

PENGARUH KANDUNGAN SELULOSA DAN LIGNIN PADA *PULP* KULIT PISANG KEPOK DALAM PEMBUATAN KERTAS SENI

Putri Ramadhany^{1*}, Velia Oktovani¹, Tony Handoko¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung 40141

*E-mail: pramadhany@unpar.ac.id

ABSTRAK

Kulit pisang merupakan limbah biomassa yang belum banyak dimanfaatkan. Kulit pisang mengandung selulosa yang dapat digunakan dalam pembuatan kertas seni. Pada penelitian ini, pembuatan kertas dilakukan dengan metode alkalisasi menggunakan larutan NaOH (4, 6, dan 8%-b). Rasio kulit pisang terhadap larutan NaOH dijaga pada 1:8 b/v. Proses pemasakan dilakukan pada 100 °C dan 1,5 jam. Analisa yang dilakukan adalah analisa kandungan pulp (selulosa dan lignin) serta analisa kualitas produk kertas (gramatur dan indeks tarik). Penambahan sizing agent berupa CMC (Carboxymethyl cellulose) sebanyak 5%-b dilakukan pada formulasi terbaik untuk meningkatkan kekuatan tarik pada kertas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 6%-b memberikan kekuatan tarik terbaik sebesar 6,16 Nm/g dan gramatur sebesar 158 g/m². Penambahan CMC dapat meningkatkan kekuatan tarik menjadi menambah kekuatan tarik kertas menjadi 7,735 Nm/g.

Kata kunci: kulit pisang, selulosa, kertas

1. PENDAHULUAN

Konsumsi kertas hingga tahun 2020 mencapai 399 juta metrik ton dan konsumsinya akan terus meningkat (Statista, 2021). Konsumsi kertas yang terus meningkat ini menjadi perhatian bagi praktisi dan pemerhati lingkungan. Penggunaan kayu sebagai bahan baku utama pembuatan kertas akan mendorong penebangan hutan dalam skala besar dan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, penggunaan limbah biomassa non-kayu mulai dijadikan alternatif bahan baku dalam pembuatan kertas. Saat ini hanya 8% dari industri kertas yang menggunakan biomassa non-kayu sebagai bahan baku utama pembuatan kertas (Wisur dkk., 1993).

Kulit pisang merupakan limbah biomassa yang belum banyak dimanfaatkan dan sekitar 2 juta ton kulit pisang terbuang percuma per tahunnya (BPS, 2018). Padahal kulit pisang mengandung selulosa sekitar 12%, sehingga kandungan selulosa yang cukup tinggi ini dapat dimanfaatkan dalam pembuatan kertas (Pelissari dkk., 2014). Karakteristik dan morfologi biomassa non-kayu memegang peranan penting dalam proses pemasakan (*pulping*). Pada umumnya, limbah biomassa non-kayu mengandung lebih banyak selulosa dari pada lignin, sehingga lebih mudah untuk diproduksi pada temperatur dan konsentrasi bahan kimia yang rendah. Karakteristik utama dari biomassa non-kayu adalah kandungan serat pendek ($\leq 2\text{mm}$) dan *bulk density* yang rendah (Azeez, 2018).

Proses *pulping* pada biomassa non-kayu biasanya dilakukan dengan metode Kraft, sulfit, soda, dan alkali dengan konsentrasi yang rendah. *Pulping* dengan soda biasanya menghasilkan *pulp* dengan grade yang rendah. Metode Kraft biasanya dilakukan untuk bahan baku daun dan jerami. Alkali kuat seperti NaOH biasanya digunakan dalam proses *pulping* untuk metode Kraft dan alkali. Alkali kuat dapat mendorong terjadinya degradasi lignin dan meningkatkan yield selulosa (Azeez, 2018). Selain itu, untuk meningkatkan kualitas kertas, penambahan aditif juga dilakukan. *Sizing agent* berupa pati, CMC (*Carboxymethyl cellulose*), dan PVF (*Polyvinylformamide*) ditambahkan untuk mengoptimalkan struktur dan ikatan serat kertas (Azeez, 2018).

Beberapa penelitian dalam pembuatan kertas dari kulit pisang telah dilakukan. Novianti dkk. (2016) melakukan metode alkalisasi dengan memvariasikan konsentrasi NaOH dalam pembuatan *pulp* kulit pisang dan menghasilkan kertas dengan karakteristik kertas buram. Allita dkk. (2018) membuat *pulp* dengan mencampurkan bahan baku ampas tebu dan kulit pisang dan menggunakan metode organosolv. Kertas yang dihasilkan memiliki ketahanan sobek sebesar 4,018 kN/m dan ketahanan tarik 20,5 N.

Penelitian ini meninjau pengaruh konsentrasi larutan NaOH pada pembuatan *pulp* dari kulit pisang terhadap kadar selulosa dan lignin *pulp*, gramatur kertas, dan indeks tarik kertas.

2. METODE

2.1 Pembuatan Kertas

Bahan baku pisang kepok dibeli di pasar lokal Kota Bandung. Kulit pisang lalu dikeringkan hingga memiliki kadar air hingga 8%-b. Kulit pisang lalu dimasak dengan rasio b/v antara kulit pisang dan larutan NaOH adalah 1:8. Konsentrasi NaOH divariasikan antara 4, 6, dan 8%-b. Campuran kulit pisang, *sizing agent*, dan larutan NaOH dimasak pada suhu 100 °C selama 1,5 jam hingga terbentuk bubur *pulp*. Bubur *pulp* lalu disaring, dicetak, dan dikeringkan pada oven 75 °C hingga kadar air 3%-b.

2.2 Analisa Kadar Selulosa dan Lignin

Pengukuran kadar selulosa dan lignin pada kulit pisang dan *pulp* kertas mengikuti standar Norman dan Jenkins, sedangkan kadar lignin mengikuti standar Klason sesuai dengan SNI 14-0492-1989 (BSNI, 2008; Norman and Jenkins, 1933; Sluiter et al., 2008).

2.3 Analisa Kualitas Kertas

Analisa gramatur dan indeks tarik dilakukan pada kertas yang dihasilkan. Analisa gramatur dilakukan dengan mengikuti standar yang sesuai dengan SNI 14-0499-1989 (BSNI, 2008). Indeks tarik didapatkan dari pembagian kekuatan tarik (dalam N/m) terhadap gramatur kertas (dalam g/m²). Analisa kekuatan tarik dilakukan menurut metode SNI 14-0437-1989 dengan alat *Texture Analyzer*. Sampel kertas yang panjangnya 10 cm dan lebar 5 cm dijepit kedua ujungnya (atas dan bawah) dengan jarak 180 mm pada alat *tensile tester* (BSNI, 2008).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kadar Selulosa dan Lignin

Kadar selulosa dan lignin yang didapatkan pada bahan baku kulit pisang adalah 44%-b dan 19%-b, sedangkan kadar selulosa dan lignin pada *pulp* kertas dapat ditemukan pada Tabel 1. Dapat dilihat bahwa terdapat penurunan kadar selulosa pada *pulp* kertas setelah melalui proses pemasakan (*pulping*) dengan larutan NaOH. Pada biomassa, selulosa dilindungi oleh lignin. Proses pemasakan alkali dilakukan untuk mengeliminasi lignin dan mengekstrak selulosa (Lebo dkk., 2001). Konsentrasi NaOH mempengaruhi kadar selulosa dan lignin pada *pulp* kertas. Jika konsentrasi NaOH terlalu rendah maka lignin sulit untuk dihancurkan, akibatnya yield selulosa yang didapatkan juga rendah. Namun, jika konsentrasi NaOH terlalu tinggi maka serat selulosa pun akan ikut terdegradasi (Azeez, 2018; Humphreys dkk., 2010).

Dapat dilihat pada Tabel 1, kandungan selulosa tertinggi didapatkan dengan menggunakan larutan NaOH 6%-b. Penambahan konsentrasi NaOH menjadi 8%-b menurunkan kadar selulosa menjadi 37%-b. Hal ini dapat disebabkan oleh proses degradasi selulosa. Pada kondisi alkali, selulosa dapat terdegradasi menjadi produk organik yang mudah larut dalam air seperti α dan β *isosaccharinic acid* (ISA) (Humphreys dkk., 2010).

Penggunaan larutan NaOH 6%-b pada proses *pulping* juga dapat menurunkan kadar lignin dari 19%-b hingga 5,41%. Jika dibandingkan dengan penggunaan larutan NaOH 4 %-b yang hanya mengurangi kadar lignin hingga 9,26%-b, penggunaan larutan NaOH 6%-b menunjukkan hasil terbaik. Menambahkan kadar NaOH hingga 8%-b tidak dapat mengurangi kadar lignin lebih jauh. Penambahan NaOH dapat memutuskan rantai makromolekul lignin menjadi fragmen-fragmen organik yang terlarut dalam air. Namun, penambahan NaOH dalam jumlah besar dapat mendorong reaksi kondensasi, di mana fragmen-fragmen organik lignin bereaksi kembali menjadi rantai makromolekul lignin yang tidak terlarut dalam air (Hagiopol and Johnston, 2011).

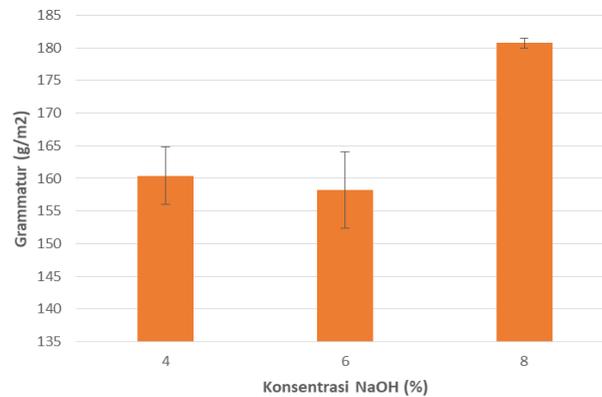
Tabel 1. Analisis kadar selulosa dan lignin pada *pulp* kertas

Kadar NaOH (%-b)	<i>Pulp</i> Kertas		
	Selulosa (%-b)	Lignin (%-b)	Rasio Selulosa/Lignin
4	32,5 ±0,685	9,26 ±0,370	3,51
6	39,5 ±0,707	5,41 ±0,215	7,30
8	37 ±0,500	12,45 ±0,219	2,97

3.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan *Sizing Agent* Terhadap Indeks Tarik dan Gramatur Kertas

Profil gramatur kertas terhadap perubahan konsentrasi larutan NaOH dapat dilihat pada Gambar 1. Terlihat bahwa larutan NaOH 6%-b memberikan gramatur paling rendah (158 g/m²) dibandingkan dengan penggunaan larutan NaOH 4 dan 8%-b. Gramatur kertas dapat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti bahan baku dan fraksinasi serat. Kandungan lignin yang tinggi pada *pulp* NaOH 4 dan 8%-b menyebabkan gramatur kertas meningkat

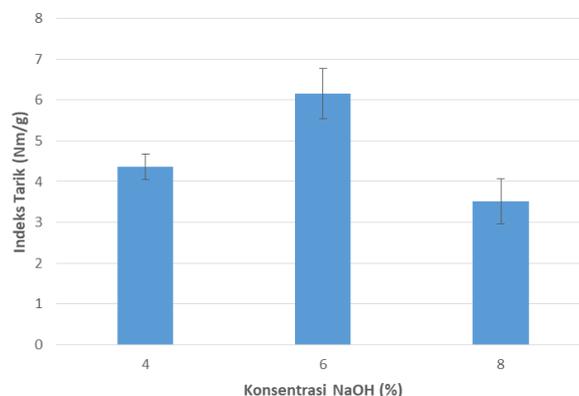
menjadi 160 dan 180 g/m². Lignin merupakan lem alami yang menyebabkan ikatan serat semakin rapat dan padat. Semakin rapat dan padat ikatan antar serat, maka gramatur kertas yang dihasilkan juga akan semakin tinggi (Kaul and Ibrahim, 2013).



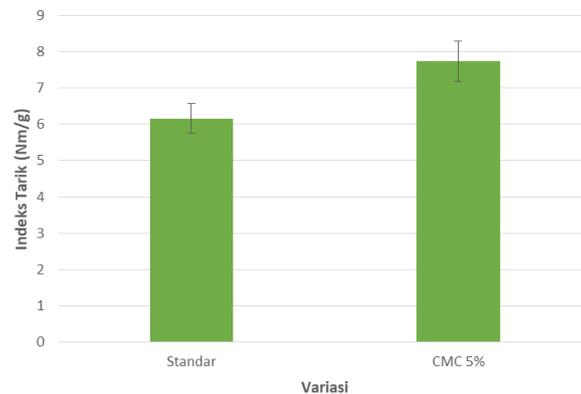
Gambar 1. Profil gramatur kertas terhadap perubahan konsentrasi NaOH

Profil indeks tarik kertas pada berbagai konsentrasi larutan NaOH dapat dilihat pada Gambar 2. Kertas yang menggunakan larutan NaOH 6%-b menghasilkan indeks tarik sebesar 6,16 Nm/g. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan kertas yang menggunakan larutan NaOH 4 dan 8%-b. Banyak hal yang mempengaruhi indeks tarik kertas, seperti struktur serat, ikatan serat, dan fraksinasi serat (Lebo dkk., 2001). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Molin dan Teder (2002), rasio selulosa yang tinggi dapat meningkatkan indeks tarik dan menurunkan indeks robek kertas. Penggunaan larutan NaOH 6%-b menghasilkan *pulp* dengan rasio selulosa terhadap lignin sebesar 7,3. Rasio ini lebih besar dibandingkan dengan *pulp* lainnya. Kandungan lignin yang tinggi pada kertas dapat menyebabkan kertas menjadi rapuh. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Germgård dkk. (1980).

Jika dibandingkan dengan indeks tarik kertas seni komersial yang berada pada nilai 6,42 Nm/g, indeks tarik kertas dengan larutan NaOH 6%-b masih di bawah standar yang ada. Oleh karena itu, *sizing agent* berupa CMC (*Carboxymethyl cellulose*) ditambahkan untuk mengoptimalkan indeks tarik kertas. Pada Gambar 3 dapat dilihat profil indeks tarik kertas terhadap penambahan *sizing agent*. Penambahan CMC 5%-b dapat meningkatkan indeks tarik kertas menjadi 7,735 Nm/g. CMC bertindak sebagai agent pengikat dan mengurangi tendensi terjadi flokulasi pada *pulp*, meningkatkan retensi air pada *pulp*, dan akhirnya meningkatkan indeks tarik kertas (Beghello dkk., 1997; Hubbe, 2006; Laine dkk., 2002). Kertas yang didapatkan dengan formulasi konsentrasi NaOH 6%-b dan penambahan CMC dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2. Profil indeks tarik kertas terhadap perubahan konsentrasi NaOH



Gambar 3. Profil indeks tarik kertas terhadap penambahan *sizing agent*



Gambar 4. Kertas dari kulit pisang (a) dengan konsentrasi NaOH 6%-b dan (b) dengan konsentrasi NaOH 6%-b dan 5%-b CMC

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, larutan NaOH 6%-b merupakan pelarut terbaik untuk menurunkan kadar lignin pada *pulp*. Penambahan konsentrasi NaOH melebihi 6%-b akan menyebabkan reaksi kondensasi makromolekul lignin. Rasio selulosa terhadap lignin yang tinggi menghasilkan kertas dengan indeks tarik yang tinggi. Penambahan CMC dapat meningkatkan kualitas indeks tarik kertas karena sifatnya sebagai agen pengikat dan memperkuat ikatan antar serat. Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya bahan baku kulit pisang dapat dicampurkan dengan biomassa serat panjang seperti jerami untuk meningkatkan indeks tarik dan kelenturan kertas.

PUSTAKA

- Allita, Y., Gala, V., Citra, A.A. and Retnoningtyas, E.S., 2018, Pemanfaatan ampas tebu dan kulit pisang dalam pembuatan kertas serat campuran, *J. Tek. Kim. Indones.*, 11 (2), 101.
- Azeez, M.A., 2018, *Pulping of Non-Woody Biomass*, *Pulp Pap. Process.*, InTech, available at: <https://doi.org/10.5772/intechopen.79749>.
- Beghella, L., Long, L. and Eklund, D., 1997, Laboratory study on carboxymethylcellulose as a wet-end additive in paperboard making, *Pap.Puu.*, 79 (1), 55–57.
- BPS., 2018, *Produksi Buah-Buahan Menurut Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Barat*.
- BSNI., 2008, *Pulp - Cara Uji Kadar Selulosa Alfa, Beta, Dan Gamma*.
- Germgård, U., Hartler, N. and Mjöberg, P.J., 1980, Contributions from pulp components to paper brittleness, *Cellul. Chem. Technol.*, 14 (4), 549–556.
- Hagiopol, C. and Johnston, J.W., 2011, *Chemistry of Modern Papermaking*, CRC Press, available at: <https://doi.org/10.1201/b11011>.
- Hubbe, M., 2006, Bonding between cellulosic fibers in the absence and presence of dry-strength agents - A review, *BioResources*, 1 (2), 281–318.
- Humphreys, P.N., Laws, A. and Dawson, J., 2010, *A Review of Cellulose Degradation and the Fate of Degradation Products Under Repository Conditions*, Cumbria.
- Kaul, R.H. and Ibrahim, V., 2013, Lignin-degrading enzymes: an overview, *Bioprocess. Technol. Biorefinery Sustain. Prod. Fuels, Chem. Polym.*, John Wiley & Sons, Hoboken.

- Laine, J., Lindström, T., Nordmark, G. and Risinger, G., 2002, Studies on topochemical modification of cellulosic fibres. Part 2. The effect of carboxymethyl cellulose attachment on fibre swelling and paper strength, *Nord. Pulp Pap. Res. J.*, 17 (1), 50–56.
- Lebo, S.E., Gargulak, J.D. and McNally, T.J., 2001, Lignin, *Kirk-Othmer Encycl. Chem. Technol.*, John Wiley and Sons.
- Molin, U. and Teder, A., 2002, Importance of cellulose/hemicellulose-ratio for pulp strength, *Nord. Pulp Pap. Res. J.*, 17 (1), 14-19a.
- Norman, A.G. and Jenkins, S.H., 1933, Lignin Content of Cellulose Products, *Nature*, 131 (3316), 729–729.
- Novianti, P. and Eko Setyowati, W.A., 2016, Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Alami dengan Metode Pemisahan Alkalisasi, *Semin. Nas. Pendidik. Sains VI 2016, Indonesia*.
- Pelissari, F.M., Sobral, P.J. do A. and Menegalli, F.C., 2014, Isolation and characterization of cellulose nanofibers from banana peels, *Cellulose*, 21 (1), 417–432.
- Sluiter, A., Hames, B., Ruiz, R., Scarlata, C., Sluiter, J., Templeton, D. and Crocker, D., 2008, *Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass*, Colorado.
- Statista., 2021, Paper consumption worldwide from 2020 to 2030, available at: <https://statista.com>.
- Wisur, H., Sjöberg, L.A. and Ahlgren, P., 1993, Selecting a potential Swedish fibre crop: Fibres and fines in different crops as an indication of their usefulness in pulp and paper production, *Ind. Crops Prod.*, 2 (1), 39–45.