

Received : June 15th, 2022

Accepted : July 28th, 2022

Web Published ; July 30th, 2022

Bioethanol Manufacturing from α -Cellulose Waste of Empty Palm Oil Frugs (*Elaeis guineensis* jack) with Hydrolysis Concentration Variations HCl and Cellulase Enzyme

Indra Masmur^a, Herliana^b, Bramwell Sitompul^b, Elvri Melliaty Sitinjak^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

This study uses raw materials containing lignocellulose, namely empty fruit bunches of oil palm. Oil palm empty fruit bunches were isolated to produce cellulose, hydrolyzed into simple sugars, fermented, and distilled. From the isolation of cellulose obtained α -cellulose of 19.9612 grams (26.6149%). Then it was hydrolyzed using HCl with a concentration variation of 15%; 20%; 25%; 30%; and enzymatically hydrolyzed using cellulase to produce simple sugars which were tested qualitatively with Benedict's reagent and Tollens reagent, then quantitatively tested by the Luff Schroll method. The higher the concentration of acid used, the higher the sugar will be. The best bioethanol obtained from acid hydrolysis is using 30% HCl with ethanol content of 6.54% and enzymatic 7.32%.

Keywords: Bioethanol, cellulose, hydrolysis, oil palm empty fruit bunches, simple sugars

I. Pendahuluan

Berdasarkan data BPS tahun 2020, Indonesia memiliki 14.858.300 hektar dengan produksi CPO Indonesia 48,4 juta ton dalam 22 propinsi. Di Indonesia Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi hasil pertanian yang diperdagangkan, baik untuk industri dalam negeri maupun ekspor. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan limbah industri sampai saat ini kurang dimanfaatkan secara optimal dan dianggap menimbulkan pencemaran lingkungan. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah salah satu produk sampingan berupa padatan dari industri

pengolahan kelapa sawit. Usaha pemanfaatan limbah kelapa sawit dapat dilakukan sebagai bentuk optimalisasi pemanfaatan sumber daya lokal dan untuk meminimalkan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan paparan di atas, maka sangat memungkinkan jika tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dimanfaatkan sebagai sumber selulosa. Untuk memperoleh selulosa dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat dilakukan dengan cara delignifikasi menggunakan asam ataupun basa. Salah satu turunan selulosa yang banyak disintesis adalah selulosa asetat. Selulosa asetat merupakan

salah satu produk yang dapat disintesa dari selulosa (Wang, 2009). Produksi etanol dilakukan melalui empat tahapan proses yaitu isolasi selulosa, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi. Pada proses fermentasi dilakukan dengan bantuan mikrob. Mikrob yang telah berhasil menghasilkan bioetanol diantaranya *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis* (Hermiati, E, 2010).

Ningsih melakukan penelitian dalam pembuatan bioetanol TKKS dengan metode hidrolisis asam dan fermentasi dengan menggunakan larutan NaOH (4%) dan dilanjutkan dengan hidrolisis asam menggunakan larutan H₂SO₄ (2-5%). Dan fermentasi yang dilakukan menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. Dari penelitian ini kadar bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi sampai 5 hari waktu fermentasi. Kadar bioetanol tertinggi yang dihasilkan sebesar 9,698%.¹ Berdasarkan uraian di atas Peneliti tertarik untuk memanfaatkan TKKS sebagai sumber potensial selulosa untuk menghasilkan bioetanol, dimana hasil selulosa akan diuji dengan *fourier transform-infra red* (FT-IR) dan *Scanning electron microscopic* (SEM), lalu selulosa dihidrolisis dengan perbandingan asam HCl 15%, 20%, 25%, 30%, dan hidrolisis menggunakan enzim selulase menjadi gula sederhana dan difermentasi menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cereviceae*) selama 6 hari menjadi alkohol.

II. Metodologi Penelitian

2.1. Bahan kimia, peralatan dan instrumentasi

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: beaker glass, gelas erlenmeyer, gelas ukur, neraca analitik, *magnetic bar*, *hotplate stirrer*, cawan petri, spatula, *oven blower*, labu takar, desikator, plastik, karet, pisau, kertas saring biasa, kertas saring *whatmann*, indikator universal, buret, termometer, *aluminium foil*, saringan, sampel cup, *Spektrofotometer ft-ir*, pipet tetes, statif dan klem, labu leher dua, kondensor bola, pompa air, panci, corong kaca, tabung reaksi, botol vial, jangka sorong, gunting, kertas label, *waterbath*

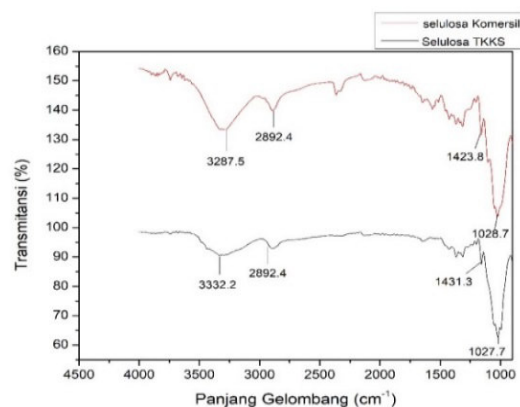
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Tandan kosong kelapa sawit, *aquadest*, NaOH, HNO₃, Na₂SO₃, NaOCl, KH₂PO₄, H₂O₂, larutan benedict, HCL, (NH₄)₂SO₄, MgSO₄.7H₂O dan ragi roti.

2.2. Prosedur penelitian

Pada tahap awal dilakukan delignifikasi menggunakan pelarut NaOH dan Na₂SO₃ 2%. Hasil selulosa yang didapatkan kemudian dianalisis dengan FTIR dan SEM. Selulosa yang didapat kemudian dihidrolisis secara kimia dengan variasi penambahan HCl 15%, 20%, 25%, 30% yang kemudian masing-masing variasi setelah ditambahkan dengan variasi HCl kemudian ditambahkan NaOH 10% hingga pH=4-4,5. dan dihidrolisis secara enzimatik dengan enzim selulase dilakukan dengan penambahan enzim selulase. Glukosa yang diperoleh masing-masing variasi hidrolisis HCl dan hidrolisis enzimatik kemudian diuji secara kualitatif dan kuantitatif. Kemudian glukosa yang telah dianalisis difermentasi masing-masing dengan ragi roti dan didestilasi sehingga dihasilkan bioetanol. Kadar bioetanol hasil pemisahan diuji dengan metode oksidasi kalium dikromat.

III. Hasil dan Diskusi

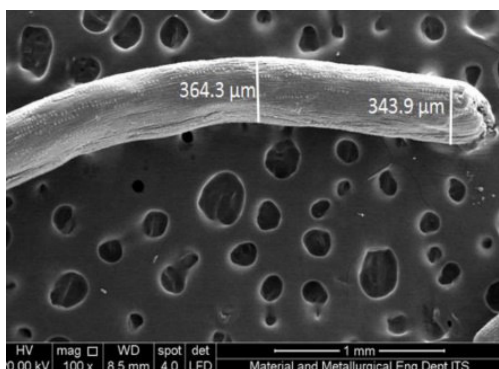
3.1. Analisis FT-IR



Gambar 1 Perbandingan Spektrum FT-IR selulosa TKKS dan Komersil

Jika dibandingkan dengan TKKS komersial pada gambar 1 maka dapat dilihat hasil FT-IR selulosa komersil yang memiliki bilangan gelombang yang berbeda dari selulosa TKKS. Puncak vibrasi dari gugus -OH lebih rendah dari selulosa TKKS yaitu pada daerah bilangan gelombang 3287,5 cm⁻¹, puncak vibrasi starching CH₃ sama dengan selulosa TKKS yaitu 2892,4 cm⁻¹, puncak vibrasi -CH₂ bending lebih rendah dari selulosa TKKS yaitu 1423,8 cm⁻¹, dan puncak vibrasi gugus C-O-C lebih tinggi dari selulosa TKKS yaitu 1028,7 cm⁻¹.

Gambar 2. menunjukkan SEM dari α -selulosa menunjukkan permukaan yang kasar dengan ukuran diameter sekitar 343- 365 μm . Morfologi yang kasar ini disebabkan oleh kandungan lapisan lilin, substansi lemak, dan pengotor.



Gambar 2. SEM dari selulosa TKKS

Pada proses hidrolisis secara TKKS digunakan perbandingan variasi menggunakan HCl dan menggunakan enzim selulase menghasilkan kadar gula sederhana sebagai berikut

Tabel 1. Kadar gula sederhana

Variasi Hidrolisa	Kadar
Hidrolisis dengan HCL 15%	5,52%
Hidrolisis dengan HCL 20%	6%
Hidrolisis dengan HCL 25%	7,68%
Hidrolisis dengan HCL 30%	7,92%
Hidrolisis dengan Enzim selulase	11,45%

Hasil masing-masing gula sederhana yang diperoleh diuji secara kualitatif dengan penambahan pereaksi Benedict dan Tollens menghasilkan endapan merah bata dan cermin perak, lalu dilanjutkan uji kuantitatif dengan metode *luff school*.

Fermentasi bioetanol hasil variasi hidrolisis HCl dan hasil hidrolisis enzimatis menghasilkan kadar bioetanol tertinggi pada hidrolisis HCl 30% dan menggunakan enzim selulase, yaitu 7.32% dan 6,54%.

Pada penelitian ini telah berhasil mendapatkan bioetanol yang difermentasi selama 6 hari dengan bantuan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 10-20% dari bahan fermentasi. Kadar bioetanol yang tinggi didapatkan

dari hidrolisis HCl dengan variasi 30% sebesar 6,54% dan kadar bioetanol yang didapatkan dari hidrolisis enzimatis sebesar 7,32%. Lamanya proses fermentasi akan meningkatkan kadar asam asetat, Hal ini didukung dengan hasil penelitian Hardoyo et al. (2007) Tingginya kadar asam asetat akan memperbanyak konsentrasi gula sederhana Hal ini sesuai dengan pendapat Hutasoit dkk (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi substrat atau gula yang dapat dipecah oleh sel *Saccharomyces cerevisiae* menjadi bioetanol maka semakin tinggi pula konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi gula yang lebih tinggi, tersedia lebih banyak substrat yang dapat dikonversi menjadi bioetanol.

Tabel 2. Kadar etanol dari variasi HCl

Variasi Hidrolisis	Kadar Etanol
Hasil Hidrolisis Dengan HCL 15%	3,06 %
Hasil Hidrolisis Dengan HCL 20%	4,55 %
Hasil Hidrolisis Dengan HCL 25%	6,04 %
Hasil Hidrolisis Dengan HCL 30%	6,54 %
Hasil Hidrolisis dengan enzim selulase	7,32%

3.2. Aplikasi

Hasil penelitian ini memberikan dampak baik bagi masyarakat sekitar, salah satunya mengurangi penumpukan limbah yang meresahkan masyarakat sekitar.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa isolasi selulosa dari limbah TKKS menghasilkan α -selulosa sebesar 19,9612 gram (26,6149%). Kemudian selulosa di hidrolisis masing-masing menggunakan variasi HCl 15%,20%,25%,30% dan enzim selulase sehingga menghasilkan glukosa hasil hidrolisis variasi HCl tertinggi pada variasi 30% sebesar 7,92% dan pada hidrolisis enzimatis menggunakan enzim selulase sebesar 11,45%. Kadar bioetanol yang tertinggi didapatkan dari hidrolisis variasi menggunakan HCl 30% sebesar 6,54% dan hidrolisis menggunakan enzim selulase 7,32%. Dapat disimpulkan bahwa perbandingan variasi yang didapatkan antara HCl 15%, 20%, 25%, 30% dan hidrolisis enzimatis didapatkan bahwa hidrolisis enzimatis bioetanol yang diperoleh

lebih besar, dan proses dari hidrolisis enzimatis lebih ramah lingkungan.

Acknowledgement

Terima kasih saya sampaikan kepada kedua orang tua saya atas kasih sayang, semangat, dan dukungan moral juga material, penulis juga menyampaikan kepada Bapak Dr. Indra Masmur, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing, kepada Ibu Dr. Sovia Lenny, M.Si. selaku Ketua Program Studi S1 Kimia FMIPA USU, dan Bapak Muhammad Zulham Efendi Sinaga S.Si., M.Si. selaku Sekretaris Program Studi S1 Kimia FMIPA USU. Terimakasih kepada kepada Ibu Dr. Juliati Br. Tarigan, M.Si. selaku Ketua Bidang dan Kepala Laboratorium Kimia Organik beserta seluruh staff dan Dosen Program Studi Kimia FMIPA USU. Penulis mengucapkan terimakasih kepada sahabat tercinta sekaligus keluarga selama saya di Medan, Dewi, Yesica, Sherly Josua, Sion, Agus dan Asep telah memberikan pengaruh besar terhadap mental penulis. Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh asisten laboratorium kimia organik 2017, kawan saya Mega, Arin, Teti, Bram

Referensi

1. Hermiati, E., 2010. Pemanfaatan biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal litbang pertanian* 29(4).
2. Hardoyo, d. (2007). *Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan Acetobacter aceti B166*. Lampung: FMIPA Universitas Lampung.
3. Khopkar SM., 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Jakarta.
4. Lankinen, P., 2004. *Ligninolytic Enzymes of The Basidiomycetous Fung Agaricus bisporus and Phlebia radiata on Lignocellulose-Containing Media*. Finland: University of Helsinki.
5. McMurry, J. 2007. *Organic Chemistry*. International Student Edition. China : Thomson
6. Ningsih, Y.A., 2012. *Pembuatan Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.
7. Ohwoavworhua, F., 2005. *“Phosphoric Acid-Mediated Depolymerization and Decrystallization of α -Cellulose Obtained from Corn Cob: Preparation of Low Crystallinity Cellulose and Some Physicochemical*

8. Poedjadi, Anna., 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press
9. Trifosa, D., 2007. *Konversi Pati Jagung Menjadi Bioetanol Skripsi Program Studi Kimia, FMIPA ITB, Bandung: tidak diterbitkan*
10. Wang, Y., L. Yang, G. Luo, and Y. Dai. 2009. *Preparation of cellulose acetate membrane filled with metal oxide particles for the prevaporation separation on methanol/methyl tert-butyl ether mixtures*. *Chemical Engineering Journal*, Vol. 146. p. 6-10.