

**LAPORAN TUGAS AKHIR  
PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT SINGKONG**



**Disusun Oleh :**

**RIZA FAHMI SUKMAWATI      I8306087**  
**SALIMATUL MILATI          I8306088**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2009**

UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA

---

Nama /NIM : Riza Fahmi S 18306087  
Salimatul Milati 18306088

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Bioetanol Dari Kulit  
Singkong

Tanggal Ujian Tugas Akhir : 27 Oktober 2009

Surakarta, .....

Dosen Pembimbing

Ir. Endang Mastuti  
NIP 19740509 200003 2 002

UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA

---

Nama /NIM : Riza Fahmi S 18306087  
Salimatul Milati 18306088

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Bioetanol Dari Kulit  
Singkong

Tanggal Ujian Tugas Akhir : 27 Oktober 2009

Ketua Program Studi DIII Teknik Kimia : Surakarta, .....  
Dosen Pembimbing

Dwi Ardiana S.,ST.,MT  
NIP.19730131 199802 2 001

Ir. Endang Mastuti  
NIP. 19740509 200003 2 002

Penguji I

Ir. Paryanto, MS.  
NIP. 19730827 200012 1 001

Penguji II

Endang Kwartiningsih, ST., MT.  
NIP. 19650315 199702 1 001

**LEMBAR KONSULTASI  
TUGAS AKHIR**

Nama : 1. Riza Fahmi Sukmawati / I8306087  
2. Salimatul Milati / I8306088  
Judul TA : Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong  
Tanggal Mulai Bimbingan :  
Pembimbing : Ir. Endang Mastuti

| No. | Tanggal | Konsultasi | Paraf |
|-----|---------|------------|-------|
|     |         |            |       |

**LEMBAR KONSULTASI  
TUGAS AKHIR**

Nama : 1. Riza Fahmi Sukmawati / I8306087  
2. Salimatul Milati / I8306088  
Judul TA : Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong  
Tanggal Mulai Bimbingan :  
Pembimbing : Ir. Endang Mastuti

| No. | Tanggal | Konsultasi | Paraf |
|-----|---------|------------|-------|
|     |         |            |       |

Dinyatakan selesai  
Tanggal :  
Dosen Pembimbing

Ir. Endang Mastuti  
NIP 130 786 657

**LEMBAR KONSULTASI  
TUGAS AKHIR**

Nama : 1. Riza Fahmi Sukmawati / I8306087  
2. Salimatul Milati / I8306088  
Judul TA : Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong  
Tanggal Mulai Bimbingan :  
Pembimbing : Ir. Endang Mastuti

| No. | Tanggal | Konsultasi | Paraf |
|-----|---------|------------|-------|
|     |         |            |       |

Dinyatakan selesai  
Tanggal :  
Dosen Pembimbing

Ir. Endang Mastuti  
NIP 130 786 657

**LEMBAR KONSULTASI  
TUGAS AKHIR**

Nama : 1. Riza Fahmi Sukmawati / I8306087  
2. Salimatul Milati / I8306088  
Judul TA : Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong  
Tanggal Mulai Bimbingan :  
Pembimbing : Ir. Endang Mastuti

| No. | Tanggal | Konsultasi | Paraf |
|-----|---------|------------|-------|
|     |         |            |       |

Dinyatakan selesai  
Tanggal :  
Dosen Pembimbing

Ir. Endang Mastuti  
NIP 130 786 657

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir “Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong”. Laporan ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret.

Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan studi pustaka dan hasil percobaan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam menyusun laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga laporan ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dwi Ardiana S.T., M.T selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
2. Ibu Ir. Endang Mastuti selaku Dosen Pembimbing Laporan Tugas Akhir
3. Teman-teman DIII Teknik Kimia 2006 yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini

Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam penyusunan laporan ini. Besar harapan penulis akan adanya saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukan.

Surakarta, Agustus 2009

Penyusun



## DAFTAR ISI

|   |           |
|---|-----------|
| Halaman Judul.....                      | i         |
| Lembar Pengesahan .....                 | ii        |
| Lembar Konsultasi.....                  | iv        |
| Kata Pengantar .....                    | vii       |
| Daftar Isi .....                        | viii      |
| Daftar Gambar.....                      | ix        |
| Daftar Tabel .....                      | x         |
| Intisari .....                          | xi        |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                |           |
| A. Latar Belakang .....                 | 1         |
| B. Perumusan Masalah.....               | 1         |
| C. Tujuan.....                          | 2         |
| D. Manfaat .....                        | 2         |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>            |           |
| A. Tinjauan Pustaka .....               | 3         |
| B. Kerangka Pemikiran .....             | 10        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>        |           |
| A. Alat dan Bahan yang digunakan .....  | 12        |
| B. Lokasi .....                         | 14        |
| C. Cara Kerja.....                      | 14        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> | <b>20</b> |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>       |           |
| A. Kesimpulan .....                     | 25        |
| B. Saran.....                           | 25        |
| <b>Daftar Pustaka.....</b>              | <b>27</b> |
| <b>Lampiran</b>                         |           |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar III.1 Rangkaian Alat Hidrolisa.....  | 13 |
| Gambar III.2 Rangkaian Alat Fermentasi..... | 13 |
| Gambar III.3 Rangkaian Alat Distilasi.....  | 14 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel IV.1 Data Hasil Analisa Kadar Glukosa Hasil Fermentasi (Variasi Waktu)..... | 21 |
| Tabel IV.2 Data Hasil Analisa Kadar Glukosa Hasil Fermentasi (Variasi Ragi).....  | 22 |
| Tabel IV.3 Data Hasil Analisa Distilasi Larutan Fermentasi (Variasi Waktu).....   | 23 |
| Tabel IV.4 Data Hasil Analisa Distilasi Larutan Fermentasi (Variasi Ragi).....    | 23 |

## INTISARI

**Riza Fahmi S, Salimatul Milati, 2009, “ Pembuatan Bioetanol dari Kulit Singkong ”.**

**Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.**

Kulit singkong merupakan limbah dari singkong yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi sehingga kulit singkong dapat dijadikan salah satu alternatif bahan baku pembuatan bioetanol. Persentase jumlah limbah kulit bagian luar sebesar 0,5 – 2 % dari berat total singkong segar dan limbah kulit bagian dalam sebesar 8 – 15 %.

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh lewat proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Fermentasi adalah suatu proses perubahan – peubahan kimia dalam suatu substrat organik yang dapat berlangsung karena aksi katalisator biokimia, yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikrobial – mikrobial tertentu. Distilasi adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali, yang dimaksudkan untuk memisahkan campuran dua atau lebih zat cair ke dalam fraksi – fraksinya berdasarkan perbedaan titik didih.

Proses pembuatan bioetanol ini melalui tahap – tahap yaitu pembuatan tepung kulit singkong, menganalisa kadar pati, kadar air, kadar serat atau selulosa tepung kulit singkong, proses hidrolisis tepung kulit singkong kemudian menganalisa kadar glukosa, proses fermentasi dan proses distilasi.

Pembuatan bioetanol dari tepung kulit singkong diawali dengan proses hidrolisis asam. Proses hidrolisis ini bertujuan untuk mengubah polisakarida (pati) menjadi monosakarida (glukosa). Asam yang digunakan adalah asam klorida (HCL) 0,1 N, berat tepung 75 gr dalam 750 ml larutan asam dengan suhu 103<sup>0</sup>C selama 1 jam. Dari hasil percobaan hidrolisis tepung kulit singkong diperoleh larutan glukosa dengan kadar 15,05 %. Pada proses fermentasi, glukosa akan diuraikan menjadi etanol oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 8 gram dan 5 gram urea selama 4 hari. Proses distilasi untuk memisahkan etanol dilakukan selama 1 jam atau sampai tidak terjadi tetesan lagi, pada suhu 78 – 80<sup>0</sup>C. Dari hasil analisa diperoleh kadar etanol hasil distilasi sebesar 9,27 %.

Dari 60 gr tepung kulit singkong diperoleh etanol kadar 9,27 % sejumlah 12 ml atau rendemennya sebesar 22,15 % dari berat tepung kulit singkong.

## ABSTRACT

**Riza Fahmi Sukmawati, Salimatul Milati, 2009. "The Making of Bioethanol out of Cassava Skin".**

**Diploma III Chemical Engineering, Engineering Faculty, Sebelas Maret University.**

Cassava skin is cassava's waste which contains high carbohydrate so that it can be one of the alternative raw materials of bioethanol making. The rate of the outer cassava skin waste is 0.5 – 2 % out of the total weight of a fresh cassava skin the inner one is 8 – 15 %.

Bioethanol is alcohol which is obtained from a biomass fermentation process that is aided by a micro-organism. Hydrolysis is a process between a reactor and water to make a compound scattered. Fermentation is the process of the chemical changes of an organic substrate which are able to take place because of biochemistry catalyst action, from an enzyme that is produced by certain microbes. Distillation is a process which involves an evaporation process that is continued by a condensation process, the distillation is intended to separate the mixture of two or more liquids to their own fractions based on boiling point difference.

The process of bioethanol making includes some stages. Such as the making of cassava skin flour, the analysis of the amount of starch, water and fiber or cellulose of cassava skin flour, the hydrolysis process of cassava skin flour, the analysis of glucose rate, fermentation process, and distillation process.

The making of bioethanol out of cassava skin is initiated by an acid hydrolysis process. Hydrolysis process is aimed to change polysaccharide (starch) into monosaccharide (glucose). The acid hydrolysis process uses chloride acid (HCl) 0.1 N and 75 gram flour in 750 ml acid solution at temperature of 103°C for, an hour. The experiment result of cassava skin flour hydrolysis produces 15.05 % glucose solution. In fermentation process, the glucose will be scattered to be, ethanol by 8 gram *saccaromyces cerevisiae* yeast and 5 gram urea for 4 days. The distillation on process, which is to separate the ethanol, is conducted for an hour or until there's no more drop at temperature of 78 – 80°C. Analysis result shows that 9.27 % ethanol is produced from the distillation process.

From 60 gram cassava skin flour, it's gained 9.27 % ethanol which weight's, 12 ml or the ratio is 22.15 % out of the weight of cassava of skin flour.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Singkong atau tapioka merupakan bahan pangan yang banyak diproduksi di Indonesia. Indonesia termasuk sebagai negara penghasil ubi kayu terbesar ketiga (13.300.000 ton) setelah Brazil (25.554.000 ton), Thailand (13.500.000 ton) serta disusul negara-negara seperti Nigeria (11.000.000 ton), India (6.500.000 ton) dari total produksi dunia sebesar 122.134.000 ton per tahun. ([www.tanimakmursejahtera.blogspot.com](http://www.tanimakmursejahtera.blogspot.com))

Kulit singkong merupakan limbah dari singkong yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi. Persentase jumlah limbah kulit bagian luar sebesar 0,5 – 2 % dari berat total singkong segar dan limbah kulit bagian dalam sebesar 8 – 15 %. Selama ini kulit singkong umumnya digunakan sebagai makanan ternak dan kadang hanya dibuang begitu saja menjadi sampah. Untuk menambah nilai ekonomis maka kulit singkong dicoba untuk dijadikan bahan alternatif pembuatan bioetanol yang diolah dengan cara hidrolisis dan fermentasi dengan menambahkan ragi.

### **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah yang dibahas dalam hal ini adalah:

1. Bagaimana cara pemanfaatan kulit singkong untuk menghasilkan bioetanol melalui proses hidrolisa dengan katalis asam dilanjutkan fermentasi larutan hasil hidrolisa dengan menggunakan yeast/ragi.
2. Berapa kadar bioetanol yang dihasilkan pada fermentasi kulit singkong dengan menggunakan yeast/ragi.

### **C. Tujuan**

Membuat bioetanol dari kulit singkong melalui proses hidrolisa kemudian fermentasi.

### **D. Manfaat**

1. Bagi mahasiswa, bisa melakukan proses membuat bioetanol dari kulit singkong melalui proses hidrolisa kemudian fermentasi.
2. Bagi masyarakat, bisa mengetahui bahwa kulit singkong dapat digunakan untuk membuat bioetanol.
3. Bagi Institusi, menambah data tentang pembuatan bioetanol dari kulit singkong.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Singkong

Singkong, (nama botani: *Manihot Esculenta Crantz*) yang juga dikenal sebagai ketela pohon atau ubi kayu, dalam [bahasa Inggris](#) bernama *Cassava*, adalah [pohon](#) tahunan tropika dan subtropika dari keluarga [Euphorbiaceae](#). [Umbinya](#) dikenal luas sebagai makanan pokok penghasil [karbohidrat](#) dan [daunnya](#) sebagai [sayuran](#). Singkong merupakan umbi atau akar pohon yang panjang dengan rata-rata bergaris tengah 5 – 10 cm dan panjang 50 – 80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam. Daging umbinya berwarna putih atau kekuning-kuningan. Umbi singkong tidak tahan simpan meskipun ditempatkan di lemari pendingin. Gejala kerusakan ditandai dengan keluarnya warna biru gelap akibat terbentuknya [asam sianida](#) yang bersifat [racun](#) bagi manusia. Umbi singkong merupakan [sumber energi](#) yang kaya karbohidrat namun sangat miskin protein. Sumber [protein](#) yang bagus justru terdapat pada daun singkong karena mengandung [asam amino metionin](#). ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Di Indonesia, ubi kayu dinilai sebagai sumber karbohidrat yang paling potensial untuk diolah menjadi bioetanol. Hal ini karena ubi kayu memiliki daya tahan yang tinggi terhadap penyakit, dapat diatur waktu panennya serta dapat tumbuh di tempat yang kurang subur. Namun, kadar patinya tergolong rendah (30%) dibandingkan dengan jagung (70%).

([www.agilonbetterment.wordpress.com](http://www.agilonbetterment.wordpress.com))

Kulit singkong merupakan limbah dari singkong yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi yang dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak. Persentase jumlah limbah kulit bagian luar sebesar 0,5 – 2 % dari berat total singkong segar dan limbah kulit bagian dalam sebesar 8 – 15 %. Kandungan pati kulit ubi kayu yang cukup tinggi, memungkinkan digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. (Nurhayani, dkk., 2000)



## 2. Bioetanol

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh lewat proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Bahan baku pembuatan bioetanol dapat berupa ubi kayu, jagung, ubi jalar, tebu dan lain-lain. Semuanya merupakan tanaman penghasil karbohidrat yang sangat mudah ditemukan di Indonesia karena iklim dan keadaan tanah Indonesia yang mendukung pertumbuhan tanaman tersebut. ([www.agilonbetterment.wordpress.com](http://www.agilonbetterment.wordpress.com))

Brazil merupakan negara yang telah berhasil mengembangkan bioetanol. Di Brazil pada tahun 1990-an, etanol telah menggantikan 50% kebutuhan bensin untuk keperluan transportasi. Dari angka ini, bioetanol telah mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18%. ([www.agilonbetterment.wordpress.com](http://www.agilonbetterment.wordpress.com))

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<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH.

Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dengan air dengan segala perbandingan.

### a. Sifat-sifat fisis etanol

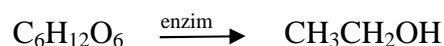
- 1) Rumus molekul : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
- 2) Berat molekul : 46,07 gram / mol
- 3) Titik didih pada 1 atm : 78,4°C
- 4) Titik beku : -112°C
- 5) Bentuk dan warna : cair tidak berwarna

(Perry, 1984)

### b. Sifat-sifat kimia etanol

- 1) Berbobot molekul rendah sehingga larut dalam air
- 2) Diperoleh dari fermentasi gula

Pembentukan etanol

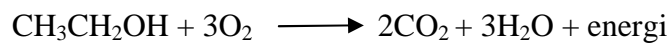


glukosa

etanol

- 3) Pembakaran etanol menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O

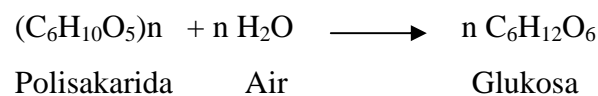
Pembakaran etanol



(Fessenden & Fessenden, 1997)

### 3. Hidrolisis

Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Reaksi Hidrolisis:



Reaksi antara air dan pati berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator bisa berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Dalam industri umumnya digunakan enzim sebagai katalisator.

Salah satu proses hidrolisis yaitu hidrolisis asam, dimana katalisatornya menggunakan asam. Asam berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air. Di dalam industri asam yang dipakai adalah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$ .  $\text{HCl}$  lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . (Groggins, 1992)

Faktor-faktor yang berpengaruh pada hidrolisis pati antara lain :

a. Suhu

Dari kinetika reaksi, semakin tinggi suhu reaksi makin cepat pula jalannya reaksi. Tetapi apabila proses berlangsung pada suhu yang tinggi, konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang.

b. Waktu

Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang, penambahan konversi kecil sekali.

c. Pencampuran pereaksi

Karena pati tidak larut dalam air maka pengadukan perlu diadakan agar persentuhan butir-butir pati dan air dapat berlangsung dengan baik.

d. Konsentrasi katalisator

Penambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Jadi semakin banyak jumlah katalisator yang dipakai makin cepat reaksi hidrolisis. Dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat.

e. Kadar suspensi pati

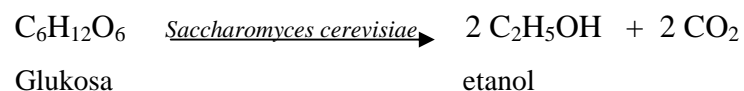
Perbandingan antara air dan pati yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat.

(Groggins,1992)

#### 4. Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses perubahan – peubahan kimia dalam suatu substrat organik yang dapat berlangsung karena aksi katalisator biokimia, yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikrobia – mikrobia tertentu. (Tjokroadikoesoemo, 1986)

Fermentasi gula oleh ragi, misalnya *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO<sub>2</sub> melalui reaksi sebagai berikut:



Reaksi ini merupakan dasar dari pembuatan tape, brem, tuak, anggur minuman, bir, roti dan lain – lain. (Winarno, 1984)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi:

a. Keasaman (pH)

Tingkat keasaman sangat berpengaruh dalam perkembangan bakteri.

Kondisi keasaman yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah 4 – 5.

( Winarno, 1984 )

b. Mikroba

Fermentasi biasanya dilakukan dengan menggunakan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur ini dapat disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan. Berbagai macam jasad renik dapat digunakan untuk proses fermentasi antara lain yeast. Yeast tersebut dapat berbentuk bahan murni pada media agar-agar atau dalam bentuk *dry yeast* yang diawetkan. ( Winarno, 1984 )

c. Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Tiap-tiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan optimal, yaitu suhu yang memberikan pertumbuhan terbaik dan memperbanyak diri secara tercepat. Pada suhu 30°C mempunyai keuntungan terbentuk alkohol lebih banyak karena ragi bekerja optimal pada suhu itu. ( Winarno, 1984 )

d. Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel – sel baru dan untuk fermentasi. Misalnya ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) akan tumbuh lebih baik pada keadaan aerobik, tetapi akan melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik. ( Winarno, 1984 )

e. Makanan

Semua mikroorganisme memerlukan nutrient yang akan menyediakan:

- 1) Energi biasanya diperoleh dari substansi yang mengandung karbon.
- 2) Nitrogen untuk sintesis protein. Salah satu contoh sumber nitrogen yang dapat digunakan adalah urea.
- 3) Mineral yang dipergunakan mikroorganisme salah satunya adalah asam fosfat yang dapat diambil dari pupuk NPK.
- 4) Vitamin, sebagian besar sumber karbon dan nitrogen alami sudah mengandung semua atau beberapa vitamin yang dibutuhkan mikroorganisme. ( Gaman, 1992)

## 5. Distilasi

Distilasi adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali, yang dimaksudkan untuk memisahkan campuran dua atau lebih zat cair ke dalam fraksi – fraksinya berdasarkan perbedaan titik didih. Pada umumnya, pemisahan hasil fermentasi glukosa/dektrosa menggunakan sistem uap-cairan, dan terdiri dari komponen – komponen tertentu yang mudah tercampur. Umumnya destilasi berlangsung pada tekanan atmosfer, contoh dalam hal ini adalah sistem alkohol-air, yang pada tekanan atmosfer memiliki titik didih sebesar 78,6°C. (Tjokroadikoesoemo, 1986)

## 6. Penelitian dan Proses terkait yang sudah pernah dilakukan

Penelitian bioetanol sudah banyak dilaksanakan serta dipublikasikan dengan maksud menambah referensi tentang pembuatan bioetanol dari berbagai macam bahan baku yang bersumber dari alam. Adapun penelitian-penelitian tersebut adalah:

### 1) Pembuatan Etanol dengan Bahan Baku Jagung

Pembuatan etanol dengan bahan baku jagung dilakukan dengan cara menghidrolisis jagung menjadi glukosa (sebelum dihidrolisis jagung terlebih dahulu dihaluskan), kemudian larutan hidrolisat difermentasi menggunakan *Sacharomyces cereviceae* dengan penambahan gula. Dari percobaan tersebut diperoleh hasil etanol kadar 63,97% untuk penambahan gula 10%, 64,68% untuk penambahan gula 15% dan 83,39% untuk penambahan gula 20% pada proses fermentasi. Dari 100 gr jagung dengan waktu fermentasi 2 minggu dan suhu distilasi 80°C dihasilkan etanol dengan kadar 63 % sampai 83%. (Puji Astuti dan Sri Yanti, 2003)

### 2) Pembuatan Alkohol dari Ampas Tepung Tapioka

Proses pembuatan alkohol dari ampas tepung tapioka dilakukan dengan cara menghidrolisis 100 gr ampas menggunakan 1 liter air yang kemudian dipanaskan sampai menjadi bubur lalu dibiarkan selama 1 dan 2 hari. Ampas tepung tapioka masih mengandung pati sebesar 3,6 gr. Setelah dihidrolisis selama 1 hari dihasilkan glukosa sebesar 2,79 gr dan 2 hari sebesar 2,93 gr. Glukosa ini kemudian difermentasi pada pH 6 dan suhu

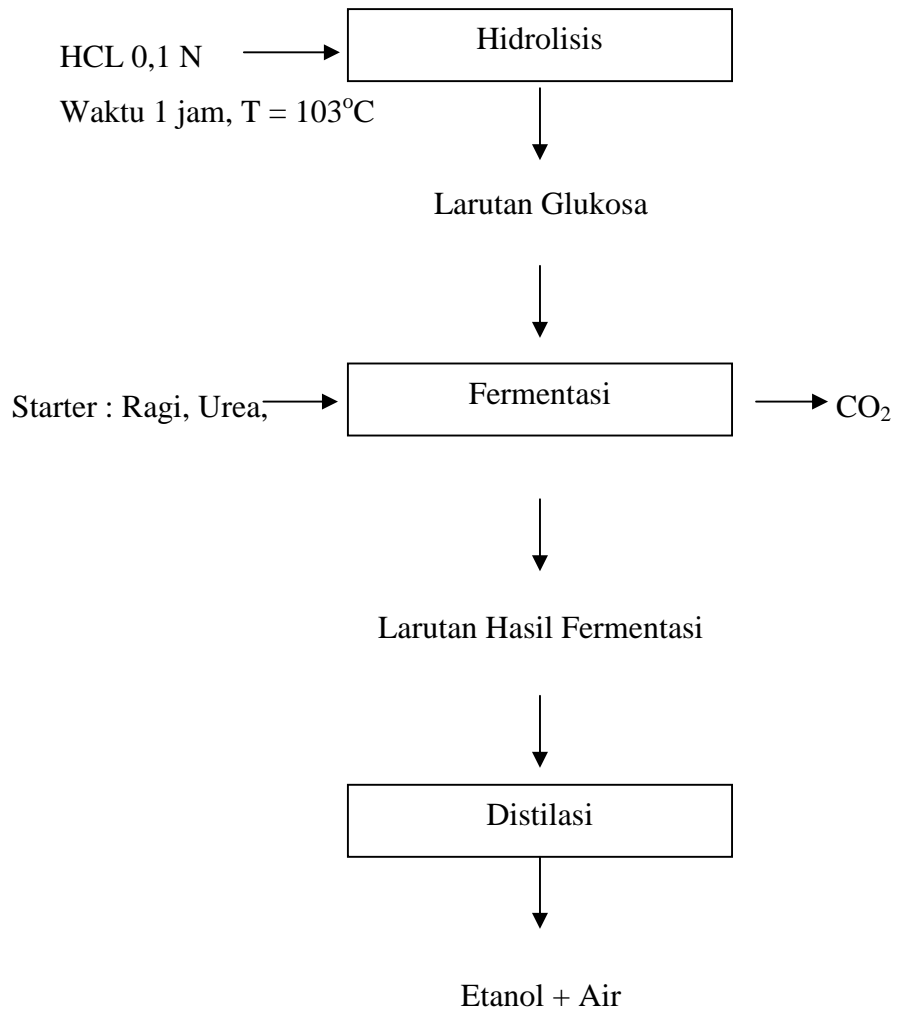
30°C dengan penambahan 1 gr ragi tape dan dibiarkan selama 2, 3, dan 4 hari. Larutan hasil fermentasi didistilasi pada suhu 80-90°C selama kurang lebih 3 jam. (Cholida dan Ria, 2005)

- 3) Pembuatan Bioetanol dari Tepung Talas (*Colocasia esculenta (L.) Schott*)  
Pembuatan bioetanol dari tepung talas melalui proses hidrolisa dengan katalisator asam (HCl) 0,3 N dan konsentrasi 20% tepung dan 25% tepung. Hasil glukosa yang diperoleh dianalisa dengan metode *Lane Eynon*. Pada proses hidrolisis dengan katalis asam (HCl) 0,3 N konsentrasi 20 % tepung diperoleh yield 84,5 % sedangkan pada konsentrasi 25 % tepung diperoleh yield 76,96 %. Pada proses fermentasi digunakan yeast *Sacharomyces Cereviceae* pada suhu 30 °C dan pH 5. Terhadap larutan hasil fermentasi dilakukan proses distilasi untuk memurnikan etanol. (Ignata dan Lanjar, 2008)

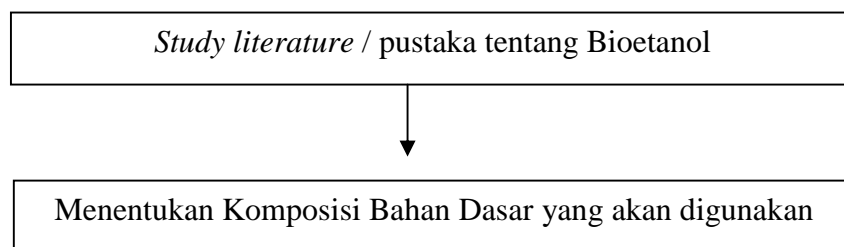
## **B. Kerangka Pemikiran**

Tepung kulit singkong





## 1. Pelaksanaan Penelitian







## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **A. Alat dan Bahan yang digunakan**

Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan bioetanol ini adalah :

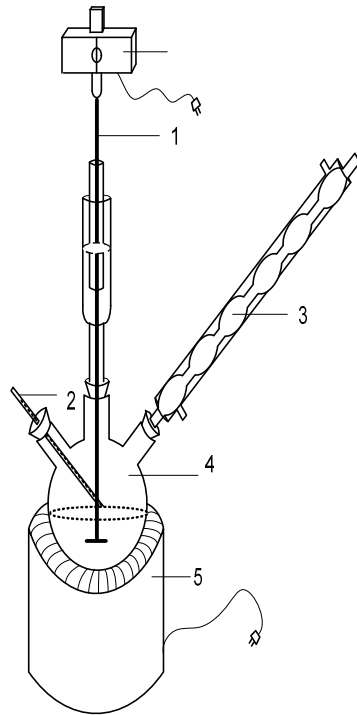
##### 1. Alat-alat yang digunakan

- Labu Leher Tiga
- Thermometer
- Pengaduk Merkuri
- Pendingin Balik
- Pengaduk Kaca
- Gelas Arloji
- Erlenmeyer
- Pipet Volume
- Gelas Ukur
- Kompor Listrik
- Pipet Tetes
- Kertas Saring
- Gelas Beaker
- Corong Kaca
- Botol Semprot
- Pipet ukur
- Labu ukur
- Pemanas Mantel
- Autoklaf
- Rangkaian Alat Distilasi

##### 2. Bahan- bahan yang digunakan

- Kulit Singkong
- Asam klorida (HCl )
- Natrium Hidroksida (NaOH )
- Aquadest
- Indikator Metil biru
- Kertas pH
- Fehling A
- Fehling B
- Yeast/Ragi Roti (Merek *Saf-Instant*)

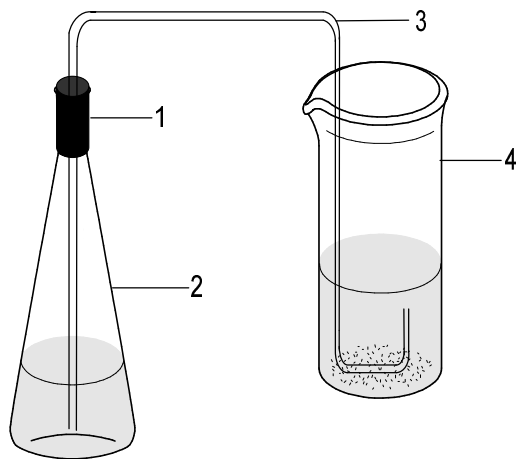
**Gambar Rangkaian Alat**



Keterangan gambar:

1. Pengaduk Merkuri
2. Termometer
3. Pendingin Balik
4. Labu Leher Tiga
5. Pemanas Mantel

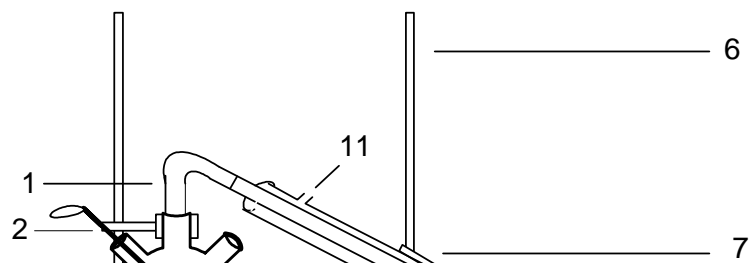
Gambar III.1 Rangkaian Alat Hidrolisa



Keterangan gambar:

1. Karet Sumbat
2. Erlenmeyer / Fermentor
3. Selang CO<sub>2</sub>
4. Gelas beker berisi air

Gambar III.2 Rangkaian Alat Fermentasi



Keterangan :

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1. Pipa adaptor    | 7. Klem                  |
| 2. Termometer      | 8. Pendingin lurus       |
| 3. Labu leher tiga | 9. Pipa bengkok          |
| 4. Pemanas mantel  | 10. Erlenmeyer           |
| 5. Bangku          | 11. Air pendingin keluar |
| 6. Statif          | 12. Air pendingin masuk  |

Gambar III.3 Rangkaian Alat Distilasi

### **B. Lokasi**

Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Proses Teknik Kimia dan Laboratorium Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

## C. Cara Kerja

### 1. Pembuatan Tepung Kulit Singkong

- a. Mengeringkan kulit singkong (yang telah dibuang kulit tipisnya) dengan sinar matahari.
- b. Menghaluskan kulit singkong menggunakan *blender* dan diayak untuk dijadikan tepung.

### 2. Menganalisa kadar pati, kadar air, kadar serat atau selulosa tepung kulit singkong

#### a. Analisa kadar pati

1. Menimbang 5 gram tepung kulit singkong, dilarutkan dalam 50 ml aquadest dan diaduk selama 1 jam, kemudian menyaringnya dengan kertas saring dan dicuci dengan aquadest sampai volume filtrat 250 ml. Filtrat ini mengandung karbohidrat yang larut dan dibuang.
2. Residu dipindahkan dari kertas saring kedalam erlenmeyer dengan pencucian 200 ml aquadest dan menambahkan 1ml HCl 25%. Menutupnya dengan pendingin balik dan memanaskannya diatas *waterbath* selama 2,5 jam.
3. Setelah dingin, dinetralkan dengan larutan NaOH 45% dan diencerkan sampai volume 500 ml kemudian disaring dan ditentukan kadar gula dari filtrat yang diperoleh.

(Sumber : Sudarmadji S, dkk., 1997)

#### b. Analisa kadar air

Memanaskan cawan porselin dalam oven, suhu 110 °C selama 1 jam. Mendinginkan dalam desikator, kemudian menimbang sampel yang telah ditentukan dan memasukkan ke dalam cawan porselin. Memanaskan sampel dalam suhu  $\pm 110$  °C selama 2–3 jam, mendinginkan dalam desikator kemudian menimbang sehingga didapat berat konstan.

$$\text{Kadar Air} = \frac{A - B}{C} \times 100\%$$

Dimana :

A = Berat cawan porselin + sampel

B = Berat cawan porselin + sampel setelah dipanaskan

C = Berat sampel

(Sumber : Sudarmadji S, dkk., 1997)

c. Analisa kadar selulosa

1. Menimbang 5 gram sampel kemudian menambahkan 50 ml NaOH 17,5 % mengaduknya selama 10 menit.
2. Menambahkan 100 ml aquadest, mengaduknya sampai homogen kemudian mendinginkannya selama 5 menit.
3. Menyaring sampel, sisa sampel yang berada dalam gelas beaker mengeluarkannya dengan bantuan 25 ml NaOH 25 %.
4. Mencuci endapan dengan 400 ml aquadest kemudian menambahkan 40 ml  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 N, membiarkan endapan terendam dulu lalu membuangnya.
5. Mencuci endapan dengan aquadest sampai netral lalu mengeringkannya dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama semalam, mendinginkannya ke dalam desikator lalu menimbanginya.

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{B}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A = Berat sampel

B = Berat  $\alpha$  selulosa

(Sumber : Sudarmadji S, dkk., 1997)

3. Proses Pendahuluan

- a. Percobaan pendahuluan untuk mencari kondisi operasi yang baik (suhu, waktu, konsentrasi asam)
- b. Proses Hidrolisis dengan Asam (HCL)
  - 1) Menimbang tepung kulit singkong seberat 75 gram
  - 2) Memasang rangkaian alat hidrolisis
  - 3) Memasukkan larutan Asam Klorida 0,1 N sebanyak 750 ml kedalam labu leher tiga dan memanaskan hingga mendidih
  - 4) Memasukkan tepung kulit singkong tersebut ke dalam labu leher tiga dan mengaduknya menggunakan pengaduk merkuri selama 1 jam.
  - 5) Membiarkan hasil hidrolisis dingin sampai suhu kamar
  - 6) Menyaring larutan hasil hidrolisis
  - 7) Menganalisa kadar glukosa hasil proses hidrolisis tersebut dengan menggunakan metode *Lane Eynon*.
- c. Analisa kadar glukosa dengan Metode *Lane-Eynon*
  - 1) Mengambil larutan sampel dan kemudian diencerkan
  - 2) Mengambil 5 ml fehling A dan 5 ml fehling B, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer
  - 3) Mengisi buret dengan larutan sampel dan menambahkan 15 ml larutan dalam buret ke dalam erlenmeyer
  - 4) Memanaskan larutan pada erlenmeyer sampai mendidih dan tetap dididihkan selama 2 menit
  - 5) Sambil tetap dipanaskan, menambahkan 1 ml indikator *methylene blue*
  - 6) Menitrasi larutan dengan larutan hasil hidrolisis hingga warna biru hilang.
  - 7) Menghitung volume larutan hasil hidrolisis yang digunakan untuk menitrasi.
  - 8) Mengulangi percobaan sebanyak 3 kali dan menghitung volume rata-rata larutan hasil hidrolisis yang digunakan

$$\text{kadar.glukosa} = G \times \frac{100}{T} \times \text{faktor koreksi}$$

dengan,

G = total gula yang dibutuhkan untuk mereduksi larutan fehling.  
dicari dalam Tabel *Lane-Eynon* (Tabel 4).

T = titer = larutan contoh,(ml).

(Sumber : Sudarmadji S, dkk., 1997)

#### 4. Fermentasi

##### a. Pembuatan starter

- 1) Mengambil larutan glukosa hasil hidrolisis sebanyak 10 % volume medium dan memasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml
- 2) Mengatur pH larutan sampai pH 4,5 dengan menambahkan asam sitrat.
- 3) Larutan tersebut disterilkan ( $T=121^{\circ}\text{C}$ ,  $t=15$  menit) kemudian didinginkan pada suhu kamar serta menambahkan 5 gram urea dan 8 gram yeast/ragi *Sacharomyces cereviceae*.
- 4) Larutan diberi udara aerasi dengan menggunakan alat aerator dalam keadaan ditutup dengan kapas selama minimal 16 jam.

##### b. Proses fermentasi

- 1) Mengambil larutan hasil hidrolisis (sisa pembuatan starter) sebanyak 500 ml dan mengatur pH = 4,5 dengan menambahkan asam sitrat.
- 2) Mensterilkan larutan tersebut ( $T = 121^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 15$  menit).
- 3) Larutan medium fermentasi diinokulasi dengan semua starter tersebut diatas ke dalam erlenmeyer yang telah disterilkan.
- 4) Erlenmeyer wadah untuk fermentasi ditutup rapat dan dihubungkan dengan selang plastik yang dimasukkan ke dalam air

#### 5. Distilasi

##### a. Analisa kadar etanol dengan piknometer

- 1) Menimbang piknometer kosong, dalam keadaan bersih dan kering (a gram)
- 2) Mengisi piknometer dengan aquadest yang telah diketahui berat jenisnya ( $\rho$ ).
- 3) Menimbang piknometer yang telah diisi aquadest (b gram).
- 4) Menghitung volume piknometer yang sebenarnya

$$V_{picnometer} = \frac{(b - a) \text{ gram}}{\rho_{aquadest}}$$

- 5) Menimbang berat piknometer yang telah diisi larutan etanol (c gram).
- 6) Menghitung berat jenis larutan

$$\rho_{\text{larutan etanol}} = \frac{(c - a) \text{ gram}}{V_{picnometer}}$$



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hidrolisa dengan katalis Asam (HCl)

➤ Kondisi Hidrolisa :

- a. Kadar HCl : 0,1 N
- b. Volume HCl : 750 ml
- c. Massa tepung : 75 gr
- d. Temperatur : 103°C
- e. Waktu : 1 jam

➤ Hasil Hidrolisa :

Kadar Glukosa : 15,05 %

Pembuatan bioetanol dari tepung kulit singkong diawali dengan proses hidrolisa asam. Asam yang digunakan adalah asam klorida (HCl) 0,1 N dengan berat tepung 75 gr dalam 750 ml larutan asam dengan suhu 103°C . Proses hidrolisa ini bertujuan untuk mengubah polisakarida (pati) menjadi monosakarida (glukosa).

Reaksi Hidrolisa :



Polisakarida      Air                      Glukosa

Dari hasil percobaan hidrolisa tepung kulit singkong dengan katalis asam HCl 0,1 N diperoleh larutan dengan kadar glukosa rata – rata sebesar 15,05 %. Pada proses hidrolisa, suhu hidrolisa mencapai 103°C hal ini kemungkinan terjadi karena adanya pati dalam larutan hidrolisis dan kemungkinan kesalahan dari alat ukur tersebut sehingga pada saat hidrolisa termometer menunjukkan suhu lebih dari 100°C.

### 2. Fermentasi dengan variasi waktu

➤ Kondisi Fermentasi:

- a. Yeast : *Sacharomyces cereviseae* sebanyak 6 gr
- b. Volume starter : 50 ml
- c. Volume medium : 500 ml
- d. pH : 4,5
- e. Kadar glukosa : 15,05 %
- f. Temperatur : 30 °C

Tabel IV.1 Data Hasil Analisa Kadar Glukosa Hasil Fermentasi (Variasi Waktu)

| Waktu fermentasi (hari) | Waktu analisa glukosa (hari) | Volume Rata – rata Titiasi (ml) | Kadar Glukosa (mg/ml) M1 | Kadar Glukosa (%) |
|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| 4                       | 0                            | 16,8                            | 161,45                   | 15,05             |
|                         | 1                            | 18,4                            | 147,7                    | 13,77             |
|                         | 2                            | 20,5                            | 133,09                   | 12,41             |
|                         | 3                            | 31,7                            | 87,09                    | 8,12              |
|                         | 4                            | 42,2                            | 66,05                    | 6,16              |

**3. Fermentasi dengan variasi ragi**

➤ Kondisi Fermentasi:

- a. Yeast : *Sacharomyces cereviseae*
- b. Volume starter : 50 ml
- c. Volume medium : 500 ml
- d. pH : 4,5
- e. Kadar glukosa : 15,04 %
- f. Temperatur : 30 °C
- g. Waktu : 4 hari

Tabel IV. 2 Data Hasil Analisa Kadar Glukosa Hasil Fermentasi (Variasi Ragi)

| No | Berat Ragi (Gram) | Waktu analisa glukosa (hari) | Volume Rata – rata Titrasi (ml) | Kadar Glukosa (mg/ml) M1 | Kadar Glukosa (%) |
|----|-------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1  | 6                 | 0                            | 16,9                            | 160,88                   | 15,04             |
|    |                   | 4                            | 40,8                            | 68,28                    | 6,38              |
| 2  | 7                 | 0                            | 16,9                            | 160,88                   | 15,04             |
|    |                   | 4                            | 42,3                            | 65,89                    | 6,16              |
| 3  | 8                 | 0                            | 16,9                            | 160,88                   | 15,04             |
|    |                   | 4                            | 42,7                            | 65,4                     | 6,11              |

Pada proses fermentasi, glukosa akan diuraikan menjadi etanol oleh yeast *sacharomyces cereviceae*. Ragi yang digunakan merupakan ragi roti dengan merek dagang *Saf-Instant*. Sebelum digunakan ragi dibuat *starter* terlebih dahulu, hal ini bertujuan untuk mengembangbiakkan ragi, sehingga dihasilkan lebih banyak ragi, dengan hal tersebut memungkinkan proses fermentasi akan berjalan dengan baik dan melatih ketahanan ragi.

Dari tabel IV. 1 hasil percobaan menunjukkan semakin lama waktu fermentasi kadar glukosa semakin lama semakin turun. Pada hari ke empat kadar glukosa masih sebesar 6,16 %, tetapi sudah tidak ada proses fermentasi lagi (ditandai dengan tidak adanya gelembung CO<sub>2</sub> yang muncul). Ini dimungkinkan karena jumlah mikrobia yang aktif sudah habis (jumlah ragi yang digunakan sebanyak 6 gr). Jika jumlah ragi ditingkatkan yaitu 7 gr dan 8 gr, kadar glukosa medium masing – masing pada hari ke empat adalah 6,16 % dan 6,11 % (tabel IV.2). Hal ini kemungkinan disebabkan pada saat pembuatan starter, jumlah makanan yang diberikan tidak cukup dan kondisi yang dikondisikan kurang tepat sehingga mikrobia tidak berkembang biak maksimal dengan demikian proses fermentasi juga tidak berjalan baik.

#### 4. Distilasi

1. Hasil distilasi larutan fermentasi dengan variasi waktu

Tabel IV.3 Data Hasil Analisa Distilasi Larutan Fermentasi (Variasi Waktu)

| Waktu Fermentasi (Hari) | Waktu distilasi (menit) | Suhu distilasi (°C) | Kadar etanol (%) | Volume etanol (ml) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| 2                       | 60                      | 78 – 80             | 5,37             | 31                 |
| 3                       | 60                      | 78 – 80             | 6,88             | 20                 |
| 4                       | 60                      | 78 – 80             | 8,9              | 23                 |

2. Hasil distilasi larutan fermentasi dengan variasi ragi

Tabel IV.4 Data Hasil Analisa Distilasi Larutan Fermentasi (Variasi Ragi)

| Jumlah Ragi (Gram) | Waktu distilasi (menit) | Suhu distilasi (°C) | Kadar etanol (%) | Volume etanol (ml) |
|--------------------|-------------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| 6                  | 60                      | 78 – 80             | 7,1              | 15                 |
| 7                  | 60                      | 78 – 80             | 7,79             | 11                 |
| 8                  | 60                      | 78 – 80             | 9,27             | 12                 |

Proses distilasi bertujuan untuk menguapkan etanol yang terkandung dalam larutan kemudian mengembungkan uap tersebut. Waktu distilasi adalah selama 1 jam atau sampai tidak terjadi tetesan lagi, pada suhu 80°C. Dari hasil analisa diperoleh kadar etanol dengan variasi waktu fermentasi selama 2 hari sebesar 5,37 %, untuk waktu fermentasi selama 3 hari sebesar 6,88 %, dan untuk waktu fermentasi selama 4 hari sebesar 8,9 %. Sedangkan dari hasil analisa kadar etanol dengan variasi penambahan ragi yaitu, untuk berat ragi 6 gram sebesar 7,1 %, untuk berat ragi 7 gram sebesar 7,79 % dan untuk berat ragi 8 gram sebesar 9,27 %.

Pembuatan bioetanol dengan kondisi dan waktu fermentasi selama empat hari tersebut hanya menghasilkan kadar etanol sebesar 9,27 % dengan berat ragi 8 gram atau memperoleh rendemen sebesar 22,15 %, hal ini kemungkinan dikarenakan oleh kurangnya zat makanan yang diperlukan oleh ragi, sehingga ragi

tidak dapat bekerja secarta optimum untuk mengubah glukosa menjadi etanol.  
Oleh karena itu hasil kadar etanol maupun rendemen yang dihasilkan rendah.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Pembuatan bioetanol dari kulit singkong dilaksanakan melalui 3 tahap :

1. Tahap hidrolisa asam : 75 gr tepung kulit singkong dihidrolisa dengan 750 ml larutan HCL 0,1 N, selama 1 jam pada suhu didihnya 103°C. Larutan hidrolisa yang diperoleh mempunyai kadar glukosa rata – rata 15,05 %.
2. Tahap fermentasi : Larutan hidrolisa difermentasi pada suhu kamar dengan pH 4,5 selama 4 hari menggunakan 8 gr ragi roti. Larutan hasil fermentasi pada akhir hari ke 4 masih mengandung kadar glukosa sebesar 6,11 %.
3. Tahap distilasi : Larutan hasil fermentasi didistilasi pada suhu 80°C sampai tidak ada tetesan lagi. Embunan yang diperoleh adalah larutan etanol dengan kadar 9,27 %.
4. Dari 60 gr tepung kulit singkong diperoleh etanol kadar 9,27% sejumlah 12 ml atau rendemennya sebesar 22,15 %.

#### **B. SARAN**

1. Pada penelitian ini hanya kadar etanol dalam hasil distilasi yang dianalisa padahal sebenarnya kadar etanol dalam hasil fermentasi juga perlu dianalisa.
2. Distilasi yang digunakan pada penelitian ini adalah distilasi menggunakan *packing*, dengan tinggi *packing* 30 cm. Tinggi *packing* tersebut belum maksimal jika digunakan untuk memisahkan etanol, sehingga etanol yang dihasilkan tidak maksimal yaitu sebesar 9,27 % dengan volume 12 ml. Kemungkinan kadar etanol 9,27 % masih dapat dinaikkan lagi apabila menggunakan distilasi *packing* dengan *packing* yang lebih tinggi atau menggunakan distilasi *batch* yang dilakukan berulang atau (bertingkat). Setelah distilasi dilakukan, proses dilanjutkan dengan adsorpsi menggunakan batu kapur atau zeolit sehingga diharapkan air yang

terkandung dalam etanol dapat terserap dan kadar etanol yang dihasilkan lebih tinggi.

3. Analisa kadar etanol yang digunakan berdasarkan analisa densitas. Sebaiknya kadar etanol dianalisa menggunakan kromatografi gas sehingga dapat mengetahui etanol yang dihasilkan adalah etanol murni tanpa campuran senyawa lain (metanol, asam asetat).
4. Perlu meningkatkan berat tepung kulit singkong yang digunakan pada saat hidrolisa, sehingga dapat diperoleh glukosa yang lebih banyak dan diharapkan memperoleh kadar etanol dan volume etanol yang lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cholida dan Ria, 2005, “ Pembuatan Alkohol dari Ampas Tepung Tapioka”, Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Fessenden dan Fessenden, 1997, “ Kimia Organik edisi ketiga “, PT Erlangga, Jakarta.
- Gaman, P.M., 1992, “ ILMU PANGAN Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi ”, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Groggins, P.H., 1992, “*Unit Process In Organic Synthesis*”, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Nurhayani, dkk., 2000, “ Peningkatan Kandungan Protein Kulit Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi ”, Fakultas MIPA, Universitas Haluoleo, Kendari.
- Ignata NSY, Lanjar Ismi D, 2008, “Pembuatan Bioetanol dari Tepung Talas (*Colocasia esculenta (L.) Schott*)”, Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Perry, R.H., 1984, “Perry Chemical Engineering Hands Book”, Mc Grow Hill, Singapore.
- Puji A dan Sri Y, 2003, “Pembuatan Etanol dengan bahan baku Jagung”, Program Studi D III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Sudarmadji, S., dkk, 1997, “Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian”, Liberty, Jakarta.
- Tjokroadikoesoemo, S., 1986, “ HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya”, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G., 1984, “ Pengantar Teknologi Pangan”, PT Gramedia, Jakarta.
- [www.agilonbetterment.wordpress.com/2007/05/16/mengapa-bioetanol](http://www.agilonbetterment.wordpress.com/2007/05/16/mengapa-bioetanol).
- [www.tanimakmursejahtera.blogspot.com](http://www.tanimakmursejahtera.blogspot.com)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)