



**PEMBUATAN BIOETANOL DARI UBI JALAR PUTIH  
( *Ipomoea batatas L.* ) MENGGUNAKAN FERMENTASI  
RAGI ROTI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan dalam rangka menyelesaikan Studi Diploma III untuk  
mencapai gelar Ahli Madya

Oleh  
Ire Resdiana Saputri  
5251307014

PERPUSTAKAAN  
**UNNES**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2010**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

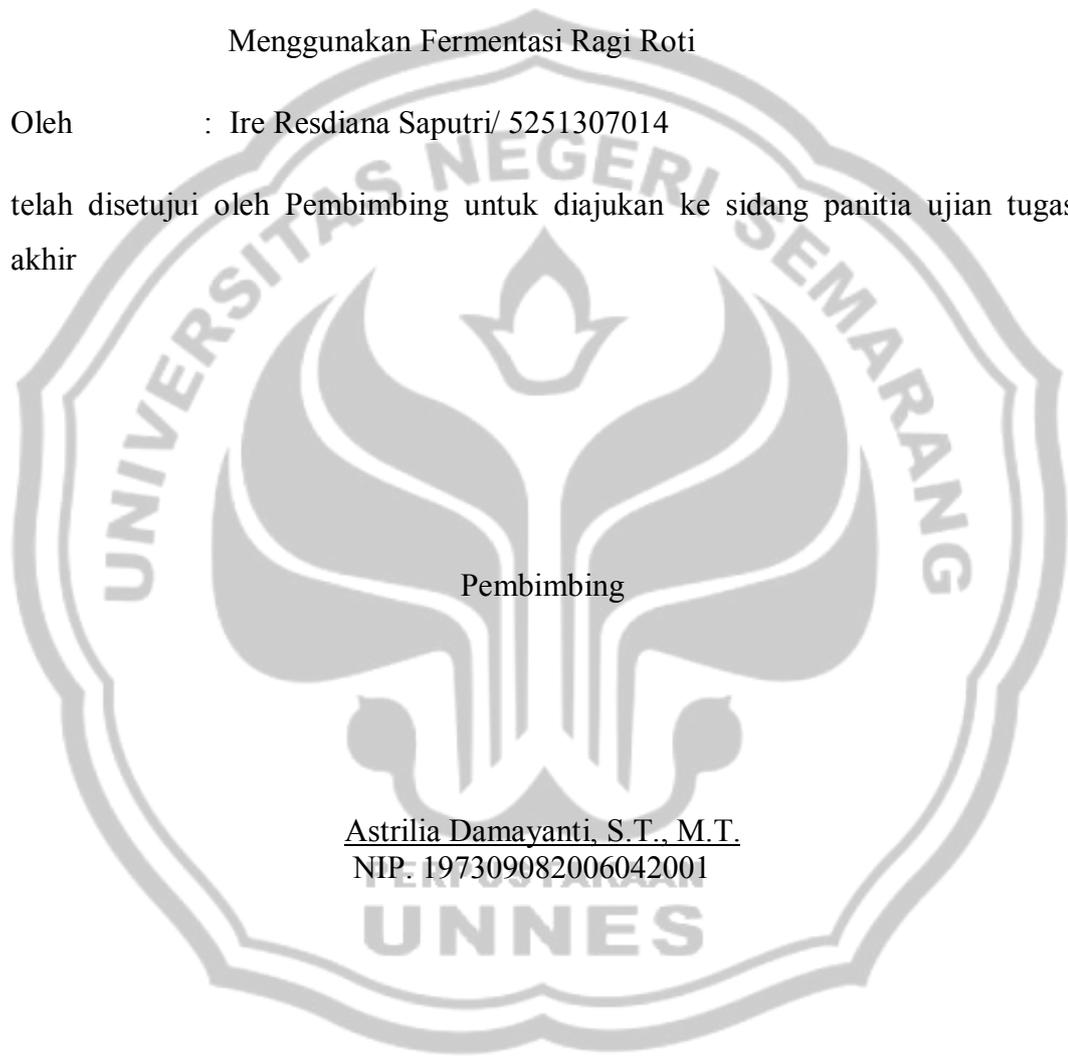
Tugas Akhir

Judul : Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih ( *Ipomoea batatas L.* )

Menggunakan Fermentasi Ragi Roti

Oleh : Ire Resdiana Saputri/ 5251307014

telah disetujui oleh Pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian tugas akhir



Pembimbing

Astrilia Damayanti, S.T., M.T.  
NIP. 197309082006042001

## PENGESAHAN KELULUSAN

Tugas Akhir

Judul : Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih ( *Ipomoea batatas L.* )

Menggunakan Fermentasi Ragi Roti

Oleh : Ire Resdiana Saputri/ 5251307014

Telah dipertahankan dalam sidang ujian tugas akhir Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Dekan,

Ketua Program Studi,

Drs. Abdurrahman, M.Pd.  
NIP. 196009031985031002

Prima Astuti Handayani, S.T., M.T.  
NIP. 197203252000032001

Penguji

Pembimbing

Wara Dyah Pita Rengga S.T., M.T.  
NIP. 197405191999032001

Astrilia Damayanti, S.T., M.T.  
NIP. 197309082006042001

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

- ❖ Setetes tinta bisa membuat sejuta orang untuk berfikir.
- ❖ Jangan tanyakan apa yang Negara berikan untuk kita tapi tanyakan apa yang telah kita berikan untuk Negara.
- ❖ Hiasilah kehidupan ini dengan senyuman karena ia melambangkan sebuah kehidupan yang harmonis.
- ❖ Sediakanlah waktu tertawa karena tertawa itu musiknya jiwa, Sediakanlah waktu untuk berfikir karena berfikir itu pokok kemajuan, sediakanlah waktu untuk beramal karena beramal itu pangkal kejayaan, dan sediakanlah waktu beribadat karena beribadat itu adalah ibu dari segala ketenangan jiwa.

### PERSEMBAHAN

- ❖ Seiring syukur dan ridho ALLAH SWT, karyaku ini kupersembahkan kepada Bapak dan Ibu tercinta, sebagai perwujudan Dharma Bakti Ananda.
- ❖ Dosen Teknik Kimia DIII
- ❖ Keluarga tercinta dan Teman-teman Teknik Kimia DIII.

## INTISARI

Saputri, I, R. 2010. *Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L.*) Menggunakan Fermentasi Ragi Roti*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Kimia DIII. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Cadangan minyak bumi yang semakin menipis seiring dengan meningkatnya konsumen menyebabkan melonjaknya harga BBM dan krisis energi. Oleh karena itu perlu sumber energi alternatif antara lain bioetanol. Salah satu bahan baku pembuatan bioetanol adalah ubi jalar putih yang mempunyai keunggulan antara lain tidak memerlukan proses pemisahan pigmen warna dibanding dengan ubi jalar kuning, merah, atau ungu, lebih mudah ditemukan, dan tidak bersaing dengan bahan pokok manusia.

Bioetanol dari ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) dilakukan dengan metode hidrolisa, fermentasi, dan distilasi. Bahan (ubi jalar putih) diproses hingga menjadi serbuk ubi jalar putih. Serbuk ubi jalar putih dihidrolisa menggunakan larutan HCl 0,5N dengan perbandingan 1 : 2,5. Proses hidrolisa dilakukan pada suhu 100°C dan diaduk dengan menggunakan magnetik stirrer. Sebelum difermentasi ekstrak hasil hidrolisa dilakukan pengaturan pH menggunakan NaOH hingga 4,5 dan penambahan ragi roti sebanyak 10% dari volume larutan. Fermentasi dilakukan secara anaerob selama 6 hari. Larutan hasil fermentasi didistilasi pada suhu 78-80°C. Etanol yang diperoleh kemudian dilakukan uji GC-MS untuk mengetahui kadar etanol di dalamnya.

Hasil percobaan pembuatan bioetanol dari ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) melalui fermentasi ragi roti menghasilkan kadar etanol 98,94% dan densitas 0,7179 g/mL (20°C), 0,7852 g/mL (25°C) serta viskositas 1,1188 cP pada suhu 20°C.

Kata kunci: Ubi Jalar Putih, Fermentasi, Ragi Roti, Bioetanol

PERPUSTAKAAN  
UNNES

## KATA PENGANTAR

Penulis bersyukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan sebuah karunia besar sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pembuatan Bioetanol Dari Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L.*) Menggunakan Fermentasi Ragi Roti” dengan lancar. Tugas akhir ini diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Universitas Negeri Semarang.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari partisipasi dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang besar kepada:

1. Drs. Abdurrahman, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Prima Astuti Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia DIII Universitas Negeri Semarang
3. Astrilia Damayanti, S.T., M.T., selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan tugas akhir.
4. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T., selaku penguji tugas akhir yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir.

Saya menyadari bahwa karya ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharap sumbangan saran dan kritik untuk perbaikan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat menambah wawasan bagi pembaca.

Semarang, Desember 2010

Penulis

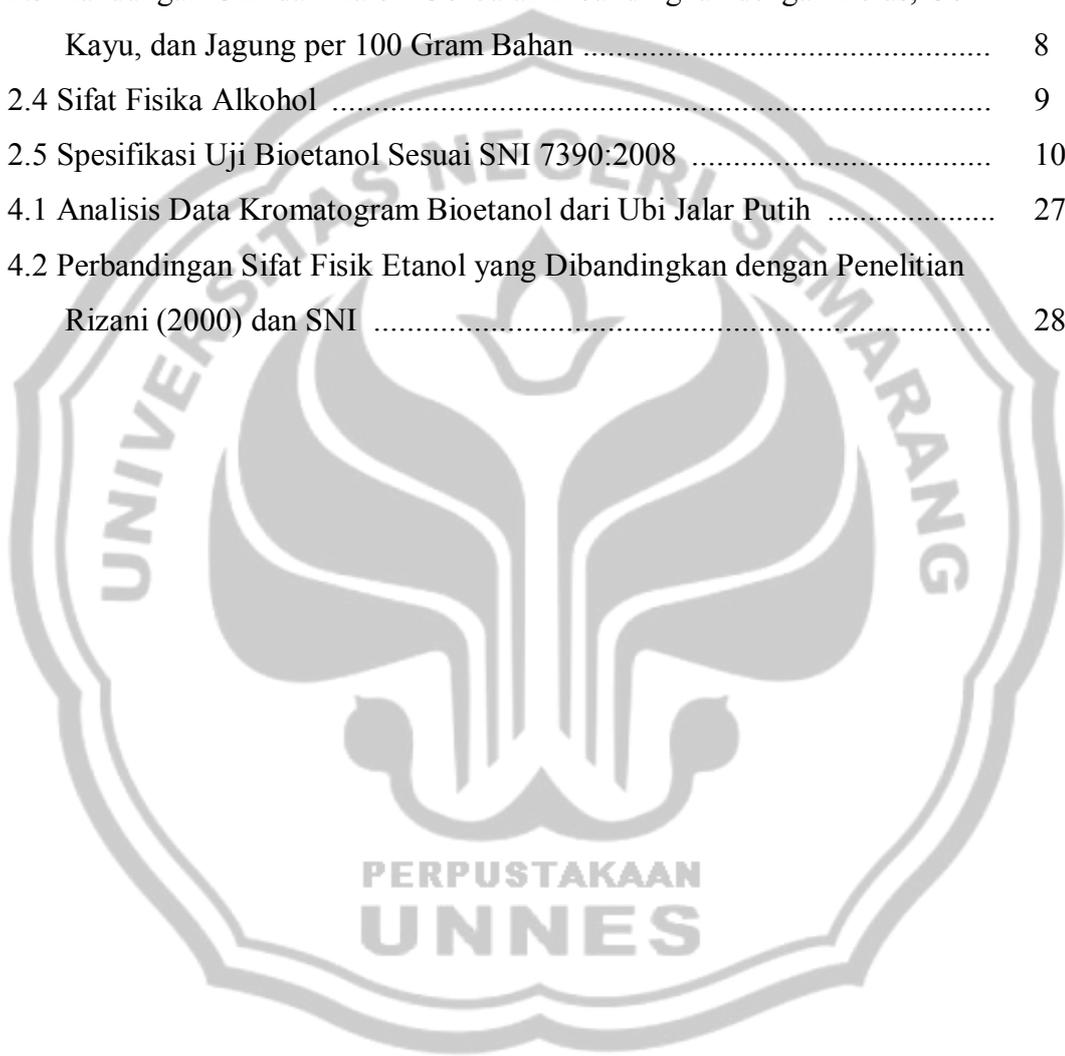
## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
PENGESAHAN KELULUSAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
INTISARI .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Manfaat .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Ubi Jalar .....	4
2.1.1 Pengertian .....	4
2.1.2 Taksonomi Tumbuhan Ubi Jalar .....	4
2.1.3 Potensi Ubi Jalar di Indonesia .....	6
2.1.4 Nilai Gizi Ubi Jalar .....	7
2.2 Bioetanol .....	8
2.2.1 Sifat Fisik Dan Kimia Etanol .....	9
2.2.2 Manfaat Penggunaan Bioetanol .....	10
2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Bioetanol .....	11
2.3 Hidrolisa .....	12
2.4 Fermentasi .....	12
2.4.1 Proses Fermentasi Alkohol .....	13
2.4.2 Syarat Khamir Yang Dipakai Dalam Fermentasi .....	13

2.4.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Fermentasi .....	14
2.5 Distilasi .....	16
2.6 Ragi Roti ( <i>Saccaromyces cerevisiae</i> ) .....	16
2.6.1 Pengertian .....	16
2.6.2 Taksonomi <i>Saccaromyces Cerevisiae</i> .....	17
<b>BAB III PROSEDUR KERJA</b>	
3.1 Alat .....	19
3.1.1 Alat Proses .....	19
3.1.2 Alat Analisis .....	19
3.2 Bahan .....	19
3.3 Rangkaian Alat .....	20
3.4 Cara Kerja .....	21
3.4.1. Pembuatan Serbuk Ubi Jalar Putih .....	21
3.4.2. Proses Hidrolisa .....	21
3.4.3. Fermentasi .....	22
3.4.4. Destilasi .....	22
3.4.5. Analisa Kandungan Etanol dari Ubi Jalar Putih .....	22
3.4.6. Uji Densitas Bioetanol pada 20°C dan 25°C .....	23
3.4.7. Uji Viskositas Bioetanol pada 20°C .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hidrolisa .....	24
4.2 Fermentasi .....	25
4.3 Distilasi .....	26
4.4 Produk Bioetanol .....	27
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Simpulan .....	30
5.1 Saran .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31
LAMPIRAN .....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komponen Gizi Ubi Jalar Tiap 100 Gram Bahan .....	6
2.2 Komposisi Kimia Ubi Jalar Putih .....	7
2.3 Kandungan Gizi dan Kalori Ubi Jalar Dibandingkan dengan Beras, Ubi Kayu, dan Jagung per 100 Gram Bahan .....	8
2.4 Sifat Fisika Alkohol .....	9
2.5 Spesifikasi Uji Bioetanol Sesuai SNI 7390:2008 .....	10
4.1 Analisis Data Kromatogram Bioetanol dari Ubi Jalar Putih .....	27
4.2 Perbandingan Sifat Fisik Etanol yang Dibandingkan dengan Penelitian Rizani (2000) dan SNI .....	28



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Ubi Jalar Putih .....	5
3.1 Rangkaian alat Hidrolisa .....	20
3.2 Rangkaian Alat Fermentasi .....	20
3.3 Rangkaian Alat Distilasi .....	21
4.1 Perubahan Warna pada Proses Sebelum dan Sesudah Hidrolisa .....	24
4.2 Perubahan Warna pada Proses Sebelum dan Sesudah Fermentasi .....	25
4.3 Perubahan Warna pada Proses Sebelum dan Sesudah Distilasi .....	26
4.4 Kromatogram GC-MS Bioetanol dari Ubi Jalar Putih .....	27



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses Pembuatan Serbuk Ubi Jalar Putih .....	34
2. Proses Pembuatan Bioetanol Ubi Jalar Putih .....	35
3. Data Pengamatan Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih .....	36
4. Perhitungan Densitas dan Viskositas Bioetanol dari Ubi Jalar Putih .....	38
5. Hasil Analisa GC-MS ( <i>Gas chromatography-mass spectometry</i> ) .....	40



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Cadangan minyak bumi yang semakin menipis seiring dengan meningkatnya jumlah konsumen menyebabkan melonjaknya harga BBM dan krisis energi. Oleh karena itu semakin banyak dikembangkan berbagai sumber energi alternatif seperti energi matahari, energi air, energi panas bumi, dan berbagai sumber energi lainnya. Dasar pemilihan sumber energi yang akan dimanfaatkan antara lain terbarukan dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah bioetanol.

Bioetanol merupakan etanol yang diproduksi dari tumbuh-tumbuhan dengan menggunakan mikroorganisme melalui proses fermentasi. Mikroorganisme yang paling banyak digunakan dalam fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) karena harganya murah dan lebih mudah didapat (Kartika dkk, 1992). Etanol atau etil alkohol  $C_2H_5OH$  berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila terjadi kebocoran. Etanol adalah bahan bakar beroktan 118, sehingga dapat menggantikan timbal sebagai peningkat oktan dalam bensin (Rikana dan Adam, 2008). Kelebihan bahan bakar nabati (BBN) selain dapat diperbarui (*renewable*) juga bersifat ramah lingkungan, dapat terurai (*degradable*), mengurangi efek rumah kaca, serta kontinuitas bahan bakunya terjamin (Hambali dkk, 2007). Salah satu BBN yang tidak bersaing dengan bahan pangan pokok manusia adalah ubi jalar.

Ubi jalar merupakan komoditas sumber karbohidrat utama, setelah padi, jagung, dan ubi kayu, serta mempunyai peranan penting dalam penyediaan bahan pangan, bahan baku industri maupun pakan ternak (Zuraida dan Supriati, 2001). Dalam bahasa latin, ubi jalar dikenal dengan nama *Ipomoea batatas L.* Tanaman ini tersebar dan tumbuh subur di seluruh penjuru tanah air, terutama di daerah

dataran tinggi. Bagian tanaman ubi jalar yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif adalah umbinya karena banyak mengandung pati atau karbohidrat sebesar 27,9% per 100 gram berat bahan. Pembuatan bioetanol ubi jalar putih cukup menarik perhatian karena mempunyai keunggulan antara lain tidak memerlukan proses pemisahan pigmen warna dibanding dengan ubi jalar kuning, merah, atau ungu serta lebih mudah ditemukan. Kadar pati dalam ubi jalar putih sama besarnya dengan ubi kayu, sehingga ubi jalar putih dapat juga digunakan sebagai sumber bioetanol seperti halnya ubi kayu yang telah lebih dulu dimanfaatkan (Izzati dan Yusnidar, 2010).

Melihat potensi ubi jalar putih tersebut maka penulis ingin melakukan percobaan dalam pembuatan bioetanol secara fermentasi menggunakan ragi roti. Diharapkan dari percobaan dapat diketahui kadar etanol dan sifat fisik dari bioetanol seperti densitas dan viskositasnya.

## **1.2. Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut

- 1) Bagaimana cara pembuatan bioetanol dari ubi jalar putih melalui proses fermentasi menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*)?
- 2) Berapa kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi ubi jalar putih menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*)?
- 3) Apakah bioetanol ubi jalar putih memenuhi SNI bioetanol?

## **1.3. Tujuan**

- 1) Melakukan sintesis ubi jalar putih menjadi bioetanol melalui proses fermentasi menggunakan ragi roti.
- 2) Mengetahui kadar etanol yang dihasilkan dari sintesis ubi jalar menjadi bioetanol melalui proses fermentasi menggunakan ragi roti.
- 3) Mengetahui apakah etanol yang dihasilkan dari ubi jalar putih memenuhi SNI.

#### 1.4. Manfaat

- 1) Meningkatkan nilai guna tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas*), yang selama ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan pangan selingan oleh sebagian besar masyarakat Indonesia.
- 2) Menciptakan bioetanol yang tepat guna dan ramah lingkungan di tengah-tengah melonjaknya harga BBM serta adanya isu krisis energi secara global.



## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. Ubi Jalar**

##### 2.1.1. Pengertian

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) adalah salah satu komoditas tanaman pangan yang dapat tumbuh dan berkembang di seluruh Indonesia. Ubi jalar merupakan sumber karbohidrat non beras tertinggi keempat setelah padi, jagung, dan ubi kayu, serta mampu meningkatkan ketersediaan pangan dan diversifikasi pangan di dalam masyarakat. Sebagai sumber pangan, tanaman ini mengandung energi,  $\beta$ -karoten, vitamin C, niacin, riboflavin, thiamin, dan mineral. Oleh karena itu, komoditas ini memiliki peran penting, baik dalam penyediaan bahan pangan, bahan baku industri maupun pakan ternak (Ambarsari dan Choliq, 2009).

Ubi jalar dapat tumbuh di dataran tinggi sampai dataran rendah dan mampu beradaptasi pada daerah yang kurang subur dan kering. Tanaman ini dapat tumbuh dan menghasilkan sepanjang tahun. Ubi jalar ini dapat diolah menjadi berbagai macam bentuk. Peluang penganekaragaman jenis penggunaan ubi jalar sebagai berikut (Simbolon, 2008)

- Daun : sayuran, pakan ternak
- Batang : bahan tanam, pakan ternak
- Kulit ubi : pakan ternak
- Ubi segar : bahan makanan
- Tepung : makanan
- Pati : fermentasi, pakan ternak, asam sitrat

##### 2.1.2. Taksonomi Tumbuhan Ubi Jalar

Sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman ubi jalar diklasifikasikan sebagai berikut (Riata, 2010)



Gambar 2.1 Ubi jalar putih

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Convolvulales</i>
Famili	: <i>Convolvulaceae</i>
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>I. batatas</i>
Nama Inggris	: <i>Sweet potato</i>
Nama Indonesia	: Ubi jalar
Nama Lokal	: ketela rambat (Jawa), <i>huwi boled</i> (Sunda)

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) mempunyai beberapa nama lain seperti ketela rambat (Jawa), *Sweet potato* (Inggris), *Apichu* (Peru), dan Karo-imo (Jepang). Ubi jalar termasuk ke dalam famili *Convolvulaceae*, terdiri atas 45 genus dan lebih dari 1000 spesies Ubi jalar merupakan tanaman *spermathophyt* yang disebut tanaman dikotil (Prasetya dkk, 2009).

Ubi jalar mempunyai banyak variasi tergantung dari kultivarnya. Batang ubi jalar ada yang berwarna kuning, hijau, atau jingga, sedangkan akar ubi jalar menjadi ubi yang berbentuk panjang atau agak bulat. Batang ubi jalar berbentuk menjalar, bercabang-cabang dan daun tunggal tersusun spiral, helaian daun membundar telur, rata, bersudut atau bercuping menjari. Warna kulit ubi ada yang berwarna putih kekuning-kuningan, merah jingga dan ada yang berwarna ungu pucat. Warna daging ubi jalar ada yang putih,

kuning, Merah, ungu (Prasetya dkk, 2009). Komponen gizi dalam ubi jalar selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komponen Gizi Ubi Jalar Tiap 100 Gram Bahan

No	Kandungan Gizi	Ubi Jalar Putih	Ubi Jalar Merah	Ubi Jalar Kuning	Daun
1	Kalori (kal)	123,00	123,00	136,00	47,00
2	Protein (g)	1,80	1,80	1,10	2,80
3	Lemak (g)	0,70	0,70	0,40	0,40
4	Karbohidrat (g)	27,90	27,90	32,30	10,40
5	Air (g)	68,50	68,50	68,50	84,70
6	Serat Kasar (g)	0,90	1,20	1,40	-
7	Kadar Gula (g)	0,40	0,40	0,30	-

(Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1996)

### 2.1.3. Potensi Ubi Jalar di Indonesia

Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) merupakan salah satu tanaman pangan yang tersebar di seluruh Indonesia. Indonesia merupakan penghasil ubi jalar terbesar kedua di dunia setelah RRC. Oleh karena itu, Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan industri pengolahan berbasis ubi jalar (Ambarsari dan Choliq, 2009).

Areal panen ubi jalar di Indonesia tiap tahun seluas 229.000 hektar, tersebar di seluruh propinsi, baik di lahan sawah maupun tegalan dengan produksi rata-rata nasional 10 ton per hektar. Penghasil utama ubi jalar di Indonesia adalah Jawa dan Irian Jaya yang menempati porsi sekitar 59 persen, sehingga peluang perluasan areal panen masih sangat terbuka di seluruh Indonesia. Produktivitas bisa dinaikkan menjadi 30 ton per hektar, apabila dilakukan perbaikan teknik budidaya dan penggunaan varietas unggul nasional. Ubi jalar bisa ditanam sepanjang tahun, baik secara terus menerus, bergantian maupun secara tumpang sari. Ubi jalar bisa ditanam sepanjang tahun di jenis tanah apa saja dan di mana saja. Tanah yang kurang subur seperti di Kalimantan, produksinya juga cukup tinggi sekitar 20 ton per hektar. Keunggulan lain dari ubi jalar adalah umur panen ubi jalar yang singkat yaitu hanya empat bulan (Aini, 2004).

#### 2.1.4. Nilai Gizi Ubi Jalar

Ada beberapa jenis ubi jalar yang dikenal, yang paling umum adalah ubi jalar putih, selain ubi jalar merah atau ungu. Ubi jalar putih hanya mengandung 260 mg (869 SI)  $\beta$ -karoten per 100 gram. Ubi jalar merah yang berwarna kuning emas tersimpan 2.900 mg (9.657 SI)  $\beta$ -karoten, sedangkan dalam ubi jalar warna merah jingga 9.900 mg (32.967 SI)  $\beta$ -karoten. Makin pekat warna merahnya, makin tinggi kadar  $\beta$ -karotennya (Riata, 2010).  $\beta$ -karoten merupakan bahan pembentuk vitamin A di dalam tubuh. Ubi jalar juga mempunyai beberapa keunggulan diantaranya, pada kandungan vitamin C-nya yang tinggi yaitu sebesar 23 mg/100 gram, selain itu ubi jalar kaya akan mineral Ca 30 mg/100 gram (Aini, 2004). Komposisi kimia ubi jalar putih selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia ubi jalar putih

Komposisi	Jumlah
Kadar air (%)	72,85
Pati (%)	24,28
Protein (%)	1,65
Gula reduksi (%)	0,85
Mineral (%)	0,95
Asam askorbat (mg/100g)	22,70
K (mg/100g)	204,00
S (mg/100g)	28,00
Ca (mg/100g)	22,00
Mg (mg/100g)	10,00
Na (mg/100g)	15,00
Fe (mg/100g)	0,59
Mn (mg/100g)	0,35
Energi (kJ/100g)	441,00

(Sumber: Aini, 2004)

Perbandingan kandungan gizi dan kalori ubi jalar dengan berbagai bahan berpati lainnya seperti beras, ubi kayu, dan jagung dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan gizi dan kalori ubi jalar dibandingkan dengan beras, ubi kayu, dan jagung per 100 g bahan

Bahan	Kalori (kal)	Karbohidrat (g)	Protein (g)	Lemak (g)	Vitamin A (SI)	Vitamin C (mg)	Ca (mg)
Ubi jalar	123	27,9	1,8	0,7	7000	22	30
Ubi kayu	146	34,7	1,2	0,3	0	30	33
Jagung	361	72,4	8,7	4,5	350	0	9
Beras	360	78,9	6,8	0,7	0	0	6

(Sumber: Harnowo dkk, 1994)

## 2.2. Bioetanol

Etanol atau etil alkohol merupakan nama lain untuk alkohol yang mempunyai rumus molekul  $C_2H_5OH$ . Alkohol atau etanol merupakan zat yang *volatil* (mudah menguap), *flammable* (mudah terbakar), jernih dan merupakan cairan yang tidak berwarna, larut dalam air, eter, aseton, benzen, dan semua pelarut organik serta memiliki bau khas alkohol (Putri dan Pertiwi, 2009).

Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati. Bioetanol bersumber dari gula sederhana, pati, dan selulosa. Setelah melalui proses fermentasi dihasilkan etanol (Ramadani dkk, 2007). Bahan baku pembuatan bioetanol dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu (Khairani, 2007) :

### a. Bahan sukrosa

Bahan - bahan yang termasuk dalam kelompok ini antara lain nira tebu, tetes tebu, nira pati, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, dan sari buah mete, dan lain-lain.

### b. Bahan berpati

Bahan-bahan yang termasuk kelompok ini adalah bahan-bahan yang mengandung pati atau karbohidrat. Bahan-bahan tersebut antara lain ubi ganyong, biji sorgum, biji jagung, garut, sagu, ubi kayu, ubi jalar, dan lain-lain.

### c. Bahan berselulosa (lignoselulosa)

Bahan berselulosa (lignoselulosa) artinya adalah bahan tanaman yang mengandung selulosa (serat), antara lain kayu, jerami, batang pisang, dan lain-lain.

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut, minuman, bahan bakar, dan senyawa antara untuk sintesis senyawa–senyawa organik lainnya. Etanol sebagai pelarut banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, dan resin maupun laboratorium. Etanol dapat dicampur dengan bensin dalam kuantitas yang bervariasi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar minyak bumi, dan juga untuk mengurangi polusi udara. Berdasarkan kadar alkoholnya, etanol terbagi menjadi 3 grade sebagai berikut (Hambali dkk, 2007) :

1. Grade Industri dengan kadar alkohol 90-94% v/v, digunakan untuk bahan baku industri dan pelarut
2. Netral dengan kadar alkohol 96-99,5% v/v, digunakan untuk minuman keras dan bahan baku farmasi
3. Grade bahan bakar dengan kadar alkohol 99,5-100% v/v, digunakan untuk bahan bakar

#### 2.2.1. Sifat fisik dan kimia etanol

Sifat fisik dan kimia etanol bergantung pada gugus hidroksil. Reaksi yang dapat terjadi pada etanol antara lain dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, dan esterifikasi (Rizani, 2000). Sifat fisik etanol dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Sifat Fisik Alkohol (Etanol)

Sifat fisik alkohol (Etanol)	Nilai Sifat Fisik Alkohol (Etanol)
Berat molekul	46,7
Titik beku	-114,15°C
Titik didih	78,5°C
Panas penguapan pada 70°C	4,64 kJ/kg
Panas penguapan pada 80°C	855,66 kJ/kg
Panas penguapan pada 100°C	900,83 kJ/kg
Konduktivitas panas (20°C)	18 $\mu$ w.m-1
Panas pembakaran	1.3700,82 kJ/mol
Viskositas (20°C)	1.17 mPa
Tegangan muka	22,03 mN/m
Indeks bias (20°C)	1.36048
Massa jenis	0,78942

(Sumber : Rizani, 2000)

Penentuan bioetanol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar harus sesuai dengan SNI bioetanol. Sehingga perlu parameter untuk menguji bioetanol yang akan digunakan dengan menguji sifat fisik bioetanol. Spesifikasi untuk uji bioetanol menurut SNI 7390:2008 dapat dilihat pada Tabel 2.5 (Prihandana dkk, 2007).

Tabel 2.5 Spesifikasi Uji Bioetanol Sesuai SNI 7390:2008

No	Sifat	Unit. Min/ Maks	Spesifikasi
1.	Kadar etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)
2.	Kadar methanol	mg/l, maks	300
3.	Kadar air	%-v, maks	1
4.	Kadar denaturasi	%-v, min	2
		%-v, maks	5
5.	Kadar tembaga (Cu)	mg/kg, maks	0,1
6.	Densitas 25°C	g/mL	0,790
7.	Keasaman sebagai CH <sub>2</sub> COOH	mg/l, maks	30
8.	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
9.	Kadar ion klorida (Cl)	mg/l,maks	40
10.	Kandungan belerang (S)	mg/l,maks	50
11.	Kadar getah (gum), dicuci	mg/100 mL, maks	5,0
12.	pH		6,5-9,0

(Sumber: Prihandana dkk, 2007)

### 2.2.2. Manfaat penggunaan bioetanol

Adapun manfaat bioetanol secara terperinci sebagai berikut (Yani, 2009)

#### 1. Terhadap Mesin

Bioetanol menghasilkan nilai oktan yang tinggi dan tingkat kompresi yang tinggi sehingga performa mesin meningkat serta mencegah terjadinya fenomena ketuk (*knocking*) yaitu penyebab penurunan daya mesin. Bioetanol juga dapat menurunkan kadar emisi gas buang.

## 2. Terhadap Lingkungan

Penggunaan bioetanol atau bahan bakar nabati lainnya akan sangat menguntungkan bagi lingkungan yaitu menurunkan nilai polusi gas buang, seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan *particulate matter* (PM).

## 3. Penggunaan lain

Bioetanol berkadar rendah dapat dimanfaatkan lebih luas, misalnya sebagai pelarut, untuk bahan campuran kosmetik, proses pengolahan pangan, di bidang kesehatan dan lain-lain.

### 2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Bioetanol

Beberapa kelebihan dari penggunaan etanol sebagai bahan bakar yaitu (Hambali dkk, 2007) :

- Diproduksi dari tanaman yang dapat diperbarui (*renewable*) dan mudah terurai (*degradable*)
- Bioetanol mengandung kadar oksigen sekitar 35%, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi rumah kaca
- Bioetanol memiliki nilai oktan lebih tinggi yaitu 118 sehingga dapat menggantikan fungsi bahan aditif
- Bioetanol bersifat ramah lingkungan, karena gas buangnya rendah terhadap senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai polutan, seperti karbon monoksida, nitrogen oksida dan gas-gas rumah kaca
- Pembakaran bioetanol tidak menghasilkan partikel timbal dan benzen yang bersifat karsinogenik (penyebab kanker)

Kelemahan dari penggunaan etanol sebagai bahan bakar adalah etanol murni yang digunakan pada mesin akan bereaksi dengan karet dan plastik. Etanol murni hanya bisa digunakan pada mesin yang telah dimodifikasi (Haholongan, 2009).

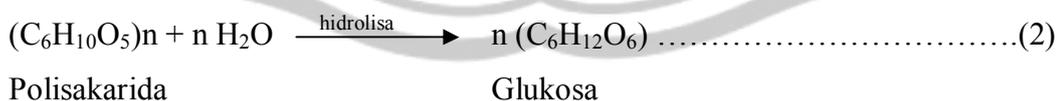
### 2.3. Hidrolisa

Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Proses hidrolisa merupakan tahap penting dalam pembuatan bioetanol, karena proses hidrolisa ini menentukan jumlah glukosa yang dihasilkan untuk kemudian dilakukan fermentasi menjadi bioetanol (Retno dkk, 2009). Prinsip hidrolisa pati adalah pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa atau monosakarida yaitu glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Pemutusan ikatan pada pati atau karbohidrat menjadi glukosa dapat menggunakan beberapa metode diantaranya yaitu metode kimiawi (hidrolisa asam) dan metode enzimatik (hidrolisa enzim) (Assegaf, 2009).

Hidrolisa dengan air murni berlangsung lambat dan hasil reaksi tidak komplit, maka perlu ditambahkan katalis untuk memperbesar kereaktifan air sehingga mempercepat reaksi dan meningkatkan selektivitas (Ramadani, 2007). Katalisator ini bisa berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat, dan asam sulfat. Pada Industri umumnya menggunakan asam klorida sebagai katalisator. Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi hidrolisa pati adalah suhu reaksi, waktu reaksi, pencampuran pereaksi, konsentrasi katalisator, dan kadar suspensi. Pati yang terkandung dalam serbuk ubi jalar putih dapat diubah menjadi alkohol, melalui reaksi biologi dan kimia (Retno, 2009).



Perubahan pati menjadi gula diperlukan proses hidrolisa melalui reaksi sebagai berikut:



### 2.4. Fermentasi

Istilah fermentasi berasal dari kata *fervere* (yunani) yang berarti mendidih dan ini digunakan untuk menunjukkan adanya aktivitas ragi pada ekstraksi buah-buahan, malt, dan biji-bijian. Keadaan seperti mendidih ini terjadi karena

terbentuknya gelembung-gelembung CO<sub>2</sub> akibat proses katabolisme gula dalam ekstrak secara anaerob. Ditinjau secara biokimia, fermentasi dapat diartikan sebagai suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi produk oleh sel mikroba (Putri dan Pertiwi, 2009).

Mikroba yang umumnya terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, ragi dan kapang. Contoh bakteri yang digunakan dalam fermentasi adalah *Acetobacter xylinum* pada pembuatan *nata decoco*, *Acetobacter aceti* pada pembuatan asam asetat. Contoh ragi dalam fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan alkohol, sedangkan contoh kapang adalah *Rhizopus sp* pada pembuatan tempe, *Monascus purpureus* pada pembuatan angkak dan sebagainya (Anonim, 2008).

### 2.3.1. Proses Fermentasi Alkohol

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. Proses fermentasi yang terjadi berlangsung secara anaerob, yaitu mengubah glukosa menjadi alkohol. Akibat terjadinya fermentasi sebagian atau seluruhnya akan berubah menjadi alkohol setelah beberapa waktu lamanya. Fermentasi oleh ragi, misalnya *Sacharomyces cerevisiae* 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 (Retno dkk, 2009).

### 2.3.2. Syarat Ragi yang Dipakai dalam Fermentasi

Syarat-syarat ragi yang dapat dipakai dalam proses fermentasi adalah (Rikana dan Adam, 2008) :

- Mempunyai kemampuan tumbuh dan berkembang biak dengan cepat dalam substrat yang sesuai
- Dapat menghasilkan enzim dengan cepat untuk mengubah glukosa menjadi alkohol
- Mempunyai daya fermentasi yang tinggi terhadap glukosa, fruktosa, galaktosa, dan maltosa
- Mempunyai daya tahan dalam lingkungan dalam kadar alkohol yang relatif tinggi
- Tahan terhadap mikroba lain

2.3.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fermentasi (Retnowati dan Sutanti, 2009) :

1. Kadar gula

Bahan dengan konsentrasi gula yang tinggi mempunyai efek negatif pada ragi, baik pada pertumbuhan maupun aktivitas fermentasinya. Kadar glukosa yang baik berkisar antara 10–18%. Apabila terlalu pekat, aktivitas enzim akan terhambat sehingga waktu fermentasinya menjadi lama, disamping itu terdapat sisa gula yang tidak terpakai, dan jika terlalu encer alkohol yang dihasilkan berkadar rendah.

2. Nutrisi (zat gizi)

Ragi memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan ragi selama proses fermentasi berlangsung, misalnya :

- Unsur C : ada pada karbohidrat
- Unsur N : dengan penambahan pupuk yang mengandung nitrogen, ZA, Urea
- Unsur P : penambahan pupuk fosfat dari NPK, TSP, DSP, dll

### 3. Keasaman (pH)

Ragi memerlukan media suasana asam untuk fermentasi alkohol, yaitu pH 4–5. pH kurang dari 4 menyebabkan proses fermentasi berkurang kecepatannya, sedangkan pH yang lebih dari 5 menyebabkan adaptasi ragi dalam ekstrak menjadi lebih rendah. Pengaturan pH dilakukan dengan menambahkan asam sulfat atau asam klorida jika substratnya alkalis dan natrium bikarbonat jika substratnya asam.

### 4. Temperatur

Suhu berpengaruh terhadap proses fermentasi melalui dua hal secara langsung yaitu mempengaruhi aktivitas enzim dan mempengaruhi hasil alkohol secara langsung karena adanya penguapan. Seperti proses biologis (enzimatik) yang lain, kecepatan fermentasi akan bertambah sesuai dengan suhu optimum yang berkisar antara 27–30°C. Ketika fermentasi berlangsung, terjadi kenaikan panas karena ekstrim. Oleh karena itu, untuk mencegah agar suhu fermentasi tidak naik, perlu pendinginan supaya suhu dipertahankan tetap 27-30°C.

### 5. Volume starter

Umumnya volume starter yang digunakan untuk media fermentasi adalah 5% dari volume larutan yang akan digunakan. Hal ini dikarenakan pada volume starter yang lebih kecil dari 5% maka kecepatan fermentasi kecil, sedangkan pada volume starter yang lebih besar dari 5% keaktifan ragi berkurang karena alkohol yang terbentuk pada awal fermentasi sangat banyak sehingga fermentasi lebih lama dan banyak glukosa yang tidak terfermentasikan.

### 6. Udara

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobik (tanpa udara). Oleh karena itu, udara diperlukan pada proses

pembibitan sebelum fermentasi, untuk pengembangbiakan ragi sel.

## 2.5. Distilasi

Distilasi atau penyulingan adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali, yaitu memisahkan campuran dua atau lebih zat cair ke dalam fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didihnya. Campuran zat dalam penyulingan dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki [titik didih](#) lebih rendah akan menguap lebih dulu. Secara sederhana distilasi adalah proses pemisahan bahan cairan berdasarkan perbedaan titik didihnya (Ardian, 2007).

Bioetanol hasil proses fermentasi dipisahkan dengan cara disaring, kemudian filtrat didistilasi sehingga bioetanol yang dihasilkan terbebas dari kontaminan atau pengotor yang terbentuk selama proses fermentasi. Titik didih air adalah 100°C, sedangkan titik didih etanol murni 78°C (Assegaf, 2009). Distilasi dilakukan pada suhu 78-80°C, sehingga pada suhu tersebut etanol akan menguap dan uap etanol ditampung atau disalurkan melalui kondensor. Fase uap hasil distilasi yang mengalir melalui kondensor berubah menjadi fase cair dan ditampung dalam penampung distilat. Bioetanol yang dihasilkan dari distilasi pertama biasanya memiliki kadar sebesar 95% (Herera, 2006).

## 2.6. Ragi Roti (*Saccharomyces Cerevisiae*)

### 2.6.1. Pengertian

*Saccharomyces* adalah genus dalam kerajaan jamur yang mencakup banyak jenis ragi. *Saccharomyces* berasal dari bahasa latin yang berarti gula jamur. Banyak anggota dari genus ini dianggap sangat penting dalam produksi makanan, salah satu contohnya adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam pembuatan anggur, roti, dan bir atau alkohol (Fadly, 2000).

Jamur *Saccharomyces cerevisiae* atau di Indonesia lebih dikenal dengan nama jamur ragi, telah memiliki sejarah dalam industri fermentasi.

Jamur ragi ini memiliki kemampuan dalam menghasilkan alkohol, sehingga disebut sebagai mikroorganisme aman (*Generally Regarded as Safe*) yang paling komersial saat ini (Fadly, 2000).

#### 2.6.2. Taksonomi *Saccaromyces Cerevisiae*

*Saccaromyces cerevisiae* termasuk dalam kelas *Saccharomycetes* dan family *Saccharomycetaceae*. Taksonomi dari *Saccaromyces cerevisiae* adalah sebagai berikut (Hansen, 1838) :

Kingdom	: <i>Fungi</i>
Phylum	: <i>Ascomycota</i>
Subphylum	: <i>Saccharomycotina</i>
Kelas	: <i>Saccharomycetes</i>
Ordo	: <i>Saccharomycetales</i>
Famili	: <i>Saccharomycetaceae</i>
Sub. famili	: <i>Saccharoycoideae</i>
Genus	: <i>Saccharomyces</i>
Species	: <i>S. cerevisiae</i>

*Saccaromyces cerevisiae* merupakan organisme uniseluler yang bersifat mikroskopis dan disebut sebagai jasad sakarolitik, yaitu menggunakan gula sebagai sumber karbon untuk metabolisme. *Saccaromyces cerevisiae* memiliki sejumlah gula, diantaranya sukrosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, dan maltosa (Assegaf, 2009).

*Saccharomyces cerevisiae* adalah salah satu mikroorganisme yang paling banyak digunakan pada fermentasi alkohol karena dapat memproduksi tinggi, tahan terhadap kadar alkohol yang tinggi, tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan aktivitasnya pada suhu 4–36°C (Kartika dkk,1992).

Ada beberapa jenis mikroba lain yang mempunyai kemampuan untuk menghasilkan etanol, namun hampir 95% fermentasi melibatkan jenis *Saccharomyces cereviceae*. Gula jamur ini dipilih karena tahan

terhadap konsentrasi asam yang relatif tinggi (Assegaf, 2009). Fungsi dari ragi roti pada adonan adalah (Darwindra, 2008)

- *Leavening agent* (pengembang adonan), ragi mengkonsumsi gula dan mengubahnya menjadi gas karbondioksida, sehingga adonan mengembang
- Memproses gluten (protein pada tepung) sehingga dapat membentuk jaringan yang dapat menahan gas karbondioksida keluar
- Menghasilkan *flavor* (aroma dan ras) pada adonan. Hal ini disebabkan karena selama fermentasi ragi juga menghasilkan sejenis etanol yang dapat memberikan aroma khusus



## BAB III

### PROSEDUR KERJA

#### 3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan bioetanol dari ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) menggunakan fermentasi ragi roti adalah, sebagai berikut :

##### 3.1.1. Alat Proses

- Labu alas datar
- Termometer
- Magnetik Stirrer
- Pipet Ukur
- Pipet Tetes
- Indikator pH
- Kompor Listrik
- Botol Fermentasi
- Gelas Beker
- Pendingin Leibig
- Oven
- Rangkaian alat destilasi
- Timbangan Analitik
- Erlenmeyer
- Hot Plate
- Statif
- Klem
- Corong

##### 3.1.2. Alat Analisis

- GC-MS
- Piknometer
- Viskosimeter

#### 3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol dari ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) menggunakan fermentasi ragi roti adalah, sebagai berikut:

- Ubi jalar putih
- Asam klorida 0,5 N
- Natrium Hidroksida
- Aquadest
- Ragi roti

### 3.3 Rangkaian Alat

#### 3.3.1 Hidrolisa



Gambar 3.1. Rangkaian alat Hidrolisa

#### 3.3.2 Fermentasi



Gambar 3.2. Rangkaian Alat Proses Fermentasi

### 3.3.3 Distilasi



**Gambar 3.3. Rangkaian Alat Destilasi**

## 3.4 Cara Kerja

### 3.4.1. Pembuatan Serbuk Ubi Jalar Putih

Ubi jalar dikupas kemudian dicuci bersih selanjutnya dipotong dengan tebal 2-5 mm menggunakan pisau atau alat pemotong lainnya. Chips yang dihasilkan kemudian dioven suhu 65°C selama 18 jam kemudian diblender dan dioven kembali suhu 65°C selama 4 jam, hingga diperoleh serbuk ubi jalar putih (Aini, 2004).

### 3.4.2. Proses Hidrolisa

Serbuk ubi jalar putih ditimbang seberat 200 gram, kemudian ditambahkan larutan Asam Klorida 0,5 N sebanyak 500 mL. Larutan serbuk ubi jalar tersebut dimasukan ke dalam labu alas datar dan dipanaskan pada temperatur 100°C selama 1 jam serta dilakukan pengadukan menggunakan magnetik stirrer (Ramadani dkk, 2007).

### 3.4.3. Fermentasi

#### a. Pembuatan Medium Fermentasi

Larutan hasil hidrolisa dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan dilakukan pengaturan pH larutan sampai pH 4,5 menggunakan NaOH (Ramadani dkk, 2007).

#### b. Proses fermentasi

Larutan medium fermentasi ditambah dengan ragi roti sebanyak 10% dari volume larutan ke dalam erlenmeyer dan diaduk menggunakan pengaduk kaca (Tim Dosen Praktikum Teknologi Bioproses, 2009). Campuran dimasukkan ke dalam botol fermentasi secara anaerob selama 6 hari. Botol fermentasi ditutup rapat dan dihubungkan dengan selang plastik yang dimasukkan ke dalam gelas yang berisi air (Ramadani dkk, 2007).

### 3.4.4. Destilasi

Larutan fermentasi yang sudah disaring kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi. Diketahui titik didih etanol murni adalah 78°C. Maka proses destilasi dilakukan pada suhu 75-80°C. Pada suhu tersebut etanol akan menguap, tetapi air tidak menguap. Uap etanol dialirkan ke distilator dan bioetanol akan keluar dari pipa pengeluaran sebagai distilat (Ramadani dkk, 2007).

### 3.4.5. Analisis Kandungan Etanol dari Ubi Jalar Putih

Kandungan etanol pada sampel ubi jalar putih ditentukan dengan menggunakan peralatan analisis GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*). Analisis GC bertujuan untuk mengetahui jenis dan komposisi dari komponen yang terdapat dalam sampel.

### 3.4.6. Uji Densitas Bioetanol pada 20°C (Rizani, 2000) dan 25°C (SNI)

Densitas bioetanol ditentukan dengan menggunakan piknometer. Dengan piknometer dapat diketahui volume larutan dan massa larutan, sehingga densitas bioetanol dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dengan :

$\rho$  = densitas bioetanol (g/cm<sup>3</sup>)

m = massa bioetanol (g)

v = volume bioetanol (cm<sup>3</sup>)

### 3.4.7. Uji Viskositas Bioetanol pada 20°C (Rizani, 2000)

Viskositas bioetanol dapat ditentukan dengan menggunakan viskosimeter. Dengan viskosimeter dapat diketahui waktu yang ditempuh larutan untuk mencapai garis batas bawah, sehingga viskositas bioetanol dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\mu_{\text{bioetanol}} = \frac{\rho_{\text{bioetanol}} \times t_{\text{bioetanol}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}} \times \mu_{\text{air}}$$

Dengan :

$\mu$  = viskositas (g/cm.s)

$\rho$  = densitas (g/cm<sup>3</sup>)

t = waktu (s)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hidrolisa

Proses hidrolisa berlangsung pada suhu 100°C menggunakan magnetik stirrer dengan perbandingan antara bahan dan larutan katalis adalah 1 : 2,5. Katalis yang digunakan dalam proses hidrolisa adalah HCl. Tujuan penambahan katalis karena reaksi air dengan pati berlangsung sangat lambat, sehingga diperlukan penambahan HCl yang lebih banyak daripada air untuk membantu kereaktifan air dalam memecah senyawa agar lebih cepat terurai (Ramadani dkk, 2007). Hasil yang diperoleh dari proses hidrolisa mengalami beberapa perubahan fisik yaitu warna dari coklat muda menjadi coklat tua, larutan menjadi lebih kental dan tidak terdapat gumpalan-gumpalan serbuk di dalam larutan, serta volume larutan berkurang dari 640 mL sebelum dihidrolisa menjadi 628 mL. Perubahan-perubahan tersebut dikarenakan senyawa yang ada didalam serbuk ubi jalar putih telah terurai dan homogen. pH hasil hidrolisa adalah 1 dan diatur menjadi 4,5 dengan menggunakan NaOH. Pengaturan pH dilakukan karena ragi memerlukan media suasana asam untuk fermentasi alkohol, yaitu pada keadaan pH yang paling optimum 4–5 (Retnowati dan Sutanti, 2009).



Gambar 4.1 Perubahan Warna pada Proses Sebelum dan Sesudah Hidrolisa

## 4.2 Fermentasi

Proses fermentasi berlangsung sampai gas CO<sub>2</sub> sudah tidak keluar dari fermentor, yaitu selama 6 hari. Ragi yang digunakan dalam fermentasi sebanyak 10% dari volume larutan yang akan difermentasi yaitu 63 gram. Pemilihan ragi roti pada fermentasi ini karena ragi roti memudahkan proses fermentasi dan tahan terhadap konsentrasi asam yang tinggi serta mampu menghasilkan alkohol dengan kadar tinggi (Kartika dkk, 1992). Sebelum ragi dicampur dengan ekstrak hasil hidrolisa, ragi ditambah dengan air hangat ( $\pm 35^{\circ}\text{C}$ ) sebanyak 250 mL dan diaduk perlahan sampai homogen (Kartika dkk, 1992). Tujuan penambahan air hangat adalah mengaktifkan *Saccaromyces cereviceae* yang membantu jalannya proses fermentasi. Larutan ragi kemudian ditambahkan ke dalam ekstrak hasil hidrolisa sambil diaduk. Setelah campuran ekstrak dan ragi homogen, campuran tersebut dimasukkan ke dalam botol fermentasi. Fermentasi dilakukan untuk menguraikan gula yang terkandung dalam ubi jalar putih menjadi bioetanol dan CO<sub>2</sub>. Setelah fermentasi selesai, volume larutan hasil fermentasi berkurang menjadi 525 mL. Hal tersebut disebabkan keluarnya gas CO<sub>2</sub> sebagai hasil samping dalam pembentukan etanol.



Gambar 4.2 Perubahan Warna pada Proses Sebelum dan Sesudah Fermentasi

Setelah proses fermentasi selesai, warna cairan yang sebelumnya berwarna coklat berubah menjadi kuning kecoklatan. Selain itu terbentuk 2 lapisan yang berupa cairan di bagian atas dan endapan berupa lumpur berwarna

coklat tua dibagian bawah. Terbentuknya 2 lapisan tersebut akibat dari proses pemisahan etanol dengan pengotor. Sebelum proses distilasi, cairan dipisahkan dan endapan hasil fermentasi disaring menggunakan saringan vacum untuk memisahkan cairan yang berada dalam endapan.

#### 4.3 Distilasi

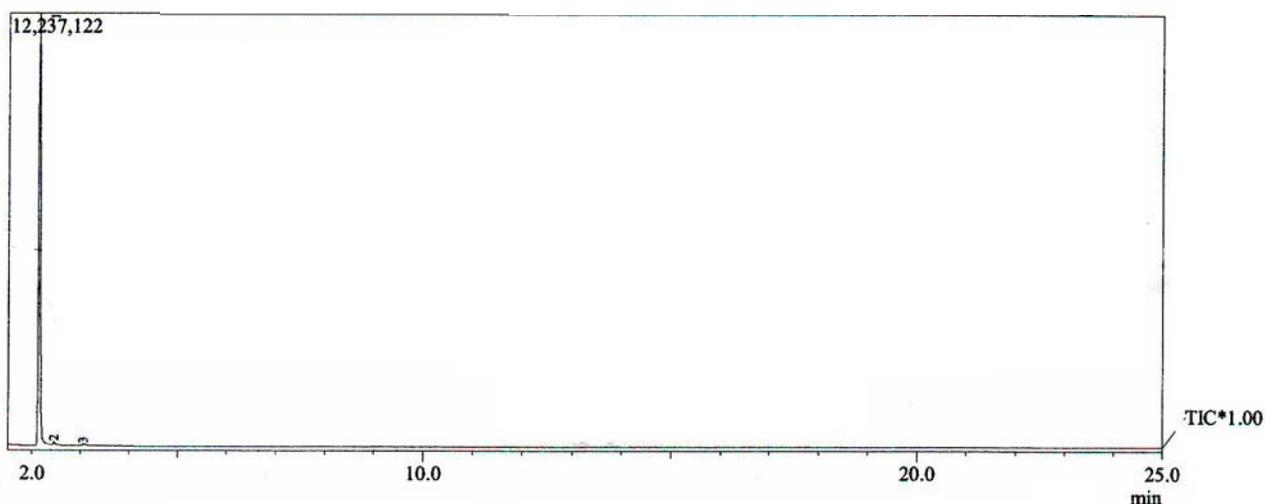
Larutan hasil fermentasi didistilasi untuk memisahkan etanol dari air dan pengotor. Titik didih etanol adalah  $78^{\circ}\text{C}$  dan titik didih air adalah  $100^{\circ}\text{C}$ , sehingga pada suhu  $78^{\circ}\text{C}$  etanol akan menguap terlebih dahulu. Oleh karena itu, distilasi dilakukan pada suhu  $78-80^{\circ}\text{C}$  untuk mencegah menguapnya air yang mengakibatkan terikutnya air ke dalam distilat. Etanol yang menguap selanjutnya didinginkan oleh kondensor dan distilat yang dihasilkan ditampung dalam penampung distilat. Proses distilasi menghasilkan distilat berwarna jernih sebanyak 28,60 mL.



Gambar 4.3 Perubahan Warna pada Proses Sebelum dan Sesudah Distilasi

#### 4.4 Produk Bioetanol

Kadar bioetanol diperoleh dari hasil analisis GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*). Hasil analisis GC-MS ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.4 Kromatogram GC-MS Bioetanol dari Ubi Jalar Putih

Gambar diatas menunjukkan adanya puncak senyawa-senyawa lain yang muncul selain etanol seperti propanol 0,61% dan butanol 0,45%, sehingga kadar etanol yang diperoleh adalah 98,94%. Propanol dan butanol yang terdapat pada produk hasil fermentasi memiliki persentase yang sangat kecil dibandingkan dengan puncak etanol. Menurut Judoamidjojo dkk (1989), senyawa-senyawa tersebut merupakan produk samping dari fermentasi etanol. Hasil analisis data kromatogram ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Analisa Data Kromatogram Bioetanol dari Ubi Jalar Putih

No	Senyawa	%
1	Etanol	98,94
2	Propanol	0,61
3	Butanol	0,45

Tabel 4.1 menyatakan bahwa etanol yang diperoleh berkadar 98,94% dengan hasil samping propanol dan butanol, sehingga kadar etanol tersebut tidak memenuhi SNI.

Hasil Bioetanol dilakukan perbandingan sifat fisik (densitas dan viskositas) dan hasilnya mendekati dengan referensi yang ada yaitu menurut

penelitian Rizani dan SNI. Hasil perbandingan sifat fisik etanol yang dihasilkan dengan penelitian Rizani (2000) dan SNI ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Perbandingan Sifat Fisik Etanol yang Dihasilkan dengan Penelitian Rizani (2000) dan SNI

Sifat fisik	Hasil percobaan	Rizani(2000)	SNI
Densitas	0,7179 g/mL (20°C) 0,7852 g/mL (25°C)	0,789 g/mL (20°C)	0,790 g/mL (25°C)
Viskositas (20°C)	1,1188 cP	1,17 cP	

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil densitas dan viskositas dari percobaan pembuatan bioetanol memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Rizani dan SNI. Perbedaan hasil densitas pada suhu 20°C memiliki selisih nilai sebesar 0,0711 g/mL, dan perbandingan hasil densitas dengan suhu 25°C memiliki selisih nilai sebesar 0,0048 g/mL, sedangkan untuk viskositas memiliki selisih nilai sebesar 0,0512 g/mL. Perbedaan densitas dan viskositas pada hasil yang diperoleh menyatakan bahwa selisih nilainya tidak terlalu jauh dari referensi yang telah ada, baik pada penelitian Rizani maupun menurut SNI. Perbedaan selisih tersebut dikarenakan bioetanol yang dihasilkan mengandung senyawa-senyawa lain yang menyebabkan massa jenis larutan mengalami perubahan massa larutan. Menurut Judoamidjojo dkk (1989), densitas senyawa propanol dan butanol lebih kecil dibandingkan dengan bioetanol SNI, sehingga campuran etanol yang mengandung senyawa tersebut memiliki densitas yang lebih rendah. Densitas bioetanol dalam percobaan diketahui lebih kecil dibanding dengan standar bioetanol SNI maka viskositas bioetanol juga menunjukkan hasil yang lebih rendah, karena densitas dan viskositas larutan bergantung pada massa jenis larutannya. Sehingga bioetanol yang dihasilkan dari percobaan lebih encer dibandingkan dengan bioetanol SNI.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Simpulan**

1. Ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) dapat disintesis menjadi bioetanol menggunakan ragi roti melalui beberapa tahap, yaitu hidrolisa, fermentasi, dan distilasi.
2. Sintesis bioetanol dari ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) menghasilkan etanol dengan warna jernih yang berkadar 98,94%.
3. Bioetanol dari ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) dengan kadar 98,94% dapat digunakan sebagai bahan baku farmasi dan minuman berkualitas tinggi.

#### **5.1 Saran**

1. Ragi yang digunakan dalam proses fermentasi sebaiknya sebanyak 5% dari volume larutan. Jika kurang atau lebih dari 5%, maka hasil yang diperoleh tidak akan optimal.
2. Pada saat proses fermentasi, selang yang masuk ke dalam botol fermentasi sebaiknya tepat di atas larutan agar larutan yang difermentasi tidak terbawa menuju ke gelas penjebak gas CO<sub>2</sub>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. 2004. *Pengolahan Tepung Ubi Jalar dan Produknya untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pedesaan*. Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS 702) Institut Pertanian Bogor. Online pada [www.rudycet.com/PPS702-ipb/09145/9145.htm](http://www.rudycet.com/PPS702-ipb/09145/9145.htm) (akses 5 Agustus 2010)
- Anonim. 2008. *Fermentasi Alkohol*. Online pada <http://ptp.wordpress.com/2008/06/19/fermentasi-dan-mikroorganisme-yang-terlibat/> (akses 23 Agustus 2010)
- Ambarsari, I dan Choliq, A. 2009. *Rekomendasi Dalam Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi Jalar*. Peneliti di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah. Online pada <http://digilib.umm.ac.id/go.php?id=jiptummpp-gdl-s1-2009-prastiwial-1837> (akses 5 April 2010)
- Ardian, V. 2007. *Kolom Distilasi*. Online pada <http://www.pustaka.ac.id/distilasi-kolom> (akses 5 April 2010)
- Assegaf, F. 2009. *Prospek Produk Bioetanol Bonggol Pisang (Musa paradisiacal) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatik*. Universitas Jenderal Soedirman RSO Semarang DSO puwokerto. Online pada <http://www.indeni-Unsoed.net/Bio-etanol/Bonggolpisang/Hidrolisis/Enzimatik.pdf> (akses 10 Juli 2010)
- Budianto, Anwar. 2008. *Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair dengan Menggunakan Regresi Linier Hukum Stokes*. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir. ISSN 1978-0176, Yogyakarta
- Darwindra, H.D. 2008. *Fermentasi Khamir Ragi Roti*. Online pada <http://pdfgod.com/fermentasi-khamir-ragi-roti-pdf.html> (akses 5 September 2010)
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1996. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhratara. Online pada <http://www.gizi.net/pedoman-gizi/download/xeroftalmia.pdf> (akses 10 Agustus 2010)
- Fadly, Z. 2000. *Jamur Ragi Sccharomyces Cerevisiae*. Online pada <http://zhulmaycry.blogspot.com/2009/08/jamur-ragi-saccharomyces-cerevisiae.html> (akses 5 September 2010)
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Halomoan, A.T., Waries, A., Hendroko, R. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agromedia Pustaka

- Haholongan, A.D. 2009. Uji Eksperimen Perbandingan Unjuk Kerja Motor Bakar Berbahan Bakar Premium Dengan Campuran Premium-Bioetanol (Gasohol BE-35 dan BE-40). Skripsi. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan
- Hansen, E.C. 1838. *Ainsworth and Bisby's Dictionary Of The Fungi*. Online pada [http://books.google.co.id/books?id=IFD4\\_VFRDdUC&pg=PA610&lpg=PA610&dq=E+C+Hansen+1838false](http://books.google.co.id/books?id=IFD4_VFRDdUC&pg=PA610&lpg=PA610&dq=E+C+Hansen+1838false). (akses 3 September 2010)
- Harnowo, D., Nugroho, A.C., Nurmalis, D. 1994. *Pengolahan ubi jalar guna mendukung diversifikasi pangan dan agroindustri*. Malang: Agroindustri
- Herera, S. 2006. *Produksi Etanol dari Bahan Alam Terbarukan*. Online pada <http://www.ifpri.org/2020/focus/focus14/focus1409.pdf> (akses 2 Agustus 2010)
- Izzati, N dan Yusnidar, R. 2010. *Optimasi Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih (ipomea batatas) Sebagai Sumber Alternatif Bahan Bakar yang Terbarukan*. Malang: PKM-AI Universitas Negeri Malang
- Judoamidjojo, R.M., Darwis, A.A., Sa'id, E.G. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Bogor: Universitas Bioteknologi Institut Pertanian. Online pada <http://www.tertra.net/teknologi/fermentasi/sentral1992.pdf>. (akses 2 Oktober 2010)
- Kartika, B., Sutanti, R., Nuzulis, A. 1992. *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM
- Khairani, R. 2007. *Tanaman Jagung Sebagai Bahan Bio-fuel*. Online pada <http://www.macklintmip-unpad.net/Bio-fuel/Jagung/Pati.pdf>. (akses 25 Maret 2009)
- Prasetya, H., Vivandra, P., Ariawiyana, F. 2009. *Bioetanol Gel (B-GEL) Ubi Jalar : Produk Inovatif sebagai Sumber Energi Alternatif Pada Sektor Rumah Tangga*. PKM-GT Institut Pertanian Bogor, Bogor. Online pada <http://www.energi.lipi.go.id/utama>. (akses 23 Agustus 2010)
- Prihandana, R., Noerwijan, K., Gamawati, P.A., Setyaningsih, D., Setiadi, S., Hendroko, R. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Putri, A dan Pertiwi, P. 2009. *Pembuatan Alkohol dari Tepung Biji Nangka dengan Proses Fermentasi*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Ramadani, E.D., Sperisa, D., Nur, A., Paryanto, M. 2007. *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol dari Pati Garut*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

- Online pada <http://blogger.kebumen.info/docs/pengaruh-kondisi-fermentasi-terhadap-yield-etanol-pada-pembuatan-php>. (akses 25 Maret 2010)
- Retno, E., Kriswiyanti, E., Nur, A. 2009. *Bioetanol Fuel Grade dari Talas (Colocasia Esculenta)*. EKUILIBRIUM Vol. 8. No. 1. 2 Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret. Online pada <http://www.blackwell-synergy.com>. (akses 10 Agustus 2010)
- Retnowati, D dan Sutanti, R. 2009. *Pemanfaatan Limbah Padat Ampas Singkong dan Lindur Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol*. Makalah Penelitian Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- Riata, R. 2010. *Ipomoea batatas (Ubi jalar ungu)*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Gajah Mada. Online pada <http://www.deptan.go.id/infoeksekutif/tan/TPARAMI-Jalar.htm> (akses 10 Agustus 2010)
- Rikana, H dan Adam, R. 2008. *Pembuatan Bioethanol dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape*, Laporan Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- Rizani, K.Z. 2000. *Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (Saccharomyces cerevisiae) pada Proses Fermentasi Sari Kulit Nanas (Ananas comosus L. Merr) untuk Produksi Etanol*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universtas Brawijaya, Malang
- Simbolon, K. 2008. *Pengaruh Fermentasi Ragi Roti dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tape Ubi Jalar*. Skripsi Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
- Tim Dosen Praktikum Teknologi Bioproses. 2009. *Petunjuk Praktikum Teknologi Bioproses*. Teknik Kimia Fakultas Teknik UNNES, Semarang
- Yani. 2009. *Pembuatan Bioetanol dari Tepung Gaplek*. Online pada [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/sifat\\_senyawa\\_organik/alkohol1/kegunaan\\_alkohol/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/sifat_senyawa_organik/alkohol1/kegunaan_alkohol/) (akses 20 agustus 2010)
- Zuraida, N dan Supriati, Y. 2001. *Usahatani Ubi Jalar sebagai Bahan Pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat*. Buletin AgroBio vol 4 no 1 Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor