



PEMANFAATAN BATANG TANAMAN TALAS (*Colocasia esculenta L.*) SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN PULP DENGAN PROSES SODA

Prasetyo Budi Nugroho*, Shinta Nur Vania, Ahmad M Fuadi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jalan Ahmad Yani, Tromol Pos 1, Pabelan Kartasura, Surakarta, 57102

Korespondensi: HP: 085883337273, e-mail: d500180097@student.ums.ac.id

Abstrak

Kertas merupakan bahan yang mempunyai sifat tipis dan rata yang sebagaian besar komposisinya terbuat dari kayu dengan kadar serat 39%. Semakin bertambah pesat industri pulp dan kertas di Indonesia, maka diperlukan bahan baku alternatif yang dapat memiliki nilai tambah dan mengurangi penggunaan bahan baku berupa kayu. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui besar kadar lignin dan perolehan pulp optimum yang dihasilkan dalam pembuatan pulp dari batang talas menggunakan proses soda dengan diawali pelepasan pektin. Metodologi penelitian ini adalah melakukan tahap dehidrasi atau membersihkan bahan baku dari pengotor, setelah itu dilakukan ekstraksi pektin kemudian dilanjutkan tahap pembuatan pulp (pulping), lalu tahap terakhir pada penelitian ini adalah analisa kadar lignin dan perolehan pulp. Pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi NaOH (0,5 % ; 1 % ; 1,5 % ; 2 % ; 2,5 %) sebagai larutan pemasak dan variasi waktu pemasakan pada tahap pulping (30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit). Kondisi optimum pembuatan pulp dari batang talas dengan proses soda diawali dengan pretreatment ekstraksi pektin diperoleh pada konsentrasi NaOH 1% dengan waktu 90 menit dan diawali dengan pretreatment ekstraksi pektin dengan hasil kadar lignin 1,68% dan perolehan pulp 65,93%.

Kata kunci: lignin, pelepasan pektin, proses soda, pulp, talas

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan jaman menjadi semakin modern, kebutuhan kertas di Indonesia juga akan meningkat. Hal ini didasari karena adanya perkembangan ilmu dan teknologi (IPTEK) sehingga pertumbuhan industri pulp dan kertas di Indonesia meningkat tiap tahunnya. Luasnya hutan menjadikan pembuatan pulp serta kapasitas industri kertas nasional di Indonesia meraih 12, 98 juta ton pada 2013 serta menggapai 13, 40 juta ton pada 2014. Terlebih pada 2050 mendatang, kebutuhan serat hutan ataupun fiber selaku bahan baku pulp serta kertas

bertambah sampai 237% jadi 2, 7 miliyar m³. Setiap hektar hutam alam akan memperoleh hasil kayu rata- rata sebanyak 60 m³ (Khairuna, 2018).

Proses soda atau soda *pulping* adalah metode pembuatan pulp kimia dengan menggunakan natrium hidroksida sebagai bahan kimia Larutan NaOH juga dipercaya dapat memutuskan ikatan antar serat sehingga dapat mempercepat proses pembuatan pulp. Selain itu, limbah hasil pembuatan pulp menggunakan proses soda tidak berbahaya karena tidak menimbulkan pencemaran lingkungan (Holm & Niklasson, 2018).

Pektin adalah spesies tertentu, dan telah dianggap sebagai polisakarida yang paling kompleks secara struktural di alam. Pektin adalah heteropolisakarida kompleks yang ditemukan di dinding sel primer dan lamela tengah tanaman terestrial yang terdiri dari dua domain struktural utama (Mao dkk., 2020). Panda & Manickam (2019) melakukan ekstraksi pektin dengan menggunakan metode refluks karena waktu pemrosesan lebih cepat jika dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional, seperti ekstraksi soxhlet, maserasi, infus, ekstraksi padat-cair (SLE) yang memerlukan waktu lebih lama.

Penelitian dari Khairuna (2018) memaparkan hasil bahwa rendemen pulp yang dihasilkan pada penelitian sebesar 65.03%. Dapat diketahui pula kadar selulosa talas mencapai 40%, hemiselulosa 35,07%, lignin pada talas 24,02%. Penelitian oleh Khairuna (2018) tersebut dilakukan tanpa pelepasan pektin. Kadar lignin yang dihasilkan masih tergolong cukup tinggi, untuk menghasilkan kadar lignin yang rendah dengan perolehan pulp yang optimum maka dilakukan pelepasan pektin. Hasil yang diperoleh pada penelitian kali ini diharapkan sesuai dengan kualitas pulp yang berdasarkan standar *Technical Association Pulp and Paper Industry* (TAPPI) seperti pada Tabel 1 (Supraptiah dkk., 2014) :

Tabel 1 Kualitas pulp kertas

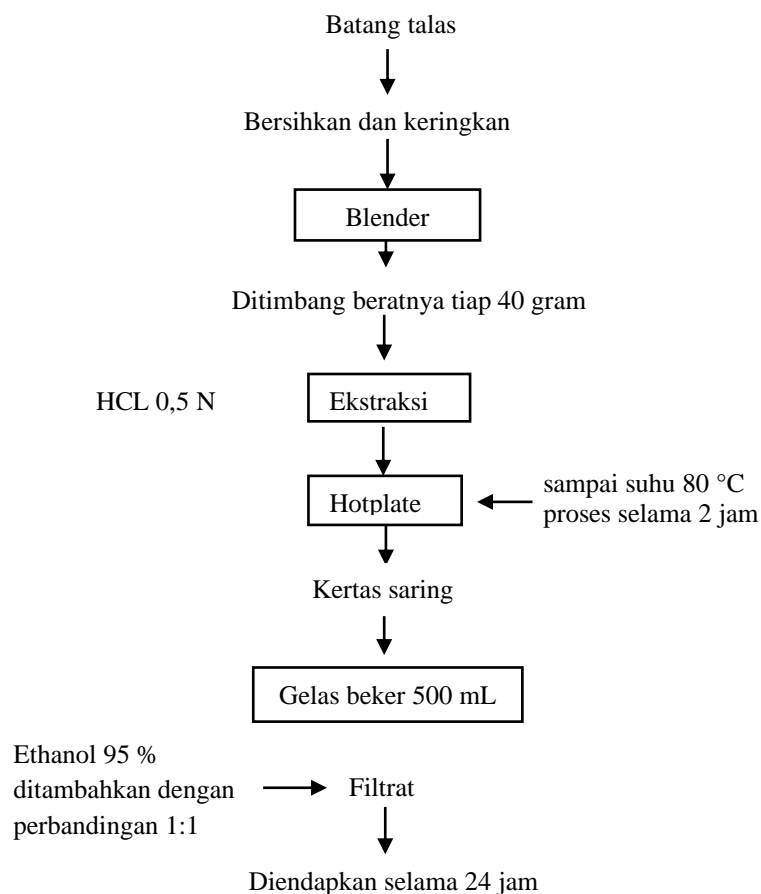
Parameter	Baik	Cukup	Kurang
Bilangan Kappa	14-20	35-50	60-110
Lignin (%)	<5	3,12-4,45	>7
Perolehan pulp (%)	90-95	55-90	40-55

(Sumber : *Technical Association Pulp and Paper Industry* (TAPPI))

2. Bahan dan Metode

Bahan baku berupa Batang talas (*Colocasia esculenta L.*) yang diperoleh dari Desa Gonilan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Alat yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu aerator, ayakan 20 mesh, blender, cawan porselen, corong kaca, erlenmeyer, gelas bekkor, *hot plate*, *heat mantle*, kaca arloji, kain saring, karet hisap, kondensor spiral, labu leher tiga, labu ukur, *magnetic stirrer*, neraca analitik, *oven*, penangas air, pengaduk kaca, pipet ukur, pipet volume, statif, *thermometer*.

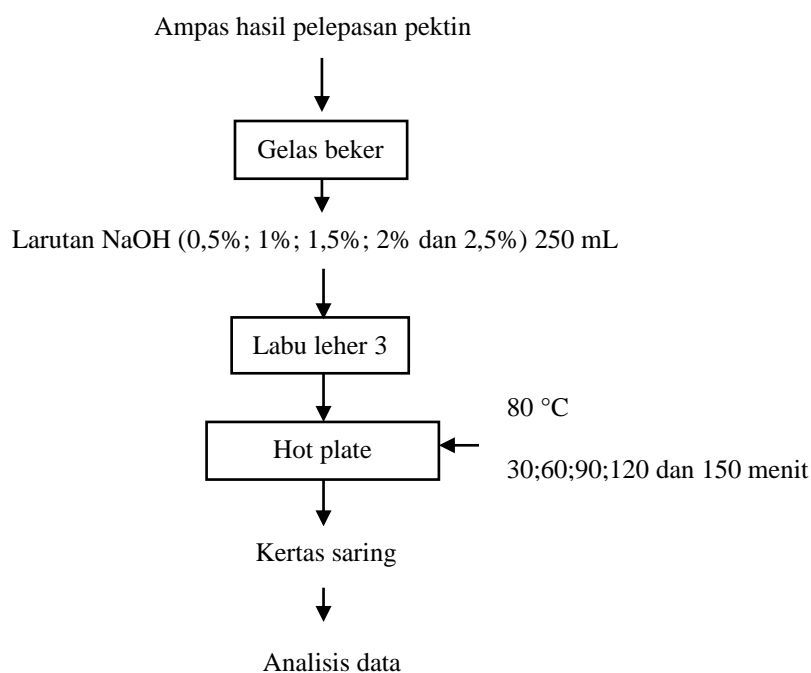
Penelitian ini terdiri dari empat tahap yaitu tahap dehidrasi yaitu bahan baku dicuci bersih kemudian dikeringkan dengan sinar matahari selama 2 hari sampai kadar air mencapai 10% atau kurang dari 10% karena kadar air yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi viskositas dan kualitas pulp (Dewi dkk., 2009). Tahap kedua yaitu ekstraksi pektin, kemudian tahap pembuatan pulp, lalu analisis kadar lignin dan perolehan pulp.



Gambar 1 Diagram alir proses pelepasan pektin

Batang talas yang sudah kering dimasukkan Blender hingga menjadi serbuk. Serbuk batang talas kemudian ditimbang sebanyak 40 gram. Kemudian HCl 37% diambil menggunakan pipet ukur sebanyak 4,2 mL. dan dilarutkan dalam aquades 350 mL. 40 gram talas dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan larutan HCl dimasukkan sebagai pengestraksi. Kemudian kondensor dipasang pada labu leher 3 dan dipasang selang masuk pada bagian bawah kondensor dan selang keluar pada bagian atas kondensor. Aerator dan *hot plate* dinyalakan kemudian dipasang *thermometer* pada labu leher 3 dan diatur hingga suhu 80 °C. Ekstraksi pektin dilakukan selama 2 jam (Zulmanwardi & Paramita, 2019).

Selanjutnya tahap pembuatan pulp (*pulping*) Ampas hasil ekstraksi pektin yang sudah kering selanjutnya dimasukkan kedalam gelas beker yang ditambahkan larutan NaOH (0,5%; 1%; 1,5%; 2% ; dan 2,5%) 250 mL dan dimasukkan ke dalam labu leher 3. Lalu *hot plate* dioperasikan pada *temperature* 80 °C dan operasi berlangsung sesuai dengan waktu yang di variasikan (30, 60, 90, 120 dan 150 menit.). Batang talas yang telah dimasak dikeluarkan dari labu leher 3 lalu didinginkan hingga suhu kamar. Padatan yang telah kering ditimbang (sebagai berat pulp kering), selanjutnya dilakukan analisa perolehan pulp dan lignin.



Gambar 2 Diagram alir proses pembuatan pulp

Analisis hasil penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu analisis perolehan pulp dan analisis kadar lignin. Analisis perolehan pulp dilakukan berdasarkan SNI 0698:2010 sedangkan analisis kadar lignin dilakukan berdasarkan SNI 0494:2008. Analisis perolehan pulp dapat dihitung dengan persamaan berikut (Kusyanto dkk., 2020) :

$$\text{Perolehan pulp} = \frac{\text{berat pulp kering}}{\text{berat talas}} \times 100\% \quad (1)$$

Analisis kadar lignin dilakukan dengan cara pulp kering ditimbang sebanyak 1 gram. Analisis kadar lignin diawali dengan pengujian bilangan kappa. Uji blanko dilakukan untuk mendapatkan volume titrasi blanko agar dapat menghitung bilangan kappa. Langkah pertama untuk uji blanko adalah Aquades 200 mL, KMnO_4 25 mL, H_2SO_4 25 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 500 mL. Kemudian larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ digunakan untuk titrasi. titrasi dilakukan sampai berubah warna dari ungu menjadi bening. Uji bilangan kappa dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Tanah, 2013) :

$$K = \frac{Vb - Vp}{w} \times d \quad (2)$$

$$d = 10^{\left(\frac{0,00093 \times vb - vp}{0,3 - 0,5}\right)} \quad (3)$$

Keterangan :

K = nilai bilangan kappa

Vb = volume blanko (mL)

Vp = volume titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)

w = berat sampel pulp (g)

Uji kadar lignin dilakukan untuk mengetahui jumlah kadar lignin yang terkandung dalam sampel. Uji kadar lignin dilakukan setelah diperolehnya nilai bilangan kappa. Kadar lignin pulp dapat dihitung menggunakan persamaan (Tanah, 2013) :

$$\text{Kandungan lignin} = 0,15\% \times \text{bilangan kappa} \quad (4)$$

3. Hasil dan Diskusi

Pada penelitian yang telah dilakukan pada pembuatan pulp dari Batang talas dengan proses soda dan menggunakan NaOH sebagai pelarut. Data-data *raw material* dapat dilihat pada Tabel 2.

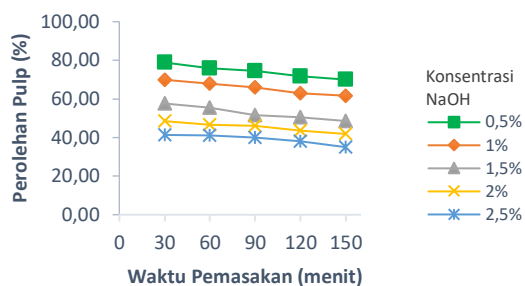
Tabel 2 *Raw material*

Volume Titrasi	d	Bilangan Kappa	Kadar Lignin
9,7	1,000445	18,66	2,80

Pembuatan pulp dari Batang talas dilakukan dengan variasi konsentrasi NaOH yaitu 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan suhu yang digunakan pada pembuatan pulp 80 °C karena semakin tinggi suhu pemasakan maka kandungan pada pulp semakin rendah. Kandungan air yang tinggi kurang baik karena akan berpengaruh pada viskositas pulp dan mengakibatkan kualitas pulp yang dihasilkan kurang baik. Menurut Bahri (2017) proses pulping pada pelarut organik umumnya berlangsung pada suhu diatas 130 °C. Menurut persamaan Arrhenius, semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin besar lignin yang tersisih dari biomassa. Namun pada penelitian kali ini dilakukan *pretreatment* pelepasan pektin yang berfungsi untuk menyempurnakan delignifikasi sehingga suhu yang digunakan kurang dari 130 °C agar kualitas pulp tetap terjaga dengan baik.

3.1 Hubungan Konsentrasi NaOH Dan Waktu Pemasakan Terhadap Perolehan Pulp dan Kadar Lignin dengan *Pretreatment* Ekstraksi Pektin

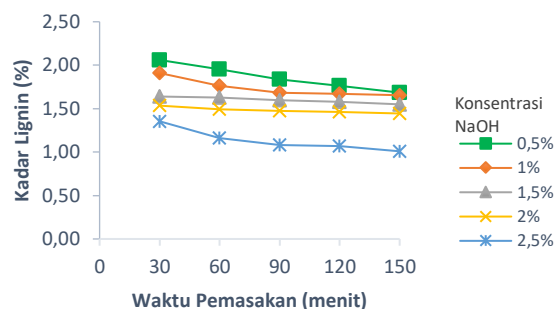
Pembuatan pulp dari Batang talas menggunakan 5 variasi waktu yaitu, 30, 60, 90, 120, 150 menit. Data hasil penelitian dari pembuatan pulp dengan proses soda dari batang talas (*Colocasia esculenta L.*) diawali dengan pelepasan pektin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik hubungan konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan terhadap perolehan pulp

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa konsentrasi NaOH yang tinggi dan waktu pemasakan yang lama menghasilkan perolehan pulp yang rendah. Perolehan pulp tertinggi diperoleh dari konsentrasi NaOH 0,5% yaitu 78,84% dan perolehan pulp terendah diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5% yaitu 35,01%. Perolehan pulp optimal dapat diperoleh dari konsentrasi NaOH 1% dengan waktu pemasakan 90 menit yaitu 65,93%. Jika dibandingkan dengan standar *Technical Association Pulp and Paper Industry* (TAPPI) seperti pada Tabel 1 (Supraptiah dkk., 2014) perolehan pulp termasuk dalam kategori cukup, karena jika kondisi optimal diambil pada konsentrasi 0,5% dengan perolehan pulp 78,84% maka lignin yang terdegradasi akan kurang optimal karena waktu pemasakan kurang maksimal dan mengakibatkan degradasi lignin berlangsung kurang sempurna sehingga mempengaruhi kualitas pulp yang akan dihasilkan (Osman & Ahmad, 2018).

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu pemasakan maka kadar lignin yang dihasilkan akan semakin kecil.

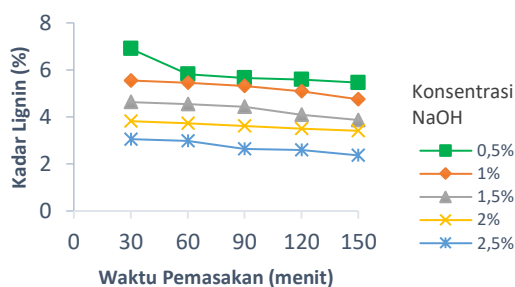


Gambar 4. Grafik hubungan konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan terhadap kadar lignin

Salah satu yang menjadi acuan pada kualitas pulp adalah besarnya bilangan kappa. Banyaknya lignin yang terpisahkan juga dapat dilihat dari hasil perhitungan bilangan kappa yaitu, semakin rendah nilai bilangan kappa maka semakin rendah pula nilai lignin yang dihasilkan. Pada pembuatan pulp memang seharusnya lignin dihasilkan sekecil mungkin karena lignin bersifat menolak air dan kaku, juga dapat menimbulkan warna gelap pada pulp sehingga diperlukan zat pemutih pada proses *bleaching* yang cukup banyak. Pada Gambar 4 kadar lignin paling rendah sebesar 1,01% pada konsentrasi NaOH 2,5% dan waktu pemasakan 150 menit. Menurut Bahri (2017) kualitas pulp kertas dari bahan non-kayu yang baik adalah jika kadar lignin berkisar antara 1,25 – 1,75%. Sehingga berdasarkan pada Gambar 4 hasil kadar lignin optimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 1% dan waktu pemasakan 90 menit dengan perolehan kadar lignin 1,68%. Kondisi optimum kadar lignin tidak diambil pada konsentrasi NaOH 2,5% karena jika kadar lignin terlalu kecil maka akan mempengaruhi kualitas kekuatan pulp (Rulianah dkk., 2020). Dapat dikatakan bahwa hubungan konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan terhadap kadar lignin adalah berbanding terbalik, karena semakin besar konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu pemasakan maka kadar lignin yang dihasilkan semakin rendah.

3.2 Hubungan Konsentrasi NaOH Dan Waktu Pemasakan Terhadap Perolehan Pulp dan Kadar Lignin tanpa *Pretreatment* Ekstraksi Pektin

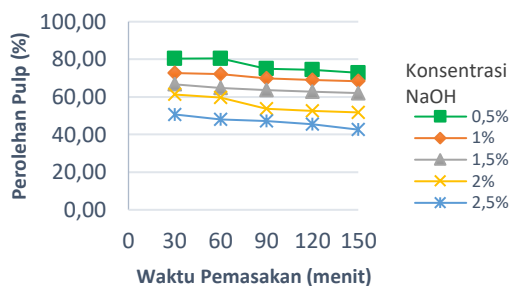
Hasil yang diperoleh dari pembuatan pulp tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa kadar lignin terendah terdapat pada waktu pemasakan 150 menit sebesar 2,37% sedangkan kadar lignin tertinggi sebesar 6,9% dengan waktu pemasakan 30 menit.



Gambar 5 Grafik hasil kadar lignin tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin

Kadar lignin yang dihasilkan dari pembuatan pulp tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin masih tergolong cukup tinggi sehingga pelepasan pektin sangat berpengaruh dalam pembuatan pulp karena sangat efektif untuk mengurangi kadar lignin dalam bahan baku pulp. Lama waktu pemasakan sangat berpengaruh pada proses pembuatan pulp, karena semakin lama pemasakan maka semakin besar pula lignin yang larut dan semakin banyak pula lignin yang terpisah dari bahan baku. Namun jika waktu pemasakan lama, maka perolehan pulp akan semakin rendah (Andaka & Wijayanto, 2019).

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu pemasakan maka perolehan pulp yang dihasilkan akan semakin kecil.



Gambar 6 Grafik hasil perolehan pulp tanpa *pretreatment* ekstrasi pektin

Perolehan pulp terendah diperoleh pada waktu pemasakan 150 menit sebesar 72,83% sedangkan perolehan pulp tertinggi terdapat pada waktu pemasakan 30 menit dengan konsentrasi NaOH 0,5% sebesar 80,47%. Dari data hasil penelitian di atas dapat dilihat bahwa *pretreatment* pelepasan pektin dapat menurunkan kadar lignin lebih dari 1,5%. Untuk perolehan pulp dapat dilihat pula semakin besar konsentrasi dan lama waktu pemasakan maka perolehan pulp semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan jika konsentrasi NaOH semakin besar maka kadar selulosa yang di dalam bahan baku akan berkurang dan menyebabkan penurunan kadar pulp.

Rizky Amelia dkk. (2021) melakukan pembuatan pulp menggunakan bahan baku campuran tandan kosong kelapa sawit dan pelepah pisang dengan variasi waktu 75, 90, 105, 120, 135 menit dan konsentrasi NaOH 7% dan 9%. Diperoleh kondisi optimum dengan konsentrasi 9% dan waktu pemasakan selama 120 menit menghasilkan kadar pulp sebesar 68,94% dan kadar lignin 11,21%. Dewi dkk. (2019) melakukan pembuatan pulp menggunakan bahan dasar pelepah pisang dengan konsentrasi NaOH 1%, 2%, 3% dan waktu pemasakan 90, 120, 130 menit. Kondisi optimum didapatkan dari konsentrasi NaOH 3% dengan waktu pemasakan 130 menit menghasilkan kadar lignin sebesar 2,637% dan perolehan pulp sebesar 80,713%.

Berdasarkan literatur di atas penelitian pembuatan pulp dari campuran tandan kosong kelapa sawit dan pelepah pisang oleh Rizky Amelia dkk. (2021) dan pembuatan pulp dari pelepah pisang oleh Dewi dkk. (2019) menghasilkan

perolehan pulp yang yang dapat dikategorikan tinggi, namun dikarenakan penelitian tersebut tidak diawali ekstraksi pektin maka kadar lignin yang dihasilkan masih cukup tinggi. Konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan yang besar juga berpengaruh dalam hasil perolehan pulp dan kadar lignin. Sehingga dapat dikatakan bahwa *pretreatment* ekstraksi pektin sangat efektif untuk mengurangi kadar lignin dalam pulp namun tetap menghasilkan kadar pulp yang sesuai dengan standar (Supraptiah dkk., 2014). Sehingga dari data hasil penelitian di atas kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 1% dengan waktu 90 menit dan diawali dengan *pretreatment* ekstraksi pektin dengan hasil kadar lignin 1,68% dan perolehan pulp 65,93%. Pelepasan pektin sudah cukup efektif digunakan untuk pembuatan pulp karena menghasilkan kadar lignin yang sesuai standar industri pulp SNI 0698:2010, SNI 0494:2008 dan *Technical Association Pulp and Paper Industry* (TAPPI).

4. Simpulan dan Saran

Kondisi optimum pembuatan pulp dari batang talas dengan proses soda diawali dengan *pretreatment* ekstraksi pektin diperoleh pada konsentrasi NaOH 1% dengan waktu 90 menit dan diawali dengan *pretreatment* ekstraksi pektin dengan hasil kadar lignin 1,68% dan perolehan pulp 65,93%. Semakin lama waktu pemasakan maka semakin banyak lignin yang larut dengan pelarut NaOH, sehingga kadar lignin semakin menurun. Kemudian semakin besar konsentrasi NaOH maka semakin banyak pula lignin yang terdegradasi, sehingga kadar lignin semakin menurun. Sedangkan perolehan pulp akan semakin rendah jika konsentrasi NaOH semakin besar, dikarenakan konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi akan mendegradasi selulosa sehingga rendeman pulp yang dihasilkan rendah. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan *pretreatment* ekstraksi pektin sangat efektif untuk menurunkan kadar lignin dan tetap mendapatkan perolehan pulp yang optimum.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penggunaan bahan pelarut organik lain selain NaOH, atau dapat menggunakan bahan baku lain yang memiliki

kandungan selulosa lebih tinggi. Perlu juga dilakukan uji struktur dan kandungan agar dapat lebih mengetahui karakteristik pulp yang dihasilkan.

5. Daftar Pustaka

1. Andaka, G., & Wijayanto, D. (2019). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu untuk Memproduksi Pulp dengan Proses Soda. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XIV, 2019*(November), 427–434.
2. Bahri, S. (2017). Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 36. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.72>
3. Dewi, I. A., Ihwah, A., Setyawan, H. Y., Kurniasari, A. A. N., & Ulfah, A. (2019). Optimasi Proses Delignifikasi Pelepah Pisang Untuk Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni. *Sebatik*, 23(2), 447–454. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v23i2.797>
4. Dewi, T. K., & Wulandari, Ariza, R. (2009). Pengaruh Temperatur, Lama Pemasakan, dan Konsentrasi Etanol pada Pembuatan Pulp Berbahan Baku Jerami Padi Dengan Larutan Pemasak Naoh-Etanol. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(3), 11–20.
5. Endang Supraptiah, Ningsih, A. S., Sofiah, & Apriandini, R. (2014). Pengaruh Rasio Cairan Peasak (AA Charge) Pada Proses Pembuatan Pulp Dari Kayu Sengon (*Albizia Falcataria*) Terhadap Kualitas Pulp. *Kinetika*, 5, 14–21.
6. Holm, A., & Niklasson, R. (2018). *The effect on wood components during soda pulping*. 49. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/254921/254921.pdf>
7. Khairuna. (2018). *PEMANFAATAN BATANG GENJER (Limnocharis Flava) dan KERTAS DENGAN MENGGUNAKAN NaOH DAN CaO*. 1(2), 56–63.
8. Kusyanto 1), Ibnu Eka Rahayu 1), A. N. 2). (2020). Prosiding 4. *PENGARUH KONSENTRASI CH3COOH PADA PEMBUATAN PULP DARI BATANG PISANG DENGAN BANTUAN GELOMBANG MIKRO*, 124–129.
9. Mao, Y., Millett, R., Lee, C. S., Yakubov, G., Harding, S. E., & Binner, E. (2020). Investigating the influence of pectin content and structure on its functionality in bio-flocculant extracted from okra. *Carbohydrate Polymers*, 241(May), 116414. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116414>

10. Osman, S., & Ahmad, M. (2018). Chemical and thermal characterization of Malaysian bamboo lignin (Beting & Semantan) extracted via soda pulping method. *AIP Conference Proceedings*, 1985. <https://doi.org/10.1063/1.5047196>
11. Panda, D., & Manickam, S. (2019). Cavitation technology-the future of greener extraction method: A review on the extraction of natural products and process intensification mechanism and perspectives. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/app9040766>
12. Rizky Amelia, S., Yerizam, M., & Dewi, E. (2021). Analisis Karakteristik Pulp Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepah Pisang dengan Pelarut NaOH. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 389–393. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.91>
13. Rulianah, S., Prayitno, P., Sindhuwati, C., Ayu, D. R. A., & Sa'diyah, K. (2020). Penurunan Kadar Lignin pada Fermentasi Limbah Kayu Mahoni Menggunakan *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(1), 81. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v4i1.139>
14. Tanah, S. (2013). *Standar Nasional Indonesia Pulp - Cara uji bilangan kappa*.
15. Zulmanwardi, & Paramita, V. D. (2019). Proses Pembuatan Pulp Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza Sativa*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, 2019*, 70–75.