

Received : June 17th, 2022

Accepted : July 28th, 2022

Web Published ; July 30th, 2022

Ethanol Production Comparison from Agricultural Waste of Cellulose Source Within Hydrolysis Hcl and Cellulose Enzyme

Indra Masmur^{a*}, Clairine^b, Mega Evelin Rajagukguk^b, Teti Purwita Sari^b dan Elvri Melliaty Sijinjak^c

^a Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Sumatera Utara, Medan-20155, Indonesia.

^b Organic Chemistry Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Sumatera Utara, Medan-20155, Indonesia.

^c Department of Chemical Engineering Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan-20228, Indonesia

*Email : Intar76@yahoo.com

ABSTRACT

The production of Ethanol has been utilized through the process of cellulose isolation from agricultural waste such as corn husk, rice straw and rice husk. Isolation of cellulose with pretreatment delignification using, NaOH 2% to produces cellulose of corn husk 16,6921 g (22,25%), rice straw 16,9021 g (22,53%) and rice husk 16,3691 g (21,85%) then analyzed the functional groups using FT-IR and SEM analysis. Cellulose as much as 2 g is hydrolyzed using HCl 30% and cellulase enzymes to obtain sugar that is qualitatively tested with Benedict and Tollens reagent and quantitatively tested with Luff Schoorl method and produces highest sugar content of rice husk 8,64% and 10,95%. The next stage sugar of hydrolysis will be fermented using yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) with 6 days, and then distilled at a temperature of 78-80°C. Ethanol was calculated by the potassium dichromate oxidation method to gave highest result from agricultural waste of ethanol chemical 5,97% and enzymatic 6,89% is rice husk.

Keywords: Etanol, Glukosa, Hidrolisis, Sampah Pertanian

I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara penghasil bahan pangan dalam jumlah besar seperti beras, jagung, sayuran dan buah-buahan. Sektor pertanian mengalami peningkatan setiap tahunnya akan tetapi hal tersebut tidak dibarengi dengan pemanfaatan limbahnya sehingga dapat mencemarkan lingkungan. Limbah pertanian umumnya mengandung pati, selulosa dan hemiselulosa yang cukup tinggi. Kandungan kimia limbah pertanian

tersebut dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan etanol (Khaidir, 2016).

Etanol ini dibuat melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Etanol dapat dihasilkan dari gula sederhana, pati, dan selulosa. Etanol merupakan zat cair, berbau khas, tidak berwarna, mudah menguap dan terbakar serta dapat bercampur dalam air. Ketika etanol dihasilkan dari biomassa yang mengandung pati atau selulosa, maka etanol mampu menjadi bioenergi. Salah satu proses

pembuatan etanol dalam industri dengan cara fermentasi. Proses pengolahan lignoselulosa menjadi etanol terdiri dari empat tahap utama, yaitu pretreatment (perlakuan awal), hidrolisis, fermentasi, dan pemisahan produk/purifikasi (Mosier, 2005).

Hayuningtias *et al* (2014) telah melaporkan etanol dari jerami padi dengan delignifikasi menggunakan NaOH 10% menghasilkan kadar etanol tertinggi pada fermentasi hari ke-5 sebesar 8,96%. Khaira *et al* (2015) telah melaporkan pembuatan etanol dari tongkol jagung dengan variasi waktu fermentasi selama 72 jam yaitu 8% etanol. Baharuddin *et al* (2016) telah melaporkan etanol dari jerami padi dengan fermentasi menggunakan *Aspergillus nifer* menghasilkan etanol sebesar 0,24%. Singh *et al* (2017) telah melaporkan bioetanol dari sekam padi menggunakan H₂SO₄ menghasilkan kadar etanol sebesar 6,34%. Vicky *et al* (2019) telah melaporkan pembuatan bioetanol dengan perbandingan konsentrasi asam sulfat dari kulit kako (*Theobroma cacao L*) menghasilkan kadar etanol sebesar 1,07%. Suarya *et al* (2016) telah melaporkan bioetanol dari sekam padi dengan pengaruh dosis fermentor yang digunakan variasi waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi didapatkan pada dosis ragi 10% dan waktu fermentasi 7 hari sebesar 13,0227%.

Pada umumnya, penelitian tentang limbah pertanian sudah banyak dilakukan dalam mengurangi pencemaran lingkungan. Dalam penelitian ini, peneliti ingin memanfaatkan limbah tongkol jagung, jerami padi, dan sekam padi sebagai selulosa yang ditransformasikan sebagai etanol. Dimana, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil etanol dari limbah kulit jagung, sekam padi, dan jerami padi.

II. Metodologi Penelitian

2.1. Alat, Bahan, dan Instrumen

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah *beaker glass*, *erlenmeyer*, *hotplate*, *magnetic stirrer*, *oven blower*, termometer, *autoclave*, inkubator, *waterbath*, gelas ukur, labu leher dua, kondensor, labu destilat.

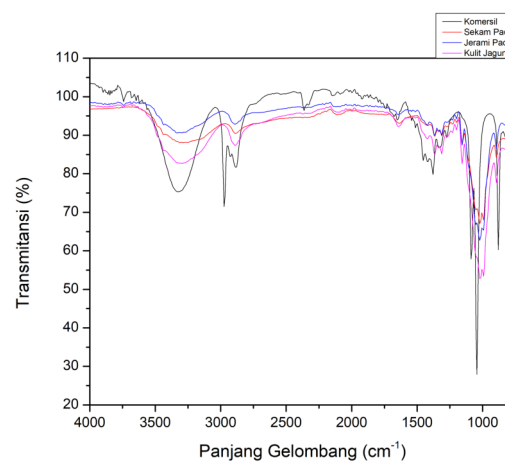
Bahan yang digunakan Kulit Jagung, Sekam Padi, Jerami Padi, Tandan Kosong Kelapa Sawit, HNO₃, NaOH, Na₂SO₃, NaOCl, H₂O₂, HCl, K₂Cr₂O₇, Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O, enzim Selulase, Ragi roti (*Saccharomyces Cerevisiae*). Instrumen yang digunakan adalah FT-IR (*Fourier Transform-Infra Red*) dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

2.2. Prosedur penelitian

Pada tahap awal dilakukan delignifikasi menggunakan pelarut NaOH dan Na₂SO₃ 2%. Hasil selulosa yang diperoleh dianalisis dengan FTIR dan SEM. Selulosa yang di dapat di hidrolisis secara kimia dengan penambahan HCl 30% yang dipanaskan pada suhu 80°C selama 30 menit. Kemudian ditambahkan NaOH 10% hingga pH=4-4,5. Sedangkan, Hidrolisis secara enzim dengan penambahan enzim selulase. Glukosa yang diperoleh diuji secara kualitatif dan kuantitatif Kemudian glukosa yang diperoleh difermentasi dengan ragi roti dan didestilasi sehingga dihasilkan bioetanol. Kadar bioetanol hasil pemisahan diuji dengan metode oksidasi kalium dikromat.

III. Hasil dan Diskusi

3.1. Analisis FT-IR

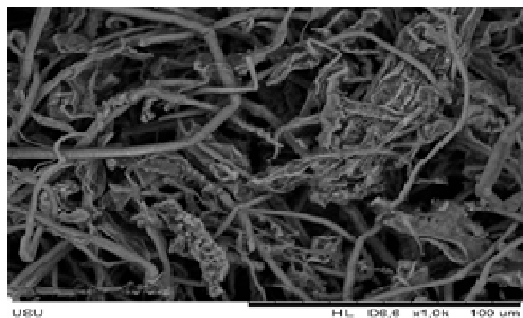


Gambar 1 Spektrum FT-IR Selulosa

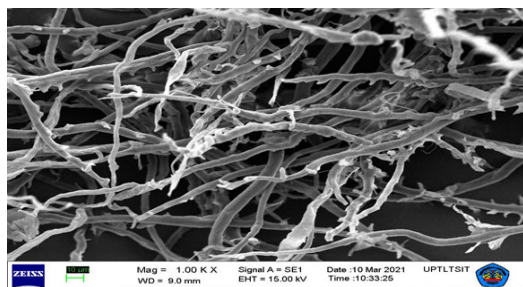
Hasil spektrum FT-IR α -selulosa dari jerami padi menunjukkan gugus-gugus yang terdapat pada selulosa, pada daerah bilangan gelombang 3339,7 cm⁻¹ menunjukkan puncak vibrasi dari gugus -OH, pada bilangan gelombang 2892,4 cm⁻¹ menunjukkan puncak vibrasi starching CH sp³ pada bilangan gelombang 1423,8 menunjukkan puncak vibrasi -CH₂ bending pada bilangan gelombang 1021,3 cm⁻¹ menunjukkan puncak vibrasi gugus C-O-C yang merupakan ikatan antara C1-C4 dan ikatan β -1,4-glikosidik Hasil analisis FT-IR α -Selulosa dari sekam padi menunjukkan spektrum dengan puncak vibrasi pada daerah bilangan gelombang 3317,3 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus -OH stretching, pita serapan 2885,0 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus C-H

stretching ($-\text{CH}_2$, $-\text{CH}_3$), pita serapan 1416,4 cm^{-1} menunjukkan bilangan gelombang gugus C-H bending, pita serapan 1021,3 cm^{-1} menunjukkan gugus C-O-C stretching. Hasil spektrum FT-IR Selulosa Kulit Jagung α -selulosa kulit jagung pada daerah bilangan gelombang 3295,0 cm^{-1} menunjukkan puncak vibrasi dari gugus $-\text{OH}$, pada bilangan gelombang 2892,4 cm^{-1} menunjukkan puncak vibrasi straching CHsp^3 pada bilangan gelombang 1423,8 cm^{-1} menunjukkan puncak vibrasi $-\text{CH}_2$ bending pada bilangan gelombang 1021,3 cm^{-1} menunjukkan puncak vibrasi gugus C-O-C yang merupakan ikatan antara C1-C4 dan ikatan β -1,4- ikatan glikosidik (Pavia, 2001).

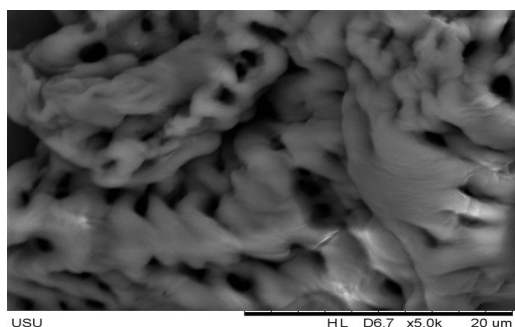
3.2. Analisis SEM



Gambar 2 SEM α -Selulosa Jerami Padi



Gambar 3 SEM α -Selulosa Sekam Padi



Gambar 4 SEM α -Selulosa kulit jagung

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

No	Sampel	α -selulosa (%)	Glukosa Hasil Hidrolisis		Etanol	
			Kimia	Enzimatis	Kimia	Enzimatis
1	Kulit jagung	22,25	7,2	10,7	5,40	6,89
2	Sekam Padi	21,85	8,64	10,95	5,97	6,82
3	Jerami Padi	22,53	7,44	10,2	5,83	6,68

Selulosa adalah sebuah polimer linear yang terdiri atas 1.500 D-glukosa yang terhubung dengan ikatan 1,4 β -glikosidik (Wahyudi, et. al 2020). Hidrolisis meliputi proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa berlignoselulosa, yaitu: selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya (glukosa dan xilosa). Hidrolisis sempurna selulosa menghasilkan glukosa. Reaksi hidrolisis selulosa dengan bantuan katalisator akan menghasilkan glukosa. Secara umum teknik hidrolisis dibagi menjadi dua, yaitu: Hidrolisis secara enzimatik dan hidrolisis secara kimiawi. Hidrolisis asam dapat dilakukan menggunakan asam kuat seperti, HCl, HNO₃, dan H₂SO₄ yang dipanaskan pada suhu mendidih dan dilakukan dalam beberapa jam (Machbubatul, 2008).

Diantara asam-asam tersebut yang sering digunakan adalah asam klorida (HCl) karena garam yang dihasilkan tidak berbahaya yaitu garam dapur (Murni, 2011). Selain itu asam klorida (HCl) memiliki sifat mudah menguap sehingga memudahkan dalam pemisahan dari produknya, HCl juga menghasilkan produk yang berwarna terang (Endah *et al.*, 2007). Selulosa dapat dihidrolisis dengan menggunakan asam kuat dimana akan menghasilkan selobiosa dan D-glukosa (Aspinall, 1985). Pada proses hidrolisis secara enzimatik dapat digunakan enzim selulase atau enzim lainnya yang dapat memecah selulosa menjadi monomer-monomernya. Dilakukan pretreatment menggunakan enzim selulase. Enzim ini bekerja spesifik untuk mengubah selulosa menjadi glukosa melalui tiga tahap. Tahap pertama memecah ikatan kristal selulosa berupa ikatan crosslinked sehingga menjadi ikatan selulosa rantai lurus, kemudian memecah ikatan selulosa berantai lurus menjadi selobiose, yaitu senyawa yang terdiri dari dua molekul glukosa. Kemudian selobiose diubah menjadi molekul-molekul glukosa.

Fermentasi secara umum diartikan sebagai suatu proses konversi gula menjadi alkohol. Istilah fermentasi digunakan pada proses yang melibatkan mikroorganisme seperti bakteri, yeast dan fungi

untuk menghasilkan produk yang berguna bagi manusia. Untuk menghitung kadar etanol hasil fermentasi glukosa yaitu dengan menggunakan metode oksidasi kalium dikromat sehingga diperoleh kadar etanol (hidrolisis secara kimia) untuk kulit jagung 5,40 %, untuk sekam padi 5,97% dan untuk jerami padi 5,83% sementara kadar etanol (hidrolisis secara enzimatis) untuk kulit jagung 6,89 %, untuk sekam padi 6,82%, dan untuk jerami padi 6,68%.

IV. Kesimpulan

Etanol yang dihasilkan dari proses hidrolisis enzimatis lebih tinggi dibandingkan hidrolisis kimia. Kadar bioetanol yang diperoleh dari limbah kulit jagung hidrolisis secara kimia sebesar 5,40% dan hidrolisis secara enzimatis sebesar 6,89%. Kadar bioetanol yang diperoleh dari limbah sekam padi hidrolisis secara kimia sebesar 5,97% dan hidrolisis secara enzimatis sebesar 6,82%. Kadar bioetanol yang diperoleh dari limbah jerami padi hidrolisis secara kimia sebesar 5,83 % dan hidrolisis secara enzimatis sebesar 6,68 %.

Referensi

1. Aspinal GO. (1985). *The Polysaccharide* (3)
2. Endah R. (2007). *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Garut*
3. H. Singh. (2017). "Bio-ethanol production from rice husk using simultaneous saccharification and fermentation and optimization of pretreatment methods." *International Journal of ChemTech Research*. 10(3), 5-7.
4. Khaidir. (2016). "Pengolahan limbah pertanian sebagai bahan bakar alternatif." *Agrium*. 13(2), 63– 68.
5. Khaira. (2015). "Pembuatan Bioetanol dari limbah Tongkol Jagung menggunakan proses Simultaneous Sacharification and Fermentation (SSF) dengan variasi konsentrasi Enzim dan waktu Fermentasi." *Media neliti*. 1 (1), 3-5.
6. M. Baharuddin. (2016). "Produksi Bioetanol dari Jerami Padi (*Oryza sativa* L.) dan Kulit Pohon Dao (*Dracontamelon*) melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS)." *Chimica et Natura*. 4(1), 3-4.
7. Machbubatul C. (2008). *Pembuatan Kaldu dari Kepala Ikan Tuna dengan Cara Hidrolisis Asam (kajian Penambahan Air dan pH)*.
8. Murni H. (2011). *Nanosains dan Nanoteknologi*
9. N. Mosier. (2005). "Features Of Promising Technologies For Pretreatment Of Lignocellulosic Biomass." *Bioresource Technology*. 96(1), 673-686.
10. P. Suarya. (2016). "Pengaruh Dosis Fermentor Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Dalam Produksi Bioetanol Dari Sekam Padi." *Jurnal Virgin*. 2 (1)
11. Pavia DL. (2001) *Introduction Spectroscopy* (3rd edition).
12. Viky. "Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat (H₂SO₄) Dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kandungan Glukosa Dan Kadar Bioetanol Dari Limbah Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.)." S.T. disertasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2019.
13. Wahyudi A, Liliyasi, Supriyati FM. (2020). *Biomolekul dalam Konteks Kentang, Bahan Ajar Biokimia*.