



Analisa Konsentrasi NaOH dan Temperatur Pemanasan Terhadap Kadar Selulosa dan Kadar Lignin dari Batang Pisang Klutuk Menggunakan Alat Delignifikasi sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol

Rafit Arjeni ^{a,*}, Abu Hasan ^a, Aida Syarif ^b

^a Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara Kota Palembang, Indonesia.

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 00 Desember 00

Diterima setelah direvisi 00 Januari 00

Disetujui 00 Februari 00

Abstract- Indonesia is a country with the largest energy consumption in southeast asia and fifth in asia pacific in primary energy consumption, after a chinese, india, japan, and south korea. If considered sectorally, so having the greatest share of the transportation sector, is as much as 42%, higher than the industrial sector with of 36. Hence the need of the use of environmentally friendly alternative energy and new and renewable energy (ebt bioetanol) as. Bioetanol can come from organic waste as klutuk stems of a banana tree. To research it will study and to making delignifikasi adsorbsi klutuk bioetanol of a banana stem. To research will be done study delignifikasi and adsorbsi to making bioetanol of a banana stem klutuk. First, perform the process pratreatmen and delignifikasi in a banana stem klutuk with variations konsentrasi naoh 10%, 20%, 30% and temperature warming namely 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, and 100°C. At the delignifikasi this can be said that on the concentration naoh 10% in 150°C, warming temperatures produce levels of cellulose and lignin best, to the cellulose and lignin 81,3% levels 10,1%. A banana stem fiber that has been in delignifikasi, next will be done and also hydrolysis fermentation to produce bioetanol. Bioetanol produced the application will be done distillation to separate bioetanol and water. Bioetanol next analysis used a gcms and obtained bioetanol 80,34%.

Kata kunci:

NaOH

Temperatur Pemanasa

Selulosa

Lignin

Bioetanol

Alat Delignifikasi

Intisari- Indonesia merupakan negara dengan konsumsi energi terbesar di kawasan Asia Tenggara dan urutan kelima di Asia Pasifik dalam konsumsi energi primer, setelah negara China, India, Jepang, dan Korea Selatan. Jika dilihat secara sektoral, maka sektor transportasi memiliki pangsa paling besar, yaitu sebesar 42%, lebih tinggi dari sektor industri dengan pangsa 36%. Oleh karena itu perlu adanya pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan serta energi baru dan terbarukan (EBT) seperti bioetanol. Bioetanol dapat dihasilkan dari sampah organik seperti batang dari pohon pisang klutuk. Pada penelitian ini akan dilakukan studi delignifikasi dan adsorbsi pada pembuatan bioetanol dari batang pisang klutuk. Pertama, melakukan proses pratreatmen dan delignifikasi pada batang pisang klutuk dengan variasi konsentrasi NaOH 10%, 20%, 30% dan temperatur pemanasan yaitu 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C. Pada tahap delignifikasi ini dapat dikatakan bahwa pada konsentrasi NaOH 10% di temperatur pemanasan 150°C, menghasilkan kadar selulosa dan lignin terbaik, dengan kadar selulosa 81,3% dan kadar lignin 10,1%. Serat batang pisang yang telah di delignifikasi, selanjutnya akan dilakukan proses hidrolisis dan juga fermentasi untuk menghasilkan bioetanol. Bioetanol yang dihasilkan selanjutnya akan dilakukan distilasi untuk memisahkan bioetanol dan air. Bioetanol yang diperoleh selanjutnya dianalisa menggunakan alat GCMS dan diperoleh kadar bioetanol 80,34%.

* Corresponding Author:

E-ma

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan konsumsi energi terbesar di kawasan Asia Tenggara dan urutan kelima di Asia Pasifik dalam konsumsi energi primer, setelah negara China, India, Jepang, dan Korea Selatan. Konsumsi energi Indonesia tahun 2016 masih didominasi oleh BBM sebesar 47%. Jika dilihat secara sektoral, maka sektor transportasi memiliki pangsa paling besar, yaitu sebesar 42%, lebih tinggi dari sektor industri dengan pangsa 36%. Jika konsumsi energi ini terus meningkat, maka keberlangsungan dan ketahanan energi di Indonesia akan terganggu. Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) selain mencemari lingkungan, ketersediaannya juga terbatas. Keterbatasan energi dari sumber bahan bakar fosil ini dapat diatasi dengan pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan dan energi baru dan terbarukan (EBT) [1].

Salah satu energi baru dan terbarukan (EBT) yang ramah lingkungan dan terbarukan adalah bioetanol. Bahan baku bioetanol sendiri mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya dapat dihasilkan dari sampah yang kaya akan bahan organik yang tidak terpakai lagi. Pemanfaatan limbah organik yang mengandung karbohidrat seperti batang pisang dapat diproses untuk menjadi bahan baku bioetanol [2].

Batang pisang (*Musa paradisiaca*) adalah salah satu bagian dari tanaman pisang yang kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Umumnya batang pisang dibuang dan dibakar yang menyebabkan penumpukan sampah. [3].

Batang pisang merupakan kumpulan pelepah yang berdiri tegak membentuk pohon pisang. Pohon pisang yang sudah berbuah akan segera mati dan biasanya akan dibiarkan hingga menjadi pupuk, sehingga bagian-bagian pohon pisang seperti daun, tandan pisang dan khususnya batang pisang kurang dimanfaatkan [4].

Batang pisang memiliki jaringan selular dengan pori-pori yang saling berkaitan sehingga ketika dilakukan proses pengeringan akan menjadi padat. Batang pisang merupakan tanaman yang bisa ditemukan di banyak tempat sebagai limbah pertanian, dan batang pisang sendiri memiliki kandungan selulosa sebesar 83,3 % dan lignin sebesar 2,97 % [5].

Diantara jenis tanaman pisang yang ada di Indonesia, maka terdapat jenis pisang yang bijinya banyak, yaitu pisang klutuk. Tanaman pisang ini mempunyai nama latin *Musa balbisiana*

Batang pisang mengandung lebih dari 10-15 % air dan memiliki kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi yang mana kadar selulosa batang pisang sekitar 60-65%. Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman. Pada proses pematangan, penyimpanan atau pengolahan, komponen selulosa dan hemiselulosa mengalami perubahan sehingga terjadi perubahan struktur [6].

Bioetanol

Bioetanol merupakan etanol atau kependekan dari etil alkohol (C_2H_5OH) atau sering juga disebut dengan grain alcohol. Sifat lainnya adalah larut dalam air dan eter dan mempunyai panas pembakaran 328 Kkal. Etanol dapat diperoleh dari hasil proses fermentasi gula dengan menggunakan bantuan mikroorganisme. Dalam industri, etanol digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran untuk miras, bahan dasar industri farmasi, dan campuran bahan bakar untuk kendaraan. Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah

terbakar dan menguap, dapat bercampur dengan air dengan segala perbandingan. [7]

Bioetanol juga dapat diartikan sebagai etanol yang dibuat dari biomassa yang mengandung komponen gula, pati atau selulosa seperti singkong dan tetes tebu. Berdasarkan kadar alkoholnya, etanol terbagi menjadi tiga grade yaitu grade industri dengan kadar alkohol 90-94 %, netral dengan kadar alkohol 96-99,5 %, umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi, dan grade bahan bakar dengan kadar alkohol di atas 99,5 – 100 % [8].

Etanol (etil alkohol) dengan rumus kimia C_2H_5OH adalah salah satu turunan dari senyawa hidroksil atau gugus OH. Etanol mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap, mudah larut dalam air, memiliki berat molekul 46,1, titik didih $78,3^{\circ}C$, membeku pada suhu $-117,3^{\circ}C$, densitas 0,789 pada suhu $20^{\circ}C$, nilai kalor 7077 kal/gram, panas laten penguapan 204 kal/gram dan angka oktan 91-105 [9].

Delignifikasi

Delignifikasi adalah suatu proses pendahuluan penghilangan lignin pada material berlignoselulosa sehingga hasil dari proses ini sudah berupa selulosa dengan kemurnian yang cukup besar. Tujuan dari proses delignifikasi yaitu untuk menghilangkan lignin, dan juga dapat mengurangi kristalinitas selulosa, dan meningkatkan porositas bahan. Delignifikasi selulosa dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya yaitu : [10]

1. Ozonolysis Pretreatment, yaitu delignifikasi menggunakan ozon dilakukan pada suhu ruangan dan tekanan atmosfer serta dapat menghancurkan sekitar lignin yang terkandung dalam lignoselulosa.

2. Delignifikasi menggunakan Hidrogen Peroksida dalam media asam asetat.

3. Delignifikasi Oksigen, yaitu proses untuk mengurangi kandungan lignin dari pulp coklat (yang belum mengalami proses pemutihan). Bahan kimia yang dipakai adalah dan alkali.

4. Delignifikasi dengan larutan NaOH.

5. Delignifikasi menggunakan cairan ionik, yaitu delignifikasi menggunakan garam yang berwujud cair di bawah suhu $100^{\circ}C$.

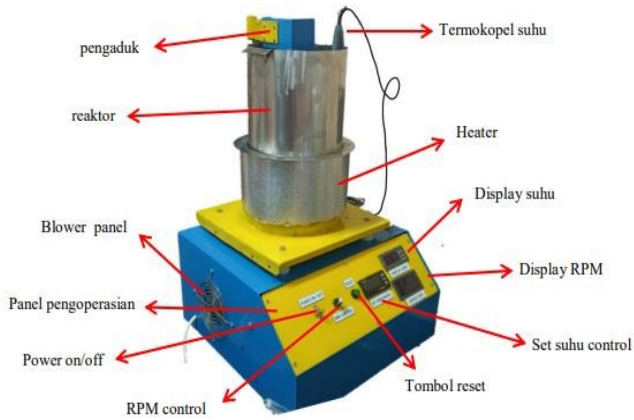
Menurut Sugesty S & Tjahjono T (1997) mengatakan bahwa proses soda merupakan proses delignifikasi dengan pelarut NaOH. Proses ini sangat cocok digunakan untuk bahan baku non-kayu. Pada proses ini lebih menguntungkan dari segi teknik dan ekonomis dibandingkan dengan menggunakan proses lain, karena NaOH lebih efektif untuk mengikat lignin dan tidak membuat limbah yang begitu berbahaya di lingkungan sekitar [11].

2. Metodologi Penelitian

Bahan dan Alat

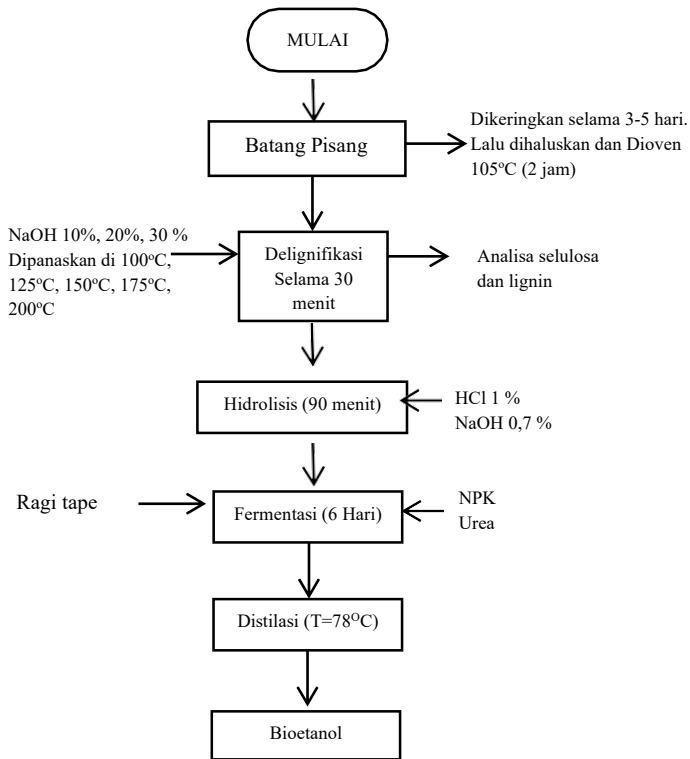
Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang pisang klutuk dan bahan lainnya adalah NaOH, HCl dan ragi tape. Penelitian ini dilaksanakan di Lab. Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Alat yang dibuat untuk menunjang penelitian ini adalah alat delignifikasi yang digunakan untuk proses delignifikasi dan hidrolisis. Berikut adalah alat yang digunakan untuk proses delignifikasi pada bahan baku batang pisang.



Gambar 1. Alat delignifikasi

Pembuatan bioetanol diawali dengan mengolah batang pisang terlebih dahulu, dengan cara Dikeringkan selama 3-5 hari. Lalu dihaluskan dan Dioven 105°C (2 jam), untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Rancangan Penelitian

Tahap Delignifikasi

Batang pisang klutuk dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang ada. Kemudian batang pisang dipotong menjadi bagian kecil-kecil dan dikeringkan selama 3-5 hari di bawah sinar matahari hingga kering. Kemudian batang pisang di blender hingga berbentuk serat halus dan selanjutnya dimasukkan kedalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam.

Mengambil 100 gr batang pisang yang telah halus dan kering lalu dimasukkan kedalam alat delignifikasi. Selanjutnya ditambahkan 300 ml NaOH 10%, lalu dipanaskan dan diaduk selama 30 menit pada suhu 100°C . Selanjutnya larutan disaring dan Residu hasil penyaringan dicuci dengan aquades sampai diperoleh PH netral. Lalu dioven pada suhu 105°C selama 2 jam kemudian menggerusnya hingga halus. Lakukan langkah kerja yang sama untuk konsentrasi NaOH 20 % dan 30 %, serta pada suhu 125°C , 150°C , 175°C , dan 200°C . selanjutnya analisa kadar lignin dan kadar selulosa.

Tahap Pembuatan Bioetanol

Batang pisang hasil delignifikasi ditimbang seberat 300 gram dan ditambahkan larutan HCl 1 % sebanyak 900 ml. Kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama 90 menit dan diaduk dengan kecepatan 50 rpm. Lalu didinginkan hingga suhu kamar dan disaring untuk memisahkan airnya. Selanjutnya ditambahkan NaOH 0,7 % hingga PH nya 4 - 4,5. Selanjutnya ditambahkan ragi 3 gr dan 2 gr urea dan 0,5 gr NPK. Kemudian ditutup dan didiamkan selama 5 hari pada suhu $27-30^{\circ}\text{C}$. Hasil fermentasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dipasang pada rangkaian alat evaporator (distilasi). Hasil fermentasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dipasang pada rangkaian alat evaporator (distilasi). Kemudian dipanaskan pada suhu 78°C selama 1 jam. Hasil distilat pada erlenmeyer kemudian ditutup dengan plastik atau aluminium foil untuk mencegah penguapan.

3. Hasil Pengamatan

Bahan Baku

Berdasarkan analisis terhadap bahan baku berupa batang pisang klutuk yang telah dikeringkan diperoleh data hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Analisis Bahan Baku

No	Jenis Analisis	Persentase (%)
1	Kadar Selulosa	67,3
2	Kadar Lignin	19,5

Delignifikasi Batang pisang

Hasil analisis proses delignifikasi menggunakan larutan NaOH 10 %, 20 % dan 30 %, pada temperatur pemanasan 100°C , 150°C , dan 200°C , dapat dilihat pada Tabel 2 dan data penurunan lignin dan peningkatan selulosa terhadap bahan baku dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Data Hasil Analisis Delignifikasi Batang Pisang

Konsentrasi NaOH (%)	Temperatur Pemanasan ($^{\circ}\text{C}$)	Analisis Kualitas Pulp	
		Kadar Selulosa (%)	Kadar Lignin (%)
10	100°C	14,0	34,4
	125°C	15,7	41,0
	150°C	16,5	42,6
	175°C	16,4	44,6
20	200°C	16,1	40,5
	100°C	78,1	12,5
	125°C	80,1	11,8
	150°C	80,9	11,6
30	175°C	79,8	11,5
	200°C	79,4	12,2
	100°C	78,3	12,8
	125°C	79,8	11,5
30	150°C	80,6	11,2
	175°C	80,5	10,8
	200°C	80,2	11,6

Tabel 3. Data Hasil Penurunan Lignin dan Peningkatan Selulosa terhadap Bahan Baku

Konsentrasi NaOH (%)	Temperatur Pemasakan (°C)	Peningkatan Selulosa (%)	Penurunan Lignin (%)
10	100°C	12,7	40,0
	125°C	14,7	44,6
	150°C	17,2	48,2
	175°C	16,4	46,2
	200°C	11,1	44,6
20	100°C	13,8	35,9
	125°C	16,0	39,5
	150°C	16,8	40,5
	175°C	15,7	41,0
	200°C	15,2	37,4
30	100°C	14,0	34,4
	125°C	15,7	41,0
	150°C	16,5	42,6
	175°C	16,4	44,6
	200°C	16,1	40,5

Bioetanol

Berdasarkan analisis terhadap sampel bioetanol yang telah diperoleh dari bahan baku yang dilegnifikasi dan bahan baku yang tidak didelegnifikasi, maka diperoleh data hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Data Hasil Analisis Bioetanol

No	Jenis Analisis	Persen Bioetanol
1	Bioetanol dari bahan baku yang tidak dilegnifikasi	53,97 %
2	Bioetanol dari bahan baku yang dilegnifikasi	80,34 %

4. Pembahasan

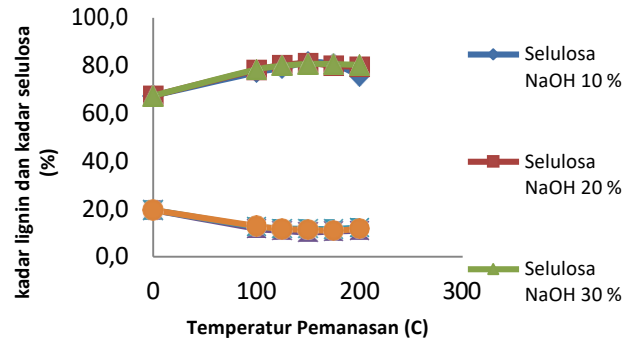
Bahan Baku

Analisis bahan baku dilakukan untuk mengetahui bahwa bahan baku yang digunakan layak atau tidak sebagai bahan pembuatan bioetanol. Dari hasil penelitian pada bahan baku pembuatan bioetanol berupa batang pisang maka didapatkan data seperti pada Tabel 1. Dari hasil analisis bahan baku batang pisang diperoleh kadar selulosa sebesar 67,3 % dan kadar lignin sebesar 19,5%.

Berdasarkan data komposisi batang pisang dari “*Building Material and Technology Promotion Council*” menyatakan bahwa kadar selulosa pada batang pisang yaitu 60% - 65%, dan kadar lignin kurang dari 5% - 10%. Sehingga dari hasil Analisis bahan baku yang diperoleh menunjukkan bahwa batang pisang layak digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena batang pisang tersebut memiliki kadar selulosa yang tinggi. Tingginya kadar selulosa pada batang pisang, diharapkan mampu menghasilkan bioetanol dengan kualitas yang baik.

Kadar Selulosa dan Kadar Lignin

Pada proses ini menggunakan bahan baku batang pisang untuk didelignifikasi dengan larutan NaOH 10%, 20%, dan 30% di temperatur pemanasan 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C. Serat yang dihasilkan, kemudian di analisa untuk mengetahui kadar selulosa dan kadar lignin yang terkandung didalamnya. Kadar selulosa dan kadar lignin yang terkandung didalam batang pisang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kadar selulosa dan kadar lignin batang pisang

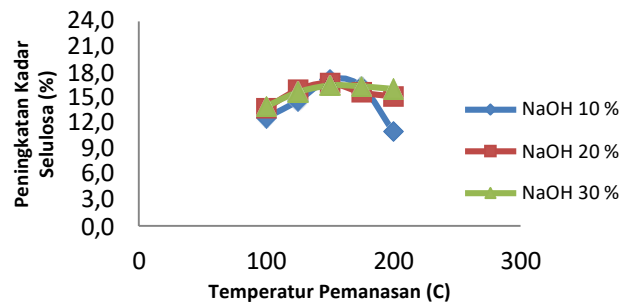
Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa kadar selulosa dan kadar lignin yang dihasilkan dari berbagai temperatur pemanasan mengalami kenaikan dan juga penurunan. Pada konsentrasi NaOH 10%, kadar selulosa tertinggi berada pada temperatur pemanasan 150°C dengan kadar selulosa 81,3% dan kadar selulosa terendah berada pada temperatur pemanasan 200°C dengan kadar selulosa 75,7%. Kadar lignin tertinggi berada pada temperatur pemanasan 100°C dengan kadar lignin 11,7% dan kadar lignin terendah berada pada temperatur pemanasan 150°C dengan kadar lignin 10,1%.

Pada konsentrasi NaOH 20%, kadar selulosa tertinggi berada pada temperatur pemanasan 150°C dengan kadar selulosa 80,9% dan kadar selulosa terendah berada pada temperatur pemanasan 100°C dengan kadar selulosa 78,1%. Kadar lignin tertinggi berada pada temperatur pemanasan 100°C dengan kadar lignin 12,5% dan kadar lignin terendah berada pada temperatur pemanasan 175°C dengan kadar lignin 12,2%.

Pada konsentrasi NaOH 30%, kadar selulosa tertinggi berada pada temperatur pemanasan 150°C dengan kadar selulosa 80,6% dan kadar selulosa terendah berada pada temperatur pemanasan 100°C dengan kadar selulosa 78,3%. Kadar lignin tertinggi berada pada temperatur pemanasan 100°C dengan kadar lignin 12,8% dan kadar lignin terendah berada pada temperatur pemanasan 150°C dengan kadar lignin 11,2%.

Peningkatan kadar selulosa

Peningkatan kadar selulosa yang terkandung didalam serat batang pisang setelah proses delignifikasi terhadap bahan baku, dapat dilihat pada gambar 4.



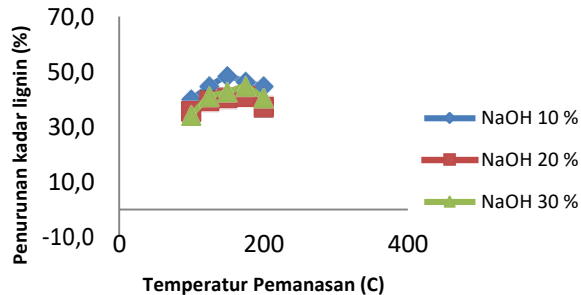
Gambar 4. Peningkatan kadar selulosa

Setelah melakukan proses delignifikasi pada batang pisang dengan larutan NaOH 10%, 20%, dan 30% di temperatur pemanasan 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C. Terdapat peningkatan dan penurunan kadar

selulosa, peningkatan kadar selulosa ini dapat terjadi dikarenakan semakin banyaknya proses degradasi yang terjadi pada polisakarida bahan baku untuk menghasilkan selulosa akibat temperatur pemanasan yang optimal, sehingga kadar selulosa di dalam bahan baku akan meningkat. Penurunan kadar selulosa ini terjadi dikarenakan rusaknya selulosa yang disebabkan oleh melemahnya ikatan sakarida pada bahan baku yang terbentuk akibat temperatur pemanasan yang tinggi, sehingga selulosa akan terlarut bersama pelarut yang menyebabkan kadar selulosa pada bahan baku semakin lama semakin menurun.

Penurunan kadar lignin

Penurunan kadar lignin yang terkandung didalam serat batang pisang setelah proses delignifikasi terhadap bahan baku. dapat dilihat di gambar 5.



Gambar 5. Penurunan kadar lignin

Setelah melakukan proses delignifikasi pada batang pisang dengan larutan NaOH 10%, 20%, dan 30% di temperatur pemanasan 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C. Terdapat juga peningkatan dan penurunan kadar lignin. Penurunan kadar lignin pada bahan baku dapat terjadi dikarenakan meningkatnya proses pemisahan lignin dari selulosa akibat dari temperatur pemanasan yang semakin optimal. Peningkatan kadar lignin pada bahan baku juga dapat diakibatkan dari semakin banyak monomer – monomer baru yang terbentuk akibat pemecahan lignin. Monomer – monomer tersebut bereaksi dengan polimer yang masih terkandung pada bahan baku yang mengakibatkan terbentuknya lignin baru, sehingga kadar lignin akan meningkat.

Analisa Delignifikasi terhadap Kadar Bioetanol

Pada pembuatan bioetanol dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang berbeda yaitu bahan baku yang belum di delegnifikasi dan bahan baku yang telah didelegnifikasi, hal ini bertujuan untuk melihat seberapa pentingnya proses delignifikasi pada bahan baku sebelum difermentasi menjadi bioetanol.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa bioetanol dari bahan baku yang tidak dilegnifikasi sebesar 53,97% dan bioetanol dari bahan baku yang di dilegnifikasi sebesar 80,34%. Pada tabel 4 tersebut menunjukkan kadar bioetanol dengan bahan baku yang didelegnifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan kadar bioetanol dengan bahan baku yang tidak didelegnifikasi. Hal ini dikarenakan pada bahan baku yang telah didelegnifikasi mempunyai kandungan lignin yang sedikit, sehingga memudahkan mikroba untuk mengubah selulosa menjadi bioetanol. Lignin merupakan salah satu penyusun tumbuhan yang melindungi selulosa. Lignin perlu dihilangkan agar mikroba mampu mengubah selulosa menjadi bioetanol secara maksimal. Delignifikasi dilakukan untuk membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses oleh

mikroba yang memecah polimer polisakarida menjadi monomer gula. Jika tidak dilakukan delignifikasi terlebih dahulu, lignoselulosa sulit untuk dihidrolisis karena ikatan lignin sangat kuat melindungi selulosa, sehingga dikhawatirkan ketika proses hidrolisa dan fermentasi bahan baku menjadi bioetanol tidak terjadi dengan baik. [12]

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa proses delignifikasi pada alat delignifikasi menggunakan bahan baku batang pisang dengan larutan NaOH 10%, 20%, dan 30% di temperatur pemanasan 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C diketahui bahwa pada konsentrasi NaOH 10% di temperatur pemanasan 150°C, menghasilkan kadar selulosa dan lignin terbaik, dengan kadar selulosa 81,3% dan kadar lignin 10,1%.

Bahan baku dengan kadar selulosa yang tinggi selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol, sehingga dihasilkan bioetanol dengan kadar 80,34%.

Referensi

- [1] BPPT. “Oulook Energi Indonesia 2018”, <https://bppt.go.id/outlook-energi/bppt-outlook-energi-indonesia-2018>, diakses pada 28 juni 2021 pukul 10.54 WIB. 2018.
- [2] D. Guntama, dkk. “Bioetanol dari Limbah Batang pisang (Manihot Esculenta Crantz) Melalui Metode Hidrolisa Dan Fermentasi Dengan Bantuan Saccharomyces Cerevisiae”, *Jurnal Teknologi* 7, vol. 1, 86-96. 2019.
- [3] Purwandari D., A., Shahibah Y., dan Nova S., H. 2018. Program Pengabdian Masyarakat: Pengelolaan Hutan Bakau dengan Pendekatan Bank Sampah. *Jurnal Nasioan Terindeks Sebatik Vol 22 No.2.* 147-152.
- [3]. P. Widyastuti, “Pengolahan Limbah Batang pisang Sebagai Bahan Bakar Bioetanol melalui Proses Fermentasi”, *Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 11, No.1, Mei 2019.*
- [4] Bahri, Syamsul. 2015. “Pembuatan Pulp dari Batang Pisang”. *Jurnal teknologi kimia unimal. Lhokseumawe. Vol 4 no 2.*
- [5] L. M. Zakirus S, dkk, “Analisa Produksi Bio-Etanol Dari Batang pisang Dengan Proses Thermal”, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin Vol. 5 (3), 64-68, 2020.*
- [6] Winarno, F.G. 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 2: 34.
- [7] Hendrawati, Tri Yuni, dkk. “Pemetaan Bahan Baku dan Analisis Teknoekonomi Bioetanol dari Singkong (Manihot Utilissima) Di Indonesia”. *urnal Teknologi Volume 11 No. 1. 2018.*
- [8] Alico, D.H. “Alcohol Fuels: Policies, Production and Potential”. West view Press (Boulder), Colorado. 1982
- [9] A. Fachry, P. Astuti and T. Puspitasari, "Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 19, no. 1, p. 60–69, 2013.
- [10] Satria, Wahyu. 2016. “Proses Delignifikasi dan Hidrolisis Lignoselulosa Ampas Tebu Menggunakan Sistem Cairan Kolin Klorida”. Medan : USU.
- [11] Sugesty, S & Tjahjono T, 1997, Susilowati, Ir, MT. 2003. Pembuatan Pulp dari Pelepeh Daun Kelapa. UPN “Veteran” Jawa Timur. Surabaya.
- [12] Novia, dkk. “Pengaruh Waktu Delignifikasi Terhadap Lignin dan Waktu SSF terhadap Etanol Pembuatan Bioetanol dari Sekam Padi”. *Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 23, Januari 2017.*