



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 4 Tahun 2024 Page 10740-10749

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida dan Waktu Pemasakan terhadap Penurunan Kadar Lignin menggunakan Kulit Jagung (*Zea Mays*) dengan Proses Soda

Nadya Srikandi Gailea

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: [nadyasrikandigailea@gmail.com](mailto:nadyasrikandigailea@gmail.com)<sup>1</sup>

### Abstrak

Peningkatan kebutuhan pulp dan kertas menimbulkan kekhawatiran terhadap masalah pelestarian hutan kayu sebagai bahan baku utama pembuatan pulp dan kertas. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif selain kayu. Salah satu tanaman non kayu yang berpotensi sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan pulp adalah limbah kulit jagung (*Zea Mays*) yang pada dasarnya langsung dibuang atau dibakar sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Kulit jagung memiliki kandungan serat selulosa tinggi yaitu 66,7%. Penelitian ini bertujuan untuk, Mengetahui konsentrasi Natrium hidroksida (NaOH) dalam pembuatan pulp kertas menggunakan kulit jagung. Menentukan waktu pemasakan terbaik dalam pembuatan pulp kertas menggunakan kulit jagung. Menentukan suhu dalam pembuatan pulp kertas melalui analisis pengaruh konsentrasi NaOH dan penentuan waktu optimum. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit jagung dan proses yang diterapkan adalah Metode proses soda.

Kata Kunci: *Konsentrasi NaOH, Kulit Jagung, Pulp, Soda*

## Abstract

The increasing demand for pulp and paper raises concerns about the problem of preserving wood forests as the main raw material for making pulp and paper. Therefore, alternatives to wood are needed. One of the non-wood plants that has the potential to be an alternative raw material for making pulp is corn husk waste (*Zea Mays*) which is basically thrown away or burned straight away so it can cause environmental problems. Corn husks have a high cellulose fiber content, namely 66.7%. This research aims to, determine the concentration of sodium hydroxide (NaOH) in making paper pulp using corn husks. Determining the best cooking time in making paper pulp using corn husks. Determining the temperature in making paper pulp through analyzing the influence of NaOH concentration and determining the optimum time. The raw material used in this research was corn husks and the process applied was the soda process method.

Keywords: *NaOH Concentration, Corn Husks (Zea Mays), Pulp, Soda*

## PENDAHULUAN

Kertas merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia yang semakin maju dan berkembang seperti saat ini. Sehingga industri kertas mengalami pertumbuhan yang pesat di Indonesia dan dunia. Kebutuhan akan kertas di dunia semakin lama semakin meningkat setiap tahunnya. Pada pembuatan pulp kertas ditambahkan bahan larutan NaOH yang berfungsi untuk melarutkan lignin saat proses pembuburan (pulping), sehingga mempercepat proses pemisahan dan pemutusan serat. Penelitian ini menggunakan NaOH sebagai larutan pemasak yang umum digunakan pada industri pulp (Saleh dkk, 2009). Berbagai sektor kehidupan, kertas salah satu media komunikasi dalam bentuk non-verbal. Di Indonesia, penggunaan kertas mencapai 17.000 ton dalam satu hari. Dalam pembuatan pulp dan kertas, bahan baku utamanya adalah salah satu hasil produk hutan yaitu kayu. Terjadinya pengundulan hutan, sehingga menyebabkan menipisnya cadangan kayu menjadi isu pada eksplorasi hasil hutan maka perlu ada alternatif bahan baku pada pembuatan pulp dan kertas. Kulit jagung menjadi bahan baku alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi ketergantungan pada kayu sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Terdapat sejumlah manfaat dan keunggulan dalam mengolah limbah kulit jagung, seperti mengurangi limbah pertanian inovasi ini membantu mengurangi jumlah limbah pertanian yang dibuang dan berkontribusi pada perlindungan lingkungan, produk dekoratif ramah lingkungan mengurangi penggunaan bahan-bahan sintesis, pemberdayaan ekonomi lokal dengan menerapkan inovasi ini secara luas, dapat memberikan peluang ekonomi kepada masyarakat lokal yang terlibat dalam pengumpulan dan pengolahan kulit jagung. Limbah kulit jagung yang pada umumnya hanya dijadikan sebagai pembungkus makanan tradisional, pakan ternak atau bahan bakar sederhana.

Kandungan utama pada kulit jagung meliputi lignin 5,09%, selulosa 66,7%, alkohol sikloheksana 41% (Fagbemigun, 2014). Karena limbah kulit jagung memiliki kandungan selulosa yang tinggi, sehingga limbah kulit jagung dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku alternatif pembuatan pulp kertas. Kekuatan mekanik dari serat-serat selulosa cukup tinggi, sehingga semakin tinggi kandungan selulosa pada bahan baku, maka kualitas pulp akan semakin baik. Kulit jagung merupakan bagian tanaman yang melindungi biji jagung. Limbah kulit jagung sudah digunakan sebagai pakan ternak oleh masyarakat, akan tetapi pemanfaatannya belum maksimal. Kedua limbah tersebut masih memiliki nilai ekonomis yang rendah dan akan menimbulkan pencemaran lingkungan saat dibakar. Kulit jagung memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Menumpuknya limbah kulit jagung yang banyak dapat dimanfaatkan secara optimal. Hal inilah yang mendorong untuk melakukan percobaan pembuatan pulp dari kulit jagung sebagai bahan alternatif.

## METODE PENELITIAN

### Persiapan Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini yakni Buret, Corong, Erlenmeyer, Gelas beker, Gelas ukur, Hot plate, Kaca arloji, Karet hisap, Kertas saring, Labu ukur, Neraca analitik, Oven, Panci, Pengaduk kaca, Pipet volume, Stirer, Termometer, dan Wadah kaca. Bahan – bahan yang digunakan yaitu Kulit jagung, Aquades,  $H_2SO_4$ , KI,  $KmnO_4$ , NaOH,  $Na_2S_2O_3$ .

### Persiapan Bahan Baku

Kulit jagung dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang ada. Setelah itu jerami kedelai dijemur dibawah sinar matahari sampai kering.

### Membuat Blanko

Memasukan aquades 210 mL kedalam gelas beker kemudian tambahkan  $KmnO_4$  dan  $H_2SO_4$  masing – masing sebanyak 25 mL. Setelah itu, stirrer campuran selama 10 menit pada suhu ruang. Selanjutnya tambahkan KI sebanyak 6 mL dan titrasi dengan  $Na_2S_2O_3$  sampai terjadi perubahan warna dari coklat menjadi bening. Terakhir catat volumenya.

## Proses Pulping

Kemudian timbang kulit jagung dengan berat sebesar 2 gram. Selanjutnya masukan larutan NaOH 4, 6, 8%, NaOH 15, 25, 35%, dan NaOH 0,7%, 0,9%, 1,57%, 1,60%, 1,65% kedalam gelas beker dan masukkan aquades sebanyak 50 ml dan aduk hingga rata selama 5 menit. Kemudian dipanaskan dengan waktu pemanasan 15, 30, 45, 60, 90, dan 120 menit dengan suhu 80 °C, waktu pemanasan 60, 90, 120 menit dengan suhu 120°C dan waktu pemanasan 60, 80, 100, 120, 140, 160 menit dengan suhu 100°C. Keluarkan ampas kulit jagung yang telah dipanaskan dan dinginkan hingga suhu ruang. Selanjutnya residu dan filtrat disaring dan cuci pulp dengan aquades.

## Penentuan Bilangan Kappa

Pengukuran bilangan Kappa dilakukan dengan cara menimbang pulp diletakkan dalam gelas beker Bersama dengan 230 mL aquades. Kemudian dimasukkan 25 mL  $\text{KmnO}_4$  0,1N dan 25 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2N. Reaksi dijalankan pada suhu ruang. Setelah 10 menit, reaksi dihentikan dengan menambahkan 6 mL KI 1M. Iodine yang terbentuk dititrasasi dengan menggunakan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang dibutuhkan untuk titrasi. Terjadi perubahan dari coklat menjadi bening. Lalu dicatat volumenya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Hasil Kadar Lignin Pada Kulit Jagung dan Pada Suhu Pemasakan 80°C

Konsentrasi NaOH (%)	Kadar Lignin					
	15 Menit	30 Menit	45 Menit	60 Menit	90 Menit	120 Menit
4	2,0482	1,9185	1,7387	1,6189	1,4891	1,2594
6	1,9983	1,8586	1,6888	1,5690	1,4192	1,1894
8	1,9584	1,7787	1,6488	1,5290	1,3393	1,1200

Tabel 4. Hasil Kadar Lignin Pada Kulit Jagung dan Pada Suhu Pemasakan 100°C

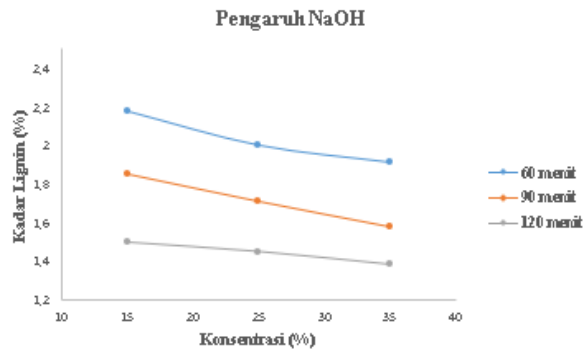
Konsentrasi NaOH (%)	Kadar Lignin					
	60 Menit	80 Menit	100 Menit	120 Menit	140 Menit	160 Menit
0,7	2,3378	2,0682	1,9384	1,7986	1,5889	1,3592
0,9	2,178	2,0482	1,9084	1,7687	1,539	1,3093
1,57	2,158	2,0183	1,8885	1,7387	1,4791	1,2494
1,6	2,1381	1,9883	1,8685	1,6888	1,4491	1,1595
1,65	2,0981	1,9584	1,8486	1,6489	1,3992	1,0700

Tabel 5. Hasil Kadar Lignin Pada Kulit Jagung dan Pada Suhu Pemasakan 120°C

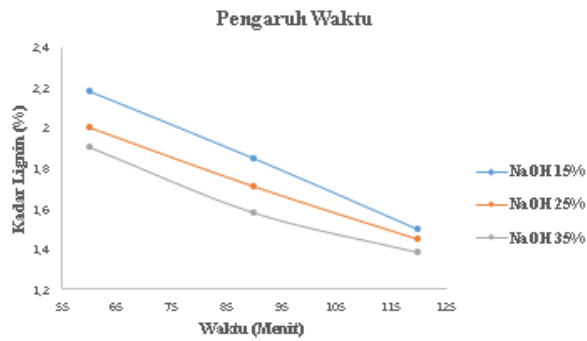
Konsentrasi NaOH (%)	Kadar Lignin		
	60 Menit	90 Menit	120 Menit
15	2,1781	1,8486	1,4991
25	1,9984	1,7088	1,4491
35	1,9085	1,5790	1,3800

Pada penelitian yang telah dilakukan digunakan bahan limbah dari kulit jagung dengan metode soda melalui proses pulping, pada tahap pembuatan pulp pelarut yang digunakan adalah Natrium Hidroksida dengan variasi konsentrasi (4%, 6%, 8%) pada suhu 800C, variasi konsentrasi (15%, 25%, 35%) pada suhu 120°C dan variasi konsentrasi (0,7%, 0,9%, 1,57%, 1,60%, 1,65%). Dimana metode ini dapat melemahkan lignin-karbohidrat sebagai perekat serat dengan pengaruh bahan kimia dan pulp yang diperoleh dengan proses ini bersifat kuat. NaOH yang digunakan pada proses ini sebagai larutan pemasak dimana berfungsi untuk mendegradasi lignin sehingga mudah untuk dipisahkan dari selulosa.

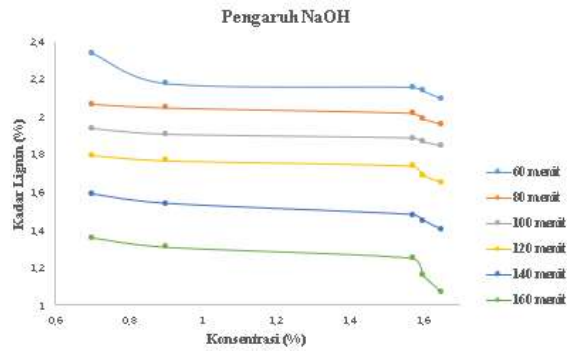
Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil tertinggi dari suhu 80°C yaitu pada variasi waktu 15 menit dengan kadar lignin konsentrasi 4% sebesar 2,0482, selanjutnya dari konsentrasi 6% kadar lignin sebesar 1,9983, dan dari konsentrasi 8% kadar lignin sebesar 1,9584. Dan hasil terendah yaitu pada variasi waktu 120 menit dengan kadar lignin konsentrasi 4% sebesar 1,2594, selanjutnya dari konsentrasi 6% kadar lignin sebesar 1,1894, dan konsentrasi 8% kadar lignin sebesar 1,1200. Diperoleh hasil tertinggi dari suhu 100°C yaitu pada variasi waktu 60 menit dengan kadar lignin konsentrasi 0,7% sebesar 2,3378, selanjutnya dari konsentrasi 0,9% sebesar 2,1780, dan dari konsentrasi 1,57% sebesar 2,1580, selanjutnya dari konsentrasi 1,60% sebesar 2,1381 dan konsentrasi 1,65% sebesar 2,0981. Dan hasil terendah yaitu pada variasi waktu 160 menit dengan kadar lignin konsentrasi 0,7% sebesar 1,3592, selanjutnya dari konsentrasi 0,9% sebesar 1,3093, dan konsentrasi 1,57% sebesar 1,2494, selanjutnya dari konsentrasi 1,60% sebesar 1,1595 dan konsentrasi 1,65% sebesar 1,0700. Dan diperoleh hasil tertinggi dari suhu 120°C yaitu pada variasi waktu 60 menit dengan kadar lignin konsentrasi 15% sebesar 2,1781, selanjutnya dari konsentrasi 25% sebesar 1,9984, dan dari konsentrasi 35% sebesar 1,9085. Dan hasil terendah yaitu pada variasi waktu 120 menit dengan kadar lignin konsentrasi 15% sebesar 1,4991, selanjutnya dari konsentrasi 25% sebesar 1,4491, dan konsentrasi 35% sebesar 1,3800 Sehingga dari hasil diatas diperoleh grafik sebagai berikut:



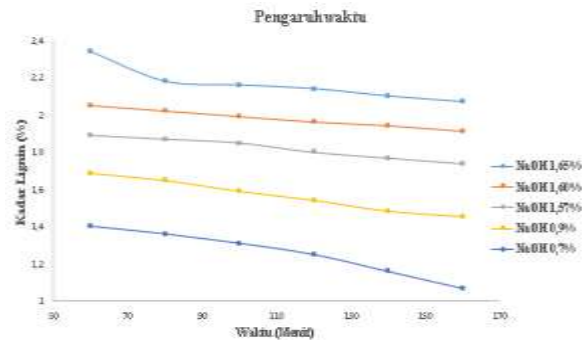
Gambar 5. Grafik Pengaruh Konsentrasi terhadap Kadar Lignin pada Suhu 80°C



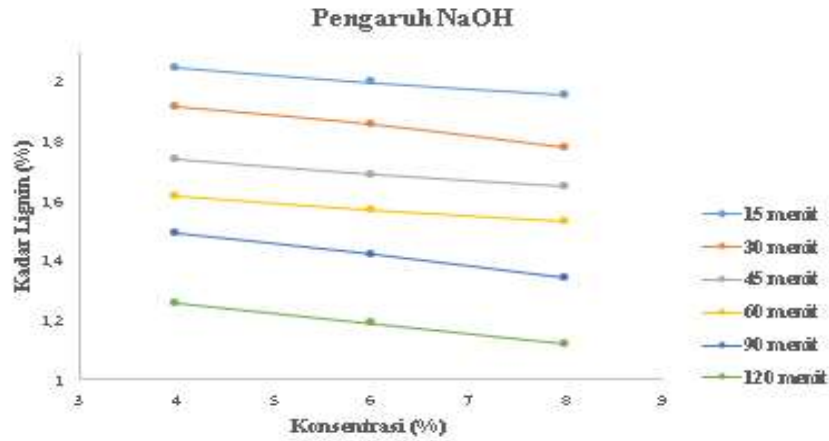
Gambar 6. Grafik Hubungan Pengaruh Waktu Pemasakan terhadap Kadar Lignin pada Suhu 80°C.



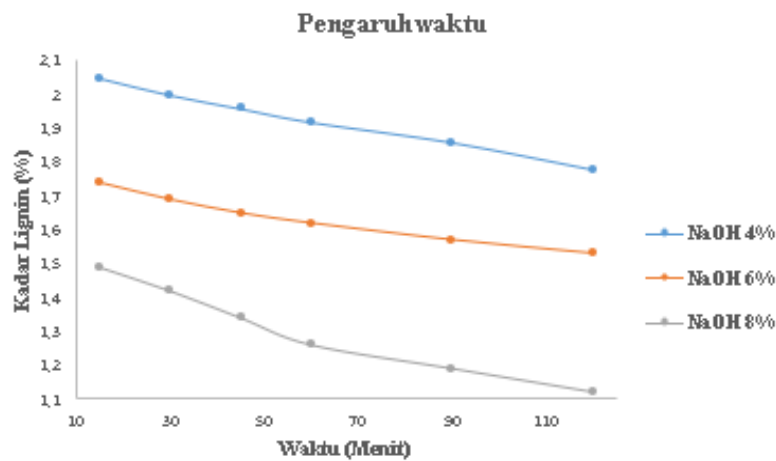
Gambar 7. Grafik Hubungan Pengaruh Konsentrasi terhadap Kadar Lignin pada Suhu 100°C.



Gambar 8. Grafik Hubungan Pengaruh Waktu Pemasakan terhadap Kadar Lignin pada Suhu 100°C



Gambar 9. Grafik Hubungan Pengaruh Konsentrasi terhadap Kadar Lignin pada Suhu 120°C



Gambar 10. Grafik Hubungan Pengaruh Waktu Pemasakan terhadap Kadar Lignin pada Suhu 120°C

Pada penelitian yang sudah dilakukan pengaruh konsentrasi dan waktu pemasakan terhadap kadar lignin paling tertinggi pada suhu 80°C yaitu sebesar 2.0482 dengan konsentrasi 4% pada waktu pemasakan 15 menit dan kadar lignin terendah yaitu sebesar 1.1200% dengan konsentrasi 8% pada waktu pemasakan 120 menit. Kadar lignin tertinggi pada suhu 100°C yaitu sebesar 2,3378 dengan konsentrasi 0,7% pada waktu pemasakan 60 menit dan kadar lignin terendah yaitu sebesar 1,0700 dengan konsentrasi 1,65% pada waktu pemasakan 160 menit. Dan kadar lignin tertinggi pada suhu 120°C yaitu sebesar 2,1781 dengan konsentrasi 15% pada waktu pemasakan 60 menit dan kadar lignin terendah yaitu sebesar 1,3800 dengan konsentrasi 35% pada waktu pemasakan 120 menit. Sehingga waktu yang optimum dalam menurunkan kadar lignin pada pulp adalah 160 menit, dari Grafik 6, 8 dan 10 dapat dilihat dalam Grafik bahwa semakin lama waktu pemasakan pada pulp maka semakin sedikit kadar ligninnya.

Hal tersebut membuktikan bahwa semakin lama waktu pemasakan *microwave*

terhadap pulp dalam larutan NaOH akan mengakibatkan lignin yang didegradasi lebih banyak jumlahnya, karena radiasi *microwave* dapat meningkatkan reaksi degradasi lignin dalam larutan NaOH. Hal ini berkaitan dengan efek panas yang ditimbulkan selama waktu pemasakan dalam *microwave*. Semakin lama waktu pemasakan maka efek panas juga meningkat dan mampu mendegradasi ikatan dalam lignin lebih banyak sehingga kadar lignin semakin menurun seiring dengan semakin lamanya waktu pemasakan *microwave* (Sari dkk, 2018).

Berdasarkan Grafik diatas didapatkan bahwa pengaruh konsentrasi NaOH sangat mempengaruhi kandungan lignin dalam *pulp*. Dari Grafik 5, 7, dan 9 dapat diketahui bahwa kadar lignin terbesar sebesar 2,3378% pada suhu 100°C dengan konsentrasi NaOH 0,7% dan waktu pemasakan 60 menit dan kadar lignin terendah sebesar 1,0700% pada suhu 100°C dengan konsentrasi NaOH 1,65% dan waktu pemasakan 160 menit, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak variasi konsentrasi NaOH dalam proses *pulping* maka semakin sedikit kadar lignin yang dihasilkan.

Hal tersebut terjadi karena adanya penambahan larutan NaOH mengakibatkan degradasi lignin yang akan mengakibatkan struktur lignin dan kemudian mengakibatkan molekulnya sebagian terkondensasi dan mengendap. Besar konsentrasi NaOH mengakibatkan mol NaOH yang bereaksi dengan lignin menjadi semakin besar sehingga lignin dapat terdegradasi dan menyebabkan sisa hasil reaksi menjadi lebih kecil (Siregar dkk, 2014).

Berdasarkan pada penelitian ini terdapat perbandingan suhu dan variasi konsentrasi yang berbeda yaitu suhu 80°C, 100°C, dan 120°C, pada suhu 80°C dengan variasi konsentrasi (4%, 6%, 8%), suhu 100°C dengan variasi konsentrasi (0,7%, 0,9%, 1,57%, 1,60%, 1,65%), dan pada suhu 120°C dengan variasi konsentrasi (15%, 25%, 35%). Suhu 80°C didapatkan hasil pada waktu 60 menit dengan konsentrasi 4% pada kadar lignin sebesar 1,6189% dan waktu 120 menit dengan konsentrasi 8% pada kadar lignin sebesar 1,1200%. Pada suhu 100°C didapatkan hasil pada waktu 60 menit dengan konsentrasi 0,7% pada kadar lignin sebesar 2,3378% dan waktu 160 menit dengan konsentrasi 1,65% pada kadar lignin sebesar 1,0700%. Dan pada suhu 120°C didapatkan hasil pada waktu 60 menit dengan konsentrasi 15% pada kadar lignin sebesar 2,1781% dan waktu 120 menit dengan konsentrasi 35% pada kadar lignin sebesar 1,3800%.

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan suhu, waktu pemasakan dan variasi konsentrasi yang berbeda sangat mempengaruhi pada kadar lignin, hal ini menunjukkan bahwa kadar lignin lebih baik pada suhu 100°C dengan metode soda melalui proses *pulping*.

Dan juga terdapat perbandingan penelitian dengan bahan baku dan variasi konsentrasi yang berbeda yaitu mahkota buah nanas pada suhu 100°C dengan variasi konsentrasi (0,7%, 0,9%, 1,54%, 1,59%, 1,63%). Kadar lignin yang dihasilkan pada proses *pulping* menggunakan bahan mahkota buah nanas didapatkan hasil kadar lignin tertinggi yaitu sebesar 2,4175% dengan konsentrasi 0,7% pada waktu 60 menit dan kadar lignin terendah 1,3800% dengan konsentrasi 1,63% pada waktu 160 menit.

Sedangkan hasil penelitian yang menggunakan bahan kulit jagung pada suhu 100°C dengan variasi konsentrasi (0,7%, 0,9%, 1,57%, 1,60%, 1,65%). Didapatkan hasil kadar lignin tertinggi yaitu sebesar 2,3378% dengan konsentrasi 0,7% pada waktu 60 menit dan kadar lignin terendah yaitu sebesar 1,0700% dengan konsentrasi 1,65% pada waktu pemasakan 160 menit.

Dapat disimpulkan bahwa dengan bahan baku dan pengaruh variasi konsentrasi yang berbeda maka kadar lignin pada pulp yang dihasilkan turun, namun dalam penelitian ini selain konsentrasi NaOH hal yang sangat mempengaruhi adalah suhu. Dimana semakin tinggi suhu maka proses degradasinya akan jauh lebih cepat dan lignin sisa hasil reaksi menjadi lebih kecil.

## SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin sedikit kadar ligninnya, dikarenakan semakin tinggi kandungan konsentrasi pemasakan dapat meningkatkan laju delignifikasi dan semakin banyak lignin yang terdegradasi maka pulp yang dihasilkan akan semakin baik. Dan semakin lama waktu pemasakan maka kadar lignin akan semakin menurun sehingga menghasilkan warna pulp yang semakin putih dan memiliki kualitas yang lebih baik.
2. Kadar lignin tertinggi pada suhu 80°C sebesar 2,0482 dengan waktu pemasakan selama 15 menit pada konsentrasi NaOH 4% dan Kadar lignin terendah sebesar 1,1200 pada waktu pemasakan 120 menit dengan konsentrasi NaOH 8%.
3. Kadar lignin tertinggi pada suhu 100°C sebesar 2,3378 dengan waktu pemasakan selama 60 menit pada konsentrasi NaOH 0,7% dan Kadar lignin terendah sebesar 1,0700 pada waktu pemasakan 160 menit dengan konsentrasi NaOH 1,65%.
4. Kadar lignin tertinggi pada suhu 120°C sebesar 2,1781 dengan waktu pemasakan selama 60 menit pada konsentrasi NaOH 15% dan Kadar lignin terendah sebesar 1,3800 pada waktu pemasakan 120 menit dengan konsentrasi NaOH 35%.
5. Konsentrasi NaOH membantu dalam pelepasan lignin, konsentrasi NaOH akan

bereaksi dengan lignin sehingga kadar lignin akan semakin menurun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ardiani S. M. Si., Rahmayanti D, H., Dan Akmalia N. 2020. "The Study of Paper Capillarity with a Simple Technique". PUBLIPRENEUR POLIMEDIA: JURNAL ILMIAH. 8(1), pp 15-30.
- Fagbemigun, Taiwo K. 2014. "Pulp and Paper-Making Potential of Cornhusk". LagosNigeria International Journal of Agri Science Vol. 4(4): 209-213.
- Linda, K., dan Heny, K. 2016. "Pengolahan Limbah Daun Jati Kering Dari Desa Leyangan, Ungaran Menjadi Pulp Kering Dengan Proses Soda". Jurnal Teknologi Limbah Radioaktif. 1(4), pp 410-608.
- M. Daud, Wasrin., S, dan Khaswar, S. 2012. "BIOKONVERSI BAHAN BERLIGNOSELULOSA MENJADI BIOETANOL MENGGUNAKAN *Aspergillus niger* Dan *Saccharomyces cerevisiae*". Jurnal Prennial, 8(2), pp 43-51.
- Melani. A., Atikah., Arjeni, R., Dan Robiah. 2022. "PENGARUH VOLUME PELARUT NaOH DAN REMPERATUR PEMASAKAN PULP DARI PELEPAH PISANG KLUTUK". Distilasi, 7(1).
- Rachmawati A., Nurul A. S., Frans F. Dan Iyas M, Early M., Erlita K. W., Alby V. 2020. "KULIT JAGUNG UNTUK PEMBUATAN KERTAS KEMASAN DENGAN PROSES HIDROTERMALDENGAN METODE SODA". Jurnal vokasi teknologi industri, 2(1).
- Rahmat F., Dan Murni Y. 2022. "PEMANFAATAN KULIT JAGUNG DAN TONGKOL JAGUNG(ZEA MAYS)SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN KERTAS SENI DENGAN PENAMBAHAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)". Jurnal inovasi proses, 7(2).
- Sari, P. D., Puri, W. A., & Hanum, D. 2018. Delignifikasi Bonggol Jagung dengan Metode Microwave Alkali. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian "AGRIKA," 12(2), 164– 172.
- Saleh, A., Pakpahan, M. M., & Angelina, N. 2009. Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda, Jurnal Teknik Kimia, 3(16).
- Siregar, M. R., Hendrawan, Y., & Nugroho, W. A. 2014. Pengaruh Konsentrasi Naoh dan Lama Waktu Pemanasan Microwave dalam Proses Pretreatment Terhadap Kadar Lignoselulosa *Chlorella Vulgaris* The Effect Of NaOH Concentration and Microwave Heating Time on Pretreatment Process Toward Lignocellulose Content Of Chl. Jurnal Teknologi Pertanian, 15(2), 129–138.
- Wibisono, I., and Leonardo, H., 2013. Pembuatan pulp dari alang- alang. Widya Teknik, 10(1), pp 11-20