

Hidrolisis Daun Sawit menjadi Glukosa dengan Menggunakan Katalis $H_3PO_4-H_2SO_4$

Fitriyanti¹⁾, Komalasari²⁾, Sri Rezeki Muria²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen Teknik Kimia
Laboratorium *Unit Operation* (Gedung Teknologi Pulp dan Kertas)
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

E-mail: fitriyanti.fitriyanti@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Glucose is a simple monosaccharide containing an aldehyde group and six carbon atoms. Glucose is an intermediate product in biological and chemical conversion. Glucose can be made from hydrolysis of biomass such as oil palm leaves. Previously, oil palm leaves are only used as fertilizer and animal feed. Biomass with the main component cellulose is very resistant to hydrolysis by water, therefore a catalyst in the form of acidic or alkaline is needed. The purpose of this study was intended to examine the use of oil palm leaves as a raw material in the manufacture of glucose. There are two stages in this research, pretreatment and hydrolysis. The pretreatment using acid solvents with low concentrations of 0,5% H_2SO_4 with the cooking process at 80°C for 1 hour reaction time. The results showed that the acid pretreatment process using 0,5% H_2SO_4 solvent was able to increase cellulose 2%, hemicellulose 1%, and lignin reduction by 1%. The hydrolysis process is carried out in two stages, first stage is immersion of oil palm leaves with an $H_3PO_4-H_2SO_4$ catalyst ratio of 70:30 for 16 hours at room temperature. Then the second step is adding distilled water and cooked at a temperature variation of 100°C, 120°C and takes 2 hours, 3 hours and 4 hours. The highest glucose yield obtained from the hydrolysis process at 100°C for 4 hours at 26,8376% and the lowest glucose yield obtained from the hydrolysis process at 120°C for 4 hours at 18,1812%

Keywords : *Glucose, hydrolysis, oil palm leaves*

1. Pendahuluan

Pertambahan penduduk di setiap negara berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah bahan bakar minyak yang dibutuhkan. Peningkatan permintaan energi menyebabkan menipisnya sumber cadangan minyak dunia. Selain itu, permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan pada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Oleh karena itu, banyak negara mulai sibuk mencari sumber energi lain yang mampu menggantikan minyak bumi.

Bahan bakar alternatif yang dikembangkan saat ini salah satunya adalah

bioetanol. Etanol yang diproduksi umumnya berasal dari etanol generasi pertama, yaitu etanol yang dibuat dari gula (seperti tebu) atau pati (seperti jagung). Kemudian berkembanglah penelitian etanol generasi kedua, yaitu etanol dari biomassa lignoselulosa (Nugrahini *et al.*, 2016). Biomassa berperan penting sebagai sumber energi terbarukan, dengan penggunaan teknologi modern dalam pengkonversinya dan dapat menjaga emisi pada tingkat yang rendah.

Biomassa lignoselulosa di Indonesia sangat berlimpah dan tidak dimanfaatkan secara optimal, salah satunya berasal dari pohon sawit. Data Statistik Perkebunan

Indonesia Komoditas Sawit (2017) mencatat bahwa pada tahun 2017 luas areal sawit Indonesia seluas 12.307.677 Ha dimana untuk wilayah provinsi Riau seluas 2.493.176 Ha dengan jumlah produksi 8.721.148 ton. Akan tetapi, dengan luasnya lahan perkebunan dan produksi sawit di Riau tidak diimbangi dengan pengolahan limbah sawit yaitu salah satunya daun sawit yang merupakan salah satu jenis biomassa.

Daun sawit merupakan biomassa lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Holoselulosa pada daun sawit apabila dihidrolisis akan menghasilkan glukosa kemudian difermentasi akan menghasilkan bioetanol, dimana bioetanol ini dapat digunakan sebagai bahan bakar. Melihat kondisi ini maka sangat diperlukan untuk mengolah daun sawit menjadi suatu bahan yang lebih bermanfaat dan bernilai ekonomis.

Biomassa yang mengandung selulosa juga mengandung lignin. Lignin merupakan pelindung selulosa dan hemiselulosa. Lignin pada biomassa akan menghambat dan mengganggu proses hidrolisis. Pengurangan kadar lignin di dalam bahan berlignoselulosa dapat dilakukan dengan proses delignifikasi atau disebut juga *pretreatment*. Delignifikasi umumnya menggunakan NaOH dan H₂SO₄ (Permatasari *et al.*, 2014).

Pretreatment dilakukan sebelum proses hidrolisis, hal ini bertujuan untuk merubah struktur dan komposisi kimia dari lignoselulosa sehingga memfasilitasi kecepatan dan efisiensi hidrolisis karbohidat menjadi gula fermentasi (Octavia *et al.*, 2011). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *pretreatment* yaitu menghindari terbentuknya produk samping, menghindari terjadinya degradasi atau kehilangan karbohidrat, serta mempermudah terbentuknya glukosa. Mengingat hal tersebut maka penting dalam pemilihan *pretreatment* yang lebih efektif sehingga mendapatkan *yield* yang maksimal.

Pada penelitian ini, daun sawit digunakan untuk menghasilkan glukosa melalui proses hidrolisis. Proses ini bertujuan untuk memecah rantai panjang polimer polisakarida pada selulosa. Proses hidrolisis dipengaruhi oleh katalisator, suhu operasi, pencampuran dan perbandingan zat reaktan (Juwita *et al.*, 2012). Hidrolisis asam umumnya menggunakan asam pekat seperti asam sulfat (H₂SO₄) ataupun asam klorida (HCl). Keuntungan pada hidrolisis asam pekat adalah fleksibilitas dalam pemilihan bahan baku, hasil gula monomer tinggi, tidak membutuhkan enzim pada proses hidrolisisnya dan mudah diterapkan atau dioperasikan (Harmsen *et al.*, 2010).

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan baku daun sawit yang berasal dari perkebunan sawit Universitas Riau. Bahan kimia yang digunakan antara lain 97% H₂SO₄ merk Merck, 85% H₃PO₄ merk Merck, dan akuades. Pada analisa kadar glukosa dibutuhkan reagen Nelson dan reagen Arsenomolibdat untuk uji absorbansi Spektrofotometer UV-Vis.

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, antara lain:

A. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah daun kelapa sawit. Daun yang digunakan dipotong – potong hingga ukurannya sekitar 0,5-1,5 cm dan dikeringkan sampai kadar air tidak melebihi 5%. Sebelum bahan baku dilakukan perlakuan awal (*pretreatment*), bahan baku terlebih dahulu dilakukan analisa kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin menggunakan metode Chesson, dengan prinsip dasar metode ini adalah gravimetri.

B. Proses *Pretreatment*

Proses *pretreatment* dilakukan dengan merefluks daun sawit menggunakan H₂SO₄ 0,5% pada perbandingan selulosa dengan asam adalah 1:10 dan temperatur 80°C. Setelah 1 jam (Permatasari *et al.*,

2014), campuran disaring, dicuci dengan akuades sehingga pH dari residu menjadi netral. Substrat yang dihasilkan kemudian dikeringkan didalam oven hingga beratnya konstan.

C. Proses Hidrolisis

Daun yang telah di *pretreatment* kemudian dilakukan proses hidrolisis untuk mengkonversi selulosa menjadi glukosa. Hidrolisis bertujuan untuk memecah polimer gula menjadi glukosa. Hidrolisis dilakukan sebanyak dua tahap, tahap pertama disebut dekrystalisasi dan tahap kedua berfungsi untuk mengkonversi selulosa menjadi glukosa. Hidrolisis tahap pertama dilakukan dengan menggunakan H_2SO_4 60% dan H_3PO_4 60%. Sebanyak 10 gram daun yang telah di *pretreatment* ditambahkan pada 20 ml katalis campuran antara H_2SO_4 dan H_3PO_4 dan didiamkan selama 16 jam pada suhu ruang. Rasio konsentrasi H_2SO_4 dan H_3PO_4 yang digunakan adalah 30:70 (b/v) (Harmer *et al.*, 2009).

Setelah dihidrolisis tahap pertama, kemudian dilakukan hidrolisis tahap kedua. Sebanyak 30 ml air ditambahkan pada campuran pertama kemudian dipanaskan pada suhu $100^\circ C$ dan $120^\circ C$ dengan lama pemanasan selama 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Setelah proses hidrolisis tercapai, dilakukan pendinginan. Sampel dikeluarkan dari reaktor dan dilakukan penyaringan untuk memisahkan padatan dan cairan. Kemudian cairan hasil pemisahan digunakan untuk menganalisis kadar glukosa yang dihasilkan.

D. Analisis Kadar Glukosa

Pengukuran kadar glukosa dilakukan berdasarkan metode Nelson Somogyi. Data yang ingin diperoleh adalah komposisi glukosa yang merupakan monomer dari selulosa. Absorbansi larutan diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 540 nm. Data diolah dengan regresi hubungan dari kedua variasi tersebut sehingga dapat dilihat

pengaruh kedua variabel tersebut terhadap kadar glukosa yang diperoleh.

3. Hasil dan Pembahasan

Daun sawit merupakan biomassa lignoselulosa yang digunakan pada penelitian ini. Sebelum mengkonversi holoselulosa biomassa menjadi glukosa dengan proses hidrolisis, bahan baku daun sawit terlebih dahulu dianalisis. Analisis bahan baku bertujuan untuk mengetahui komposisi selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Pada penelitian ini analisis bahan baku dilakukan sesuai dengan metode Chesson-Datta.

Pretreatment bertujuan untuk meningkatkan pembentukan glukosa, menghindari degradasi atau kehilangan karbohidrat, serta biaya yang dibutuhkan (Osvaldo *et al.*, 2012). *Pretreatment* asam yang digunakan pada penelitian ini, dengan menggunakan H_2SO_4 0,5%. Tabel 3.1 menunjukkan perubahan komposisi daun sawit sebelum dan sesudah *pretreatment*.

Tabel 3.1 Komposisi Daun Sawit

Parameter	Komposisi (%)	
	Sebelum <i>Pretreatm ent</i>	Sesudah <i>Pretreatme nt</i>
<i>Hot Water Soluble</i>	17	13
Hemiselulosa	19	20
Selulosa	30	32
Lignin	25	24

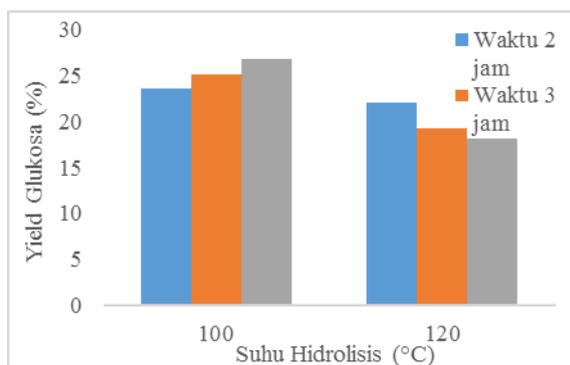
Tabel 3.1 menunjukkan bahwa komposisi daun sawit mengalami perubahan setelah dilakukan *pretreatment*. Kadar selulosa meningkat 2% serta kadar lignin mengalami penurunan sebesar 1%. Komposisi lignin yang menurun ini dikarenakan sejumlah lignin yang larut dalam *black liquor*. Komposisi holoselulosa pada daun sawit mengalami peningkatan setelah *pretreatment*, hal ini dikarenakan larutan H_2SO_4 dapat merestruktur

komponen amorph pada daun sawit menjadi kristal selulosa yang pecah dan kasar, kemudian dapat menyebabkan struktur selulosa mengembang dan mengakibatkan peningkatan jumlah selulosa bebas dalam bahan (Zhou *et al.*, 2009).

3.1 Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Yield Glukosa

Waktu hidrolisis merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perolehan konsentrasi glukosa. Pengukuran ini tidaklah mempunyai patokan yang tetap karena hasil yang diperoleh berbeda sesuai dengan keadaan sampel. Hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh para peneliti, menyatakan bahwa semakin lama waktu hidrolisis yang digunakan maka konsentrasi glukosa yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh kesempatan zat reaktan untuk saling bertumbukan dan bereaksi semakin besar dan meningkatkan konversi.

Proses hidrolisis pada penelitian ini menggunakan variasi waktu yaitu selama 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Variasi waktu pada hidrolisis digunakan untuk mengetahui waktu optimal dalam menghasilkan glukosa. *Yield* glukosa yang dihasilkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap *Yield* Glukosa

Pada Gambar 3.1 menunjukkan bahwa lama waktu hidrolisis meningkatkan *yield* glukosa yang dihasilkan. Peningkatan

yield glukosa ini terjadi pada suhu 100°C. Akan tetapi penurunan *yield* glukosa terjadi pada suhu 120°C seiring dengan peningkatan waktu hidrolisis. Kadar glukosa tertinggi diperoleh pada waktu hidrolisis 4 jam dengan suhu pemasakan 100°C, sedangkan kadar glukosa terendah diperoleh pada waktu hidrolisis 4 jam dengan suhu pemasakan 120°C.

Semakin lama waktu reaksi, maka semakin mudah ikatan antara selulosa dan hemiselulosa terpecah sehingga menghasilkan glukosa. Semakin lama waktu proses maka kesempatan holoselulosa melakukan dekomposisi lebih panjang sehingga perolehan glukosa semakin meningkat, namun waktu proses yang terlalu lama juga menurunkan perolehan glukosa disebabkan selulosa yang pecah menjadi arang dan xylosa dari hemiselulosa juga ikut terdegradasi menjadi furfural. Setelah mencapai titik optimum akan terjadi penurunan kadar gula yang diperoleh. Hidrolisis yang optimal pada penelitian ini yaitu menggunakan waktu hidrolisis selama 4 jam.

Nata *et al.* (2016) menyatakan bahwa peningkatan kadar glukosa seiring dengan lamanya waktu hidrolisis dikarenakan lamanya waktu proses akan menyebabkan lignin yang terlarut akan semakin banyak dan proses impregnasi antara pelarut dengan serat akan semakin sempurna untuk proses hidrolisis. Semakin lama waktu proses maka kesempatan selulosa melakukan dekomposisi lebih panjang, sehingga kadar glukosa naik.

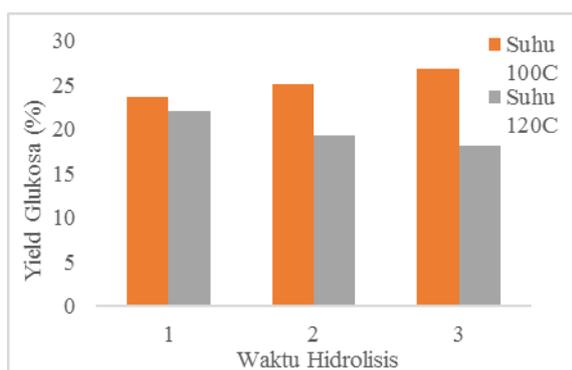
Oswaldo *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa waktu hidrolisis merupakan parameter yang sangat krusial pada proses hidrolisis karena pada penentuan waktu hidrolisis yang tepat dapat meminimalkan produk inhibitor seperti furfural, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), asam levulinik, asam asetat, asam format, formaldehida, dan beberapa senyawa lain. Semakin lama pemanasan, warna yang dihasilkan akan semakin keruh dan

semakin besar konversinya. Waktu yang diperlukan untuk proses hidrolisis asam sekitar 1 jam hingga 3 jam.

3.3 Pengaruh Suhu Hidrolisis Terhadap Yield Glukosa

Selain waktu hidrolisis, suhu proses juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi *yield* glukosa yang dihasilkan. Sama halnya dengan waktu, suhu proses pada hidrolisis tidak memiliki patokan yang tetap karena hasil yang diperoleh akan berbeda-beda setiap sampel, tergantung bagaimana kondisi dari sampel tersebut. Variasi suhu hidrolisis dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui suhu optimum selulosa yang terkonversi menjadi glukosa.

Hidrolisis pada penelitian ini menggunakan variasi suhu pemasakan yaitu 100°C dan 120°C. Penentuan suhu optimum hidrolisis dapat dilihat dari hasil *yield* glukosa yang dihasilkan pada setiap suhu proses. Gambar 3.2 menunjukkan bahwa *yield* glukosa juga dipengaruhi oleh suhu proses. Peningkatan *yield* glukosa terjadi seiring dengan meningkatnya suhu. Hal ini berlaku pada suhu 100°C, sedangkan pada suhu 120°C *yield* glukosa yang dihasilkan menurun.



Gambar 3.2 Pengaruh Suhu Hidrolisis Terhadap *Yield* Glukosa

Temperatur hidrolisis berhubungan dengan laju reaksi. Semakin tinggi temperatur, maka hidrolisis akan berlangsung lebih cepat. Hal ini disebabkan konstanta laju reaksi meningkat dengan

meningkatnya temperatur operasi dan penambahan waktu reaksi, akan semakin memperbesar konversi yang dicapai sampai ke titik optimumnya (Osvaldo *et al.*, 2012). Pada saat suhu meningkat maka pergerakan dari molekul-molekul juga akan semakin meningkat. Ketika pergerakan dari molekul-molekul katalis meningkat, maka kemungkinan tumbukan yang terjadi juga semakin besar dan produk yang terbentuk juga akan semakin banyak.

Osvaldo *et al.* (2012) menyatakan bahwa pengaruh suhu terhadap kecepatan hidrolisis karbohidrat akan mengikuti persamaan Arrhenius yaitu semakin tinggi suhu maka akan diperoleh konversi yang cukup besar. Akan tetapi jika suhu terlalu tinggi konversi yang diperoleh akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang, yang ditunjukkan dengan semakin pekat warna hasil yaitu coklat tua hingga hitam.

Suhu optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah 100°C. 120°C. Penggunaan asam pekat dengan suhu diatas titik didih air akan menyebabkan terjadinya penurunan glukosa yang dihasilkan. Harianja *et al* (2015) menyatakan bahwa setelah mencapai titik optimum akan terjadi penurunan kadar gula yang diperoleh hal ini dikarenakan kestimbangan rasio antara ion H^+ pada asam dan ion OH^- pada air memecah selulosa dan membentuk glukosa telah menunjukkan batas maksimal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai produksi glukosa dari daun sawit dengan variasi suhu dan waktu hidrolisis dapat disimpulkan bahwa: Kondisi operasi yaitu suhu dan waktu hidrolisis optimum yang digunakan pada proses hidrolisis daun sawit untuk menghasilkan glukosa adalah 80°C selama 4 jam. *Yield* glukosa yang dihasilkan sebesar 31,363%.

Daftar Pustaka

- Datta, R. (1981) 'Acidogenic Fermentation of Lignocellulose-Acid Yield and Conversion of Components', *Biotechnology and Bioengineering*, 23(9), pp. 2167-2170.
- Harianja, J. W., Idiawati, N., and Rudiansyah (2015) 'Optimasi Jenis dan Konsentrasi Asam pada Hidrolisis Selulosa dalam Tongkol Jagung', *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(4), pp. 66-71.
- Harmer, M.A., A. Fan., A. Liauw., and R.K. Kumar. (2009) 'A New Route to High Yield Sugars from Biomass: Phosphoric-Sulfuric Acid', *Chemical Community*, 21(43), pp. 6610-6612.
- Harmesen, P.F.H., W.J.J. Huijgen., L.M.B. Lopez., and R.R.C Bakker. (2010) 'Literature Review of Physical and Chemical Pretreatment Processes for Lignocellulosic Biomass', Energi Research Centre of The Netherlands.
- Hidayat, M.R. (2013) 'Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa dalam Proses Produksi Bioetanol', *Biopropal Industri*, 4(1), pp. 33-48.
- Juwita, R., L.R. Syarif., and A. Tuhuloula. (2012) 'Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Katalisator Asam Terhadap Sintesis Furfural dari Sekam Padi', *Jurnal Konversi*, 1(1), pp. 34-38.
- Nata, I. F., Norlina and Pangesti, M. (2016) 'Biokonversi Serat Kelapa Sawit Menjadi Glukosa dengan Dilute-Acid Hydrothermal Treatment', *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(1), pp. 8-13.
- Nugrahini, P.F., Sitompul, H., and Donny, R.P. (2016) 'Pengaruh Waktu dan Konsentrasi Enzim Selulase pada Proses Hidrolisis Tandan Kosong Sawit menjadi Glukosa', *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), pp. 2540-8267.
- Octavia, S., Soerawidjaja, T.H., Ronny, P. and I.D. Putrawan. (2011) 'Pengolahan Awal Lignoselulosa Menggunakan Amoniak untuk Meningkatkan Perolehan Gula Fermentasi', Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
- Oswaldo Z., Panca, P.S. and Faizal, S.M. (2012) 'Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang', *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2), pp. 52-62.
- Permatasari, H.R., Fakhili, G., and Bety, L. (2014) 'Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa apus*)', *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*, 1(2), pp. 131-140.
- Statistik Perkebunan Indonesia. (2017) '2015-2017 Kelapa Sawit Palm Oil', *Direktorat Jenderal Perkebunan*.
- Winarsih, S. (2016). Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Lama Pemaparan *Microwave* Terhadap Kandungan Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin Tongkol Jagung. *Seminar Nasional dan Gelar Produk*, pp. 285-290.
- Zhou, W., Zhu, D., Langdon, A., Li, L., Liao, S., and Tan, L. (2009) 'The Structure Characterization of Cellulose Xanthogenate Derived from the Straw of *Eichhornia crassipes*', *Journal of Bioresource Technology*, 100(2009), pp. 5366-5389.