

PEMBUATAN BIOETANOL DARI AIR KELAPA MELALUI FERMENTASI DAN DESTILASI-DEHIDRASI DENGAN ZEOLIT

Lusi Marlina¹⁾, Witri Nur Hainun²⁾
Teknik Kimia, Politeknik TEDC Bandung^{1),2)}
Email: lusi@poltektedc.ac.id¹⁾, witrinurhainun@poltektedc.ac.id²⁾

Abstrak

Bioetanol merupakan senyawa etanol hasil proses dari pengolahan mikroorganisme (fermentasi) biomassa seperti air kelapa, dengan bantuan mikroorganisme. Kandungan dari air kelapa berupa asam-asam amino, asam organik, dan mineral serta zat gula. Lebih dari setengah bagiannya adalah sukrosa dan sisanya adalah glukosa dan fruktosa. Sampel dipilih air kelapa segar yang diambil dari pedagang kelapa di Kota Cimahi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kadar bioetanol hasil dari proses aktivitas mikroorganisme (proses fermentasi) dengan bahan baku air kelapa dan dimurnikan dengan destilasi-dehidrasi menggunakan zeolite alam. Penelitian dilakukan dengan memfermentasikan air kelapa menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* kemudian di destilasi dengan suhu 70-80°C dan setelah itu di dehidrasi menggunakan variasi massa zeolit alam. Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu data primer yang dilakukan melalui cara analisis langsung pada sampel, dan data sekunder yang diperoleh dari literatur yang berhubungan dengan bioetanol yaitu SNI 7390:2012. Pengolahan data menggunakan rumus pendekatan kandungan gula yang tereduksi menggunakan metode Luff Schoorl dan pengujian massa jenis etanol.

Kata kunci : bioetanol, air kelapa, fermentasi, destilasi-dehidrasi, zeolit alam

Abstract

*Bioethanol is an ethanol compound that results from the processing of microorganisms (fermentation) of biomass such as coconut water, with the help of microorganisms. The content of coconut water is in the form of amino acids, organic acids, and minerals and sugars. More than half of it is sucrose and the rest is glucose and fructose. The sample was selected fresh coconut water taken from coconut traders in Cimahi City. The purpose of this study was to determine the levels of bioethanol resulting from the activity of microorganisms (fermentation process) with coconut water as raw material and purified by distillation-dehydration using natural zeolite. The research was conducted by fermenting coconut water using *Saccharomyces cerevisiae* then distilled at a temperature of 70-80°C and after that it was dehydrated using various natural zeolite masses. Data collection was carried out in two ways, namely primary data which was carried out through direct analysis of the sample, and secondary data obtained from literature related to bioethanol, namely SNI 7390: 2012. Data processing used a reduced sugar content approach formula using the Luff Schoorl method and ethanol density testing.*

Keywords: bioethanol, coconut water, fermentation, distillation-dehydration, natural zeolite

I. PENDAHULUAN

Konsumsi bahan bakar terus meningkat seiring laju pertumbuhan ekonomi diikuti dengan meningkatnya kuantitas penduduk yang mengakibatkan dunia mengalami krisis minyak. Secara umum pada saat ini kebutuhan energi masih bergantung pada penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, diperlukan inovasi-inovasi yang dapat mengkonversi bahan bakar yang bersumber dari fosil tersebut dengan membuat sumber daya terbarukan yaitu bioetanol.

Bioetanol merupakan senyawa etanol hasil fermentasi biomassa (zat gula, bahan berpati dan

bahan yang mengandung selulosa) dengan menggunakan mikroorganisme. Bahan-bahan bergula dan berpati tersebut terdapat pada bahan pangan seperti molasses, nira tebu, nira aren, nira nipah, ubi jalar, ubi kayu, jagung, dan nira kelapa.

Kandungan dari air kelapa adalah zat gizi, berupa protein 0,2 %, lemak 0,15%, karbohidrat 7,27 %, gula, vitamin, elektrolit dan hormon pertumbuhan. Kadar gula maksimum yaitu sebesar 3 gram per 100 ml air kelapa. Jenis-jenis zat gula yang ada berupa sukrosa, glukosa, fruktosa dan sorbitol sehingga kandungan glukosa pada air kelapa tersebut dapat di manfaatkan sebagai bioetanol.

Penelitian yang dilakukan oleh (Dominggus Malle, dkk, 2014) bahwa bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi air kelapa memiliki kadar etanol 73% atau 6,3 g/10 mL.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dari proses destilasi-dehidrasi menggunakan zeolit alam.
- b. Mengetahui pengaruh variasi berat zeolit yang digunakan pada proses dehidrasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

II. LANDASAN TEORI

Air Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera L*) adalah tumbuhan yang banyak memiliki manfaat dan keuntungan atau disebut juga dengan "*Tree of Life*". Tanaman kelapa tumbuh di daerah tropis termasuk Indonesia (Tenda E.T dan Kaumanung, 2007). Berikut ini adalah klasifikasi tumbuhan kelapa yang ditunjukkan oleh Tabel 1. :

Tabel 1. Klasifikasi tumbuhan kelapa

Kingdom	Plantae
Divisi	<i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Monocotyledoneae</i>
Ordo	<i>Palmales (Arecales)</i>
Family	<i>Palmales (Arecales)</i>
Genus	<i>Cocos</i>
Spesies	<i>Cocos nucifera L</i>

Kadar zat gula terbesar adalah 3 gr/ 100 ml nira kelapa. Macam-macam gula terkandung berupa sukrosa, glukosa, fruktosa dan sorbitol. "Zat gula mampu memberikan rasa air kelapa muda lebih manis dari air kelapa yang lebih tua" (Warisno, 2004). Air kelapa bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air kelapa kaya akan Kalium hingga 17%, selain itu juga air kelapa mengandung gula antara 1,7% - 2,6% dan protein 0,07% - 0,55%. Jenis kadungan mineral misalnya, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, P dan belerang (S). "Terdapat pula 2 hormon alami yaitu auksin dan sitokinin sebagai pendukung pembelahan sel embrio kelapa" (Agustina, 2014).

Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari biomassa (bahan bergula, berlignoselulosa, dan berpati) dengan cara difermentasikan menggunakan

bantuan mikroorganisme untuk mengubah menjadi etanol secara hayati (Gozan, 2014).

Dalam perkembangannya, produksi alkohol yang paling banyak digunakan adalah metode fermentasi dan distilasi. "Bahan baku yang dapat digunakan pada pembuatan etanol adalah gula (sukrosa) seperti air tebu, air nipah, air sorgum manis, air kelapa, nira aren, nira siwalan, sari buah mete; bahan berpati seperti tepung sorgum biji, sagu, singkong, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia dan bahan berselulosa (lignoselulosa) seperti kayu, jerami, batang pisang, bagas dan lain-lain" (LIPI, 2008).

Gula Reduksi

Karbohidrat adalah senyawa organik terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Senyawa ini terdiri dari molekul sederhana maupun kompleks (Manikharda, 2011). "Karbohidrat merupakan sumber energi bagi manusia, misalnya pati yang terkandung dalam beras 78,3%, singkong 34,6%, jagung 72,4%, dan talas 40%" (Budianto, 2009).

Fermentasi

Fermentasi bioetanol termasuk dalam proses fermentasi anaerob. Bila pertumbuhan dalam keadaan anaerobik, kebanyakan mikroorganisme lebih cenderung memfermentasi substrat karbohidrat agar didapat etanol bersama sedikit produk akhir

Destilasi

Perlakuan destilasi ini bisa memberikan atau meningkatkan kadar etanol hingga lebih dari 95%. Produksi etanol skala besar dengan proses melalui hidrasi alkena menggunakan *steam* dengan tambahan katalis (SiO₂) dengan lapisan asam fosfat. Proses produksi dengan cara mengalirkan pereaksi pada bagian *top* katalis dengan simultan. Pristiwa yang terjadi begitu cepat hingga diperoleh produk etanol yang memiliki kadar tinggi, dan hanya dibatasi oleh tersedianya bahan baku. "Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C (kondisi standar). Pada suhu 78°C etanol lebih dulu menguap dari pada air. Uap etanol dialirkan melalui pipa yang terendam air sehingga terkondensasi dan kembali menjadi etanol cair. Kondensasi atau proses pengembunan uap menjadi cairan, dan penguapan suatu cairan menjadi uap melibatkan perubahan fase cairan dengan koefisien pindah panas yang besar. Kondensasi terjadi apabila uap jenuh seperti steam bersentuhan dengan padatan yang temperaturnya dibawah temperatur jenuh sehingga membentuk cairan seperti air" (Geankoplis, 1983). Bila terdapat perbedaan besar

antar titik didih, proses distilasi dapat dilangsungkan pada tekanan yang lebih rendah, yang akan menurunkan titik didih senyawa dan memungkinkan distilasi berlangsung pada suhu rendah.

Dehidrasi

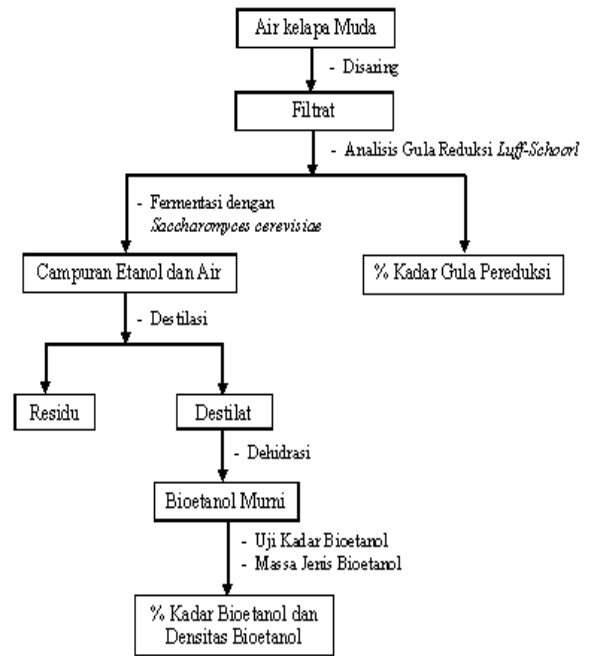
Dehidrasi/adsorpsi merupakan bagian proses pengentalan senyawa etanol dengan tahapan pemisahan bahan dari campurannya atau campuran lainnya, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan yang besar. Permukaan luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada permukaan tersebut. Pemilihan bahan adsorben didasarkan atas luas permukaannya yang besar.

Zeolit

Zeolit alam adalah zeolit yang ditambang langsung dari alam. Dengan demikian harganya jauh lebih murah daripada zeolit sintetis. Zeolit alam merupakan mineral yang jumlahnya banyak tetapi distribusinya tidak merata, seperti klinoptilolit, mordenit, phillipsit, chabazit dan laumontit. Namun zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, di antaranya mengandung banyak pengotor seperti Natrium, Kalium, Calsium, Magnesium dan besi serta ristalinitasnya kurang baik.

III. METODE PENELITIAN

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu air kelapa disaring kemudian filtrat dianalisis gula reduksi menggunakan metode Luff Schoorl, difermentasikan dengan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan hasil didestilasi - dehidrasi menggunakan zeolite alam. Jenis penelitian ini bersifat deskriptif yang bertujuan menggambarkan atau mendeskripsikan yang berhubungan dengan keadaan objektif, dengan langkah-langkah yang ditunjukkan pada Gambar 1. :



Gambar 1. Flowchart proses pembuatan bioetanol

Pembuatan Etanol dari Air Kelapa

1. Persiapan sampel
Sebanyak 1 liter air kelapa muda diperoleh dari pedagang kelapa di Pasar Antri Cimahi, selanjutnya disaring dan diambil filtratnya.
2. Pembuatan Larutan HCl 0,5 M
 - a. Ambil larutan HCl (konsentrasi 37%) sebanyak 4,14 ml ke dalam gelas ukur.
 - b. Kemudian masukkan ke dalam labu ukur
 - c. Tambahkan aquadest sampai 100 ml, kocok.
3. Analisis Kadar Gula Pereduksi Metode *Luff-Schoorl*
Analisis kandungan gula reduksi menggunakan metode Luff-Schoorl dengan cara sebagai berikut :
 - a. Timbang sampel air kelapa tua dan muda
 - b. Masukkan ke dalam labu ukur kemudian encerkan dengan aquadest sampai 100 ml, kocok
 - c. Masukkan 50 ml aquadest ke dalam erlemeyer kemudian pipet 10 ml larutan yang telah diencerkan
 - d. Tambahkan reagen Luff-Schoorl sebanyak 10 ml, lalu panaskan larutan selama 15 menit dan dinginkan
 - e. Tambahkan H₂SO₄ 6 N sebanyak 15 ml dan 1ml amilum 1 % sebagai indikator
 - f. Lalu titrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N sampai warna putih susu.

4. Aktivasi Zeolit
 - a. Perendaman Zeolit menggunakan larutan H_2SO_4 1M dengan waktu 3 jam
 - b. Lalu disaring, dicuci kemudian gunakan aquadest untuk merendam selama 2 jam
 - c. Selanjutnya ulang penyaringan, hasilnya kemudian dioven di suhu 200^0-300^0C selama 2,5 jam
5. Fermentasi
 - a. Sebanyak 100 ml filtrat dimasukkan ke dalam botol fermentor
 - b. Kemudian tambahkan 3 gr ragi dan 0,3 gr urea.
 - c. Lakukan fermentasi selama 3 hari pada suhu $27-32^0C$ dan atur pH tetap di 4,5 (jika pH turun tambahkan larutan NaOH)
6. Destilasi
Bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi kemudian didestilasi dengan suhu 70^0C-80^0C .
7. Dehidrasil
Etanol dari hasil destilasi kemudian didehidrasil menggunakan zeolit alam dengan variasi zeolit 10 gr, 20 gr dan 30 gr.

Pengujian Bahan dan Produk

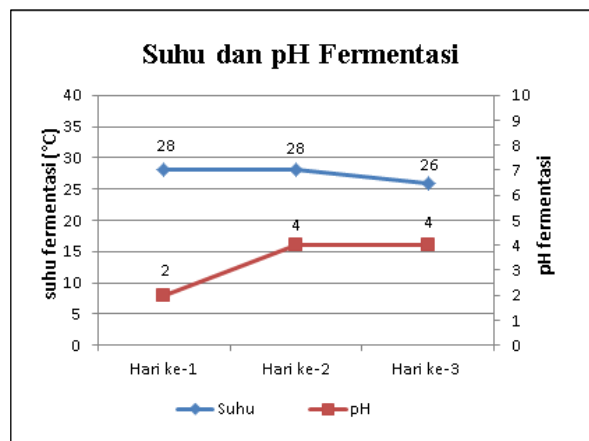
1. Densitas
Hasil dari dehidrasil menggunakan variasi zeolit diukur densitasnya dengan cara sebagai berikut:
 - a. Menimbang piknometer kosong, dalam keadaan bersih dan kering. Catat beratnya (a gram).
 - b. Lalu masukan bioetanol sampai terisi penuh. Catat beratnya (b gram).
2. Analisis Kadar Etanol
Bioetanol yang telah didehidrasil kemudian diukur kadarnya dengan menggunakan instrument Gas Chromatography.
3. Penentuan pH
Alat pH dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan *buffer* netral (pH 6,86) dan larutan *buffer* pH asam (4,01)

IV. PEMBAHASAN

Bahan baku pembuatan bioetanol yang digunakan pada penelitian ini adalah air kelapa muda. Pada proses fermentasi bioetanol diperlukan bahan dengan kandungan glukosa karena glukosa inilah yang akan diubah menjadi etanol pada saat fermentasi. Untuk mengetahui seberapa besar kandungan gula reduksi yang terkandung di dalam air kelapa maka dilakukan analisis kadar gula reduksi metode Luff-Schoorl. Penentuan gula pereduksi metode ini dengan cara titrasi menggunakan $Na_2S_2O_3$, dimana selisih kuprooksida dalam

campuran pra direaksikan memakai gula reduksi (titrasi blanko) setara dengan jumlah gula pereduksi yang terdapat pada bahan atau larutan (titrasi sampel). Untuk mengetahui batas titik akhir titrasi apabila tercapai maka diperlukan amilum indikator. Larutan yang mengalami perubahan warna dari warna biru berubah ke bening menunjukan titik akhir titrasi. Setelah didapat perbedaan volume titrasi blanko dan titrasi sampel kemudian dikorelasikan memakai tabel yang menunjukkan korelasi antara banyaknya Sodium tiosulfat dengan besarnya jumlah gula reduksi. Berdasarkan hasil pengolahan data yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 air kelapa memiliki kandungan gula reduksi sebesar 4,2555%. Setelah mengetahui kandungan gula reduksi air kelapa muda, maka langkah selanjutnya dilakukan proses fermentasi.

Pada saat proses fermentasi berlangsung dilakukan pengecekan suhu dan pH agar fermentasi berjalan optimum. Hasil pengecekan suhu dan pH ditunjukkan pada Gambar 2.

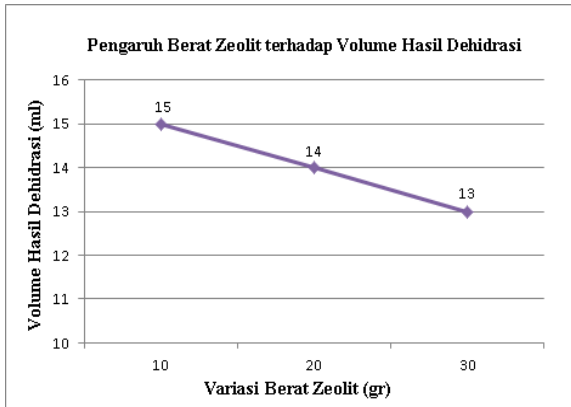


Gambar 2. Grafik suhu dan pH fermentasi

Berdasarkan Gambar 2. menunjukkan grafik suhu dan pH pada saat fermentasi berlangsung dimana pada hari ke-1 didapatkan pH 2 dan suhu 28^0C , kemudian pada hari ke-2 dan ke-3 terjadi kenaikan pH menjadi 4. Kenaikan pH menandakan bahwa terdapat aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* yang bekerja selama proses fermentasi berlangsung. Menurut Elevri dan Putra (2006) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dapat melakukan fermentasi secara optimal pada pH 4,5. Pada hari ke-3 terjadi penurunan suhu yang tidak begitu signifikan tetapi hal ini tidak sesuai, karena menurut Harahap (2003) untuk fermentasi optimum, suhu yang diperlukan pada kisaran $28^0C - 30^0C$ dan seiring waktu fermentasi berjalan terjadi kenaikan suhu yang disebut dengan reaksi endotermis.

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan proses destilasi-dehidrasi untuk mendapatkan bioetanol murni.

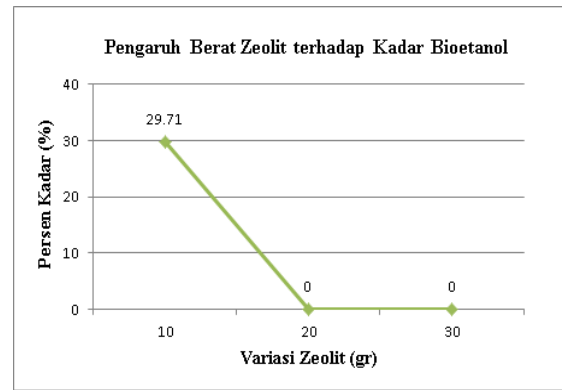
Hasil destilasi-dehidrasi kemudian diukur volumenya untuk mengetahui seberapa besar daya serap zeolit terhadap molekul air dalam larutan etanol. Data volume hasil dehidrasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengaruh berat zeolit terhadap volume hasil dehidrasi suhu dan pH fermentasi

Berdasarkan Gambar 3. terlihat bahwa hubungan antara variasi berat zeolit dan volume hasil dehidrasi berbanding terbalik dimana semakin banyak berat zeolit yang digunakan, maka volume bioetanol semakin sedikit. Berat zeolit yang paling optimum adalah 30 gram dengan volume hasil sebanyak 13 ml Hal ini sesuai, menurut Novitasari (2012) semakin banyak massa zeolit yang digunakan dan adanya konsentrasi larutan etanol mula-mula yang tetap, maka air yang terjerap akan semakin banyak sehingga dihasilkan kadar etanol yang lebih tinggi.

Kadar bioetanol yang didapatkan masih sangat rendah, hal ini disebabkan karena lamanya waktu dehidrasi yang dapat mempengaruhi kerja zeolit, semakin lama waktu dehidrasi maka tidak hanya air yang terabsorpsi tetapi etanol juga ikut terabsorpsi. Berikut ini disajikan grafik kadar etanol dengan menggunakan variasi zeolit 10, 20, dan 30 gram, yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengaruh berat zeolit terhadap kadar bioetanol

Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan bahwa proses destilasi-dehidrasi menggunakan zeolit 20 gram dan 30 gram tidak terdapat kadar bioetanol yang terukur, hal ini disebabkan etanol terabsorpsi sepenuhnya ke dalam zeolit, menurut Sherviena, dkk (2010) bahwa semakin lama waktu adsorpsi dan semakin kecil ukuran absorbent maka jumlah etanol yang terserap juga semakin banyak. Kadar etanol yang paling tinggi dari proses destilasi-dehidrasi didapatkan pada variasi zeolit 10 gram yaitu 29,71%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kadar bioetanol tertinggi diperoleh sebesar 29,71% yaitu menggunakan variasi zeolit 10 gram.
2. Dilakukan Massa jenis bipetanol yang diperoleh dari proses destilasi-dehidrasi yaitu sebesar 0.9167 gr/ml.

Dari penelitian ini didapat hal-hal telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa kemurnian bioetanol dari air kelapa dengan proses adsorpsi masih dapat ditingkatkan lebih dari 29,71 %. Adsorben zeolit alam yang didapatkan berpotensi digunakan sebagai adsorben yang selektif dalam memurnikan bioetanol.

Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian ini hal-hal yang penting diperhatikan, adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bioetanol dari air kelapa agar diperoleh kadar etanol dan kadar gula reduksi yang lebih tinggi, yaitu dengan variasi ragi, dan penambahan air tebu untuk meningkat kadar gula reduksi nya.
2. Perlu dilakukan kajian ulang mengenai lama waktu perendaman menggunakan zeolite alam.

3. Perlu alat yang lebih steril pada saat fermentasi dan pengukuran massa jenis agar hasil lebih akurat dan optimal.
4. Perlu dilakukan destilasi bertingkat untuk meningkatkan kadar etanol.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Gyta (2014). "Efektivitas Pemberian Air Kelapa Muda (*Cocos Nucifera*) Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Puti (*Pleurotus Ostreatus*)". Jurnal FMIPA, Universitas Pakuan.
- Budianto, A.K. (2009). Dasar-Dasar Ilmu Gizi. Malang:UMM Press.
- Elevri, Putra dan Surya R,P. (2006). "Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang". Akta Komindo. Vol 1.
- Gozan, Misri (2014). Teknologi Bioetanol Generasi-Kedua, Jakarta: Erlangga
- Geankoplis, GJ. (1983). Transport Process and Unit Operation, Second Edition, Allyn and Bacon, Inc, Boston, London, Sydney, Toronto.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). (2008). Jurnal Ekonomi dan Pembangunan. Vol XVI.
- Malle, Dominggus. Kapelle, I.B.D dan Lopulalan, Flourence (2014). "Pembuatan Bioetanol dari Limbah Air Kelapa Melalui Proses Fermentasi". Ind. J. Chem. Res. 2, 155-159.
- Manikharda. (2011). "Perbandingan Metode Dan Verifikasi Analisis Total Karbohidrat Dengan Metode Luff-Schoorl Dan Anthrone Sulfat". Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Novitasari, Dewi dan Kusumanigrum, Djati (2012). "Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Adsorpsi dan Distilasi Adsorpsi dengan Adsorbent Zeolit". Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. 1, (1), 534-539.
- Sherviena, A.A dan Putro Putro A.N.H, (2010). "Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi dengan Metode Adsorpsi Hidrofobik". Program Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Tenda, E. T dan Kaumanuang J. (2007). "Keragaman Fenotipik Kelapa Dalam di Kabupaten Paetan, Tulungagung dan Lumajang. Jawa Timur." Jurnal Buletin Palma (32): 22-29.