

Hidrolisis Mikroalga *Tetraselmis chuii* Dengan Variasi Konsentrasi Asam Sulfat Dan Temperatur

Gilda Miranda¹⁾, Amun Amri²⁾, Syelvya Putri Utami²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

gildamirandaamris@gmail.com

ABSTRACT

Glucose is a monosaccharide which can be used as an energy source in bio-battery, to produce intermediate products (hydroxymethylfurfural, furfural, levulinic acid, and formic acid), and can be converted into bioethanol. Glucose is a sugar monomer produced after hydrolysis of cellulose and hemicellulose chains in land plants and water plants. Microalgae is a water plant that has a big potential to be converted into glucose. It has been known to use light and various carbon sources to produce carbohydrate. Tetraselmis chuii is a green microalgae, containing a large number of carbohydrate, fat, protein, vitamin, and mineral. As a green microalgae, Tetraselmis chuii has a cellulose and hemicellulose components in its cell wall without a lignin content. This research focused on the hydrolysis of microalgae using variation of sulphuric acid concentration and temperature as variables to produce glucose. Microalgae feedstock was mixed with different concentrations of sulphuric acid between 0.25-1.75% (v/v). Hydrolysis process was conducted under low temperatures at 60 and 70 °C for 30 minutes. The glucose was analyzed quantitatively using Spectrophotometer UV-Vis. The results showed that the highest glucose yield obtained was 48,40% and this was achieved when the hydrolysis occurred at 70 °C with 1.75% (v/v) sulphuric acid addition. This study revealed that the temperature and the sulphuric acid concentration are the important factors during acid hydrolysis of microalgae for glucose production.

Keywords : glucose, dilute sulphuric acid, hydrolysis, temperature, Tetraselmis chuii.

I. Pendahuluan

Indonesia adalah Negara maritim yang memiliki keanekaragaman hayati, termasuk di dalamnya adalah keanekaragaman bahari mikroalga. Mikroalga atau disebut juga fitoplankton merupakan tumbuhan yang berukuran mikroskopik sekitar 3 - 30 µm dan tidak mempunyai akar, batang, dan daun. Mikroalga memiliki sel eukariotik dan memiliki pigmen yang berbeda-beda, yaitu pigmen hijau (klorofil), coklat (fikosantin), biru kehijauan (fikobilin), dan merah (fikoeritrin). Mikroalga diklasifikasikan sebagai tumbuhan karena memiliki klorofil dan mempunyai suatu jaringan sel menyerupai tumbuhan tingkat tinggi.

Penyebaran habitat mikroalga biasanya di air tawar dan air laut [Romimohtarto, 2004].

Keanekaragaman mikroalga sangat tinggi, diperkirakan ada sekitar 200.000–800.000 spesies mikroalga ada di bumi. Dari jumlah tersebut baru sekitar 35.000 spesies yang telah diidentifikasi. Beberapa contoh spesies mikroalga di antaranya yaitu *Spirulina*, *Nannochloropsis* sp., *Botryococcus braunii*, *Chlorella* sp., *Dunaliella primolecta*, *Nitzschia* sp., *Tetraselmis* sp., dan lain-lain. Sel-sel mikroalga tumbuh dan berkembang pada media air, sehingga mempunyai tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam hal penggunaan air, karbondioksida, dan

nutrisi lainnya bila dibandingkan dengan tanaman tingkat tinggi [Widjaja, 2009]. Selama ini mikroalga hanya dimanfaatkan sebagai pakan larva ikan pada kegiatan budidaya. Akan tetapi seiring berkurangnya cadangan sumber energi tidak terbarukan memerlukan adanya pengembangan sumber energi alternatif. Mikroalga mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai salah satu bahan baku penghasil *biofuel*. Mikroalga mengandung bahan-bahan penting yang sangat bermanfaat, misalnya protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Persentase keempat komponen tersebut bervariasi, dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies dan kondisi kultivasi [Dianursanti, 2012].

Mikroalga merupakan mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai bahan baku *biofuel*. Beberapa *biofuel* yang dapat dihasilkan dari mikroalga yaitu biohidrogen, biodiesel, bioetanol, dan biogas. Mikroalga memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi dan tidak mengandung lignin, terutama pada mikroalga hijau [Harun dkk, 2010]. Beberapa spesies mikroalga hijau diantaranya adalah *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas reinhardtii*, *Tetraselmis maculata*, *Tetraselmis chuii*, *Chlorococcum infusionum*, dan lainnya. Ketiadaan lignin dan tingginya kandungan selulosa dan hemiselulosa dalam mikroalga hijau dimanfaatkan untuk menghasilkan monomer gula berupa glukosa melalui proses hidrolisis.

Glukosa adalah gula sederhana yang dihasilkan melalui proses hidrolisis [Limayem dan Ricke, 2012]. Glukosa mempunyai berbagai manfaat, diantaranya sebagai *filler* pada *bio-battery* [Jen dkk, 2012]. Selain itu, glukosa juga bermanfaat sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dan juga untuk menghasilkan produk *intermediate*, seperti hidroksimetilfurfural, furfural, asam levulinat, dan asam formiat.

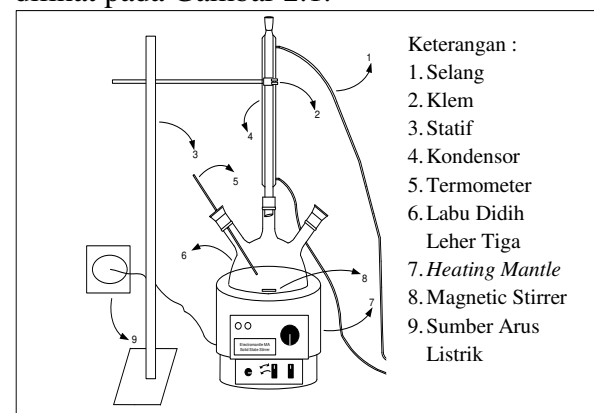
Penelitian ini memanfaatkan mikroalga sebagai bahan baku untuk dikonversi menjadi glukosa.

Pengkonversian selulosa pada mikroalga menjadi glukosa memanfaatkan asam sulfat dengan konsentrasi rendah (*dilute acid*), sehingga disebut proses hidrolisis asam. Konsentrasi asam sulfat dan temperatur divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil glukosa.

II. Metode Penelitian

2.1 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *heating mantle*, labu didih leher tiga, kondensor, statif, *magnetic stirrer*, dan termometer yang digunakan sebagai alat hidrolisis. Selain itu juga digunakan alat lainnya, yaitu *tachometer*, labu ukur, pipet volume, gelas kimia, labu Erlenmeyer, corong kaca, kertas saring *whatman*, tabung reaksi, *vortex mixer*, kuvet, buret, oven, timbangan analitik, dan cawan porselen. Sebagai alat analisis digunakan Spektrofotometer Sinar Tampak/UV-Vis. Gambar rangkaian alat hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rangkaian Alat Hidrolisis

2.2 Bahan yang Digunakan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung *Tetraselmis chuii* yang diperoleh dari Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung. Bahan lain yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4) 98%, bubuk D - glukosa (Merck), bubuk antrone (Merck), dan aquades.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah waktu hidrolisis 30 menit [Nguyen dkk, 2008] , berat mikroalga 3 gram [Hoddk, 2012], dan kecepatan pengadukan. Variabel berubah penelitian ini adalah konsentrasi asam sulfat (0.25 ; 0.75 ; 1,25 dan 1.75% v/v) dan temperatur hidrolisis 60 dan 70 °C.

2.4 Proses Hidrolisis

Hidrolisis berlangsung menggunakan rangkaian alat kondensor, labu didih leher tiga, *heating mantle*, dan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Sebanyak 3 gram tepung *Tetraselmis chuii* dilarutkan masing-masing dalam 80 ml larutan asam sulfat konsentrasi 0.25 ; 0.75 ; 1.25 ; dan 1.75% (v/v). Campuran tersebut kemudian dimasukkan kedalam labu didih leher tiga yang telah dipasang kondensor. Proses hidrolisis dilakukan selama 30 menit pada temperatur 60 °C. Pengadukan dilakukan pada kecepatan 250 rpm.

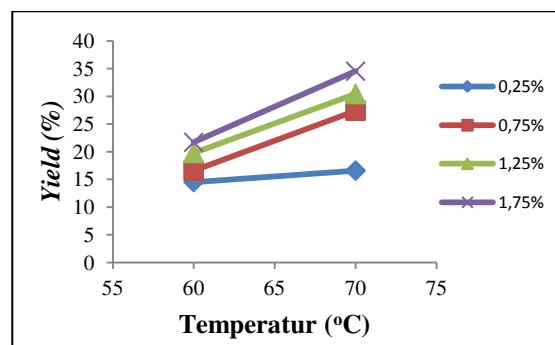
2.5 Analisa Konsentrasi Glukosa

Untuk mengetahui keberhasilan proses hidrolisis dilakukan analisa kuantitatif menggunakan Spektrofotometri Sinar Tampak/UV-Vis. Tipe alat yang digunakan adalah Spektrofotometer UV-Mini 1240 Shimadzu. Analisa konsentrasi glukosa menggunakan reagen antrone. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang maksimum 535 nm dengan konsentrasi larutan standar 10-50 ppm.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Temperatur Terhadap Yield Glukosa

Pengaruh temperatur terhadap *yield* glukosa pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Yield Glukosa

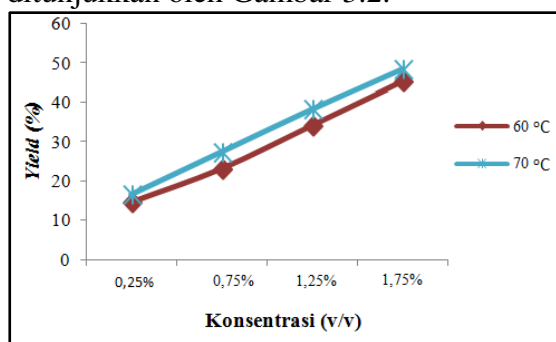
Berdasarkan Gambar 3.1 didapatkan *yield* glukosa terus meningkat seiring meningkatnya temperatur hidrolisis. Pada hidrolisis menggunakan asam sulfat 0.25% (v/v), *yield* glukosa sebesar 14,52% diperoleh pada temperatur 60 °C. Peningkatan temperatur menjadi 70 °C menghasilkan *yield* 16,587%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan temperatur sebesar 10 derajat mampu meningkatkan *yield* sekitar 2%. Pada hidrolisis menggunakan asam sulfat 0.75% (v/v), *yield* glukosa meningkat 10% dari temperatur 60 °C hingga 70 °C. Hal ini terjadi dikarenakan peningkatan temperatur berpengaruh dalam mempercepat laju reaksi [Laura, 2012].

Rantai hemiselulosa lebih mudah putus dibandingkan selulosa dikarenakan memiliki struktur amorf dan merupakan rantai pendek. Pada mikroalga hijau, komponen utama penyusun hemiselulosa adalah galaktoglukomannan. Galaktoglukomannan terdiri atas galaktosa, glukosa, dan mannosa merupakan kelompok heksosa yang memiliki enam atom karbon pada monomernya [Harun dan Danquah, 2010]. Hemiselulosa penyusun *Tetraselmis chuii* sebanyak 35,8%. Pada proses hidrolisis 60 dan 70 °C ini glukosa yang dihasilkan awalnya berasal dari degradasi struktur galaktoglukomannan pada hemiselulosa dan kemudian dilanjutkan oleh degradasi selulosa.

3.2 Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap Yield Glukosa

Proses hidrolisis biomassa dipengaruhi oleh konsentrasi asam yang digunakan sebagai katalis. Jeong dkk (2012) menggunakan asam sulfat, asam klorida, asam formiat, dan asam nitrat dengan konsentrasi rendah sebagai katalis pada hidrolisis *Gelidium amansii* dan didapatkan *yield* optimum sebesar 26,08% pada penggunaan asam sulfat. Hal ini membuktikan bahwa asam sulfat lebih efektif dalam proses hidrolisis biomassa dibandingkan jenis asam lain.

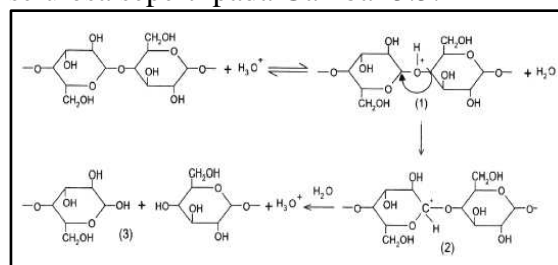
Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap *yield* glukosa pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Terhadap *Yield* Glukosa

Dari Gambar 3.2 terlihat bahwa *yield* glukosa yang dihasilkan berbanding lurus dengan konsentrasi asam sulfat yang digunakan. *Yield* glukosa tertinggi dihasilkan pada hidrolisis dengan konsentrasi asam sulfat 1.75% (v/v). Pada temperatur hidrolisis 60 °C menggunakan asam sulfat 0.25% (v/v), *yield* glukosa awalnya sebesar 14,52%. Peningkatan konsentrasi asam sulfat hingga 1.75% (v/v) menghasilkan *yield* 45,187%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam sulfat sebanyak 1.25% (v/v) mampu meningkatkan *yield* sekitar 30%. Peningkatan *yield* glukosa seiring bertambahnya konsentrasi katalis asam sulfat disebabkan oleh semakin banyak ion H⁺ pada asam dapat memutuskan ikatan glikosida yang terdapat pada selulosa [Osvaldo dkk, 2012]. Selulosa merupakan

serat berantai panjang dimana monomernya saling berikatan melalui ikatan β -1,4-glikosida memiliki fleksibilitas yang rendah karena gaya antarmolekul yang kuat. Struktur cincin glukopiranososa juga membuat molekul sulit untuk berputar. Selulosa bisa dipecah menjadi unit-unit glukosa dengan melarutkannya dengan asam. Reaksi ini melalui tiga tahapan. Pertama, molekul air dapat menyebabkan pembengkakan serat selulosa. Setelah itu, larutan asam akan masuk ke dalam struktur kristal selulosa. Akibatnya, serat selulosa yang akan terdegradasi [Dupont, 2003]. Mekanisme hidrolisis dengan katalis asam pada selulosa seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Mekanisme Hidrolisis Asam pada Selulosa [Dupont, 2003]

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Konsentrasi glukosa tertinggi pada penelitian ini sebesar 18,15 g/L dihasilkan pada kondisi temperatur 70 °C dan konsentrasi asam sulfat 1.75% (v/v).
2. Hidrolisis terhadap *Tetraselmis chuii* menghasilkan glukosa dengan *yield* tertinggi 48,4%.

4.2 Saran

Penelitian ini menggunakan asam sulfat sehingga memungkinkan pembentukan produk samping. Untuk lebih meningkatkan *yield* glukosa dapat dilakukan dengan meningkatkan konsentrasi asam sulfat hingga 3% (v/v).

V. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang

telah memberikan dukungan dan motivasi. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Teknik Kimia Angkatan 2010 dan pihak Laboratorium Teknologi Produk, Fakultas Teknik Universitas Riau yang telah membantu jalannya proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dianursanti. (2012). Pengembangan Sistem Produksi Biomassa *Chlorella vulgaris* dalam Reaktor Plat Datar Melalui Optimasi Pencahayaan Menggunakan Teknik Filtrasi pada Aliran Kultur Media. Disertasi S3, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta.
- Dupont, C. (2003). Gelatine Sizing of Paper and Its Impact on the Degradation of Cellulose During Aging : A Study Using Size Exclusion Chromatography. Dissertation, Faculty of Science, University of Amsterdam. Netherlands.
- Harun, R., dan Danquah, M.K. (2010). 'Influence of Acid Pretreatment on Microalgal Biomass for Bioethanol Production', *Elsevier Process Biochemistry*, 46, pp.306–309.
- Harun, R., Singh, M., Forde, G.M., dan Danquah, M.K. (2010). 'Bioprocess Engineering of Microalgae to Produce a Variety of Consumer Products', *Renewable and Sustainable Energy Review*, 14, pp.1037–1047.
- Ho, S.H., Huang, S.W., Chen, C.Y., Hasunuma, T. dan Kondo, A. (2012). 'Bioethanol Production Using Carbohydrate-Rich Microalgae Biomass as Feedstock', *Elsevier Bioresource Technology*, 135, pp.191-198.
- Jen, Y.W., Po, C.N., Chien, H.C., Lin, C.C. dan Kuo, C.H. (2012). 'A Glucose Bio-Battery Prototype Based on a GDH/(Polymethylene Blue) Bioanode and a Graphite Cathode with an Iodide/Tri-Iodide Redox Couple', *Elsevier Bioresource Technology*, 116, pp.502-506.
- Jeong, T.S., Choi C.H., Lee, J.Y. dan Oh, K.K. (2012). 'Behaviors of Glucose Decomposition During Acid-Catalyzed Hydrothermal Hydrolysis Of Pretreated *Gelidium Amansii*', *Elsevier Bioresource Technology*, 116, pp.435–440.
- Laura, K. (2012). Dilute Acid Catalysed Hydrolysis of Cellulose-Extension to Formic Acid. Dissertation, Faculty of Technology, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu. Finland.
- Limayem, A. dan Ricke, S.C. (2012). 'Lignocellulosic Biomass for Bioethanol Production : Current Perspective, Potential Issues, and Future Prospects', *Elsevier Progress in Energy and Combustion Science*, 38, pp.449-467.
- Nguyen, M.T., Choi, S.P., Lee, J., Lee, J.H., dan Sim, S.J. (2008). 'Hydrothermal Acid Pretreatment of *Chlamydomonas reinhardtii* Biomass for Ethanol Production', *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19(2), pp.161-166.
- Osvaldo Z. S., Putra P.S. dan Faizal, M. (2012). 'Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang', *Jurnal Teknik Kimia*, No.2, vol. 18.
- Romimohtarto, K. (2004). *Meroplankton Laut : Larva Hewan Laut yang Menjadi Plankton*. Djambatan : Jakarta.
- Widjaja, A. (2009). 'Lipid Production From Microalgae as a Promising Candidate For Biodiesel Production', *Makara Teknologi*, 13(1), pp.47–51.