

KERAPATAN, RENDEMEN, DAN KADAR ETANOL  
DARI TALAS (*Colocasia esculenta*)  
DENGAN FERMENTASI MENGGUNAKAN  
*Saccharomyces cerevisiae*



**YULIA SARTIKA YUSUF**  
M 121.03.027



Plat	
Tgl	01-2-08
A-	Kelinta
Sar	1113
M	Hasan
No.	61
	SIA-HH08
	YUS
	k.

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2008

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **Kerapatan, Rendemen, dan Kadar Etanol dari Talas ( *Colocasia esculenta* ) dengan Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae***

Nama : **Yulia Sartika Yusuf**

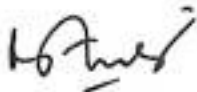
Stambuk : **M 121 03 027**

Program Studi : **Teknologi Hasil Hutan**

Skripsi Ini Disusun sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Kehutanan  
pada  
Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin

**Menyetujui,  
Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**



**Ir. Beta Putranto, M. Sc**

**Pembimbing II**



**Astuti Arif, S. Hut., M. Si**

**Mengetahui,**

**Pelaksana Tugas  
Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin**



**Astuti Arif, S. Hut., M. Si  
NIP. 132 298 926**

**Tanggal Lulus : 19 November 2008**

## ABSTRAK

**Yulia Sartika Yusuf (M 121 03 027). Kerapatan, Rendemen, dan Kadar Etanol dari Talas (*Colocasia esculenta*) dengan fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Di bawah bimbingan Beta Putranto dan Astuti Arif.**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan, Rendemen dan Kadar Etanol Talas (*Colocasia esculenta*) dengan Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi bagi masyarakat bahwa etanol sebagai pengganti bahan bakar juga dapat diproduksi dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari tanaman talas.

Penelitian ini berlangsung pada bulan Juni sampai Juli 2008. Pengambilan sampel umbi talas dilakukan di Desa Lara, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Perlakuan pendahuluan dan proses produksi etanol dilaksanakan di Laboratorium Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.

Proses pembuatan etanol dilakukan melalui beberapa proses yaitu proses hidrolisis, proses fermentasi dan proses destilasi. Variabel yang diamati adalah kerapatan, kadar etanol dan rendemen etanolnya. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan 3 (tiga) perlakuan penambahan larutan jamur *S. cerevisiae* dengan persentase yang berbeda yaitu persentase 10%, 20% dan 30%. Pada setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Untuk hasil yang diperoleh dari Uji BNP bahwa kerapatan, kadar etanol dan rendemen talas berbeda sangat nyata diantara ketiga perlakuan persentase penambahan larutan jamur. Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa kadar pati dan kadar gula yang dihasilkan oleh talas masing-masing sebesar 70,59%, 7,3% dan semakin tinggi konsentrasi jamur *S. cerevisiae* maka semakin tinggi kadar etanol dan rendemen etanol yang dihasilkan, sedangkan kerapatan etanol semakin rendah.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah rabbil'amin, segala Puja dan Puji hanya bagi **Allah Subhanahu Wa ta'ala**, Tuhan semesta alam atas segala limpahan karunia, rahmat, ridho dan taufiq-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penyusunan skripsi ini.

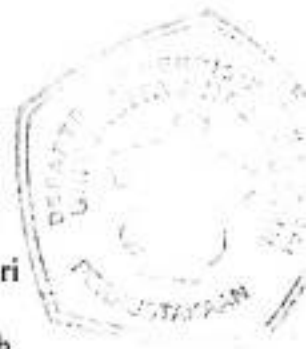
Skripsi yang berjudul “**Kerapatan, Rendemen, dan Kadar Etanol dari talas (*Colocasia esculenta*) dengan Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae***” disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak menemui hambatan serta rintangan, tetapi berkat keyakinan, kesabaran dan bantuan berbagai pihak, penulis akhirnya mampu eksis hingga terselesainya skripsi ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. **Ir. Beta Putranto M.Sc**, selaku pembimbing I dan **Astuti Arif, S.Hut., M.Si**, selaku pembimbing II dan Penasehat Akademik yang selalu bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing Penulis, memberikan ide, arahan, dan bijaksana menyikapi keterbatasan pengetahuan penulis, pengertian serta

ilmu dan pengetahuan yang berharga baik dalam penelitian ini maupun selama menempuh kuliah.

2. Bapak **Ir. Bakri, M.Sc.**, ibu **Ira Taskirawati, S.Hut., M.Si.**, dan ibu **Ir. Siti Nuraeni, MP**, dan Bapak **Ir. Baharuddin, MP**, selaku dosen penguji, terima kasih atas saran, koreksi dan kesediaan waktunya.
3. **Dr. Ir. Muh. Restu, MP.** (Dekan Fahutan), **Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc. (PD I)**, dan **Dr. Ir. Yusran Jusuf, M.Si. (PD II)**.
4. Bapak **Ir. Beta Putranto, M.Sc.**, selaku Ketua Program Studi Hasil Hutan dan **Seluruh Dosen Pengajar** beserta **Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan atas arahan dan bantuannya.
5. Terkhusus ucapan terima kasih dari lubuk hati paling dalam untuk Keluarga tercinta yang sejatinya menjadi sumber ketabahan dan inspirasi penulis dalam menjalani studi. Gelar ini penulis persembahkan kepada: ayahanda **Drs. H. M. Yusuf Alwi** dan ibunda **Dra. Meis Saupa**, **My brothers (Yus, Anto dan Jojo)** terima kasih atas semuanya.
6. Terkhusus juga ucapan terima kasih ini kuhaturkan buat suamiku (**Sunandar**) dan anakku (**Muh. Fakhry**) yang tercinta terima kasih atas doa, dukungan, semangat, dan cinta kasihnya yang akan selalu berada di dalam hatiku.
7. Rekan-rekan mahasiswa Kehutanan Unhas angkatan '03' dan sahabat-sahabatku (**Has, Ugi, Sari, Sasa, fate, Anti, dan Roy**), mungkin kenangan lalu tak akan terulang namun akan tetap tersimpan. Selamanya.
8. Kanda-kanda senior angkatan '01' (**K'deli dan K'Swety**), '02', '04' (**Isa**) dan '05' (**Indra dan Ismi**), terima kasih atas pertolongan dan kerjasamanya.



9. Semua pihak yang pernah banyak membantu, sedikit membantu, memberi semangat, inspirasi, tawa, nasihat, ataupun sekedar mendoakan dari jauh, **K'Heru Arisandi** selaku Laboran Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, serta staf dan pegawai khususnya **K'Ancha, K'Cheema, Bu Sahlan, Pak Basri, Daeng Kulle.**

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu tidak tertutup kemungkinan dalam penyusunan skripsi ini terdapat kekurangan maupun kekeliruan. Karena itu dengan segala keikhlasan, kerendahan hati serta tangan terbuka, sumbangan saran, koreksi maupun kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua, amin...

*Wallahu mustaam billahi taufik walhidayah*

Wassalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, Nopember 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Pengenalan Talas .....	3
1. Sistematika dan Morfologi .....	3
2. Penyebaran dan Tempat Tumbuh .....	4
3. Talas Sebagai Bahan Baku Etanol .....	4
B. Sekilas Mengenai Etanol .....	5
C. Proses Pembuatan Etanol .....	7
1. Sakarifikasi .....	7
2. Fermentasi .....	7
3. Destilasi .....	8
D. Sekilas Mengenai <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ...	8

E.	Kerapatan, Rendemen, dan Kadar Etanol .....	9
1.	Kerapatan .....	9
2.	Rendemen .....	9
3.	Kadar Etanol .....	9
<b>BAB III.</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
A.	Waktu dan Tempat .....	10
B.	Alat dan Bahan .....	10
C.	Prosedur Kerja .....	10
1.	Bahan Baku .....	10
a.	Persiapan Bahan Baku .....	10
b.	Analisis Kadar Pati .....	11
2.	Peremajaan Jamur <i>Saccharomyces cereviceae</i> .....	12
3.	Proses Pembuatan Etanol .....	12
a.	Proses Hidrolisis .....	12
b.	Analisa Kadar Gula pada Larutan Hasil Hidrolisis .....	13
c.	Proses Fermentasi .....	13
d.	Proses Destilasi .....	14
D.	Variabel Pengamatan .....	14
1.	Kerapatan .....	14
2.	Kadar Etanol .....	15
3.	Rendemen Etanol .....	15
E.	Analisis Data .....	16



<b>BAB IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A.	Hasil .....	17
1.	Kerapatan .....	17
2.	Kadar Etanol .....	18
3.	Rendemen .....	20
B.	Pembahasan .....	21
1.	Kerapatan .....	21
2.	Kadar Etanol .....	22
3.	Rendemen .....	23
<b>BAB V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A.	Kesimpulan .....	24
B.	Saran .....	24
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>25</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>27</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kerapatan Etanol Talas .....	17
2.	Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kadar Etanol Talas .....	18
3.	Hasil Uji Lanjut Perbedaan Berat Jenis Etanol Talas .....	20

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Diagram alir proses pembuatan bioetanol dari bahan baku gula, pati, dan lignoselulosa .....	6
2.	Diagram proses fermentasi sukrosa oleh ragi <i>S. cerevisiae</i> .....	6
3.	Kurva Respon Hasil Kerapatan Etanol Talas .....	18
4.	Kurva Respon Hasil Kadar Etanol Talas .....	19
5.	Kurva Respon Hasil Rendemen Etanol Talas .....	20

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Penentuan kadar pati .....	27
2.	Penentuan kadar gula pada filtra yang telah di hidrolisis .....	28
3.	Daftar sakar menurut Luff-schrool.....	29
4.	Hasil kerapatan pada berbagai presentase penambahan larutan jamur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	30
5.	Hasil analisis ragam kerapatan pada berbagai persentase penambahan larutan jamur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	31
6.	Hasil kadar etanol pada berbagai persentase penambahan larutan jamur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	32
7.	Hasil analisis ragam kadar etanol pada berbagai persentase penambahan larutan jamur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	33
8.	Hasil rendemen pada berbagai persentase penambahan larutan jamur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	34
9.	Hasil analisis ragam rendemen pada berbagai konsentrasi larutan jamur <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	35
10.	Kurva standar .....	36
11.	a. Tanaman talas .....	37
	b. Umbi talas .....	37
12.	a. Umbi talas setelah dikupas .....	37
	b. Umbi talas setelah dicacah .....	37
13.	a. Umbi talas setelah dikupas .....	38
	b. Umbi talas setelah dicacah .....	38
14.	a. Filtrat yang telah dihidrolisis .....	38
	b. Alat <i>Autoclave</i> .....	38

15.	a. Proses fermentasi .....	39
	b. Filtrat hasil fermentasi .....	39
16.	Alat destilasi fraksionasi .....	39
17.	a. Etanol hasil destilasi fraksionasi .....	40
	b. Timbangan digital .....	40

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Negara-negara maju telah mengembangkan energi alternatif yang dapat menggantikan peranan minyak bumi yang berfungsi sebagai bahan bakar, di mana cadangan minyak bumi yang semakin menipis dan harganya yang semakin melonjak tinggi. Lonjakan harga minyak hingga US\$ 150/barel mempengaruhi aktifitas perekonomian di berbagai belahan dunia. Di Indonesia, kemelut tersebut diperparah dengan maraknya penyelundupan minyak yang ditengarai merugikan negara hingga 8,8 trilyun rupiah per tahun (Nurdiansyah, 2007). Keterbatasan sumberdaya migas sebagai sumber energi yang tak terbaharukan telah menjadi masalah sentral pemenuhan kebutuhan akan energi yang semakin meningkat setiap tahunnya. Kebutuhan masyarakat akan energi semakin meningkat. Namun, usaha pemenuhan tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan energi di alam. Kebutuhan BBM di Indonesia saat ini mencapai 215 juta liter per hari, sedangkan yang diproduksi di dalam negeri hanya mencapai 178 juta liter per hari, kekurangannya 37 juta liter per hari harus diimpor (Fitriana, 2007).

Diperkirakan cadangan minyak dunia hanya cukup untuk 45 tahun ke depan. Memang alam begitu mudah dan murah menyediakan energi fosil, sehingga kita terlena bahwa energi ini butuh ratusan juta tahun untuk terbentuk. Kini sumur-sumur minyak semakin berkurang, padahal konsumsinya selalu meningkat dari tahun ke tahun. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya memiliki tiga ancaman serius, yakni: (1) menipisnya cadangan minyak bumi, (2) kenaikan/ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, dan (3) polusi gas rumah kaca (terutama CO<sub>2</sub>) akibat pembakaran bahan bakar fosil. Dengan semakin berkurangnya sumber minyak mentah, pengembangan dan penggunaan bahan bakar alternatif dari sumberdaya alam terbaharukan menjadi salah satu pilihan yang diharapkan dapat memenuhi permintaan kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat. Salah satu langkah bijak, yakni melalui substitusi minyak fosil dengan bioenergi seperti bioetanol/etanol yang diperoleh dari bahan baku nabati (tanaman) yang mengandung gula dan pati. Pemakaian bahan bakar alternatif dari sumberdaya alam terbaharukan juga memberikan berbagai dampak positif, antara lain emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan (terutama mengurangi gas rumah kaca).

Talas merupakan jenis tanaman yang dapat menggantikan bahan makanan pokok seperti beras karena kandungan patinya yang cukup besar. Ini membuktikan bahwa talas adalah salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan etanol, di mana kandungan patinya di dalam proses pembuatan etanol sangat penting. Produksi etanol (alkohol) dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat dilakukan dengan proses fermentasi yaitu

Penguraian glukosa menjadi etanol dengan bantuan jamur atau bakteri. Salah satu jenis jamur yang digunakan dalam proses fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Jamur ini digunakan karena kemampuannya dalam menghasilkan alkohol.

Berdasarkan uraian singkat di atas maka dilakukan penelitian untuk membuat etanol sebagai pengganti bahan bakar yang berasal dari fosil dengan menggunakan bahan baku tanaman yang berasal dari umbi-umbian yaitu talas (*Colocasia esculenta*) dengan fermentasi menggunakan jamur *S. cerevisiae*.

### **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan, rendemen dan kadar etanol talas dengan bantuan mikroorganisme *S. cerevisiae*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat bahwa etanol sebagai pengganti bahan bakar juga dapat diproduksi dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari tanaman talas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengenalan Talas

#### 1. Sistematika dan Morfologi

Menurut Tjitrosoepomo (1994), sistematika dan morfologi tanaman talas adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Liliopsida
Ordo	: Alismatales
Family	: Araceae
Genus	: Colocasia
Spesies	: <i>Colocasia esculenta</i>

Talas memiliki nama yang berbeda-beda di beberapa wilayah. Di Sumatera, talas dikenal dengan sebutan cumpéua (Aceh), sukat, keladi, tale (Batak), keladi (Lampung), gelo, tales dan upa (Jawa), malau (Dayak), kladi dan sangsit (Nusa Tenggara), aladi (Bugis), paco (Makassar), tale, kolai (Sulawesi Utara) (Harian Republika, 2002).

Tumbuhan talas berupa herba bergetah, tegak dengan tinggi 40 cm sampai dengan 2 m, sistem perakaran liar, menyerabut dan dangkal. Batang penyimpanan (subang) besar-besar (sampai dengan 4 kg), silindris atau seperti bola, ukuran sampai dengan 30 cm x 15 cm, biasanya coklat dengan kuncup samping di bawah lampang daun memberikan pertumbuhan bagi anak subang, tunas atau geragis. Daun tersusun spiral, beroset, tunggal, bentuk seperti perisai, terdiri dari tangkai panjang (kadang-kadang lebih dari 1 m) dengan pelepah yang nyata, dan besar, bentuk helaian seperti hati, dengan ukuran sampai dengan 85 cm x 60 cm, dengan cuping belakang membulat. Pembungaan: bunga tongkol dengan tubuh yang steril, dikelilingi oleh seludan, dan didukung oleh gagang yang lebih pendek dari gagang. Bunga uniseksual, kecil tanpa tajuk, bunga jantan di bagian atas dari tongkol (spadix), dengan benang sari yang semuanya berpautan, bunga betina dasar tongkol (spadix), dengan superior, 1 sel bakal buah ada hampir melekat di kepala putik, bunga jantan dan betina terpisah oleh pita dari bunga steril. Buah berbiji banyak, tersusun dengan rapat dan membentuk bongkol buah. Biji bulat telur sampai menjorong, panjang kurang dari 2 mm, dengan endosperma yang berlebihan, subang mencapai berat maksimum setelah 10-15 bulan ketika hujan dan 12-15 bulan bukan dengan irigasi, tapi biasanya dipanen sebelum waktu tersebut di atas. Colocasia terdiri dari 8 spesies dari daerah tropis di Asia. Diklasifikasikan dalam rumpun Colocasia, misalnya Alocasia. Ada dua tipe dari keladi: tipe dasheen dan tipe



addoe, yang terakhir dengan pengolahan anak subang yang kecil yang baik, sering juga diklasifikasikan sebagai varietas *antiquorum* (Schott) Hubb. & Rehder. Di Asia Tenggara, banyak jenis keladi yang ditanam (Lemmens dan Bunyapraphatsara, 1994).

## 2. Penyebaran dan Tempat Tumbuh

Asal dan penyebaran geografis talas berasal dari Asia Tenggara atau Asia Tengah bagian selatan, di mana tanaman ini diduga ditanam (dikultivasi) sebelum padi. Di wilayah Asia, tanaman ini ditanam di India, Cina bagian selatan, di seluruh wilayah Malaysia, di Jawa dan di Bali, di seluruh Filipina dan di New Guinea. Talas juga tumbuh di banyak pulau dari Kepulauan Pasifik, di seluruh Hindia Timur dan di Afrika bagian barat dan utara (Harian Republika, 2002).

Talas dapat menerima batasan lingkungan yang besar dan sistem manajemen. Tanaman ini tumbuh dengan baik di tanah yang basah, suhu 25-30°C dan kelembaban yang tinggi dapat memperbaiki pertumbuhan. Ketika tumbuh di sawah dengan pengairan sawah tadah hujan, hasil yang terbaik diperoleh ketika curah hujan sekurang-kurangnya 2.000 mm/tahun dan penyebarannya merata. Talas tumbuh dari ketinggian 1.200 m dpl di Malaysia, di Filipina 1.800 m, dan malahan 2.700 m di Papua New Guinea, tanaman ini dapat mentoleransi naungan/tempat teduh dan sering ditanam sebagai tanaman selingan pada pertanian (Lemmens dan Bunyapraphatsara, 1994).

## 3. Talas sebagai Bahan Baku Etanol

Menurut Hartati dan Prana (2003), talas sebagai bahan makanan cukup populer dan produksinya cukup tinggi terutama di daerah Papua dan Jawa. Selain ubi kayu, kentang dan jagung, talas juga dapat menggantikan bahan makanan pokok seperti beras karena kandungan patinya yang cukup besar. Kadar pati pada tumbuhan talas berkisar antara 68,24% sampai 72,61%, yang membuktikan bahwa talas adalah salah satu tumbuhan yang potensial dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Menurut Prihandana, dkk. (2007), bahan baku bioetanol adalah sebagai berikut:

- Bahan berpati: berupa singkong atau ubi kayu, ubi jalar, tepung sagu, biji jagung, biji sorgum, gandum, kentang, ganyong, garut, dan umbi dahlia.
- Bahan bergula: berupa *molasses* (tetes tebu), nira tebu, nira kelapa, nira batang soorgum manis, nira aren (enau), nira nipah, gewang, dan nira lontar.
- Bahan berselulosa: berupa limbah *logging*, limbah pertanian seperti jerami padi, ampas, tebu, *janggal* (tongkol) jagung, onggok (limbah tapioka), batang pisang, dan serbuk gergaji (*grajen*).

## **B. Sekilas Mengenai Etanol**

Etanol dapat diproduksi dari bahan baku berupa biomassa seperti jagung, singkong, sorghum, kentang, gandum, tebu, bit, dan juga limbah biomassa seperti tongkol jagung, limbah jerami, dan limbah sayuran lainnya. Bioetanol dapat dihasilkan dengan teknologi biokimia melalui proses fermentasi bahan baku, kemudian etanol yang diproduksi dipisahkan dengan air melalui proses destilasi dan dehidrasi. Etanol atau etil alkohol (lebih dikenal sebagai “alkohol”), lambang kimia ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, *biodegradable*, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar bernilai oktan tinggi atau aditif peningkat bilangan oktan pada bahan bakar sebenarnya sudah dilakukan sejak abad 19 (Suryaningrat, 2008).

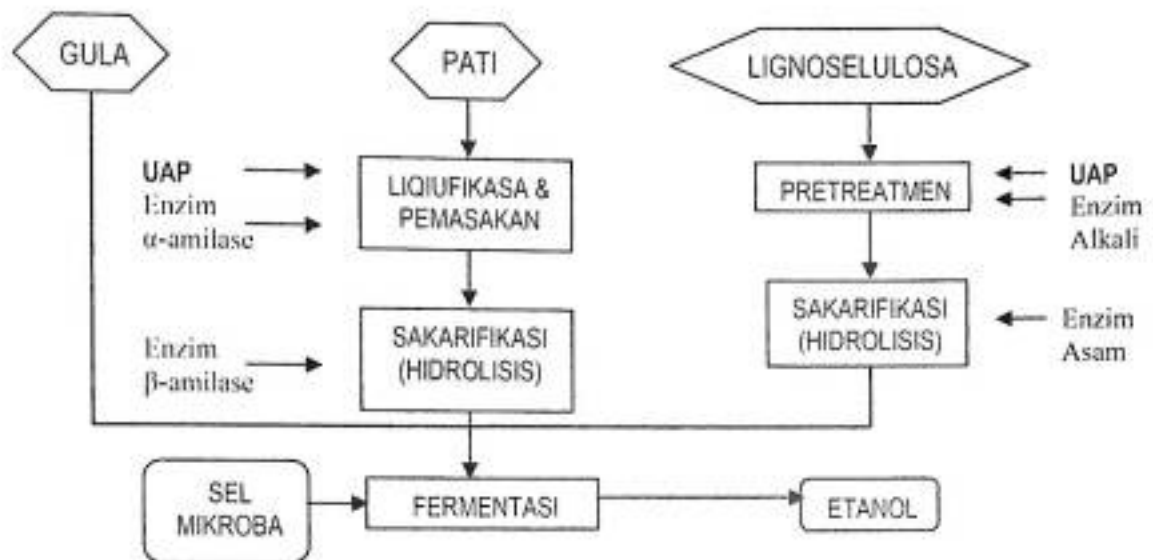
Bioetanol/etanol adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan menggunakan bantuan mikroorganisme. Etanol yang diproduksi dari tumbuhan, merupakan hasil produksi yang menghasilkan energi ramah lingkungan dan sangat ekonomis. Etanol diperoleh lewat proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Umumnya etanol diproduksi dengan cara sintesis etilen, dan produksi etanol ini mencakup 3 (tiga) rangkaian proses, yaitu: persiapan bahan baku, fermentasi dan pemurnian (Fitriana, 2007).

Etanol adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, karena sifatnya yang tidak beracun. Bahan ini dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak memiliki rasa, tapi memiliki bau yang khas. Etanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk mobil (Musfil, 2006).

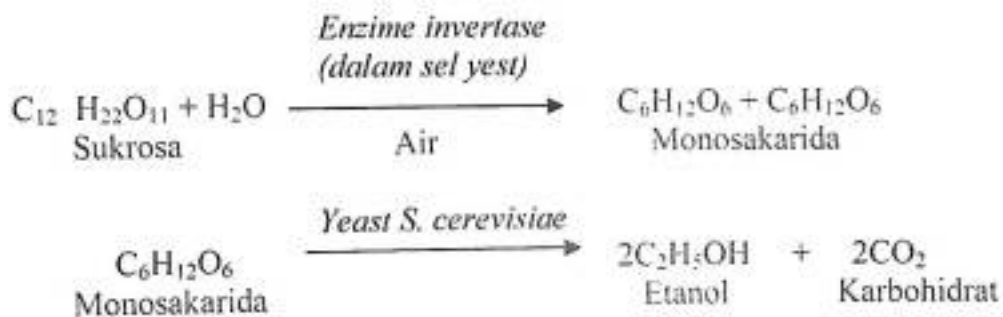
Menurut Prihandana, dkk. (2007), etanol dikategorikan dalam dua kelompok utama yaitu:

- a. Etanol 95-96% v/v, disebut “etanol berhidrat”, yang dibagi dalam:
  - Technical/raw spirit grade, digunakan untuk bahan bakar spiritus, minuman desinfektan dan pelarut.
  - Industrial grade, digunakan untuk bahan baku industri dan pelarut
  - Potable grade, untuk minuman berkualitas tinggi.
- b. Etanol >99,5% v/v, digunakan untuk bahan bakar.

Menurut Prihandana, dkk. (2007), diagram alir pembuatan etanol dan proses kimia saat fermentasi etanol pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan bioetanol dari bahan baku gula, pati, dan lignoselulosa.



Gambar 2. Diagram proses fermentasi sukrosa oleh ragi *S. cerevisiae*

## C. Proses Pembuatan Etanol

### 1. Sakarifikasi

Sakarifikasi adalah proses penguraian pati menjadi glukosa. Proses sakarifikasi dapat dilakukan dengan dua macam cara hidrolisis yaitu hidrolisis asam/basa dan hidrolisis enzim. Hidrolisis dengan asam/basa dapat dilakukan baik dengan larutan asam/basa larutan encer maupun pekat. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis asam adalah jumlah asam, waktu proses hidrolisis dan kehalusan bahan yang digunakan (Saraswati, 2006).

### 2. Fermentasi

Etanol dapat diperoleh melalui proses fermentasi oleh aktivitas khamir. Untuk mendapatkan hasil etanol yang optimal, maka dapat dilihat pada aktivitas khamir *S. cerevisiae*. Efek hambatan etanol dalam medium tergantung pada laju pertumbuhan spesifik dan dari strain spesifik ragi *S. cerevisiae* dalam fermentor, kecuali untuk produk etanol konsentrasi glukosa dikontrol dengan batas aktivitas metabolisme ragi (Musfil, 2006). Selama fermentasi berlangsung, proses mikrobial dipengaruhi faktor-faktor fisik dan kimia. Faktor-faktor fisik yang berpengaruh antara lain suhu, tekanan, *power input*, aliran gas, level buih, aliran cairan, viskositas dan terbiditas. Empat faktor terakhir disebutkan hanya akan terjadi pada fermentasi yang terendam. Adapun faktor-faktor kimia yang berpengaruh adalah pH, enzim, potensial redoks, oksigen terlarut, determinasi penggunaan gas dan adanya ion. Faktor-faktor kimia ini terutama terjadi pada fermentasi media cair (Fatimah, 2007).

Etanol diproduksi dari biomassa dengan proses hidrolisis dan fermentasi gula. Biomassa mengandung polimer karbohidrat berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Untuk memproduksi gula dari biomassa, biomassa diolah menggunakan asam dan enzim. Selulosa dan hemiselulosa akan terhidrolisis menjadi sukrosa, kemudian difermentasi menjadi etanol. Fermentasi gula menjadi etanol dilakukan dengan menambah ragi. Ragi mengandung enzim invertase yang bertindak sebagai katalis untuk mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). Fruktosa dan glukosa kemudian bereaksi dengan enzim zymase yang mengubah fruktosa dan glukosa menjadi etanol dan karbon dioksida (Suryaningrat, 2008).

### 3. Destilasi

Destilasi adalah proses pemisahan suatu campuran homogen yang komponennya mempunyai perbedaan titik didih. Destilasi merupakan cara yang paling mudah untuk dioperasikan dan juga merupakan cara pemisahan yang paling efisien. Ada beberapa metode destilasi yang utama yaitu destilasi sederhana, destilasi vakum, destilasi fraksinasi dan destilasi uap. Destilasi fraksinasi dilakukan untuk memisahkan campuran etanol air. Pada tekanan atmosfer, air mendidih pada suhu 100°C sedangkan etanol mendidih pada suhu 78°C. Secara umum peralatan destilasi fraksinasi sama dengan destilasi sederhana, hanya pada destilasi fraksinasi terdapat kolom fraksinasi yang dipasang diantara labu destilasi dengan *destiling head* (Arsyad, 2007).

#### D. Sekilas Mengenai *S. cerevisiae*

Ragi atau istilah resminya adalah yeast merupakan organisme bersel tunggal berjenis eukariotik. Jenis yeast yang paling populer adalah ragi roti *S. cerevisiae*. Di industri, yeast ini digunakan untuk produksi alkohol dan asam organik karena ketahanannya terhadap kedua produk diatas. Industri fermentasi terbesar di dunia dalam skala produksi adalah fermentasi gula (sukrosa, glukosa) oleh yeast ini menjadi alkohol (etanol). Kapasitas produksi etanol dunia berkisar 50 milyar liter di tahun 2006 di mana 75% diproduksi via proses fermentasi, sisanya dengan proses katalitik (Arsyad, 2007).

Jamur *S. cerevisiae* atau di Indonesia lebih dikenal dengan nama jamur ragi, telah memiliki sejarah yang luar biasa di industri fermentasi, karena kemampuannya dalam menghasilkan alkohol inilah *S. cerevisiae* disebut sebagai mikroorganisme aman yang paling komersial saat ini. Dengan menghasilkan berbagai minuman beralkohol, mikroorganisme tertua yang dikembangbiakkan oleh manusia ini memungkinkan terjadinya proses bioteknologi yang pertama di dunia (Harian Republika, 2002).

## **E. Kerapatan, Rendemen dan Kadar Etanol**

### **1. Kerapatan**

Kerapatan adalah perbandingan antara berat bahan dengan volume (Haygreen dan Bowyer, 1982). Kerapatan larutan etanol semakin rendah, maka kadar etanol di dalam larutan tersebut akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan etanol mempunyai kerapatan lebih rendah daripada air (Martin, dkk., 1983).

### **2. Rendemen**

Rendemen adalah perbandingan volume barang yang dihasilkan (output) terhadap volume bahan bakunya (input) yang dinyatakan dalam persen. Tinggi rendahnya rendemen dalam suatu proses produksi dapat dijadikan suatu kriteria (ukuran) keberhasilan proses produksi tersebut. Jenis tumbuhan, varietas, tempat tumbuh, perlakuan bahan baku dan proses produksi sangat mempengaruhi rendemen yang dihasilkan (Harris, 1987).

### **3. Kadar Etanol**

Kadar etanol dapat diperoleh dari fermentasi gula dengan bantuan bakteri atau jamur dalam keadaan anaerob. Tinggi rendahnya kadar etanol yang dihasilkan tergantung dari jenis karbohidrat yang digunakan dan lamanya fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar etanol yang dihasilkan menjadi semakin tinggi (Maretni, 2006).



### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2008 dengan pengambilan sampel berupa umbi talas di Desa Lara, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Perlakuan pendahuluan dan proses produksi etanol dilaksanakan di Laboratorium Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.

#### B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: labu takar, oven, timbangan neraca, timbangan digital, botol fermentasi 1000 ml, spatula, pengaduk, autoclave, alat destilasi fraksionasi, gelas kimia (25 ml, 100 ml dan 500 ml), labu ukur 25 ml dan 250 ml, labu erlenmeyer 1000 ml, erlenmeyer asah 500 ml, batu didih, labu semprot, pipet volume 10 ml dan 25 ml, pipet mikron, pipet tetes, pipet skala, labu isap, corong, termometer, botol aqua 600 ml, botol 140 ml, selang, panci, gas, kompor, *ose*, tabung reaksi, rak tabung, saringan, buret, *hot plate*, alat *autoclave*, *hand case*, ruang asam, inkubator, *oven*, desikator, pendingin tegak, dan baskom.

Bahan yang digunakan umbi talas sebanyak 2 kg, jamur *S. cerevisiae*, aquadest, *aluminium foil*, kertas saring, kertas label, bacto agar, vaselin, HCl (37%, 3% dan 0,2 M), NaOH 30%, KI, larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  4 N, larutan luff, alkohol, urea, NPK, pH indikator, kertas saring, *tissue* dan kapas.

#### C. Prosedur Kerja

##### 1. Bahan Baku

###### a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah umbi talas. Pengambilan umbi dilakukan dengan menggali tanah di sekitar pangkal batang sedalam 25 cm kemudian umbi yang telah tua dipotong dari batangnya. Umbi dikupas dan dicacah berukuran kecil-kecil sebanyak 2 kg. Umbi yang telah dicacah ditimbang sebanyak 1 g untuk pengujian kadar air. Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air bahan baku yang setara dengan kadar air kering tanur. Sisa umbi kemudian dikukus hingga matang, lalu dikeringudarkan. Setelah itu bahan siap digunakan.

## b. Analisis Kadar Pati

Langkah-langkah yang digunakan dalam menganalisis kadar pati yaitu sebagai berikut:

1. Bahan baku talas ditimbang sebanyak 1 g dan dimasukkan dalam erlenmeyer asah ditambahkan 150 ml HCl 3 % dan batu didih lalu untuk selanjutnya campuran tersebut dihidrolisis selama 2 jam dengan menggunakan *hot plate*.
2. Hasil hidrolisis dinetralkan dengan NaOH 30 % hingga campuran mencapai pH netral, lalu disaring dengan menggunakan kertas saring 1 mikron ke dalam labu ukur 250 ml.
3. Hasil saringan dipipet sebanyak 10 ml, dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer asah, lalu ditambahkan 25 ml larutan luff, 15 ml aquadest dan batu didih. Erlenmeyer ditempatkan di atas *hot plate* kemudian disambungkan ke pendingin tegak, bagian atas erlenmeyer asah diberi sedikit vaselin agar lebih mudah dilepas dari pendingin tegak. Setelah disambungkan ke pendingin tegak, lalu dididihkan selama 10 menit.
4. Setelah campuran mendidih, erlenmeyer asah dilepaskan dari pendingin tegak dan didinginkan hingga mencapai suhu kamar. Selanjutnya campuran tersebut ditambahkan 2 g KI dan 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 N lalu dititrasikan dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N, dengan menggunakan kanji sebagai indikator. Volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contoh yang diperoleh setelah titrasi adalah 13,15 ml.
5. Penetapan blanko pada analisis kadar pati dilakukan dengan cara memasukkan 25 ml larutan luff, 15 ml aquadest, dan batu didih ke dalam erlenmeyer asah, lalu diletakkan di atas *hot plate* kemudian sambungkan ke pendingin tegak dan dididihkan selama 10 menit. Setelah campuran dididihkan, Erlenmeyer asah dilepaskan dari pendingin tegak dan biarkan sampai mencapai suhu kamar, kemudian ditambahkan 2 g KI dan 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 N, lalu dititrasikan dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N. Volume Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> blanko yang diperoleh setelah titrasi adalah 24,30 ml.



## 2. Peremajaan jamur *S. cereviceae*

Peremajaan jamur *S. cerevisiae* dari stok dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Tauge ditimbang sebanyak 120 g dan dilakukan sebanyak 2 kali, lalu dimasukkan dalam 2 labu erlenmeyer, kemudian ditambahkan HCl 0,2 M sampai masing-masing mencapai 500 ml
2. Labu erlenmeyer yang berisi campuran tadi dimasukkan dalam *autoclave* pada pengaturan suhu 121°C selama 90 menit
3. Mengeluarkan labu erlenmeyer dari *autoclave*, dibiarkan sampai mencapai suhu kamar
4. Menyaring isi labu erlenmeyer dengan kertas saring 1 mikron sampai didapatkan filtrat
5. Filtrat yang diperoleh diatur pH mencapai 5. Setelah itu, ditambahkan urea 1,35 g dan NPK 0,45 g, lalu diaduk merata
6. Filtrat lalu dimasukkan dalam dua botol fermentasi masing-masing 450 ml. Kemudian botol fermentasi dipasteurisasi selama 30 menit
7. Setelah dua botol fermentasi dikeluarkan dari tempat pasteurisasi, lalu dibiarkan sampai mencapai suhu kamar. dua botol fermentasi yang telah mencapai suhu kamar, dimasukkan jamur *S. cerevisiae* masing-masing 3 ose
8. dua botol fermentasi tersebut ditutup dengan penutup yang telah disambungkan dengan selang, sedangkan ujung selang dicelupkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi air suling. Larutan jamur *S. cerevisiae* difermentasi selama 2 hari.

## 3. Proses Pembuatan Etanol

### a. Proses hidrolisis.

Pada proses hidrolisis ini digunakan larutan asam dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Bahan baku talas yang telah dikukus ditimbang sebanyak 127,5 g (setara dengan kering tanur) untuk masing-masing 10 labu erlenmeyer 1000 ml.
2. Setiap labu erlenmeyer kemudian ditambahkan larutan HCl 0,2 M hingga mencapai 500 ml. Bagian mulut labu erlenmeyer ditutup dengan menggunakan kapas dan kertas aluminium foil, kemudian wadah tersebut dimasukkan ke dalam *autoclave* lalu dipanaskan dengan suhu 121°C selama 60 menit.
3. Setelah 60 menit kemudian, labu erlenmeyer yang berisi campuran dikeluarkan dari *autoclave* lalu didinginkan hingga mencapai suhu kamar.

4. Campuran tersebut dipindahkan ke dalam wadah untuk diatur pHnya, pengaturan pH dilakukan dengan menambahkan NaOH 30% ke dalam campuran sedikit demi sedikit lalu diaduk kemudian ukur pH dengan menggunakan pH indikator hingga mencapai pH 5. Sebelum diatur pH, campuran diambil sebanyak 20 ml untuk dilakukan analisis kadar gula.

b. Analisa Kadar Gula pada Larutan Hasil Hidrolisis

Analisis kadar gula dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Campuran yang telah diambil 20 ml pada proses hidrolisis lalu disaring untuk memperoleh filtrat, kemudian dimasukkan filtrat sebanyak 10 ml ke dalam labu takar 250 ml dan dinetralkan dengan mencampurkan larutan NaOH 30%.
2. Setelah filtrat dinetralkan, kemudian ditambahkan aquadest sampai mencapai 250 ml.
3. Hasil pengenceran dipipet sebanyak 10 ml, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer asah, kemudian ditambahkan 25 ml larutan luff dan batu didih kemudian diletakan diatas *hot plate* dan disambungkan pada pendingin tegak, lalu dididihkan selama 10 menit
4. Setelah campuran mendidih, tabung erlenmeyer kemudian dilepaskan dari pendingin tegak dan didinginkan sampai mencapai suhu kamar. Sebanyak 2 g KI dan 25 ml  $H_2SO_4$  4 N ditambahkan ke dalam campuran lalu dititrasikan dengan  $Na_2S_2O_3$  0,1 N dengan menggunakan kanji sebagai indikator. Volume  $Na_2S_2O_3$  contoh yang diperoleh setelah dititrasikan adalah 23,20 ml.

c. Proses Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Campuran yang telah diketahui pH dan kadar gulanya dari proses hidrolisis kemudian dimasukkan ke dalam sembilan botol fermentasi masing-masing sebanyak 500 ml, lalu ditambahkan larutan jamur *S. cerevisiae* dengan persentase larutan jamur yang berbeda-beda yaitu 10%, 20% dan 30% pada setiap tiga botol fermentasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase larutan jamur yaitu sebagai berikut:

$$\text{Persentase Penambahan Larutan jamur} = \frac{\sum \text{Larutan Jamur (ml)}}{\sum \text{Larutan Fermentasi (ml)}} \times 100\%$$

2. Botol fermentasi yang telah diisi larutan kemudian ditutup rapat dengan penutup yang telah disambungkan dengan selang sedangkan ujung selang penutup yang telah disambungkan dengan selang sedangkan ujung selang dicelupkan ke dalam gelas kimia yang telah diisi aquadest, tujuannya untuk mencegah terjadinya kontaminasi sehingga jamur dapat bekerja dengan baik.



3. Proses fermentasi dilakukan hingga tidak terdapat gelembung (gas CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan oleh jamur
4. Setelah proses fermentasi selesai, campuran disaring untuk dipisahkan padatan dan filtrat (campuran air dan etanol).

#### d. Proses Destilasi

Untuk memisahkan campuran air dan etanol (filtrat) yang terbentuk pada proses fermentasi, maka harus dilakukan proses destilasi atau penyulingan. Metode destilasi yang digunakan adalah destilasi fraksionasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Filtrat dimasukkan ke dalam alat destilasi fraksionasi, kemudian dipanaskan pada suhu 80°C. Uap etanol akan lebih dulu keluar yang kemudian dialirkan melalui pipa yang terendam air sehingga terkondensasi yang menghasilkan etanol cair.
2. Setelah hasil destilasi diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kerapatan, kadar etanol, dan rendemen dari etanol yang dihasilkan

### D. Variabel Pengamatan

#### 1. Kerapatan

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penentuan kerapatan adalah sebagai berikut :

1. Timbang kosong gelas kimia 25 ml.
2. Masukkan air suling 1 ml dengan menggunakan pipet mikron ke dalam gelas kimia.
3. Timbang gelas kimia yang berisi air suling.
4. Volume air suling di tentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Volume air suling} = \frac{\text{Berat Air Suling}}{\text{BJ Air Suling } 28^{\circ}\text{C}}$$

5. Pipet hasil destilasi masing-masing konsentrasi larutan (10%, 20% dan 30%) sebanyak 1 ml ke dalam gelas kimia dengan menggunakan pipet mikron.
6. Timbang gelas kimia yang berisi larutan etanol.
7. Hitung kerapatan masing-masing konsentrasi larutan etanol hasil destilasi fraksionasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat Etanol Hasil Destilasi Fraksionasi (g)}}{\text{Volume Air Suling (cm}^3\text{)}}$$

## 2. Kadar Etanol

Kadar etanol ditentukan dengan menggunakan kurva standar, tahap-tahap pembuatan kurva standar adalah sebagai berikut :

1. Timbang kosong gelas kimia 25 ml
2. Masukkan air suling sebanyak 1 ml dengan menggunakan pipet mikron ke dalam gelas kimia
3. Timbang gelas kimia yang berisi air suling
4. Volume air suling ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Volume air suling} = \frac{\text{Berat Air Suling}}{\text{BJ Air Suling } 28^{\circ}\text{C}}$$

5. Etanol murni 100% yang telah diketahui berat jenisnya, diencerkan menjadi 60%, 70%, 80%, dan 90%, lalu masing-masing dimasukkan dalam labu takar 25 ml, kemudian tambahkan air suling hingga tanda batas
6. Pipet larutan etanol yang telah diencerkan tadi 1 ml ke dalam gelas kimia 25 ml dengan menggunakan pipet mikron
7. Timbang gelas kimia yang berisi larutan etanol
8. Hitung kerapatan masing-masing larutan etanol yang telah diencerkan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat Etanol yang Diencerkan (g)}}{\text{Volume Air Suling (cm}^3\text{)}}$$

9. Buat kurva standar konsentrasi etanol yang diencerkan dengan kerapatan (Lampiran 8).

Untuk mengetahui kadar etanol yang dihasilkan dari proses destilasi masing-masing konsentrasi larutan 10%, 20% dan 30% yang telah dihitung berat jenisnya, dilakukan dengan menggunakan kurva standar yang sudah dibuat.

## 3. Rendemen Etanol

Rendemen etanol dari talas dapat dihitung, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat etanol yang dihasilkan}}{\text{Berat bahan baku}} \times 100\%$$

Di mana:

Berat etanol yang dihasilkan = Berat etanol setelah didestilasi fraksionasi  
Berat bahan baku = Berat pati (berat talas setara dengan kering tanur x kadar pati)

## E. Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, yang dipolakan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 3 perlakuan penambahan jamur *S. cerevisiae* dengan persentase yang berbeda yaitu persentase 10% (perlakuan A), persentase 20% (perlakuan B) dan persentase 30% (perlakuan C). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Model matematis untuk rancangan RAL berdasarkan Gaspertz (1991) adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Di mana:

- $Y_{ij}$  : Nilai Pengamatan yang memperoleh perlakuan ke-i
- $\mu$  : Rata-rata umum hasil pengamatan
- $\tau_i$  : Pengaruh perlakuan
- $\varepsilon_{ij}$  : Galat percobaan dari perlakuan ke-i pada pangamatan ke-j

Data kerapatan, kadar etanol, dan rendemen dianalisis respon untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Selanjutnya diuji dengan uji beda nyata jujur (BNJ) atau *Tukey test* dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$w = q_{\alpha(p, fe)} \cdot s\bar{y}$$

Di mana :

- $W$  = Nilai uji Tukey (BNJ)
- $q_{\alpha}$  = Nilai tabel Tukey
- $p$  = Jumlah perlakuan
- $fe$  = Derajat bebas galat
- $s\bar{y}$  = Galat baku nilai tengah =  $(s^2 / r)^{1/2}$
- $s^2$  = Kuadrat tengah galat
- $r$  = Jumlah ulangan

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Hasil analisis kadar pati dan kadar gula yang diperlihatkan pada Lampiran 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa talas memiliki kadar pati sebesar 70,59% dan kadar gula sebesar 7,3%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar gula yang terkandung di dalam talas sangat rendah. Rendahnya kadar gula dapat memperlambat proses fermentasi karena mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi akan bekerja lebih cepat jika kadar gula berkisar antara 17 – 18%.

#### 1. Kerapatan

Kerapatan rata-rata etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi talas berkisar antara 0,8054 g/ml-0,8752 g/ml (Lampiran 4) dengan rata-rata kerapatan untuk setiap perlakuan persentase penambahan larutan jamur *S. cerevisiae* dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil dari tabel tersebut menunjukkan bahwa kerapatan akan menurun dengan meningkatnya persentase penambahan larutan jamur yang digunakan, di mana nilai masing-masing dari persentase penambahan larutan jamur 10%, 20% dan 30% adalah 0,8733 g/cm<sup>3</sup>, 0,8450 g/cm<sup>3</sup> dan 0,8098 g/cm<sup>3</sup>. Analisis ragam pengaruh persentase penambahan larutan jamur terhadap kerapatan dapat dilihat pada lampiran 4 yang menunjukkan bahwa persentase penambahan larutan jamur berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan etanol. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dilakukan uji lanjut yaitu uji BNJ dengan hasil seperti dilihat pada Tabel 1.

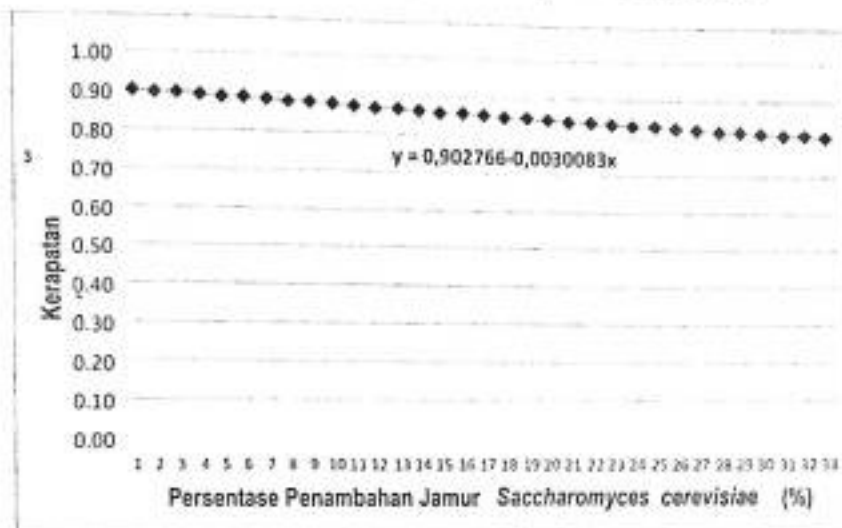
Tabel 1. Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kerapatan Etanol Talas.

Perlakuan Persentase Penambahan Larutan Jamur	Kerapatan Rata-Rata Etanol	Uji BNJ 0.01 0,02
C (30%)	0,8098	a
B (20%)	0,8450	b
A (10%)	0,8733	c

Keterangan: Huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf 1 %.



Hasil uji BNJ pada Tabel 1 menunjukkan bahwa, kerapatan etanol talas berbeda sangat nyata di antara ketiga perlakuan persentase penambahan larutan jamur. Untuk melihat persamaan pengaruh perlakuan maka dilakukan analisis ortogonal polinomial yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Kurva Respon Hasil Kerapatan Etanol Talas

Analisis ortogonal pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pengaruh persentase penambahan larutan jamur *S. cerevisiae* terhadap kerapatan etanol merupakan fungsi linier. Persamaan linier hubungan antara kerapatan dengan konsentrasi jamur adalah  $y = 0,902766 - 0,0030083x$ .

## 2. Kadar Etanol

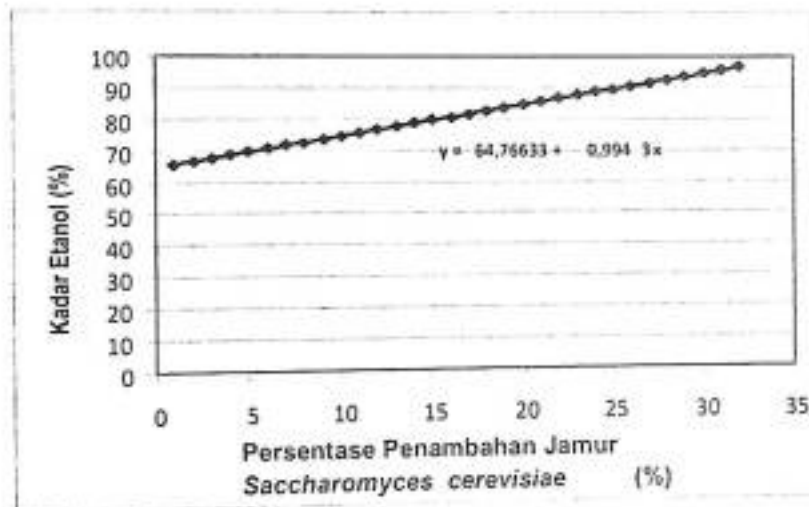
Kadar etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi talas berkisar antara 75,20% - 96,08% (Lampiran 6 dan 7) dengan rata-rata kadar etanol untuk setiap perlakuan persentase penambahan larutan jamur *S. cerevisiae* dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pada tabel tersebut menunjukkan bahwa kadar etanol akan meningkat dengan meningkatnya persentase penambahan larutan jamur yang digunakan, dimana nilai masing-masing dari persentase penambahan larutan jamur 10%, 20% dan 30% adalah 75,08%, 83,92% dan 94,96%. Analisis ragam pengaruh persentase penambahan larutan jamur terhadap kadar etanol dapat dilihat pada Lampiran 7, yang menunjukkan bahwa persentase penambahan larutan jamur berpengaruh sangat nyata terhadap kadar etanol. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dilakukan uji lanjut yaitu uji BNJ dengan hasil seperti dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kadar Etanol Talas.

Perlakuan Persentase Penambahan Larutan jamur	Kadar Etanol Rata-Rata	Uji BNJ 0,01 6,55
C (30%)	94,96	a
B (20%)	83,92	b
A (10%)	75,08	c

Keterangan: Huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf 1 %.

Hasil uji BNJ pada Tabel 2 menunjukkan bahwa, kadar etanol talas berbeda sangat nyata di antara ketiga perlakuan persentase penambahan larutan jamur. Untuk melihat persamaan pengaruh perlakuan maka dilakukan analisis ortogonal polinomial yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Kurva Respon Hasil Kadar Etanol Talas

Analisis ortogonal pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pengaruh persentase larutan jamur *S. cerevisiae* terhadap kadar etanol merupakan fungsi linier. Persamaan linier hubungan antara kerapatan dengan konsentrasi jamur adalah  $y = 64,76633 + 0,9943x$ .



### 3. Rendemen

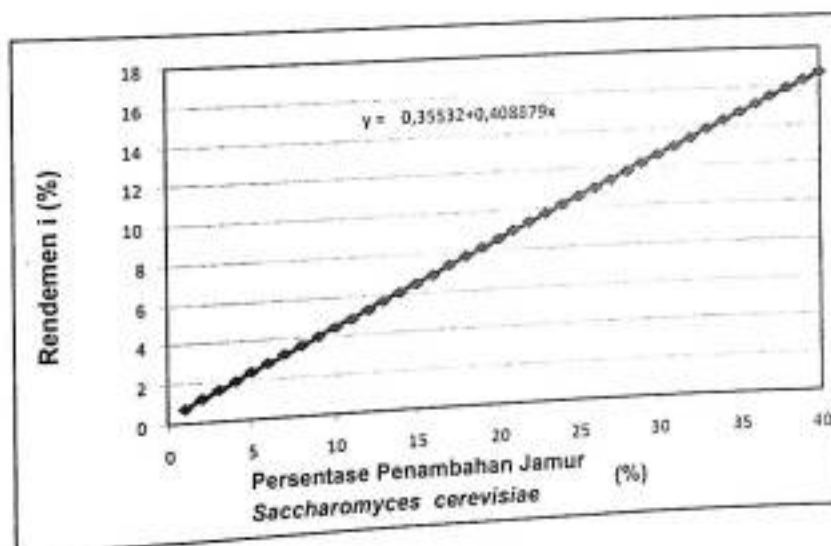
Rendemen etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi talas berkisar antara 4,59% - 14,40% (Lampiran 8) dengan rendemen rata-rata untuk setiap perlakuan persentase penambahan larutan jamur *S. cerevisiae* dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil pada tabel tersebut menunjukkan bahwa rendemen etanol akan meningkat dengan meningkatnya persentase penambah larutan jamur yang digunakan. Analisis ragam pengaruh persentase penambahan larutan jamur terhadap rendemen etanol dapat dilihat pada Lampiran 9 yang menunjukkan bahwa, persentase larutan jamur berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen etanol. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dilakukan uji lanjut yaitu uji BNJ dengan hasil seperti dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjut Perbedaan Berat Jenis Etanol Talas.

Perlakuan Persentase Penambahan Larutan Jamur	Rendemen Rata-Rata Etanol	Uji BNJ 0,01 1,415
C (30%)	13,04	a
B (20%)	7,70	b
A (10%)	4,86	c

Keterangan: Huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf 1 %.

Hasil uji BNJ pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar etanol talas berbeda sangat nyata di antara ketiga perlakuan Untuk melihat persamaan pengaruh perlakuan maka dilakukan analisis ortogonal polinomial yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Kurva Respon Hasil Rendemen Etanol Talas

Analisis ortogonal pada Gambar 8 menunjukkan bahwa pengaruh persentase larutan jamur *S. cerevisiae* terhadap rendemen etanol merupakan fungsi linier. Persamaan linier hubungan antara rendemen dengan konsentrasi jamur adalah  $y = 0,35532 + 0,408879x$ .

## B. Pembahasan

Hasil analisis kadar pati dan kadar gula menunjukkan bahwa kadar pati dan kadar gula yang terkandung pada talas masing-masing sebesar 70,59% dan 7,3%. Kadar pati talas dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan etanol sedangkan kadar gula talas sangat rendah, hal ini dapat memperlambat proses fermentasi karena mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi akan bekerja lebih cepat jika kadar gula dari bahan sebesar 17-18%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arsyad (2007) bahwa selama fermentasi berlangsung, proses mikrobial dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya jenis substrat, konsentrasi gula dari substrat, pH, suhu dan waktu fermentasi.

### 1. Kerapatan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kerapatan etanol talas sangat tergantung pada persentase penambahan larutan jamur *S. cerevisiae*. Kerapatan etanol pada tabel 1 menunjukkan pada perlakuan persentase 10%, 20%, dan 30% masing-masing sebesar 0,8733 g/cm<sup>3</sup>, 0,8450 g/cm<sup>3</sup> dan 0,8098 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini berarti bahwa dengan semakin tinggi persentase penambahan larutan jamur maka kerapatan etanol talas yang dihasilkan menjadi semakin rendah. Penurunan kerapatan etanol ini menunjukkan peningkatan kadar etanol dengan meningkatnya persentase penambahan larutan jamur.

Hasil uji BNJ pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kerapatan antara perlakuan persentase 10% berbeda sangat nyata dengan kerapatan pada persentase 20% dan 30%. Kerapatan etanol pada persentase 20% berbeda sangat nyata dengan kerapatan etanol pada persentase 30%. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi persentase penambahan larutan jamur maka kerapatan etanol yang dihasilkan menjadi semakin rendah. Persamaan linier hubungan antara kerapatan dengan persentase penambahan larutan jamur pada analisis ortogonal adalah  $y = 0,902766 - 0,0030083x$ . Hal ini menunjukkan bahwa setiap pertambahan 1% persentase larutan jamur maka kerapatan akan berkurang sebesar 0,0030083 g/cm<sup>3</sup>.

## 2. Kadar Etanol

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tinggi rendahnya kadar etanol talas sangat tergantung pada persentase penambahan larutan jamur *S. cerevisiae* yang digunakan. Kadar etanol seperti yang terlihat pada tabel 2 menunjukkan bahwa kadar etanol pada perlakuan persentase 10%, 20%, dan 30% masing-masing adalah 75,08%, 83,92% dan 94,96%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan larutan jamur yang digunakan dalam proses fermentasi maka kadar etanol talas yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal tersebut disebabkan karena talas memiliki kandungan pati yang cukup tinggi yaitu sebesar 70,59% sehingga glukosa yang dihasilkan menjadi semakin banyak, dan waktu fermentasi yang digunakan juga cukup lama yaitu selama sembilan hari, dimana lamanya waktu fermentasi ini dapat membuat jamur untuk bekerja lebih sempurna dalam mengurai glukosa menjadi etanol sehingga kadar etanol yang dihasilkan oleh jamur menjadi lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Sardjoko (1991) bahwa tinggi rendahnya kadar etanol yang dihasilkan tergantung dari jenis karbohidrat yang digunakan dan lamanya fermentasi.

Hasil uji BNJ pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar etanol antara perlakuan persentase 30% berbeda sangat nyata dengan kadar etanol pada persentase 20% dan 10%. Kadar etanol pada persentase 20% berbeda sangat nyata dengan kadar etanol pada persentase 10%. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi persentase penambahan larutan bakteri maka dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan. Persamaan linier hubungan antara kadar etanol dengan persentase penambahan larutan jamur pada analisis ortogonal adalah  $y = 64,76633 + 0,9943x$ . Hal ini menunjukkan bahwa setiap pertambahan 1% persentase larutan jamur maka kadar etanol akan bertambah sebesar 0,9943%.

### 3. Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rendemen etanol talas sangat tergantung pada persentase penambahan larutan jamur *S. Cerevisiae*. Rendemen etanol seperti yang terlihat pada tabel 3 menunjukkan bahwa rendemen etanol pada perlakuan persentase 10%, 20%, dan 30% masing-masing 4,8628267%; 7,6960733%; dan 13,04038%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan larutan jamur maka akan meningkatkan rendemen etanol talas. Peningkatan rendemen etanol ini disebabkan oleh adanya peningkatan persentase penambahan larutan jamur. Peningkatan persentase penambahan larutan jamur akan menyebabkan jumlah *S. cerevisiae* dalam bahan menjadi bertambah sehingga dapat bekerja lebih sempurna dalam merubah glukosa menjadi etanol.

Tingginya rendemen yang dihasilkan karena talas memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi sehingga dalam proses hidrolisis glukosa yang dihasilkan juga cukup banyak, hal ini dapat memicu kerja jamur pada proses fermentasi dalam merubah glukosa menjadi etanol, sehingga etanol yang dihasilkan menjadi lebih banyak yang akan meningkatkan rendemen. Hal ini sesuai dengan pendapat Maretni (2006) bahwa jenis tumbuhan, perlakuan bahan baku dan proses produksi sangat mempengaruhi rendemen yang dihasilkan.

Hasil uji BNJ pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dengan pemberian persentase penambahan larutan jamur pada proses fermentasi talas sebesar 10% akan memberikan rendemen yang berbeda dengan persentase 20% dan 30%. Demikian pula, untuk perlakuan persentase 20% akan memberikan rendemen yang berbeda dengan persentase 30%. Hal ini berarti bahwa dengan semakin tinggi konsentrasi jamur maka semakin tinggi pula rendemen etanol yang dihasilkan. Persamaan linier hubungan antara rendemen dengan persentase larutan bakteri pada analisis ortogonal adalah  $y = 0,35532 + 0,408879x$ . Hal ini menunjukkan bahwa setiap pertambahan 1% persentase larutan jamur maka kadar etanol akan bertambah sebesar 0,408879%.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Kadar pati dan kadar gula yang dihasilkan oleh talas masing-masing sebesar 70,59% dan 7,3%.
2. Semakin tinggi konsentrasi jamur *S. cerevisiae* maka semakin tinggi kadar etanol dan rendemen etanol yang dihasilkan, sedangkan kerapatan etanol semakin rendah.

### B. Saran

Perlu dilakukan destilasi *absorbent* untuk mendapatkan kadar etanol yang lebih tinggi dan pengujian lebih lanjut tentang kualitas etanol dari talas yang dihasilkan dari fermentasi menggunakan jamur *S. cerevisiae*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, H.S. 2007. Produksi Bioetanol dari Batang Sorgum secara Fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- Fatimah, S.L.S. 2007. Fermentasi Tepung dengan (*Endomycopsis fibuligera*) R-64 dan Pemanfaatannya sebagai Pakan Ternak Ayam Berkadar Protein Tinggi. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar (Tidak Dipublikasikan).
- Fitriana A., 2007. Energi Alternatif Bioethanol. [Http://macklin.tnip-unpad.net](http://macklin.tnip-unpad.net) [18 Februari 2008].
- Gaspersz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan: Untuk ilmu-ilmu Pertanian Teknik dan Biologi. CV. Armico, Bandung.
- Harian Republika., 2002. Talas Mengatasi Diare. [Http://www.republika.co.id](http://www.republika.co.id) [27 Februari 2008].
- Harris, R., 1987. Tanaman Minyak Atsiri. Penebar Swadaya, Jakarta
- Hartati S.N. dan T. Prana., 2003. Analisis Kadar Pati dan Serat Kasar Tepung Beberapa Kultivar Talas (*Colocasia esculenta*). Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, Cibinong, Bogor.
- Haygreen, G. J., dan J. L., Bowyer. 1982. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Alih Bahasa: Sutjipto A. Hadikusumo Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lemmens, R.H.M.J dan N. Bunyapraphatsara. 1994. Medicinal and Poisonous Plants 3. Bogor.
- Maretni, T. 2006. Perbandingan Kadar Glukosa dan Alkohol Hasil Fermentasi Umbi Talas (*Colocasia esculentum* schott) dan Kimpul (*Xanthosoma violaceum* schott). <http://www.indobiofuel.com/menu%20bioetanol12.php>. [02 maret 2008].
- Martin, A., Swarbrick, J., dan Cammarata, A. 1983. Farmasi Fisik. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Musfil A.S., 2006. Kinetika Inhibisi oleh Produk pada Fermentasi Etanol dari Molasses dengan *Saccharomyces cerevisiae*. <http://digilib.its.ac.id/detil.php?id=1516:Master> [26 Februari 2008].

- Nurdiansyah Y., 2007. Biofuel Etanol dari Singkong. <http://www.depkominfo.com> [26 Februari 2008].
- Prihandana R., K., Noerwijayati. G.P., Adinurani. D., Setyaningsih. S., Setiadi. dan R., Hendroko., 2007. Bioetanol Ubikayu: Bahan Bakar Masa Depan. PT AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Saraswati., 2006. Fermentasi Etanol Menggunakan Bakteri *Zymomonas mobilis* Hasil Hidrolisa Enzimatik Bagas. Skripsi Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya (Tidak Dipublikasikan).
- Suryaningrat A., 2008. Biogasoline. <Http://www.republika.co.id> [26 Februari 2008].
- Tjitrosoepomo., G. 1994. Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.



### Lampiran 1. Penentuan Kadar Pati

$$\text{Berat Contoh} = 1,0008 \text{ g}$$

$$\text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Blanko} = 24,30 \text{ ml}$$

$$\text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Contoh} = 13,15 \text{ ml}$$

$$\text{Normalitas Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,1113 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1000 N} &= \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml contoh}) \times 0,1113}{0,1} \\ &= \frac{(24,30 - 13,15) \times 0,1113}{0,1} \\ &= 12,409 \text{ ml} \end{aligned}$$

Berdasarkan Daftar Sakar menurut Luff. Schrool :

$$\begin{aligned} \text{Glukosa} = 12,409 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= 30,3 \text{ mg} + (0,409 \times 2,7) \\ &= 30,3 \text{ mg} + 1,10 \text{ mg} \\ &= 31,40 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pati} &= \frac{\text{mg glukosa} \times \text{fp} \times 0,90}{\text{mg contoh}} \times 100\% \\ &= \frac{31,40 \times 250/10 \times 0,90}{1000,8} \times 100\% \\ &= 70,59 \% \end{aligned}$$



Lampiran 2. Penentuan Kadar Gula pada Filtrat yang telah di Hidrolisis

$$\text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Blanko} = 24,30 \text{ ml}$$

$$\text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Contoh} = 23,20 \text{ ml}$$

$$\text{Normalitas Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,1113 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1000 N} &= \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml contoh}) \times 0,1113}{0,1} \\ &= \frac{(24,30 - 23,20) \times 0,1113}{0,1} \\ &= 1,22 \text{ ml} \end{aligned}$$

Berdasarkan Daftar Sakar menurut Luff. Schrool :

$$\begin{aligned} \text{mg Glukosa} = 1,22 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= 2,4 \text{ mg} + (0,22 \times 2,4) \\ &= 2,4 \text{ mg} + 0,53 \text{ mg} \\ &= 2,93 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Gula} &= \text{mg Glukosa} \times \text{fp} \\ &= \frac{2,93 \text{ mg} \times 250}{10} \\ &= \frac{732,5}{10} \\ &= 73,25 \text{ mg} \\ &= 0,07325 \text{ g} / 7,3 \end{aligned}$$

Lampiran 3 . Daftar Sakar Menurut Luff-School



DAFTAR SAKAR MENURUT LUFF-SCHROOL.

MILIMETER	TIO 0,1000 N	GLUKOSA	FRUKTOSA	GALAKTOSA	LAKTOSA	MALTOZA
1	24			27	16	19
			24	24	17	19
2	48			33	14	18
			24	28	17	19
3	72			41	11,6	11,7
			23	29	17	19
4	96			49,2	14,7	15,6
			23	29	17	19
5	122			57,6	18,4	19,6
			23	29	17	19
6	147			66,0	20,0	21,3
			23	30	17	19
7	172			74,4	23,8	25,5
			26	30	17	19
8	198			82,8	29,3	31,6
			26	30	17	19
9	224			91,2	33,2	33,3
			26	30	18	19
10	250			99,6	37,0	39,5
			26	30	18	19
11	276			108,0	40,8	41,5
			27	30	18	19
12	302			116,4	44,6	47,5
			27	31	18	19
13	328			124,8	48,4	51,6
			27	31	18	19
14	354			133,2	52,2	55,7
			28	32	18	19
15	380			141,6	56,0	59,8
			28	32	18	19
16	406			150,0	59,8	65,9
			29	32	19	19
17	432			158,4	63,6	69,4
			29	33	19	19
18	458			166,8	67,4	72,2
			29	33	19	19
19	484			175,2	71,2	76,5
			30	34	19	19
20	510			183,6	75,0	80,9
			30	35	19	19
21	536			192,0	78,8	85,4
			30	35	19	19
22	562			200,4	82,6	90,0
			30	36	19	19
23	588			208,8	86,4	94,6
			30	36	19	19

Lampiran 4. Hasil Kerapatan pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan jamur *S. cerevisiae*

Perlakuan	Ulangan	Volume Air Suling (ml)*	Berat Etanol Hasil Destilasi (g)	Kerapatan (g/ml)
		A	B	B/A
A(10%)	1	0,9971	0,8703	0,8728
	2	0,9971	0,8693	0,8718
	3	0,9971	0,8724	0,8752
	Total	2,9913	2,612	2,6198
	Rata-rata	0,9971	0,8707	0,8733
B(20%)	1	0,9971	0,8455	0,8479
	2	0,9971	0,8392	0,8416
	3	0,9971	0,8431	0,8456
	Total	2,9913	2,5278	2,5351
	Rata-rata	0,9971	0,8426	0,8450
C(30%)	1	0,9971	0,8031	0,8054
	2	0,9971	0,8102	0,8125
	3	0,9971	0,8091	0,8115
	Total	2,9913	2,4224	2,4294
	Rata-rata	0,9971	0,8075	0,8098

\* : Satu kali pengukuran

Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Kerapatan pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan jamur *S. cerevisiae*

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,006	0,003	328,054**	5,14	10,92
Galat	6	0,000055	0,000009			
Total	8	0,006	-	-	-	-

\*\* : Berpengaruh Sangat Nyata

Lampiran 6. Hasil Kadar Etanol pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan jamur *S. cerevisiae*.

Perlakuan Konsentrasi	Ulangan	Kadar Etanol (%)
A (10%)	1	75,20
	2	75,48
	3	74,55
	Total	225,23
	Rata-rata	75,08
B (20%)	1	82,82
	2	85,25
	3	83,69
	Total	251,76
	Rata-rata	83,92
C (30%)	1	96,08
	2	94,25
	3	94,56
	Total	254,89
	Rata-rata	94,96

\* : Satu kali pengukuran

Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam Kadar Etanol pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan jamur *S. cerevisiae*

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	$F_{hitung}$	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	595,639	297,820	330,572**	5,14	10,92
Galat	6	5,406	0,901			
Total	8	601,045	-	-	-	-

Keterangan \*\* : Berpengaruh Sangat Nyata

Lampiran 8. Hasil Rendemen pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan jamur *S. cerevisiae*

Perlakuan	Ulangan	Berat Etanol Hasil Destilasi (ml)	Volume Etanol Hasil Destilasi (g)	Berat Total Etanol Hasil Destilasi (g)	Kadar Etanol (%)	Berat Etanol Tanpa Air (g) = Output	Berat Bahan Baku (g)	Kadar Pati (%)*	Input (g)	Rendemen (%)
		A	B	AxB = C	D	C x D = E	F	G	F x G = H	$\frac{E}{H} \times 100\%$
A(10%)	1	0,8703	5,7	6,196071	75,20	4,6594	127,5	70,59	90,00225	5,16652
	2	0,8693	6,3	5,47659	75,48	4,13				4,58876
	3	0,8724	6,7	5,84508	74,55	4,35				4,8332
	Total	2,612	18,7	17,51238	225,23	13,1394				14,58848
	Rata-rata	0,9971	6,23	5,83746	75,08	4,3798				4,8628267
B(20%)	1	0,8455	9,7	8,20135	82,82	6,79				7,5442
	2	0,8392	10,2	8,55984	85,25	7,29				8,09978
	3	0,8431	9,5	8,00945	83,69	6,70				7,44424
	Total	2,5278	29,4	24,77064	251,76	20,78				23,08822
	Rata-rata	0,8426	9,8	8,25688	83,92	6,9267				7,6960733
C(30%)	1	0,8031	16,8	13,492008	96,08	12,96				14,3996
	2	0,8102	14,2	11,50484	94,25	10,84				12,04411
	3	0,8091	15,7	12,70287	94,56	11,41				12,67743
	Total	2,4224	45,7	37,699718	254,89	34,78				39,12114
	Rata-rata	0,8075	15,23	12,566573	94,96	11,593				13,04038

\* : Satu kali pengukuran.

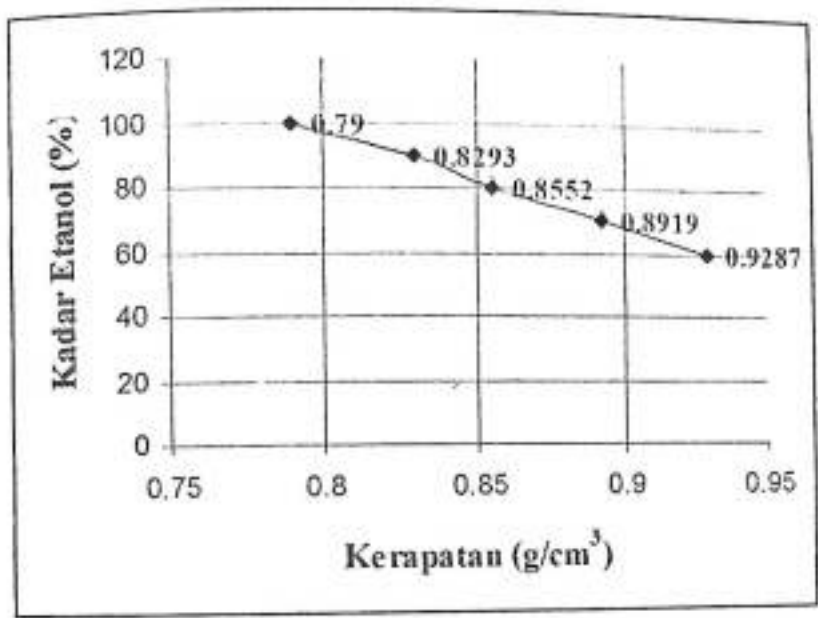
Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam Rendemen pada Berbagai Konsentrasi Larutan jamur *S. cerevisiae*

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	103,462	51,731	91,573**	5,14	10,92
Galat	6	3,389	0,565			
Total	8	106,851	-	-	-	-

Keterangan \*\* : Berpengaruh Sangat Nyata



Lampiran 10. Kurva Standar





a



b

Lampiran 10. a. Tanaman Talas; b. Umbi Talas



a



b

Lampiran 11. a. Umbi Talas Setelah Dikupas; b. Umbi Talas Setelah Dicacah



a

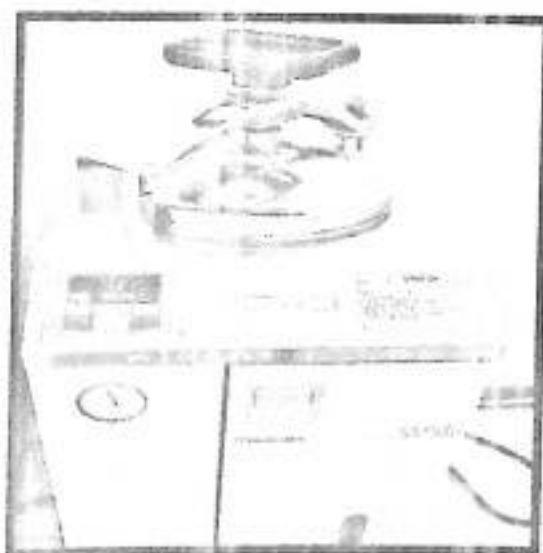


b

Lampiran 11. a. Umbi Talas Setelah Dikupas; b. Umbi Talas Setelah Dicacah

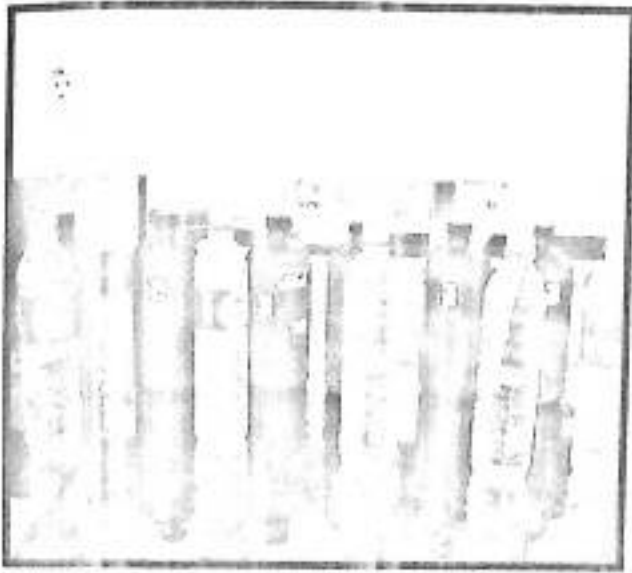


a



b

Lampiran 13. a. Filtrat yang Telah di Hidrolisis ; b. Alat *Autoclave*

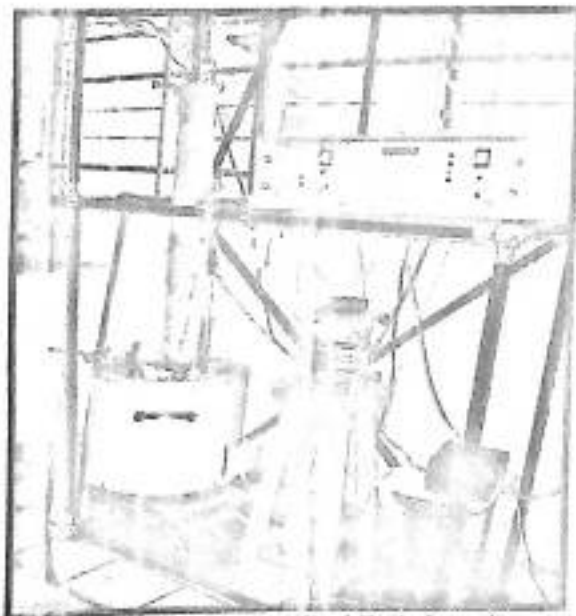


a

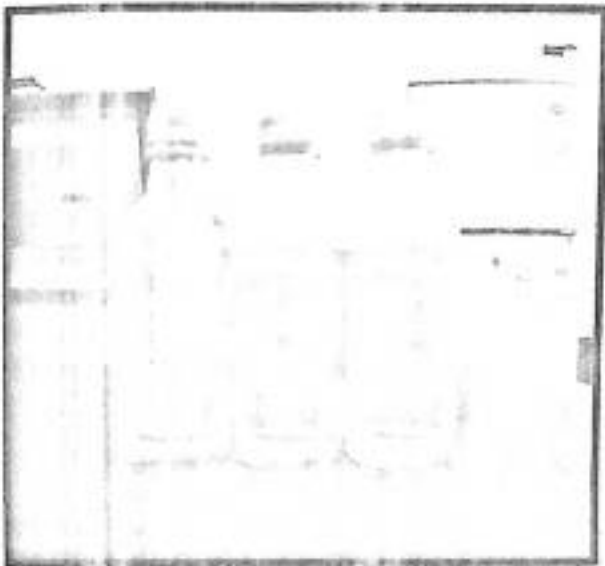


b

Lampiran 14. a. Proses Fermentasi ; b. Filtrat Hasil Fermentasi



Lampiran 15. Alat Destilasi Fraksionasi



a



b

Lampiran 16. a. Etanol Hasil Destilasi Fraksionasi  
b. Timbangan Digital