

## KONDISI PROSES DELIGNIFIKASI TERHADAP SIFAT FISIS TISU DARI JERAMI PADI

Natalisa Suseno\*<sup>1</sup>, Tokok Adiarto<sup>2</sup>, Vincentius Haryanto<sup>3</sup>, Raditya Farandi<sup>4</sup>, Gloria Tiffany Masui<sup>5</sup>, Felia Azzahra Ivony<sup>6</sup>

<sup>1,3,4,5,6</sup>Prodi Teknik Kimia Universitas Surabaya

<sup>2</sup>Departemen Kimia Universitas Airlangga

Universitas Surabaya, Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60293, Telp.031-2981005

\*Penulis korespondensi: natalia@staff.ubaya.ac.id

### Abstrak

Pembuatan tisu pada penelitian ini menggunakan serat dari jerami padi sebagai sumber selulosa, dimana dilakukan proses penghilangan lignin dua tahap dengan cara melakukan pemasakan serat jerami padi dengan proses soda menggunakan konsentrasi larutan NaOH 4%-10%, pada suhu 60°C-90°C selama waktu (1-1,5) jam. Tisu hasil delignifikasi dianalisa untuk mendapatkan pengaruh variabel kondisi proses delignifikasi terhadap komposisi kimia (selulosa dan lignin) dan sifat fisik tisu yang dihasilkan, antara lain meliputi kekuatan tarik, daya serap air, dan kemudahan hancur. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan kondisi optimum proses delignifikasi terhadap komposisi kimia dan sifat fisik tisu yang dihasilkan. Hasil percobaan menunjukkan semakin tinggi konsentrasi dan suhu delignifikasi akan meningkatkan kandungan selulosa dan menurunkan kandungan lignin. Kandungan selulosa tertinggi adalah 76,20%, kandungan lignin terendah adalah 0,39%, ketahanan tarik tertinggi adalah 3,034 N/mm<sup>2</sup>, daya serap air tertinggi adalah 118 mm. Semua tisu hasil percobaan mudah hancur oleh air. Kondisi proses terbaik adalah delignifikasi dengan konsentrasi NaOH 8% dan suhu 80°C.

**Kata kunci:** delignifikasi; lignin; pulp; selulosa; tisu

## DELIGNIFICATION PROCESS CONDITIONS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF TISSUE FROM RICE STRAW

### Abstract

The tissue papermaking in this study used fiber from rice straw as a source of cellulose, where a two-stage lignin removal process was carried out by cooking rice straw fiber with a soda process using a concentration of 4% -10% NaOH solution, at a temperature of 60°C-90°C during the time (1-1.5) hours. The delignified tissue was analyzed to obtain the influence of the delignification process condition variables on the chemical composition (cellulose and lignin) and the physical properties of the resulting tissue including tensile strength and water absorption. In addition, the aim of this study was to obtain the optimum conditions for the delignification process for the chemical composition and physical properties of the resulting tissue. The experimental results showed that the higher the concentration and delignification temperature will increase the cellulose content and decrease the lignin content. The highest cellulose content was 76.20%, the lowest lignin content was 0.39%, the highest tensile strength was 3.034 N/mm<sup>2</sup>, the highest water absorption was 118 mm. All the experimental tissues are easily destroyed by water. The best process condition is delignification with NaOH concentration of 8% and temperature of 80°C.

**Keywords:** cellulose; delignification; lignin; pulp; tissue

### PENDAHULUAN

Kertas memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, dimana salah satu jenis kertas penyerap yang sering dibutuhkan sebagai pembersih adalah tisu. Bahan baku yang umum

digunakan pada pembuatan tisu adalah *pulp* yang berasal dari pohon berkayu. Pohon berkayu dipilih karena kandungan selulosanya tinggi, sehingga dapat menghasilkan *pulp* dalam jumlah besar. Untuk mendapatkan *pulp*, kandungan lignin pada kayu harus dihilangkan melalui proses delignifikasi supaya tisu

menjadi lembut dan tidak kaku. Delignifikasi dapat dilakukan dengan memasak serat kayu dengan bahan kimia, antara lain soda kaustik, senyawa sulfat, dan senyawa sulfit.

Bertambahnya industri tisu menyebabkan peningkatan kebutuhan bahan baku. Akibatnya, banyak kawasan hutan yang tereksplorasi, karena kebutuhan bahan baku yang terus meningkat. Hal ini menyebabkan berkurangnya keaneka ragam hayati dan juga mempercepat pemanasan global. Oleh sebab itu, diperlukan bahan baku alternatif sebagai upaya pelestarian lingkungan. Bahan baku alternatif non-kayu yang dapat digunakan adalah berasal dari tanaman berserat yang mengandung selulosa, antara lain jerami padi, jerami gandum, kulit jagung, baggase, dan sebagainya. Jerami padi memiliki komposisi kimia yang terdiri dari selulosa 38,8%, hemiselulosa 39,5%, dan lignin 17,1% (Suryanto, et al., 2014). Jerami padi yang merupakan limbah dari produksi beras dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp untuk pembuatan kertas atau tisu. Selain itu ditinjau dari segi morfologi seratnya, jerami padi memiliki jenis panjang serat panjang yang sesuai untuk pembuatan tisu. Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan produksi padi di Indonesia meningkat dari tahun 2021 hingga 2022 dengan luas panen 1.705 ha menghasilkan produksi adalah 9,7 juta ton GKG (BS, 2022). Peningkatan produksi padi akan berdampak pada bertambahnya limbah jerami padi yang dihasilkan. Sebagian masyarakat lokal memanfaatkan limbah jerami padi sebagai sumber energi yang terbarukan (Rodríguez, et al., 2010).

Pembuatan kertas atau tisu dari bahan baku non-kayu telah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain yang dilakukan oleh Alireza Bazargan (2020) yang melakukan optimasi kondisi proses dalam penghilangan ligin dan silika dari kulit padi. Proses delignifikasi dilakukan dengan proses soda menggunakan variasi konsentrasi larutan NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan suhu pemasakan.

Aremu, dkk (2015) menggunakan bahan baku daun nanas dan jerami padi untuk produksi kertas. Penelitian lainnya dilakukan oleh Popy (2020) dalam pembuatan pulp dengan bahan baku berupa jerami padi dan jerami gandum. Proses delignifikasi dilakukan dengan variasi konsentrasi pelarut KOH, suhu, waktu, dan rasio KOH terhadap bahan baku tertentu. Pembuatan kertas dari bahan recycle telah dilakukan optimasi proses pembuatannya dengan menggunakan bahan baku campuran jerami padi dan kertas bekas (Suseno, N., dkk., 2019).

Kertas yang memiliki gramatur rendah (*lightweight*) umumnya disebut sebagai tisu. Proses pembuatan tisu serupa dengan kertas, hanya berbeda dalam kondisi proses dan karakteristik tisu yang memiliki nilai gramatur rendah pada berbagai jenis tisu (12-40 GSM). Tisu secara komersial dibedakan berdasarkan penggunaannya, antara lain tisu toilet,

tisu wajah, dan tisu napkin. Tisu dapat dihasilkan melalui pengambilan serat halus dari proses pulping atau disebut juga delignifikasi. Bahan baku pembuatan tisu dapat dikelompokkan menjadi bahan kayu dan bahan non-kayu.

Penelitian pembuatan tisu telah dilakukan dengan menggunakan bahan non-kayu dari berbagai jenis limbah organik, namun pada beberapa hasil penelitian pembuatan kertas atau tisu dari bahan baku non-kayu belum banyak yang meneliti pengaruh kondisi proses delignifikasi secara lengkap terhadap komposisi kimia dan sifat fisis dari tisu (kekuatan tarik, daya serap air, dan kemudahan hancur). Terdapat banyak berbagai produk tisu komersial yang belum banyak diteliti dari segi teori dasar pembuatan tisu. Pada pembuatan tisu dengan bahan baku kulit jagung telah dilakukan optimasi kondisi proses delignifikasi untuk mendapatkan sifat fisis untuk jenis tisu komersial mendekati spesifikasi tisu wajah (Suseno, N., et.al. 2021). Pada penelitian ini, dilakukan dua tahap proses delignifikasi dengan menggunakan bahan baku jerami padi. Kondisi proses delignifikasi meliputi variasi konsentrasi larutan NaOH, suhu terhadap komposisi kimia (selulosa dan lignin) dari tisu. Sifat fisis produk tisu ditentukan berdasarkan kekuatan tarik, daya serap air, dan kemudahan hancur.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Jerami padi didapatkan dari limbah pertanian di daerah Malang. 95% NaOH (PT. Tjiwi Kimia), 95% etanol, benzena p.a, asam sulfat 72%, dan asam oksalat p.a.

### Alat

Reaktor kaca, oil bath, blender, seperangkat alat gelas, alat pencetak *pulp*, *oven*, timbangan analitik, dan autograph.

### Prosedur

#### Pembuatan dan Karakterisasi Tisu

Pada tahap awal dilakukan proses penghilangan lignin, dimana jerami padi dicuci dan digiling menggunakan blender. Serat jerami padi didelignifikasi dengan menggunakan larutan NaOH dengan variasi konsentrasi (4%, 6%, 8%, 10%), dan suhu (60°C, 70°C, 80°C, 90°C), rasio serat jerami padi terhadap larutan NaOH adalah 1:30, waktu delignifikasi dua tahap, untuk tahap pertama berlangsung selama 1 jam. Padatan disaring dan dicuci dengan air sampai air pencuci berwarna jernih. Kemudian dilanjutkan dengan delignifikasi tahap kedua dengan konsentrasi larutan yang sama selama 0,5 jam. Padatan disaring dan dicuci kembali sampai bersih. Pulp direndam dengan air secukupnya selama 1 hari, kemudian digiling dengan blender sampai halus. Buburan *pulp* kemudian dicetak menggunakan

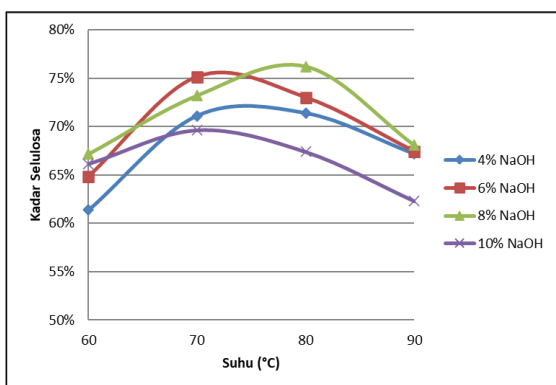
alat cetak tisu. Lembaran yang sudah dicetak kemudian dikeringkan ke dalam oven, sehingga didapatkan tisu yang selanjutnya akan dilakukan analisa untuk mendapatkan komposisi kimia dan sifat fisis.

Pada tahap karakterisasi pulp tisu, dilakukan uji komposisi kimia meliputi komposisi selulosa (SNI 0444-2009) dan lignin (SNI 0492-2008), serta bilangan kappa (SNI 0494:2008). Sifat fisik dari pulp tisu diuji berdasarkan ketahanan tarik tisu menggunakan alat autograph (SNI ISO 1924-2:2010); Untuk mengetahui kemampuan atau daya serap air tisu dilakukan analisa derajat penyerapan air dengan menggunakan metode Klemm (SNI 0499:2008). Analisis kemudahan hancur tisu oleh air untuk mengetahui daya tahan tisu terhadap air berdasarkan (SNI 103:2017).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh konsentrasi NaOH dan suhu delignifikasi terhadap selulosa

Hasil analisa komposisi selulosa pada sampel tisu yang telah melalui delignifikasi dua tahap, untuk setiap konsentrasi larutan NaOH, pada berbagai variasi suhu delignifikasi, ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Komposisi selulosa tisu

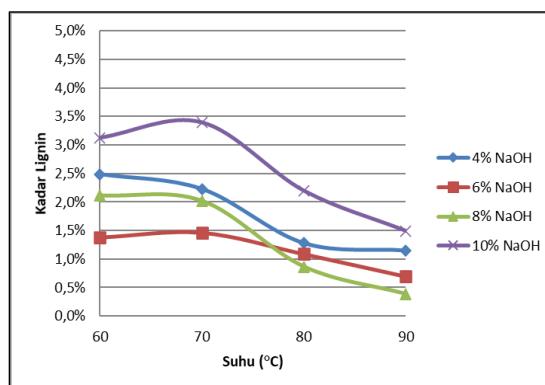
Gambar 1 menunjukkan bahwa kandungan selulosa tertinggi terdapat pada tisu dengan konsentrasi 8% dengan suhu delignifikasi 80°C dan konsentrasi 6% dengan suhu delignifikasi 70°C. Namun, peningkatan konsentrasi NaOH lebih lanjut dapat menyebabkan kandungan selulosa menurun. Lignin mempunyai sifat mengikat selulosa, sehingga semakin banyak lignin yang terhidrolisis, maka semakin banyak pula selulosa yang terlepas dari ikatan lignin (Hassan, et al., 2016). Hal ini terlihat pada Gambar 1 dengan jerami yang dimasak dengan konsentrasi NaOH 10%.

Meningkatnya suhu delignifikasi dapat menyebabkan penurunan kandungan selulosa karena kemungkinan beberapa polimer selulosa yang terdegradasi menjadi molekul yang lebih kecil. Hal ini ditunjukkan pada suhu 80°C dan 90°C,

peningkatan suhu delignifikasi akan meningkatkan kandungan selulosa sampai batas titik maksimum tertentu, kemudian menurun.

#### Pengaruh konsentrasi NaOH dan suhu delignifikasi terhadap lignin

Data-data berikut menunjukkan hasil analisa kandungan lignin pada tisu untuk setiap variasi konsentrasi NaOH dan variasi suhu delignifikasi.



Gambar 2. Komposisi lignin tisu

Semakin tinggi suhu delignifikasi, maka kandungan lignin yang dapat dihilangkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena kelarutan lignin dalam NaOH akan semakin tinggi dengan penambahan suhu, sehingga lignin yang dapat dipisahkan dari dalam pulp tisu akan semakin banyak. Begitu pula dengan dengan semakin meningkatnya konsentrasi NaOH, dapat mempercepat pengurangan lignin pada jerami padi saat delignifikasi. Pada penelitian ini, terdapat penyimpangan pada komposisi lignin dalam yang serat jerami padi yang dimasak dengan konsentrasi NaOH 10% lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang dimasak pada konsentrasi 4%, 6%, dan 8%, dimana kandungan lignin yang lebih tinggi pada pulp tisu dapat disebabkan karena NaOH melarutkan selulosa dan berdampak pada lignin yang tersisa masih cukup tinggi (Harun & Geok, 2016).

Tabel 1. Nilai bilangan kappa vs % lignin

Konsentrasi NaOH (%)	T (°C)	K	% Lignin
4	80	2,60	1,28
6		2,30	1,09
8		1,97	0,89
10		3,99	2,19

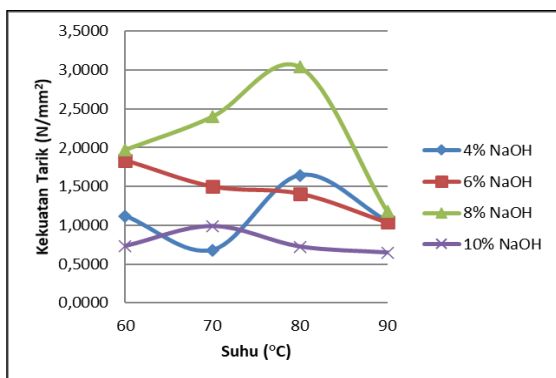
Komposisi lignin dalam pulp tisu dapat ditentukan berdasarkan nilai bilangan kappa. Bilangan kappa menyatakan sisa komposisi lignin di dalam suatu bahan (Burkhardt, 2018), sehingga jika nilai bilangan kappa besar menunjukkan hubungan dengan kandungan lignin dalam bahan tersebut tinggi. Komposisi lignin dalam pulp tisu dapat

diamati secara kualitatif dari penampakan fisik pada pulp tisu yang telah dicetak. Tisu dengan komposisi lignin yang rendah akan menghasilkan warna kuning yang lebih cerah jika dibandingkan dengan tisu yang kandungan lignin-nya lebih tinggi. Selain warna yang cerah, tisu dengan komposisi lignin yang rendah memiliki tekstur yang lebih lembut dan tidak kaku.

Dari Tabel 1, nilai bilangan kappa terendah terdapat pada pulp tisu dari hasil proses pemasakan dengan menggunakan konsentrasi larutan NaOH 8%, sedangkan nilai bilangan kappa tertinggi terdapat pada kondisi pemasakan dengan menggunakan konsentrasi NaOH 10%. Hasil uji bilangan kappa ini sesuai dengan hasil uji kandungan lignin yang ditampilkan pada Gambar 2.

### Pengaruh konsentrasi NaOH dan suhu delignifikasi terhadap ketahanan tarik

Data-data berikut menunjukkan uji kekuatan tarik pada tisu untuk setiap variasi konsentrasi NaOH dan suhu delignifikasi.



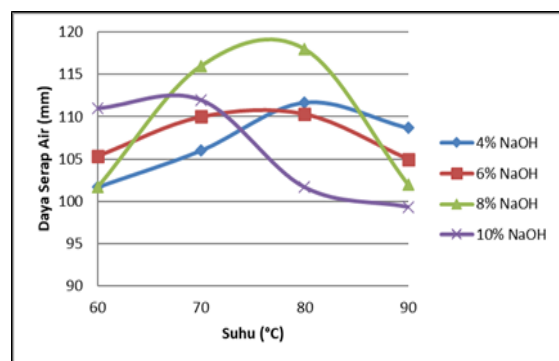
Gambar 3. Hasil uji ketahanan tarik tisu jerami padi

Pada Gambar 3, menunjukkan bahwa tisu hasil pemasakan serat jerami padi dengan konsentrasi NaOH semakin tinggi, memiliki ketahanan tarik yang semakin besar, kecuali pada pulp tisu dengan pemasakan jerami padi pada konsentrasi NaOH 10% (Suseno, et al., 2017). Hasil uji ketahanan tarik yang ditampilkan dalam Gambar 3 berkaitan dengan kandungan selulosa pada Gambar 1, dimana komposisi selulosa meningkat, ketahanan tarik tisu juga meningkat. Ketahanan tarik ini dipengaruhi oleh ikatan hidrogen dalam *pulp* tisu.

Peningkatan suhu secara umum dapat meningkatkan ketahanan tarik tisu. Namun pada titik tertentu, ketahanan tarik akan menurun jika suhu dinaikkan. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, peningkatan suhu dapat menyebabkan kandungan selulosa menurun. Jika kandungan selulosa menurun, maka dapat menyebabkan ketahanan tarik tisu juga menurun. Penyimpangan hasil data yang diperoleh dapat disebabkan karena ikatan hidrogen di dalam satu molekul (intramolekul)

selulosa yang lebih kuat dibandingkan dengan ikatan hidrogen antar molekul (intermolekul) selulosa. Ikatan intermolekul menyebabkan pembentukan struktur supramolekul, sementara ikatan intramolekul menyebabkan kekakuan tertentu pada molekul selulosa di dalam tisu. Selain karena ikatan hidrogen dalam pulp, perbedaan ini juga dapat disebabkan karena proses pencetakan pulp yang kurang baik sehingga pulp kurang terikat dengan baik.

### Pengaruh konsentrasi NaOH dan suhu delignifikasi terhadap daya serap air



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi NaOH dan suhu delignifikasi terhadap daya serap air

Gambar 4 di atas merupakan hasil pengujian daya serap tisu terhadap air. Daya serap air diukur dengan ketinggian air pada tisu setelah tisu dicelupkan ke dalam air selama 10 menit. Daya serap air secara tidak langsung dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH dan suhu, dimana konsentrasi NaOH dan suhu akan mempengaruhi kandungan selulosa. Semakin tinggi selulosa, maka semakin tinggi daya serap air karena molekul-molekul selulosa memiliki gugus -OH yang dapat mengikat molekul air (H<sub>2</sub>O) (Gigac, 2020). Namun juga terdapat data yang tidak sesuai dengan yang seharusnya, yaitu untuk tisu dengan konsentrasi 10% NaOH. Hal ini disebabkan karena tisu yang dicetak secara manual memiliki gramatur yang berbeda-beda sehingga diperoleh ketebalan yang berbeda-beda pula. Semakin tebal tisu maka semakin banyak air yang dapat diserap.

### Pengaruh tisu jerami padi dengan tisu komersial

Pada penelitian ini, tisu dengan hasil terbaik (selulosa tertinggi, lignin terendah, ketahanan tarik tertinggi, dan daya serap air tertinggi) yaitu 8%; 80°C, dibandingkan dengan tisu komersial. Tisu komersial yang digunakan sebagai pembanding adalah jenis tisu toilet dan tisu makan. Tisu toilet dan tisu makan dipilih karena secara fisik, kenampakan dan kemampuan penyerapan airnya mendekati karakteristik dari tisu jerami padi.

**Tabel 2.** Perbandingan tisu jerami padi dengan tisu komersial

Tisu Uji	% Selulosa	% Lignin	Ketahanan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )
8%; 80°C	76,20	0,87	3,04
Toilet A	87,80	0,71	3,10
Toilet B	89,24	0,50	3,20
Tisu Makan X	77,42	2,03	3,51
Tisu Makan Y	80,11	2,31	3,67

**Tabel 3.** Perbandingan tisu jerami padi dengan tisu komersial (Cont'd)

Tisu Uji	Daya Serap Air (mm)	Mudah Hancur oleh Air
8%; 80	118	Ya
Toilet A	121	Ya
Toilet B	125	Ya
Tisu Makan X	110	Tidak
Tisu Makan Y	115	Tidak

Ditinjau dari kandungan selulosa dan ligninnya, tisu jerami padi memiliki karakteristik yang mendekati tisu komersial. Tisu komersial memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi, karena bahan yang digunakan berbeda dengan yang digunakan dalam penelitian ini. Dari segi ketahanan tarik dan daya serap air, tisu jerami padi juga mendekati karakteristik yang dimiliki oleh tisu komersial. Jika ditinjau dari segi daya serap air, tisu Jerami padi lebih tinggi daripada tisu makan A dan B.

Secara keseluruhan, tisu jerami padi mendekati karakteristik pada tisu makan ataupun tisu toilet. Namun tisu jerami padi cenderung mendekati tisu toilet setelah dilakukan pengujian mudah hancur oleh air. Berdasarkan pengujian mudah hancur oleh air, tisu jerami padi dan tisu toilet dapat terurai, sementara pada tisu makan tidak terurai. Tisu makan diproduksi untuk dapat menyerap air atau minyak dan tidak mudah terurai setelah menyerap air atau minyak. Berbeda dengan tisu toilet yang mengutamakan tingginya daya serap air, namun saat dibuang harus lebih mudah terurai. Dari segi mudah hancur, warna, gramatur untuk satu lapis, serta daya serap air, tisu jerami padi memenuhi spesifikasi seperti SNI Tisu Toilet.

### SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu semakin tinggi suhu pemasakan dan semakin tinggi suhu pemasakan dan konsentrasi NaOH dapat menghasilkan kandungan selulosa yang semakin tinggi sampai titik tertentu kemudian menurun. Semakin tinggi suhu pemasakan

dan konsentrasi NaOH, menghasilkan kandungan lignin yang semakin menurun. Ketahanan tarik tisu semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH. Daya serap air meningkat sesuai dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang sejalan dengan peningkatan kandungan selulosa. Kondisi terbaik untuk membuat tisu jerami padi adalah pada kondisi proses delignifikasi dengan menggunakan konsentrasi NaOH 8% pada suhu 80°C menghasilkan tisu dengan komposisi selulosa 76,20; 0,87%, ketahanan tarik 3,04 N/mm<sup>2</sup>, daya serap air 118 mm, dan mudah hancur oleh air. Tisu jerami padi pada kondisi terbaik memiliki karakteristik sesuai dengan tisu toilet.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aremu, M.O., Rafiu, M.A., and Adedeji, K.K. (2015). 'Pulp and Paper Production from Nigerian Pineapple Leaves and Corn Straw as Substitute to Wood Source,' *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(4), pp. 1180–1188.
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. (2022). 'Produksi Padi di Indonesia Menurut Provinsi (ton).' [Online] Diakses dari: <https://jatim.bps.go.id/statictable/>
- Bazargan, A., Wang, Z., Barford, J. P., Saleem, J., and McKay, G. (2020). 'Optimization of the Removal of Lignin and Silica from Rice Husks with Alkaline Peroxide,' *Journal of Cleaner Production*, part of ISBN: 09596526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120848>
- Burkhardt, S. (2018). 'Does the Kappa Number Method Accurately Reflect Lignin Content in Nonwood Pulps?' *Tappi Journal*, 17(11), pp. 611-617. <https://doi.org/10.32964/TJ17.11.611>
- Ghazy, M.B.M. (2014). 'Effect of Temperature and Time on the Kraft Pulping of Egyptian Bagasse,' *International Journal of Science and Research (IJSR)*, ISSN 2319-7064.
- Gigac, J., Fišerová, M., Stankovská, M., & Maholányiová, M. (2020). 'Prediction of Water-Absorption Capacity and Surface Softness of Tissue Paper Products Using Photoclinometry,' *O Papel*, 80(8), pp. 91-97.
- Harun, S., and Geok, S.K. (2016). 'Effect of Sodium Hydroxide Pretreatment on Rice Straw Composition,' *Indian Journal of Science and Technology*, 9(21), pp. 1-9. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i21/95245>
- Hassan A., Salleh, A.M. and Jafferi N. (2016). 'The Effects of Sodium Hydroxide Content on Mechanical and Physical Properties of Rice Straw,' *Paper ARPJ Journal of Eng. and Applied Sciences*, pp. 11-12.

- Popy, R. S., Nayeem, J., Arafat, K. M. Y., Rahman, M. M., & Jahan, M. S. (2020). 'Mild Potassium Hydroxide Pulping of Straw,' *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 3(4), pp. 100015.
- Herry, P. & Noor, A.A. (2017). 'Pengaruh Waktu Pengeringan dan Jenis Limbah Organik terhadap Kualitas Tisu,' *5th URECOL Proceeding*, pp. 253-260.
- Rodríguez, A., Sánchez R, Requejo, A., and Ferrer, A. (2010). 'Feasibility of Rice Straw as a Raw Material for the Production of Soda Cellulose Pulp,' *Journal of Cleaner Prod*, 18(10), pp. 1084-91.
- Suryanto, H., Marsyahyo, E., Irawan, Y.S., Soenoko, R. (2014). 'Morphology, Structure, and Mechanical Properties of Natural Cellulose Fiber from Mendong Grass (*Fimbristylis Glubosa*),' *Journal of Natural Fibers*, 11.
- Suseno, N., Gondokesumo, M.E., Permatasari, P.R. (2021). 'Utilization of Corn Husk for Tissue Papermaking,' *AIP Conference Proceedings*, 040019. [Online] Diakses dari: <https://doi.org/10.1063/5.0067417>
- Suseno, N., Sapei, L., Purwanto, E., Adiarto, T. (2017). 'Effect of Delignification Process on Physical Properties of Sugarcane Bagasse Paper,' *AIP Conference Proceedings*, ISBN 978-0-7354-1510-2.
- Suseno, N., Sylviana Y., Amelia, H. (2016). 'Metode Pembuatan Kertas Tisu Ramah Lingkungan dari Kulit Jagung Menggunakan Dua Tahap Proses Delignifikasi,' Universitas Surabaya, IDP000N043697.