



**Kerapatan, Rendemen, dan Kadar Etanol
Talas (*Colocasia esculenta* Schott.) dengan
Fermentasi Glukosa dari Hasil Hidrolisis
Enzimatik *Aspergillus oryzae***

**ASRIANTY
M 121 03 063**



SKR - KH 08	No. Klas
ASK	No. Inventaris
Hadih	Nama
	Bar. Kny
Perpustakaan	Asal Dari
31 Juli 2009	Tgl. Terima
PERPUSTAKAAN FAKULTAS HAYATI UNIVERSITAS HASANUDDIN	

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **Kerapatan, Rendemen, dan Kadar Etanol Talas (*Colocasia esculenta* Schott.) dengan Fermentasi Glukosa dari Hasil Hidrolisis Enzimatik *Aspergillus oryzae***

Nama : **Asrianty**

NIM : **M 121 03 063**

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

Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc

Pembimbing II

Andi Detti Yuniarti, S. Hut., M.P

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Ir. Beni Putranto, M. Sc
Nip. 130.792.980

Tanggal Lulus : 23 Juli 2008

ABSTRAK

Asrianty (M 121 03 063). Kerapatan, Kadar Etanol, dan Rendemen Talas (*Colocasia esculenta* Schott.) dengan Fermentasi Glukosa dari Hasil Hidrolisis Enzimatik *Aspergillus oryzae*. (di bawah bimbingan Musrizal Muin dan Andi Detti Yunianti)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan, kadar etanol, dan rendemen talas dengan fermentasi glukosa dari hasil hidrolisis enzimatik *Aspergillus oryzae* pada berbagai persentase penambahan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan melakukan beberapa prosedur penelitian yaitu : persiapan bahan baku, peremajaan jamur *S. cereviceae*, analisa kadar pati, penetapan blanko, pembuatan larutan jamur *S. cereviceae*, pembuatan larutan kapang *A. oryzae*, hidrolisis, analisa kadar gula pada filtrat, fermentasi, dan destilasi.

Penelitian ini menggunakan persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* 10% sebanyak 50 ml, 20% sebanyak 100 ml, dan 30% sebanyak 150 ml. Setelah dilakukan fermentasi pada filtrat, maka tahap akhir adalah destilasi untuk mendapatkan etanol dari talas. Etanol yang telah didestilasi kemudian dilakukan analisa kerapatan, kadar etanol, dan rendemen. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* pada talas maka semakin tinggi kadar etanol dan rendemen etanol yang dihasilkan, sedangkan kerapatan etanol semakin rendah.

KATA PENGANTAR

Teriring salam dan do'a kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Salawat dan salam juga penulis panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini kepada :

1. Kedua Orang Tua penulis, Ayahanda **Middi Alik** dan Ibunda **Syamsiah Nur** yang selalu mendo'a kan penulis dengan tulus dan ikhlas. Kedua saudaraku tercinta **Arianto "Kondik"** dan **Arief** serta seluruh keluarga besar di Makale.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin M.Sc.** dan Ibu **Andi Detti Yuniarti, S. Hut., M.P** selaku pembimbing dalam penyusunan skripsi ini, yang selalu bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing penulis
3. Bapak **Dr. Ir. H. Muh. Restu, MP** selaku Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
4. Bapak **Ir. Baharuddin, M.P** selaku penasehat akademik penulis
5. Bapak **Ir. Beta Putranto, M. Sc** selaku ketua program studi Teknologi Hasil Hutan sekaligus penguji. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi** dan Ibu **Makkarenu, S.Hut., M.Si** selaku penguji.

6. Sang Jenius **M. Daud, S. Hut** yang selalu menyempatkan waktu dan tenaganya dalam membimbing penulis *Thank's...*
7. Sahabat-sahabatku "*Etanol Crew*" : **Lut Irwan Mopo, Fatmawati, Ferawati Husen, Sastrawati Lappi, Rr. Diah Nawangsari, Ulu Sultra, Yulia Sartika Yusuf, K' Ali, dan K' Taufan.** Peserta KKN Profesi Gelombang XII dan peserta PU Gelombang XIV : **Ad'ku Andi Retna, Tante Ria "Echy", Inri Agreis, Isa, Indrawan, Marselinus, Alnores D., Nur'aida, Kaharuddin, Zulfikar, Santi, Maria Buntu, Yohana M., dan Andi Sappewali Baso.** Serta teman-temanku Angkatan 03
8. Sahabat dan Adik-adikku **Biro Khusus Belantara Kreatif ; Hasriany Umar, S. Hut., Irnawati Baba, S. Hut., Iswan Ma'bud, Edhy Kyoto, Taufik,** dan semua warga BK-BK.
9. Spesial untuk **Sugihartini, S. Hut, Edmundus "Mayasi", dan Daira Hajar** yang selalu memberikan *motivasi* kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini
10. Kepada semua **rekan – rekan Mahasiswa Kehutanan Unhas**

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini.

Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini.

Makassar, Juli 2008

Penulis

DAFTAR ISI

No.	<u>Teks</u>	Halaman
	HALAMAN JUDUL	i
	HALAMAN PENGESAHAN	ii
	ABSTRAK	iii
	KATA PENGANTAR	iv
	DAFTAR ISI	v
	DAFTAR TABEL	vi
	DAFTAR GAMBAR.....	vii
	DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I.	PENDAHULUAN	
	A. Latar Belakang	1
	B. Tujuan dan Kegunaan	2
II.	TINJAUAN PUSTAKA	
	A. Deskripsi Tanaman Talas (<i>Colocasia esculenta</i> Schott.)	3
	B. Pati	5
	C. <i>Aspergillus oryzae</i>	6
	D. Etanol	7
	E. Proses Pengolahan Etanol	
	1. Hidrolisis	10
	2. Fermentasi	10
	3. Destilasi	12

F. Kerapatan	13
G. Rendemen.....	13

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat	15
B. Alat dan Bahan	
1. Alat.....	15
2. Bahan.....	15
C. Prosedur Kerja	
1. Persiapan Bahan Baku.....	16
2. Peremajaan Jamur <i>S. cereviceae</i>	17
3. Analisa Kadar Pati.....	18
4. Penetapan Blanko	18
5. Larutan Jamur <i>S. cereviceae</i>	19
6. Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	20
7. Hidrolisis	20
8. Analisa Kadar Gula pada Filtrat.....	20
9. Fermentasi	21
10. Destilasi	22
D. Variabel Pengamatan	
1. Kerapatan	23
2. Kadar Etanol.....	24
3. Rendemen	24
E. Analisis Data	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kerapatan	27
B. Kadar Etanol.....	30
C. Rendemen.....	33

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan.....	36
B. Saran.....	36

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR ISTILAH

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kandungan Gizi Talas Dibandingkan dengan Beras dan Tepung Terigu.....	4
2.	Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kerapatan Etanol Talas.....	28
3.	Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kadar Etanol Talas.....	32
4.	Hasil Uji Lanjut Rendemen Talas.....	34

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Kerapatan Etanol pada Setiap Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	28
2.	Kurva Respon Hasil Kerapatan Etanol Talas.....	29
3.	Kadar Etanol pada Setiap Perlakuan Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. Ryzae</i>	31
4.	Kurva Respon Hasil Kadar Etanol Talas	32
5.	Rendemen pada Setiap Perlakuan Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	34
6.	Kurva Respon Hasil Rendemen Etanol Talas	35

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Penentuan Kadar Pati	42
2.	Penentuan Kadar Gula pada Filtrat yang Telah di Hidrolisis	43
3.	Hasil Berat Etanol pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	46
4.	Hasil Kerapatan pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	47
5.	Hasil Analisis Ragam Kerapatan pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	48
6.	Hasil Kadar Etanol pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	49
7.	Hasil Analisis Ragam Kadar Etanol pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	50
8.	Hasil Rendemen pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	51
9.	Hasil Analisis Ragam Rendemen pada Berbagai Persentase Penambahan Larutan Kapang <i>A. oryzae</i>	52
10.	Daftar Sakar Menurut <i>Luff-School</i>	53
11.	Dokumentasi Penelitian	54

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia berpotensi sebagai produsen etanol dengan jumlah produksi 170 juta liter per tahun. Secara umum etanol dapat digunakan dalam industri kosmetik, minuman, minyak cat, pelarut dalam industri farmasi, dan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan. Etanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati atau selulosa). Etanol dapat diperoleh dari tanaman yang mengandung pati melalui proses fermentasi.

Fermentasi etanol terjadi pada kondisi anaerob dengan menggunakan khamir (jamur) tertentu yang dapat mengubah glukosa menjadi etanol. Salah satu spesies khamir yang digunakan yaitu *Saccharomyces cereviceae*. Khamir ini digunakan karena kemampuannya menghasilkan alkohol sehingga disebut sebagai mikroorganisme aman. Meskipun demikian, *S. cereviceae* tidak mampu mengurai pati menjadi glukosa. Untuk itu dilakukan proses hidrolisis (penguraian pati menjadi glukosa). Proses hidrolisa pati dapat dilakukan dengan cara hidrolisa asam/basa dan hidrolisa enzimatik. Hidrolisa enzimatik dilakukan dengan bantuan mikroorganisme. Salah satu jenis mikroorganisme dari genera kapang yang digunakan yaitu *Aspergillus oryzae*. Kapang ini dapat menghasilkan enzim alfa-amilase yang berperan dalam penguraian pati menjadi glukosa atau gula sederhana (Narita, 2005).



Kelebihan dari hidrolisa enzimatik menggunakan kapang ini yaitu aksi sakarifikasi yang tinggi, suhu deaktivasi yang rendah, serta nilai pH optimum yang rendah (pH 4-5) (Judoamidjojo, dkk.,1990).

Salah satu tanaman yang mengandung pati adalah talas (*Colocasia esculenta* Schott.). Di Indonesia, talas bisa dijumpai hampir di seluruh kepulauan dan tersebar dari tepi pantai sampai pegunungan di atas 1800 m dpl, baik liar maupun di tanam. Produktivitas talas di Indonesia mencapai 30 ton/hektar dengan jumlah total produksi mencapai 17.699 ton per tahun (Sihombing, 2005). Hingga kini, belum ada informasi tentang pemanfaatan talas sebagai bahan baku pembuatan etanol, padahal kandungan pati yang terdapat dalam umbi talas cukup tinggi yaitu sebesar 40% sehingga memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol. Berdasarkan hal tersebut, maka dianggap perlu untuk melakukan penelitian mengenai pemanfaatan talas sebagai bahan baku pembuatan etanol secara fermentasi dari glukosa hasil hidrolisis enzimatik menggunakan *A. oryzae*.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan, rendemen, dan kadar etanol talas dengan fermentasi glukosa dari hasil hidrolisis enzimatik *A. oryzae*. Kegunaan dari penelitian ini sebagai sumber acuan untuk penelitian lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Tanaman Talas

Menurut Sastrahidayat dan Soemarno (1990), sistematika dari tanaman talas adalah sebagai berikut:

- Devisio : Spermatophyta
- Sub Divisio : Angiospermae
- Kelas : Monocotyledoneae
- Ordo : Arales
- Famili : Araceae
- Genus : Colocasia
- Spesies : *Colocasia esculenta* Schott.

Talas banyak dibudidayakan di Bogor, Malang, Bali, dan sudah dikenal oleh masyarakat pedalaman di Papua. Talas merupakan tanaman tropis basah yang dapat beradaptasi terhadap genangan air/banjir. Di daerah yang lebih kering dapat ditanam di rawa-rawa atau dengan irigasi. Talas dapat tumbuh mulai dari pantai sampai ketinggian 1800 m dpl. Talas dapat ditanam secara monokultur atau ditumpangsarikan dengan tanaman pangan lain atau tanaman tahunan.

Talas memiliki sistem perakaran liar, berserabut dan dangkal. Batang yang tersimpan dalam tanah pejal, bentuknya silinder atau membulat, biasanya coklat tua, dilengkapi dengan kuncup ketiak yang terdapat di atas lampang daun tempat munculnya umbi baru, tunas atau stolon. Daun memerisai dengan tangkai panjang

dan besar. Perbungaan tongkol dikelilingi oleh seludang dan didukung oleh gagang yang lebih pendek dari tangkai daun, bunga jantan dan betina kecil, tempatnya terpisah pada tongkol, bunga betina di bagian pangkal, hijau, bunga jantan pada bagian atasnya warna putih steril, ujung tongkol dilengkapi dengan organ steril. Perbuahan seperti kepala yang berisi buah buni yang rapat. Biji membundar telur (Sihombing, 2005).

Menurut Suhardi,dkk., (2002), batang tanaman talas sangat baik digunakan sebagai sayur. Talas merupakan bahan makanan yang memiliki kandungan kalsium, vitamin A dan vitamin C yang jauh lebih baik dibandingkan dengan beras dan gandum. Secara lengkap, kandungan gizi talas dibandingkan dengan beras dan gandum ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kandungan Gizi Talas Dibandingkan dengan Beras dan Tepung Terigu

No	Kandungan Gizi	Beras giling	Tepung Terigu	Talas
1.	Kalori (kal.)	360,00	365,00	98,00
2.	Protein (g)	6,80	8,90	1,90
3.	Lemak (g)	0,70	1,30	0,20
4.	Karbohidrat (g)	78,90	77,30	23,70
5.	Kalsium (mg)	6,00	16,00	28,00
6.	Fosfor (mg)	140,00	106,00	61,00
7.	Zat besi (mg)	0,80	1,20	1,00
8.	Vitamin A (SI)	0,00	0,00	20,00
9.	Vitamin B-1	0,12	0,12	0,13
10.	Vitamin C (mg)	0,00	0,00	4,00
11.	Air (g)	13,00	12,00	73,00
12.	Bagian yang dapat dimakan (%)	100,00	100,00	85,00

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981).

B. Pati

Pati adalah senyawa yang mengandung karbohidrat, dan banyak ditemukan pada tanaman. Senyawa ini merupakan salah satu sumber makanan yang disimpan oleh tanaman, biasanya disimpan di akar, biji, daun, buah, dan batang tanaman. Pati adalah sebuah polimer glukosa dengan rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang tersusun dari dua jenis struktur polimer glukosa yaitu *amilosa* dan *amilopektin*. Perbedaan antara dua jenis struktur polimer penyusun pati tersebut terletak pada jenis ikatan *glikosida* (Erna dan Paulina, 2005).

Pati merupakan suatu polisakarida penting yang banyak dijumpai dalam tanaman. Oleh enzim tertentu pati dapat terurai menjadi gula dan karbohidrat yang sederhana, lalu dimetabolisasi untuk memasok energi. Pati yang diekstrak secara komersil dari beras, gandum, biji-bijian, kentang, terigu, dan sebagainya bukanlah molekul tunggal melainkan suatu campuran 10-20% amilosa, terdiri atas banyak molekul glukosa dan tidak bercabang, dan 80-90% amilopektin yang tidak larut dalam air (Arsyad, 2001).

Menurut Prihandana, dkk., (2007) etanol direkayasa dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (enzimatik dan fermentasi). Bahan bakunya dari tanaman yang mengandung pati. Umbi talas menghasilkan tepung pati yang berbutir halus. Pati tersebut disakarifikasi menjadi gula sederhana dan difermentasi menjadi etanol.

C. *Aspergillus oryzae*

Enzim adalah substansi yang dihasilkan oleh sel-sel hidup dan beberapa sebagai katalisator pada reaksi kimia yang berlangsung dalam organisme. Enzim sangat aktif dalam banyak hal, hanya beberapa molekul enzim saja diperlukan untuk mengkatalis sejumlah substrat (Narita, 2005).

Enzim alfa-amilase yang berasal dari kapang (*fungus* alfa-amilase) dapat diperoleh dari *Aspergillus niger* dan *A. oryzae*. Enzim ini sangat berbeda dari *bacterial* alfa-amilase karena jenis ini memiliki suhu deaktivasi yang rendah, aksi sakarifikasi yang tinggi serta nilai pH optimum yang rendah (pH 4-5). Enzim ini banyak digunakan dalam industri roti serta industri sirup maltose dimana pH rendah dibutuhkan untuk mendegradasi pati. Enzim alfa-amilase yang termolabil dari kapang digunakan dalam proses sakarifikasi (Narita, 2005).

Menurut Judoamidjojo, dkk (1990) ditinjau dari bidang perindustrian, genera kapang yang banyak digunakan adalah *Aspergillus*. Karakteristik genus *Aspergillus*: miseliumnya terdiri atas hifa yang bercabang-cabang dan berseptat, berwarna terang atau tak berwarna. Miseliumnya sebagian masuk ke dalam medium dan sebagian ke luar. Sel kaki terkadang di dalam medium terkadang di luar dan lebih besar dari bagian lain serta berdinding lebih tebal. Dari sel kaki timbul batang konidiofor dan tumbuh tegak lurus. *Apeks* atau ujung atasnya membentuk visikel dengan membesar. Visikel tersebut akan ditumbuhi *sterigmata* primer dan sekunder. *Sterigmata* akan

menghasilkan konidia. *Konidia* terbentuk oleh pemanjangan atau pembelahan sel *sterigmata*. Fungsi utama kapang ini adalah untuk proses sakarifikasi zat pati. Pati diurai menjadi glukosa atau gula sederhana.

Alfa-amilase adalah enzim ekstraseluler yang dapat diperoleh antara lain dari kapang *A. oryzae*. Telah dilakukan produksi alfa-amilase dalam media fermentasi yang mengandung pati sagu (*Metroxylon* sp.). Fermentasi berlangsung dalam kondisi aerob pada suhu 30°C dan waktu inkubasi berlangsung selama 7 hari sampai 9 hari (Iskandar, 2007).

D. Etanol

Etanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati, atau selulosa). Etanol merupakan kependekan dari etil alkohol (C₂H₅OH), sering pula disebut sebagai "*grain alcohol*" atau alkohol saja. Bentuknya berupa cairan yang tidak berwarna dan mempunyai bau yang khas (Judoamidjojo, dkk.,1990). Menurut Arsyad (2001), etanol yang nama lainnya alkohol, *aethanolum*, *etil alcohol*, adalah cairan yang bening, tidak berwarna, mudah mengalir, mudah menguap, mudah terbakar, higroskopik dengan karakteristik bau spiritus, mudah terbakar dengan api biru tanpa asap. Penyimpanan pada suhu 8-15°C, jauh dari api dalam wadah kedap udara dan dilindungi dari cahaya.

Sifat fisik dan kimia etanol terutama ditentukan oleh adanya gugus hidroksil yang memberikan sifat polaritas pada molekul dan menyebabkan terjadinya ikatan hidrogen antar molekul. Penyulingan merupakan metode tradisional untuk

memekatkan etanol dari larutan encer etanol dalam air (Sardjoko, 1991). Menurut Arsyad (2001), metode yang dapat digunakan untuk menetapkan kadar etanol antara lain metode kerapatan yang merupakan metode konvensional dan kromatografi gas.

Menurut Prihandana, dkk., (2007), etanol direkayasa dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (enzimatik dan fermentasi). Bahan baku bioetanol terdiri atas:

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

Menurut Riyanto (2005), etanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati atau selulosa). Sifat-sifat dari etanol adalah:

1. Merupakan cairan yang tidak berwarna (jernih) seperti air .
2. Mudah larut dalam air dan eter.
3. Berbau khas.
4. Volatile (mudah menguap).
5. Berat molekul = 46,07 g/mol
6. Kerapatan = 0,7905 g/mol (suhu 20°C)

7. Viskositas = 0,0122 *poise* (suhu 20°C)
8. Titik didih = 78,9°C
9. Titik leleh = -122°C
10. Panas laten penguapan 204 kal/g

Kegunaan etanol antara lain :

1. Sebagai bahan dasar untuk pembuatan pereaksi-pereaksi kimia lainnya, seperti *asetaldehida, etil asetat, asam asetat* dan lain-lain.
2. Sebagai pelarut, terutama dalam industri farmasi, furnis dan desenfektan, plastik dan sebagainya.
3. Sebagai bahan bakar.

E. Proses Pengolahan Etanol

Menurut Prihandana, dkk., (2007), secara umum proses pengolahan bahan berpati menjadi etanol dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Proses hidrolisis, yakni proses konversi pati menjadi glukosa.
2. Proses fermentasi, yaitu proses konversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO₂
3. Proses destilasi, adalah proses pemurnian etanol hasil fermentasi menjadi etanol dengan kadar 95-96%.

1. Hidrolisis

Sakarifikasi adalah proses penguraian pati menjadi glukosa. Proses sakarifikasi dapat dilakukan dengan dua macam cara hidrolisa yaitu dengan hidrolisa asam/basa dan dengan hidrolisa enzim. Hidrolisa dengan asam/basa dapat dilakukan baik dengan larutan asam/basa encer maupun pekat (Saraswati, 2006).

Salah satu enzim yang dapat digunakan dalam proses sakarifikasi pati ialah α -amilase. α -amilase diproduksi oleh bakteri dan kapang. Salah satu jenis kapang yang memproduksi enzim α -amilase ialah *A. oryzae* (Rahman, 1992). Hidrolisa enzim untuk memecah selulosa dan hemiselulosa menjadi heksosa dan pentosa sehingga dapat difermentasi menjadi etanol. Tahap hidrolisis dapat dioptimalkan dengan melakukan kombinasi hidrolisis enzimatik bersamaan dengan proses fermentasi oleh ragi *S. cereviceae* (Haristyawan, 2008).

2. Fermentasi

Fermentasi adalah kegiatan penguraian bahan karbohidrat yang disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme yang disimilasi anaerobik senyawa-senyawa organik (Sa'id, 1987). Menurut Sardjoko (1991), fermentasi etanol dilakukan oleh khamir *S. cereviceae* dengan tujuan memadukan khamir dengan substratnya.

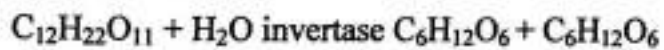
Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Gula adalah bahan yang umum dalam fermentasi. Beberapa contoh hasil fermentasi adalah etanol, asam laktat dan hidrogen. Ragi dikenal sebagai bahan yang umum digunakan dalam fermentasi untuk menghasilkan etanol (Poni, 2007).



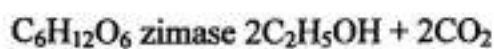
Menurut Edwar, dkk., (1990), mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi diantaranya adalah khamir, kapang dan bakteri. Tentunya tidak semua khamir, kapang atau bakteri dapat digunakan secara langsung tetapi diperlukan seleksi dari masing-masing untuk menjamin berlangsungnya proses fermentasi sesuai tujuan. Proses fermentasi umumnya menggunakan khamir *S. cerevisiae*. Khamir ini membutuhkan nutrisi tertentu sebagai sumber energinya. Nutrisi tersebut adalah unsur C, N, P, dan mineral-mineral.

Menurut Judoamidjojo (1990), salah satu spesies ragi yang mempunyai daya konversi gula menjadi etanol adalah *S. cereviceae*. Ragi ini menghasilkan enzim zimase yang berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Enzim invertase mengubah glukosa menjadi etanol. Reaksinya adalah sebagai berikut:

1. Inversi



2. Fermentasi



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. cereviceae* disebut sebagai mikroorganisme aman yang paling komersial saat ini. Tentu saja kegunaan mikroorganisme ini pun menjadi semakin penting di dunia industri fermentasi. Di masa depan, terutama karena krisis energi yang semakin sering terjadi, etanol yang diproduksi oleh fermentasi jamur ragi ini agaknya mendapat perhatian khusus karena potensinya

sebagai biofuel (Narita, 2005). *S. cereviceae* dapat bekerja pada kondisi netral ataupun sedikit asam pada kondisi anaerob. Kondisi seperti ini maka glukosa yang dihasilkan akan direspirasi menjadi CO₂ (Purwoko, 2007).

3. Destilasi

Destilasi adalah proses pemisahan suatu campuran homogen yang komponen-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 fraksionasi, dan destilasi uap (Arsyad, 2007).

Destilasi fraksionasi (bertingkat), sama prinsipnya dengan destilasi sederhana, hanya destilasi bertingkat ini memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan. Kelebihan destilasi ini adalah dalam proses pemisahan tidak diperlukan tambahan bahan lain sehingga lebih ekonomis (Wuryaningsih, 2008).

Beberapa tujuan destilasi pada umumnya adalah untuk mengambil sebagian atau seluruh zat tertentu yang ada dalam bahan tanaman untuk memudahkan dalam pengaturan bentuk sediaan, dosis atau takaran yang tepat, mudah dalam penyimpanan, praktis dalam penyajian dan menjaga keawetan bahan tersebut untuk jangka waktu yang lebih lama dibandingkan dengan disimpan dalam bentuk bahan mentah (Chemiawan, 2007).

F. Kerapatan

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

G. Rendemen

Rendemen adalah perbandingan volume barang yang dihasilkan (*output*) terhadap volume bahan baku (*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 pembudidayaan dan perlakuan bahan baku sangat mempengaruhi rendemen yang dihasilkan (Harris, 1987).

Kebanyakan etanol yang diproduksi sekarang dapat diperoleh dengan cara fermentasi paket sederhana dengan bahan baku karbohidrat. Sistem ini memerlukan waktu 36-48 jam, dengan suhu 20–30⁰C dan pH awal yang diatur pada 4,5 untuk menghasilkan seluruh substrat. Tingkat efisiensi perubahan berkisar antara 90–95% secara teoritik, tergantung pada karbohidrat yang digunakan sebagai substrat. Kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi hanya mencapai 8%–10%, sehingga untuk memperoleh etanol yang berkadar etanol tinggi diperlukan proses destilasi (Sa'id, 1987). Rendemen tinggi dapat diperoleh apabila berat etanol dan kadar etanol

yang dihasilkan tinggi, dimana dalam hal ini berat etanol dan kadar etanol dapat diperoleh dari glukosa pada substrat yang sebagian besar diubah menjadi alkohol (Riyanto, 2005).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2008 dengan pengambilan sampel berupa umbi talas di Desa Lara, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Proses hidrolisis, fermentasi, dan menentukan kadar etanol dilaksanakan di Laboratorium Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples, spatula, 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, pengaduk, labu semprot, pipet volume 10 ml dan 25 ml, pipet mikron, labu isap, corong, botol fermentasi 1000 ml, botol 250 ml dan 500 ml, selang, panci, gas, kompor, *ose*, tabung reaksi, saringan, pipet skala, buret, *hot plate*, timbangan digital, *autoclave*, alat destilasi fraksionasi, *ent case*, inkubator, *oven*, desikator, dan pendingin tegak.

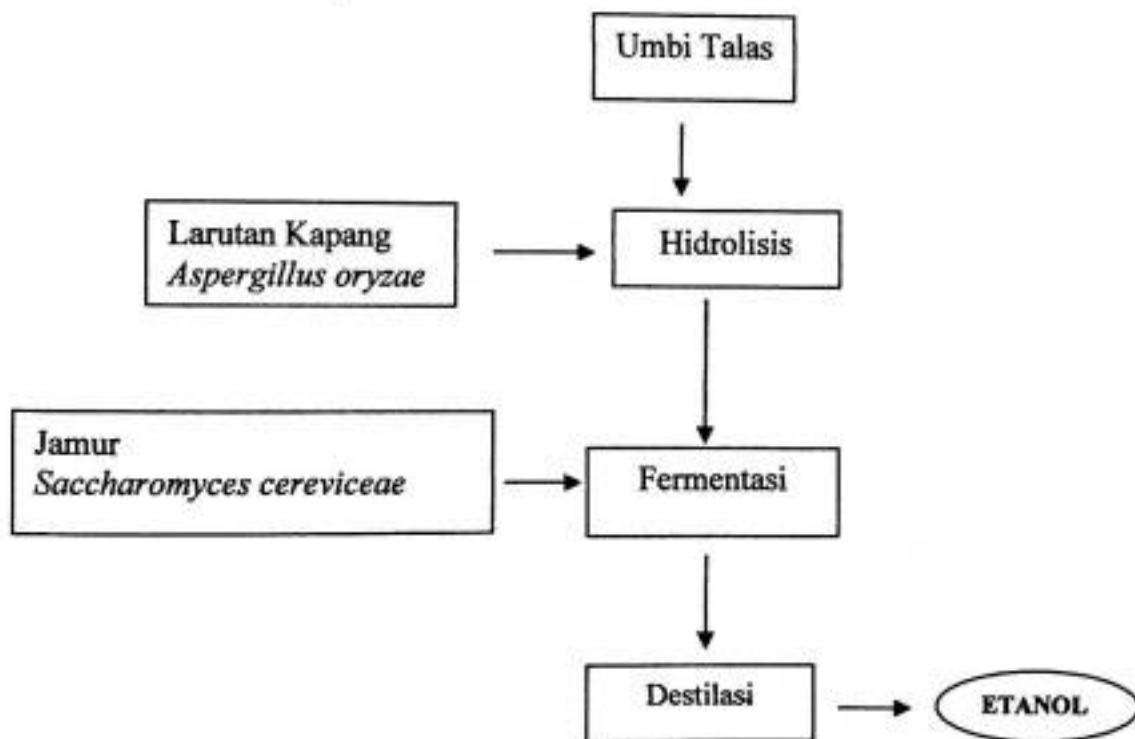
2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi talas 1500 g, kapang *A. Oryzae*, jamur *S. cerevisiae*, air suling, HCl 3%, NaOH 30%, KI, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, H_2SO_3 4 N, NaH_2PO_4 , larutan luff, alkohol, urea 1,35 g, NPK 0,45 g, parafin, pH

indikator, taube (kacang hijau), *bacto* agar, ekstrak ragi, glukosa, *aluminium foil*, faselin, kertas saring, *tissue*, kapas, dan kertas label.

C. Prosedur Kerja

Diagram alir pembuatan etanol sebagai berikut:



1. Persiapan Bahan Baku

1. Bahan baku yang digunakan adalah umbi talas. Pengambilan umbi dilakukan dengan menggali tanah disekitar pangkal batang sedalam 25 cm kemudian memotong umbi yang telah tua dari batangnya (umur 6-9 bulan).

2. Umbi tersebut kemudian dicuci, setelah itu diangin-anginkan sampai kulit umbi menjadi kering lalu dikupas dan dicacah berukuran kecil-kecil.
3. Umbi lalu dikukus selama 20 menit.

2. Peremajaan Jamur *S. cereviceae*

1. Ditimbang 40 g tauge lalu dicampurkan dengan air suling sampai 400 ml, kemudian dimasak selama 20 menit untuk diambil ekstraknya.
2. Ditimbang *bacto* agar 4 g dan glukosa 12 g, lalu dicampurkan dengan ekstrak tauge yang telah dimasak tadi. Campuran kemudian diaduk sampai merata.
3. Campuran yang telah merata, dimasukkan dalam 10 tabung reaksi, kemudian ditutup dengan kapas dan *aluminium foil*, lalu dimasukkan dalam *autoclave* dengan pengaturan suhu 121°C selama 15 menit.
4. Setelah 15 menit tabung reaksi dikeluarkan dari *autoclave*, kemudian dimiringkan dalam wadah dimana pada kepala tabung diberi penyanggah dan dibiarkan hingga campuran menjadi dingin dan padat (media agar).
5. Jamur *S. Cereviceae* dimasukkan kedalam media agar dengan menggunakan *ose*. *Ose* dipanaskan pada permukaan api hingga berpijar, kemudian dimasukkan kedalam wadah tempat jamur lalu digerus secara perlahan-lahan agar jamur menempel pada ujung *ose*, kemudian dipindahkan dalam media agar. Proses pemindahan jamur dilakukan dalam *ent case*.
6. Setelah jamur *S. cereviceae* dipindahkan ke media yang baru, maka tahap selanjutnya media tersebut dimasukkan ke dalam *incubator* selama 2 hari.

3. Analisa Kadar Pati

1. Ditimbang 1 g contoh talas, lalu dimasukkan dalam erlenmeyer asah.
2. Ditambahkan 150 ml HCl 3 % dan untuk mempercepat contoh mendidih dimasukkan batu didih ke dalam erlenmeyer.
3. Campuran tadi dihidrolisis selama 2 jam dengan menggunakan pendingin tegak.
4. Hasil hidrolisis dinetralkan dengan NaOH 30 %.
5. Campuran yang telah dinetralkan, dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml, lalu disaring menggunakan kertas saring 1 mikron
6. Hasil saringan dipipet 10 ml, lalu ditambahkan 25 ml larutan luff, 15 ml air suling dan batu didih kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer asah. Bagian atas erlenmeyer asah diberi sedikit parafin agar lebih mudah dilepas dari pendingin tegak. Setelah disambungkan ke pendingin tegak, erlenmeyer dipanaskan sampai larutan mendidih selama 10 menit.
7. Setelah mendidih selama 10 menit, lalu dilepaskan dan dibiarkan sampai mencapai suhu kamar. Campuran yang mencapai suhu kamar ditambahkan 2 g KI dan 25 ml H_2SO_4 4 N, lalu dititrasikan dengan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N. Volume $Na_2S_2O_3$ contoh yang diperoleh setelah dititrasikan adalah 12 ml.

4. Penetapan Blanko

1. Masukkan 25 ml larutan luff, 15 ml air suling, dan batu didih ke dalam erlenmeyer asah, lalu disambungkan ke pendingin tegak. Dididihkan selama 10 menit.

2. Setelah campuran mendidih, erlenmeyer asah dilepaskan dari pendingin tegak, dan diginkan sampai mencapai suhu kamar, kemudian ditambahkan 2 g KI dan 25 ml H_2SO_4 4 N, lalu dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N. Volume $Na_2S_2O_3$ blanko yang diperoleh setelah dititrasi adalah 24,30 ml.

5. Larutan Jamur *S. cereviceae*

1. Ditimbang 255 g contoh, tambahkan aquadest sebanyak 1000 ml lalu dimasak sampai mengental.
2. Bahan kemudian didinginkan sampai mencapai suhu kamar.
3. Ditambahkan larutan kapang *A. oryzae* sebanyak 200 ml, lalu dimasukkan dalam labu erlenmeyer. Bahan kemudian dimasukkan dalam *shaker* selama 3 hari.
4. Disaring isi labu erlenmeyer dengan kertas saring 1 mikron sampai didapatkan filtrat.
5. Filtrat yang diperoleh diatur pH mencapai 5. Setelah itu, ditambahkan urea 1,5 g dan NPK 0,5 g, lalu diaduk sampai merata.
6. Filtrat lalu dimasukkan dalam 2 botol fermentasi masing-masing 450 ml. Kemudian botol fermentasi dipasteurisasi selama 30 menit
7. Setelah di pasteurisasi, lalu dibiarkan sampai mencapai suhu kamar. Masukkan jamur *S. cereviceae* sebanyak 3 ose pada masing-masing botol fermentasi.

8. Kedua 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. cereviceae* difermentasi selama 2 hari.

6. Larutan Kapang *A. oryzae*

1. Direbus 240 g touge dengan 1200 ml aquadest selama 20 menit.
2. Ditambahkan tepung talas 12 g, ekstrak ragi 12 g, dan NaH_2PO_4 1,2 g pada air rebusan touge.
3. Larutan lalu disterilkan dalam *autoclave* dengan suhu 121°C selama 5 menit.
4. Larutan tersebut kemudian didinginkan sampai mencapai suhu kamar, kemudian tambahkan kapang *A. oryzae* sebanyak 3 oze.
5. Larutan kemudian dimasukkan dalam *shaker* selama 3 hari. Setelah itu dibekukan dalam lemari pendingin selama 2 hari.

7. Hidrolisis

1. Ditimbang 1275 g contoh, tambahkan aquadest sebanyak 5000 ml lalu dimasak sampai mengental. Bahan kemudian didinginkan sampai mencapai suhu kamar.
2. Dimasukkan masing-masing 500 ml bahan dalam 9 labu erlenmeyer.
3. Ditambahkan larutan kapang *A. oryzae* masing-masing penambahan larutan 10%, 20%, dan 30%, dimana setiap perlakuan dilakukan 3 ulangan.
4. Mengatur pH larutan (pH 5).

8. Analisa Kadar Gula pada Filtrat

1. Diambil 10 ml filtrat, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 250 ml, lalu dinetralkan.
2. Setelah filtrat netral, ditambahkan air suling sampai mencapai 250 ml (pengenceran I)
3. Hasil pengenceran I dipipet 10 ml, lalu dimasukkan ke dalam labu takar dan ditambahkan air suling mencapai 250 ml (pengenceran II)
4. Hasil pengenceran II dipipet 10 ml, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer asah, ditambahkan 25 ml larutan luff, dan batu didih. Kemudian disambungkan pada pendingin tegak, dididihkan selama 10 menit
5. Setelah campuran dididihkan, lalu dilepaskan dari pendingin tegak dan dibiarkan sampai mencapai suhu kamar. Campuran yang telah mencapai suhu kamar kemudian ditambahkan 2 g KI dan 25 ml H_2SO_4 4 N, lalu dititresi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N. Analisis kadar gula dilakukan sebanyak 3 kali untuk 3 perlakuan yaitu persentase penambahan larutan kapang 10%, 20%, dan 30%. Volume $Na_2S_2O_3$ contoh yang diperoleh setelah dititresi dari ketiga perlakuan masing-masing adalah 23,85 ml untuk persentase penambahan larutan 10%; 23,78 ml untuk persentase penambahan larutan 20%; dan 23,66 ml untuk persentase penambahan larutan 30%.

9. Fermentasi

1. Setelah diketahui kadar gula larutan, maka larutan yang pH mencapai 5 tadi dimasukkan ke dalam 9 botol fermentasi, lalu dipasteurisasi selama 30 menit
2. Proses pasteurisasi selesai, botol fermentasi dikeluarkan dan dibiarkan sampai mencapai suhu kamar.
3. Botol fermentasi yang telah mencapai suhu kamar kemudian ditambahkan larutan jamur *S. cereviceae* sebanyak 20% pada masing-masing botol fermentasi.
4. Setelah itu, botol fermentasi ditutup dengan penutup yang telah disambungkan dengan selang, sedangkan ujung selang dicelupkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi air suling. Fermentasi dilakukan sampai tidak munculnya gelembung CO₂ pada filtrat.

10. Destilasi

Percobaan ini menggunakan destilasi fraksionasi untuk memisahkan etanol dari alkohol yang tadinya bercampur dengan air. Campuran alkohol dengan air dipanaskan pada suhu 80⁰C. Uap etanol akan lebih dulu keluar yang kemudian dialirkan melalui pipa yang terendam air sehingga terkondensasi yang menghasilkan etanol cair. Setelah didapat hasilnya, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa kerapatan, kadar etanol, dan rendemen dari etanol yang dihasilkan.

D. Variabel Pengamatan

1. Kerapatan

Pengujian kerapatan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Ditimbang kosong gelas kimia 25 ml
2. Dimasukkan air suling 1 ml dengan menggunakan pipet mikron
3. Ditimbang gelas kimia 25 ml yang berisi air suling
4. Menentukan volume air suling dengan rumus:

$$\text{Volume air suling} = \frac{\text{Berat air suling}}{\text{BJ air suling pada suhu } 28^{\circ}\text{C} (0,999534)}$$

5. Pipet hasil destilasi masing-masing persentase 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

1. Dipipet larutan etanol persentase penambahan larutan 10%, 20%, dan 30% yang telah didestilasi 1 ml ke dalam gelas kimia 25 ml dengan menggunakan pipet mikron.
2. Ditimbang gelas kimia 25 ml yang berisi larutan etanol
3. Dihitung kerapatan dari masing-masing etanol yang didestilasi dengan rumus:

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat etanol (g)}}{\text{Volume air suling (cm}^3\text{)}}$$

4. Ditentukan kadar etanol yang diperoleh dari hasil destilasi berdasarkan kurva standar .

3. Rendemen etanol

Rendemen etanol dari sagu dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{\text{Berat etanol yang dihasilkan (g)}}{\text{Berat bahan baku (g)}} \times 100\%$$

Di mana : Berat etanol yang dihasilkan = Berat etanol setelah destilasi

Berat bahan baku = Berat pati (berat umbi talas kering udara setara dengan berat umbi talas kering tanur x kadar pati)



E. Analisis data

Rancangan penelitian yang digunakan adalah model RAL (Rancangan Acak Lengkap) menggunakan 3 perlakuan masing-masing persentase penambahan larutan *A. oryzae* 10% (perlakuan A), 20% (perlakuan B) dan 30% (perlakuan C) dimana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Variabel pengamatan yang dianalisis adalah rendemen, kadar etanol dan kerapatan. Model matematis untuk rancangan RAL menurut Gasperz (1991) adalah sebagai berikut

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

Dimana :

Y_{ij} = Nilai pengamatan yang memperoleh perlakuan ke-i

μ = Rata-rata umum hasil pengamatan

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} = Galat percobaan dari perlakuan ke-i pada pengamatan ke-j

Untuk perlakuan yang berpengaruh terhadap nilai respon, selanjutnya diuji dengan uji beda nyata jujur (BNJ) atau *Tukey test* dengan rumus adalah sebagai berikut :

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

Dimana:

W = Nilai uji Tukey (BNJ)

q_s = Nilai Tabel Tukey

p = Jumlah perlakuan

f_e = Derajat bebas galat

$s\bar{y}$ = Galat baku nilai tengah $(s^2/r)^{1/2}$

s^2 = Kuadrat tengah galat

r = Jumlah ulangan

Untuk melihat persamaan pengaruh perlakuan maka dilakukan analisis ortogonal polinomial menurut Steel dan Torrie (1993) dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$Y_i = b_0 f_0(X_i) + b_1 f_1(X_i) + \dots + b_r f_r(X_i)$$

Dimana :

Y_i = Nilai tengah populasi dugaan Y pada $X = X_i$

b_0 = Derajat 0 atau pengaruh rata-rata

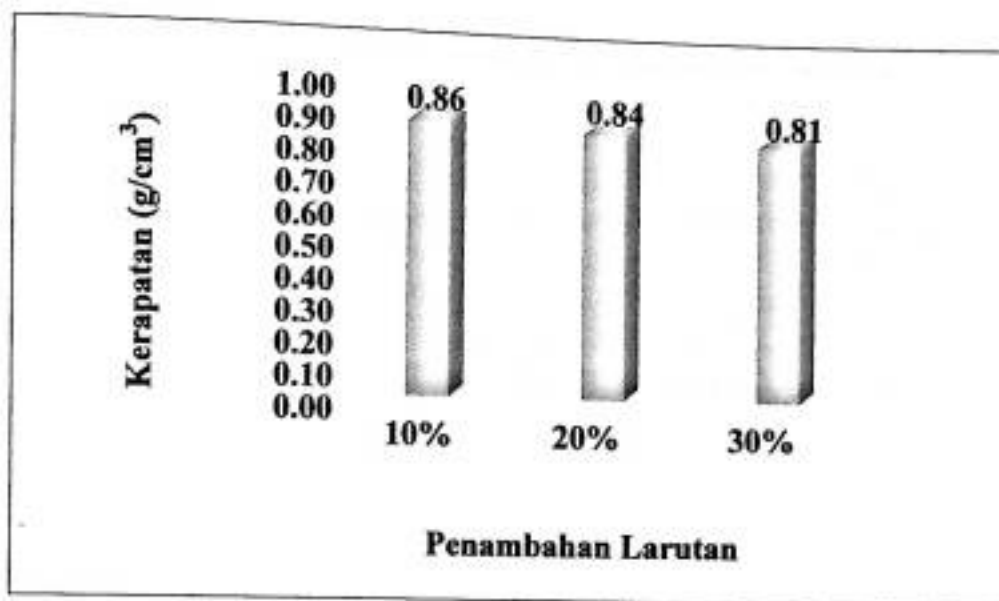
b_1 = Derajat 1 atau pengaruh linier, begitu seterusnya, dan terakhir

i = 1, ..., $n > r$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kerapatan

Kerapatan etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi talas berkisar antara 0,81-0,86g/cm³ (Lampiran 4) dengan kerapatan rata-rata untuk setiap perlakuan persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil analisis ragam seperti pada Lampiran 5 yang menunjukkan bahwa persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan etanol. Semakin tinggi persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* yang digunakan, maka akan semakin rendah kerapatan etanol yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan etanol mempunyai kerapatan lebih kecil daripada air, sehingga semakin kecil kerapatan larutan berarti jumlah/kadar etanol semakin banyak (Martin dkk; 1983). Penambahan jumlah larutan kapang akan menyebabkan peningkatan jumlah enzim α -amilase yang berperan dalam penguraian pati menjadi glukosa. Glukosa merupakan jenis gula sederhana yang derajat kemanisannya lebih rendah daripada fruktosa. Jamur *S. cereviceae* menghasilkan enzim invertase dan zimase, dimana enzim invertase bertindak sebagai katalis untuk mengubah glukosa menjadi fruktosa dan oleh enzim zimase fruktosa diubah menjadi etanol. Sehingga disimpulkan bahwa penambahan larutan berpengaruh terhadap daya katalitik enzim dalam memecah pati menjadi glukosa. Dengan meningkatnya jumlah enzim akan meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan.



Gambar 1. Kerapatan Etanol pada setiap Persentase Penambahan Larutan Kapang *A. oryzae*

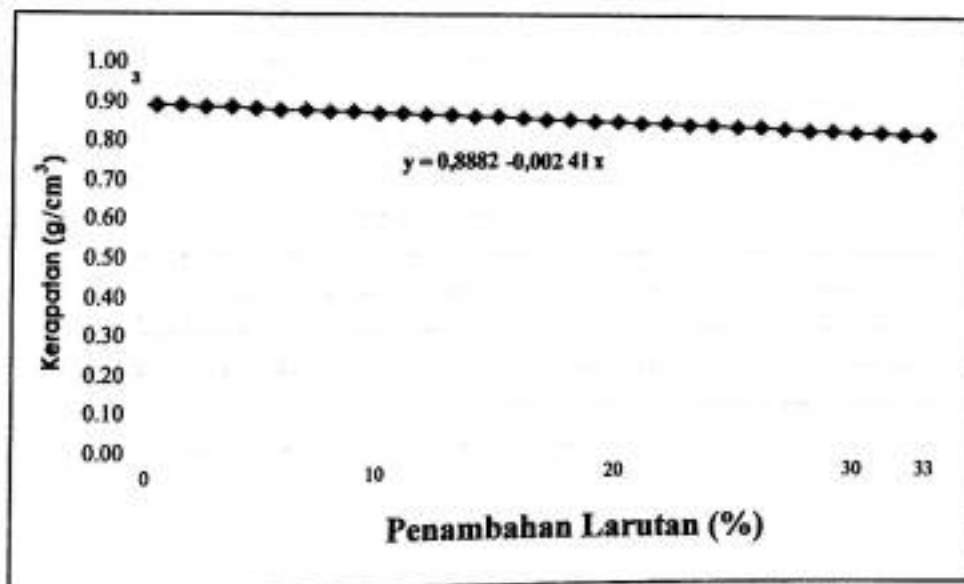
Untuk melihat perbedaan kerapatan di antara perlakuan maka dilakukan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji BNJ pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kerapatan etanol talas berbeda sangat nyata antara semua persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae*. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian larutan kapang pada proses hidrolisis sangat berpengaruh terhadap kerapatan etanol yang dihasilkan.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kerapatan Etanol Talas.

Persentase Penambahan Larutan	Kerapatan Rata-Rata Etanol	Hasil Uji BNJ _{0,01} 0,017
A (10%)	0,86	a
B (20%)	0,84	b
C (30%)	0,81	c

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

Untuk melihat persamaan pengaruh perlakuan maka dilakukan analisis ortogonal polinomial. Hasil dari persamaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa pengaruh persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* terhadap kerapatan etanol merupakan fungsi linear. Persamaan linear hubungan antara kerapatan dengan pengaruh penambahan larutan kapang *A. oryzae* adalah $y = 0,8882 - 0,00241x$. Hal ini menunjukkan bahwa jika persentase penambahan larutan dinaikkan 1%, maka kerapatan turun sebesar $0,00241 \text{ g/cm}^3$. Batas kurva respon menunjukkan bahwa persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* pada 33% telah berada pada kondisi konstan.



Gambar 2. Kurva Respon Hasil Kerapatan Etanol Talas

B. Kadar Etanol

Kadar etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi talas berkisar antara 77,47%-95,81% (Lampiran 6) dengan rata-rata kadar etanol untuk setiap persentase penambahan larutan dapat dilihat pada Gambar 3. Kadar etanol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada persentase penambahan larutan 10%, 20%, dan 30%, kadar etanol yang dihasilkan masing-masing sebesar 79,10%; 87,44%; dan 94,86%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi persentase penambahan larutan kapang, maka akan meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan. Peningkatan kadar etanol ini disebabkan adanya peningkatan jumlah larutan kapang yang digunakan. Hal ini dikarenakan larutan kapang yang menghasilkan enzim pemecah pati menjadi glukosa. Semakin banyak glukosa yang difermentasi oleh jamur *S. Cereviceae*, maka semakin tinggi pula kadar etanol yang dihasilkan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan larutan kapang berpengaruh sangat nyata terhadap kadar etanol (Lampiran 7)



Gambar 3. Kadar Etanol pada setiap Perlakuan Persentase Penambahan Larutan Kapang *A.oryzae*

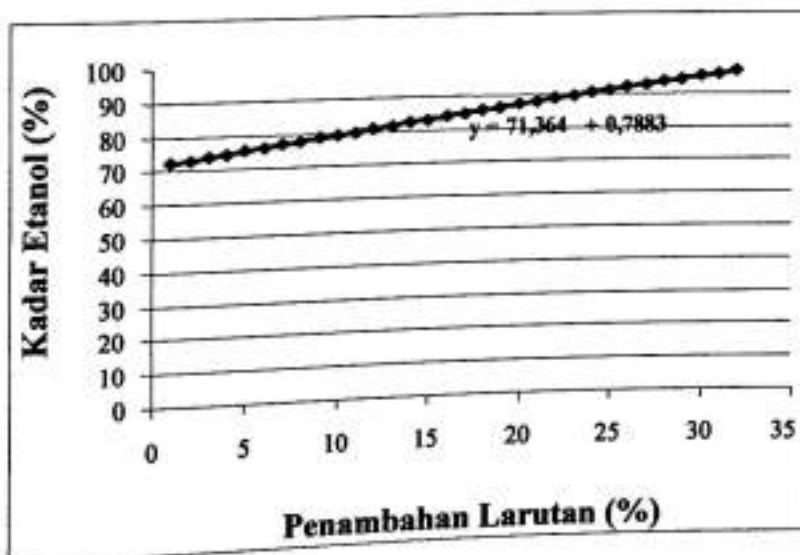
Untuk melihat perbedaan kadar etanol di antara perlakuan maka dilakukan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil uji BNJ pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar etanol talas berbeda sangat nyata antara masing-masing persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae*. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian larutan kapang pada proses hidrolisis akan menghasilkan glukosa yang lebih banyak, sehingga pada proses fermentasi kadar etanol yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Riyanto (2005), yang menyatakan bahwa kadar etanol yang tinggi diperoleh dari glukosa pada substrat yang sebagian besar diubah menjadi alkohol pada saat proses fermentasi.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjut Perbedaan Kadar Etanol Talas.

Persentase Penambahan Larutan	Kadar Rata-Rata Etanol	Hasil Uji BNJ _{0,01} 5,4477
C (30%)	94,86	a
B (20%)	87,44	b
A (10%)	79,10	c

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

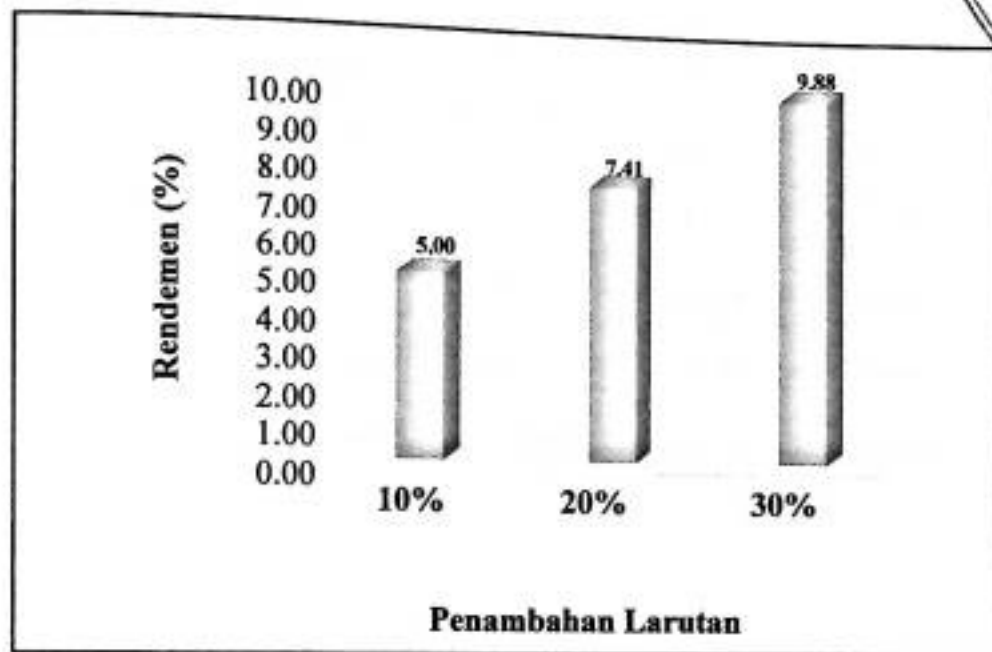
Untuk melihat persamaan pengaruh perlakuan maka dilakukan analisis ortogonal polinomial. Hasil dari persamaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa pengaruh persentase penambahan larutan kapang terhadap kadar etanol merupakan fungsi linear. Persamaan linear hubungan antara kadar etanol dengan penambahan larutan kapang *A. oryzae* adalah $y = 71,364 + 0,7883x$. Hal ini menunjukkan bahwa jika persentase penambahan larutan dinaikkan 1%, maka kadar etanol meningkat sebesar 0,79%. Batas kurva respon menunjukkan bahwa persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* pada 33% telah berada pada kondisi konstan.



Gambar 4. Kurva Respon Hasil Kadar Etanol Talas

C. Rendemen

Rendemen etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi talas berkisar antara 4,23%-10,45% (Lampiran 9) dengan rata-rata rendemen etanol untuk setiap persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa rendemen etanol pada perlakuan penambahan larutan 10%, 20%, dan 30% masing-masing 5,00%; 7,41%; dan 9,88%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan larutan kapang maka akan meningkatkan rendemen etanol talas. Peningkatan penambahan larutan kapang akan menyebabkan peningkatan jumlah glukosa dalam bahan, hal ini dapat memicu kerja bakteri 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 perlakuan bahan baku dan proses produksi sangat mempengaruhi rendemen yang dihasilkan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen etanol.



Gambar 5. Rendemen pada setiap perlakuan Persentase Penambahan Larutan Kapang *A. Oryzae*

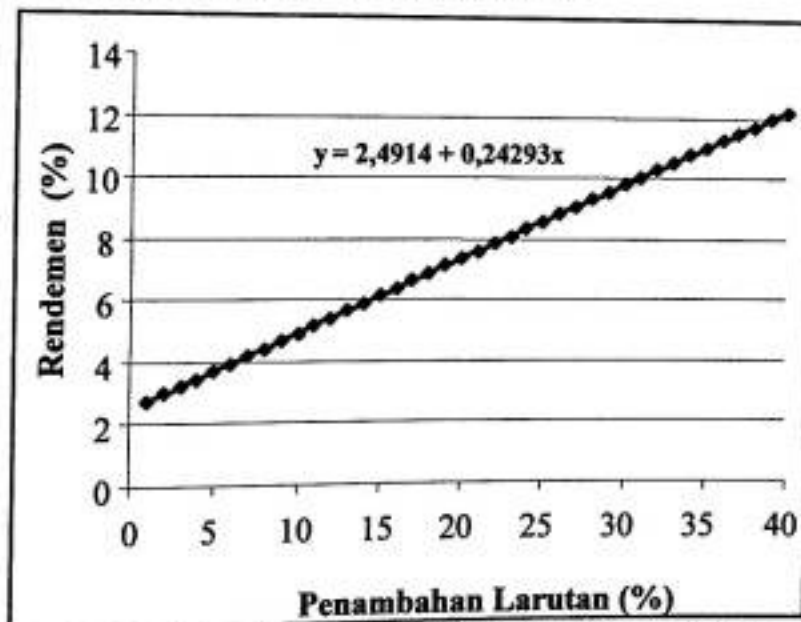
Untuk melihat perbedaan rendemen etanol di antara perlakuan maka dilakukan uji BNJ yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. yang menunjukkan bahwa rendemen etanol antara persentase penambahan larutan 10% berbeda sangat nyata dengan persentase penambahan larutan 20% dan 30%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penambahan larutan kapang pada proses hidrolisis, maka semakin tinggi pula rendemen etanol yang dihasilkan.

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut Rendemen Etanol Talas.

Persentase Penambahan Larutan	Rendemen Rata-Rata Etanol	Hasil Uji BNJ $\alpha=0,01$ 2,23
C (30%)	9,88	a
B (20%)	7,41	b
A (10%)	5,00	c

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

Untuk melihat persamaan pengaruh perlakuan maka dilakukan analisis ortogonal polinomial. Hasil dari persamaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. yang menunjukkan bahwa pengaruh persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* terhadap rendemen etanol merupakan fungsi linear. Persamaan linear hubungan antara rendemen etanol dengan persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* adalah $y = 2,4914 + 0,24293x$. Hal ini menunjukkan bahwa jika persentase penambahan larutan dinaikkan 1%, maka rendemen meningkat sebesar 0,24%. Batas kurva respon menunjukkan bahwa jumlah penambahan larutan kapang *A. oryzae* pada persentase 40% telah berada pada kondisi konstan.



Gambar 6. Kurva Respon Hasil Rendemen Etanol Talas

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik simpulan bahwa persentase penambahan larutan kapang *A. oryzae* pada proses hidrolisis, akan meningkatkan kadar dan rendemen etanol, dan menurunkan kerapatan etanol. Proses fermentasi talas dari hasil perlakuan hidrolisis larutan kapang pada persentase penambahan larutan kapang 30% menghasilkan kerapatan, kadar etanol dan rendemen yang paling baik.

B. Saran

Pada proses pembuatan larutan kapang *A. oryzae*, NaH_2PO_4 dapat diganti dengan KH_2PO_4 sebagai nutrisi dan untuk menghasilkan etanol murni, sebaiknya menggunakan alat destilasi absorbent.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, N. M., 2001. *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Istilah*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Arsyad, H. S., 2007. *Produksi Bioetanol dari Batang Sorgum secara Fermentasi dengan Menggunakan Saccharomyces cereviceae*. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- Chemiawan, T., 2007. *Membangun Industri Bioetanol Nasional sebagai Pasokan Energi Berkelanjutan dalam Menghadapi Krisis Energi Global*. <http://www.nad.go.id/index2.php?option=isi&do=498> (diakses 29 Maret 2008).
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1981. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*, Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Edwar, A. Aziz dan G. Sa'id. 1990. *Teknologi Fermentasi*. PAU-Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Erna S., dan A. S. Paulina, 2005. *Studi Modifikasi dengan Ekstruder Pengolahan Pati*. <http://www.RSOP6.com>. (diakses 19 Maret 2008).
- Gasperz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian Teknik dan Biologi*. CV. Armico, Bandung.
- Haristyawan, R.B., 2008. *Co-Production of Bioethanol*. <http://www.agrina-online.com/show=article=1266> (diakses 3 April 2008).
- Harris, R., 1987. *Tanaman Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Haygreen, G. J., dan J. L., Bowyer. 1982. *Terjemahan Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Alih Bahasa: Sutjipto A. Hadikusumo. Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Iskandar, Y. M., 2007. *Fermentasi Alfa-amilase dari Aspergillus oryzae pada Media Sagu (Metroxylon Sp.)*. Puslitbang Kimia Terapan-LIPI, Jakarta.
- Judoamidjojo, M., Abdul A. D., dan E. G. Sa'id, 1990. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Pers, Jakarta.

- Maretni, T. 2006. *Perbandingan Kadar Glukosa dan Alkohol Hasil Fermentasi Umbi Talas (Colocasia Esculentum Schott) dan Kimpul (Xanthosoma Violaceum S.)*. [http://www.indobiofuel.com/menu %20bioethanol12.php](http://www.indobiofuel.com/menu_%20bioethanol12.php). (diakses 23 Mei 2008).
- Martin, A., Swarbrick, J., dan Cammarata, A. 1983. *Farmasi Fisik*, edisi ke-3. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Narita, V., 2005. *Saccharomyces cereviceae Superjamur yang Memiliki Sejarah Luar Biasa*. <http://tumoutou.net/1702-0421/Harry-t.html>. (diakses 29 Maret 2008).
- Poni, 2007. *Fermentasi*. <http://id.shvoong.com/exact-sciences/1663623-fermentasi/>. (diakses 19 Maret 2008).
- Prihandana, R., Noerwijaya K., Adinuraini G.P., Setyaningsih D., dan Hendroko. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu : Bahan Bakar Masa Depan*. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Rahman, A., 1992. *Teknologi Fermentasi Industrial II*. Kerja Sama dengan Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Riyanto, 2005. *Menimbang Kelayakan Bioetanol sebagai Pengganti Bensin*. <http://www.Hangtuah.or.id/>.
- Sa'id, G.E. 1987. *Bio-Industri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Penerbit Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Saraswati, 2006. *Fermentasi Etanol Menggunakan Bakteri Zymomonas mobilis dari Glukosa Hasil Hidrolisa Enzimatik Bagas*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITS, Surabaya.
- Sardjoko, 1991. *Bioteknologi: Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya*. PT. Garamedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sastrahidayat, I.R., dan Soemarno D.S., 1990. *Budidaya Berbagai Jenis Tanaman Tropika*. Fakultas Pertanian Bogor, Universitas Brawijaya, Usaha Nasional, Surabaya.
- Sihombing, M. 2005. *Meraup Rezeki Komoditas Talas*. <http://www.wikilopedia.co.id>. (diakses 29 Maret 2008).

- Soerawidjaja, T. 2006. *Proses Pembuatan Etanol, Seminar Nasional Biofuel, Implementasi Biofuel sebagai Energi Alternatif*. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Bogor [Tidak Dipublikasikan].
- Steel, R. dan J. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika (Suatu Pendekatan Biometrik)*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suhardi, S.A. Sudjoko, Minarningsih, S. Sabarnurdin, Dwidjono, A. Widodo., 2002. *Hutan dan Kebun Sebagai Sumber Pangan Nasional*. Kanisius, Yogyakarta..
- Wuryaningsih, 2008. *Proses Ekstraksi dan Pemurnian Minyak Atsiri*. Pusat Penelitian Kimia-LIPI, Jakarta.

DAFTAR ISTILAH

- Aerob** : sifat makhluk yang untuk hidup dan pertumbuhannya memerlukan oksigen bebas atau makhluk yang dapat hidup hanya apabila tersedia oksigen bebas.
- Anaerob** : sifat makhluk hidup yang dapat hidup dan tumbuh berkembang tanpa adanya oksigen bebas.
- Amilosa** : polisakarida yang terdiri dari 100 sampai 1000 molekul glukosa yang saling berikatan membentuk rantai lurus. Amilosa merupakan komponen pati.
- Amilopektin** : polisakarida yang tersusun dari molekul glukosa dalam rantai yang sangat bercabang. Merupakan salah satu komponen pati.
- Asam** : suatu zat yang dapat menghasilkan ion hidrogen (H^+) atau hidroksonium (H_3O^+) bila dilarutkan dalam air.
- Asam laktat** : suatu asam karboksilat tak berwarna dan berbentuk cair, dengan rumus $CH_3CH(OH)COOH$.
- Bakteri** : hewan prokariot, yang berarti mereka tidak memiliki inti sel, organisme uniseluler.
- Deaktivasi** : penurunan sebagian atau seluruh reaktivitas suatu zat, misalnya dalam peracunan katalis.
- Degradasi** : sejenis reaksi kimia organik yang secara bertahap-tahap mengubah senyawa menjadi senyawa lebih sederhana.

- Destilat : memisahkan molekul air murni dari kontaminan yang punya titik didih lebih tinggi dari air.
- Eter : senyawa organik yang mengandung gugus $-O-$ dalam molekulnya. Eter bersifat atsiri, senyawa yang mudah terbakar ini dibuat dari dehidrasi alkohol menggunakan asam sulfat
- Fermentor : tempat berlangsungnya fermentasi, dapat berupa alat dengan kerja anaerob.
- Fruktosa : gula sederhana, $C_6H_{12}O_6$, satu stereoisomer glukosa.
- Glikosida : suatu senyawa yang mengandung unsur C, H, dan O yang banyak terdapat di alam.
- Gliserol : cairan kental tak berwarna, berasa manis, larut air tetapi tidak larut eter.
- Glukosa : gula kristal putih, $C_6H_{12}O_6$, yang sangat banyak dijumpai di alam.
- Higroskopik : memerikan zat yang menyerap air dari atmosfer.
- Ion : atom atau gugus atom yang telah kehilangan satu atau beberapa elektronnya sehingga menjadi bermuatan positif (kation), atau memperoleh satu atau beberapa elektron sehingga bermuatan negatif (anion).
- Kappang : jamur renik dengan miselium dan spora jelas, umumnya tergolong *Zygomycetes*, *Ascomycetes*, dan *Deuteromycetes*, pada umumnya menjadi saprop, tetapi banyak pula yang menjadi parasit tanaman.

- Karbon : unsur kimia yang dilambangkan dengan huruf C, terdapat dalam beberapa bentuk fisik yang mampu membentuk senyawa organik.
- Katalis : zat yang meningkatkan laju reaksi kimia, tetapi zat itu tidak mengalami perubahan kimia yang permanen.
- Khamir : jamur-jamur yang berkembang biak dengan tunas kecambah, ada yang mampu membentuk askospora atau basidiospora dan ada pula yang tidak.
- Kloroform : haloform atsiri, berbau manis, tanwarna, CHCl_3 . Kloroform merupakan anestetik yang ampuh, digunakan sebagai pelarut dan bahan dasar untuk membuat senyawa lainnya.
- Kondensasi : perubahan wujud uap atau gas menjadi cairan.
- Liquid : wujud (cairan) bahan di antara padatan kristal dan gas.
- Maltosa : gula yang terdiri dari dua unit glukosa, dihasilkan oleh enzim amilase dari pati.
- Mikroba : suatu jasad renik, terutama bakteri.
- Piknometer : alat untuk mengukur berat jenis dari kadar etanol.
- Polimer : zat yang mempunyai molekul besar, terdiri dari banyak satuan ulangan (monomer).
- Reduksi : proses hilangnya oksigen, reaksi dengan hidrogen.
- Redoks : proses hilangnya oksigen.
- Selulosa : bahan penyusun dinding sel tumbuhan dan jamur, merupakan rantai polisakarida panjang dan tersusun dari satuan-satuan berglukosa.

- Sintesa : pembentukan senyawa kimia dari senyawa yang lebih sederhana.
- Substrat : zat yang dipengaruhi oleh kerja katalis; misalnya, zat yang bekerja dengan adanya enzim dalam reaksi biokimia.
- Sukrosa : gula tebu yang mempunyai rumus $C_{12}H_{22}O_{11}$ atau gula utama dalam buah seperti dalam buah blewak, jeruk, mangga, melon, nenas, pisang, dan nangka.
- Termolabil : tidak tahan panas
- Viskositas : ukuran resistensi fluida untuk mengalir bila cairan dikenai tegangan sesar (shear stress).
- Volume : ruang yang diisi oleh benda atau massa cairan.

Sumber :

1. Daintith, J. Bsc. Phd., (1996). *A Concise Dictionary of Chemistry*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. Arsyad, N. M., (2001). *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Istilah*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Lampiran 1. Penentuan Kadar Pati

$$\begin{aligned} \text{Berat Contoh} &= 1,0008 \text{ g} \\ \text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Blanko} &= 24,30 \text{ ml} \\ \text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Contoh} &= 13,15 \text{ ml} \\ \text{Normalitas Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= 0,1113 \text{ N} \\ \text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1000 N} &= \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml contoh}) \times 0,1113}{0,1} \\ &= \frac{(24,30 - 13,15) \times 0,1113}{0,1} \\ &= 12,409 \text{ ml} \end{aligned}$$

Berdasarkan Daftar Sakar menurut Luff. Schrool :

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

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

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

. Persentase Penambahan Larutan 10%

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

$$\text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ Contoh} = 23,85 \text{ ml}$$

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

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1000 N} = \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml contoh}) \times 0,1113}{0,1}$$

$$= \frac{(24,30 - 23,85) \times 0,1113}{0,1}$$

$$= 0,50085 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{mg Glukosa} &= 0,50085 \text{ ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,50085 \times 2,4 \\ &= 1,20204 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar gula} = \text{mg glukosa} \times \text{fp}$$

$$= \frac{1,20204 \times 625}{10}$$

$$= \frac{751,275}{10}$$

$$= 75,1275 \text{ mg}$$

$$= 0,0751275 \text{ g atau } 7,5\%$$