

**PENGARUH WAKTU DAN PELEPASAN PECTIN TERHADAP  
BILANGAN KAPPA PADA PROSES PEMBUATAN  
PULP DARI AMPAS TEBU****Fery Andriyanto<sup>1,\*</sup>, Ahmad M Fuadi<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

\*) Email : d500190030@student.ums.ac.id

(Received : 25-01-2024; Revised: 25-02-2024; Accepted: 31-03-2024)

**Abstrak**

Indonesia merupakan salah satu negara besar, sehingga kebutuhan kertas di Indonesia juga cukup tinggi sebesar 349 ton pertahun. Apabila tidak bisa mengimbangi antara ketersediaan bahan baku dengan kebutuhan kertas akan memberikan dampak negatif yaitu adanya penebangan hutan yang tak terkendali sehingga akan merusak lingkungan. Pemilihan limbah ampas tebu untuk bahan dasar pembuatan pulp dikarenakan ampas tebu memiliki kadar selulosa yang tinggi sebesar 61,96% dan lignin sebesar 22,45%. Sehingga ampas tebu dapat dijadikan sebagai bahan baku dasar pembuatan pulp. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu dan pelepasan pectin terhadap bilangan kappa pada proses pembuatan pulp dari ampas tebu. Pembuatan pulp dengan cara ampas tebu dicuci lalu dikeringkan, selanjutnya membuat larutan blanko dan pada proses pulping larutan pemasak yang digunakan pada proses soda adalah larutan NaOH. Larutan NaOH dengan variasi campuran 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dimasukkan kedalam gelas beker hingga menjadi beratnya 20 gram diaduk hingga rata dengan waktu pengadukan 5 menit lalu dipanaskan dengan waktu pemanasan 30, 60, 90, 120, 150 menit dan dengan menggunakan suhu 120°C. Kemudian ampas tebu yang telah dimasak dikeluarkan dan didinginkan hingga suhu ruang lalu residu dan filtrate disaring kemudian pulp dicuci dengan aquades. Setelah itu pulp di oven hingga kering lalu di titrasi. Kadar lignin tertinggi yaitu 1,8925% pada waktu pulping selama 30 menit dengan konsentrasi NaOH 10%. Sedangkan kadar lignin terendah yaitu 1,2688% pada waktu pulping selama 150 menit dengan konsentrasi NaOH 30%.

**Kata kunci:** Pulp; Ampas tebu; Proses soda; Lignin.**Abstract**

Indonesia is a large country, so the need for paper in Indonesia is also quite high at 349 tons per year. If you cannot balance the availability of raw materials with the need for paper, it will have a negative impact, namely uncontrolled deforestation which will damage the environment. The choice of bagasse waste as the basic material for making pulp is because bagasse has a high cellulose content of 61.96% and lignin of 22.45%. So that sugar cane bagasse can be used as a basic raw material for making pulp. This research was conducted to determine the effect of time and pectin release on the kappa number in the process of making pulp from sugarcane bagasse. Making pulp by washing the bagasse then drying it, then making a blank solution and in the pulping process the cooking solution used in the soda process is a NaOH solution. NaOH solution with mixed variations of 10%, 15%, 20%, 25%, 30% is put into a beaker until it weighs 20 grams, stirred thoroughly with a stirring time of 5 minutes, then heated with a heating time of 30, 60, 90, 120, 150 minutes and using a temperature of 120°C. Then the cooked bagasse is removed and cooled to room temperature, then the residue and filtrate are filtered, then the pulp is washed with distilled water. After that, the pulp is put in the oven until dry and then titrated. The highest lignin content was 1.8925% at a pulping time of 30 minutes with a NaOH concentration of 10%. Meanwhile, the lowest lignin content was 1.2688% at a pulping time of 150 minutes with a NaOH concentration of 30%.

**Keywords:** Pulp; Bagasse; Soda process; Lignin

## PENDAHULUAN

Penulisan Pulp merupakan bahan utama dalam pembuatan kertas yang dihasilkan dari bahan kaya selulosa. Selulosa ini banyak terkandung dalam tanaman. Kayu adalah bagian tanaman berselulosa yang banyak digunakan sebagai bahan utama pada mayoritas industri pulp dan kertas di dunia. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan kertas juga semakin meningkat sebesar 8,9 ton per tahun (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia). Hal tersebut menyebabkan tingginya kebutuhan pulp yang merupakan bahan baku dalam pembuatan kertas. Namun, persediaan bahan yang digunakan untuk pembuatan pulp kayu juga semakin lama akan semakin berkurang. Eksploitasi hutan secara terus menerus akan menyebabkan masalah lingkungan, seperti penggundulan hutan, menipisnya cadangan kayu, dan berkurangnya luas hutan di Indonesia. Untuk itu perlu dicari bahan baku alternatif agar dapat mengurangi resiko yang buruk bagi lingkungan, salah satunya dengan bahan baku ramah lingkungan dan yang persediaannya melimpah. (Andaka and Wijayanto, 2019).

Indonesia merupakan negara agraris penghasil bahan pangan yang besar, seperti padi, jagung, tebu dan lain-lain yang dalam proses pengolahannya akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Di Indonesia potensi ampas tebu tercatat mencapai 2.270.623 ton. Ampas tebu (bagasse) diperoleh dari sisa pengolahan atau pengilingan tebu (*Saccharum officinarum*) pada industri gula pasir yang telah diambil cairan niranya mengandung bahan berserat yang sangat bermanfaat sebagai bahan baku pembuatan pulp. Ampas tebu selama ini biasanya hanya ditumpuk disekitar pabrik dan dijadikan bahan bakar dan pengolahan tebu disekitar masyarakat biasa hanya dengan menjual minuman tebu (es tebu) dan akan dibuang begitu saja karena dipandang tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga dapat menjadi limbah jika tidak dikelola secara tepat. Secara umum ampas tebu mempunyai sifat serat yang hampir sama dengan sifat serat kayu daun lebar. Komponen utama ampas tebu terdiri dari selulosa sekitar 61,96% yang terdiri dari 34,48%  $\alpha$ -selulosa dan 27,48% hemiselulosa. Komponen terbesar ketiga adalah lignin, yaitu 22,45%. Hal ini yang mendasari pemilihan ampas tebu sebagai bahan alternatif pembuat pulp dengan menggunakan metode proses soda sebagai larutan pemasak NaOH. (Legiso and Kalsum, 2018). Langkah-langkah dalam Proses pulping yaitu proses penyaringan (screening), pembersihan (washing), pemutihan (bleaching), serta proses Chelating. Proses bleaching adalah proses untuk memucatkan warna dari pulp. Bleaching agents yang umumnya digunakan adalah hipoklorit dan hidrogen peroksida (Paskawati et al., 2011).

Kemudian pektin merupakan komponen fiber yang terdapat pada lapisan lamella tengah dan dinding sel primer pada tanaman. Pektin dapat digunakan untuk membentuk gel dan stabilizer sari buah, bahan pembuatan jelly, jam dan marmalade. Pektin yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses ekstraksi yang dilakukan. Ekstraksi bertingkat menghasilkan metoksil dengan kadar tinggi. Suhu ekstraksi yang tinggi menyebabkan peningkatan energi kinetik larutan sehingga difusi pelarut ke dalam sel jaringan semakin baik juga, akibatnya pektin terlepas dari jaringan. (Erwinda and Santoso, 2014). Metode kimia yaitu bahan baku berserat ditambah dengan bahan kimia. Berdasarkan bahan kimia yang digunakan terdapat bermacam-macam proses kimia diantaranya yaitu proses sulfit, proses kraft/proses sulfat dan proses soda Pada penelitian pulp dengan bahan baku sabut kelapa muda ini menggunakan metode kimia dengan menggunakan NaOH sebagai pelarut dan microwave sebagai alat pemasakannya. NaOH berfungsi untuk melarutkan lignin saat proses pembuburan (pulping) sehingga mempercepat proses pemisahan dan pemutusan serat (Sucipto dan Wahyuningtyas, 2009). Keunggulan proses soda yaitu menghasilkan tingkat pencemaran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan proses sulfat (Siala et al., 2020). Kelebihan lainnya yaitu Dapat dilakukan pada semua jenis bahan baku, mempunyai kekuatan pulp yang tinggi, serta pulp yang dihasilkan dapat digunakan untuk pembuatan rayon (Bahri, 2015).

Jadi selain dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan, ampas tebu dapat di manfaatkan untuk alternatif pembuatan pulp karena mengandung bahan berserat yang sangat bermanfaat sebagai bahan baku pembuatan pulp. Secara umum ampas tebu mempunyai sifat serat yang hampir sama dengan sifat serat kayu daun lebar. Komponen utama ampas tebu terdiri dari selulosa sekitar 61,96% yang terdiri dari 34,48%  $\alpha$ -selulosa dan 27,48% hemiselulosa. Komponen terbesar ketiga adalah lignin, yaitu 22,45% (Legiso and Kalsum, 2018). Hal ini yang mendasari pemilihan ampas tebu sebagai bahan alternatif pembuat pulp.

## METODOLOGI

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode proses soda. 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. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar pulp, kadar selulosa dan kadar lignin. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi larutan NaOH 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan waktu pemasakan 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Variable terkontrol dalam penelitian ini adalah ukuran sampel seberat 1,5 gram dan suhu pemasakan 120°C. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bahan yang digunakan yaitu Ampas Tebu, Aquades, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCL, KI, KMnO<sub>4</sub>, NaOH dan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Prosedur kerja yang dilakukan ada beberapa tahapan diantaranya : (1) Persiapan bahan baku dengan ampas Tebu dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang ada. Setelah itu ampas tebu dijemur. (2) Membuat blangko dengan aquades sebanyak 210 mL ditambahkan KMnO<sub>4</sub> 25 mL dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25 mL kemudian dimasukkan kedalam gelas beker. Setelah itu kondisikan pada suhu 25°C dan stirrer selama 10 menit. Lalu ditambahkan larutan KI sebanyak 6 ml dan dititrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan catat volumenya. (3) Proses pulping dengan Ampas tebu dijemur dibawah sinar matahari hingga kering kemudian dipotong kecil-kecil lalu ditimbang hingga menghasilkan berat sebesar 1,5 gram. Selanjutnya larutan NaOH dengan variasi campuran 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dimasukkan kedalam gelas beker hingga menjadi beratnya 20 gram diaduk hingga rata dengan waktu pengadukan 5 menit lalu dipanaskan dengan waktu pemanasan 30, 60, 90, 120, 150 menit dan dengan menggunakan suhu 120°C. Kemudian ampas tebu yang telah dimasak dikeluarkan dan didinginkan hingga suhu ruang lalu residu dan filtrate disaring kemudian pulp dicuci dengan aquades. Setelah itu pulp di Oven selama 1 jam. (4) Penentuan Bilangan Kappa dengan cara menimbang pulp (m) sekitar 0,5 gram sampai 3 gram (tergantung perkiraan nilai bilangan kappa pulp) diletakkan dalam gelas beker bersama-sama dengan 230 mL aquades. Campuran diaduk dengan blender untuk memisah-mishkan pulp. Kemudian dimasukkan 25 mL KMnO<sub>4</sub> (0,1N) dan 25 mL (2N). Reaksi dilankan pada suhu 25°C. Setelah 10 menit, reaksi dihentikan dengan menambahkan 6 mL KI 1M. Iodine yang terbentuk dititrasi dengan menggunakan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Banyaknya larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dibutuhkan untuk titrasi adalah V<sub>p</sub> mL. Hal Yng serupa dilakukan untuk larutan blanko. Banyaknya larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dibutuhkan untuk titrasi adalah V<sub>p</sub> mL, dengan emasikan faktor koreksi (d). Bilangan kappa bisa dihitung dengan persamaan :  $Kappa = \frac{(Vb - Vp) * d}{m}$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

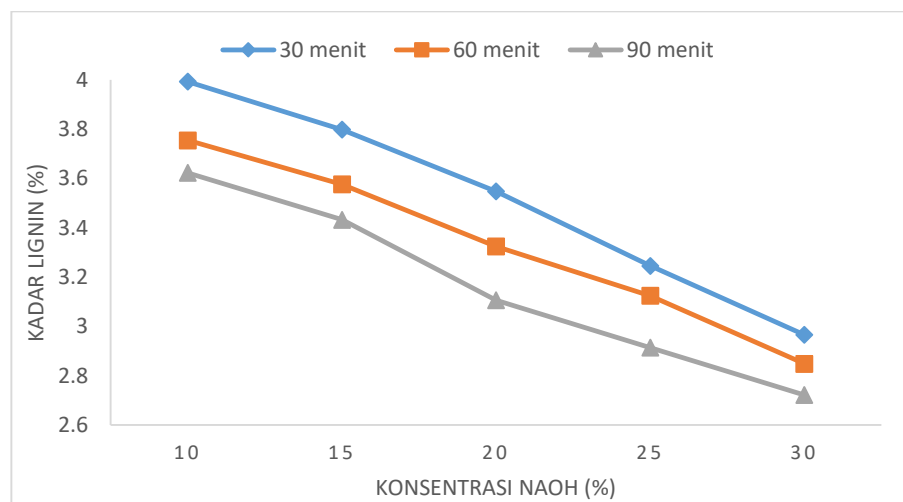
Tabel 1 merupakan hasil yang diperoleh dari pembuatan pulp tanpa pelepasan pectin, Kadar lignin terendah terdapat pada waktu pemasakan 90 menit sebesar 2,7221% sedangkan kadar lignin tertinggi sebesar 4,8925% dengan waktu pemasakan 30 menit.

**Tabel 1.** Hasil percobaan tanpa pelepasan pectin terhadap bilangan kappa dan kadar lignin dari ampas tebu

No	Waktu (menit)	Konsentrasi (%)	Bilangan Kappa	Kadar Lignin (%)
1	30	10	26,6167	4,8925
		15	25,3213	4,1982
		20	23,6507	3,6476
		25	21,6373	3,4456
		30	19,7720	2,9658
		10	25,0320	4,7548
		15	23,8407	4,0761

No	Waktu (menit)	Konsentrasi (%)	Bilangan Kappa	Kadar Lignin (%)
2	60	20	22,1627	3,5244
		25	20,8307	3,3246
		30	18,9907	2,8486
3	90	10	24,1527	4,6229
		15	22,8827	3,8324
		20	20,7100	3,4065
		25	19,4280	3,1142
		30	18,1473	2,7221

Tabel 1 menunjukkan kadar lignin terendah terdapat pada waktu pemasakan 90 menit sebesar 2,7221% sedangkan kadar lignin tertinggi sebesar 4,8925% dengan waktu pemasakan 30 menit.



**Gambar 1.** Grafik hasil kadar lignin tanpa pelepasan pektin

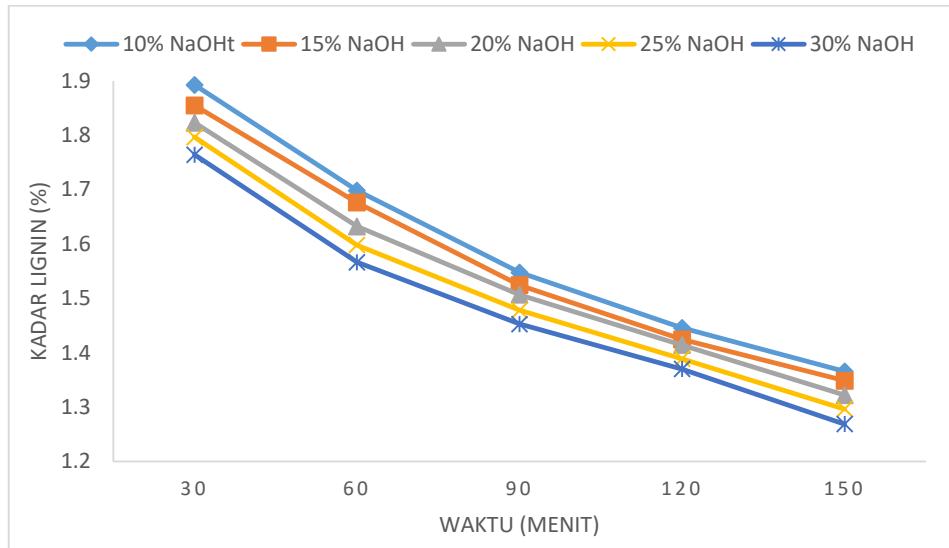
Grafik 1 menunjukkan hasil dari pembuatan pulp tanpa pelepasan pectin. Kadar lignin yang dihasilkan masih tergolong tinggi yaitu 4,8925%. Semakin lama waktu pemasakan dan konsentrasi larutan pemasak yang semakin tinggi, maka semakin besar lignin yang terdegradasi sehingga semakin banyak lignin yang terpisah dari bahan baku (Nugroho, P.B. *et al.* 2022). Hal ini disebabkan bertambahnya waktu reaksi maka semakin banyak zat yang bereaksi. Konsentrasi yang semakin tinggi akan mempercepat kecepatan reaksi, sebagaimana persamaan kecepatan yang merupakan fungsi dari konsentrasi. Namun jika waktu pemasakan lama, maka perolehan pulp akan semakin rendah (Andaka & Wijayanto, 2019).

Penelitian berikutnya, proses pulping dilakukan dengan pelepasan pectin. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2, bahwa kadar lignin terendah terdapat pada waktu pemasakan 150 menit sebesar 1,2688% sedangkan kadar lignin tertinggi sebesar 1,8925% dengan waktu pemasakan 30 menit.

**Tabel 2.** Hasil Percobaan dengan metode pelepasan pectin terhadap bilangan kappa dan kadar lignin dari ampas tebu.

No	Waktu (Menit)	Konsentrasi NaOH ( % )	Bilangan Kappa	Kadar Lignin (%)
1	30	10	11,7229	1,8925
		15	11,4925	1,8548
		20	11,1252	1,8229
		25	10,7272	1,7966
		30	10,4943	1,7642
2	60	10	10,4266	1,6982
		15	10,3190	1,6761
		20	10,1652	1,6324
		25	9,9802	1,5978
		30	9,7656	1,5665
3	90	10	9,6932	1,5476
		15	9,3435	1,5244
		20	9,1129	1,5065
		25	8,7889	1,4782
		30	8,4611	1,4529
4	120	10	8,4580	1,4456
		15	8,2887	1,4246
		20	8,0458	1,4121
		25	7,9122	1,3890
		30	7,7487	1,3702
5	150	10	7,5822	1,3658
		15	7,3465	1,3486
		20	7,1134	1,3221
		25	6,8761	1,2964
		30	6,6772	1,2688

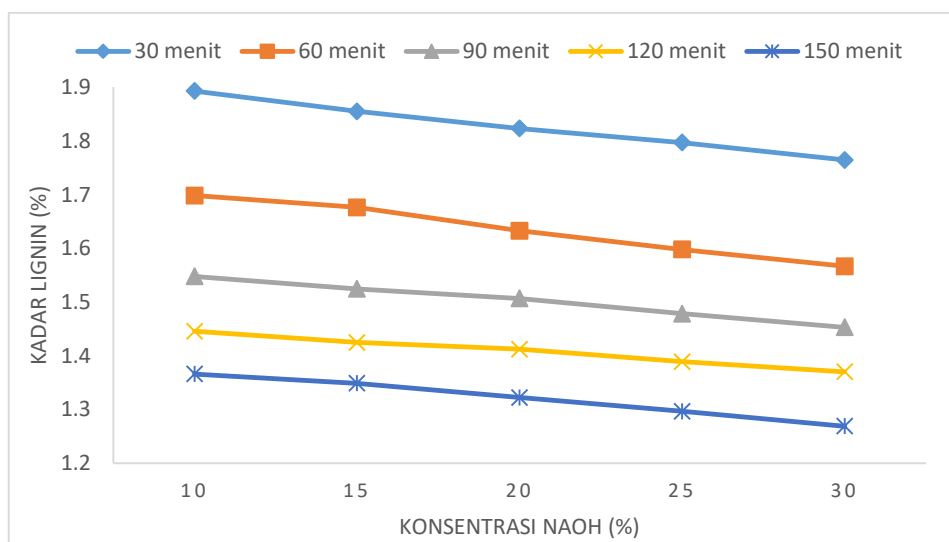
Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 2. Jika dibandingkan dengan proses pulping tanpa didahului dengan pelepasan pektin, maka pulping yang didahului dengan pelepasan pektin akan menghasilkan pelepasan lignin yang lebih maksimal. Hal ini disebabkan karena keberadaan pektin akan melindungi lignin, oleh karena itu perlu adanya pelepasan pektin sehingga pelepasan lignin lebih maksimal sehingga lignin dapat terdegradasi lebih banyak. Kadar lignin yang dihasilkan lebih rendah dari pada tanpa pelepasan pectin. Selain itu lama waktu pemasakan juga sangat berpengaruh pada proses pembuatan pulp, dapat dilihat semakin lama waktu pemasakan akan mempengaruhi bilangan kappa dan kadar lignin yang dihasilkan. Dimana semakin lama waktu pemasakan maka semakin rendah bilangan kappa dan kadar lignin yang dihasilkan. Sesuai dengan literatur jurnal, bilangan kappa akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi alkali aktif (Theo, 2011).



**Gambar 2.** Pengaruh waktu pulping terhadap penurunan kadar lignin.

Grafik 2 menunjukkan kadar lignin tertinggi yaitu 1,8925% pada waktu 30 menit dan kadar lignin terendah yaitu 1,2688% pada waktu 150 menit. Dari Gambar 5 diatas maka dapat di simpulkan semakin lama waktu pemasakan akan mempengaruhi kadar lignin dalam pulp. Lama waktu pada pemasakan dalam panci terhadap ampas tebu dalam larutan alkali dan mengakibatkan terdegradasinya lignin pada pulp. Efek panas yang ditimbulkan selama waktu pemasakan dalam panci, semakin lama waktu pemasakan maka panas yang ditimbulkan juga akan meningkat serta mampu mendegradasi lignin kandungan dalam pulp menurun seiring dengan lamanya pemasakan pada panci.

Sesuai dengan studi literatur jurnal menyebutkan, semakin lama pemaparan akan dapat menurunkan kandungan kadar lignin karena radiasi microwafe dapat meningkatkan reaksi degradasi lignin dalam larutan NaOH (Sari, Puri, dan Hanum, 2018).



**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi terhadap penurunan kadar lignin.

Grafik 3 menunjukkan kadar lignin tertinggi yaitu 1,8925% pada konsentrasi NaOH 10% dan kadar lignin terendah yaitu 1,2688% pada konsentrasi 30%. Dari gambar 6 diatas maka dapat di simpulkan semakin lama waktu pemasakan akan mempengaruhi kadar lignin dalam pulp. Dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin sedikit kadar ligninnya. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi kandungan konsentrasi pemasak dapat meningkatkan laju delignifikasi dan semakin banyak lignin yang terdegradasi. Semakin banyak lignin yang terdegradasi maka pulp dengan kekuatan fisik yang baik.

Larutan NaOH berfungsi untuk mendegradasi dan melarutkan lignin sehingga mudah dipisahkan dari selulosa dan hemiselulosa. Konsentrasi NaOH yang rendah akan menyebabkan delignifikasi tidak maksimal.

Adapun perbandingan dengan jurnal penelitian yang terdahulu dengan menggunakan bahan, metode, variasi konsentrasi yang berbeda. Menurut jurnal penelitian (Pratami, 2019) menggunakan bahan jerami padi (*Oryza Sativa*). Kandungan yang terdapat dalam jerami padi antara lain 37,71% kadar selulosa, 21,99% kadar hemiselulosa, dan 16,62% kadar lignin. Dengan menggunakan proses kraft proses yang menggunakan larutan NaOH dan Na<sub>2</sub>S sebagai larutan pemasak. Dengan variasi berupa sodium hidroksida (NaOH) dan sodium sulfida (Na<sub>2</sub>S) sebagai larutan pemasaknya. Konsentrasi Na<sub>2</sub>S 4% dan variasi konsentrasi NaOH (0%, 1%, 3%, dan 5%), serta variasi waktu pemasakan (30, 60, 90, dan 120 menit). Maka di dapatkan kadar lignin tertinggi yaitu 3,057312% pada waktu pemasakan selama 30 menit dengan konsentrasi NaOH 0% dan Na<sub>2</sub>S 4%. Sedangkan kadar lignin terendah yaitu 0,899767% pada waktu pemasakan selama 120 menit dengan konsentrasi NaOH 5% dan Na<sub>2</sub>S 4%.

Sedangkan dari hasil penelitian menggunakan bahan, metode, variasi yang berbeda. Dengan menggunakan Komponen utama ampas tebu terdiri dari selulosa sekitar 61,96% yang terdiri dari 34,48%  $\alpha$ -selulosa 3 dan 27,48% hemiselulosa. Komponen terbesar ketiga adalah lignin, yaitu 22,45%. Menggunakan proses soda, proses soda natrium hidroksida sebagai bahan kimia Larutan NaOH juga dipercaya dapat memutuskan ikatan antar serat sehingga dapat mempercepat proses pembuatan pulp. pada penelitian kami dengan konsentrasi variasi NaOH (10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%) dan waktu pemasakan (30, 60, 90, 120 dan 150 menit). Dan didapatkan kadar lignin tertinggi yaitu 1,8925% pada waktu pulping selama 30 menit dengan konsentrasi NaOH 10%. Sedangkan kadar lignin terendah yaitu 1,2688% pada waktu pulping selama 150 menit dengan konsentrasi NaOH 30%.

Menurut Bahri (2017) kualitas pulp kertas dari bahan non-kayu yang baik adalah jika kadar lignin berkisar antara 1,25 – 1,75%. Pada hasil penelitian yang sudah dilakukan dan didapatkan hasil data pada Tabel 3 maka ampas tebu dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pulp. Dapat disimpulkan dengan bahan, metode, dan variasi yang berbeda maka dapat menurunkan kadar lignin dalam pulping, tetapi untuk bahan yaitu harus sesuai dengan standar atau kadar komposisi pada proses pulping. Sedangkan dengan proses yang berbeda, yaitu dengan proses kraft maupun proses soda mampu menurunkan kadar lignin yang dihasilkan.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Limbah Ampas Tebu dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan pulp untuk kertas. Kadar lignin tertinggi yaitu 1,8925% pada waktu pemasakan selama 30 menit dengan konsentrasi NaOH 10%. Sedangkan kadar lignin terendah yaitu 1,2688% pada waktu pemasakan selama 150 menit dengan konsentrasi NaOH 30%. Semakin lama waktu pemasakan maka kandungan kadar lignin dalam pulp semakin kecil. Semakin besar konsentrasi NaOH maka kandungan kadar lignin dalam pulp semakin kecil.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terimakasih kepada segenap pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Adapun ungkapan tersebut kami sampaikan kepada kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar, Ibu Dr. Eni Budiyati, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Ibu Hartini, S.T., M.T. selaku Laboran Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Bapak Dr. Ir. Ahmad M Fuadi, M.T selaku dosen pembimbing penelitian, Dan semua pihak yang ikut membantu menyelesaikan laporan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andaka, G. and Wijayanto, D. (2019) 'Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu untuk Memproduksi Pulp dengan Proses Soda', pp. 427–434. Available at: <http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>.
- Arwan siala, M., Fitri Faradilla, R., & Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Univeristas Halu Oleo, J. (2020). Potential Natural Materials for Paper Packaging: A Review. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 5(4), 3135–3142.
- Azeez, M. A. (2018) "Pulping of Non-Woody Biomass," in *Pulp and Paper Processing*. InTech, pp. 56–86. doi: 10.5772/intechopen.79749.
- Bahri, S. (2015) *Jurnal Teknologi Kimia Unimal Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pembuatan Pulp dari Batang Pisang*, *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Available at: [http://ft.unimal.ic.id/teknik\\_kimia/jurnal](http://ft.unimal.ic.id/teknik_kimia/jurnal).
- Bahri, S. (2017). Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 36. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.72>
- Biermann, C. (1996) *Handbook Of Pulping and Papermaking*. 2nd Edition. San Diego: Academic Press.
- Carpita, N. C. and Gibeaut, D. M. (1993) "Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth," *Journal of Major Review*, 3(1), pp. 1–30.
- Erwinda, R. and Santoso, H.H. (2014) *PENGARUH KONSENTRASI HCl SEBAGAI PELARUT PADA EKSTRAKSI PEKTIN DARI LABU SIAM*.
- Fatriasari, W. et al. (2020) "Optimizing the synthesis of lignin derivatives from acacia mangium to improve the enzymatic hydrolysis of kraft pulp sorghum bagasse," *International Journal of Renewable Energy Development*, 9(2), pp. 227–235. doi: 10.14710/ijred.9.2.227-235.
- Fuadi, A. M., Kusmiyati and Deny, V. (2009) 'Pada Proses Pelepasan Metal Ions Di Dalam Pulp'. (2004), pp. 44-49
- Hermanto Madjaga, B., Nurhaeni and Ruslan (2017) "Optimalisasi Ekstraksi Pektin Dari Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*)," *Jurnal KOVALEN*, 3(2), pp. 158–165.
- Irawan, B., Bayhaqi, I., & Hari Prajitno, D. (2022). JuTMI Jurnal Teknik Mesin dan Industri Pengaruh Aktif Alkali Charge Terhadap Pola Korelasi Derajat Delignifikasi dan Polimerisasi Pada Proses Pulping. In *Bambang Irawan/JuTMI* (Vol. 1, Issue 1).
- Karesi, M. J., & Ahmad, M. F. (2020). Pembuatan Kertas Dari Limbah Padat Produksi Tepung Aren Dengan Proses Soda. 158-163.
- Legiso And Kalsum, U. (2018) *Pembuatan Pulp Dari Ampas Tebu Proses Bleaching Hidrogen Peroksida*.
- Nugroho, P.B. Et Al. (2022) 'Pemanfaatan Batang Tanaman Talas (*Colocasia Esculenta L.*) Sebagai Bahan Pembuatan Pulp Dengan Proses Soda'. (2022), Pp. 43–55.
- Nurika, I. Et Al. (2021) "Optimasi Kondisi Ekstraksi Vanillin Hasil Degradasi Lignoselulosa Bagas Tebu Menggunakan Response Surface Method (Rsm)," *Jurnal Bioteknologi Dan Biosains Indonesia*, 8(1), Pp. 89–104.
- Paskawati, Y.A. et al. (2011) 'Pemanfaatan sabun kelapa sebagai bahan baku pembuatan kertas komposif alternatif'. *Jurnal Widya teknik*, 9, pp. 12-21.
- Pratami, D. P. (2019). Pengaruh Waktu Pemasakan Dan Konsentrasi Sodium Hidroksida Terhadap Penurunan Kadar Lignin Pulp Dari Jerami Padi (*Oryza Sativa*) Dengan Proses Kraft (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Ristianingsih, Y., Angreani, N. and Fitriani, A. (2018) "PROSES PEMBUATAN KERTAS DARI KOMBINASI LIMBAH AMPAS TEBU DAN SEKAM PADI DENGAN PROSES SODA," *Chempublish Journal*, 2(2), pp. 21–32.
- Sari, Poppy Diana, Puri, Wuwuh Asrining, & Hanum, D. (2018). Delignifikasi Bonggol Jagung Dengan Metode Microwave Alkali Corn. *Jurnal IlmuIlmu Pertanian "Agrika"*, 12(2), 164–172.
- Theo, Yan Pieter. (2011). Sifat Pulp Campuran Kayu Randu Dan Tusam Pada Konsentrasi Alkali Aktif Yang Berbeda. *Hutan Tropis*, 12(31), 83–91