

Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida dan Waktu Pemasakan Terhadap Penurunan Kadar Lignin Menggunakan Kulit Edamame (Glycin Max (L) Merrill) dengan Proses Soda

Tri Suharni¹, Ahmad M Fuadi²

^{1,2}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
d500200176@student.ums.ac.id¹, am_fuadi@ums.ac.id²

ABSTRACT

The increase in demand for pulp and kertas raises awareness of the problem of kayu hutan as the primary raw material for pulp and kertas production. As a result, an alternative to kayu is required. One non-kayu tanaman that has the potential to be used as an alternative raw material in pulp production is edamame kulit (Glycin max (L) merrill), which is slowly brewed or baked such that it can cause environmental problems. Kulit edamame has a relatively high selulosa content of 2.3% to 13.1%. This study aims to understand the effects of pemasakan and the concentration of natrium hydroxide on the lignin pulp from kulit edamame using the soda process. The best method for this study is to use NaOH concentrations of 0.7%, 0.9%, and 1.78%, 1.82, and 1.86 percent at pemasakan times (100, 115, 125, 135, 145 menit) has lignin tertinggi kadar of 2,0376% and lignin terendah kadar of 0,9000%. The purpose of this study is to determine the pulp quality that is obtained from the soda process using NaOH concentration and the best combination of NaOH concentration and pemasakan time in the production of pulp from Kulit Edamame. The results of the study show that as the concentration of NaOH increases, the amount of lignin will decrease. This is because increasing the concentration of pemasakan's lignin can increase the amount of delignification and the amount of lignin that degrades will result in better pulp. And the longer the pemasakan time, the longer the lignin kadar will flow, resulting in a pulp that is more putih and has better quality.

Keywords : Concentration Of NaOH, Edamame Skin, Pulp, Lignin.

ABSTRAK

Peningkatan permintaan pulp dan kertas meningkatkan kesadaran akan masalah kayu hutan sebagai bahan baku utama produksi pulp dan kertas. Akibatnya, diperlukan alternatif untuk kayu. Salah satu tanaman non-kayu yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam produksi pulp adalah kulit edamame (Glycin max (L) merrill), yang diseduh atau dipanggang perlahan sehingga dapat menyebabkan masalah lingkungan. Kulit edamame memiliki kandungan selulosa yang relatif tinggi yaitu 2,3% hingga 13,1%. Studi ini bertujuan untuk memahami efek pemasakan dan konsentrasi natrium hidroksida pada pulp lignin dari kulit edamame menggunakan proses soda. Metode terbaik untuk penelitian ini adalah menggunakan konsentrasi NaOH sebesar 0,7%, 0,9%, dan 1,78%, 1,82, dan 1,86 persen pada waktu pemasakan (100, 115, 125, 135, 145 menit) yang memiliki kadar lignin tertinggi sebesar 2,0376% dan kadar lignin terendah sebesar 0,9000%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kualitas pulp yang diperoleh dari proses soda menggunakan konsentrasi NaOH dan kombinasi terbaik dari konsentrasi NaOH serta waktu pemasakan dalam produksi pulp dari Kulit Edamame. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH, jumlah lignin akan menurun. Ini karena peningkatan konsentrasi lignin pemasakan dapat meningkatkan jumlah delignifikasi dan jumlah lignin yang terdegradasi akan menghasilkan pulp yang lebih baik. Dan semakin lama waktu pemasakan, semakin lama kadar lignin akan mengalir, menghasilkan pulp yang lebih putih dan memiliki kualitas yang lebih baik.

Kata kunci : Konsentrasi NaOH, Kulit Edamame, Pulp, Lignin

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, barang merupakan kebutuhan pokok bagi manusia. Umumnya masyarakat hanya memanfaatkan daging buahnya sebagai lalap, sirup, jus, dan selai. Saat ini pemanfaatan kulit buah sudah sangat luas, dan kulit buah-buahan tersebut hanya dibuat dan dijadikan sampah. Karena tidak cocok untuk pakan ternak, masyarakat umum menggunakan tulpukan limbah buah-buahan jarang. Secara umum, sampah buah-buahan hanya digunakan satu kali sehingga menghasilkan aroma yang sedap bagi lingkungan dan dapat meningkatkan kesehatan.

Ada banyak manfaat dan keuntungan dari pengurangan limbah edamame kulit, khususnya menurunkan limbah pertanian. Inovasi ini membantu mengurangi jumlah produk pertanian yang dibuat dan berkontribusi terhadap perlindungan lingkungan; produk dekoratif ramah lingkungannya mengurangi penggunaan bahan sintesis; meningkatkan kegiatan ekonomi lokal dengan menerapkannya secara komprehensif; dan itu dapat menyediakan peluang ekonomi bagi penduduk lokal yang tertarik pada pengumpulan dan kulit jagung.

Komponen utama edamame adalah lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang berkisar antara 2,3% hingga 13,1%. Bahan baku yang memiliki kandungan selulosanya tinggi ini dapat digunakan untuk membuat pulp dan kertas. Kekuatan mekanik dari serat-serat selulosa cukup tinggi, oleh karena itu seiring bertambahnya jumlah selulosa dalam bahan baku maka kualitas pulp juga akan meningkat.

Limbah kulit edamame telah dimanfaatkan sebagai hewan ternak oleh masyarakat umum, namun pemanfaatannya masih terbatas. Limbah tersebut masih memiliki landasan ekonomi yang kuat dan akan terus menciptakan perubahan lingkungan di masa depan. Karena kandungan selulosanya yang tinggi, kulit edamame dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi pulp dan kertas. Empuknya kulit edamame yang banyak dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Hal inilah yang mendorong dilakukannya produksi pulp dari kulit edamame sebagai bahan alternatif

Berdasarkan uraian tersebut rumusan masalah yang termuat pada penelitian ini terkait apakah proses soda dengan konsentrasi NaOH dapat menghasilkan pulp dengan kualitas baik serta berapa lama kombinasi konsentrasi NaOH dan lama waktu pemasakan yang optimal dalam pembuatan pulp dari kulit edamame. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui kualitas pulp yang dihasilkan proses soda dengan konsentrasi NaOH dan mengetahui kombinasi konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan yang paling optimal dalam pembuatan pulp dari Kulit Edamame. Sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menemukan pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan terhadap penurunan kadar lignin dengan memanfaatkan bahan non kayu yaitu kulit edamame menggunakan proses soda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia UMS dengan identifikasi variabel bebas yaitu waktu pemasakan dan konsenttasi sodium hidroksida, variabel terikat yaitu hasil pengujian lignin dan bilangan Kappa dan variabel control yaitu massa *Pulp* dan massa *Pulp* +NaOH. Dimana alat dan bahan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam proses penelitian

No	Nama Alat	Ukuran (mL)	Jumlah
1	Buret	50	1
2	Corong	-	1
3	Erlenmeyer	-	1
4	Gelas beker	250;600	9;2
5	Gelas ukur	50	1
6	Hot plate	-	1
7	Kaca arloji	-	1
8	Karet hisap	-	1
9	Kertas saring	-	27
10	Labu ukur	200	1
11	Neraca Analitik		1
12	Oven	-	9
13	Panci	-	1
14	Pengaduk Kaca	-	1
15	Pipet Volume	25	1
16	Stirer	-	1
17	Termometer	-	1
18	Wadah kaca	-	1

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam proses penelitian

No	Nama bahan	Densitas (g/m ³)	Kadar (%)	Massa (g)	Volume (mL)	Produsen
1	Aquades	-	-	-	Secukupnya	Ajax
2	H ₂ SO ₄	1,83	-	2,444	25	Merck
3	KI	3,12	-	0,996	6	Merck

4	KMnO ₄	2,78	-	0,079	25	Merck
5	Kulit jagung	-	-	2	25	Kebun
6	NaOH	2,13	10%; 20%; 30%; 5%; 7%; 9%;0,7% ;0,9%; 1,78%; 1,82%; 1,86%	5;10;15;2, 5; 3,5;4,5; 0,0074; 0,009; 0,0178; 0,0182; 0,0186	-	Merck
7	Na ₂ S ₂ O ₃	1,67	-	12,4	500	Merck

Tahapan penelitian yaitu melakukan persiapan bahan baku tanpa pelepasan pectin, membuat blangko, proses pulping, dan penentuan bilangan kappa. Analisa data dan penafsiran dilakukan dengan mengetahui konsentrasi NaOH dan melakukan penyimpulan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil percobaan penelitian pulp dan kertas dari kulit edamame yang telah dilakukan sebagai berikut:

Tabel 3. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 0,7% suhu 100°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	100	0,0074	2,0376
2.	115	0,0074	1,8281
3.	125	0,0074	1,6036
4.	135	0,0074	1,3490
5.	145	0,0074	1,0719

Tabel 4. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 0,9% suhu 100°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	100	0,009	2,0077
2.	115	0,009	1,7982

3.	125	0,009	1,5512
4.	135	0,009	1,2966
5.	145	0,009	1,0344

Tabel 5. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 1,78% suhu 100°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	100	0,0178	1,9628
2.	115	0,0178	1,7458
3.	125	0,0178	1,4988
4.	135	0,0178	1,2442
5.	145	0,0178	0,9820

Tabel 6. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 1,82% suhu 100°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	100	0,0182	1,9329
2.	115	0,0182	1,7084
3.	125	0,0182	1,4389
4.	135	0,0182	1,1842
5.	145	0,0182	0,9445

Tabel 7. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 1,86% suhu 100°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	100	0,0186	1,8880
2.	115	0,0186	1,6485
3.	125	0,0186	1,3789
4.	135	0,0186	1,1243

5.	145	0,0186	0,9000
----	-----	--------	--------

Tabel 8. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 5% suhu 80°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	70	2,5	1,4538
2.	100	2,5	1,3265
3.	115	2,5	1,2067
4.	125	2,5	1,0869
5.	130	2,5	0,9745

Tabel 9. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 7% suhu 80°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	70	2,5	1,3939
2.	100	2,5	1,2891
3.	115	2,5	1,1542
4.	125	2,5	1,0344
5.	130	2,5	0,9071

Tabel 10. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 9% suhu 80°C

No	Waktu (menit)	NaOH	Kadar Lignin
1.	70	4,5	1,3565
2.	100	4,5	1,2441
3.	115	4,5	1,1468
4.	125	4,5	1,0044
5.	130	4,5	0,8400

Tabel 11. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 10% suhu 120°C

No	Waktu (menit)	NaOH (gram)	Kadar Lignin
1.	70	5	1,0045
2.	100	5	0,7572
3.	130	5	0,6373

Tabel 12. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 20% suhu 120°C

No	Waktu (menit)	NaOH (gram)	Kadar Lignin
1.	70	10	0,8471
2.	100	10	0,7047
3.	130	10	0,4574

Tabel 13. Data hasil percobaan praktikum teknologi pulp dan kertas dari kulit edamame dengan NaOH 30% suhu 120°C

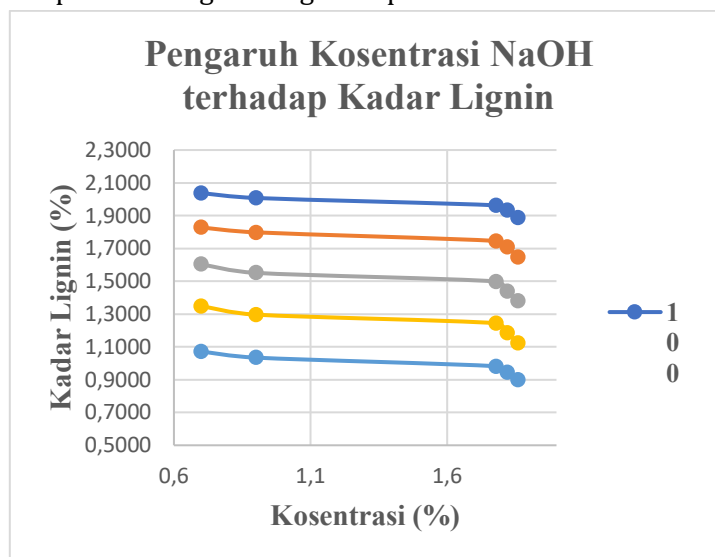
No	Waktu (menit)	NaOH (gram)	Kadar Lignin
1.	70	20	0,7947
2.	100	20	0,6972
3.	130	20	0,3900

PEMBAHASAN

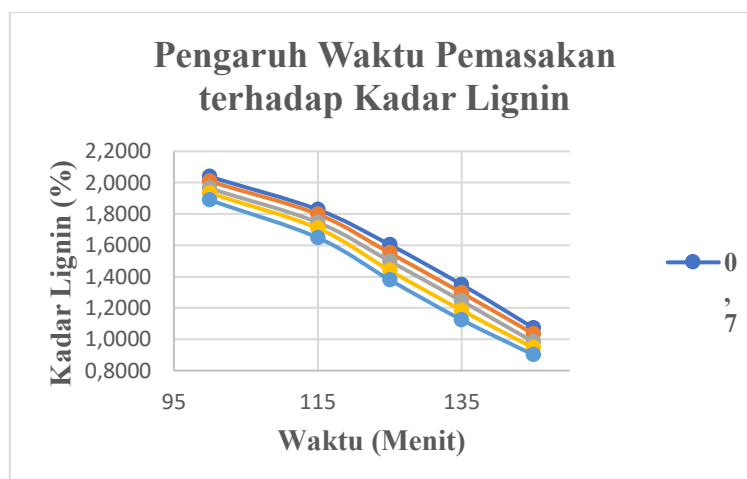
Telah dilakukan penelitian mengenai penurunan kadar lignin dari kulit edamame melalui proses pulping secara chemical yaitu pulping dengan metode soda yang diberi tambahan NaOH. NaOH ditambahkan pada proses ini sebagai larutan pemasak yang berfungsi sebagai pendegradasi lignin. Sehingga, lignin pada kulit edamame mudah untuk dipisahkan dari selulosa. Pada penelitian ini, konsentrasi NaOH yang ditambahkan, waktu pemasakan, dan suhu pemasakan menjadi faktor-faktor yang memengaruhi kadar lignin yang terdegradasi pada kulit edamame. Variasi suhu pemasakan yang digunakan 80°C, 100°C, dan 120°C. Adapun lama waktu pemasakan terdiri atas lima waktu yaitu 70 menit, 100 menit, 115 menit, 125 menit, dan 130 menit. Namun pada suhu 120°C variasi lama waktu yang digunakan hanya 70 menit, 100 menit, dan 130 menit. Sedangkan konsentrasi NaOH yang ditambahkan selama pemasakan memiliki variasi konsentrasi yang berbeda-beda disetiap suhu nya. Pada suhu 80°C, konsentrasi NaOH yang digunakan adalah NaOH

5%, NaOH 7%, dan NaOH 9%. Pada suhu 100 °C, konsentrasi NaOH yang digunakan adalah NaOH 0.7%, NaOH 0.9%, NaOH 1.78%, dan NaOH 1.82%. Sedangkan pada suhu 120 °C, konsentrasi NaOH yang digunakan adalah NaOH 10%, NaOH 20%, dan NaOH 30%.

Berdasarkan hasil penelitian seperti yang tertera pada Tabel 4., Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, Tabel 9, Tabel 10, Tabel 11, Tabel 12, Tabel 13, dan Tabel 14, diketahui bahwa terjadi penurunan kadar lignin dengan kadar lignin terendah didapatkan pada variasi konsentrasi perlakuan dengan kandungan NaOH konsentrasi tertinggi dan waktu pemasakan terlama pada masing-masing suhu pemasakan

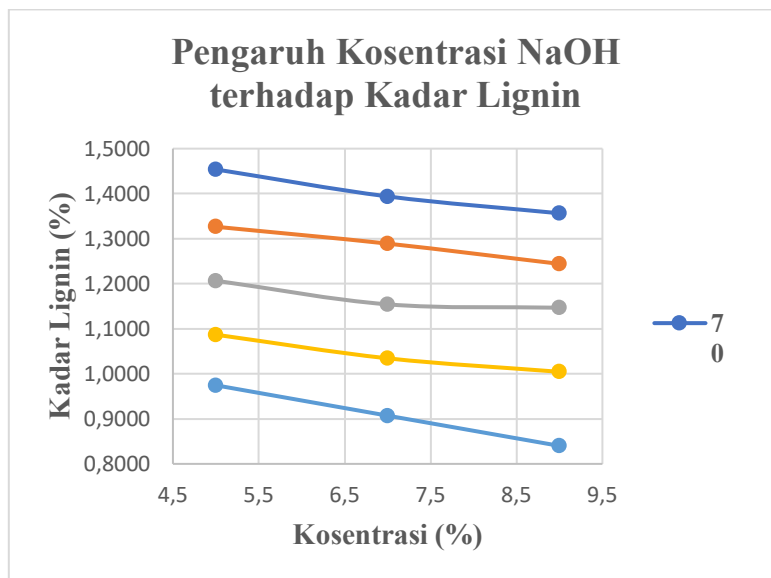


Gambar 1. Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap Kadar Lignin pada suhu 100°C

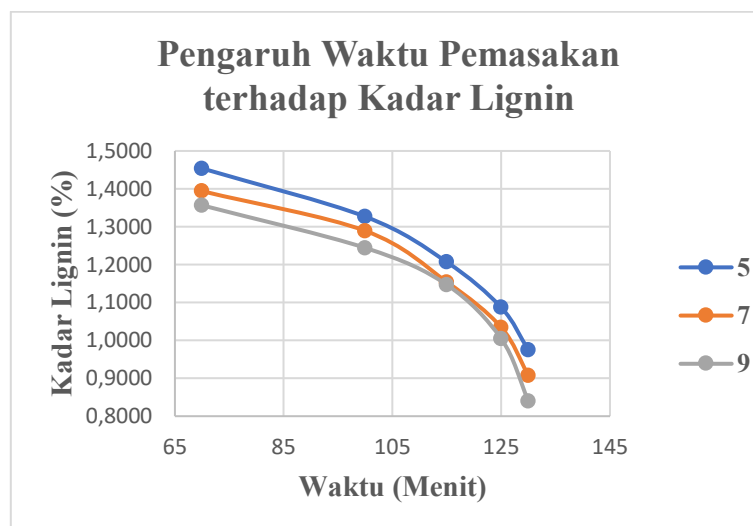


Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Pemasakan Terhadap Kadar Lignin pada suhu 100°C

Pada Gambar 1 dan Gambar 2, yaitu grafik penurunan kadar lignin pada suhu 80°C, diketahui bahwa penurunan kadar lignin terbesar yang ditandai dengan rendahnya kadar lignin ialah pada perlakuan dengan waktu pemasakan terlama yaitu selama 130 menit. Pada waktu pemasakan selama 130 menit, pemasakan dengan tambahan NaOH 5% memiliki kadar lignin sebesar 0.9745%, pada NaOH 7% memiliki kadar lignin sebesar 0.9071%, dan pada NaOH 9% memiliki kadar lignin sebesar 0.8400%.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap Kadar Lignin pada suhu 80°C

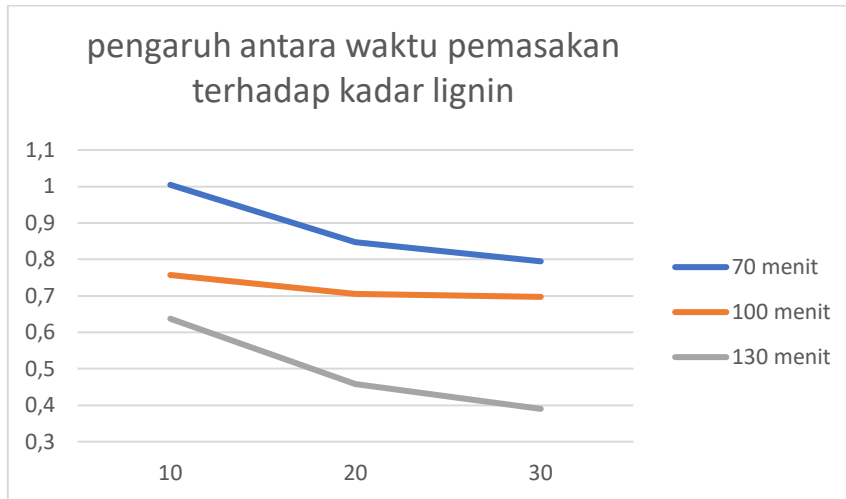


Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Pemasakan Terhadap Kadar Lignin pada suhu 80°C

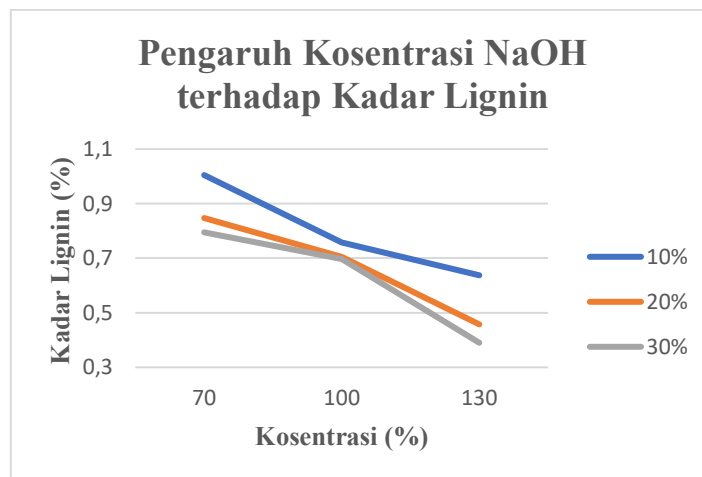
Pada Gambar 3 dan Gambar 4, yaitu grafik penurunan kadar lignin pada suhu 120°C, diketahui bahwa penurunan kadar lignin terbesar yang ditandai dengan rendahnya kadar lignin ialah pada perlakuan dengan waktu pemasakan terlama yaitu selama 130 menit. Pada waktu pemasakan selama 130 menit, pemasakan dengan tambahan NaOH 10% memiliki kadar lignin sebesar 0.6373%, pada NaOH 20% memiliki kadar lignin sebesar 0.4574%, dan pada NaOH 30% memiliki kadar lignin sebesar 0.3900%.

Diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH, lama waktu pemasakan, dan suhu berkorelasi positif dengan semakin besarnya penurunan kadar lignin di kulit edamame. Penurunan kadar lignin pada kulit edamame dapat terjadi akibat adanya reaksi pemotongan rantai lignin disebut dengan reaksi depolimerisasi rantai lignin. Fernandez et al. (2019) menyebutkan bahwa senyawa basa kuat seperti NaOH berperan sebagai katalis reaksi depolimerisasi rantai lignin. Senyawa NaOH dapat membantu pemutusan ikatan O-4

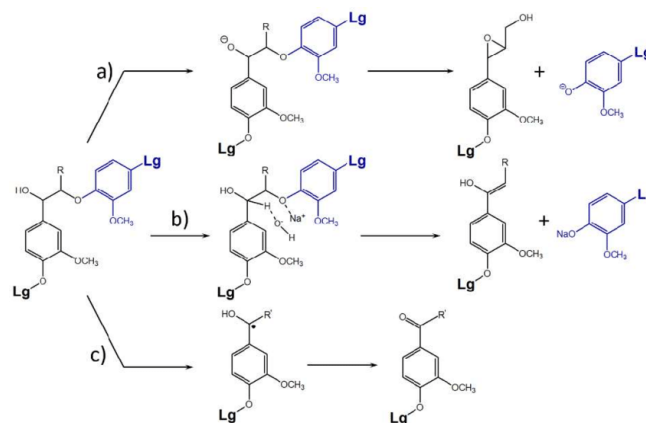
secara nukleofilik dari gugus metoksi yang berdekatan seperti reaksi a atau secara heterolitik dan propagasi yang ditunjukkan oleh reaksi b dan reaksi c pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Waktu Pemasakan Terhadap Kadar Lignin pada suhu 120°C



Gambar 6. Grafik Pengaruh Konsentrasi Terhadap Kadar Lignin pada suhu 120°C



Gambar 7. Peran NaOH sebagai Katalis dalam Reaksi Depolimerisasi Lignin (Fernandez et al., 2019).

Katalisator NaOH pada penelitian ini terbukti memiliki efektivitas yang tinggi dalam menurunkan kadar lignin pada konsentrasi NaOH yang sangat tinggi diantaranya pada konsentrasi NaOH 1.86% pada suhu 100°C selama 145 menit dengan kadar lignin sebesar 0,9000%, pada konsentrasi NaOH 9% pada suhu 80°C selama 130 menit dengan kadar lignin sebesar 0,8400%, dan pada konsentrasi NaOH 30% pada suhu 120°C selama 130 menit dengan kadar lignin sebesar 0,3900%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menyebutkan bahwa tingginya konsentrasi NaOH secara efektif menurunkan kadar lignin. NaOH disebut sebagai salah satu metode pretreatment konvensional yang paling efektif dalam menurunkan kadar lignin, sebab mampu memecahkan ikatan intermolekular antara ikatan ester dengan ikatan C-C yang menyebabkan depolimerisasi, sehingga rantai lignin pendek mudah larut dalam larutan NaOH (Utoro et al., 2022).

Diketahui juga bahwa faktor lainnya yang efektif dalam membantu penurunan kadar lignin ialah suhu dan lama waktu pemasakan. Sayakulu dan Soloi (2022), menyebutkan bahwa kombinasi antara konsentrasi NaOH dengan variasi suhu yang tinggi, dan lama waktu pemasakan memberikan hasil yang lebih efektif dalam menurunkan kadar lignin. Pernyataan tersebut sejalan dengan Hukum Arrhenius yang menjelaskan prinsip mengenai hubungan antara suhu dan laju reaksi kimia. Dalam Worner et al. (2024), diketahui bahwa reaksi depolimerisasi lignin sejalan dengan Hukum Arrhenius, dimana pada suhu yang lebih tinggi, reaksi berjalan lebih cepat dengan suhu yang digunakan pada penelitian tersebut berkisar antara 370°C - 380°C. Sari et al. (2020), menjelaskan bahwa pada suhu yang tinggi katalis menjadi lebih aktif menghidrolisis ikatan kimia, sehingga transfer proton lignin terjadi lebih cepat dan rantai lignin lebih banyak terdegradasi. Kecepatan reaksi ini sebanding dengan tinggi suhu yang digunakan.

Selain itu, konsentrasi NaOH juga sebanding dengan lama waktu pemasakan. Sesuai dengan rumus karenius dalam Hukum Arrhenius, diketahui bahwa tingginya konsentrasi dapat mempercepat reaksi dengan persamaan rumus sebagai berikut (Laidler, 1984):

$$r = k \cdot [A]^m \cdot [B]^n$$

r : laju reaksi (mol/l/s)

k : konstanta laju reaksi

[A] dan [B] : konsentrasi reaktan A dan B

m dan n : orde reaksi terhadap reaktan A dan B

Irawan et al. (2020), menjelaskan bahwa perbandingan antara konsentrasi NaOH yang tinggi sejalan dengan lama waktu pemasakan. Waktu pemasakan yang lebih lama memfasilitasi terjadinya proses delignifikasi atau reaksi depolimerisasi yang lebih lama dengan laju reaksi yang lebih cepat akibat konsentrasi NaOH yang tinggi. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil dari penelitian ini, dimana pada waktu pemasakan tertinggi yaitu 130 menit dan 145 menit dengan konsentrasi NaOH tertinggi pada setiap variasi suhu yaitu NaOH 1,86, NaOH 9%, dan NaOH 30% secara berurutan didapatkan kadar lignin terendah sebesar 0,9000%, 0,8400%, dan 0,3900%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut adalah hasil penelitian yang telah diselesaikan. Ketika konsentrasi NaOH meningkat, kandungan lignin menurun. Ini karena peningkatan konsentrasi pemasakan dapat meningkatkan jumlah delignifikasi dan jumlah lignin yang terdegradasi akan menghasilkan pulp yang lebih baik. Dan semakin lama waktu pemasakan, semakin lama kadar lignin akan mengalir, menghasilkan pulp yang lebih putih dan memiliki kualitas yang lebih baik. Selain itu, lignin tertinggi pada 80°C adalah 1,4538 dengan waktu pemasakan 70 menit pada konsentrasi 5% NaOH, dan lignin terendah adalah 0,8400 dengan waktu pemasakan 130 menit pada konsentrasi 9% NaOH. Lignin tertinggi pada 100°C adalah sekitar 2,0376 dengan waktu pemasakan 100 menit pada konsentrasi 0,7% NaOH, dan lignin terendah adalah sekitar 0,9000 dengan waktu pemasakan 145 menit pada konsentrasi 1,86 persen NaOH. Lignin tertinggi pada 120°C adalah sekitar 1,0045 dengan waktu pemasakan 70 menit pada konsentrasi 10% NaOH, dan lignin terendah adalah sekitar 0,3900 dengan waktu pemasakan 130 menit pada konsentrasi 30% NaOH. Konsentrasi NaOH membantu dalam pelepasan lignin; ia akan bereaksi dengan lignin sehingga kadar lignin akan menjadi lebih nyata. Adanya penelitian ini memberikan pengetahuan bagi pembaca untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abad-Fernández, N., Pérez, E., & Cocero, M. J. (2019). Aromatics from lignin through ultrafast reactions in water. *Green Chemistry*, 21(6), 1351-1360.
- Irawan, B., Darmawan, A., Roesyadi, A., & Prajitno, D. H. (2020). Improving Reaction Selectivity with NaOH Charges and Reaction Time in the Medium Consistency Oxygen Delignification Process. *Int. J. Tech*, 11(4), 764-773.
- Laidler, K. J. (1984). The development of the Arrhenius equation. *Journal of chemical Education*, 61(6), 494.
- Sayakulu, N. F., & Soloi, S. (2022, August). The effect of sodium hydroxide (NaOH) concentration on oil palm empty fruit bunch (OPEFB) cellulose yield. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2314, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.
- Utoro, P. A. R., Alwi, M., Witoyo, J. E., Argo, B. D., & Yulianingsih, R. (2023, July). Impact of NaOH concentration and pretreatment time on the lignocellulose composition of sweet sorghum bagasse for second-generation bioethanol production. *In International Conference of Tropical Studies and its Applications (ICTROPS 2022)* (pp. 198-206). Atlantis Press.