

PEMBUATAN BIOETANOL DARI SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*) UNTUK BAHAN BAKAR KOMPOR RUMAH TANGGA SEBAGAI UPAYA MEMPERCEPAT KONVERSI MINYAK TANAH KE BAHAN BAKAR NABATI

Mira Amalia Hapsari (L2C009100) dan Alice Pramashinta (L2C009110)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax : (024) 7460058

Pembimbing : Aprilina Purbasari, ST, MT

Abstrak

Singkong karet (*Manihot glaziovii*) merupakan umbi yang tidak termasuk bahan makanan karena mengandung unsur kimia asam sianida (HCN) yang bersifat racun. Kandungan karbohidrat dalam ubi mencapai 98,5% sehingga umbi ini layak dikonversi menjadi bioetanol. Bioetanol merupakan produk dari hidrolisis pati menjadi glukosa secara enzimatis yang dilanjutkan fermentasi glukosa menggunakan ragi *Saccharomyces cereviceae* secara an-aerob menjadi bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mencari waktu optimum dan pengaruh massa ragi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan sebagai bahan bakar kompor rumah tangga. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, meliputi hidrolisis pati singkong secara enzimatis untuk dijadikan glukosa dilanjutkan fermentasi glukosa menjadi bioetanol. Pemurnian bioetanol dilakukan dengan proses destilasi. Analisis kadar glukosa dilakukan dengan titrasi menggunakan Fehling A dan B, sedangkan pengukuran kadar etanol dengan alkoholmeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume enzim optimum adalah 3 mL yang menghasilkan kadar glukosa 18% yang baik untuk fermentasi. Hasil yang telah dicapai untuk variabel waktu fermentasi 144, 168 dan 192 jam didapatkan kadar etanol paling tinggi yaitu 94% pada waktu fermentasi 168 jam, sedangkan untuk variabel massa ragi 5,10, dan 15 gr didapatkan kadar etanol paling tinggi yaitu 94% pada massa ragi 15 gr.

Kata kunci : destilasi; bioetanol; singkong karet; kompor rumah tangga

Abstract

Manihot glaziovii is a tuber that non-food corps, because it contains cyanide acid (HCN) which are toxic. Carbohydrate content in cassava tubers is 98,5% so it is worth to be converted to bioethanol. Bioethanol is a product of hydrolysis of starch to glucose, followed by enzymatic fermentation of glucose using yeast *Saccharomyces cereviceae* to ethanol. The purpose of this study is to find the optimum time and mass effect on of yeast to produced ethanol as a fuel household stoves. The research was carried out in several stages, including the enzymatic hydrolysis of cassava starch to glucose and continued fermentation of glucose to ethanol. Bioethanol purification is done by distillation process. The main tool that used is fermentor and distillation tower as a means of separating ethanol from water. Analysis of glucose levels is done by titration using Fehling A and B, while the ethanol concentration measurements with alkoholmeter. The results showed that the optimum volume was 3 mL enzyme that produces glucose level of 18% which is good for fermentation. The results that have been achieved for the fermentation time variable 144, 168 and 192 hours earned the highest ethanol content is 94% at 168 hours fermentation time, while for variable mass 5.10 yeast, and 15 g obtained the highest ethanol content is 94% in mass yeast 15 gr.

Key words: distillation; bioethanol; *Manihot glaziovii*; stoves

1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui atau *non renewable*. Keberadaannya hingga saat ini menempati urutan pertama sebagai sumber energi. Salah satu turunan minyak bumi yang banyak digunakan pada industri kecil dan rumah tangga adalah minyak tanah. Upaya pemerintah untuk mengalihkan penggunaan minyak tanah ke bahan bakar lain perlu didukung. Saat ini pengalihan penggunaan minyak tanah ke bahan bakar gas banyak menemui kendala antara lain banyaknya kasus kebakaran yang disebabkan oleh bahan bakar gas, karena sifat gas yang selalu memenuhi ruangan sehingga apabila terjadi percikan api dalam kompor akan memicu kebakaran di sekitarnya.

Oleh karena itu pengalihan atau konversi minyak tanah tidak harus ke bahan bakar gas tetapi juga dapat ke bioetanol yang bersifat lebih ramah lingkungan dan tidak membahayakan lingkungan.

Bioetanol mempunyai kelebihan selain ramah lingkungan, penggunaannya sebagai bahan bakar kompor terbukti lebih hemat dan efisien proses pembakarannya. Selain itu, pembuatannya bisa dilakukan di rumah dengan mudah dan lebih ekonomis dibandingkan menggunakan minyak tanah.

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa). Pada hidrolisis enzimatis dikenal ada dua metode yaitu *SHF* dan *SSF*. Metode *SSF* menjadi sangat penting untuk dikembangkan karena dapat mempersingkat proses pembuatan bioetanol (Marques, 2007).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah memanfaatkan pati yang terkandung dalam singkong karet (*Manihot glaziovii*). Singkong karet merupakan salah satu jenis singkong pohon yang mengandung senyawa beracun, yaitu asam sianida (HCN), sehingga tidak diperjualbelikan dan kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Tanaman singkong karet ini dapat menghasilkan ubi dengan berat hampir empat kali lipat dibandingkan singkong biasa sehingga apabila dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol sangat layak dari segi ketersediaannya, artinya untuk ketersediaan sebagai bahan baku cukup aman. Kandungan pati dalam umbi dapat dikonversi menjadi bioetanol.

Tabel 2.1. Kandungan pati singkong karet.

No.	Analisa	Kadar 100% BK
1.	Kadar Abu	0,4734
2.	Kadar Lemak Kasar	0,5842
3.	Kadar Serat Kasar	0,0067
4.	Kadar Protein Kasar	0,4750
5.	Kadar Karbohidrat	98,4674

Sumber: Laboratorium Ilmu Makanan Ternak FP Undip

Bioetanol yang dihasilkan dalam penelitian ini diuji cobakan pada kompor bioetanol. Uji yang dilakukan meliputi uji nyala secara fisis. Nyala api yang lebih biru menandakan bioetanol yang digunakan mempunyai kadar yang lebih tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mempelajari data pengaruh volume enzim pada proses likuifaksi dan sakarifikasi terhadap kadar glukosa yang diperoleh (2) Mencari waktu optimum pada proses *SSF* untuk pembuatan bioetanol kadar minimal 80% yang memenuhi spesifikasi sebagai bahan bakar kompor rumah tangga dan (3) Mempelajari data pengaruh massa ragi pada proses fermentasi terhadap kadar bioetanol minimal 80% yang memenuhi spesifikasi sebagai bahan bakar kompor rumah tangga.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah *SSF* (*Simultaneous Saccharification Fermentation*) yaitu proses hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara serentak. Dengan variabel bebas volume enzim 1,3, dan 5 ml; massa ragi 5,10, dan 15 gram; waktu proses *SSF* 144, 168, dan 192 jam. Dan variabel terikat volume air 4L; massa pati 800 gr. Pada proses likuifaksi, suhu operasi 95°C dan pH 5. Pada proses sakarifikasi, suhu operasi 30°C dan pH 4.

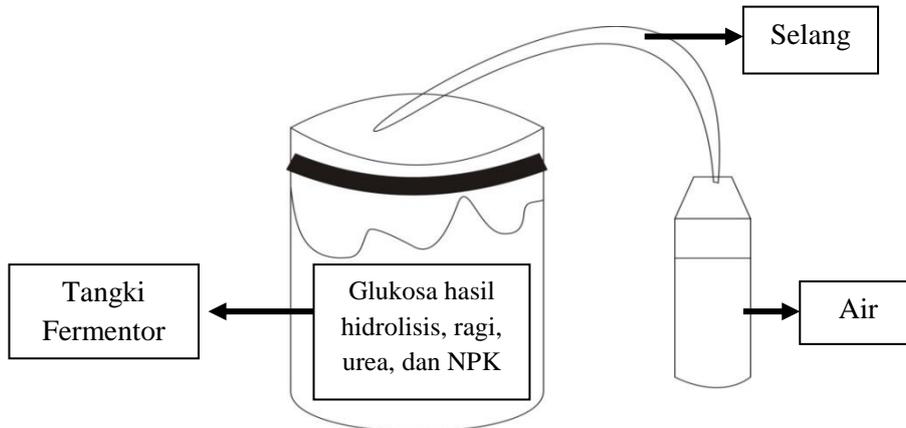
Respon Pengamatan

Respon yang diamati adalah kadar glukosa selama proses hidrolisis dan kadar bioetanol setelah mengalami proses *SSF* dan proses distilasi.

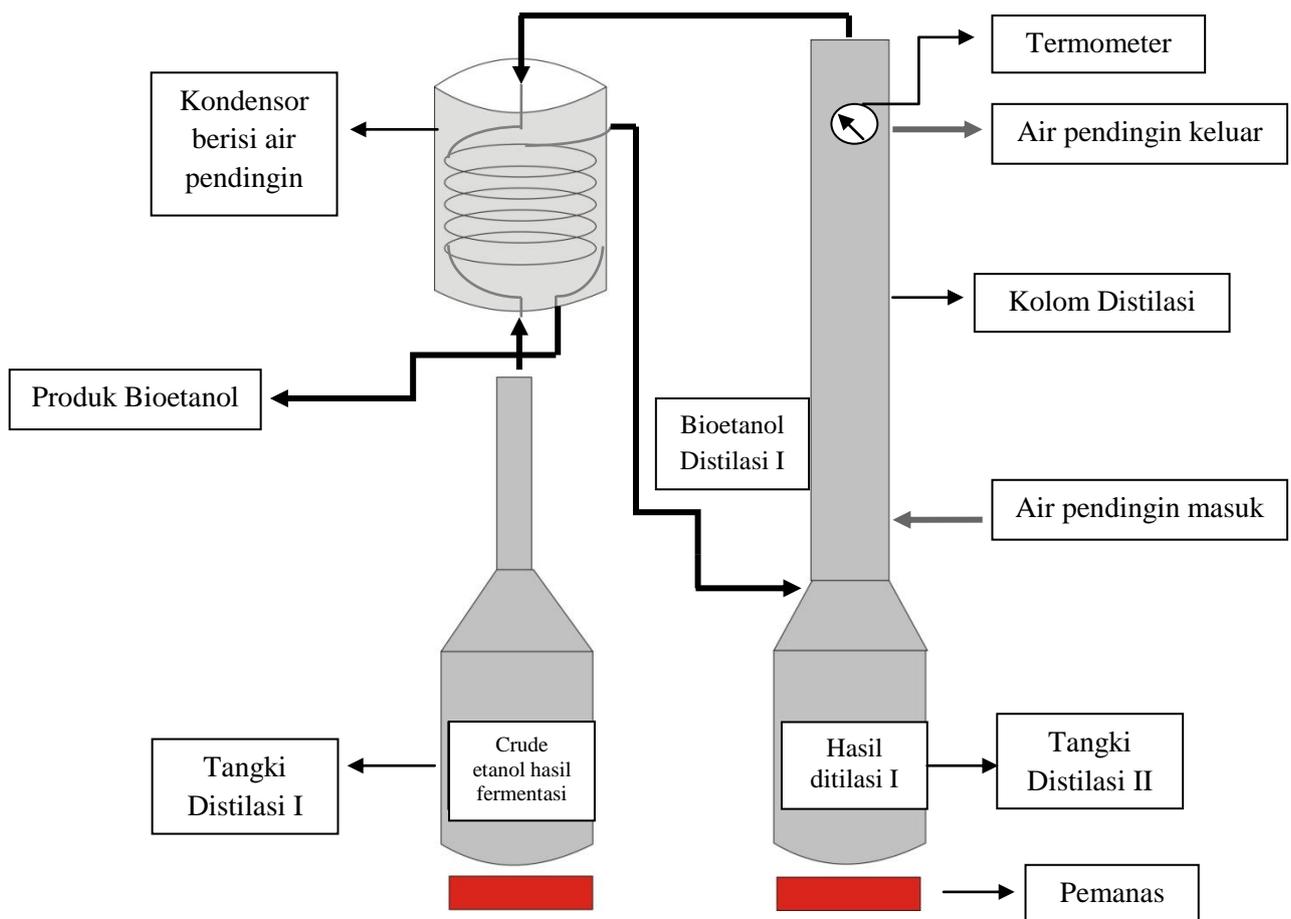
Bahan dan Alat yang Digunakan

Pada penelitian, bahan yang digunakan adalah pati singkong karet yang berasal dari Desa Tanjungsari, Kabupaten Boyolali; aquadest didapat dari Laboratorium Proses Teknik Kimia; α -amylase dan Glukoamylase berasal dari Denmark, pembelian melalui online dengan alamat Cibubur, Jakarta Timur 13770, Jakarta, Indonesia; *Saccaromyces cereviae* diperoleh dari Toko Bahan Kimia Serbasari Semarang;

NPK dan urea; HCl 0,1N , NaOH 0,1 N, Indikator MB, Fehling A, Fehling B, glukosa standard diperoleh dari Laboratorium Dasar Teknik Kimia



Gambar 1. Rangkaian Alat Fermentasi Bioetanol untuk Bahan Bakar kompor rumah tangga



Gambar 3.5 Rangkaian Alat Utama Pemurnian Bioetanol untuk Bahan Bakar kompor rumah tangga

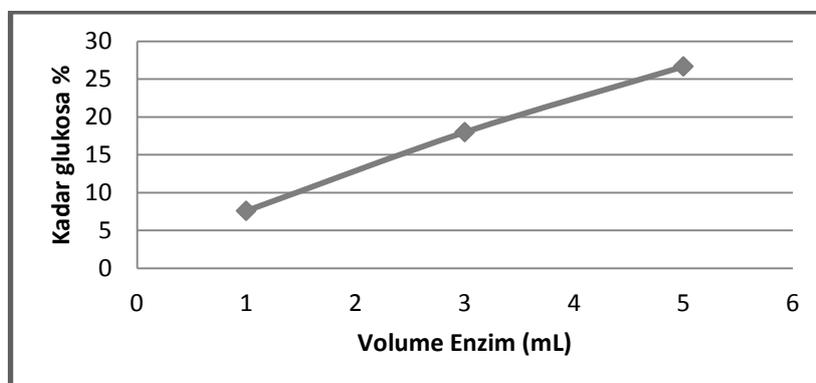
Prosedur Percobaan

Persiapan bahan baku meliputi langkah-langkah sebagai berikut singkong karet dikupas dan dicuci dengan air agar bersih dari kotoran. Singkong karet kemudian dipotong lalu diparut. Parutan singkong ditambahkan air sehingga menjadi bubur singkong karet. Bubur singkong karet diperas kemudian diendapkan dan akan didapatkan pati basah. Selanjutnya pati basah dikeringkan dengan cara dijemur dan dioven pada suhu 70°C selama 2 jam. Singkong karet dibuat kering bertujuan agar lebih awet dan menghilangkan kandungan airnya sehingga diperoleh pati singkong yang kering dan dapat disimpan dalam waktu lama sebagai cadangan bahan baku. Pati singkong karet yang telah kering diayak sehingga diperoleh pati dengan ukuran partikel yang lebih homogen. Selanjutnya proses hidrolisis meliputi gelatinasi: pati singkong karet sebanyak 800 gr dicampur dengan 4 L aquadest. Kemudian dimasak dengan suhu 95°C selama 40 menit sambil diaduk agar bagian bawah bejana tidak lengket. Larutan pati yang sebelumnya encer, setelah dilakukan pemasakan akan berubah wujudnya menjadi seperti bubur kental. Proses hidrolisis yang kedua adalah likuifaksi: bubur pati singkong karet tersebut ditambahkan enzim α -amylase sesuai variabel. Atur pH 5 dengan menggunakan HCl 0,1 N. Suhu yang digunakan adalah 90°C. Waktu likuifaksi yang ditetapkan adalah selama 2 jam. Setelah proses likuifaksi selesai, lakukan analisa glukosa. Proses hidrolisis yang terakhir adalah sakarifikasi: penambahan enzim *Glukoamilase* sesuai variabel. Atur pH 4. Proses ini berlangsung dalam waktu 2 jam dan suhu 60°C. Proses fermentasi dengan Metode *SSF*: larutan substrat ditambahkan *Saccaromyces cereviae* sesuai variabel. Tambahkan juga 2 gr nutrisi (NPK) dan urea sebanyak 4 gr, atur pH. Proses fermentasi berlangsung sesuai variabel yang ditentukan dan suhu fermentasi adalah 30°C. Pada proses ini berlangsung dalam keadaan tertutup. Kemudian kadar etanol dianalisis dengan alkoholmeter.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh volume enzim terhadap kadar glukosa

Proses hidrolisis pati merupakan proses pengubahan molekul pati menjadi glukosa yang dilakukan dengan bantuan enzim α -amylase dan enzim glukoamilase. Pada penelitian ini pati yang digunakan sebanyak 800 gr dan volume enzim divariasikan 1, 3, dan 5 mL. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan kadar glukosa naik seiring naiknya konsentrasi enzim yang digunakan pada saat hidrolisis. Hal ini disebabkan enzim α -amylase dapat menghidrolisis ikatan α -1,4-glukosida dan α -1,6-glukosida menghasilkan glukosa. Sehingga kadar glukosa yang dihasilkan menjadi semakin besar.



Gambar 3. Pengaruh Penambahan Volume Enzim Terhadap Kadar Glukosa

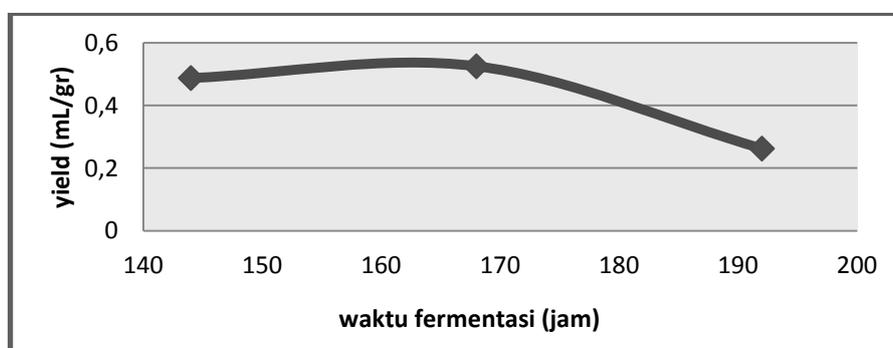
Gambar 3. menunjukkan bahwa dengan volume enzim 1, 3 dan 5 mL, dihasilkan glukosa dengan kadar masing – masing 7,6%, 18% dan 26,67%. Higgins (1984) menyatakan bahwa kadar glukosa yang baik untuk proses fermentasi adalah 16 – 25%, yang akan menghasilkan *crude* etanol sebesar 6 – 12%. Konsentrasi glukosa di atas 25% akan memperlambat fermentasi. Pada kadar glukosa 26,67% akan menyebabkan terhambatnya perkembangan *Saccharomyces cereviceae* pada proses fermentasi. (Erasmus, 2003). Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa volume enzim 3 mL menghasilkan kadar glukosa terbaik untuk fermentasi.

Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol

Tabel 2. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Etanol yang Dihasilkan

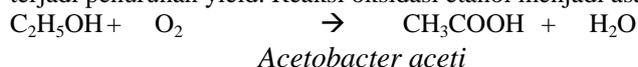
Waktu fermentasi (jam)	Kadar crude etanol (%)	Distilasi I		Distilasi II	
		%Etanol	Volume (mL)	%Etanol	Volume (mL)
144	5	30	1760	93	390
168	6	35	1545	94	420
192	3	15	726	91	210

Waktu fermentasi selama 144, 168, dan 192 jam berpengaruh secara signifikan terhadap kadar bioetanol yang diperoleh. Pada waktu fermentasi 168 jam, dihasilkan etanol dengan kadar paling tinggi yaitu 6%. Hal ini disebabkan pada waktu fermentasi 168 jam, *Saccharomyces cerevisiae* memiliki aktivitas paling besar atau berada pada fase eksponensial. Fase eksponensial merupakan fase untuk pembentukan produk etanol yang terbesar. Sedangkan waktu fermentasi 192 jam, kadar etanol yang dihasilkan mengalami penurunan karena *Saccharomyces cerevisiae* memasuki *death phase* sehingga jumlah mikroba yang tumbuh semakin melambat dan tidak ada penambahan jumlah mikroba yang mengubah substrat menjadi etanol sehingga etanol yang terbentuk cenderung turun.



Gambar 4 Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Yield

Gambar 4. menunjukkan semakin lama waktu fermentasi maka etanol yang dihasilkan juga semakin banyak. Proses fermentasi dilakukan pada kondisi anaerob. Dari hasil percobaan, waktu fermentasi selama 192 jam mengalami penurunan yield. Hal ini disebabkan kondisi pada saat proses fermentasi dimungkinkan tidak sempurna karena adanya sedikit oksigen dalam tangki fermentasi menyebabkan tumbuhnya *Acetobacter aceti* yang dapat mengkonversi alkohol menjadi asam asetat yang ditandai dengan bau asam pada sampel sehingga terjadi penurunan yield. Reaksi oksidasi etanol menjadi asam asetat :



Pengaruh massa ragi terhadap kadar etanol

Pada variabel volume enzim dan waktu fermentasi didapatkan hasil optimum untuk volume enzim sebanyak 3 mL dan waktu fermentasi selama 168 jam, oleh karena itu pada variabel pengaruh massa ragi digunakan volume enzim untuk hidrolisis sebanyak 3 mL dan waktu fermentasi selama 168 jam. Hasil percobaan tentang pengaruh massa ragi terhadap kadar etanol dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Pengaruh Massa Ragi terhadap Etanol yang Dihasilkan

Massa ragi (gr)	Kadar crude etanol (%)	Distilasi I		Distilasi II	
		%Etanol	Volume (mL)	%Etanol	Volume (mL)
5	1	20	1170	88	192
10	4	30	1140	92	335
15	6	35	1545	94	420

Pada proses fermentasi, massa ragi berpengaruh pada kadar etanol yang dihasilkan. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa semakin besar massa ragi yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan semakin banyak ragi yang ditambahkan maka mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi etanolpun semakin banyak sehingga etanol yang dihasilkan kadarnya semakin besar.

4. Kesimpulan

Volume enzim merupakan variabel yang berpengaruh dalam peningkatan kadar glukosa. Volume enzim terbaik sebanyak 3 mL mampu menghidrolisis larutan 800 gr pati dalam 4 L yang menghasilkan kadar glukosa 18%. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang diperoleh. Dari tiga variabel waktu fermentasi, waktu fermentasi 168 jam menghasilkan kadar bioetanol tertinggi, yaitu 94%. Massa ragi berpengaruh terhadap kadar etanol yang diperoleh. Semakin besar massa ragi maka semakin besar kadar etanol yang dihasilkan. Massa ragi 15 gr menghasilkan kadar bioetanol tertinggi, yaitu 94%. Bioetanol yang dihasilkan dengan kadar 94% layak digunakan sebagai bahan bakar kompor rumah tangga.

Daftar Pustaka

- Coney, W., 1979, "Fermentation and Enzim Technology". Ist ed, Jhon Willey And Sons, New York.
- Erasmus, Daniel J. et al. *Genome-wide expression analyses: Metabolic adaptation of Saccharomyces cerevisiae to high sugar stress*. FEMS Yeast Research 3: 375-399
- Higgins, A. Raymond. 1984. *Engineering Metallurgy*. Part I, Fifth Edition. London: Hodder and Stoughton.
- Marques, S et al. 2006. *Conversion of recycled paper sludge to ethanol by SHF and SSF using Pichia stipitis*. Departamento de Biotecnologia, INETI, Estrada do Paço do Lumiar 22, 1649-038 Lisboa, Portugal.
- Othmer, Kirk., 1976. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Edisi 2. Volume 8 Jhon Willey and Sons. New York
- Prescott, Samuel G., and Cecil G Dunn, 1959, *Industrial Microbiology*, third ed. McGraw-Hill Company: New York