Jurnal Saintia Kimia
Vol. 1, No. 2, 2013

PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI FERMENTASI GLUKOSA HASIL HIDROLISIS SELULOSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT(*Elaeis guineensis Jack*) DENGAN HCl 30% MENGGUNAKAN RAGI ROTI

Annisa Suri, Yuniarti Yusak, Rumondang Bulan

Jurusan Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sumatera Utara
Jl. Bioteknologi No.1, Medan

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pengaruh lama fermentasi terhadap kadar bioetanol dari fermentasi glukosa hasil hidrolisis selulosa tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jack*) dengan HCl 30% dengan menggunakan ragi roti**.** Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa sebesar 24,1298%. Selulosa diisolasi dari tandan kosong kelapa sawit yang kemudian dihidrolisis dengan HCl 30% untuk menghasilkan glukosa yang kadarnya dianalisa dengan metode Nelson-Somogyi dimana kadar glukosa yang diperolah sebesar 17,1051%. Fermentasi glukosa menggunakan variasi lama fermentasi 2 hari, 4 hari dan 6 hari dengan penambahan ragi roti 6 g. Kadar bioetanol dianalisa dengan titrasi volumetrik menggunakan metode oksidasi kalium dikromat. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kadar etanol tertinggi yaitu 7,3922 % yang diperoleh pada lama fermentasi 6 hari dan penambahan ragi roti 6 gram.

Kata kunci : Tandan kosong kelapa sawit (Elaeis guineensis Jack), fermentasi, ragi roti, bioetanol

Abstract

The research about the effect of fermentation time on bioethanol concentration from fermentation the glucose from hydrolysis of cellulose oil palm empty fruit bunches (*Elaeis guineensis Jack*) with HCl 30% by using bread yeast has done. From the research, it found that oil palm empty fruit bunches containing cellulose of 24.1298 %. The cellulose was isolated from oil palm empty fruit bunches. It was hidrolized by HCl 30% to yield glucose and was analized by Nelson-Somogyi Method and the rate of the glucose was 17,1051 %. The fermentation of glucose used various periods of fermentation were 2 days, 4 days and 6 days and added baker yeast were 6 g. The percentage of bioethanol was analized by using pottassium dicromate titrations of oxidation volumetric method. The result of analysis show that the highest percentage was 7,3922% with period of fermentation was 6 days and baker yeast 6 g.

Keywords: oil palm empty fruit bunches (Elaeis guineensis Jack, fermentation, baker yeast,bioetanol

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Bagi Indonesia, kelapa sawit memliki arti penting karena mampu menciptakan kesempatan kerja bagi masyarakat dan sebagai sumber perolehan devisa negara. Sampai saat ini Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak kelapa sawit dunia selain Malaysia dan Nigeria. Salah satu limbah padat industri kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Limbah padat tersebut mempunyai ciri khas pada komposisinya. Komponen terbesar adalah selulosa, disamping komponen lain meskipun lebih kecil seperti abu, hemiselulosa dan lignin (Fauzi, 2003).

Bahan berselulosa selama ini merupakan limbah pertanian yang belum termanfaatkan secara optimal dan jumlahnya cukup melimpah. Selain itu, bahan ini tidak berbenturan dengan kebutuhan pangan. Diantara bahan – bahan berselulosa tersebut yang cukup potensial dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS tersedia cukup melimpah dan selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal selain itu juga kandungan selulosanya cukup tinggi (45%).

Pengolahan TKKS menjadi bioetanol pada prinsipnya sama dengan proses yang berbahan baku singkong yaitu melalui tahapan hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Tetapi pada TKKS perlu adanya perlakuan tambahan berupa *pretreatment* .untuk dapat menghilangkan lignin yang dapat mengganggu proses hidrolisis selulosa. Kemudian dilanjutkan hidrolisis menggunakan enzim selulase dan dihasilkan cairan glukosa. Cairan glukosa difermentasi menggunakan khamir *Saccharomyces cereviseae* dengan kondisi anaerob fakultatif, suhu 30° C, pH 4,0 – 4,5 dan kadar gula 10 -18% selama 30 – 72 jam dan dihasilkan bioetanol. Bioetanol kemudian didestilasi sehingga mencapai kemurnian 95 – 98 %. Bioetanol siap digunakan sebagai bahan bakar pada kendaraan bermotor. Penggunaanya dapat dicampur dengan bensin tetapi bisa juga 100% bioetanol apabila mesin kendaraan bermotor tersebut didesain khusus untuk bahan bakar bioetanol (Hidayat, R. 2005).

Etanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati atau selulosa). Etanol berupa cairan yang tidak berwarna yang mempunyai bau yang khas, berat jenisnya pada 15^oC adalah sebesar 0,7937 dan titik didihnya $78,3^oC$ pada tekanan 76 mmHg. Penggunaan etanol yang terbanyak adalah sebagai pelarut (Judoamidjojo, M. 1992).

Penelitian ini dilatar belakangi berdasarkan penelitian Pembuatan Bioetanol Dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape oleh Heppy Rikana dan Risky Adam (2000). Dimana pada penelitian ini, ragi tape dapat dengan langsung digunakan untuk proses fermentasi tanpa mengisolasi mikroba yang ada dalam ragi tape terlebih dahulu dan penelitian lain yaitu penelitian mengenai sakarifikasi dan fermentasi bagas menjadi ethanol menggunakan enzim selulase dan enzim sellobiase oleh Gozan (2007). Hasilnya diperoleh kadar etanol tertinggi pada proses hidrolisis dengan menggunakan enzim selulase dan sellobiase serta penambahan HCl dan diawali dengan proses pelapukan terlebih dahulu yaitu sebesar 13,72 %. Namun, penggunaan enzim akan membuat biaya produksi lebih tinggi dan tahapan yang cukup panjang.

Pada penelitian yang lainnya dengan judul Pemanfaatan Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Dalam Pembuatan Bioetanol dengan Menggunakan Ragi Tape oleh Nurfadillah (2011), dimana kadar etanol yang dihasilkan adalah 0,99% . Pada penelitian tersebut mikroba yang digunakan diisolasi dahulu dari ragi tape dan untuk menghidrolisis selulosa digunakan H_2SO_4 3% dan hasil penelitian yang dilakukan Ideris (2007) yang berjudul *Acid Hydrolysis of Pretreated Palm Oil Lignocellulosic Wastes*, hidrolisis menggunakan HCl 30% memberikan hasil kadar glukosa tertinggi dibandingkan menggunakan HCl 10% dan 20%.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit dalam pembuatan bioetanol. Dimana tahap pertama dilakukan isolasi selulosa dari tandan kosong kelapa sawit yang kemudian dihidrolisis dengan HCl 30% yang selanjutnya difermentasi dengan menggunakan ragi roti tanpa isolasi *Saccharomyces cereviceae* terlebih dahulu.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan-bahan

Tandan kosong kelapa sawit, Akuades, Ragi roti, $CuSO_4.5H_2O$, Etanol 99,9%, $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$, $FeSO_4.7H_2O$, Glukosa, $H_2SO_{4(p)}$, KH_2PO_4, $K_2Cr_2O_7$, $MgSO_4.7H_2O$, NaOH, Na_2SO, $HNO_{3(p)}$,

$HCl_{(p)}$, $NaNO_3$, Aluminium Foil, Indikator Ferroin, Na-sitrat, Na-Hipoklorit,K-Na-Tartrat,$Na_2HAsO_4.7H_2O$,$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$, Na_2SO_4, NaHCO3, C6H12O6, 1,10-O-phenantrolin.H_2O.

2.2 Alat-alat

Alat-alat yang dipergunakan berupa alat-alat kaca yang biasa dipergunakan dilaboratorium, Autoklaf, Neraca analitik, Termometer, Oven, Water bath,Desikator, Elektromantle, Alat destilasi.

2.3. Cara Kerja

2.3.1 Isolasi Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Uji Kualitatif Selulosa

75 g tandan kosong kelapa sawit yang telah halus dimasukkan dalam gelas beaker. Kemudian ditambahkan 1000 mL HNO_3 3,5 % dan 10 mg $NaNO_2$. Lalu dipanaskan dengan menggunakan termostat selama 2 jam pada suhu 80° C. Selanjutnya disaring dan dicuci residu dengan akuades hingga pH = 7. Residu ditambahkan 375 mL NaOH 2% dan 375 mL Na_2SO_3 2%. Dipanaskan dengan menggunakan termostat selama 1 jam pada suhu 50° C. Kemudian disaring dan dicuci residu dengan akuades hingga pH = 7. Residu ditambahkan 500 mL Na-Hipoklorit 1,75 %. Lalu dipanaskan dengan menggunakan termostat selama 30 menit pada suhu 100°C yang selanjutnya disaring dan dicuci residu dengan akuades hingga pH = 7. Residu ditambahkan 500 mL NaOH 17,5 %. Lalu dipanaskan dengan menggunakan termostat selama 30 menit pada suhu 80° C. Kemudian disaring dan dicuci residu dengan akuades hingga pH = 7. Residu ditambahkan 500 mL Na-Hipoklorit 1,75 %. Kemudian dipanaskan selama 5 menit pada suhu 100° C. Lalu disaring dan dicuci residu dengan akuades hingga pH = 7. Setelah itu dikeringkan residu didalam oven pada suhu 60° C. Kemudian didinginkan dan dimasukkan kedalam desikator. Dimasukkan selulosa secukupnya kedalam plat tetes kemudian diteteskan dengan larutan iodin 0,1 yang akan menunjukkan uji positif selulosa jika tidak terjadi perubahan warna.

2.3.2 Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Glukosa Serta Uji Kualitatif Glukosa

Dimasukkan 0,5002 g selulosa TKKS kedalam gelas erlenmeyer 250 mL**.** Ditambahkan 5 mL akuades**.** Ditambahkan dengan 8 mL HCl 30%. Ditutup dengan kapas dan aluminium foil. Dipanaskan dalam termostat pada suhu 80°C selama 1 jam**.** Didinginkan hingga suhu kamar**.** Ditambahkan NaOH 10% hingga pH = 4 – 4,5**.** Disaring. Dipipet 1 mL filtrat ke dalam tabung reaksi**.** Ditambahkan 5 mL larutan Benedict**.** Dipanaskan dalam termostat hingga terbentuk endapan merah bata.

2.3.3 Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum Larutan Glukosa Standar

Ditimbang 500 mg glukosa anhidrat dan dilarutkan dengan aquades sampai volume 500 ml (larutan glukosa anhidrat 1 mg/mL). Dipipet 5 mL larutan induk glukosa l mg/mL dan dimasukkan kedalam labu takar 100 mL (0,05 mg/mL) Kemudian diencerkan dengan akuades hingga garis batas dan dihomogenkan. Dimasukkan 1 ml larutan glukosa 0,05 mg/mL kedalam tabung reaksi yang kemudian ditambahkan 1 ml pereaksi Nelson lalu ditutup dengan kapas. Selanjutnya dipanaskan hingga mendidih selama 20 menit lalu didinginkan. Ditambahkan 1 ml larutan arsenomolibdat lalu dikocok hingga semua endapan larut**.** Kemudian ditambahkan 7 ml akuades lalu dikocok hingga homogen. Selanjutnya diukur serapan panjang gelombang pada 600 – 800 nm (diperoleh panjang gelombang maksimum).

2.3.4 Penyiapan Kurva Standar Glukosa

Disiapkan larutan glukosa standar dalam beberapa tabung reaksi dengan konsentrasi bertingkat dari 0,02 – 0,1 mg/mL. Ditambahkan 1 mL larutan Nelson kemudian dipanaskan hingga mendidih selama 20 menit dan didinginkan. Lalu

ditambahkan 1 mL larutan arsenomolibdat lalu dikocok hingga semua endapan larut yang kemudian ditambahkan 7 mL akuades lalu dikocok hingga homogen. Diukur serapannya pada panjang gelombang 760 nm. Lalu dibuat kurva standar yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi gula standar dan absorbansi.

2.3.5 Analisa Kadar Glukosa Dari Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Dipipet 1 mL filtrat hasil hidrolisa selulosa TKKS lalu diencerkan dalam labu ukur 100 mL dan diambil 1 mL untuk dianalisa**.** Ditambahkan 1 mL larutan Nelson kemudian dipanaskan hingga mendidih selama 20 menit dan didinginkan**.** Ditambahkan 1 mL larutan Arsenomolibdat lalu dikocok hingga semua endapan larut**.** Ditambahkan 7 mL akuades lalu dikocok hingga homogen**.** Diukur serapannya pada panjang gelombang 760 nm sehingga dapat dihitung kadar gula reduksinya.

2.3.6 Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bioetanol

Dimasukkan 100 mL Larutan glukosa hasil hidrolisis TKKS kedalam gelas Erlenmeyer 250 mL. Ditambahkan 0,1502 g $MgSO_4.7H_2O$; 0,1306 g KH_2PO_4 dan 1,2021 g $(NH_4)_2SO_4$. Disterilisasi dengan menggunakan alat autoklaf pada suhu 121^oC selama 1 jam lalu didinginkan. Ditambahkan ragi roti sebanyak 6 gram. Difermentasi selama 2, 4 dan 6 hari.

2.3.7 Destilasi Larutan Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Disiapkan larutan standar etanol dengan konsentrasi 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1,0 ; 1,2 ; 1,4 ; 1,6 ; 1,8 dan 2,0 % **.** Dipipet 1 mL masing – masing larutan standart etanol kemudian dimasukkan kedalam gelas Erlenmeyer**.** Ditambahkan 5 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,689N**.** Ditambahkan 3 tetes indikator feroin dan dititrasi dengan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ 0,393N hingga larutan berwarna coklat kemerahan.

2.3.8 Penentuan Kurva Kalibrasi Etanol Standar

Disiapkan larutan standar etanol dengan konsentrasi 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1,0 ; 1,2 ; 1,4 ; 1,6 ; 1, 8 dan 2,0 %. Dipipet sebanyak 5 mL dari masing-masing larutan etanol yang telah disiapkan lalu diencerkan kedalam labu takar 100 mL. Lalu dipipet 1 mL larutan etanol hasil pengenceran kemudian dimasukkan kedalam gelas Erlenmeyer. Ditambahkan 5 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,689N dan 3 tetes indikator ferroin yang selanjutnya dititrasi dengan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ 0,393N hingga larutan berwarna coklat kemerahan.

2.3.9 Analisa Kadar Bioetanol Dengan Metode Oksidasi Kalium Dikromat

Dimasukkan 1 mL destilat kedalam gelas Erlenmeyer. Ditambahkan 5 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,689N dan 3 tetes indikator ferroin. Kemudian dititrasi dengan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_{2.}$ $6H_2O$ 0,393N dan diukur volume titran pada saat terbentuk larutan berwarna coklat kemerahan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pembahasan dari hasil penelitian ini terletak pada pengaruh waktu fermentasi yang divariasikan yaitu 2 hari, 4 hari dan 6 hari dengan penambahan 6 gram. Dimana sebelum dilakukan uji kuantitatif terhadap destilat yang dihasilkan, pada penelitian ini terlebih dahulu dilakukan uji kualitatif untuk mengetahui apakah destilat yang diperoleh benar atau tidak bioetanol. Adapun pembahasan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

3.2.1 Isolasi Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Isolasi selulosa dari tandan kosong kelapa sawit pada penelitian ini dilakukan berdasarkan metode isolasi selulosa oleh Ohwoavworhua (2005). Untuk mengetahui kadar selulosa yang diperoleh, maka dilakukan pengabuan terhadap hasil isolasi selulosa yang telah dikeringkan. Dimana

berat yang hilang dalam proses pengabuan ini dihitung sehingga didapatkan kadar selulosa yang diperoleh dari hasil isolasi tandan kosong kelapa sawit adalah 24,1298 %.

3.2.2. Hidrolisis Selulosa dan Analisis Glukosa Hasil Hidrolisis Secara Kualitatif dan Kuantitatif

Dalam penelitian ini, hidrolisis dilakukan dengan penggunaan asam, yaitu HCl 30%. Sehingga selulosa akan dipecah menjadi glukosa dan kemudian setelah hidrolisis dilakukan, perlu diuji secara kualitatif ada tidaknya glukosa didalam sampel dengan menggunakan pereaksi Benedict. Dari uji kualitatif glukosa yang dilakukan terhadap glukosa hasil hidrolisis selulosa tandan kosong kelapa sawit, terbentuk endapan merah bata Cu_2O setelah dipanaskan, maka sampel mengandung gula reduksi atau glukosa.

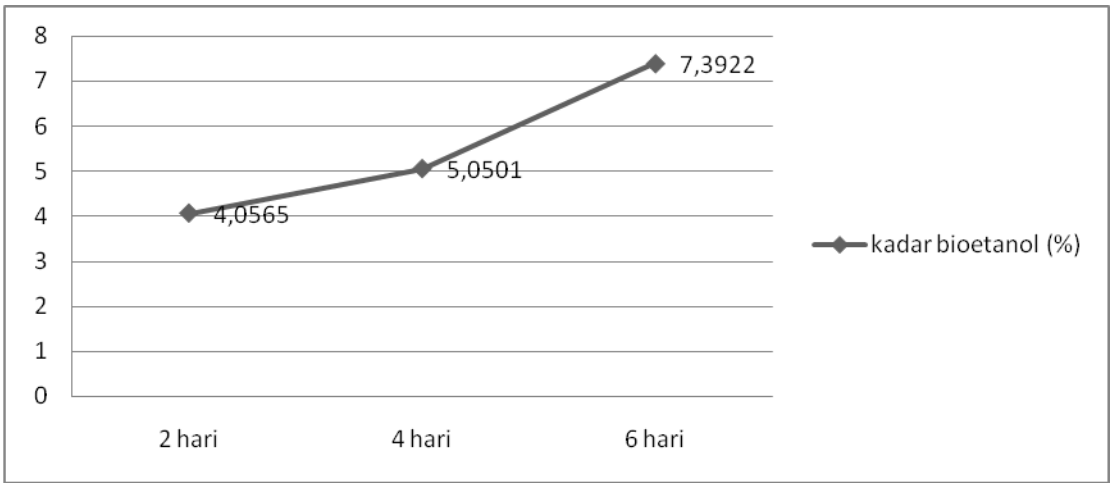
Kadar glukosa dalam penelitian ini dianalisis secara kuantitaif menggunakan metode Nelson-Somogyi dan menggunakan instrumen spektrofotometer visible. Spektrofotometer digunakan untuk menentukan absorbansi dari larutan tersebut yang dibandingkan dengan larutan glukosa standar . Dimana pada panjang gelombang 760 nm kadar glukosa yang diperoleh dari hasil hidrolisis tandan kosong kelapa sawit adalah sebesar 17,1051 %.

3.2.3. Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol

Pada proses fermentasi, jumlah mikroba dipengaruhi oleh lama fermentasi yakni semakin lama fermentasi jumlah mikroba semakin banyak dan produksi etanol semakin tinggi. Proses ini akan terhenti jika kadar etanol sudah meningkat sampai tidak dapat ditolerir lagi oleh sel-sel khamir. Tingginya kandungan etanol akan menghambat pertumbuhan khamir dan hanya mikroba yang toleran terhadap alkohol yang dapat tumbuh.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya lama fermentasi maka kadar bioetanol yang dihasilkan akan semakin tinggi dimana dapat dilihat dari tabel pada gambar 4.1 dapat kita bandingkan kadar bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi yang dilakukan dengan penambahan ragi sebanyak 6 gram dan variasi lama fermentasi 2, 4 dan 6 hari. Dimana kadar bioetanol paling kecil terjadi pada lama fermentasi 2 hari yaitu 4,0506 % Hal ini dikarenakan mikroba masih berada pada fase adaptasi dan aktivitas mikroba juga belum optimal untuk menguraikan glukosa menjadi bioetanol. Sedangkan pada lama fermentasi 4 hari dihasilkan kadar bioetanol yang semakin meningkat yaitu 5,0501 %. Pada hari keempat inilah mikroba berada pada fase eksponensial dan waktu paling optimum bagi mikroba untuk dapat menguraikan glukosa menjadi bioetanol. Kemudian jika lama fermentasi menjadi 6 hari, kadar bioetanol yang dihasilkan semakin meningkat yaitu 7,3922%.

Hal ini dikarenakan adanya aktivitas mikroba yang optimal dalam mengubah glukosa menjadi bioetanol. Semakin banyak mikroba yang ada maka akan semakin banyak alkohol yang terbentuk.



Gambar 3.2. Kurva Kadar Bioetanol Dengan Variasi Penambahan Ragi Roti Terhadap Lama Fermentasi

Tabel 3.1. Data Volume Titrasi $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ 0,393N dan Kadar Bioetanol Dari Hasil Fermentasi Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Berat ragi	Lama fermentasi	Volume titrasi (mL)			Rata-rata volume titrasi (mL)	Kadar etanol (%)
		I	II	III		
6 gram	2 hari	4,7	4,8	4,9	4,80	4,0506
	4 hari	3,3	3,4	3,5	3,40	5,0501
	6 hari	0.1	0,1	0,1	0,10	**7,3922**

4.Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh lama fermentasi terhadap kadar bioetanol dari fermentasi glukosa hasil hidrolisis selulosa tandan kosong kelapa sawit(E*laeis guineensis Jack*)dengan HCl 30% menggunakan ragi roti, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kadar selulosa yang diperoleh dari hasil isolasi selulosa tandan kosong kelapa sawit adalah 24,1298 % dan kadar glukosa yang diperoleh dari hasil hidrolisis selulosa tandan kosong kelapa sawit dengan HCl 30 % adalah sebesar 17,1051 % yang dianalisa dengan menggunakan metode Nelson Somogyi
2. Kadar bioetanol tertingi diperoleh pada lama fermentasi 6 hari dan dengan penambahan ragi 6 gram yaitu sebesar 7,3922 %

4.2. Saran

Kepada peneliti selanjutnya disarankan agar melakukan pemurnian etanol yang telah diperoleh dengan mendestilasi kembali etanol ataupun dengan menambahkan Zeolit untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalam etanol sehingga etanol yang diperoleh menjadi lebih murni dan lebih tinggi kadarnya dan menguji kemurniannya dengan Kromatografi gas sehingga diperoleh kadar etanol secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

Fauzi, Y. 2003. *Kelapa Sawit : Budi Daya, Pemanfaatan Hasil Dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*. Edisi Revisi. Depok : Penebar Swadaya.

Gozan. 2007. *Sakarifikasi Dan Fermentasi Bagas Menjadi Ethanol Menggunakan Enzim Selulase Dan Enzim Sellobiase*. Depok : Universitas Indonesia.

Hidayat, R. 2005. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjasi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Masa Depan Yang Ramah Lingkungan*. Bogor : Institut Pertanian Bogor

Ideris, A. 2007. *Acid Hydrolysis Of Pretreated Palm Oil Lignocellulosic Waste*. Babol: University of Mazandaran.

Judoamidjoyo, M. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Raja wali press.

Nurfadillah. 2011. *Pemamfaatan Selulosa Tanda Kosong Kelapa Sawit Dalam Pembuatan Bioetanol Secara Fermentasi Dengan Mengunakan Ragi Tape*. Medan : Universitas Sumatera Utara.

Ohwoauworhua, F. O. 2005. *Phosphoric Acid – Mediated Depolymerization And Decrystallization of α – Cellulose Obtained From Corn Cob : Preparation of Low Crystallinity Cellulose and Some Physicochemical Properties. Nigeria : Pharmacotherapy Group.*

Rikana, H. Dan Adam, R. 2000. *Pembuatan Bioethanol Dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape*. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.