

PEMBUATAN *BIOETANOL* DARI BATANG KELAPA SAWIT (*Elais Guineensis Jacq*) MELALUI PROSES PRETREATMENT MENGGUNAKAN H_2SO_4 DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN RAGI ROTI (*Saccharomyces cerevisiae*)

PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM OIL PALM (*Elais Guineensis Jacq*) STEM THROUGH PRETREATMENT PROCESS USING H_2SO_4 AND FERMENTATION USING BREAD YEAST (*Saccharomyces cerevisiae*)

Giyanto¹, Sri Wahyuna Saragih^{2)*}, Rahimah³

^{1,2,3} Teknik Kimia, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Indonesia.

*Corresponding Email : sriwahyunasaragih@itsi.ac.id

Abstract

*Unproductive oil palm stems can produce Umbut which is the raw material for bioethanol production. In general, the production process of bioethanol from lignocellulosic materials includes oil palm stalks. The bioethanol production process goes through several stages of physical, chemical or biological pretreatment, polymer saccharification, sugar fermentation, and ethanol separation and purification. This study aims to determine the production of bioethanol from oil palm stems (*Elaeis Guineensis Jacq*) through a pretreatment process using H_2SO_4 and fermentation using baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). The method used in this study was a Completely Randomized Design (CRD) Non Factorial with 3 treatment levels and 1 control, and 3 repetitions (Triplo) with a total sample of 12 samples. The resulting bioethanol is then tested (moisture content, yield, and pH). The resulting data were analyzed using ANOVA and Duncan's test. Based on the results of this study, the best treatment was found in the H0 treatment with a yield of 34.5%, 1.52% moisture content and 5,6 % pH.*

Keywords: *Palm Oil Stem, Bioethanol, Yield*

How to Cite : Giyanto, Saragih, S.W. dan Rahimah. (2023). Pembuatan Bioetanol dari Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) Melalui Proses Pretreatment Menggunakan H_2SO_4 Dan Fermentasi Menggunakan Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Jurnal Agro Fabrica Vol.5 (2) : 9-17.

PENDAHULUAN

Bioetanol adalah cairan hasil proses fermentasi gula bersumber karbohidrat (pati) menggunakan aktivitas mikroba. Proses fermentasi biasanya tidak menggunakan oksigen (proses anaerob).

Bahan baku pembuatan bioetanol Secara umum diklasifikasikan menjadi tiga kelompok: gula, pati dan selulosa. Gula seperti gula tebu, gula bit, molase dan buah-buahan mengandung kadar glukosa yang tinggi pisang dapat secara langsung dikonversikan menjadi bioetanol melalui

proses fermentasi. Sedangkan bahan baku berupa pati/selulosa seperti pati jagung, kentang, singkong maupun limbah buah-buahan dan lain-lain harus dihidrolisis terlebih dahulu sebelum dilakukan proses fermentasi lebih lanjut untuk dikonversikan menjadi bioetanol (Muin *et al.*, 2014).

Limbah batang kelapa sawit sangat berpotensi untuk menghasilkan produk turunan selulosa karena mengandung kadar serat yang tinggi yaitu hemiselulosa, selulosa dan lignin. Batang kelapa sawit mengandung serat kasar 27,18%, protein kasar 4,59%, lemak kasar 1,03%, selulosa 29,41%, hemiselulosa 27,06%, lignin 6,95% dan silika 1,3% (Marlida *et al.*, 2014). Penggunaan bioethanol generasi pertama berpotensi menimbulkan konflik terhadap kebutuhan bahan pangan bila diterapkan di negara berkembang seperti Indonesia. Hal ini disebabkan harga yang masih relatif tinggi karena bahan bakunya juga digunakan sebagai bahan pangan dan pakan. Untuk mengatasi masalah tersebut mulai dikembangkan bioethanol generasi kedua yang menggunakan bahan baku limbah padat agroindustry yang mengandung lignoselulosa, dan salah satunya adalah batang kelapa sawit (Wahono *et al.*, 2014). Batang kelapa sawit (BKS) mengandung lignoselulosa tinggi yang

terdiri atas 38,5% selulosa, 17,1% hemiselulosa, dan 25,6 lignin (Septiyani, 2014).

Pada saat penanaman kembali (*replanting*) pohon kelapa sawit biasanya dicacah dan dibiarkan menyatu dengan tanah sebelum dilakukan penanaman pohon kelapa sawit yang baru. Ternyata batang kelapa sawit yang ditumbang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol generasi kedua yang mengandung selulosa, hemiselulosa yang diperoleh pada batang kelapa sawit bagian atas (umbut). Hal ini menjadi masalah karena sifatnya volumetrik yang banyak memakan tempat dan tidak mudah terdegradasi di areal perkebunan (Jumiyati, 2017)

Proses produksi bioetanol dari bahan berlignoselulosa dilakukan melalui beberapa tahapan. Kandungan polisakarida pada bahan berlignoselulosa disakarifikasi dengan cepat menjadi monomer-monomer gula yang kemudian difermentasi menggunakan yeast seperti *S. Cereviceae*. Secara umum, proses produksi bioethanol dari bahan berlignoselulosa termasuk batang kelapa sawit.

Terdapat 4 tahap yang harus dilalui; yaitu (1) perlakuan awal (pretreatment) secara fisik, kimia, atau dan biologi, (2) sakarifikasi polimer (selulosa, hemiselulosa, lignin) menjadi gula reduksi

(heksosa, xylosa), (3) fermentasi gula oleh mikroba untuk menghasilkan etanol, dan (4) pemisahan dan pemurnian etanol yang dihasilkan. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Jefri Litya dan Iskandar R mengenai pembuatan bioethanol menggunakan Ubi dan Tebu Pengaruh kadar etanol yang dihasilkan dipengaruhi oleh berapa banyak ragi yang digunakan. Pada saat ini bioetanol dibutuhkan sebagai bahan bakar alternatif Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk mengambil judul Penelitian “Pembuatan *Bioetanol* Dari Batang Kelapa Sawit (*Elais Guineensis* Jacq) Melalui Proses Pretreatment Menggunakan H_2SO_4 Dan Fermentasi Menggunakan Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*)”.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah Ayakan 150 Mesh, Kain kasa, Kertas pH, Neraca Analitik, Oven, Termometer, Hot plate, dan Gelas Erlenmeyer.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Umbut kelapa sawit, Larutan NaOH 2%, Aquades, H_2SO_4 10%, 12%, 14%, Ragi roti, dan Urea.

Tahapan Penelitian

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang kelapa sawit,

jenis tenera. Bagian tanaman yang diambil yaitu batang paling atas. Kemudian batang tersebut diparut menggunakan parutan kelapa lalu diperas airnya guna mengurangi kadar air. Kemudian pengeringan dilakukan dibawah sinar matahari, dikeringkan selama 5 hari. Kemudian bahan baku dihaluskan selanjutnya di ayak menggunakan ayakan 150 Mesh .

2. Pre-treatment

Batang kelapa sawit yang sudah menjadi serbuk disaring dengan menggunakan saringan 150 mesh, selanjutnya serbuk hasil penyaringan ditimbang sebanyak 50 gram tiap sampel. Sampel dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 ml, ditambahkan larutan NaOH 2% sesuai perlakuan disertai dengan pemanasan hot plate dengan suhu $90^{\circ}C$, waktu pemanasan 3 jam. Sampel disaring dengan menggunakan kain kasa, hasil saringan berupa serbuk kental dan air, serbuk kental tersebut dibilas dengan aquades sampai pH netral diukur dengan menggunakan kertas pH.

3. Hidrolisis

Sampel yang sudah netral kemudian ditambahkan H_2SO_4 10%,12%,14 sampai pH 5, lalu larutan hasil hidrolisis disaring dan diambil filtratnya untuk proses fermentasi.

4. Fermentasi

Filtrat hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan ragi roti dan urea sebanyak 0,2 gram/sampel untuk mempercepat proses fermentasi. Fermentasi dilakukan selama 7 hari, selanjutnya dilakukan destilasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

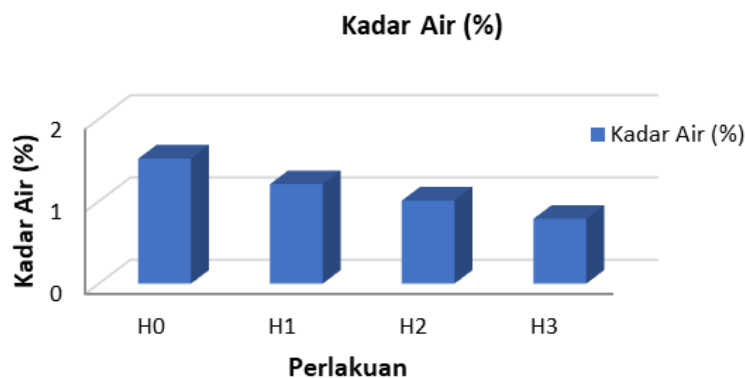
Kadar Air

Dalam penelitian ini melakukan Uji kadar air dilakukan dengan memanaskan cawan dalam oven suhu 110°C selama 1 jam.

Tabel 1. Hasil Kadar Air

Perlakuan	Ulangan (%)			Total (%)	Rataan (%)	SNI
	I	II	III			
H0	1,83	1,28	1,44	4,55	1,52	1%
H1	1,35	1,16	1,12	3,63	1,21	
H2	0,95	0,99	1,08	3,02	1,01	
H3	0,8	0,63	0,94	2,37	0,79	
Total					4,52	
Rataan					1,13	

Ket : H0 =Tanpa menggunakan H₂SO₄ (control); H1 = Menggunakan konsentrasi H₂SO₄ 10%; H2 = Menggunakan konsentrasi H₂SO₄ 12%; H3 = Menggunakan konsentrasi H₂SO₄ 14%.



Gambar 1. Hasil Pengujian Kadar Air Bioetanol

Pengurangan kadar air selain untuk meningkatkan kadar glukosa dari umbut kelapa sawit juga untuk meningkatkan efektifitas kerja enzim. Gambar 1 kadar air menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi H₂SO₄, maka kadar air yang dihasilkan semakin rendah, Menurut Lennartsson (2014) semakin banyak

jumlah katalisator yang digunakan maka makin cepat reaksi hidrolisis. Namun meningkatkan konsentrasi asam dalam proses hidrolisis juga dapat mengakibatkan glukosa dan senyawa gula lainnya. Konsentrasi optimum pada penelitian ini untuk menghasilkan kadar air Standar

Nasional Indonesia (SNI) yaitu konsentrasi H₂SO₄ 12%.

Hasil uji Anova menunjukkan sig. kadar air $0,006 \leq 0,05$ oleh karna itu H₀ ditolak dan H₁ diterima, maka ada pengaruh penambahan konsentrasi H₂SO₄ terhadap kadar air bioetanol, sehingga ada perbedaan perlakuan (H₀, H₁, H₂ dan H₃) terhadap kadar air bioetanol. Untuk menelusuri lebih lanjut kelompok mana yang signifikan maka dilanjutkan Uji Duncan dan mendapatkan hasil analisa statistik yaitu perlakuan H₃, berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₁ dan H₀ dan tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₂. Perlakuan H₂ berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₀ dan tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₃ dan H₁, perlakuan H₁ berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₃ dan tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₂ dan H₀, perlakuan H₀ berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₃ dan H₂ dan tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan H₁ dan diperoleh nilai kadar air bioetanol

paling tinggi terdapat pada perlakuan H₀ = 1,51% dan nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan H₃=0,79%.

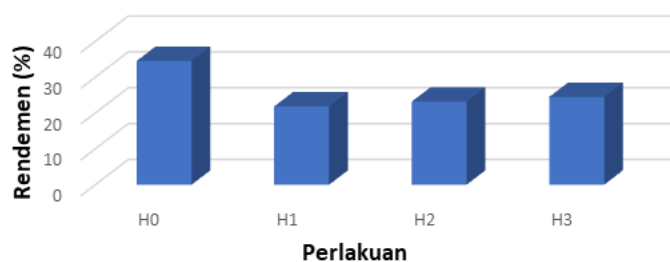
Rendemen Bioetanol

Hasil analisis rendemen meliputi beberapa tahapan yaitu pre-treatment, hidrolisis, dan destilasi. Rendemen bioetanol yang diperoleh pada penelitian ini bervariasi. Pada penelitian ini konsentrasi yang tertinggi pada H₀ yaitu tanpa konsentrasi H₂SO₄ dengan nilai rata-rata 34,5%. Sedangkan rendemen bioetanol terendah terdapat pada sampel H₁ dengan konsentrasi H₂SO₄ 10% dengan nilai rata-rata 21,81%. Menurut Syauqiah (2015) rendemen bioetanol dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu. Rendemen juga ditentukan oleh sistem pemanasan yang dilakukan pada tahap distilasi serta lama proses distilasi yang dilakukan. Semakin lama proses distilasi dilakukan maka volume bioetanol akan semakin banyak sehingga menyebabkan nilai rendemen menjadi semakin tinggi dan sebaliknya.

Tabel 2. Hasil Analisa Rendemen Bioetanol

Perlakuan	Ulangan (%)			Total (%)	Rataan (%)
	I	II	III		
H ₀	35,39	34,40	33,71	103,5	34,5
H ₁	21,98	21,09	22,36	65,43	21,81
H ₂	23,67	22,99	22,79	69,45	23,15
H ₃	24,98	23,87	24,60	73,45	24,48
Total					103,94
Rataan					25,99

Ket : H₀ =Tanpa menggunakan H₂SO₄ (control); H₁ = Menggunakan konsentrasi H₂SO₄ 10%; H₂ = Menggunakan konsentrasi H₂SO₄ 12%; H₃ = Menggunakan konsentrasi H₂SO₄ 14%.



Gambar 2. Hasil Pengujian Rendemen

Hasil uji ANOVA menunjukkan sig. Rendemen bioetanol $0,000 \geq 0,05$ oleh karena itu H0 ditolak dan H1 diterima. Maka ada pengaruh penambahan konsentrasi H_2SO_4 terhadap Rendemen bioetanol. Sehingga ada perbedaan perlakuan (H0, H1, H2 dan H3) terhadap bioetanol untuk menelusuri lebih lanjut yang signifikan maka dilanjutkan uji duncan. Untuk menelusuri lebih lanjut kelompok yang signifikan maka dilakukan uji Duncan dan mendapatkan hasil analisa statistic yaitu perlakuan H1 berpengaruh nyata terhadap perlakuan H2, H3 dan H0, perlakuan H2 berpengaruh nyata terhadap

perlakuan H1, H3 dan H0. Perlakuan H0 berpengaruh nyata terhadap perlakuan H1, H2 dan H3 diperoleh nilai rendemen bioetanol paling tinggi terdapat pada perlakuan H0 = 34,50 dan rendemen terendah terdapat pada perlakuan H1= 21,81.

pH

pH substrat atau media fermentasi merupakan salah satu faktor yang menentukan kehidupan *Saccharomyces cerevisiae*. Salah satu sifat *Saccharomyces cerevisiae* adalah bahwa pertumbuhan dapat berlangsung dengan baik pada kondisi pH 4 – 6 (Malle, 2014).

Tabel 3. Hasil Uji pH

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
H0	5,8	5,5	5,7	17	5,67
H1	4,7	4,6	4,4	13,7	4,57
H2	4,1	4,3	4,1	12,5	4,17
H3	3,2	4	3,9	11,1	3,7
Total					18,10
Rataan					4,53

Ket : H0 =Tanpa menggunakan H_2SO_4 (control); H1 = Menggunakan konsentrasi H_2SO_4 10%; H2 = Menggunakan konsentrasi H_2SO_4 12%; H3 = Menggunakan konsentrasi H_2SO_4 14%.



Gambar 3. Hasil Pengujian pH

Pada Gambar 3 menunjukkan nilai pH pada perlakuan H0 5,67 perlakuan H1= 4,57, perlakuan H2= 4,17 dan perlakuan H3= 3,7. Hal ini dipengaruhi oleh konsentrasi asam sulfat yang digunakan semakin banyak asam sulfat yang digunakan makin kecil nilai pH. Hal lain juga dipengaruhi ragi roti bersifat homofermentatif.

Homo fermentatif merupakan kemampuan menghasilkan satu produk aja dimana hasil alkohol bersifat asam. Sehingga pada pH fermentasi nilai pH semakin menurun. Untuk nilai pH perlakuan H0, H1, dengan H2 sesuai dengan penelitian Irvan *et al.* (2015) variasi pH fermentasi yang digunakan adalah 4, 4.5, dan 5. Penelitian ini juga sejalan dengan Novia *et al.* (2017) yang menyatakan pH *bioetanol* pada umumnya sekitar 4,5 hingga 5.

Hasil uji ANOVA menunjukkan sig. pH *bioetanol* $0,000 < 0,05$ oleh karena itu H0 ditolak dan H1 diterima. Maka ada

pengaruh penambahan konsentrasi H_2SO_4 terhadap pH *bioetanol*. Sehingga ada perbedaan perlakuan (H0, H1, H2 dan H3) terhadap *bioetanol* untuk menelusuri lebih lanjut yang signifikan maka dilanjutkan uji duncan. Pada hasil penelitian ini di analisa melalui uji lanjut duncan. Hasil analisa statistik yaitu perlakuan H3 berpengaruh nyata terhadap perlakuan (H2,H1, H0), perlakuan H2 berpengaruh nyata terhadap perlakuan (H3, H1 dan H0), perlakuan H1 berpengaruh nyata terhadap perlakuan (H3, H2 dan H0), perlakuan H0 berpengaruh nyata terhadap perlakuan (H3, H2 dan H1), dan diperoleh nilai pH *bioetanol* paling tinggi terdapat pada perlakuan H0= 5,6 dan nilai pH terendah terdapat pada perlakuan H3 =3,9.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan *bioetanol* berbahan baku batang kelapa sawit melalui proses pretreatment menggunakan H_2SO_4 dan fermentasi

menggunakan ragi roti dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbedaan konsentrasi H_2SO_4 pada pembuatan *bioetanol* memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, rendemen dan pH dengan melihat hasil uji ANOVA bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima.
2. Perlakuan yang terbaik terdapat pada perlakuan H3 dengan rendemen 24,48%, kadar air 0,79% dan pH 3,7.
3. Dari data penelitian yang tersedia, limbah sawit kelapa sawit yaitu batang kelapa sawit berpotensi sebagai bahan baku dalam pembuatan *bioetanol*.

Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya melakukan pengujian lebih lanjut dan lengkap, agar bioetanol yang dihasilkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.
2. Untuk peneliti selanjutnya melakukan perbandingan dengan bioetanol yang dipasarkan, agar ada perbandingan lebih lanjut.
3. Menambah variasi komposisi pembuatan bioetanol dari batang kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

Irvan, Manday, P.B., Sasmitra, J. 2015. Ekstraksi 1,8-Cineole Dari Minyak Daun Eucalyptus Urophylla. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 4. No. 3. 52-57.

Jumiyati, S., Rajindra, Tenriawaru, A. N., Hadid, A., Darwis. 2017. Sustainable land management and added value enhancement of agricultural superior commodities. *International Journal of Agriculture System*, Vol. 5, No. 2. 198-202

Lennartsson, P. R., Erlandsson, P., Taherzadeh, M. J. (2014). Integration of The First and Second Generation Bioethanol Processes and The Importance of Byproducts. *Bioresource technology*, 165, 3-8.

Malle, D., I.B.D. Kapelle, dan F. Lopulalan. 2014. Pembuatan *Bioetanol* dari Limbah Air Kelapa Sawit Melalui Proses Fermentasi. *Ind. J. Chem. Res.* 2: 155-159.

Marlida, Y., Mirza, Arief, S., Amru, K. 2014. Produksi Glukosa Dari Batang Kelapa Sawit Melalui Proses Hidrolisis Secara Enzimatis Menggunakan Amilase Termotabil. *Jurnal Riset kimia*, Vol. 7. No.2. 194-200.

Muin, R., Lestari, D., Sari, T. W. 2014. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Biji Alpukat. *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 20. Nomor 4 : 1 - 7.

Novia, Wijaya, D., Yanti, P. 2017. Pengaruh Waktu Delignifikasi Terhadap Lignin Dan Waktu ssf Terhadap Etanol Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 23, No. 1. 19-27.

Septiyani, R. 2014. Optimasi Proses Perlakuan Awal dan Hidrolisis Batang Kelapa Sawit dalam Produksi Bioetanol. Univeristas Lampung. Bandar Lampung.

Syauqiah, I. 2015. Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Persentase Starter Pada Nira Aren (*Arenga pinnata*) Terhadap Bioethanol Yang Dihasilkan. *Infoteknik*, Volume 10. Nomor 2. 217-226.

Wahono, S. K., Darsih, C., Rosyida, V. T., Maryana, R., & Pratiwi, D. (2014). Optimization of cellulose enzyme in the simultaneous saccharification and fermentation of sugarcane bagasse on the second-generation bioethanol production technology. *Energy Procedia*, 47, 268-272.