



## PEMBUATAN BIOETANOL HASIL HIDROLISA BONGGOL PISANG DENGAN FERMENTASI MENGGUNAKAN *SACCAROMYCESS CEREVICEAE*

Nurjati Solikhin, Arum Sakti Prasetyo, Luqman Buchori \*)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

### Abstrak

Bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dapat juga diartikan sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan bioetanol dari bonggol pisang secara hidrolisa asam dan fermentasi menggunakan mikroba *Saccaromyces cereviceae*. Pada penelitian ini menggunakan variable tetap untuk hidrolisa yaitu suhu  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , konsentrasi HCl 0,1 N dan untuk fermentasi pH: 5, suhu:  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (suhu kamar), dengan mikroba *Saccaromyces cereviceae*. Sedangkan untuk variabel berubah yaitu penambahan starter (4%, 6%, 8 % starter) dan waktu fermentasi (1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari). Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa pada variabel penambahan starter dan lama fermentasi diperoleh kadar etanol paling tinggi adalah pada starter 4%, fermentasi 4 hari yaitu 10,03% v/v, untuk starter 6%, fermentasi 4 hari yaitu 11,19% v/v, dan untuk starter 8%, fermentasi 5 hari yaitu 12,20% v/v. Sedangkan kadar total (ml etanol / kg bonggol pisang) tertinggi adalah pada penambahan starter 8% dan lama fermentasi 5 hari yaitu 912.9003 (ml etanol / kg bonggol pisang). Pada fermentasi ini menggunakan substrat bonggol pisang dengan kadar air 22,25% dan kadar glukosa setelah dihidrolisa adalah 13,56%.

**Kata kunci:** Bioetanol, fermentasi, *Saccaromyces cereviceae*, kadar etanol, dan kadar total

### Abstract

Ethanol ( $C_2H_5OH$ ) is the liquid from the fermentation of sugars from carbohydrate sources using the help of microorganisms. Bioethanol can also be interpreted as a chemical that is produced from foodstuffs containing starch, such as cassava, sweet potato, corn, and sago. This study was conducted to obtain bioethanol from banana weevil in acid hydrolysis of microbial fermentation and using *Saccaromyces cereviceae*. In this study using a variable that is fixed for the hydrolysis temperature of  $80^{\circ}\text{C}$  and a concentration of 0.1 N HCl and for fermentation pH:5, temperature:  $30^{\circ}\text{C}$  (room temperature), by microbial *Saccaromyces cereviceae*. As for the variable change is the addition of starter (4%, 6%, 8% starter) and fermentation time (1 day, 2 day, 3 day, 4 days, 5 days). In this study obtained results that the addition of starter and long variables derived fermentation ethanol content is highest at 4% starter, fermentation 4 days ie 10.03% v / v, for starters 6%, 4 days of fermentation that is 11.19% v/v, and 8% for the starter, fermentation of 5 days ie 12.20% v / v. While the levels of total (ml ethanol / kg of banana weevil) is highest in the addition of starter 8% and 5 days is a long fermentation 912.9003 (ml ethanol / kg of banana weevil). In this fermentation using banana weevil substrate with a water content of 22.25% and glucose levels after hydrolyzed is 13.56%.

**Keywords:** Bioethanol, fermentation, *Saccaromyces cereviceae*, ethanol levels, and levels of total

### PENDAHULUAN

Penurunan cadangan sumber daya energi konvensional serta meningkatnya populasi manusia sangat kontradiktif dengan kebutuhan energi bagi kelangsungan hidup manusia beserta aktivitas ekonomi dan sosialnya. Kurang lebih 90% bioetanol dunia berasal dari tanaman pangan, dimana 60% berasal dari gula tebu dan gula bit, sedangkan sisanya adalah bahan berpati terutama pati jagung (Zaldivar *et al.*, 2001). Telaah menyarankan bahwa bahan baku pati tradisional merupakan biomassa yang melimpah karena mengandung lignoselulosa, polisakarida (selulosa dan hemiselulosa) tinggi dan biaya yang rendah (Fujii *et al.*, 2009).

Dalam penelitian ini digunakan umbi batang (bonggol) pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena bonggol pisang memiliki komposisi 76% pati, 20% air, sisanya adalah protein dan vitamin (Yuanita dkk, 2008). Metode hidrolisis asam nampaknya solusi yang paling tepat, dimana memiliki keuntungan antara lain tidak adanya kebutuhan loading enzim karena harga enzim yang relative mahal, hasil etanol lebih tinggi, dan mengurangi resiko kontaminasi, gula hasil hidrolisis tidak menghambat proses hidrolisis itu sendiri dan reaksi

\*) Penulis Penanggung Jawab (Email : [luqmanbuchori@undip.ac.id](mailto:luqmanbuchori@undip.ac.id))

jauh lebih cepat dibandingkan dengan hidrolisis enzim. Selain itu metode ini tidak memerlukan *pretreatment* bahan baku yang lama untuk siap dihidrolisa, sehingga dapat menekan tingginya biaya produksi.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan kadar etanol yang terbaik dari hasil dekomposisi mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* terhadap bonggol pisang, mendapatkan persentase starter dan waktu terbaik untuk menghasilkan etanol pada proses fermentasi, menghitung kadar total bioetanol dari bonggol pisang dengan mengetahui kondisi operasi dari masing-masing variable.

Manfaatnya masyarakat dapat mengurangi limbah tanaman pisang khususnya bonggol pisang dan mengolahnya menjadi bioetanol sehingga dapat menaikkan nilai tambah bonggol pisang menjadi bahan kimia yang bernilai ekonomis, industri etanol di Indonesia dapat memanfaatkan bonggol pisang sebagai alternatif bahan dasar pembuatan bioetanol, sebagai referensi dan pengembangan potensi bonggol pisang sebagai bahan baku biomassa untuk pembuatan bioetanol.

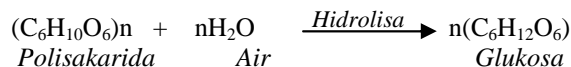
Bonggol pisang dapat dimanfaatkan untuk diambil patinya, pati ini menyerupai pati tepung sagu dan tepung tapioca (Yuanita dkk, 2008). Potensi kandungan pati bonggol pisang yang besar dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bakar yaitu, bioetanol. Hal ini karena bonggol pisang memiliki kadar pati tinggi, potensi hasil yang tinggi, selain itu juga umur panen dan usaha tani lebih fleksibel (Prihandana, 2007).

**Tabel 2.1.** Komposisi kimia bonggol pisang

Komponen	Basah	Kering
Pati (%)	96	76
Kalori (%)	43	425
Protein (%)	0,6	3,4
Karbohidrat (%)	11,6	66,2
Ca (%)	60	150
P (%)	0,5	2
Fe (%)	0,11	0,04
Vitamin (%)	12	4
Air (%)	86	20

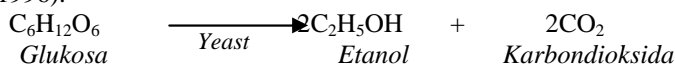
(Dir. Gizi, 1979).

Hidrolisa pati merupakan perubahan molekul pati menjadi monomernya atau unit-unit penyusunnya seperti glukosa (Trifosa, 2007). :



Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap proses hidrolisis antara lain, waktu hidrolisis, ukuran partikel, konsentrasi katalis, pengadukan, suhu hidrolisis.

Fermentasi adalah perubahan 1 mol glukosa menjadi 2 mol etanol dan 2 mol  $\text{CO}_2$ . (Fardiaz, 1992), dengan mengaktifkan mikroba tertentu dengan tujuan mengubah sifat bahan agar dihasilkan suatu yang bermanfaat (Widayati dan Widalestari, 1996).



Penelitian yang telah dilakukan antara lain adalah para peneliti dari Pusat Studi Energi (PSE) Terbarukan Universitas Tanjungpura (Untan) Pontianak telah melakukan kajian awal pemanfaatan pisang sebagai bahan baku biofuel dan sudah dicoba di sepeda motor. Dalam suatu studi dengan bahan baku pisang matang dan proses fermentasi dengan menggunakan ragi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ragi dengan fermentasi yang baik, yang dapat meningkatkan etanol hasil dan meminimalkan biaya produksi, dapat diperoleh dari kulit pisang masak. Benitez *et. al*, (1983), menjelaskan bahwa ragi yang dapat tumbuh dengan baik sebesar 10% (V/V) dan cukup baik sebesar 15% (V/V) ethanol.

## METODE PENELITIAN

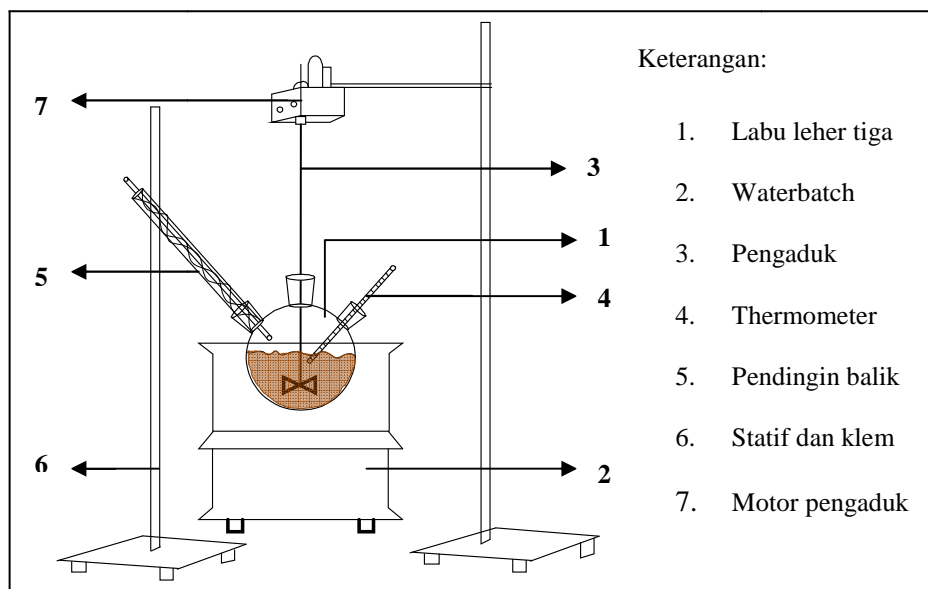
### Alat dan Bahan yang digunakan

Pembuatan tepung (pati) bonggol pisang, Menambahkan 800 ml air kedalam 100 gram tepung (pati) bonggol pisang. Memasukkannya kedalam labu leher tiga dilengkapi pengaduk dan kontrol suhu. Menambahkan HCl sebanyak 10 ml. Memanaskan labu dengan suhu 80 °C dan kemudian mengaduknya selama 60 menit. Menyaring bubur hasil hidrolisa untuk dipisahkan dari residunya. Menganalisa kandungan glukosa yang terdapat dalam filtrat dengan analisa fehling.

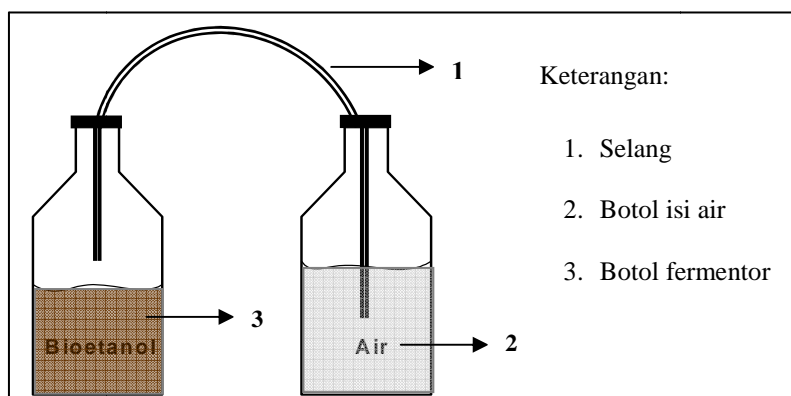
Pembuatan Starter, Membuat larutan glukosa dengan menambahkan 25 gram glukosa anhidrat 0,0025N dan aquades 500 ml. Menambahkan 0,2 gram Ammonium sulfat, 0,2 gram Urea, dan 0,2 gram Magnesium sulfat sebagai nutrisi. Mendidihkan larutan agar steril. Setelah larutan benar-benar mendidih kemudian didinginkan pada suhu kamar. Menimbang ragi roti fermipan yang mengandung biakan murni *Saccaromyces cereviceae* sebanyak 5 gram. Melarutkan ragi kedalam 20 ml aquades dan memanaskan pada suhu  $\pm 43$  °C. Menambahkannya kedalam larutan gula tersebut. Mengatur pHnya antara 4-5 dan Mengaerasi larutan selama 2 hari dengan menggunakan aerator.

Proses Fermentasi, Mengatur suhu dan pH larutan hidrolisa pada keadaan  $30^{\circ}\text{C}$  dan  $\text{pH} = 5$  dengan menambahkan NaOH. Memasukkan starter kedalam larutan hidrolisa sebanyak 4%, 6%, dan 8%. Memasukkan kedalam botol fermentor dan menginkubasi selama 1, 2, 3, 4, dan 5 hari pada suhu kamar. Memisahkan dengan centrifuge.

Analisa yang dilakukan adalah analisa bahan baku, analisa kadar air, analisa kadar glukosa hasil hidrolisa, analisa produk dan analisa data.



**Gambar 3.1.** Rangkaian alat hidrolisa



**Gambar 3.2.** Rangkaian alat fermentasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Kadar Air

Pada penelitian ini menggunakan bahan dari bonggol pisang, berdasarkan analisa kadar air bonggol pisang yang kami gunakan adalah 22,25%. Berdasarkan referensi Dirjen Gizi tahun 1979 kadar air pada bonggol pisang basis kering adalah 20%.

### Analisa Proses Hidrolisis

#### a. Kadar Glukosa Hasil Hidrolisa

Bonggol pisang memiliki kandungan glukosa yang akan difermentasi menjadi etanol. Setelah pati bonggol pisang dihidrolisa maka terbentuklah cairan yang mengandung glukosa. Berdasarkan analisa dengan fehling, bonggol pisang yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kadar glukosa 13,56%. Menurut Munadjim (1993), kadar glukosa yang dimiliki bonggol pisang mencapai 10-18%.

#### b. Konversi reaksi hidrolisa

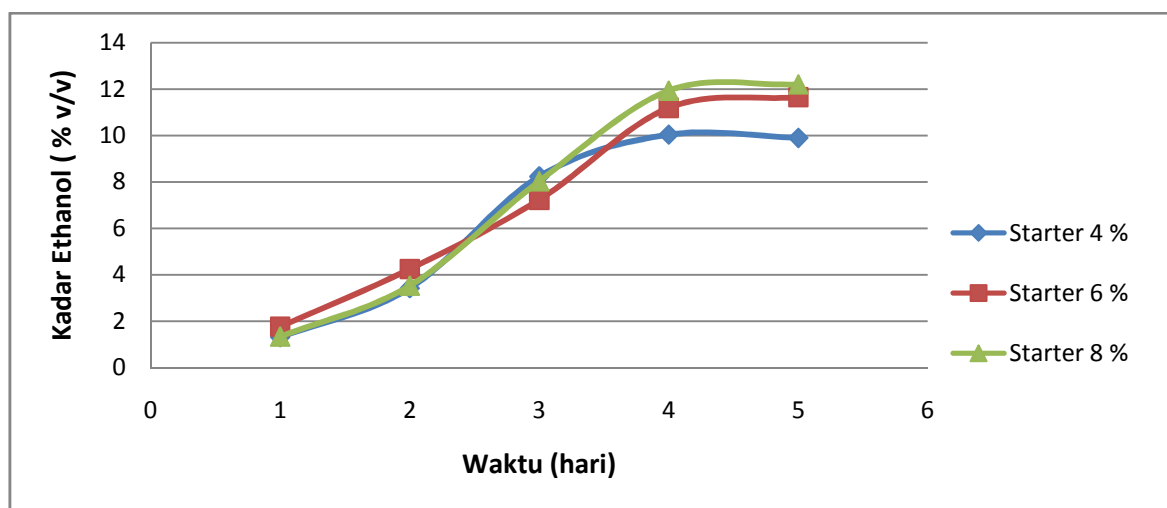
Bonggol pisang dengan kadar glukosa 13,56% maka berdasarkan perhitungan didapatkan konversi reaksi hidrolisa pati bonggol pisang menjadi glukosa adalah 85,095%, dan konsentrasi glukosa terbentuk 1,159 mol/L.

### Analisa Proses Fermentasi

a. Pengaruh jumlah starter yang ditambahkan dengan konversi glukosa

**Tabel 4.1.** Hasil analisa kadar dari berbagai penambahan starter

Variable fermentasi	Waktu (hari)	Konversi glukosa (% mol)	Kadar etanol (% v/v)
4 % starter	1	9.690959	1,310
	2	25.30006	3,420
	3	60.88289	8,230
	4	74.19871	10,03
	5	73.16304	9,890
6 % starter	1	13.01991	1,760
	2	31.36616	4,240
	3	53.48521	7,230
	4	74.93848	11,19
	5	86.18295	11,65
8 % starter	1	9.912889	1,340
	2	26.11380	3,530
	3	59.40336	8,030
	4	88.25430	11,93
	5	90.25168	12,20



**Gambar 4.1.** Hubungan waktu fermentasi dengan kadar etanol dari berbagai starter

Dari grafik diatas pada hari ke-1 dan ke-2 dengan penambahan starter 6% dihasilkan kadar etanol yang lebih besar dibandingkan dengan starter 4% dan 8%. Hal ini disebabkan pertumbuhan *saccaromycess cereviceae* lebih cepat seiring dengan banyaknya persediaan makanan (substrat) dan *saccaromycess cereviceae* telah beradaptasi terhadap lingkungan dengan baik. Sedangkan pada hari ke-4 dan ke-5 penambahan starter 8% dihasilkan kadar etanol lebih besar dibandingkan dengan starter 4% dan 6%. Hal ini disebabkan *saccaromycess cereviceae* tumbuh dengan drastis dan persediaan nutrisi yang menunjang pertumbuhan *saccaromycess cereviceae* masih banyak karena seiring penambahan starter lebih besar. Pada penambahan starter 4% kadar etanol yang dihasilkan pada hari ke-4 lebih besar dari hari ke-5 maka tidak banyak mengalami kenaikan. Hal ini terjadi karena sebagian besar glukosa telah diubah menjadi etanol, serta nutrisi yang ada sudah menipis, sehingga menyebabkan sebagian besar *saccaromycess cereviceae* mati. Sedangkan pada penambahan starter 6% dan 8% kadar etanol yang dihasilkan pada hari ke-5 lebih besar dari hari ke-4. Hal ini disebabkan nutrisi yang masih banyak untuk menunjang pertumbuhan *saccaromycess cereviceae*. Dari ketiga starter maka semakin banyak nutrisi yang ditambahkan maka kadar etanol akan semakin besar. Nutrisi yang ditambahkan adalah ZA, urea, dan  $MgSO_4$ . Nutrisi ini akan menyediakan unsur makro (C dan N) yang sangat dibutuhkan *saccaromycess cereviceae* untuk hidup. Pada hari 1-4 terjadi kenaikan kadar etanol yang drastis. Hal ini disebabkan *saccaromycess cereviceae* tumbuh dengan drastis dan persediaan nutrisi yang menunjang pertumbuhan *saccaromycess cereviceae* masih banyak. Akan tetapi memasuki hari ke 5, kadar etanol tidak banyak mengalami kenaikan. Hal ini terjadi karena sbagian besar glukosa telah diubah menjadi etanol, serta nutrisi yang ada sudah menipis, sehingga menyebabkan sebagian besar *saccaromycess cereviceae* mati. Penambahan nutrisi dan konversi glukosa yang optimum adalah pada starter 8% dengan waktu fermentasi 5 hari.

b. Pengaruh Waktu Fermentasi dengan Kandungan Etanol yang Dihasilkan

**Tabel 4.2.** Hasil kadar etanol total berbagai penambahan starter

Variable fermentasi	Waktu (hari)	Kadar etanol (% v/v)	Yield total (ml / kg bonggol pisang basis kering)
4 % starter	1	1.310	98.02454
	2	3.420	255.9114
	3	8.230	615.8336
	4	10.03	750.5238
	5	9.890	740.0479
6 % starter	1	1.760	131.6971
	2	4.240	317.2703
	3	7.230	541.0057
	4	10.13	758.0066
	5	11.65	871.745
8 % starter	1	1.340	100.2694
	2	3.530	264.1425
	3	8.030	600.868
	4	11.93	892.6968
	5	12.20	912.9003

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa semakin lama proses fermentasi maka akan semakin banyak kadar total etanol yang dihasilkan. Kadar total etanol maksimum yang didapat pada penambahan starter 4% yaitu fermentasi hari ke-4, namun pada hari ke-5 kadar total etanol mengalami penurunan. Hal ini disebabkan *saccharomyces cereviceae* telah memasuki *dead phase*, dimana sebagian besar *saccharomyces cereviceae* telah mati karena kurangnya nutrisi yang menunjang kehidupannya. Sedangkan pada penambahan starter 6% dan 8% kadar total etanol maksimum didapat pada fermentasi hari ke-5. Hal ini dikarenakan waktu fermentasi yang digunakan masih memungkinkan bagi *saccharomyces cereviceae* untuk mengkatalis reaksi pembentukan etanol. Sedangkan jika waktu fermentasi ditambah maka etanol yang dihasilkan akan dijadikan substrat oleh *saccharomyces cereviceae* dalam proses metabolismenya. Berdasarkan jumlah nutrisi yang ditambahkan, penambahan starter sebanyak 8% memberikan kadar total etanol yang paling banyak. Semakin banyak nutrisi yang dihasilkan, maka semakin baik pertumbuhan *saccharomyces cereviceae*, sehingga memicu proses penambahan glukosa menjadi etanol semakin banyak pula.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa bonggol pisang telah didekomposisi (fermentasi) menjadi etanol dengan menggunakan ragi *saccharomyces cereviceae*. Waktu fermentasi dan nutrisi yang diberikan mempengaruhi produksi alkohol yang dihasilkan oleh *saccharomyces cereviceae*. Kadar alkohol tertinggi dalam fermentasi bonggol pisang yang diukur dengan metode alkohol meter atau *hydrometer* dan Oksidasi dikromat diperoleh pada sampel dengan starter 8% dan lama fermentasi 5 hari yaitu sebesar 12,2 %v/v. Kadar etanol total tertinggi diperoleh dari perhitungan adalah pada sampel dengan starter 8% dan lama fermentasi 5 hari yaitu sebesar 912.9003 ml etanol / kg bonggol pisang dengan konversi glukosa menjadi etanol sebesar 88.77214 % mol.

### Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan variasi kondisi operasi hidolisa, serta komposisi media yang diinginkan. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penambahan tahap distilasi 2 tingkat untuk mendapatkan kadar etanol yang lebih tinggi.



#### DAFTAR PUSTAKA

- Benitez, T., Del Castillo, L., Aguilera, A., Conde, J., Oimedo, EC. 1983. *Selection of wine yeasts for growth and fermentation in the presence of ethanol and sucrose*. Appl. Environ. Microbiol. (45)5: 1429-1436
- Dir. Gizi. 1979. *Daftar komposisi Bahan Makanan*  
(<http://www.pewarta-kabarindonesia.blogspot.com/> diakses tanggal 20/3/2011)
- Munadjim. 1983. *Teknologi Pengolahan Pisang*. PT Gramedia. Jakarta.
- Prihandana. 2007. *Bioetanol Ubi kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia. Jakarta.
- Trifosa, D. 2007. *Konversi Pati Jagung Menjadi Bioetanol*. Skripsi Program Studi Kimia FMIPA ITB. Bandung
- Widayati, E. dan Widalestari, Y. 1996. *Limbah Untuk Pakan Ternak*. PT. Trubus Agrisarana. Surabaya
- Yuanita. 2008. Pabrik Sorbitol dari Bonggol Pisang (Musa Paradisiaca) dengan Proses Hidrogenasi Katalitik. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*. ITS. Surabaya.
- Zaldivar, J, Nielsen, J and Olsson. 2001. *Fuel ethanol production from lignocellulose: a challenge for metabolic engineering and process integration*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 56: 17-34