

## PEMBUATAN GLUKOSA CAIR DARI LIMBAH SABUT SIWALAN DENGAN HIDROLISIS ENZIMATIS

Miftachul Jannah, Himayatul Hikmah, Bambang Wahyudi\*

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jalan raya rungkut madya, gunung anyar, Surabaya 60294, Indonesia  
\*penulis korespondensi: E-mail: bwahyudi11@yahoo.com

### Abstrak

*Borassus flabellifer L. merupakan jenis flora yang banyak tersebar di bagian timur Indonesia. Buah siwalan banyak dimanfaatkan menjadi legen, sedangkan sabut kulit siwalannya masih belum dimanfaatkan. Sabut siwalan mengandung selulosa yang cukup besar yaitu 51,71%. Selulosa ini dapat dikonversi menjadi glukosa cair dimana glukosa cair banyak dimanfaatkan dalam dunia industry makanan maupun minuman. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mencari pengaruh kondisi waktu sakarifikasi dan volume enzim terhadap glukosa cair yang dihasilkan pada proses pembuatan glukosa cair dengan hidrolisis enzimatis. Kemudian dilakukan proses hidrolisis enzimatis untuk dapat mengkonversi selulosa menjadi glukosa. Berdasarkan penelitian ini didapatkan kadar glukosa tertinggi yaitu pada waktu sakarifikasi 84 jam dan volume enzim 25 ml sebesar 69%Brix dengan gula reduksi sebesar 33,81% dan yield sebesar 79,4838%.*

**Kata kunci:** glukosa; hidrolisis enzimatis; sakarifikasi; selulosa

## PRODUCTION OF LIQUID GLUCOSE FROM SIWALAN COIR WASTE BY ENZYMATIC HYDROLISIS

### Abstract

*Borassus flabellifer L. is a type of flora that is widely spread in eastern Indonesia. The siwalan fruit is widely used to make legen, while the palm fiber husk is still not used. Siwalan fiber contains quite a large amount of cellulose, namely 51.71%. This cellulose can be converted into liquid glucose, where liquid glucose is widely used in the food and beverage industry. The aim of this research is to find out the effect of saccharification time conditions and enzyme volume on the liquid glucose produced in the process of making liquid glucose using enzymatic hydrolysis. Then an enzymatic hydrolysis process is carried out to convert the cellulose into glucose. Based on this research, the highest glucose levels were obtained, namely at a saccharification time of 84 hours and an enzyme volume of 25 ml of 69%Brix with reducing sugar of 33.81% and a yield of 79.4838%.*

**Key words:** glucose; enzymatic hydrolysis; saccharification; cellulose

## PENDAHULUAN

*Borassus Flabellifer L.* atau sering disebut dengan siwalan merupakan jenis flora yang banyak tersebar dibagian Timur Indonesia. Di kabupaten Tuban banyak terdapat industry rumahan pengolahan legen yang merupakan oleh-oleh khas Kabupaten Tuban. Pada tahun 2017, produksi siwalan mecapai 7.140,76 ton. Industri rumahn tersebut hanya memanfaatkan buah siwalan, sedangkan kulitnya masih jarang dimanfaatkan dan cenderung menjadi limbah.

Sabut siwalan termasuk dalam limbah perkebunan, dimana buah ini mengandung 25-35% buah yang bisa dikonsumsi dan 65-75% sabut. Kulit buah siwalan hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak dan tidak diolah kembali, sedangkan sabut siwalan dapat dimanfaatkan menjadi bioethanol dan glukosa karena mengandung selulosa yang cukup besar yaitu 56,71%. Akan tetapi, sabut siwalan juga mengandung lignin atau biasa disebut sel kayu. Lignin merupakan polimer aromatic kompleks yang terbentuk melalui tiga dimensi senamil alcohol. Lignin dapat diartikan sebagai makromolekul dari polifenil. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap proses hidrolisis karena terdapat ikatan arilalkil dan ikatan eter (Soeprijanto et al., 2008). Delignifikasi merupakan tahap awal untuk dapat mengurangi kadar lignin di dalam bahan berlignoselulosa. proses delignifikasi akan membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi mudah diakses. Proses delignifikasi ini akan melarutkan kandungan lignin didalam bahan sehingga dapat memudahkan proses pemisahan lignin dengan serat. Karena proses delignifikasi ini, akan timbul kerusakan pada struktur lignin dan melepaskan karbohidrat. Proses perusakan struktur dari materi dengan kandungan lignoselulosa ini merupakan satu langkah untuk mengkonversi lignoselulosa menjadi senyawa gula (Kurniaty et al., 2017). Sedangkan untuk memproduksi glukosa, dilakukan proses hidrolisis enzimatis dan sakarifikasi.

Hidrolisis enzimatis selulosa merupakan proses pemecahan polimer (selulosa) menjadi monomer penyusunnya (glukosa) dengan

bantuan enzim selulase. Hidrolisis selulosa juga dapat dilakukan dengan menggunakan mikroba yang menghasilkan enzim selulase, seperti *Trichoderma reseei* dan *Aspergillus niger* (Fuadi et al., 2015). Hidrolisis enzimatis memiliki beberapa kelebihan. Kelebihan hidrolisis enzimatis antara lain prosesnya lebih spesifik dan bisa diperoleh produk sesuai yang diinginkan, proses pembuatannya bisa dikontrol, biaya pemurniannya lebih murah serta produk sampingan yang lebih sedikit (Suripto et al., 2013). Umumnya enzim yang digunakan yaitu enzim selulase. Sedangkan proses sakarifikasi merupakan proses pemecahan senyawa-senyawa gula hasil dari proses liquifikasi dengan bantuan enzim selulase menjadi senyawa glukosa (Maksum et al., 2001). Gula merupakan satu kebutuhan pokok masyarakat baik untuk dikonsumsi langsung maupun kebutuhan pada proses pengolahan pangan. Industry makanan dan minuman saat ini cenderung menggunakan glukosa cair. Hal tersebut didasari oleh beberapa kelebihan sirup glukosa dibanding dengan sukrosa, yaitu sirup glukosa tidak mengkristal jika pemanasan pada suhu tinggi. Sirup glukosa merupakan golongan monosakarida yang dengan cara hidrolisis selulosa menggunakan katalis asam atau enzim dan dikentalkan hingga berbentuk larutan kental. Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang banyak membutuhkan gula sebagai bahan baku untuk berbagai keperluan indsutri maupun rumah tangga. Sirup glukosa dapat dipakai sebagai bahan baku. Industri yang memanfaatkan sirup glukosa antara lain: industri makanan seperti permen, kembang gula, minuman, biscuit, es krim, dan lain-lain (Sutanto et al., 2014). Sirup glukosa merupakan cairan kental dan jernih yang didalamnya terkandung D-glukosa, maltose, dan polimer D-glukosa yang diperoleh dari hidrolisis pati. Hidrolisis dapat dilakukan dengan cara kimia atau enzimatis pada waktu, suhu, dan pH tertentu (Suripto et al., 2013). Sirup glukosa merupakan jenis gula yang banyak digunakan dalam indsuri makanan olahan seperti bahan baku kembang gula, minuman, dan industri selai (Harni et al., 2021).

Glukosa cair dikatakan layak konsumsi jika kadar gula reduksinya diatas 30%.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Soeprijanto et al., 2008), glukosa cair dapat dihasilkan dari konversi tongkol jagung. Tongkol jagung mengandung selulosa sebesar 40,61%. Dari hasil konversi selulosa tersebut dapat diperoleh kadar glukosa sebesar 51,01%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan tersebut, dapat dikatakan bahwa selulosa yang kadarnya diatas 40% dapat dijadikan glukosa karena memenuhi standar mutu glukosa cair dimana standar mutu glukosa cair harus diatas 30%. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi waktu sakarifikasi dan volume enzim terhadap glukosa cair yang dihasilkan pada proses pembuatan glukosa cair dengan hidrolisis enzimatis.

#### **METODE PENELITIAN**

##### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sabut siwalan, aquadest, natrium hidroksida, asam sulfat, dan enzim selulase.

##### **Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoclave, magnetic stirrer. Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

##### **Prosedur**

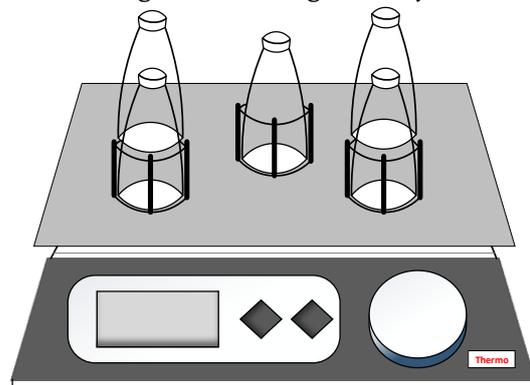
##### **Proses Penghilangan Lignin**

Sabut siwalan dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran lalu dipotong atau dikecilkan ukurannya agar mudah dijadikan serbuk. Sabut siwalan yang telah bersih dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C untuk dihilangkan kadar airnya. Sabut siwalan yang sudah kering ditimbang sebanyak 50 gram, kemudian direndam dengan NaOH 2N sebanyak 500 ml dengan perbandingan antara sabut siwalan dengan NaOH adalah 1:10 dan dipanaskan menggunakan magnetic stirrer dengan suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, sabut siwalan didiamkan agar suhunya turun dan dicuci dengan air mengalir sampai diperoleh pH netral lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 30 menit. Sabut siwalan yang sudah dilakukan proses delignifikasi, dikecilkan ukurannya hingga menjadi serbuk menggunakan blender, lalu diayak

menggunakan 100 mesh untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Serbuk siwalan dianalisa untuk mengetahui kadar lignin dan selulosanya.

##### **Pembuatan Glukosa Cair**

Serbuk siwalan sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam botol kaca dan ditambahkan aquadest sebanyak 200 ml untuk dipanaskan dalam autoclave dengan suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu, didinginkan sampai suhu turun menjadi 60°C lalu ditambahkan enzim sebanyak 10 ml untuk dilakukan proses hidrolisis menggunakan shaker waterbath dengan suhu 60°C selama 1 jam. Setelah proses hidrolisis, dilakukan proses sakarifikasi dengan ditambahkan enzim selulase sesuai variable (5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, dan 25 ml) dengan variable waktu selama 36 jam, 48 jam, 60 jam, 72 jam, dan 84 jam. Hasil sakarifikasi disaring menggunakan kertas saring untuk menghilangkan serbuk siwalannya. Filtrat yang diperoleh ditambahkan NaOH agar pH yang diperoleh netral. Filtrat ditambahkan arang aktif sebanyak 5% dari banyaknya cairan yang diperoleh untuk dilakukan proses pemucatan dengan suhu 200°C selama 2 jam lalu didinginkan dalam kulkas selama 24 jam. Arang aktif dihilangkan dengan cara disaring menggunakan kertas saring lalu cairan glukosa diuapkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 1 jam. Glukosa cair dianalisa menggunakan refractometer brix untuk mengetahui kadar glukosanya.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Hidrolisis

##### **Analisa**

Analisa kandungan selulosa dan lignin setelah proses delignifikasi dengan metode gravimetri. Analisa kadar glukosa

Volume enzim (ml)	Waktu sakarifikasi (jam)	Kadar glukosa (%Brix)	Yield (%)
5	36	30	21,4348
	48	52	22,8531
	60	56	24,3658
	72	59	25,8992
	84	61	27,4967
10	36	32	31,9056
	48	55	33,8038
	60	58	35,379
	72	61	36,8948
	84	62	38,3254
15	36	33	42,4054
	48	58	44,1774
	60	62	45,7033
	72	63	47,4425
	84	65	49,2977

dilakukan menggunakan alat Refractometer Brix dengan cara meneteskan 1-2 cairan sampel pada prisma dan tutup, agar bisa membaca skala dengan jelas maka diarahkan ke sumber cahaya. Serta analisa kadar gula reduksi menggunakan metode Luff Schroll dengan alat utama waterbath, buret, dan strirrer.

**Hasil Analisa Kadar Selulosa dan Lignin**

**Tabel 1.** Hasil Analisa Kadar Selulosa dan Lignin Setelah Proses Delignifikasi

Bahan Baku (Raw Material)	Kadar Selulosa (%)	Kadar Lignin (%)
Sebelum Delignifikasi	33,3399	6,87785
Setelah Delignifikasi	46,5936	2,9366

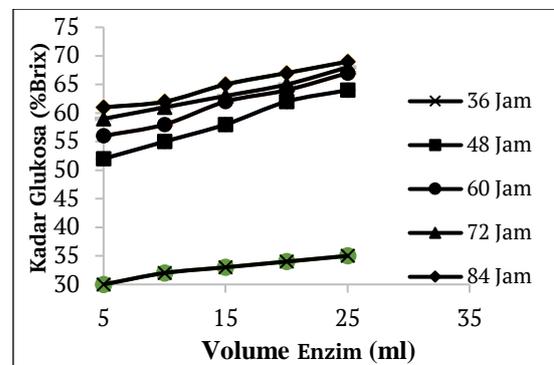
Berdasarkan hasil Analisa kadar selulosa dan lignin yang telah dilakukan tersebut dapat disimpulkan bahwa proses delignifikasi dapat meningkatkan kandungan selulosa pada kulit siwalan. Hal tersebut dikarenakan lignin yang mengikat serat selulosa telah berkurang dan lepas. Dengan berkurangnya kandungan lignin pada bahan maka akan mengurangi kemungkinan rasa glukosa cair yang dihasilkan akan pahit.

**Hasil Analisa Kadar Glukosa**

**Tabel 2.** Hasil Analisa Kadar Glukosa dan Perhitungan Yield

Volume enzim (ml)	Waktu sakarifikasi (jam)	Kadar glukosa (%Brix)	Yield (%)
20	36	34	53,1698
	48	62	55,1187
	60	64	57,4932
	72	65	59,9787
	84	67	61,7541
25	36	35	68,1393
	48	64	71,5733
	60	67	73,6209
	72	68	75,7318
	84	69	79,4838

**Pengaruh Volume Enzim dan Waktu Sakarifikasi Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan**



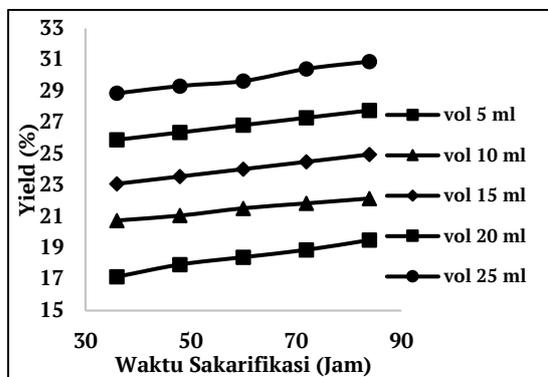
**Gambar 2.** Hubungan Kadar Glukosa Terhadap Waktu Sakarifikasi (Jam) dan Volume Enzim (Ml)

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan pengaruh volume enzim dan waktu sakarifikasi terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Grafik diatas menunjukkan peningkatan di setiap waltu sakarifikasi yang digunakan. Akan tetapi pada sakarifikasi yaitu pada waktu 36 jam kadar %brix glukosa masih cukup rendah yakni pada kisaran nilai 30 – 35 %brix. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Megavitry et al., 2019)

yang menyatakan bahwa semakin lama waktu sakarifikasi yang digunakan, maka kadar glukosa yang dihasilkan juga semakin besar. Berdasarkan grafik tersebut nilai glukosa tertinggi diperoleh pada saat sakarifikasi 84 jam dan penambahan volume enzim sebanyak 25 ml.

Faktor lain yang mempengaruhi yaitu volume enzim. Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi volume yang digunakan, maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin besar. Kadar glukosa terendah terdapat pada volume enzim 5 ml yaitu berkisar antara 30-61 %brix, sedangkan kadar glukosa terbesar pada penambahan volume enzim 25 ml dengan kadar glukosa yang dihasilkan berkisar antara 35-69 %brix. Hal tersebut sudah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Novia et al., 2013), dimana semakin tinggi konsentrasi enzim yang digunakan, maka kadar glukosa yang dihasilkan akan semakin besar.

### Pengaruh Volume Enzim dan Waktu Sakarifikasi Terhadap Yield (%) Pada Proses Sakarifikasi



**Gambar 3.** Hubungan Yield (%) Terhadap Waktu Sakarifikasi (Jam) dan Volume Enzim (ml)

Berdasarkan grafik volume enzim (ml) dan waktu sakarifikasi (jam) terhadap yield (%) pada proses sakarifikasi diatas menunjukkan pengaruh volume enzim dan waktu sakarifikasi terhadap yield yang dihasilkan pada proses sakarifikasi. Dapat dilihat bahwa grafik naik yang menunjukkan bahwa yield yang dihasilkan meningkat disetiap volume enzim dan waktu sakarifikasi

yang digunakan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mardawati et al., 2019) yang menyatakan bahwa Besarnya nilai yield sakarifikasi bergantung pada konsentrasi/volume enzim dan waktu sakarifikasi. Yakni semakin besar volume enzim yang digunakan, maka semakin besar kadar glukosa yang didapatkan, sehingga akan semakin besar pula yield yang dihasilkan. Begitu pula pengaruh waktu sakarifikasi, semakin lama waktu sakarifikasi, maka waktu kontak enzim dengan substrat akan semakin lama, maka semakin besar pula kadar glukosa dan yield yang dihasilkan. Dimana variabel yang dijalankan pada proses sakarifikasi yang dilakukan ini adalah volume enzim dan waktu sakarifikasi dan hasil yield terbesar adalah pada kondisi volume enzim 25 ml dan waktu sakarifikasi 84 jam yakni sebesar 79,4838 %.

### SIMPULAN

Glukosa cair ini dibuat dengan proses hidrolisis enzimatis dari sabut siwalan. Dimana hasil terbaik terdapat pada waktu sakarifikasi 84 jam dan penambahan volume enzim sebanyak 69 %brix atau 33,81% gula reduksi dan yield sebesar 79,4838%.

### PUSTAKA

- Fuadi, A., Harismah, K., & Setiawan, A. (2015). *PENGARUH SUHU DAN PH TERHADAP BANYAKNYA YIELD (KADAR GLUKOSA) YANG DIHASILKAN PADA PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS DARI LIMBAH KERTAS*. 179–185.
- Harni, M., Putri, S. K., Gusmalini, & Handayani, T. D. (2021). Characteristics of glucose syrup from various sources of starch. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 757(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012064>
- Kurniaty, I., Habibah H, U., Yustiana, D., & Fajriah, I. (2017). *PROSES DELIGNIFIKASI MENGGUNAKAN NAOH*

- DAN AMONIA (NH<sub>3</sub>) PADA TEMPURUNG KELAPA. In *Jurnal Integrasi Proses* (Vol. 6, Issue 4). <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>
- Maksum, I. P., Wahyuni, Y., & Mulyana, Y. (2001). *Pengujian Kondisi Likuiifikasi dalam Produksi Sirup Glukosa dari Pati Sagu (Metroxylon sp.)*.
- Mardawati, E., Mandra Harahap, B., Andoyo, R., Wulandari, N., & Maulida Rahmah, D. (2019). KARAKTERISASI PRODUK DAN PEMODELAN KINETIKA ENZIMATIK ALFA-AMILASE PADA PRODUKSI SIRUP GLUKOSA DARI PATI JAGUNG (ZEA MAYS). *Jurnal Industri Pertanian, 01*, 11–20. <http://jurnal.unpad.ac.id/justin>
- Megavitry, R., Laga, A., Syarifuddin, A., & Widodo, S. (2019). *PENGARUH SUHU GELATINISASI DAN WAKTU SAKARIFIKASI TERHADAP PRODUKSI SIRUP GLUKOSA SAGU. 2*, 125–128.
- Novia, Riski Yanto, A., & Saputra, A. (2013). PRODUKSI GLUKOSA DARI LIGNOSELULOSA JERAMI PADI YANG DIDELIGNIFIKASI DENGAN ALKALINE-OZONOLYSIS PRETREATMENT. In *Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 19, Issue 4).
- Soeprijanto, Ratnaningsih, T., & Ira Prasetyaningrum. (2008). *BIOKONVERSI SELULOSA DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG MENJADI GLUKOSA MENGGUNAKAN JAMUR ASPERGILLUS NIGER*.
- Suripto, Ma'arif, S., & Arkeman, Y. (2013). Pengembangan Gula Cair (Suripto, dkk) *PENGEMBANGAN GULA CAIR BERBAHAN BAKU UBI KAYU SEBAGAI ALTERNATIF GULA KRISTAL DENGAN PENDEKATAN SISTEM INOVASI. Jurnal Teknik Industri*.
- Sutanto, Yusnimar, & Yenie. (2014). *PEMBUATAN SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG SAGU YANG DIHIDROLISIS DENGAN ASAM KLOORIDA*.