Pembuatan Glukosa dan Sukrosa dari Rumput Laut dengan Metode Hidrolisa Menggunakan Katalis SiO_2

Fatma Putrinta Devi[1], Delfimelinda Nurul Riyadi[2], Firman Kurniawansyah[3], Himawan TBM Petrus[4], Widi Astuti[5], Hikmatun Ni'mah[6], dan Achmad Roesyadi[7].

Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya[1,2,3,6,7]
Departemen Teknik Kimia, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta[4]
Balai Penelitian Teknologi Mineral, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Lampung[5]

e-mail: fkurniawan@chem-eng.its.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is the largest seaweed exporters, but is in the 7th position in terms of commercial value. The carbohydrates in seaweed are hydrolyzed with an acid catalyst to produce a number of monosaccharides. In this case, the catalyst plays an important role to produce a product. Processing with a homogeneous acid catalyst has several drawbacks, including difficulty in the separation process between the catalyst and the final product. Therefore, this research was carried out focusing heterogeneous catalyst development, which was silica oxide (SiO2). The purpose of this research has been to study the process of making sucrose and glucose which was synthesized from seaweed. Adiitional aim was to study the reaction of the seaweed hydrolysis process with a heterogeneous catalyst. The methodology used was hydrolysis for the manufacture of sucrose and glucose using commercial SiO2 and SiO2 geothermal sludge derived (both were sulfonated) as catalysts. The XRD analysis shows that the diffraction angle of the commercial SiO2 sulfonate catalyst is amorphous and the SiO2 geothermal sludge (GS) sulfonate catalyst is semi-crystalline. Glucose produced in the catalytic hydrolysis reaction with the commercial SiO2 sulfonate catalyst is greater, 0.0143 (w / w) compared to geothermal derived catalyst. Further, sucrose yield as high as 1.5% can be produced from commercial catalyst application.

Keywords: *Glucose, Hydrolysis, Seaweed, Geothermal Sludge Waste*

ABSTRAK

Indonesia berada pada posisi pertama eksportir rumput laut, Namun pada posisi ke-7 dari sisi harga. Karbohidrat pada rumput laut dihidrolisis dengan katalis asam akan menghasilkan sejumlah monosakarida. Dalam hal ini, katalis berperan penting untuk menghasilkan produk. Memproses dengan katalis asam homogen memiliki beberapa kekurangan, salah satunya ialah sulit dalam proses pemisahan antara katalis dan produk akhir. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan katalis heterogen yaitu silika (SiO_2). Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari proses pembuatan sukrosa dan glukosa yang terbentuk dari rumput laut dan mempelajari reaksi proses hidrolisa rumput laut dengan katalis heterogen. Metodologi yang digunakan yaitu hidrolisa untuk pembuatan sukrosa dan glukosa dengan variabel katalis SiO_2 komersil sulfonat dan SiO_2 *geothermal sludge* sulfonat. Hasil analisa XRD mendapatkan sudut difraksi pada katalis SiO_2 komersil sulfonat bersifat amorf dan katalis SiO_2 *geothermal sludge* (GS) sulfonat bersifat kristal. Glukosa yang dihasilkan pada reaksi hidrolisis katalitik dengan katalis SiO_2 komersil sulfonat lebih besar yaitu sebesar 0,0143(b/b) dari variabel katalis yang lain. Dan memiliki kadar sukrosa lebih tinggi sebesar 1,5 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa katalis SiO_2 komersil sulfonat merupakan katalis yang menghasilkan glukosa dan kadar sukrosa lebih banyak dibandingkan dengan katalis lainnya.

Kata Kunci : Glukosa, Hidrolisa, Rumput Laut, Limbah *Geothermal Sludge*

PENDAHULUAN

Rumput laut atau alga telah lama menjadi salah satu produk yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dunia. Di Indonesia sendiri, rumput laut telah lama dikonsumsi oleh masyarakat, terutama di daerah pesisir. Pada umumnya, pemanfaatan rumput laut pada masa itu adalah untuk dimakan atau dikonsumsi langsung [1].

Saat ini, Indonesia telah menjadi salah satu produsen utama rumput laut dunia dengan produksi rumput laut basah mencapai 11,6 juta ton pada tahun 2016. Produksi tersebut sebagian besar untuk jenis *Euchema spp*. dan *Gracilaria spp*. Sebagai perbandingan, pada tahun 2016, produksi rumput laut dunia adalah sekitar 30 juta ton sehingga Indonesia berkontribusi hampir 40% dari total produksi rumput laut dunia[2].

Komponen kimia dalam rumput laut dapat diperoleh dengan cara hidrolisis. Hidrolisis adalah pemecahan kimiawi suatu molekul karena pengikatan air, menghasilkan molekul-molekul yang lebih kecil [3]. Karbohidrat yang ada pada rumput laut jika dihidrolisis dengan katalis asam akan menghasilkan sejumlah monosakarida seperti glukosa[4]. Dalam hal ini, katalis berperan penting untuk menghasilkan produk yang diinginkan dari reaksi hidrolisis tersebut.

Sejauh ini penelitian yang telah dilakukan, memproses rumput laut dengan cara menghidrolisisnya menggunakan suatu katalis asam homogen dan heterogen, dapat berupa asam sulfat ataupun asam klorida. Namun seperti yang diketahui, penggunaan katalis homogen memiliki beberapa kekurangan, salah satunya ialah sulit dalam proses pemisahan antara katalis dan produk akhir. Oleh sebab itu, pada tugas penelitian ini memilih topik berupa pengolahan rumput laut *(Eucheuma cottonii)* dengan proses hidrolisa dengan katalis SiO_2[5].

TINJAUAN PUSTAKA

Rumput Laut

Rumput laut adalah jenis tumbuhan laut yang termasuk dalam golongan makroalga yang umumnya hidup di dasar perairan dangkal yang masih terkena sinar matahari. Rumput laut merupakan tumbuhan tingkat rendah yang tergolong dalam divisi thallophyta. Klasifikasi rumput laut dibagi dalam 4 kelas berdasarkan kandungan pigmennya, yaitu rumput laut hijau (Chlorophyta), rumput laut merah (Rhodophyta), rumput laut coklat (Phaeophyta) dan rumput laut pirang (Chrysophyta) [6].

Hidrolisis

Hidrolisis adalah reaksi kimia antara air dengan suatu zat lain yang menghasilkan satu zat baru atau lebih dan juga menyebabkan suatu larutan terdekomposisi dengan menggunakan air. Reaksi hidrolisis pada umumnya merupakan reaksi endoterm (memerlukan kalor). Proses hidrolisis selulosa mengikuti persamaan dibawah ini [7].

$$(C_6H_{10}O_5)n + n\ H_2O \rightarrow n(C_6H_{12}O_6) \ldots\ldots (1)$$

Rumput laut dikategorikan sebagai selulosa. Reaksi yang terjadi adalah :

$$(\text{Rumput Laut})_x + x\ H_2O \xrightarrow{\text{Asam silika}} x\ C_6H_{12}O_6\ (\text{Gula Reduksi}) \ldots\ldots (2)$$

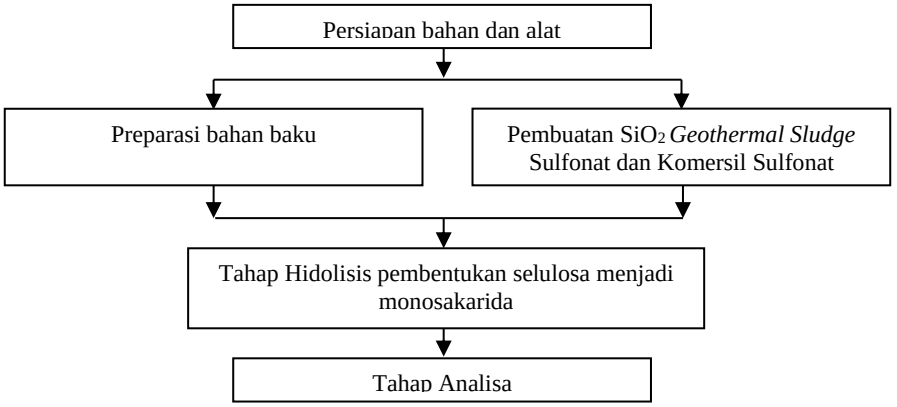
Katalis

Proses hidrolisis dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain suhu reaksi, waktu reaksi, pencampuran pereaksi, konsentrasi asam (katalis), dan kadar suspensi pati[8]. Proses hidrolisis berlangsung sangat lambat, sehingga dibutuhkan zat lain (katalis). Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu dengan menurunkan energi aktivasi, tanpa mengalami perubahan atau dikonsumsi oleh reaksi itu sendiri [9].

Katalis homogen mempunyai keunggulan, yaitu tidak mudah teracuni oleh kotoran dan setiap molekul katalis berfungsi aktif sebagai katalis. Kerugian katalis homogen diantaranya sulit dipisahkan dari campurannya dan mudah terurai pada temperatur tinggi. Dibandingkan katalis homogen, katalis heterogen memiliki kelebihan diantaranya dapat dipisahkan dari campuran reaksi hanya dengan cara penyaringan, sehingga mudah diregenerasi. Katalis heterogen juga mempunyai kekurangan yaitu jika permukaan katalis telah jenuh oleh molekul reaktan, maka reaksi tidak dapat dilanjutkan. Kejenuhan katalis dapat diatasi dengan melakukan regenerasi [10].

METODE

Proses yang digunakan yaitu proses hidrolisis katalitik. Bahan baku yang digunakan berupa rumput laut dan katalisnya heterogen. Adapun metode pelaksanaan yang digunakan, secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1**.** Diagram Alir Proses Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut (*Eucheuma cottonii*) yang berasal dari Nusa Tenggara Timur. Rumput laut sebagai bahan baku memiliki selulosa yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan sukrosa dan glukosa. Untuk katalis yang digunakan, yaitu berupa katalis SiO_2 komersil sulfonat dan SiO_2 dari limbah *geothermal sludge* dari PLTPB Dieng (GS) sulfonat dengan masing-masing diberikan tambahan treatment asam sulfat (H_2SO_4). Alat yang digunkan pada penelitian ini yaitu peralatan *reactor* sebagai hidrolisa rumput laut.

Variabel

Variabel yang digunakan pada penelitian ini, antara lain :

Variabel Tetap :

Suhu = 90 °C

Waktu = 180 Menit

Variabel yang berubah :

Katalis = - SiO_2 Komersil Sulfonat
- SiO_2 GS Sulfonat

Pembuatan Katalis SiO_2 Komersil Sulfonat

Katalis SiO_2 komersil sebanyak 3 gram ditambahkan ke dalam 300 ml H_2SO_4 1 N. Diaduk dan dipanaskan pada suhu 70-80°C selama 8 jam. Kemudian disaring dan residu dioven pada suhu 110°C selama 12 jam.

Pembuatan Katalis SiO_2 *Geothermal sludge* (GS) Sulfonat

Limbah *geothermal sludge* (GS) diekstraksi dengan NaOH untuk menghasilkan natrium silikat, hasilnya ektraksi diencerkan dengan *aquadest* ratio 1:4 volume. Kemudian dilakukan preparasi gel dengan titrasi HCl 1 N sampai pH netral. Dan dilakukan *aging* dan hasilnya dicuci sebanyak 3 kali dan dioven pada suhu 110°C selama 18 jam. Kemudian silika sebanyak 3 gram ditambahkan 300 ml H_2SO_4 1 N. diaduk dan dipanaskan selama 8 jam pada suhu 70-80°C. Dan disaring dan residu dioven pada suhu 110°C selama 12 jam.

Hidrolisis Rumput Laut

Rumput laut dicuci dan dihaluskan sampai menjadi tepung rumput laut. Kemudian 5 gram tepung rumput laut dilarutkan pada *aquadest* 300 ml dan dimasukan kedalam *reactor* pada suhu 90°C selama 180 menit.

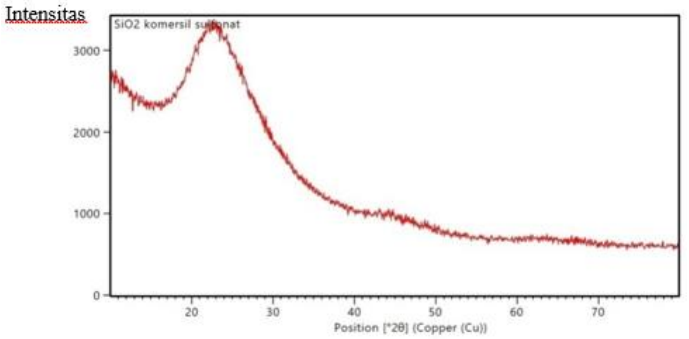
Analisa Katalis dan Produk

Pada variabel katalis dianalisa dengan *X-Ray Diffraction* (XRD). Untuk produk dilakukan uji yield glukosa (b/b) dengan fotometri, sedangkan untuk konsentrasi sukrosa (%) dianalisa menggunakan alat *refractometer.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

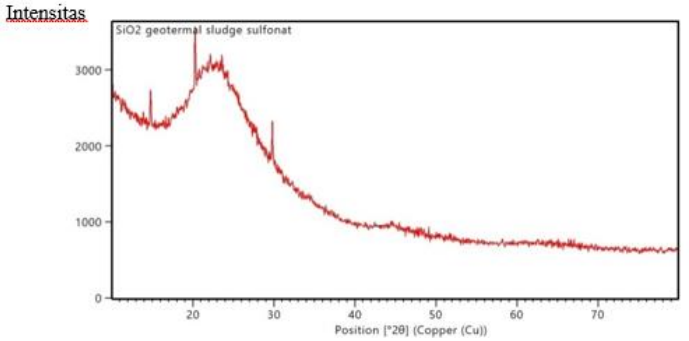
Analisa XRD pada Katalis

Analisa dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk melihat kristalinitas katalis. Didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 2. XRD Katalis SiO_2 Komersil Sulfonat

Berdasarkan hasil analis XRD, diketahui bahwa sudut difraksi SiO_2 *geothermal sludge* (GS) sulfonat didapatkan hasil sudut difraksi adalah 20,26˚ sehingga katalis yang terbentuk yaitu kristal hasil tersebut sesuai dengan JCPDS terlihat pada Gambar 2. Sedangkan pada Gambar 3 menjelaskan hasil XRD untuk katalis SiO_2 Komersil didapatkan hasil sudut difraksi adalah 22,77˚ sehingga katalis yang terbentuk yaitu amorf, hasil tersebut sesuai dengan JCPDS.



Gambar 3. XRD Katalis SiO_2 GS Sulfonat

Analisa Yield Glukosa (b/b)

Analisa Glukosa dilakukan di Laboratorium Setia Husada Jombang dengan metode GOD-PAP. Berikut merupakan hasil konsentrasi glukosa (mg/dl) hasil analisa fotometri dan perhitungan yield glukosa (b/b) yang diperoleh dari data.

$$\text{Yield Glukosa (b/b)} = \frac{\text{Massa Produk (gram)}}{\text{Massa Reaktan (gram)}} \quad \text{.....(3)}$$

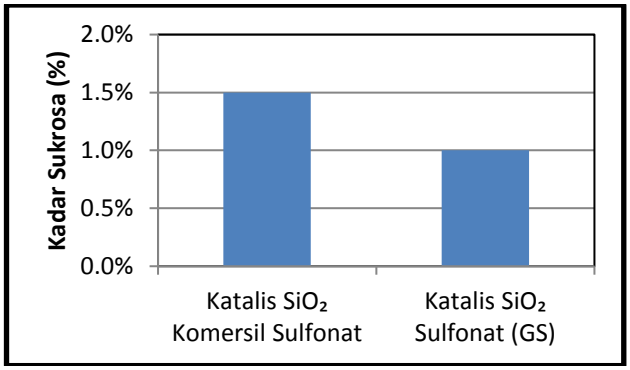
Tabel 1. Hasil Analisa Fotometri dan Perhitungan Yield Glukosa (b/b)

Katalis	Glukosa [mg/dL]	Massa Glukosa (Gram)	Massa Rumput Laut (Gram)	Yield Glukosa (b/b)
SiO_2 Komersil Sulfonat	23,9	0,0717	5	0,0143
SiO_2 GS Sulfonat	20,5	0,0615	5	0,0123

Berdasarkan hasil analisa dengan fotometri dapat dilihat pada Tabel 1, bahwa hasil yield glukosa (b/b) tertinggi yaitu pada katalis SiO_2 komersil sulfonat.

Analisa Kadar Sukrosa

Pada analisa kadar sukrosa ini digunakan alat *refractometer* dengan satuan brix (%). Berikut adalah hasil analisa kadar sukrosa pada hidrolisa rumput laut :



Gambar 4. Hasil Analisa Kadar Sukrosa Reduksi pada alat *refractometer*

Berdasarkan analisa menggunakan alat *refractometer* didapatkan kadar sukrosa yang tertinggi pada katalis SiO_2 komersil sulfonat sebesar 1,5% dan pada katalis SiO_2 GS sulfonat sebesar 1 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada proses hidrolisa selulosa rumput laut dengan katalis SiO_2 komersil sulfonat dapat menghasilkan yield glukosa sebesar 0,0143 (b/b) dan kadar sukrosa sebesar 1,5 %, sedangkan pada katalis SiO_2 *geothermal sludge* sulfonat mendapatkan yield glukosa lebih kecil sebesar 0,0123 dan kadar sukrosa lebih kecil sebsar 1 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Kimia FTI-ITS, serta bantuan biaya penelitian dari Program Hibah Dana Penelitian Laboratorium (Lokal) Intitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2020, untuk terselenggaranya studi pada topik ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] T. Waryono, "BIOGEOGRAFI ALGA MAKRO (RUMPUT) LAUT DI KAWASAN

PESISIR INDONESIA *),” 1987.

[2] F. Ferdouse, S. Løvstad, H. Rohan, S. P. Murúa, and Z. Yang, “The global status of seaweed production, trade and utilization.”

[3] Sherrington, *The Science of Food*. Oxford: Pergamon Press Plc, 1981.

[4] A. Girindra, “Biokimia,” 1993, Accessed: Sep. 22, 2020. [Online]. Available: https://pdfs.semanticscholar.org/5840/80a94c34cc62f65a1e6ebd5ad396a33504ff.pdf.

[5] P. Groggins, “Unit processes in organic synthesis,” 1958, Accessed: Sep. 22, 2020. [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/53529892/1265.pdf.

[6] A. Wiranata, M. Sidik, and D. D. Kuntjoro, “POTENSI PEMANFAATAN RUMPUT LAUT SEBAGAI SUMBER ENERGI BARU TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN ENERGI DAERAH (STUDI DI PROVINSI BALI) POTENCY OF SEA WEEDS USAGE AS NEW RENEWABLE ENERGY SOURCE TO SUPPORT REGIONA ENERGY SECURITY (STUDY IN BALI PROVINCE),” Dec. 2018. Accessed: Sep. 22, 2020. [Online]. Available: http://139.255.245.7/index.php/KE/article/view/262.

[7] E. Praputri, E. Sundari, F. Firdaus, and S. Sofyan, “Penggunaan katalis homogen dan heterogen pada proses hidrolisis pati umbi singkong karet menjadi glukosa,” *J. Litbang Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 105, Dec. 2018, doi: 10.24960/jli.v8i2.4189.105-110.

[8] E. Mastuti and D. Ardiana Setyawardhani, “PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN KONSENTRASI KATALIS PADA KINETIKA REAKSI HIDROLISIS TEPUNG KULIT KETELA POHON,” *E K U I L I B R I U M* , 2010.

[9] N. Sylvia, M. Meriatna, and H. Haslina, “KINETIKA HIDROLISA KULIT PISANG KEPOK MENJADI GLUKOSA MENGGUNAKAN KATALIS ASAM KLORIDA,” *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 4, no. 2, p. 51, Nov. 2017, doi: 10.29103/jtku.v4i2.73.

[10] P. Purnami, I. Wardana, and V. K, “Pengaruh Pengunaan Katalis Terhadap Laju Dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 51–59, May 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.01.8.