

---

## PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT NANAS MELALUI HIDROLISIS DENGAN ASAM

Ari Diana Susanti\*, Puspito Teguh Prakoso, Hari Prabawa  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 57126 Telp/fax: 0271-632112

\*Email: ariediana@uns.ac.id

**Abstract:** *Pineapple skin is an agricultural waste that has a carbohydrate content of about 10:54% and the skin of pineapple juice glucose levels by 17% so it can be utilized to ethanol. Hydrolysis reaction is so slow that the reaction requires a catalyst. The catalyst used in this study were hydrochloric acid (HCl). This study aims to Learn how to use the skin of pineapple waste as alternative raw material manufacture bioethanol. The variables studied were the concentration of hydrochloric acid, the hydrolysis and fermentation time. Sorghum starch hydrolysis process using a three neck flask equipment, mercury stirrer, heating mantle, cooling behind and a thermometer to measure temperature. Sampling for glucose analysis performed when the temperature reaches 100 °C every 45 minutes to obtain optimum glucose levels. Glucose samples were analyzed by using the Lane-Eynon. Data analysis showed the longer the higher the hydrolysis of the resulting glucose levels, but there are times when the glucose level will drop over time for glucose resulting damage due to continuous heating. In the fermentation process is carried out with fermentation time of 24 hours, 48jam, 72 hours, 96 hours, 120 hours fiber. The most optimum bacterial activity is a long fermentation for 96 hours. Distillation process carried out on the final results of ethanol fermentation and obtained the highest levels of 31.399%.*

**keyword :** *Pineapple skin, hydrolysis, fermentation, distillation, ethanol.*

### PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) di berbagai negara di dunia dalam beberapa tahun terakhir ini mengalami peningkatan tajam, tidak hanya pada negara-negara maju saja, tetapi juga di negara berkembang termasuk Indonesia.

Untuk mengantisipasi terjadinya krisis bahan bakar minyak bumi (BBM) pada masa yang akan datang, saat ini telah dikembangkan sumber energi yang baru dan terbarukan sekaligus ramah lingkungan. Energi terbarukan adalah energi yang dapat diperbaharui dan apabila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan habis. Jenis energi terbarukan meliputi biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin, dan energi samudera.

Etanol merupakan *biofuel*, dan mempunyai prospek baik sebagai pengganti bahan bakar cair dan gasohol dengan bahan baku yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan serta sangat menguntungkan secara ekonomi mikro terhadap komunitas pedesaan terutama petani.

Menurut keputusan menteri ESDM Nomor 32 Tahun 2008 "Bioetanol (E100) adalah produk etanol yang dihasilkan dari bahan baku

hayati dan biomasa lainnya yang diproses secara bioteknologi dan wajib memenuhi standar mutu (spesifikasi) sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan jika ingin digunakan sebagai bahan bakar alternatif".

Buah nenas (*Ananas comosus L. Merr*) merupakan salah satu jenis buah yang banyak terdapat di Indonesia dan mempunyai penyebaran yang merata. Selain dikonsumsi sebagai buah segar, nenas juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri minuman dan makanan. Selama periode 2008 – 2010 produksi nenas Indonesia rata-rata sebesar 1,46 juta ton/tahun. (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2010).

Dengan semakin meningkatnya produksi nenas, maka limbah yang dihasilkan akan semakin meningkat. Pemanfaatan sampah kulit nenas saat ini belum optimal, biasanya sampah kulit nenas hanya digunakan sebagai pakan ternak. Untuk menambah nilai ekonomis sampah kulit nenas maka dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan etanol dengan cara hidrolisa dan fermentasi dengan menambahkan yeast, serta pemurnian dengan distilasi.

Dan konsumsi buah nanas akan memberikan sampah berupa kulit yang cukup banyak yaitu sebesar 34,61% berat, yang masih mengandung kadar karbohidrat sekitar 10,54% dan dari penelitian pembuatan etanol dengan sari kulit nanas diketahui kadar glukosa sari kulit nanas sebesar 17%.

Diharapkan dari penelitian pembuatan etanol dengan sari kulit nanas dan dari penelitian saya ini dapat diperoleh data total tentang pembuatan etanol dari sampah kulit nanas.

## LANDASAN TEORI

### Nanas (*Ananas Comocus L. Mer*)

Bagian utama yang bernilai ekonomis dari nanas adalah buahnya. Buah nanas selain dikonsumsi segar juga diolah menjadi berbagai macam makanan dan minuman, seperti selai, buah dalam sirup dan lain-lain. Selain buahnya, bagian lain nanas dapat dimanfaatkan seperti kulit buah. Kulit buah nanas dapat dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak yang disebut silase.

Selama periode 2008 – 2010 produksi nanas Indonesia rata-rata sebesar 1,46 juta ton/tahun. (Badan Pusat Statistik Indonesia 2010). Dengan semakin meningkatnya produksi nanas, maka limbah yang dihasilkan akan semakin meningkat pula. Di bawah ini merupakan tabel analisis proksimat limbah kulit nanas:

**Tabel 1. Analisis proksimat kulit nanas berdasarkan berat basah**

Komponen	Rata-rata berat basah (%)
Air	86,70
Serat basah	1,66
Karbohidrat	10,54
Protein	0,69
Lemak	0,02
Abu	0,48

Sidharta (1989)

Menurut analisa diatas komponen terbesar dalam kulit nanas adalah air (86,7%) dan karbohidrat (10,54%). Karbohidrat terbagi menjadi tiga yaitu : monosakarida (glukosa dan fruktosa), disakarida (sukrosa, maltosa dan laktosa) dan polisakarida (amilum, glikogen dan selulosa). Menurut Hasnely dan Dewi (1997) kandungan gula reduksi pada filtrat kulit nanas sebesar 11,40 %. Mengingat kandungan gula yang cukup tinggi tersebut maka kulit nanas memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai

bahan baku pembuatan bioetanol melalui proses fermentasi.

### Etanol

Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen, sehingga dapat dilihat sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil dengan rumus  $C_2H_5OH$ .

Bioetanol direkayasa dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (hidrolisis dan fermentasi). (Rama Prihandana, 2007)

Kegunaan etanol antara lain sebagai berikut :

- Campuran dalam minuman
- Farmasi : sebagai pelarut untuk membuat esen, ekstrak dan sebagainya.
- Untuk sintesis : misalnya eter, yodoform, kloroform dan sebagainya.
- Larutan 70% dipakai sebagai anti septik.
- Dipakai sebagai pegawet contoh-contoh biologik. (Riawan, 1990)
- Campuran 85% bensin dengan 15% etanol memiliki angka oktan yang lebih tinggi, hal ini berarti mesin dapat terbakar lebih panas dan lebih efisien. Karena etanol sangat korosif terhadap sistem pembakaran, meliputi selang, gasket karet, aluminum, dan ruang pembakaran maka untuk campuran etanol konsentrasi tinggi (100%), mesin perlu dimodifikasi dengan bahan *stainless steel* yang lebih mahal.

(www.id.wikipedia.org)

### Hidrolisa

Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah atau terurai. Reaksi ini merupakan reaksi orde satu, karena air yang digunakan berlebihan, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan.

Ada beberapa hidrolisa yaitu :

- Hidrolisa murni, sebagai reaktan hanya air. Kelemahan zat penghidrolisa ini adalah prosesnya lambat kurang sempurna dan hasilnya kurang baik. Biasanya ditambahkan katalisator dalam industry. Zat penghidrolisa air ditambahkan zat-zat yang sangat reaktif. Untuk mempercepat reaksi dapat juga digunakan uap air pada temperatur tinggi.
- Hidrolisa dengan katalis larutan asam, bisa berupa asam encer atau pekat. Asam biasanya berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air dari kadar asam yang encer. Umumnya kecepatan reaksi sebanding dengan ion  $H^+$  tetapi pada konsentrasi yang tinggi hubungannya tidak terlihat lagi. Di dalam industri asam yang dipakai adalah  $H_2SO_4$  dan HCl.

3. Hidrolisa dengan katalis larutan basa, bisa berupa basa encer atau pekat. Basa yang dipakai adalah basa encer, basa pekat dan basa padat. Reaksi bentuk padat sama dengan reaksi bentuk cair. Hanya reaksinya lebih sempurna atau lebih reaktif dan hanya digunakan untuk maksud tertentu, misalnya proses peleburan benzene menjadi phenol.
4. Hidrolisa dengan katalis enzim. Suatu zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme, biasanya digunakan sebagai katalisator pada proses hidrolisa. Penggunaannya dalam industry misalnya pembuatan alkohol dari tetes tebu oleh enzim.

(Groggins, 1958)

Reaksi hidrolisa bisa terjadi pada semua ikatan yang menghubungkan monomer yang satu dengan yang lainnya sehingga diperoleh produk berupa glukosa. (Kirk, 1960)

Asam yang biasa digunakan adalah asam asetat, asam fosfat, asam klorida dan asam sulfat. Asam sulfat banyak digunakan di Eropa dan asam klorida banyak digunakan di Amerika. Diantara asam-asam tersebut, asam klorida merupakan asam yang paling sering digunakan terutama untuk industri makanan karena sifatnya mudah menguap sehingga memudahkan pemisahan dari produknya. Selain itu asam tersebut dapat menghasilkan produk yang berwarna terang. (Kirk, 1960).

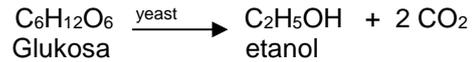
Kondisi proses hidrolisa untuk suatu bahan berbeda dengan kondisi proses untuk bahan lain. Hal ini disebabkan jenis dan komposisi pati suatu bahan berbeda dari jenis dan komposisi bahan lainnya. (Kirk, 1960)

Laju proses hidrolisa pati akan bertambah oleh kenaikan suhu maupun konsentrasi asam tetapi akan menurun pada konsentrasi pati yang tinggi. Pada suhu kurang dari 100 °C, proses hidrolisa berjalan dengan lambat, tetapi pada suhu lebih dari 100 °C gula pereduksi yang dihasilkan mempunyai kecenderungan menjadi gelap. (Matz, 1970)

### Fermentasi

Proses fermentasi merupakan proses biokimia dimana terjadi perubahan-perubahan atau reaksi-reaksi kimia dengan pertolongan jasad renik penyebab fermentasi tersebut bersentuhan dengan zat makanan yang sesuai dengan pertumbuhannya. Akibat terjadinya fermentasi sebagian atau seluruhnya akan berubah menjadi alkohol setelah beberapa waktu lamanya.

Fermentasi oleh yeast, misalnya *Sacharomyces cereviseae* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO<sub>2</sub> melalui reaksi sebagai berikut:



Reaksi ini merupakan dasar dari pembuatan tape, brem, anggur minuman lain-lain. (Fessenden, 1982).

Pada proses ini glukosa difermentasikan dengan enzim *zimase/ invertase* yang dihasilkan oleh *Sacharomyces cereviseae*. Fungsi enzim *zimase* adalah untuk memecah polisakarida (pati) yang masih terdapat dalam proses hidrolisis untuk diubah menjadi monosakarida (glukosa). Sedangkan enzim *invertase* selanjutnya mengubah monosakarida menjadi alkohol dengan proses fermentasi.

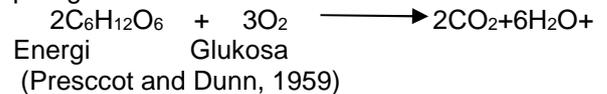
### Pembuatan starter

Starter adalah inokulasi yeast dari biakan murni. Yeast yang digunakan adalah *Sacharomyces cereviseae*.

Tujuan pembuatan starter:

- Memperbanyak jumlah yeast, sehingga dihasilkan lebih banyak, reaksi biokimianya akan berjalan dengan baik.
- Melatih ketahanan yeast

Untuk tujuan tersebut yang penting diperhatikan adalah zat asam yang terlarut. Oleh karena itu botol pembuatan starter cukup ditutup dengan kapas dan kertas saring, dikocok untuk memberi aerasi. Aerasi ini penting karena pada pembuatan starter tidak diinginkan terjadi peragian alkohol.



### Distilasi

Distilasi adalah suatu metode operasi yang digunakan pada proses pemisahan suatu komponen dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih komponen dengan menggunakan panas sebagai tenaga pemisah. (Brown, 1987)

Pada proses distilasi, fase uap akan segera terbentuk setelah larutan dipanaskan. Uap dan cairan dibiarkan mengadakan kontak sehingga dalam waktu yang cukup semua komponen yang ada dalam larutan akan terdistribusi dalam fase membentuk distilat. Dalam distilat banyak mengandung komponen dengan tekanan uap murni lebih tinggi atau mempunyai titik didih lebih rendah. Sedangkan komponen yang tekanan uap murni rendah atau titik didih tinggi sebagian besar terdapat dalam residu.

Prinsip dasar inilah yang membedakan pengertian tentang proses pemisahan secara distilasi dengan proses evaporasi atau drying walaupun ketiganya menggunakan panas sebagai tenaga pemisahannya. (Geankoplis, 1983)

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini Kulit Nanas, Asam klorida (HCl), Natrium Hidroksida (NaOH), Urea, *Saccharomyces Cereviceae*, Indikator *Methylen Blue*, Fehling A, Fehling B, Aquadest.

Alat utama yang digunakan adalah pemanas mantel, labu leher tiga, pendingin balik, oven, erlenmeyer, kompor listrik dan buret.

### Cara Penelitian

Sampah kulit nanas dipotong kecil-kecil dan ditambah air kemudian digiling hingga berbentuk seperti bubur dan dipisahkan airnya. Melakukan uji kadar air dan kadar patinya. Setelah itu, bubur kulit nanas dihidrolisa dengan variasi waktu hidrolisa setiap 45 menit dan konsentrasi HCl (0,1 N; 0,2 N; 0,3 N) dan dilakukan uji kadar glukosanya hingga diperoleh kadar glukosa yang paling optimal.

Larutan hasil hidrolisa kemudian disaring dan difermentasi menggunakan yeast *Sacharomyces cereviceae* dengan variasi waktu (24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, dan 120 jam). Larutan hasil fermentasi kemudian didistilasi untuk memurnikan etanolnya dari air. Setelah itu, melakukan perhitungan konversi glukosa dan uji kadar etanol.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Bahan Baku

Pada analisa kadar air dilakukan dua kali pengambilan sampel dan didapat kadar air kulit nanas berkisar antara 49,42% - 68,31%. Sedangkan analisa kadar pati terhadap kulit nanas yang dilakukan dengan melarutkannya dalam air bersuhu 80°C memberikan hasil yang lebih besar (23,72 %). Dibandingkan, pelarut dengan air bersuhu 30°C (15,88 %).

### Proses Hidrolisa Asam

Hidrolisa dilakukan terhadap bubur kulit nanas. Variasi yang dilakukan adalah suhu air pelarut (30°C dan 80°C), variasi konsentrasi HCl (0,1 N; 0,2 N; 0,3 N). Pengamatan dilakukan terhadap kadar glukosa setiap 45 menit hingga 180 menit.

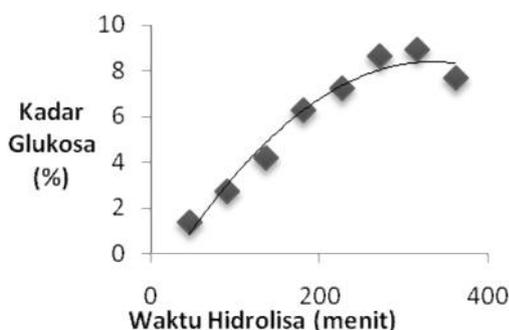
**Tabel 2. Data Analisa Kadar Glukosa Hasil Hidrolisa**

Sampel	I	II
45	1,3 %	2,2 %
90	2,7 %	3,2 %
135	4,2 %	4,2 %
180	6,3 %	6,3 %
225	7,3 %	7,0 %
270	8,7 %	9,6 %
315	8,9 %	9,1 %
360	7,7 %	6,3 %

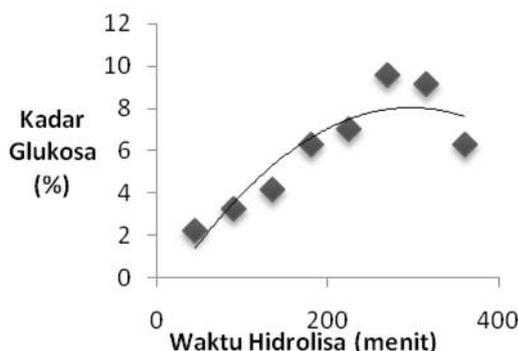
Kadar Glukosa terbesar diperoleh dari proses hidrolisa menggunakan konsentrasi HCl 0,3 N, dan suhu pelarut 80°C. Kadar glukosanya masih terus meningkat dan belum mengalami titik maksimal. Maka, dilakukan hidrolisis pada kondisi tersebut dengan bahan yang baru hingga kadar glukosanya menurun.

**Tabel 3. Data Analisa Hasil Hidrolisa dengan Variasi waktu**

Sampe	0,1 N		0,2 N		0,3 N	
	30°C	80°C	30°C	80°C	30°C	80°C
45	1,79	1,77	1,87	2,49	2,23	3,29
	%	%	%	%	%	%
90	2,76	3,55	3,15	3,81	3,45	4,57
	%	%	%	%	%	%
135	3,29	4,19	4,30	5,31	5,72	7,01
	%	%	%	%	%	%
180	3,80	4,26	4,94	6,27	6,31	9,02
	%	%	%	%	%	%



**Gambar 1. Grafik hubungan kadar glukosa pada setiap waktu untuk konsentrasi HCl 0,3 N pada sampel 1**



**Gambar 2. Grafik hubungan kadar glukosa pada setiap waktu untuk konsentrasi HCl 0,3 N pada sampel 2**

Kadar Glukosa terbesar didapat pada variasi 270-315 menit dengan kadar berkisar antara 8,958 % dan 9,594 %. Pada jenis nanas dan tingkat kematangan.

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrolisa maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan, tetapi ada saat dimana kadar glukosa akan turun pada waktu tertentu karena glukosa yang dihasilkan mengalami kerusakan karena pemanasan yang terus menerus.

#### Proses Fermentasi

Fermentasi dilakukan terhadap larutan hasil hidrolisa bubur kulit nanas yang telah disaring terlebih dahulu. Variasi yang dilakukan adalah waktu fermentasi (24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, dan 120 jam). Pengamatan dilakukan terhadap konversi glukosa setiap 24 jam hingga 120 jam.

**Tabel 4. Data Analisa Hasil Fermentasi**

Waktu fermentasi	Glukosa awal	Berat Etanol	Konversi glukosa
24 jam	262,131 gr	3,292 gr	2,453 %
48 jam	257,171 gr	11,358 gr	8,628 %
72 jam	247,462 gr	51,538 gr	40,68 %
96 jam	283,735 gr	85,141 gr	58,62 %
120 jam	250,992 gr	67,923 gr	52,87 %

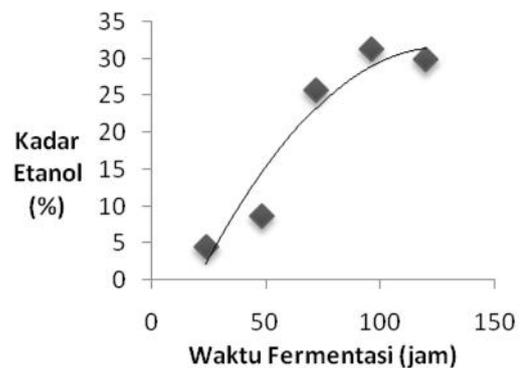
Pada proses fermentasi, glukosa akan terkonversi menjadi etanol oleh yeast *Sacharomyces cereviceae*. Perbedaan lama fermentasi mengakibatkan perbedaan konversi glukosa. Hal ini dikarenakan pertumbuhan dan aktivitas bakteri *Sacharomyces cereviceae* selalu berubah sehingga konversi glukosa juga akan berubah. Aktivitas bakteri yang paling optimum adalah dalam lama fermentasi 96 jam dengan kadar konversi glukosa hasil 58,62 %. Setelah waktu 96 jam konversi glukosa akan menurun karena penurunan aktivitas bakteri akibat pertumbuhan bakteri yang cepat tidak diimbangi dengan nutrisi yang cukup dan bakteri akan mati karena kehabisan nutrisi.

#### Proses Distilasi

Proses distilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari air. Distilasi dilakukan dalam waktu 2 jam dan pada suhu 105°C. Pengamatan dilakukan terhadap kadar etanol dari hasil fermentasi selama 24 jam hingga 120 jam.

**Tabel 5. Data Analisa Distilasi Larutan Fermentasi**

Volume fermentasi (ml)	Waktu fermentasi (jam)	Suhu saat terjadi tetesan (°C)		Volume etanol (ml)	Kadar etanol (%)
		T distilat	T residu		
568	24	78	102	74	4,50
532	48	78	102	132	8,77
520	72	78	102	210	25,70
580	96	78	102	290	31,39
560	120	78	102	240	29,86



**Gambar 3. Grafik hubungan kadar etanol dengan waktu fermentasi**

Setelah dilakukan proses distilasi dalam waktu yang sama kadar etanol dari larutan fermentasi yang memiliki kadar etanol yang paling tinggi adalah 31,399 %. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu fermentasi dari larutan fermentasi maka glukosa yang terkonversi menjadi etanol oleh bakteri *Saccharomyces cereviceae* semakin besar.

#### KESIMPULAN

Dari percobaan pembuatan bioetanol dari sampah kulit nanas adalah:

1. Proses hidrolisa 0,3 N waktu reaksi 270 sampai 315 menit menghasilkan kadar glukosa terbesar yaitu 8,958 - 9,594 %.
2. Proses fermentasi pada waktu 4 hari dan berat yeast 6 gram paling optimum karena menghasilkan kadar etanol 31,399% dan konversi glukosa 58,62 %.
3. Kadar etanol total yang diprediksi diperoleh sebesar 31,399 %

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G.G., 1987, *Unit Operations*, John Wiley and Sons Inc, New York
- Dwijdoseputro, 1984. Dasar-dasar Mikrobiologi. Djambatan. Malang.
- Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S., 1982, *Kimia Organik*, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Processes and Unit Operation*, Prentice Hall Inc, New York.
- Groggins, P H, 1958, *Unit process in Organic Syntetic*, 5<sup>th</sup> ed., McGrawHill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- Hasnelly, Sumartini, dan Dewi, 1997. Pengaruh Penambahan Konsentrasi *Sacharomyces Cerevisiae* dan Amonium Phospat pada Pembuatan Nata Kulit Nanas. Prosiding SNTKI. Bandung.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1960, *Encyclopedia of Chemical Technology The Interescience Encyclopedia Inc.*, New York.
- Matz, S.A., 1970, *Sereal Technology*, The Avi Publishing. Co., Inc., West Port, Connecticut.
- Perry. R.H, 1984. Perry Chemical Engineering Hands Book. Mc Graw Hill. Singapore.
- Presscot, S.C. and Dunn, C.G., 1959, *Industrial Mycrobiology*, 3<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Book Inc, New York.
- Riawan. S, 1989. Kimia Organik. Bina Rupa Aksara. Jakarta.
- Winarno, F.G. dan Rahayu, T., 1984, *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminasi*, Sinar Harapan, Jakarta
- <http://id.wikipedia.org/wiki/etanol> [ diakses november 2011 ]
- <http://www.BPS.com>. [ diakses oktober 2011]