

Konversi Rumput Laut Menjadi Monosakarida Secara Hidrotermal

Silvy Eka Andansari, Desty Rusdiana Sari dan Achmad Roesyadi
 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
 Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: aroesyadi@yahoo.com

Abstrak—Rumput laut merupakan salah satu sumber devisa negara dan sumber pendapatan bagi masyarakat pesisir dan merupakan salah satu komoditi laut yang sangat populer dalam perdagangan dunia, karena pemanfaatannya yang demikian luas dalam kehidupan sehari-hari, baik sebagai sumber pangan, obat-obatan dan bahan baku industri. Pada proses hidrolisis biasanya menggunakan katalisator asam seperti HCl, asam sulfat. Bahan yang digunakan untuk proses hidrolisis adalah pati. Hidrolisis merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil / OH oleh suatu senyawa. Tujuan penelitian ini antara lain mempelajari proses, pengaruh waktu, suhu, dan konsentrasi katalis terhadap reaksi konversi, serta kinetika reaksi proses hidrolisis rumput laut menjadi monosakarida secara hidrotermal. Dari hasil analisa penelitian yang telah dilakukan, didapatkan analisa gula pereduksi menggunakan metode HPLC dan spektrofotometer reagen Nelson-Somogyi. Hidrolisis termal rumput laut dengan katalis asam sulfat dapat menghasilkan gula reduksi. Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, semakin lama waktu hidrolisis, semakin tinggi suhu, dan semakin besar konsentrasi katalis yang diberikan dapat menghasilkan % gula reduksi yang besar yaitu pada kondisi 80 menit; 240°C; 1N katalis menghasilkan presentase gula reduksi sebesar 0,2848 %. Dengan reaksi yang didapatkan adalah reaksi orde 1, diperoleh energi aktivasi yang lebih kecil pada konsentrasi katalis 1N yaitu sebesar 12.675 J/mol.

Kata Kunci—hidrolisis, rumput laut, glukosa, katalis asam.

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki perairan yang sangat luas dan berpotensi besar untuk pengembangan industri perikanan berbasis rumput laut. Pada saat ini pengembangan industri rumput laut masih menjadi salah satu program revitalisasi Kementerian Kelautan dan Perikanan, karena komoditas rumput laut memberikan kontribusi dan penyumbang devisa negara terbesar setelah komoditas udang dan tuna. Pengembangan industri rumput laut di Indonesia memiliki prospek yang cerah. Hal ini disebabkan karena teknik pembudidayaan rumput laut yang relatif mudah dikuasai oleh masyarakat, sehingga usaha tersebut dapat dilakukan secara masal. Disamping itu permintaan terhadap rumput laut dan produk olahannya baik di pasar domestik maupun internasional selalu menunjukkan peningkatan setiap tahunnya [1].

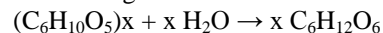
Wilayah sebaran jenis rumput laut ekonomis penting di Indonesia, tersebar diseluruh kepulauan. Untuk rumput laut yang tumbuh alami (wildstock) terdapat di hampir seluruh

perairan dangkal Laut Indonesia yang mempunyai rata-rata terumbu karang. Sedangkan sebaran rumput laut komersial yang dibudidayakan hanya terbatas jenis *Eucheuma* dan *Glacelaria*. Jenis *Eucheuma* dibudidayakan di laut agak jauh dari sumber air tawar [2].

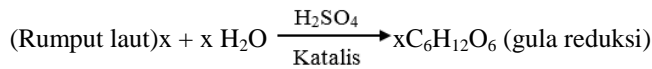
Lokasi budidaya *Eucheuma* tersebar diperairan pantai di beberapa Kepulauan Riau, Bangka Belitung, Lampung selatan, Pulau Panjang (Banten) Pulau Seribu, Karimunjawa (Jawa tengah) Selatan Madura, Nusa dua, Nusa Lembongan dan Nusa Penida (Bali), Lombok barat, Lombok tengah (Teluk Ekas) Sumbawa, Larantuka Teluk Maumere, Sumba, Alor, Kupang, P. Rote, Sulawesi utara, Gorontalo, Bualemo, Bone Bolango, Samarinda (Sulawesi tengah) Sulawesi tenggara, Jeneponto, Takalar, Selayar, Sinjai dan Pangkep (Sulawesi selatan); Seram Ambon, dan Aru (Maluku), Biak serta Sorong [2].

Kandungan rumput laut umumnya adalah mineral esensial (besi, iodine, aluminium, mangan, calcium, nitrogen dapat larut, phosphor, sulfur, khlor, silicon, rubidium, strontium, barium, titanium, cobalt, boron, copper, kalium, dan unsur-unsur lainnya), asam nukleat, asam amino, protein, mineral, trace elements, tepung, gula dan vitamin A, D, C, D E, dan K. Kandungan kimia penting lain adalah karbohidrat yang berupa polisakarida seperti agar – agar [3].

Hidrolisis merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil / OH oleh suatu senyawa. Gugus OH dapat diperoleh dari senyawa air. Hidrolisis dapat digolongkan menjadi hidrolisis murni, hidrolisis katalis asam, hidrolisis katalis basa, gabungan alkali dengan air dan hidrolisis dengan katalis enzim. Sedangkan berdasarkan fase reaksi yang terjadi diklasifikasikan menjadi hidrolisis fase cair dan hidrolisis fase uap [4]. Pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida berupa polimer anhidro monosakarida dengan rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$. Komponen utama penyusun pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa tersusun atas satuan glukosa yang saling berkaitan dengan ikatan 1-4 glukosa, sedangkan amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun dari 1-4 glukosida dan mempunyai rantai cabang 1-6 glukosida [5]. Hidrolisis pati terjadi antara suatu reaktan pati dengan reaktan air. Reaksi ini adalah orde satu karena reaktan air yang dibuat berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan. Reaksi hidrolisis pati dapat menggunakan katalisator ion H^+ yang dapat diambil dari asam [6]. Reaksi yang terjadi pada hidrolisis pati adalah sebagai berikut :



Dalam penelitian ini, rumput laut dikategorikan sebagai pati. Dimana reaksinya adalah :

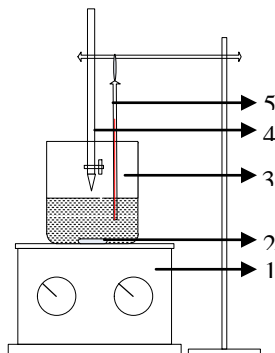


II. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini berada di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung rumput laut *Eucheuma* kering dan aquadest. Asam sulfat (H₂SO₄) sebagai katalis dalam reaksi hidrolisa. Reagen Nelson yang terdiri dari CuSO₄, dan Arsenmolibdat untuk menentukan kadar gula reduksi. Alpha-D-Glucose untuk pembuatan larutan standar untuk metode Nelson-Somogyi.

Tahapan kerja penelitian ini adalah membuat tepung rumput laut *Eucheuma* kering dengan cara merebus rumput laut dengan aquadest sampai menjadi gel kemudian dikeringkan dalam oven, lalu dihancurkan sampai menjadi tepung. Selanjutnya, dalam proses hidrolisis, melarutkan tepung rumput laut dengan tambahan aquadest sampai mengental kemudian ditambahkan 10 ml katalis dengan konsentrasi 0,1N; 0,5 N; 1 N. Kemudian melakukan *purging* pada reaktor dengan cara mengalirkan gas nitrogen sebelum dimulainya proses hidrolisis. melakukan proses hidrolisis dalam reaktor batch yang dilengkapi dengan stirrer *four blade*. Selanjutnya setelah kondisi tercapai, mengambil sampel pada waktu 0 menit sampai 80 menit dan rentang suhu antara 120-240°C.

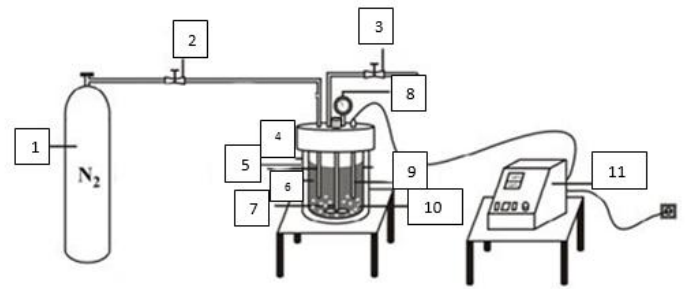
Setelah proses hidrolisis selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa kadar gula reduksi dengan reagen Nelson dan analisa jenis gula reduksi dengan metode HPLC. Instrumen HPLC yang digunakan adalah Agilent 1100 Series dengan autosampler. Kondisi kolom yang digunakan adalah Argilent Zorbax Carbohydrate 4,6x150 mm, 5µm dengan detektor Agilent Refractive Index Detector 1260 Infinity. Volume yang diinjeksikan sebanyak 10 µL.



Gambar 1. Peralatan untuk preparasi feed

Keterangan :

1. Hot plate and stirrer
2. Magnetic stirrer
3. Beaker glass
4. Buret
5. Termometer



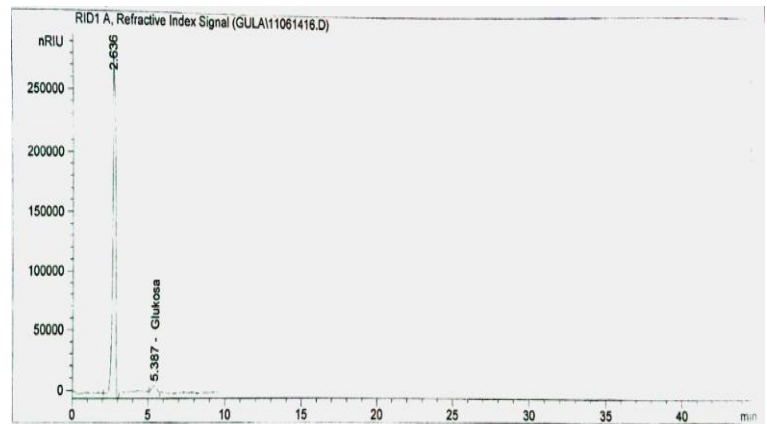
Gambar 2. Peralatan Hidrolisis Termal

- Keterangan gambar :
- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 6. Larutan Rumput Laut | 7. Pengaduk |
| 1. Tabung gas N ₂ | 8. Pressure gauge |
| 2. Valve tube gas N ₂ | 9. Termocouple |
| 3. Gas outlet valve | 10. Katalis asam sulfat |
| 4. Heater | 11. Panel kontrol heater-reaktor |
| 5. Reaktor | |

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil Analisa HPLC pada Bahan Baku

Analisa *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) bertujuan untuk mengetahui komponen gula reduksi yang terdapat pada larutan tepung rumput laut.

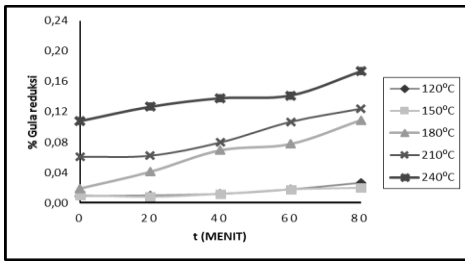


Gambar 3. Hasil kromatogram HPLC

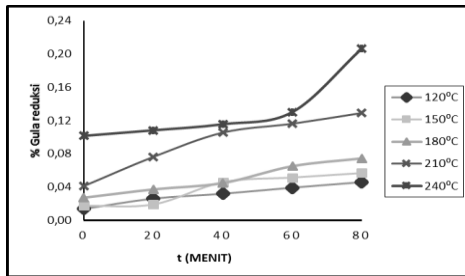
Berdasarkan hasil analisa HPLC, diketahui bahwa komposisi gula reduksi yang terbentuk adalah jenis glukosa yaitu sebesar 0,357% yang ditunjukkan pada Gambar 3 pada retention time kisaran 5 menit.

B. Pengaruh Waktu, Suhu, Konsentrasi Katalis H₂SO₄ Terhadap % Gula Reduksi dengan Metode spektrofotometer Nelson-Somogyi

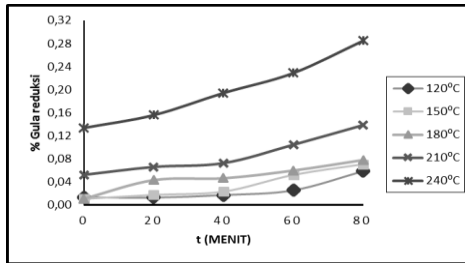
Berdasarkan hasil analisa spektrofotometer metode Nelson-Somogyi diperoleh hasil sebagai berikut :



(a)



(b)



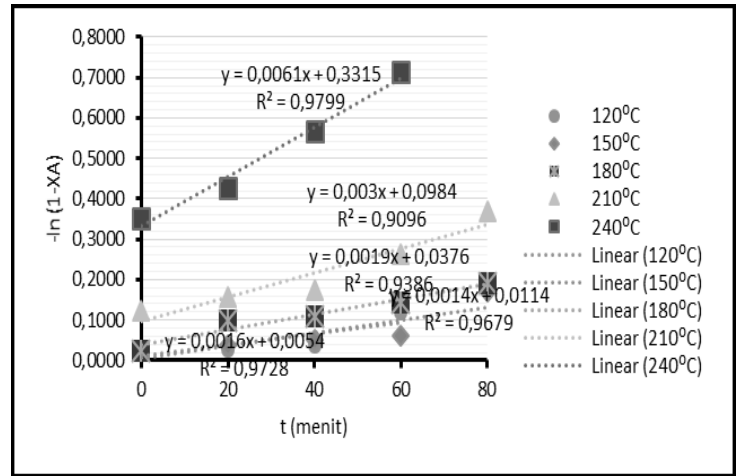
(c)

Gambar 4. Pengaruh Waktu Terhadap % Gula Reduksi dengan Konsentrasi katalis 0,1N (a) ; 0,5 N (b) ; 1N (c) H₂SO₄

Dari Gambar 4(a) didapatkan %gula reduksi tertinggi pada suhu 240°C dengan waktu 80 menit sebesar 0,1733%. Gambar 4(b), %gula reduksi tertinggi pada suhu 240°C dengan waktu 80 menit sebesar 0,2067%. Gambar 4(c), % gula reduksi tertinggi pada suhu 240°C dengan waktu 80 menit sebesar 0,2848%. Dari Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa hal ini menunjukkan semakin besar konsentrasi katalis, maka semakin besar konsentrasi gula reduksi. Semakin besar suhu dan semakin lama waktu yang diperlukan, maka konsentrasi gula reduksi juga semakin besar. Selain itu, semakin lama waktu reaksi akan menyebabkan proses hidrolisis semakin sempurna. Hal ini sesuai dengan jurnal yang menyebutkan bahwa semakin banyak katalis asam yang ditambahkan, konversi akan semakin besar [7].

C. Penentuan Orde Reaksi

Apabila semakin besar suhu di dalam suatu reaksi maka konstanta laju reaksi pembentukan gula reduksi semakin bertambah. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu suatu reaksi, partikel-partikel yang bereaksi akan bergerak lebih cepat, sehingga frekuensi tabrakan semakin besar [8].

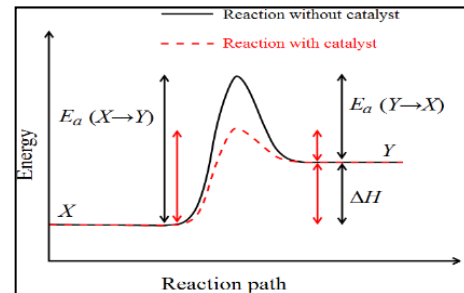


Gambar 5. T vs -ln(1-XA) pada hasil konsentrasi katalis 1N

Pada pendekatan R² yang ditampilkan pada Gambar 5, terlihat bahwa trendline yang didapatkan mendekati 1 ketika gambar yang ditampilkan yaitu t vs -ln(1-XA). Hal ini sesuai dengan jurnal yang menyebutkan bahwa orde reaksi untuk proses hidrolisis pati menjadi glukosa adalah orde 1.

D. Perhitungan Energi Aktivasi

Energi aktivasi diartikan sebagai energi minimum yang dibutuhkan agar reaksi kimia tertentu dapat terjadi.



Gambar 6. Diagram Skema Energi

Diagram skema energi yang menunjukkan efek dari pemberian katalis pada sebuah reaksi kimia endotermik. Adanya katalis akan mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi. Hasil akhirnya akan sama dengan reaksi tanpa katalis.

Energi aktivasi yang lebih tinggi mengimplikasikan bahwa reaktan memerlukan lebih banyak energi untuk memulai reaksi daripada reaksi yang berenergi aktivasi lebih rendah. Di sebutkan pada persamaan Arrhenius :

$$k = A \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$

$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \frac{1}{T} + \ln A$$

Dimana -E_a/R sebagai slope dan ln k sebagai intercept [9].

Keterangan :

E_a = energi aktivasi (J/mol)

R = konstanta gas (8,314 J/K•mol)

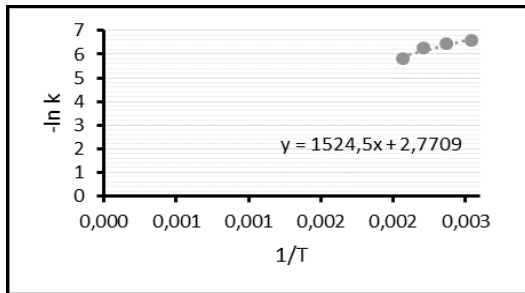
T = suhu mutlak

A = faktor frekuensi

Harga k didapat dari Gambar 5. Nilai E didapatkan dari menggambar ln k terhadap 1/T yang ditampilkan pada Gambar 7. Perhitungan di tabel 1 adalah menentukan harga ln k dan ln 1/T.

Tabel 1. Arrhenius Equation pada konsentrasi katalis 1N

Suhu (Celcius)	Suhu (K)	k	-ln k	1/T
120	393,15	0,0014	6,5713	0,0025
150	423,15	0,0016	6,4378	0,0024
180	453,15	0,0019	6,2659	0,0022
210	483,15	0,003	5,8091	0,0021
240	513,15	0,0061	5,0995	0,0019



Gambar 7. Grafik Persamaan Arrhenius pada konsentgrasi katalis 1N

Dari Gambar 7, didapatkan persamaan $y = 1524,5x + 2,7709$. Nilai $-Ea/R$ adalah slope dari persamaan tersebut. Sehingga dapat dijabarkan sebagai berikut :

R	8,314	J/mol/K
-Ea/R :	1524,5	
Ea :	12.675	J/mol
ln ko :	2,7709	
ko :	15,973	

Tabel 2. Perbandingan Katalis dengan Ea

Katalis	Ea (J/mol)
1 N	12.675
0,5 N	23.312
0,1 N	51.717

Dari hasil yang didapatkan pada Tabel 2, diperoleh energi aktivasi yang lebih kecil pada konsentrasi katalis 1N yaitu sebesar 12.675 J/mol. Menurut jurnal, penambahan katalis memberikan perubahan yang berarti pada energi aktivasi. Fungsi katalis adalah menurunkan energi aktivasi, sehingga jika ke dalam suatu reaksi ditambahkan katalis, maka reaksi akan lebih mudah terjadi. Hal ini disebabkan karena zat- zat yang bereaksi akan lebih mudah melampaui energi aktivasi. Akibatnya laju reaksi menjadi lebih besar.

Pengaruh katalis dalam mempengaruhi laju reaksi terkait dengan energi pengaktifan reaksi (Ea). Katalis yang digunakan untuk mempercepat reaksi memberikan suatu mekanisme reaksi alternatif dengan nilai Ea yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai Ea reaksi tanpa katalis. Semakin

rendah nilai Ea maka lebih banyak partikel yang memiliki energi kinetik yang cukup untuk mengatasi halangan Ea yang rendah ini [10].

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hidrolisis termal rumput laut dengan katalis asam sulfat dapat menghasilkan gula reduksi. Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, semakin lama waktu hidrolisis, semakin tinggi suhu, dan semakin besar konsentrasi katalis yang diberikan dapat menghasilkan % gula reduksi yang besar yaitu pada kondisi 80 menit ; 240°C; 1N katalis menghasilkan presentase gula reduksi sebesar 0,2848 %. Dengan reaksi yang didapatkan adalah reaksi orde 1, harga Ea konsentrasi katalis 1N yaitu sebesar 12.675 J/mol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis S.E.A. dan D.R.S mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Teknik Reaksi Kimia Jurusan Teknik Kimia-FTI ITS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggadiredja, Jana T., Achmad Zalnika, Heri Purwoto, Sri Istini. 2010. Rumput Laut. Jakarta : Penebar Swadaya.
- [2] Astrinia Aurora Dinarsari dan Alfiana Adhitasari .2013. Proses Hidrolisa Pati Talas Sente (Alocasia macrorrhiza) Menjadi Glukosa : Studi Kinetika Reaksi. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2, No. 4, Tahun 2013, Halaman 253-260.
- [3] Dinas Kelautan dan Perikanan.2007 Budidaya Rumput Laut. DKP.Banten.
- [4] Bej B., Basu R. K., Ash s. N., 2008. Kinetic Studies on Acid Catalysed Hydrolysis of Starch. Journal of Scientific & Industrial Research. Vol. 67, April 2008, pp. 295-298.
- [5] Lehninger AL. 1993. Dasar-Dasar Biokimia. Jilid 1. Thenawidjaja M, Penerjemah; Jakarta : Erlangga. Terjemahan dari : Principles of Biochemistry.
- [6]2012. <http://batalyonchamistr.blogspot.com/2012/07/pertemuan-ke-3.html>
- [7] Groggins, P.H. 1958. Unit Processes In Organik Syntetic 5th edition. Mc Graw Hill, Kogakusha, Ltd, Tokyo.
- [8] Rahayu, S.S., Bendiayasa I.M., Muhandis & Purwandaru, U.2005, Hidrolisis Minyak Sawit : Katalitik dan Non Kataliti. Forum Teknik, 29: 182-189.
- [9] Levenspiel, Octave. 1999. Chemical Reaction Engineering, 3rd Edition. New York : John Willey & Sons, Inc.
- [10] Artati E. K., Novia E. M., Widhie H. V., 2010. Konstanta Kecepatan Reaksi sebagai Fungsi Suhu pada Hidrolisa Selulosa dari Ampas Tebu dengan Katalisator Asam Sulfat. Ekuilibrium Vol. 9 No. 1. Januari 2010 : 1 – 4.