

Pemanfaatan jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai bahan pembuatan pulp dengan proses soda diawali ekstraksi pektin

*Utilization of rice straw (*Oryza sativa*) as pulp material using the soda process with the extraction of pectin*

Shinta N. Vania*, Prasetyo B. Nugroho, Ahmad M. Fuadi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta - Indonesia

*Email: d500180061@student.ums.ac.id

Abstrak

Industri pulp dan kertas di Indonesia semakin bertambah dan berkembang. Jerami padi merupakan bahan baku *non-wood* yang berharga untuk produksi pulp dan kertas sehingga dapat menjadi pendekatan ramah lingkungan untuk pengelolaan limbah. Pembuatan pulp Jerami padi menggunakan proses soda dengan menggunakan bahan kimia Natrium Hidroksida (NaOH). Pelepasan pektin bertujuan untuk melepas pektin yang berfungsi sebagai perekat pada dinding sel agar terdegradasi, sehingga lebih mudah menguraikan lignin pada proses *pulping*. Jerami padi mengandung 35- 50 % selulosa, 20-35 % hemiselulosa, dan 10- 25 % lignin. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui besar kadar lignin dan perolehan pulp yang dihasilkan dalam pembuatan *pulp* dari Jerami padi menggunakan proses soda dengan diawali ekstraksi pektin. Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 0,5 % ; 1 % ; 1,5 % ; 2 % ; 2,5 % dan variasi waktu yang digunakan adalah 30, 60, 90, 120, 150 menit. Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,5 % dengan waktu pemasakan 90 menit dan diawali ekstraksi pektin. Perolehan *pulp* optimum sebesar 70,25 % yang termasuk dalam kategori *high yield*, sedangkan kadar lignin optimum diperoleh sebesar 1,35 %. Kadar lignin terambil sebanyak 9-24% dari kandungan awal. Ekstraksi pektin tersebut menggunakan HCl 37 % dengan rasio bahan:pelarut (b/v) 1:2,7. Pembuatan pulp tanpa diawali dengan *pretreatment* ekstraksi pektin, kadar lignin yang dihasilkan pada konsentrasi NaOH 0,5 % dan waktu pemasakan 90 menit adalah 4,75 % dan perolehan padatan pulp sebesar 80,95 %.

Kata kunci: ekstraksi pektin menggunakan HCl, jerami padi, kadar lignin, pulp, proses soda

Abstract

The pulp and paper industry in Indonesia is growing and growing. Rice straw is a valuable non-timber raw material for pulp and paper production so it can be an environmentally friendly approach to waste management. Production of rice straw pulp using the soda process using the chemical Sodium Hydroxide (NaOH). The purpose of releasing pectin is to release pectin which functions as an adhesive on the cell wall so that it is degraded, making it easier to decompose lignin in the pulping process. Rice straw contains 35-50% cellulose, 20-35% hemicellulose, and 10-25% lignin. The aim of this study was to determine the amount of lignin content and pulp recovery in the manufacture of pulp from rice straw using the soda process by starting with pectin extraction. Variations in the concentration of NaOH used were 0.5%; 1%; 1.5%; 2%; 2.5% and the variation of time used is 30, 60, 90, 120, 150 minutes. Optimum conditions were obtained at 0.5% NaOH concentration with a cooking time of 90 minutes and pectin extraction was started. The optimum pulp obtained was 70.25% which was included in the high yield category, while the optimum lignin content was obtained at 1.35%. The lignin content is taken as much as 9-24% of the initial content. The pectin extraction used 37% HCl with a material:solvent ratio (w/v) 1:2.7. Pulping without starting with pectin pretreatment extraction, the lignin content produced at 0.5% NaOH concentration and 90 minutes cooking time was 4.75% and the pulp solids obtained was 80.95%.

Keywords: pectin extraction using HCl, rice straw, lignin content, pulp, soda process

1. PENDAHULUAN

Menurut data dari Badan Pusat Statistik dan Kementerian Perindustrian, produksi bubur kertas (pulp) Indonesia pada tahun 2021 adalah 11,8 juta per tahun. Produksi pulp negara lain yakni di Tiongkok adalah 110 juta ton per tahun, Amerika Serikat 70,5 ton per tahun, Jepang 26,67 ton per tahun, dan Perancis 8,67 ton pertahun (Ramadani dkk., 2021). Pada tahun 2013 Pasar Kertas Domestik Terbuka memaparkan bahwa kebutuhan kertas dunia saat ini sekitar 394 juta ton dan diperkirakan setiap tahunnya akan naik sebanyak 2,1 % (Fernianti & Hastuti, 2019). Pada tahun 2020 kebutuhan kertas di Indonesia menurun sebanyak 1,98 % dikarenakan pandemi *Covid-19*. Namun, pada tahun 2021 konsumsi kertas mengalami kenaikan 2,89 % menjadi ±410 juta ton sehingga dapat dikatakan konsumsi kertas di dunia menjadi normal kembali (Erwin, 2021).

Pulp adalah bahan baku pembuatan kertas dan senyawa- senyawa kimia turunan selulosa. Selulosa merupakan senyawa organik penyusun utama bilik sel tanaman. Adapun pengertian dari selulosa merupakan senyawa yang berserat, memiliki tegangan tarik yang besar, tidak larut dalam air, serta merupakan pelarut organik (Rahmadi, 2018). Lignin terdiri dari kerangka fenilpropana termetoksilasi kompleks yang struktur dan sifat fisika-kimianya sangat bergantung pada asal alaminya dan pada metode ekstraksi yang digunakan untuk mendapatkannya. Hingga saat ini sekitar 95 % lignin yang diproduksi di seluruh dunia setiap tahun dibakar untuk pemulihan energi (Allegretti, dkk., 2018). Hemiselulosa ialah senyawa *precursor* atau pembentuk α - selulosa non- kristalin serta tidak memiliki sifat serat, mudah mengembang karena hemiselulosa sangat mempengaruhi terhadap proses terbentuknya sifat dasar ikatan antara serat pada pembuatan lembaran, mudah larut dalam pelarut alkali serta mudah dihidrolisis dengan asam (Thaib, dkk., 2020).

Jerami padi merupakan bahan mentah non kayu yang berlimpah dan mudah didapat di berbagai negara berkembang. Jadi, dengan mengubah limbah ini menjadi bahan mentah yang berharga untuk produksi *pulp* dan kertas adalah pendekatan ramah lingkungan untuk pengelolaan limbah. Jerami padi memiliki kandungan selulosa 35- 50 %, hemiselulosa 20-35 % dan lignin 10- 25 % (Nagpal dkk., 2021). Kandungan lignin pada jerami padi yang cukup banyak dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku untuk menghasilkan lignin. Sebagian besar petani membakar jerami padi begitu saja, pembakaran jerami padi mengakibatkan terbentuknya emisi gas berbahaya seperti CO_2 dan gas methane (CH_4) dan sebagian menumpuk jerami padi begitu saja, penumpukan ini dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global dan dapat mengganggu saluran pernafasan

manusia. Jerami padi terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan komposisi kimia ini memberikan perhatian yang cukup besar dalam industri pulp dan kertas untuk mendapatkan nilai tambah dari sisa-sisa pertanian. Selulosa merupakan komponen utama yang terkandung dalam dinding sel tumbuhan dan mendominasi hingga 50% berat kering tumbuhan (Kaur, dkk., 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Singh dan Arya (2021) menyebutkan kandungan selulosa dan lignin jerami sangat berbeda karena berbagai faktor seperti luas tanam, susunan genetik tanaman, musim panen dan kondisi penyimpanan. Komposisi karbohidrat umum jerami adalah glukosa 40-43%, arabinosa 2,7-4,5%, xilosa 14- 20%, galaktosa 0,4% dan manosa 1,8%. Hasil penelitian lain memaparkan bahwa dinding sel jerami padi juga tersusun dari rantai selulosa yang terikat bersama dengan ikatan hidrogen dan membentuk mikrofibril berkekuatan tinggi yang memberikan sifat kekuatan yang baik. Jerami padi mengandung lebih sedikit kandungan lignin dibandingkan kayu lunak dan kayu keras oleh karena itu, diperlukan kondisi memasak yang ringan untuk produksi pulp (Kaur, dkk., 2018).

Ekstraksi pektin biasa dilakukan dengan 2 cara yaitu ekstraksi satu tahap dan multi tahap. Secara keseluruhan ekstraksi pektin berfungsi untuk melonggarkan struktur jaringan tanaman agar lignin lebih mudah dipisahkan saat proses *pulping* (Suhaimi dkk., 2022). Ekstraksi satu tahap yaitu ekstraksi yang dilakukan dengan menambahkan jumlah pelarut dalam sekaligus contohnya ekstraksi refluks. Metode refluks berfungsi untuk mengekstraksi sampel yang memiliki tekstur kasar sehingga lebih hemat pelarut karena sampel tersebut tahan terhadap pemanasan langsung (Nurhayati dkk., 2016). Ekstraksi multi tahap adalah ekstraksi yang dilakukan dengan penambahan pelarut pada residu dari ekstraksi sebelumnya. Contoh ekstraksi multi tahap adalah metode maserasi. Penggunaan metode maserasi membutuhkan waktu yang cukup lama dan pelarut yang lebih banyak pula (Laksmiani dkk., 2022).

Menurut Bhardwaj, dkk. (2019) proses soda dengan pelarut NaOH memiliki tingkat pencemaran yang rendah dan tidak menggunakan bahan berupa sulfur sehingga sangat ramah lingkungan. Jalaluddin dan Rizal (2005) memaparkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH sama dengan meningkatkan jumlah ion $[\text{OH}^-]$ pada cairan pemasak. Ion $[\text{OH}^-]$ tersebut akan memutuskan struktur dasar ikatan pembentuk lignin. Penelitian dari Holm & Niklasson (2018) memaparkan bahwa larutan NaOH juga dipercaya dapat memutuskan ikatan antar serat sehingga dapat mempercepat proses pembuatan pulp. Menurut Yang dkk. (2021) pelarut lain seperti

H₂SO₄ dapat menyebabkan hemiselulosa larut secara berlebihan, jika H₂SO₄ digunakan untuk pembuatan pulp diawali dengan ekstraksi pektin maka pulp yang dihasilkan akan kurang baik karena fungsi dari hemiselulosa adalah untuk memperkuat dinding sel tanaman dan memperkuat daya tarik kertas. Penggunaan metode organosolv dengan pelarut seperti CH₃COOH dalam penelitian yang dilakukan oleh Imlauer Vedoya dkk. (2021) dinilai kurang efektif karena kandungan lignin yang dihilangkan sangat kecil dibandingkan proses soda, yang mana jika kandungan lignin pada pulp masih sangat besar maka kualitas ketahanan dan daya tarik pulp akan menurun. Penelitian oleh Nurhidayani & Tamboesai (2018) memaparkan jika kadar lignin yang dihasilkan pada penggunaan metode organosolv masih terlalu besar maka konsentrasi CH₃COOH harus diperbesar, sehingga biaya yang dikeluarkan semakin besar pula.

Proses soda sangat efektif digunakan untuk pembuatan pulp karena pelarut NaOH mudah diperoleh di pasaran dan ketersediaanya terjamin sehingga biaya yang dikeluarkan kecil (Rizky, A., dkk. 2021). Namun proses soda ini memiliki kekurangan yaitu proses delignifikasi yang kurang sempurna sehingga pada penelitian kali ini diawali dengan ekstraksi pektin pada bahan baku yang bertujuan untuk menyempurnakan proses delignifikasi pada proses soda. Penelitian oleh Tsuru dkk. (2021) menyebutkan bahwa penggunaan pelarut HCl pada ekstraksi pektin menghasilkan daya ekstrak yang lebih besar dibanding pelarut H₂SO₄. H₂SO₄ memiliki tingkat valensi 2 dimana tingkat keasamannya lebih tinggi dibanding HCl, sehingga hal tersebut menyebabkan degradasi pektin menjadi asam pektat yang akan membuat perolehan kadar pektin semakin sedikit. Penggunaan pelarut H₂SO₄ akan membutuhkan waktu yang lama supaya pektin yang terdegradasi semakin banyak (Djenar & Suryadi, 2020). Oleh karena itu pelarut HCl lebih baik daripada H₂SO₄ karena tidak perlu membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mendegradasi pektin sebanyak mungkin.

Hasil penelitian oleh Zulmanwardi & Paramita (2019) menyebutkan bahwa prinsip dasar pembuatan pulp adalah untuk menghasilkan serat (*fiber*) selulosa sebanyak mungkin. Oleh karena itu diperlukan konsentrasi larutan pemasakan yang sesuai agar dapat mendegradasi lignin tetapi tetap menjaga kualitas selulosa agar perolehan pulp optimal. Penelitian tersebut perlu dilakukan karena belum terdapat penelitian tentang pembuatan pulp menggunakan proses soda dan diawali pelepasan pektin. Proses pelepasan pektin dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut asam klorida (HCl) dengan suhu ekstraksi 80 °C dengan waktu 90 menit. Pelepasan pektin berfungsi untuk melepas pektin yang berfungsi sebagai perekat pada dinding sel agar terdegradasi, sehingga lebih mudah

menguraikan lignin pada proses *pulping*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pelepasan pektin juga bertujuan untuk mengetahui besar kadar lignin dan perolehan pulp yang dihasilkan dalam pembuatan *pulp* dari Jerami padi menggunakan proses soda dengan diawali ekstraksi pektin, sehingga dapat menghasilkan kadar lignin yang semakin rendah tanpa mempengaruhi jumlah perolehan pulp yang optimal. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi NaOH yaitu 5; 1; 1,5; 2 ; dan 2,5 % dan variasi konsentrasi waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan mulai dari tahap dehidrasi, tahap ekstraksi pektin, tahap pembuatan *pulp*, uji bilangan kappa setelah *pulping*, dan analisis hasil penelitian. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah aerator, cawan porselen, corong kaca, Erlenmeyer 250 mL, gelas beker 500 mL, *hot plate*, kain saring, karet hisap, kondensor spiral, labu leher tiga 1000 mL, labu ukur 500 mL dan 100 mL, magnetic stirrer, *oven*, penangas air, pengaduk kaca, pipet ukur 10 mL, dan *thermometer*. Bahan yang digunakan pada penelitian adalah aquades, es batu, H₂SO₄ 4 N ; HCl 0,5 N ; Jerami padi, KI 5 % ; KMnO₄ 0,1 N ; Na₂S₂O₃ 0,2 N ; dan NaOH dengan variasi 0,5 ; 1; 1,5; 2 ; dan 2,5 %.

2.1 Tahap Dehidrasi

Bahan baku berupa Jerami padi (*Oryza sativa*) yang diperoleh dari Desa Alasdowo, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati. Bahan baku yang telah dicuci bersih kemudian dikeringkan dengan *oven* selama ±150 menit dengan suhu 50 °C untuk mengurangi kadar air.

2.2 Tahap Ekstraksi Pektin

Serbuk Jerami ditimbang sebanyak 10 gram. Kemudian pembuatan *solvent* HCl 0,5 N dilakukan dengan mengambil 20,7 mL HCl pekat dengan konsentrasi 37% dan dilarutkan dalam 500 mL aquadest (Zahrotun, dkk., 2013). Rasio bahan:pelarut (b/v) adalah 1:2,7. Serbuk jerami padi dimasukkan ke dalam labu leher tiga 1000 mL dan larutan HCl dimasukkan sebagai pengekstraksi. Kemudian kondensor dipasang pada labu leher tiga 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 tiga dan diatur hingga suhu 80 °C. Ekstraksi pektin dilakukan selama 90 menit (Amanati & Annisa, 2020). Ampas hasil ekstraksi pektin diletakkan pada cawan porselen dan didiamkan selama satu hari agar mengering. Ampas hasil ekstraksi pektin tidak dikeringkan menggunakan oven karena dapat

mengurangi massa ampas secara berlebihan dan mengakibatkan kerusakan pada kandungan ampas (Fuadi & Ataka, 2020).

2.3 Tahap Pembuatan Pulp

Ampas hasil ekstraksi pektin yang sudah kering selanjutnya dimasukkan kedalam gelas beker yang ditambahkan larutan NaOH sesuai variasi konsentrasi (0,5 % ; 1 % ; 1,5 % ; 2 % ; 2,5 %) dan dimasukkan ke dalam labu leher tiga. *Hot plate* dioperasikan pada *temperature* 80 °C dan operasi berlansung sesuai dengan waktu yang di variasikan (30, 60, 90, 120, 150 menit). Ampas jerami padi hasil ekstraksi pektin yang telah dimasak kemudian dikeluarkan dari labu leher tiga lalu didinginkan hingga mencapai suhu kamar (Andaka & Wijayanto, 2019). Setelah menimbang ampas hasil ekstraksi pektin, jerami padi yg telah dimasak, selanjutnya dilakukan analisa perolehan pulp dan kadar lignin.

2.4 Uji Bilangan Kappa setelah Pulping

Langkah awal yang dilakukan adalah pulp kering ditimbang sebanyak 2 gram. Sebelum memasukkan pulp kering, uji blanko dilakukan untuk mendapatkan volume titrasi blanko agar dapat menghitung bilangan kappa. Langkah pertama untuk uji blanko adalah memasukkan aquades 200 mL, KMnO₄ 0,1 N dilarutkan dalam 100 mL aquadest dan diambil 25 mL, H₂SO₄ 4 N dilarutkan dalam 100 mL aquadest dan diambil sebanyak 25 mL, lalu dimasukkan dalam gelas beker 500 mL. Setelah itu atur suhunya sampai 25 °C dengan cara gelas beker dimasukkan ke dalam penangas air yang sudah berisi es batu. Selanjutnya, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 menit pada hot plate kemudian ditambahkan KI 5% dilarutkan dalam 100 mL aquadest lalu dimasukkan ke dalam gelas beker sebanyak 6 mL. Setelah diaduk kembali selama 1 menit, larutan Na₂S₂O₃ 0,2 N dilarutkan dalam 100 mL aquadest kemudian dimasukkan ke dalam buret dan digunakan untuk titrasi. Titrasi dilakukan sampai warna berubah dari ungu menjadi bening (Fuadi & Ataka, 2020).

2.5 Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu analisis perolehan pulp dan analisis kadar lignin yang dihitung pada Microsoft Excel.

2.5.1 Perolehan Pulp

Pulp yang telah dihasilkan ditimbang beratnya. Padatan yang telah kering ditimbang (sebagai berat pulp kering), selanjutnya dilakukan analisa perolehan pulp. Perolehan pulp dapat dihitung dengan persamaan (1) sesuai

dengan SNI 0698:2010 (Kusyanto dkk., 2020) :

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

2.5.2 Analisis Kadar Lignin

Analisis kadar lignin diawali dengan pengujian bilangan kappa. Uji blanko dilakukan untuk mendapatkan volume titrasi blanko agar dapat menghitung bilangan kappa. Uji kadar lignin dilakukan untuk mengetahui jumlah kadar lignin yang terkandung dalam sampel. Uji kadar lignin dilakukan setelah diperolehnya nilai bilangan kappa. Bilangan kappa dapat dihitung berdasarkan SNI 0494:2008 menggunakan persamaan (2) dan (3) (Kusyanto dkk., 2020) :

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

$$d = 10^{(0,00093 \times \frac{vb-vp}{0,3-50})} \quad (3)$$

K adalah nilai bilangan kappa, Vb yaitu volume blanko (mL), Vp yang berarti volume titrasi dengan Na₂S₂O₃ (mL) dan w yaitu berat sampel pulp (g). Setelah memperoleh hasil bilangan kappa (K) maka dapat dihitung pula kadar lignin dengan persamaan (4) (Kusyanto dkk., 2020) :

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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

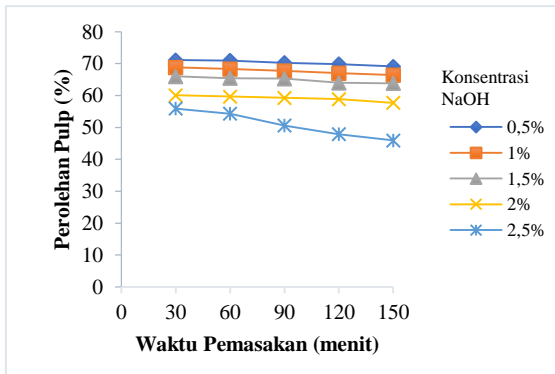
Pada penelitian yang telah dilakukan pada pembuatan pulp dari Jerami padi menggunakan proses soda, *raw material* yang digunakan dalam analisa penelitian ini adalah 10 gram dan untuk eksperimen adalah 2 gram. Tabel 1 merupakan hasil *raw material* yang diperoleh dari analisa penelitian :

Tabel 1. Raw material

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

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

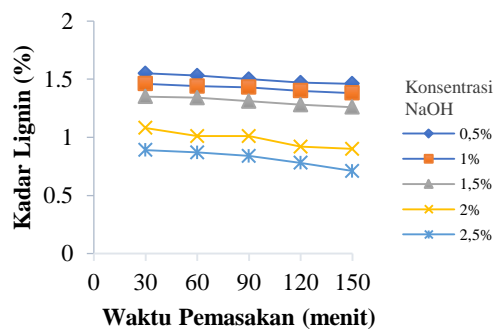
Perolehan *pulp* pada proses *pulping* dengan *pretreatment* ekstraksi pektin memiliki pengaruh bahwa semakin lama waktu pemasakan maka semakin rendah pula perolehan *pulp* yang dihasilkan. Pernyataan tersebut telah diperkuat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hasil perolehan *pulp* dengan *pretreatment* ekstraksi pektin

Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa konsentrasi NaOH yang tinggi menghasilkan perolehan *pulp* yang rendah. Pada penelitian Małachowska dkk. (2020) hal itu dikarenakan karena kadar selulosa dalam pulp semakin berkurang sehingga menurunkan perolehan *pulp* (padatan secara keseluruhan). Perolehan *pulp* tertinggi diperoleh dari konsentrasi NaOH 0,5 % yaitu 71,10 % dan perolehan *pulp* terendah diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5 % yaitu 45,91 %.

Proses *pulping* dengan *pretreatment* ekstraksi pektin memiliki pengaruh bahwa semakin besar konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu pemasakan maka kadar lignin yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal tersebut telah ditampilkan pada Gambar 2.

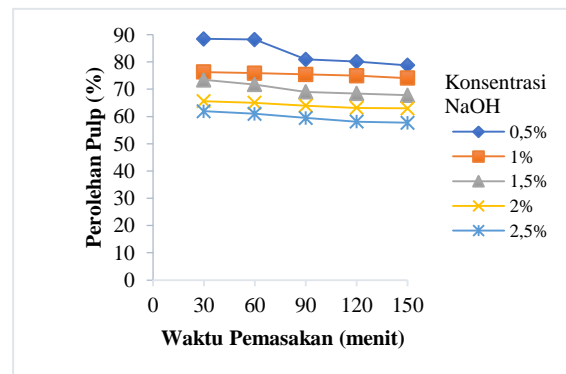


Gambar 2. Grafik hasil kadar lignin dengan *pretreatment* ekstraksi pektin

Pada Gambar 2. ditunjukkan bahwa rata-rata kadar lignin yang dihasilkan pada tiap konsentrasi NaOH bernilai kurang dari 2. Hal itu disebabkan oleh pelepasan pektin sebelum *pulping* sehingga kadar lignin dalam *pulp* sangat rendah atau hampir tidak ada. Menurut Bahri (2017) kualitas pulp yang baik dari bahan baku non-kayu dihasilkan dengan kadar lignin 1,25 % - 1,75 %. Penelitian yang dilakukan oleh (Koubaa & Riedl, 2010) memaparkan bahwa nilai kadar lignin pada *pulp* menurut SNI Technical Association Pulp and Paper Industry (TAPPI) T 203 maksimal adalah 9,89 %. Pada Gambar 2. kadar lignin paling rendah diperoleh sebesar 0,71 % pada konsentrasi NaOH 2,5 % dan waktu pemasakan 150 menit. Jika lignin terlalu rendah atau hampir tidak ada maka kualitas ketahanan *pulp* akan hilang karena lignin juga berfungsi sebagai pengikat antar serat (Atindu dkk., 2021). Suhu pemasakan yang digunakan pada pembuatan *pulp* adalah 80 °C karena semakin tinggi suhu pemasakan maka kandungan pada *pulp* semakin rendah. Suhu yang tinggi menyebabkan terjadinya pemecahan molekul yang terkandung dalam *raw pulp* semakin banyak, sehingga komposisi kimia dalam bahan baku yang berkurang akan lebih banyak pula (Małachowska dkk., 2020).

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

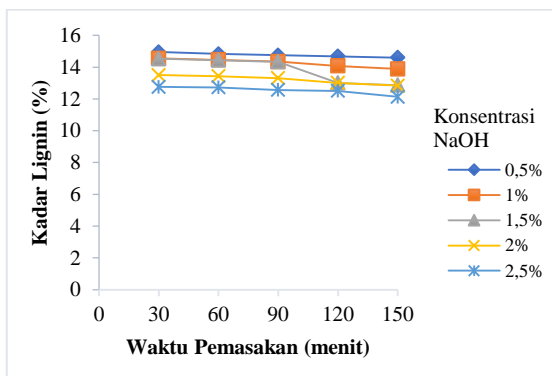
Pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan terhadap perolehan pulp adalah semakin besar konsentrasi dan lama waktu pemasakan maka perolehan pulp semakin menurun. Perolehan *pulp* pada proses *pulping* tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil perolehan *pulp* tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin

Gambar 3. menunjukkan hasil yang diperoleh dari pembuatan *pulp* tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin bahwa perolehan *pulp* terendah diperoleh pada waktu pemasakan 150 menit sebesar 57,71 % sedangkan perolehan *pulp* tertinggi terdapat pada waktu pemasakan 30 menit sebesar 88,48. Jika konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan semakin besar maka kadar selulosa yang ada di dalam bahan baku akan berkurang dan menyebabkan penurunan kadar pulp (Dewi dkk., 2019). Hal tersebut dikarenakan semakin banyak dan semakin lama pula NaOH yang berinteraksi dengan sampel. Sehingga, semakin banyak α -selulosa yang terurai. Akibatnya, semakin berkurang berat pulp karena terlarut dan menyebabkan perolehan pulp semakin sedikit (Choy, 2020).

Pelepasan pektin sangat berpengaruh dalam pembuatan *pulp* karena sangat efektif untuk mengurangi kadar lignin dalam bahan baku *pulp*. Untuk membandingkan hasil kadar lignin pada penelitian ini disajikan proses *pulping* tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin dalam Gambar 4.

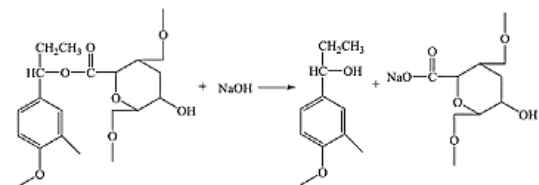


Gambar 4. Grafik hasil kadar lignin tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin

Gambar 4. menerangkan bahwa kadar lignin terendah terdapat pada waktu pemasakan 150 menit sebesar 12,14 % sedangkan kadar lignin tertinggi sebesar 14,95 % dengan waktu pemasakan 30 menit. Kadar lignin yang dihasilkan dari pembuatan *pulp* tanpa *pretreatment* ekstraksi pektin termasuk dalam kategori *high yield* yang berarti kadar lignin belum sepenuhnya terpisah dari *raw pulp* dan dapat mengakibatkan kualitas pulp menurun (Saleh dkk., 2009). Kualitas yang dimaksud adalah jika kadar lignin yang terkandung dalam *pulp* masih tergolong besar maka pulp yang dihasilkan nantinya akan sulit untuk digiling, bersifat kaku, dan sulit untuk

diputihkan (Wang dkk., 2020). Pelepasan pektin sangat berpengaruh dalam pembuatan *pulp* karena sangat efektif untuk mengurangi kadar lignin dalam bahan baku pulp karena lignin yang terdegradasi mencapai kurang lebih 15 % dari kandungan awal Jerami padi dan selisih perolehan kadar lignin yang dihasilkan dengan ekstraksi pektin dan tanpa ekstraksi pektin kurang lebih 10 %.

Penelitian oleh Zulmanwardi & Paramita (2019) menggunakan bahan baku jerami padi sebagai bahan baku pembuatan pulp menyebutkan bahwa kondisi optimal diperoleh dari kadar NaOH sebesar 3 % dengan perolehan pulp sebesar 29, 63 % dan kadar lignin 5,31 %. Perolehan pulp yang berupa padatan yang dihasilkan dari penelitian tersebut masih tergolong dalam *low yield* dimana pulp tersebut memiliki sifat kaku, mudah patah atau rusak, serat pulp kurang stabil (Klemen dkk., 2022). Menurut ISO 9001 dan ISO 13322-1:2014 Rendemen tinggi memiliki nilai sebesar 90 % - 95 %, rendemen sedang 55 % - 90 % sedangkan rendemen rendah 40 % - 55 % atau lebih rendah (Endang dkk., 2014). Perolehan pulp optimal yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 70,25 % dimana kadar pulp yang dihasilkan masih dalam kategori rendemen sedang yang memiliki sifat serat pulp kuat, panjang stabil dan memiliki kualitas cetak yang baik sehingga mudah jika diputihkan. Rendemen pulp tinggi memiliki kualitas serat yang mudah putus dikarenakan kadar lignin yang ada dalam kandungan pulp masih tergolong tinggi, sehingga kekuatan kertas yang dihasilkan kurang baik (Endang dkk., 2014). Kadar NaOH yang digunakan pada penelitian Zulmanwardi & Paramita (2019) cukup besar, sehingga lignoselulosa pada Jerami padi terdegradasi kemudian selulosa dan lignin menjadi terpisah seperti Gambar 5. (Jufrinaldi, 2018) :



Gambar 5. Reaksi pemisahan lignin dan selulosa pada pemasakan pulp menggunakan NaOH

Pada kondisi optimum dalam pemasakan/*pulping* yaitu 60-120 menit, larutan NaOH dapat menghilangkan 60% lignin, sehingga jika *pulping* terlalu lama maka lignin yang terkandung akan semakin kecil atau hampir hilang (Tai-Ju dkk., 2022).

Jika lignin terlalu rendah atau hampir tidak ada karena waktu pemasakan yang lama, maka kualitas ketahanan *pulp* akan hilang karena 1% lignin juga berfungsi sebagai pengikat antar serat yang terkandung dalam bahan baku *pulp* (Atindu dkk., 2021).

Penelitian lain oleh Sarwar dkk., (2012) dengan menggunakan jerami padi sebagai bahan baku pulp dan NaOH sebagai larutan pemasak menghasilkan kondisi optimal kadar lignin yaitu 6,69 % dengan konsentrasi NaOH 3 % dan waktu pemasakan 100 menit. Untuk perolehan pulp optimum diperoleh sebesar 49,20 %. Penelitian tersebut menghasilkan kadar lignin yang terbilang rendah walaupun tidak diawali dengan pelepasan pektin. Hal tersebut dikarenakan waktu yang digunakan untuk *pulping* cenderung lebih lama sehingga lignin dapat terdegradasi lebih banyak. Menurut Amelia, dkk. (2018) NaOH bersifat korosif ringan yang dapat menyebabkan kerusakan atau keretakan pada kaca. Penggunaan NaOH dengan kadar yang tinggi sangat berisiko dan dapat merusak alat laboratorium yang sebagian besar dari kaca.

Berdasarkan studi literatur di atas, dapat dilihat bahwa konsentrasi NaOH yang lebih besar akan menyebabkan sisa hasil reaksi semakin menurun seperti yang dipaparkan dalam Gambar 5. Hal itu mengakibatkan kadar lignin dalam pulp semakin kecil dan hasil perolehan padatan pulp semakin rendah (Małachowska dkk., 2020). Variasi konsentrasi NaOH dipilih sekecil mungkin karena penelitian ini menggunakan *pretreatment* ekstraksi pektin sehingga jika NaOH semakin besar akan mengakibatkan kualitas pulp menurun (Fuadi & Ataka, 2020). Penelitian oleh Zulmanwardi & Paramita (2019) tidak diawali dengan pelepasan pektin sehingga kadar lignin yang dihasilkan masih terhitung sedang namun padatan pulp yang diperoleh sangat kurang optimal. Kadar lignin yang optimal menurut SNI *Technical Association Pulp and Paper Industry (TAPPI) T 203* adalah 1,25 % - 1,35 % dan tidak lebih dari 9,89 % (Koubaa & Riedl, 2010). Penelitian oleh Sarwar dkk., (2012) menghasilkan kadar lignin yang termasuk kategori sedang dan perolehan pulp yang dihasilkan tergolong dalam kategori low yield dimana hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas serat pulp dan padatan pulp. *American Forest & Paper Association* memaparkan jika padatan keseluruhan pulp yang dihasilkan lebih dari 60 % maka dapat dikatakan kualitas pulp tersebut sangat baik (Zhang dkk., 1996). Semakin lama waktu pemasakan *pulp* maka semakin banyak lignin yang larut dengan pelarut NaOH, sehingga kadar lignin semakin menurun.

Semakin besar konsentrasi NaOH maka akan 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.

4. KESIMPULAN

Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,5 % dan waktu pemasakan 90 menit, yaitu dengan perolehan pulp sebesar 70,25 % dan kadar lignin sebesar 1,35 % diawali dengan *pretreatment* ekstraksi pektin. Jika dibandingkan dengan pembuatan *pulp* yang tidak diawali dengan ekstraksi *pretreatment* pektin kadar lignin yang dihasilkan pada konsentrasi NaOH 0,5 % dan waktu pemasakan 90 menit adalah 14,75 % dan perolehan padatan pulp sebesar 80,95 %. Dapat ditarik kesimpulan bahwa pembuatan pulp menggunakan jerami padi dengan diawali pelepasan pektin sangat efektif karena menghasilkan kadar lignin yang lebih kecil. Padatan pulp yang dihasilkan lebih rendah dari padatan pulp tanpa ekstraksi pektin, namun masih menghasilkan padatan pulp yang sesuai standar industri kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan laboran Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah bersedia membimbing dari awal hingga akhir dan telah memberi dukungan dalam penyusunan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allegretti, C., Fontanay, S., Krauke, Y., Luebbert, M., Strini, A., Troquet, J., Turri, S., Griffini, G., & D'Arrigo, P. (2018). Fractionation of Soda Pulp Lignin in Aqueous Solvent through Membrane-Assisted Ultrafiltration. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 6(7), 9056–9064. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b01410>
- Amanati, L., & Annisa. (2020). *Ekstraksi Pektin dari Kulit Durian (Durio Zibethinus) untuk Industri Makanan Pectin Extraction From Durian Skin(Durio Zibethinus) For Food Industry*. 5(2), 33.
- Amelia, N., Marjuki, E. I., & Fithriyah, N. H. (2018). *Pembuatan Larutan Natrium Silika*. 1–7.
- 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.
- Atindu, N. F., Yerizam, M., & Dewi, E. (2021). Rancang Bangun Digester Untuk Proses Pulping dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepah Pisang dengan Pelarut NaOH. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(9), 365–374. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.88>
- Bahri, S. (2017). Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 36. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.72>
- Bhardwaj, N. K., Kaur, D., Chaudhry, S., Sharma, M., & Arya, S. (2019). Approaches for converting sugarcane trash, a promising agro residue, into pulp and paper using soda pulping and elemental chlorine-free bleaching. *Journal of Cleaner Production*, 217, 225–233. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.223>
- Choy. (2020). Effects of extraction method on dry pulp yield and morphological properties of pineapple leaf fibre Dayangku Intan Munthoub, Wan Aizan Wan Abdul Rahman, Lew Jin Hau, Rohah A. Majid. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Science*, 16(3), 378–383.
- 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>
- Djenar, N. S., & Suryadi, J. (2020). *Microwave Power and pH Regulating Solution Effect on Characteristics of Pectin from Sukun Peel (Artocarpus altilis) using Microwave Assisted Extraction (MAE)*. 198(Issat), 124–128. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201221.022>
- 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.
- Erwin. (2021). Implementasi Sistem ISO 14001 dalam Mendukung Pencapaian Kinerja Keberlanjutan Perusahaan di Industri Manufaktur Pulp dan Kertas di Indonesia. *Research Paper*, 3(2), 17–24.
- Fernianti, D., & Hastuti, D. (2019). Analisa α -Selulosa dan Bilangan kappa Pada Proses Pembuatan Pulp (Pulping) Menggunakan Seludang Jantung Pisang Sebagai Bahan Baku. *ReTII*, 2019(November), 376–379.
- Fuadi, A. M., & Ataka, F. (2020). Dengan Metode Organosolv. *Pembuatan Kertas Dari Limbah Jerami Dan Sekam Padi Dengan Metode Organosolv*, 33–38. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/12375/105.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Holm, A., & Niklasson, R. (2018). *The effect on wood components during soda pulping*. 49. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/254921/254921.pdf>
- Imlauer Vedoya, C., Area, M. C., Raffaeli, N., & Felissia, F. E. (2021). Study on soda/ethanol delignification of pine sawdust for a biorefinery. *Unpublished*.
- Jalaluddin, & Rizal, S. (2005). Pembuatan Pulp dari Jerami Padi Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6(5), 53–56.
- Jufrinaldi, J. (2018). Isolasi Selulosa Dari Bagas Tebu Melalui Pemanasan Iradiasi Gelombang Mikro. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 2(2), 83. <https://doi.org/10.32493/jitk.v2i2.1683>
- Kaur, D., Bhardwaj, N. K., & Lohchab, R. K. (2017). Prospects of rice straw as a raw material for paper making. *Waste Management*, 60, 127–139. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.001>
- Kaur, D., Bhardwaj, N. K., & Lohchab, R. K. (2018). A study on pulping of rice straw and impact of incorporation of chlorine dioxide during bleaching on pulp properties and effluents characteristics. *Journal of Cleaner Production*, 170, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.111>
- Klemen, Mia, I. B. M., & Bolf, N. (2022). The Efficiency of the Separation of Impurities from Cellulose Pulp Obtained from Pharmaceutical Laminated Cardboard Packaging. *Tehnicky Vjesnik - Technical Gazette*, 29(4), 1295–1300. <https://doi.org/10.17559/tv-20210831164929>
- Koubaa, A., & Riedl, B. (2010). *MEDIUM-DENSITY FIBERBOARD PRODUCED USING PULP AND PAPER SLUDGE FROM DIFFERENT PULPING PROCESSES* ' bastien Migneault Se Hamid Nadji Tony Zhang { . 42(3), 1–12.
- 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.
- Laksmiani, N. P. L., Widiantera, I. W. A., & Pawarrangan, A. B. S. (2022). Potency of moringa (*Moringa oleifera* L.) leaves extract containing quercetin as a depigmentation agent inhibiting the tyrosinase enzyme using in-silico and in-vitro assay. *Pharmacia*, 69(1), 85–92. <https://doi.org/10.3897/PHARMACIA.69.E73132>
- Małachowska, E., Dubowik, M., Lipkiewicz, A., Przybysz, K., & Przybysz, P. (2020).

- Analysis of cellulose pulp characteristics and processing parameters for efficient paper production. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/su12177219>
- Nagpal, R., Bhardwaj, N. K., Mishra, O. P., & Mahajan, R. (2021). Cleaner bio-pulping approach for the production of better strength rice straw paper. *Journal of Cleaner Production*, 318(June 2020), 128539.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128539>
- Nurhayati, N., Maryanto, M., & Tafrikhah, R. (2016). Ekstraksi Pektin dari Kulit dan Tandan Pisang dengan Variasi Suhu dan Metode. *Agritech*, 36(3), 327–334.
<http://dx.doi.org/10.22146/agritech.16605,%0Ahttps://jurnal.ugm.ac.id/agritech/>
- Nurhidayani, & Tamboesai, E. M. (2018). Perbandingan Metode Sulfat (KRAFT) dan ORGANOSOLV dalam Pembuatan Pulp Berbahan Baku Daun Nanas (Ananas Comusus Meer). *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*, 1–8.
<https://repository.unri.ac.id/xmlui/handle/123456789/9282>
- Rahmadi, A. . et al. (2018). Uji Sifat Fisik dan Sifat Kimia Pulp dari Limbah Pelepeh Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq .*). *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 6(1), 1–6.
- Ramadani, M., Hodijah, S., & Artis, D. (2021). Analisis Ekspor Pulp dan Kertas Jambi ke China. *E-Journal Perdagangan Industri Dan Moneter*, 9(2), 59–70.
<https://doi.org/10.22437/pim.v9i2.6367>
- Rizky Amelia, S., Yerizam, M., & Dewi, E. (2021). Analisis Karakteristik Pulp Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepeh Pisang dengan Pelarut NaOH. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 389–393. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.91>
- Saleh, A., Pakpahan, M. M. D., & Angelin, N. (2009). Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur, dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(3), 35–44.
- Sarwar Jahan, M., Shamsuzzaman, M., Rahman, M. M., Iqbal Moeiz, S. M., & Ni, Y. (2012). Effect of pre-extraction on soda-anthraquinone (AQ) pulping of rice straw. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 164–169.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.11.035>
- Singh, G., & Arya, S. K. (2021). A review on management of rice straw by use of cleaner technologies: Abundant opportunities and expectations for Indian farming. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 291). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125278>
- Suhaimi, L., Az-zahra, A., Pradipta, O., & Shidqi, D. (2022). *The Fabrication of Cellulose Acetate Fiber based on Empty Fruit Bunches (EFB) using Electrospinning Technique*.
- Tai-Ju Lee, Jaegyong Gwon, Won-Jae Youe, Yujin Oh, Byeong-Jun Ahn, J.-H. S. (2022). 19882-73556-1-PB.pdf. *Biorecources.*, 17, 2884–2895.
- Thaib, C. M., Gultom, E., & Aritonang, B. (2020). Pembuatan Kertas Dari Limbah Kulit Durian dan Ampas Tebu Dengan Perbedaan Konsentrasi NaOH. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, IV, 1–11.
- Tsuru, C., Umada, A., Noma, S., Demura, M., & Hayashi, N. (2021). Extraction of Pectin from Satsuma Mandarin Orange Peels by Combining Pressurized Carbon Dioxide and Deionized Water: a Green Chemistry Method. *Food and Bioprocess Technology*, 14(7), 1341–1348.
<https://doi.org/10.1007/s11947-021-02644-9>
- Wang, L., Shi, H., Sun, Y., Hou, M., Sheng, X., Li, N., & Niu, M. (2020). Highly efficient lignin removal from the waste liquor of chemical pulping with an integrated polyaluminium chloride-assisted acidification/activated carbon adsorption process. *Journal of Cleaner Production*, 267.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122005>
- Yang, B., Qin, X., Duan, C., He, Z., & Ni, Y. (2021). Converting bleached hardwood kraft pulp to dissolving pulp by using organic electrolyte solutions. *Cellulose*, 28(3), 1311–1320.
<https://doi.org/10.1007/s10570-020-03642-4>
- Zahrotun, E., Nugraheni, Y., & Rusdiansjah. (2013). Pengaruh suhu dan waktu terhadap hasil ekstraksi pektin dari kulit buah nanas. *Jurnal Teknik Kimia*, 39–43.
- Zhang, D., Buongiorno, J., & Ince, P. J. (1996). A recursive linear programming analysis of the future of the pulp and paper industry in the United States: Changes in supplies and demands, and the effects of recycling. *Annals of Operations Research*, 68(1996), 109–139.
<https://doi.org/10.1007/BF02205451>
- Zulmanwardi, & Paramita, V. D. (2019). Proses Pembuatan Pulp Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza Satifa*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2019, 70–75.