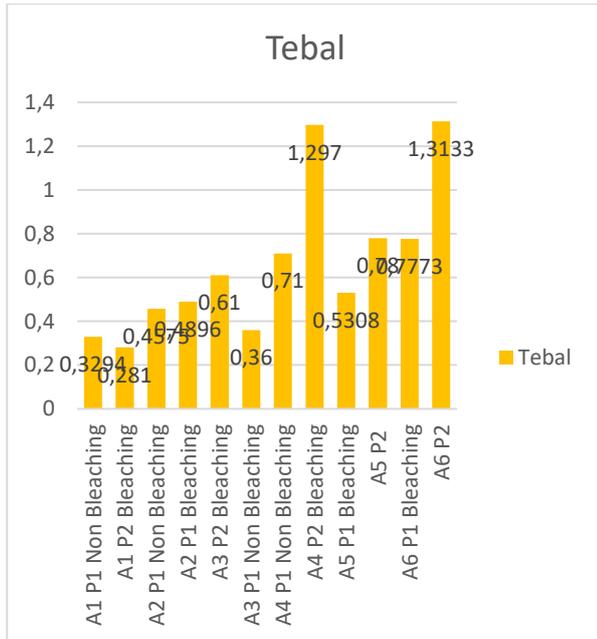
Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

1. Ketebalan

Pengukuran ketebalan pada kertas dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup. Ketebalan kertas mempengaruhi berat kertas dan kekerasannya. Ketebalan kertas juga mempengaruhi gramatur dari kertas yang akan menunjukkan lolos tidaknya suatu kertas dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia. Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat bahwa terdapat keberagaman tebal kertas dari setiap variabel perlakuan.

Berdasarkan grafik, ditunjukkan bahwa kertas paling tebal dihasilkan dari kertas A6 P2 dengan pulp campuran 5 gram jerami bleaching dan 5 gram sekam tanpa bleaching dengan ketebalan mencapai 1,3133 mm. Sedangkan ketebalan paling tipis dihasilkan oleh kertas

A1 P2 dengan pulp campuran 5 gram jerami tanpa bleaching dan 5 gram sekam bleaching dengan ketebalan 0,281 mm. Ketebalan rata-rata seluruh kertas yang dihasilkan adalah 0,661325 mm. Persebaran ketebalan dari paling kecil hingga paling besar menyebar tidak berurut pada perlakuan bleaching ataupun banyaknya jerami dan sekam yang digunakan. Perbedaan dan inkonsistensi ketebalan setiap kertas antar perlakuan bisa disebabkan pembuatan dan pencetakan kertas yang masih manual sehingga ketebalan tidak merata.

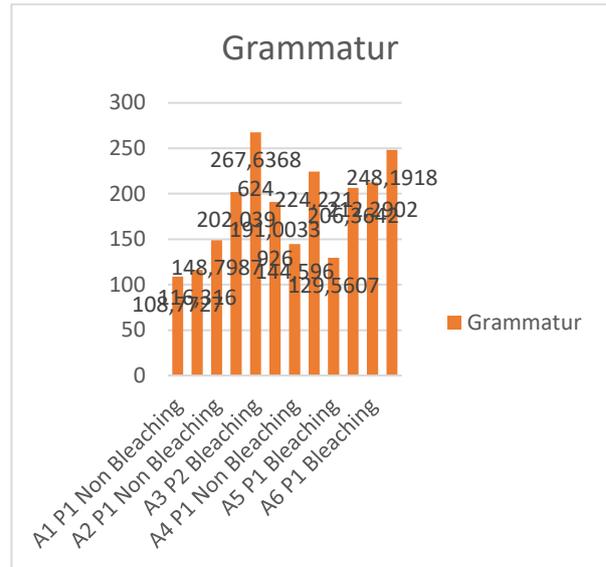


Gambar 1. Diagram Batang Ketebalan Variabel Kertas. Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

2. Gramatur

Gramatur adalah massa kertas per satuan luas kertas dalam meter persegi dengan mengukur berat dasar kertas berukuran 10 x 10 cm dibagi luas kertas (Sukaryono dan Loupatty, 2018). Gramatur umumnya disebut juga berat dari kertas. Prasetyo dan Mahmudi (2021) menyebutkan bahwa nilai gramatur kertas yang semakin tinggi berarti kertas juga semakin tebal. Gramatur memiliki satuan g/m².

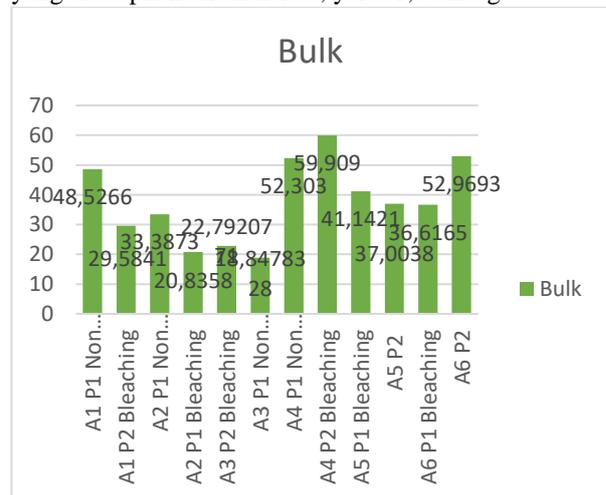
Berdasarkan pengukuran seluruh hasil kertas, gramatur terbesar dihasilkan oleh kertas A3 P2, yaitu variabel 5 gram sekam bleaching + 5 gram jerami bleaching sebesar 267,63 g/m². Sedangkan gramatur terkecil adalah kertas A1 P1 dengan jerami 10 gram tanpa bleaching sebesar 108,7727 g/m². Meskipun demikian, seluruh gramatur kertas yang dihasilkan masih dianggap tidak memenuhi SNI. Berdasarkan SNI 7274:2008 terkait kertas cetak A, standar gramatur adalah 50-100 g/m². Namun, gramatur A1 P1 yang paling mendekati SNI.



Gambar 2. Diagram Batang Gramatur Variabel Kertas. Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

3. Bulk

Bulk yang merupakan nilai volume lembaran kertas dalam sentimeter kubik dibagi dengan massa lembaran kertas dalam gram. Berdasarkan grafik hasil pengukuran bulk pada seluruh sampel kertas, bulk terbesar dimiliki oleh kertas A4P2 dengan 5 gram sekam dan 5 gram jerami bleaching dengan nilai sebesar 59,909 cm³/g. Sedangkan terendah adalah A3 P1 sebesar 18,8478 cm³/g. Namun, kedua angka tersebut masih sangat jauh dari SNI bulk yang ditetapkan untuk kertas, yaitu 1,5 cm³/g.



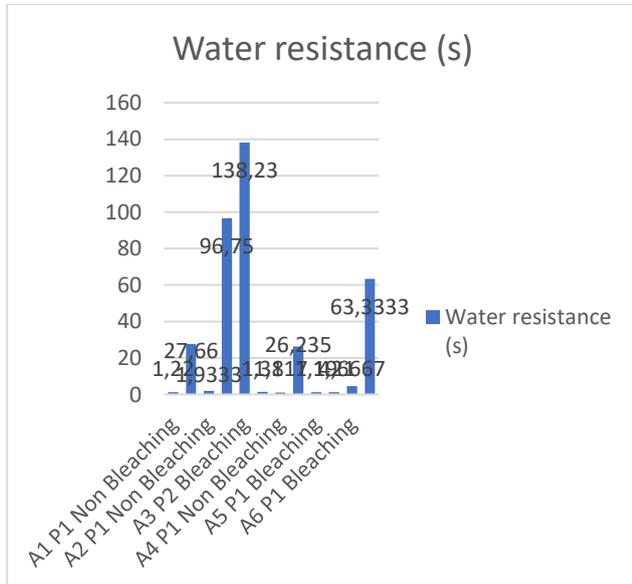
Gambar 3. Diagram Batang Bulk Variabel Kertas. Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

4. Water resistance

Ketahanan air merupakan salah satu parameter penting yang perlu diperhatikan dalam analisis kualitas kertas. Berdasarkan Munashifah, et al. (2018), daya serap air yang semakin tinggi ditunjukkan oleh waktu

penyerapan yang semakin cepat, akibatnya kertas mampu menyerap lebih banyak air dan mudah sobek sehingga dapat dikategorikan sebagai kertas dengan kualitas buruk. Melihat grafik pada gambar 4, variabel A3 P2 5 gram jerami dan 5 gram sekam bleaching menghasilkan kertas paling resisten terhadap air dengan lama waktu tetesan pecah/ menyerap membutuhkan waktu 138,23 detik. Sedangkan kertas dengan ketahanan air paling rendah adalah A4 P1 5 gram jerami dan 5 gram sekam tanpa bleaching dengan lama waktu 1,117 detik.

Perbedaan lama waktu ini dapat disebabkan oleh pengaruh bleaching. Bleaching diketahui bertujuan untuk meningkatkan kecerahan, memperbaiki kemurnian, dan meminimalisir terjadinya degradasi serat selulosa (Trisanti, et al., 2018). Kertas dengan pulp selulosa microbial yang lebih banyak cenderung memiliki daya serap yang lebih rendah dan sulit dipenetrasi oleh air karena jalinan antar serat yang sangat rapat (Syamsu, et al., 2012). Maka dari itu, variabel A3 P2 5 gram jerami dan 5 gram sekam bleaching lebih tahan terhadap air karena kandungan selulosa murni yang lebih banyak dan jalinan serat yang lebih rapat. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat pada gambar 4 diagram batang water resistance; hampir semua jerami dan/atau sekam yang dibleaching memiliki ketahanan terhadap air yang lebih tinggi dari pada kertas yang tidak melalui proses bleaching.



Gambar 4. Diagram Batang Water Resistance Variabel Kertas.

Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

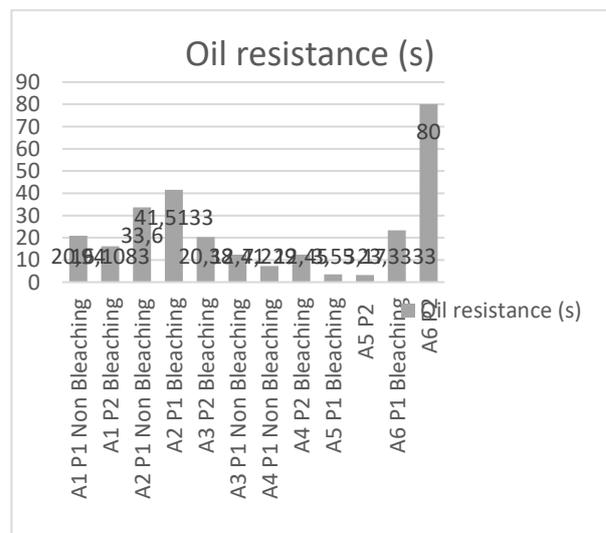
5. Oil resistance

Pada parameter oil resistance, kertas dengan ketahanan terhadap minyak terbaik ditunjukkan oleh kertas A6 P2 dengan perlakuan jerami 5 gram bleaching dan sekam 5 gram tanpa bleaching. Variabel tersebut

membutuhkan 80 detik hingga tetesan minyak pecah dan menyerap ke kertas. Berbanding terbalik dari A6 P2, kertas dengan ketahanan terhadap minyak paling rendah adalah kertas A5 P2. A5 P2 merupakan kertas dengan perlakuan jerami 5 gram bleaching dan sekam 5 gram delignifikasi 1 tanpa bleaching. Kertas tersebut hanya membutuhkan waktu 3,17 sekon untuk minyak agar pecah dan menyerap.

Berdasarkan grafik water resistance dan oil resistance, dapat dilihat bahwa banyak sampel yang memiliki resistensi yang lebih baik terhadap minyak dibandingkan dengan air. Perbedaan ketahanan ini dapat terjadi karena perbedaan kandungan serat pembuatnya. Jerami memiliki serat yang tergolong panjang, sedangkan sekam padi berserat pendek. Ukuran Panjang antar serat ini kemudian menjadi faktor yang mempengaruhi tekstur, kerapatan, kekuatan, dan ketahanan terhadap air dan minyak kertas.

Kertas dari serat panjang memiliki sifat kekuatan yang tinggi karena seratnya dapat saling mengikat dengan kuat (Ribowo, 2010 dalam Ristianingsih, et al., 2017). Meskipun demikian, formasi seratnya kurang rapat karena diantara ikatan antar seratnya terdapat pori-pori kecil yang tidak dapat terisi oleh serat panjang. Sebaliknya, kertas dari pulp yang berserat pendek formasinya akan lebih baik karena tidak ada pori-pori antar ikatan yang kosong. Namun, kekuatannya lebih rendah daripada kertas yang tersusun dari serat panjang. Hal tersebut disebabkan oleh terlalu banyaknya ikatan dan sambungan serat yang terjalin pada kertas. Kertas yang kuat dan berformasi baik dapat dicapai dengan memadukan pemakaian antar serat pendek dan panjang, sehingga jalinan serat dapat mengikat dengan kuat dan pori-pori kecil yang ada dapat terisi oleh serat pendek sehingga rapat dan kokoh.



Gambar 5. Diagram Batang Oil Resistance Variabel Kertas.

Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

6. Warna dan tekstur

a. A1

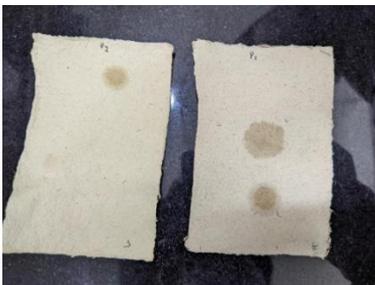
Pengamatan warna menunjukkan bahwa kertas yang dihasilkan oleh perlakuan 2 memiliki warna yang lebih cerah. Hal tersebut disebabkan oleh penambahan 5 gram sekam padi yang telah dibleaching sehingga warna lebih putih/cerah. Perlakuan 2 juga memiliki tekstur yang lebih halus karena pengaruh dari sekam bleaching yang memiliki selulosa yang lebih murni sehingga ukurannya lebih kecil dan rapat. Perlakuan 2 juga memiliki kandungan lignin yang lebih sedikit sehingga tekstur dapat lebih halus dan tidak kaku.



Gambar 5. Hasil Kertas A1 P1 (kiri) dan A1 P2 (kanan).
Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

b. A2

Berdasarkan pengamatan, diketahui warna perlakuan 1 lebih terang dibanding perlakuan 2. Hal ini berbanding terbalik dengan teori yang ada. Perlakuan 1 adalah kertas dari jerami yang tanpa melalui proses bleaching, sedangkan perlakuan 2 terbuat dari jerami dan sekam padi yang telah melalui proses bleaching. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa terjadi kesalahan yang disebabkan oleh human error.



Gambar 6. Hasil Kertas A2 P1 (kiri) dan A2 P2 (kanan).
Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

c. A3

Berdasarkan gambar 7 dan 8, dapat ditarik kesimpulan bahwa kertas perlakuan 2 memiliki warna yang jelas lebih terang dan permukaan yang lebih halus. Hal ini karena

perlakuan 2 merupakan perlakuan 5 gram jerami dan 5 gram sekam yang keduanya dibleaching. Sedangkan perlakuan 1 menggunakan 5 gram jerami dan 5 gram sekam yang tanpa melalui proses bleaching, akibatnya, kertas yang dihasilkan menjadi berwarna agak kuning kecokelatan dan tekstur yang kasar.

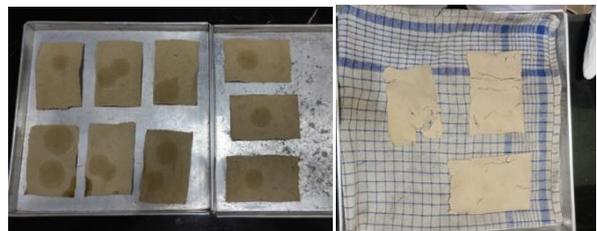


Gambar 7 dan 8. Hasil Kertas A3 P1 (kiri) dan A3 P2 (kanan).

Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

d. A4

Perbedaan kualitas kertas yang signifikan dapat dilihat dari kedua hasil perlakuan kertas A4. Kertas pada gambar 9 adalah kertas variabel 1 dengan menggunakan 5 gram sekam + 5 gram jerami tanpa bleaching. Sedangkan gambar 10 menunjukkan kertas dengan penggunaan masing-masing 5 gram sekam dan jerami bleaching. Kertas pada gambar 9 menunjukkan warna yang cukup gelap akibat bahan baku yang tidak melalui proses bleaching. Sedangkan kertas pada gambar 10 menunjukkan warna yang hampir putih bersih karena kedua bahan baku pembuatnya melalui proses bleaching. Berdasarkan gambar 10, dapat dilihat bahwa perlakuan 2 menghasilkan 3 kertas yang tipis dan hancur. Namun, jika melihat kembali nilai pada parameter ketebalan, rata-rata kertas yang dihasilkan oleh perlakuan 2 menempati urutan kedua paling tebal daei seluruh rata-rata kertas perlakuan lain. Hal ini disebabkan oleh pulp yang terlalu halus sehingga sulit dicetak dan membuat kertas hasil cetakan tidak konsisten. Hal serupa juga terjadi di beberapa pulp kertas perlakuan lain sehingga hasil cetakan, tekstur, dan ketebalan dari setiap perlakuan inkonsisten.



Gambar 9 dan 10. Hasil Kertas A4 P1 (kiri) dan A4 P2 (kanan).

Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

e. A5

Kertas pada gambar 11, yaitu kertas perlakuan 1, dibuat tanpa campuran sekam sama sekali. Jerami 10 gram yang telah dibleaching kemudian dicampurkan dengan pati aren hingga menjadi pulp. Namun, warna yang tidak jauh berbeda ditunjukkan dengan kertas perlakuan 2 yang dibuat dengan 5 gram jerami bleaching dan 2 gram jerami bleaching 1.

f. A6

Kertas yang dihasilkan A6 perlakuan 1 dan 2 juga tidak menunjukkan perubahan yang berarti akibat proses bleaching jerami yang tidak menunjukkan perubahan/pemutihan warna. Namun, dapat dilihat bahwa hasil perlakuan 2 memiliki tekstur yang lebih halus akibat tambahan penggunaan sekam sehingga terjalin serat yang lebih rapat antar jerami dan sekam.



Gambar 11. Hasil Kertas A6 P1 (kiri) dan A6 P2 (kanan).

Sumber: Hasil Praktikum Optimasi Teknologi Hijau Kelas A (2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, limbah jerami dan sekam dapat digunakan sebagai bahan baku kertas dengan dilakukan proses delignifikasi dan bleaching terlebih dahulu sebelumnya. Hasil modifikasi komposisi penggunaan jerami, sekam, dan proses bleaching tidak terlalu memberi banyak perbedaan pada beberapa hasil kertas akibat dari proses pencetakan manual yang menyebabkan inkonsistensi. Pada beberapa kertas terbukti bahwa campuran jerami dan sekam serta proses bleaching menghasilkan kertas dengan tekstur dan warna terbaik karena jalinan serat yang lebih rapat dan selulosa yang lebih murni karena luruhnya kandungan lignin. Jalinan serat panjang jerami dan serat pendek sekam yang saling mengikat dan mengisi menghasilkan kertas dengan formasi yang lebih baik dan tahan terhadap air dan minyak. Warna kertas dengan komposisi jerami dan/ atau sekam yang telah dibleach berwarna lebih terang. Namun, beberapa kertas tidak mengalami perubahan warna menjadi terang/ putih karena proses

bleaching yang belum sempurna. Proses bleaching yang belum sempurna juga menyebabkan serat masih mengandung lignin sehingga hasil akhir kertas memiliki tekstur yang kaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, D., Fatriani, F., & Arryati, H. (2020). Sifat Fisik dan Kimia Pelepeh Aren (*Arenga pinnata* Merr) Untuk Bahan Baku Alternatif Pulp dan Kertas. *Jurnal Sylva Scientiae*, 3(3), 460-465.
- Apriani, R., Susilo, N. A., Shaputra, A. W., & Sabila, F. (2022). LIMBAH JERAMI PADI DI DESA LUBANG BUAYA UNTUK PEMBUATAN KERTAS KARTON. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pamong*, 1(1), 20-24.
- Dewanti, D. P. (2018). Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan *Cellulose Potential of Empty Fruit Bunches Waste as The Raw Material of Bioplastics Environmentally Friendly*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1).
- Dewi, I. A., Ihwah, A., Setyawan, H. Y., Kurniasari, A. A. N., & Ulfah, A. (2019). Optimasi proses delignifikasi pelepeh pisang untuk bahan baku pembuatan kertas seni. *Sebatik*, 23(2), 447-454.
- Fuadi, A. M., & Ataka, F. (2020). Pembuatan Kertas dari Limbah Jerami dan Sekam Padi dengan Metode Organosolv. *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri*, 33-38.
- Indonesia.go.id. Produksi Padi di 2022 Alami Kenaikan. (2022). <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/6142/produksi-padi-di-2022-alami-kenaikan?lang=1>
- Munashifah, Z., Kasjono, H. S., & Suwerda, B. (2018). Pemanfaatan Kertas Bekas, Serabut Kelapa (*Socos nucifera*) dan Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) Untuk Pembuatan Kertas Daur Ulang. *Jurnal Teknologi Kesehatan (Journal of Health Technology)*, 14(2), 65-70.
- Perez, J, J.M. Dorado, T. Rubia, and J. Matinez. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *Int. Microbiol* 5: 53-63.
- Prasetyo, R. A., dan Mahmudi, H. (2021). Analisa Pengaruh Kecepatan Produksi terhadap Gramatur Pembuatan Kertas. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(2), 108-113.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan selulosa dari limbah jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai bahan bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83-91.
- Rahmidar, L., Nurilah, I., & Sudiarty, T. (2018). Karakterisasi Metil Selulosa Yang Disintesis Dari Kulit Jagung (*Zea Mays*). *PENDIPA Journal of Science Education*, 2(1), 117-122.

- Ristianingsih, Y., Angraeni, N., & Fitriani, A. (2017). Proses Pembuatan Kertas Dari Kombinasi Limbah Ampas Tebu Dan Sekam Padi Dengan Proses Soda. *Chempublish Journal*, 2(2), 21-32.
- Ristianingsih, Y., Angreani, N., & Fitriani, A. (2014). Pengaruh Komposisi Sekam Padi dan Ampas Tebu Terhadap Karakteristik Kertas dengan Proses Soda. *Konversi*, 3(2), 15-19.
- Saputri, L. H., & Sukmawan, R. (2020). Pengaruh proses blending dan ultrasonikasi terhadap struktur morfologi ekstrak serat limbah batang kelapa sawit untuk bahan baku bioplastik (selulosa asetat). *Rekayasa*, 13(1), 15-21.
- Sukaryono, I. D., & Loupatty, V. D. (2018). Karakteristik Kertas Berbahan Kertas Bekas dan Limbah Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Majalah Biam*, 14(2), 81-85.
- Syamsu, K., Pespitasari, R., & Roliadi, H. (2012). Penggunaan Selulosa Mikrobial dari Nata De Cassava dan Sabut Kelapa sebagai Pensusstitusi Selulosa Kayu dalam Pembuatan Kertas. *E-jurnal Agro-Industri Indonesia*, 1(2).
- Trisanti, P. N., HP, S. S., Nuraâ, E., & Sumarno, S. (2018). Ekstraksi selulosa dari serbuk gergaji kayu sengon melalui proses delignifikasi alkali ultrasonik. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 19(3), 113-119.
- Wulandari, D. J., Yanti, S., & Arlianti, L. (2021). Pembuatan Asam Oksalat Dari Campuran Sekam Padi Dan Sabut Kelapa Dengan Metode Hidrolisis Alkali. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 2(1), 1-7.