

Pengaruh Perlakuan Proses Delignifikasi Klobot Jagung Terhadap Analisa Kadar Gula Reduksi Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Anggreni Rambu Boyi Deta ¹, Yuliana Rangga Bela ², Sinar Perbawani Abrina Angraini ³,
Fikka Kartika Widyastuti ^{4,*}

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Kimia/Fakultas Teknik/Universitas Tribhuwana Tunggaladewi
email corresponding author: fikka.kartika@unitri.ac.id

Diterima (Desember, 2022), direvisi (Januari, 2023), diterbitkan (Januari, 2023)

Abstrak

Klobot jagung dengan kandungan lignoselulosanya menjadi salah satu biomassa yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Namun sebelum dapat dikonversi menjadi bioetanol, klobot jagung harus melalui proses delignifikasi yaitu penghilangan lignin yang mengikat selulosa agar proses berikutnya yaitu hidrolisis dapat berjalan optimal. Hidrolisis merupakan tahapan berikutnya yaitu proses pemecahan ikatan selulosa agar menjadi molekul gula yang lebih sederhana. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan variasi konsentrasi NaOH dan lama waktu proses delignifikasi terhadap kadar gula reduksi yang dianalisa dari hidrolisat klobot jagung. Metode yang digunakan dalam adalah penelitian eksperimental, dimana variasi konsentrasi NaOH untuk proses delignifikasi adalah 0,5; 0,75; dan 1 M, serta lama waktu proses adalah 1,5; 2; dan 2,5 jam. Klobot jagung yang telah melalui proses delignifikasi kemudian dihidrolisis asam menggunakan HCl 21% pada suhu 100°C. Hidrolisat difiltrasi untuk kemudian ditentukan kadar gula reduksi. Metode Nelson-Somogyi secara spektrofotometri UV-Vis digunakan pada analisa kadar gula reduksi. Hasil optimal analisa kadar gula reduksi klobot jagung yaitu 0,12% dengan menggunakan konsentrasi NaOH 0,5M dan lama waktu delignifikasi 1,5 jam. Berdasarkan hasil penelitian kemudian disimpulkan bahwa proses delignifikasi perlu dioptimalkan lagi karena kadar gula reduksi yang dihasilkan masih sangat rendah karena terbentuknya senyawa furfural pada saat proses hidrolisis asam.

Abstract

Corn husk with its lignocellulosic content is a potential biomass as a raw material for bioethanol production. However, before it can be converted into bioethanol, corn husks must go through a delignification process, the removal of lignin that binds cellulose so that the next process, namely hydrolysis, can run optimally. Hydrolysis is the next stage, namely the process of breaking the cellulose bonds to become simpler sugar molecules. Therefore, the purpose of this study was to determine the effect of varying the concentration of NaOH and the delignification process time on reducing sugar levels analyzed from corn husk hydrolyzate. The method used in this research is experimental research, where the variations in the concentration of NaOH for the delignification process are 0.5; 0.75; and 1 M, and the processing time is 1.5; 2; and 2.5 hours. Corn husks that had gone through the delignification process were acid hydrolyzed using 21% HCl at 100°C. The hydrolyzate was filtered to determine the reducing sugar content. The Nelson-Somogyi method by UV-Vis spectrophotometry was used in the analysis of reducing sugar levels. The optimal result of the analysis of reducing sugar content of corn husks is 0.12% using a concentration of 0.5M NaOH and delignification time of 1.5 hours. Based on the results of the study, it was concluded that the delignification process needed to be optimized again because the resulting reducing sugar content was still very low due to the formation of furfural compounds during the acid hydrolysis process.

Keyword : corn husk; delignification; reduction sugar; spectrophotometry UV-Vis

1. PENDAHULUAN

Bioetanol adalah salah satu jenis bahan bakar nabati atau biofuel yang dibuat dari dengan mengubah gula dalam proses fermentasi menggunakan bahan baku yang mengandung pati, gula, atau biomassa lignoselulosa. Bioetanol dapat diproduksi dari tumbuhan yang mengandung pati atau selulosa dengan mengubah karbohidrat menjadi gula (glukosa) dengan menggunakan proses hidrolisis dan fermentasi. Bioetanol merupakan sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Bahan baku pembuatan bioetanol dapat diperoleh dari tumbuhan yang mengandung selulosa seperti tanaman pisang, kulit nanas dan jagung.

Salah satu makanan pokok di Indonesia yang banyak dikonsumsi dan menghasilkan banyak limbah adalah tumbuhan jagung. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), produksi jagung terus meningkat setiap tahunnya. Pada 2021 produksi jagung nasional meningkat menjadi 15,79 juta ton dan pada 2022 menjadi 23 juta ton. Sebanyak 95% yang termasuk dalam kategori limbah alami dari tanaman jagung antara lain tongkol jagung, batang, kulit dan daun. Kulit atau klobot jagung merupakan salah satu hasil samping yang kurang dimanfaatkan dengan baik dari tanaman jagung. Kulit jagung mayoritas hanya digunakan sebagai makanan ternak, bahan baku kerajinan tangan dan bahkan dibuang begitu saja [1].

Dalam klobot jagung terkandung hemiselulosa dan selulosa yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Kandungan selulosa dalam kulit jagung dapat mencapai 36,81%, hemiselulosa 27,01% dan lignin 15,7%. Setiap kandungan ini adalah senyawa-senyawa yang dapat dikonversi menjadi senyawa lain. Secara biologi, selulosa adalah sumber C yang dapat dimanfaatkan mikroba sebagai substrat untuk menghasilkan produk seperti bioetanol dalam proses fermentasi. Lignin adalah suatu komponen penyusun zat tumbuhan yang mengikat selulosa dengan polimer yang kompleks dan berat molekul yang tinggi. Meskipun demikian, lignin bukanlah suatu karbohidrat sehingga perlu dipisahkan dari lignoselulosa kulit jagung dengan cara delignifikasi.

Delignifikasi yaitu proses pemutusan ikatan lignin dari kandungan lignoselulosa sehingga diperoleh kemurnian selulosa yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Lignin adalah senyawa yang sangat kompleks yang ditemukan diantara sel dan di dinding sel. Lignin berfungsi untuk mengikat dan merekatkan antar sel. Faktor yang dapat mempengaruhi proses delignifikasi yaitu konsentrasi larutan natrium hidroksida yang digunakan dan lama waktu pemanasan. Dilakukan delignifikasi agar senyawa ligninnya dapat dipisahkan dari lignoselulosa dan diperoleh kandungan selulosanya. Selulosa yang terdelignifikasi akan lebih mudah terhidrolisis dengan asam atau enzim selulase yang akan merombak selulosa menjadi molekul lebih sederhana (glukosa) dalam jumlah semaksimal mungkin. Hidrolisis selulosa hasil delignifikasi dilakukan untuk memecahkan selulosa / hemiselulosa menjadi gula sederhana atau gula reduksi dalam bentuk glukosa [2].

Penelitian sebelumnya dengan bahan baku yang digunakan klobot jagung dengan proses delignifikasi menggunakan NaOH dengan lama waktu pemanasan 6 jam dan proses hidrolisis menggunakan enzim selulosa mendapatkan kadar gula reduksi sebesar 3,3458% [3]. Sedangkan penelitian lain menggunakan bahan baku tongkol jagung dengan lama waktu pemanasan 8 jam mendapatkan kadar gula reduksi sebesar 30,88 mg/L, dengan proses delignifikasi menggunakan NaOH dan proses hidrolisis menggunakan H₂SO₄ 2%. Didapatkan kadar gula reduksi sebesar 0,324%. Oleh sebab itu diperlukan penelitian untuk menentukan kondisi optimal yang diperlukan dalam

proses delignifikasi, menggunakan NaOH dan hidrolisis asam untuk melihat pengaruhnya terhadap kadar gula reduksi yang dihasilkan.

2. MATERI DAN METODE



Gambar 1. Biomassa lignoselulosa klobot jagung

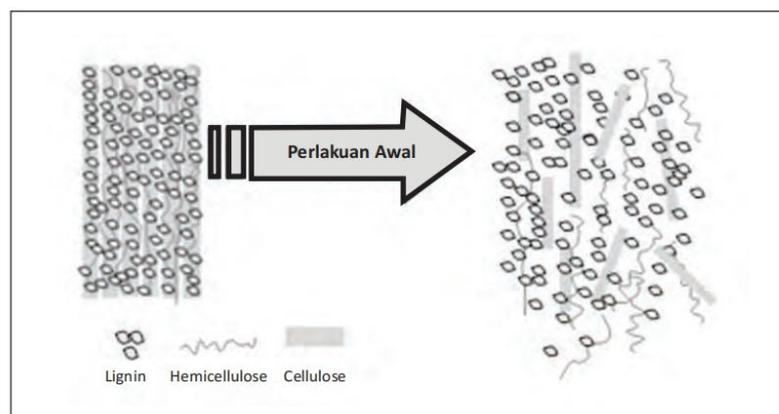
Sisa tanaman jagung meliputi batang, daun, tongkol dan kulit atau klobot jagung. Kandungan serat total kulit jagung sebesar 38-50% dan kandungan karbohidratnya 38-55% [4]. Komposisi kimia dari kulit jagung kering ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Klobot Jagung Kering

No.	Komposisi	Kandungan (%)
1	Lignin	15,70
2	Selulosa	36.81
3	Hemiselulosa	27,01

Sumber : [5]

Lignin adalah dinding primer dari sel tanaman yang melindungi selulosa dan hemiselulosa. Proses pendahuluan untuk merusak struktur lignin agar selulosa dan hemiselulosa terlepas adalah delignifikasi. Kemudian menghasilkan gula serta meningkatkan luas permukaan dan kereaktifan dari katalisator asam untuk proses selanjutnya, yaitu hidrolisis [6].



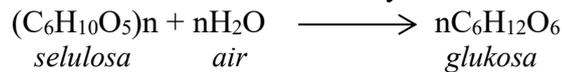
Gambar 2. Representasi gambaran perlakuan awal biomassa lignoselulosa [7]

Tujuan utama dari proses perlakuan awal pada biomassa mengandung lignoselulosa yaitu untuk memecah lignin sehingga terpisah dari holoselulosa. Lignin adalah polimer dari kelompok aromatik yang membungkus selulosa dan hemiselulosa,

membentuk ikatan kompleks yang kuat. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan awal (*pretreatment*) untuk memisahkan selulosa dan hemiselulosa [8].

Konsentrasi larutan NaOH yang rendah menyebabkan bahan lignoselulosa mengembang, sehingga luas permukaan internal meningkat, derajat polimerisasi dan derajat kristalinitas menurun, setelah itu ikatan antara lignin dan karbohidrat terputus dan menyebabkan struktur lignin terurai. Selain NaOH, Ca(OH)₂ dan KOH juga dapat digunakan dalam metode ini [9].

Setelah dilakukan delignifikasi maka proses berikutnya adalah hidrolisis. Hidrolisis adalah suatu proses dimana senyawa polisakarida dipecah menjadi gula penyusun yang lebih sederhana. Mekanisme reaksinya adalah :



Hidrolisis secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan bantuan asam. Beberapa contoh larutan asam yang dipakai dalam proses hidrolisis asam antara lain asam klorida (HCl), asam perklorat, dan asam sulfat (H₂SO₄). Ukuran partikel, rasio asam dengan substrat, jenis dan konsentrasi asam, suhu serta waktu hidrolisis sangat mempengaruhi proses hidrolisis.

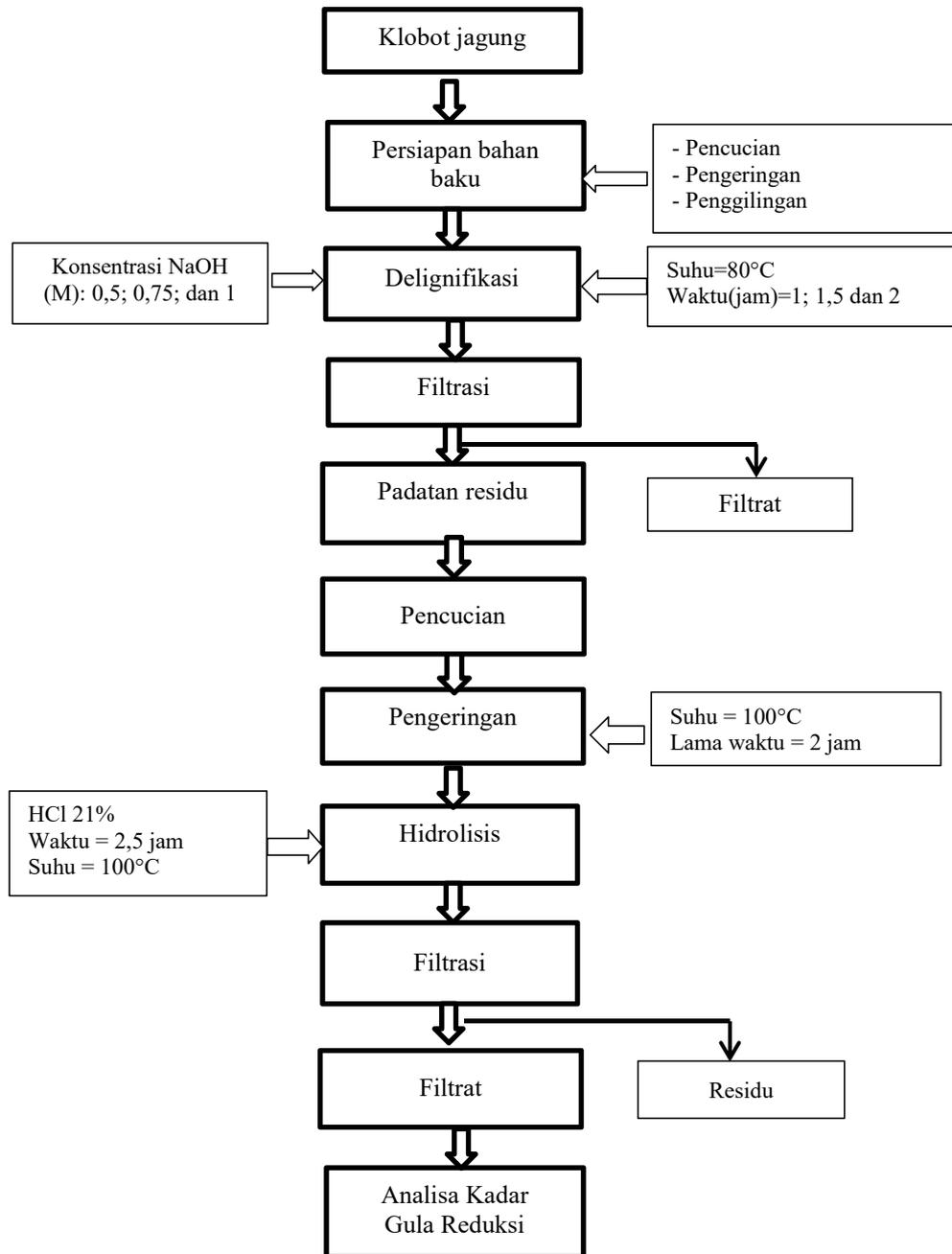
Karbohidrat yang mereduksi senyawa penerima elektron disebut dengan gula pereduksi. Selain pati dan sukrosa, semua monosakarida (fruktosa, glukosa, dan galaktosa) serta disakarida (laktosa dan maltosa) juga merupakan gula pereduksi [10].

$$\text{Kadar gula reduksi (\%)} = \frac{X \times FP}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100\%$$

Bahan pangan yang mengandung karbohidrat dipecah oleh tubuh menjadi bentuk yang lebih sederhana yang disebut monosakarida. Salah satu monosakarida yang dapat diserap tubuh dan masuk ke aliran darah adalah glukosa. Beberapa karbohidrat bersifat gula reduksi. Unsur-unsur yang terkandung dalam gula pereduksi yaitu unsur karbon, hidrogen, dan oksigen dengan perbandingan 1 atom C, 2 atom dan 1 atom O. Ujung yang mengandung gugus aldehida atau keton bebas adalah ujung dari suatu gula pereduksi [11].

Pengujian kadar gula reduksi dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode Nelson Somogyi. Metode Nelson-Somogyi merupakan penetapan kadar gula reduksi dengan prinsip dimana reaksi oksidasi antara reagen Nelson dan glukosa kemudian dapat membentuk senyawa kompleks dengan penambahan reagen arsenomolibdat. Pengujian dengan metode ini dilakukan dengan menggunakan reagen Nelson dan arsenomolibdat pada panjang gelombang 540 nm. Warna yang dihasilkan adalah warna biru-kehijauan. Absorbansi senyawa kompleks yang terbentuk diukur dengan Spektrofotometer Uv-Vis [12].

Metode yang digunakan dalam adalah penelitian eksperimental, dimana konsentrasi NaOH yang digunakan untuk proses delignifikasi adalah 0,5; 0,75; dan 1 M, serta lama waktu proses adalah 1,5; 2; dan 2,5 jam. Klobot jagung yang telah melalui proses delignifikasi kemudian dihidrolisis asam menggunakan HCl 21% pada suhu 100°C. Hidrolisat difiltrasi untuk kemudian ditentukan kadar gula reduksi. Metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm digunakan untuk menganalisa kadar gula reduksi (%). Adapapun gambar 3 menunjukkan diagram alir penelitian,



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

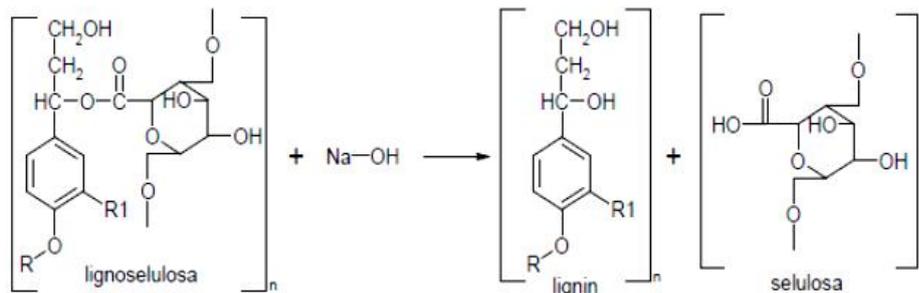
Proses Delignifikasi dan Hidrolisis Klobot Jagung

Proses delignifikasi menggunakan larutan NaOH dengan berbagai variasi. Penggunaan NaOH bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin pada biomassa. Tahap ini dilakukan sebagai *pretreatment* atau perlakuan awal sebelum proses hidrolisis, untuk menghilangkan kandungan lignin dari biomassa serta menghasilkan selulosa dan hemiselulosa.



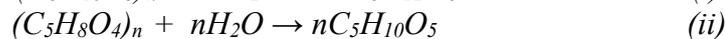
Gambar 3. Klobot jagung dan proses delignifikasi

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa proses delignifikasi dapat menyebabkan perubahan warna dari merah tua menjadi coklat karena menghilangkan kandungan lignin yang terdapat pada kulit jagung menggunakan larutan NaOH. Mekanisme reaksi yang terjadi adalah, ion hidroksil NaOH memutus ikatan struktur dasar lignin. Kemudian ion natrium berikatan dengan lignin untuk menghasilkan produk natrium fenolat. Natrium fenolat ini mudah larut dalam air. Lignin terlarut ditandai dengan warna hitam larutan yang disebut lindi hitam (*black liquor*) (gambar 4).



Gambar 4. Reaksi pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa

Setelah dilakukan delignifikasi, maka proses berikutnya adalah proses hidrolisis yang memecahkan polisakarida menjadi gula penyusun yang lebih sederhana. Pada tahap hidrolisis, selulosa dan hemiselulosa dikonversi menjadi gula sederhana sesuai dengan persamaan reaksi (1) dan (2).



Reaksi hidrolisis selulosa (persamaan reaksi 1) menunjukkan bahwa untuk setiap unit glukosa dalam rantai panjang, 162 unit massa selulosa dan 18 unit massa air digabungkan dengan n molekul air melepaskan 180 unit glukosa. Dari persamaan tersebut, faktor konversi selulosa menjadi glukosa adalah 1,111. Sebagai produk antara dalam hidrolisis selulosa, oligomer dari beberapa glukosa juga dapat terbentuk. Oligomer yang paling umum terbentuk adalah selobiosa, yang mengandung 2 unit glukosa [13]. Hidrolisat klobot jagung menghasilkan cairan berwarna merah kehitaman.

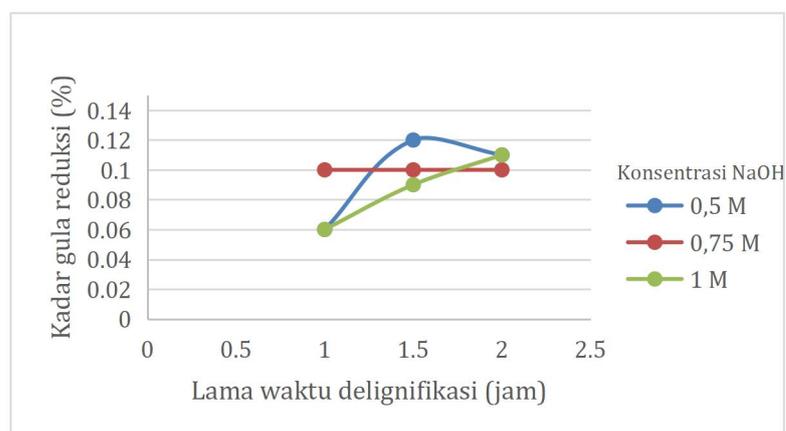
Hasil Analisis Gula Reduksi

Analisis kadar gula reduksi dilakukan menggunakan metode Nelson-Somogyi. Dengan prinsip yaitu terjadinya reaksi oksidasi antara reagen Nelson dengan gula reduksi (glukosa) yang dapat membentuk senyawa kompleks setelah ditambahkan reagen arsenomolibdat. Absorbansi senyawa ini kemudian diukur pada panjang gelombang 540 nm menggunakan

spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan kadar gula pereduksi. Hasil penentuan kadar gula reduksi pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Lama Waktu Delignifikasi terhadap Kadar Gula Reduksi

Konsentrasi NaOH (M)	Lama waktu delignifikasi (jam)	Kadar gula reduksi (%)
0,5	1	0,06
	1,5	0,12
	2	0,11
0,75	1	0,10
	1,5	0,10
	2	0,10
1	1	0,06
	1,5	0,09
	2	0,11



Gambar 5. Grafik Perlakuan Variasi NaOH dan Lama Waktu Delignifikasi terhadap Kadar Gula Reduksi Klobot Jagung

Berdasarkan grafik hasil analisa kadar gula reduksi klobot jagung dengan variasi lama waktu pemanasan dan konsentrasi NaOH pada proses delignifikasi, tampak bahwa:

- pada konsentrasi NaOH 0,5 M, terjadi kenaikan kadar gula reduksi dari lama waktu delignifikasi 1 jam ke 1,5 jam secara signifikan yaitu dari 0,06% menjadi 0,12%. Namun kemudian terjadi sedikit penurunan kadar gula reduksi pada pemanasan selama 2 jam yaitu menjadi 0,11%
- pada konsentrasi NaOH 0,75 M, kadar gula reduksi stagnan untuk semua variasi lama waktu pemanasan/delignifikasi yaitu pada angka 0,10%
- pada konsentrasi NaOH 1 M, kadar gula reduksi mengalami kenaikan signifikan dengan bertambahnya lama waktu proses delignifikasi yaitu 0,6%, 0,9% dan 0,11%

Berdasarkan data diatas, nilai maksimal kadar gula reduksi klobot jagung yaitu 0,12% dengan perlakuan delignifikasi menggunakan konsentrasi NaOH 0,5M dengan lama waktu pemanasan 1,5 jam. Namun secara keseluruhan, % glukosa yang dihasilkan masih sangat rendah karena dimungkinkan adanya pembentukan senyawa lain yaitu furfural. Terbentuknya senyawa ini diakibatkan adanya katalis asam pada saat proses

hidrolisis hanya dapat memecah molekul karbohidrat secara acak sehingga molekul glukosa yang dihasilkan bergabung dalam kondisi tertentu membentuk senyawa furfural.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan delignifikasi menggunakan NaOH dengan konsentrasi dan lama waktu proses yang berbeda mempunyai pengaruh yang tidak terlalu signifikan terhadap kadar gula reduksi yang dihasilkan setelah tahapan hidrolisis. Hasil optimal analisa kadar gula reduksi klobot jagung yaitu 0,12% dengan menggunakan konsentrasi NaOH 0,5 M dan lama waktu delignifikasi 1,5 jam. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa proses penghilangan lignin harus lebih dioptimalkan lagi, begitu juga dengan proses hidrolisis karena kandungan gula reduksi yang dihasilkan masih sangat rendah. Pemilihan proses hidrolisis secara enzimatik bisa menjadi alternatif.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. 2022. Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2021. BPS-RI. Jakarta
- [2] Fitriani, dkk. 2013. Produksi bioetanol tongkol jagung (*Zea mays*) dari hasil proses Delignifikasi. *Jurnal of Natural science* No.3, vol.2
- [3] Arif Dian, Anggorowati Dwi, Jelfano Noranda. 2016. Pemanfaatan Limbah Hasil Panen Jagung Untuk Pembuatan Energi Alternatif Yang Ramah Lingkungan. Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri (Seniati) 2016. ISSN: 2058-4218.
- [4] Ariyanti. 2015. Kandungan Bahan Organik dan Protein Kasar Tongkol Jagung (*Zea mays*) yang Diinokulasi dengan Fungi *Trichoderma* sp. pada Lama Inkubasi yang Berbeda. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin. Makasar. (Skripsi).
- [5] Taiwo K.F.dkk, (2014) Taiwo K., dkk. 2014. Pulp and Paper-Making Potential of Corn Husk. Lagos- Nigeria *International Journal of Agri Science* Vol. 4(4): 209-213.
- [6] Sahare,P,Singh,R.,Laxman,S.,Rao,M.2012.Effect of alkali pretreatment on the structural properties and enzymatic hydrolysis of corn cob.*Applied biochemistry and biotechnology*.168(7),1806-1819.
- [7] Hsu, T.A., Ladisch, M.R. and Tsao, G.T. 1980. Alcohol from Cellulose. *Chemical Technology*, 10, 315-319
- [8] Leonardo da Costa Sousa, Shishir PS Chundawat, Venkatesh Balan and Bruce E Dale. 2009. Cradle-to-grave Assessment of Existing Lignocellulose Pretreatment Technologies. *Current Opinion in Biotechnology*. 20:339-347
- [9] Chang, Nagwani, Kim, & Holtzapple, 2001).Chang, V. S., Nagwani, M., Kim, C. H., & Holtzapple, M. T. 2001. Oxidative Lime Pretreatment of High-Lignin Biomass. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 94, 1-28
- [10] Andarwulan, N., Kusnandar, F., dan Herawati, D. 2011. Analisis Pangan. Dian Rakyat. Jakarta
- [11] Afriza, R., dan Ismanilda. 2019. Analisis Perbedaan Kadar Gula Pereduksi Dengan Metode Lane Eynon Dan Luff Schoorl Pada Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*). *Jurnal Temapela*, 2(2), 90-96.<https://doi.org/10.25077/temapela.2.2.90-96.2019>



- [12] Neilson, S.S. 2010. Introduction to Food Analysis. Food Analysis, 4th Edition. USA: Springer.
- [13] Wyman, C.E., Decker, S.R., Himmel, M.E., Brady, J.W., Skopec, C.E. and Viikari, L. (2005) Hydrolysis of Cellulose and Hemicellulose. Polysaccharides: Structural Diversity and Functional Versatility, 1, 1023-1062.