

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI UBI JALAR MERAH
(*Ipomea batatas L*) DENGAN TEKNIK HIDROLISIS DAN
FERMENTASI TERPISAH (HFT) MENGGUNAKAN
Aspergillus niger DAN *Saccharomyces cereviceae***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana sains



REFNI DEWIVA

NIM 84272-2007

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2011

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI UBI JALAR MERAH
(*Ipomea batatas L*) DENGAN TEKNIK HIDROLISIS DAN
FERMENTASI TERPISAH (HFT) MENGGUNAKAN
Aspergillus niger DAN *Saccharomyces cereviceae***

SKRIPSI

"Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana sains"



REFNI DEWIVA

NIM 84272-2007

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2011

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pembuatan Bioetanol Dari Pati Ubi Jalar Merah (*Ipomea Batatas L*) Dengan Teknik Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (HFT) Menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae*

Nama : Refni Dewiva

NIM : 84272

Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 9 Agustus 2011

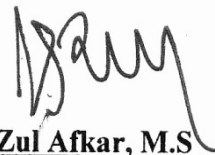
Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dra. Iryani, M.S
NIP. 19620113 198603 2 001

Pembimbing II



Drs. Zul Afkar, M.S
NIP. 19511029 197710 1 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Refni Dewiva
NIM : 84272
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan judul :

Pembuatan Bioetanol Dari Pati Ubi Jalar Merah (*Ipomea batatas L*) Dengan Teknik Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (HFT) Menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae*

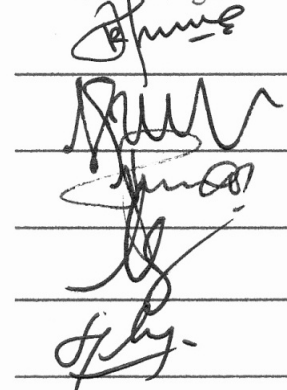
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 9 Agustus 2011

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dra. Iryani, M.S
Sekretaris	: Drs. Zul Afkar, M.S
Anggota	: Drs. Iswendi, M.S
Anggota	: Drs. Usman Bakar, M.Ed St
Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si

Tanda Tangan



ABSTRAK

Refni Dewiva : **Pembuatan Bioetanol Dari Pati Ubi Jalar Merah (*Ipomea batatas* L) Dengan Teknik Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (HFT) Menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae***
NIM : 84272

Pada umumnya pemanfaatan ubi jalar merah belum begitu mendapat perhatian yang besar dari masyarakat. Ubi jalar merah mengandung karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 27,90 % berat, khususnya pati yang dapat dihidrolisis secara enzimatis untuk menghasilkan glukosa. Glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bioetanol. Telah dilakukan penelitian mengenai pembuatan bioetanol dari pati ubi jalar merah (*Ipomea batatas* L) dengan teknik hidrolisis dan fermentasi terpisah (HFT) menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae*, dimana penelitian ini bertujuan untuk menentukan lama fermentasi dan jumlah inokulum *Saccharomyces cereviceae* untuk menghasilkan bioetanol dengan volume dan konsentrasi tertinggi. Penelitian ini tergolong kedalam penelitian eksperimen yang dirancang dengan menggunakan metoda Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah jumlah inokulum *Saccharomyces cereviceae* yang terdiri dari 4 variasi yaitu jumlah inokulum 5, 10, 15, dan 20 mL dan faktor kedua adalah lama fermentasi yang terdiri dari 3 variasi waktu yaitu 48, 60, dan 72 jam. Konsentrasi bioetanol ditentukan dengan mengukur massa jenis bioetanol hasil destilasi dengan menggunakan piknometer 25 mL. Dari hasil penelitian ini diperoleh konsentrasi glukosa hidrolisat pati ubi jalar merah sebesar 552,5179856 ppm dengan menggunakan jumlah inokulum dari *Aspergillus niger* sebanyak 25 mL dan lama hidrolisis 1 jam. Sedangkan konsentrasi bioetanol tertinggi diperoleh pada jumlah inokulum *Saccharomyces cereviceae* sebanyak 10 mL dan lama fermentasi 60 jam sebesar 3,04911 % dengan volume 30 mL.

Kata Kunci : Bioetanol, Teknik Hidrolisis dan Fermentasi terpisah (HFT), *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cereviceae*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “***Pembuatan Bioetanol dari Pati Ubi Jalar Merah (*Ipomea batatas L*) Dengan Teknik Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (HFT) Menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae****”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program Strata-1 pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada.

1. Ibu Dra. Iryani, M.S selaku pembimbing I
2. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S selaku pembimbing II dan sekaligus penasehat akademik serta Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP
3. Bapak Drs. Iswendi, M.S, Bapak Drs. Usman Bakar, M.Ed St dan Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si selaku dosen pembahas
4. Bapak Drs. Nazir, KS., M.Pd, M.Si selaku Ketua Prodi Jurusan Kimia FMIPA UNP
5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA UNP
6. Bapak dan Ibu Staf Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNP

7. Semua pihak yang telah ikut serta memberi bantuan dan dorongan bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca dan khususnya mahasiswa jurusan kimia.

Padang, Juli 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	4
D. Pertanyaan Penelitian	4
E. Tujuan penelitian.....	5
F. Manfaat penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Ubi Jalar Merah.....	6
B. Hidrolisis Pati	8
C. Fermentasi Alkohol	11
D. <i>Aspergillus niger</i>	16
E. <i>Saccharomyces cereviceae</i>	21
F. Bioetanol.....	24

G. Destilasi	26
H. <i>High Performance Liquid Chromatography (HPLC)</i>	28
III.METODE PENELITIAN.....	30
A. Jenis Penelitian	30
B. Variabel Penelitian	30
C. Rancangan Penelitian	30
D. Objek Penelitian	31
E. Alat dan Bahan	31
F. Prosedur Kerja	32
G. Teknik Analisis Data.....	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Deskripsi Data	44
B. Analisis Data	48
C. Pembahasan	51
V. SIMPULAN DAN SARAN	57
A. Simpulan	57
B. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan zat gizi ubi jalar merah, ubi jalar putih, dan ubi jalar ungu	7
2. Sifat Fisika Etanol.....	25
3. Rancangan Penelitian Pembuatan Bioetanol pada Variasi Jumlah Inokulum dan Lama Fermentasi <i>Saccharomyces cereviceae</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Umbi Jalar Merah	6
2. Stuktur Amilosa	9
3. Struktur Amilopektin	9
4. Proses Fermentasi Glukosa Menjadi Etanol Melalui Lintasan Embden-Meyerhorf-Parnas (EMP)	13
5. Biakan Murni <i>Aspergillus niger</i>	17
6. Kurva Pertumbuhan <i>Aspergillus niger</i>	21
7. Biakan <i>Saccharomyces cereviceae</i>	21
8. Kurva Pertumbuhan <i>Saccharomyces cereviceae</i>	24
9. Komponen-komponen HPLC	29
10. Kurva Hubungan Konsentrasi Larutan Standar Glukosa Dengan Absorbansi.....	44
11. Kurva Hubungan Antara Jumlah Inokulum, Jumlah Bioetanol dan Lama Fermentasi.....	46
12. Kurva Hubungan Konsentrasi Dengan Massa Jenis Larutan Standar etanol.....	47
13. Kurva Hubungan Antara Jumlah Inokulum, Massa Jenis Bioetanol dan Lama Fermentasi	47
14. Absorbansi Larutan Standar Glukosa Pada Berbagai Konsentrasi Setelah diregresi.....	49
15. Kurva Hubungan Antara Jumlah Inokulum Dengan Konsentrasi Bioetanol Hasil Pemisahan pada Variasi Lama Fermentasi	50
16. Tes Oksidasi Bioetanol Hasil Fermentasi dan Etanol p.a.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar Glukosa .	63
2. Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Glukosa	64
3. Pembuatan Media Pertumbuhan dan Pemiakan <i>Aspergillus niger</i>	65
4. Pembuatan Media Pertumbuhan dan Pemiakan <i>Saccharomyces cereviceae</i>	66
5. Preparasi Sampel.....	67
6. Pembuatan Inokulum <i>Aspergillus niger</i>	68
7. Pembuatan Inokulum <i>Saccharomyces cereviceae</i>	69
8. Hidrolisis Pati Ubi Jalar Merah	70
9. Tes Kualitatif Glukosa.....	71
10. Penentuan Konsentrasi Glukosa Filtrat Ubi Jalar Merah.....	72
11. Fermentasi Alkohol.....	73
12. Tes Kualitatif Etanol	74
13. Penentuan Massa Jenis Larutan Standar Etanol.....	75
14. Penentuan Massa Jenis Etanol pada Sampel	76
15. Absorbansi Larutan Standar Glukosa Pada Berbagai Konsentrasi	77
16. Persamaan kurva Kalibrasi Standar Glukosa	78
17. Absorbansi Larutan Standar Glukosa Pada Berbagai Konsentrasi Setelah diregresi.....	80
18. Konsentrasi Glukosa Hasil Hidrolisis Dari Pati Ubi Jalar Merah.....	81
19. b. Jumlah Bioetanol Yang Dihasilkan (mL) Pada Variasi Jumlah Inokulum dan Lama fermentasi Setelah Didestilasi	82
20. Massa Jenis Larutan Standar Etanol	83
21. Persamaan Regresi Kurva Kalibrasi Standar Etanol.....	84

22. Massa Jenis bioetanol (g/mL) Hasil Destilasi	
Untuk Seluruh Perlakuan.....	86
23. Konsentrasi Bioetanol Hasil Destilasi Seluruh Perlakuan.....	87
24. Massa piknometer berisi bioetanol dan massa jenis bioetanol hasil destilasi.....	88
25. Kromatogram Bioetanol Hasil Destilasi dan Etanol p.a.....	89

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bioetanol merupakan etanol yang diperoleh dari tumbuhan melalui proses fermentasi glukosa menggunakan bantuan mikroorganisme. Jenis mikroorganisme yang dapat digunakan dalam fermentasi alkohol adalah khamir. Khamir yang sering digunakan yaitu *Saccharomyces cereviceae*, karena mempunyai kemampuan konversi yang tinggi dalam merubah glukosa menjadi etanol. Bahan baku untuk pembuatan etanol dapat berasal dari bahan yang mengandung glukosa, pati, dan selulosa. Untuk fermentasi etanol perlu dipertimbangkan terlebih dahulu bahan-bahan yang akan digunakan. Bahan yang mengandung glukosa dapat langsung difermentasi tetapi bahan yang mengandung pati dan selulosa (jenis disakarida dan polisakarida) terlebih dahulu harus dihidrolisis menjadi monosakarida seperti glukosa (Putri, 2008). Secara umum bioetanol digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, sebagai pelarut dalam industri kimia, campuran bahan bakar untuk kendaraan dan lain-lain.

Salah satu bahan yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah ubi jalar merah. Ubi jalar merah mengandung karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 27,9 % berat, kalori 123 (kal), kalsium 30 mg, dan fosfor 49 mg sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk produksi glukosa dan fermentasi etanol (Rukmana, 1997: 13). Disamping itu selain ubi jalar merah, ubi jalar ungu juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan etanol. Ubi jalar

ungu mengandung karbohidrat sebesar 32,292 % berat, kalori 139 (kal), kalsium 29,260 mg, dan fosfor 37,240 mg. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan ubi jalar merah untuk pembuatan bioetanol karena belum ada ditemukan penelitian lain mengenai pembuatan bioetanol dari ubi jalar merah. Selain itu ubi jalar merah mudah dalam memperolehnya dan proses produksinyapun murah. Pembuatan bioetanol dari ubi jalar merah tersebut, dilakukan dengan teknik hidrolisis dan fermentasi terpisah (HFT), pada teknik HFT ini pembuatan bioetanol melalui dua tahap yang terpisah dan berkelanjutan yaitu tahap hidrolisis untuk menguraikan pati menjadi glukosa secara enzimatis, kemudian dilanjutkan dengan tahap fermentasi yang mengubah glukosa menjadi etanol (Susanti,dkk, 2009). Metode hidrolisis pati secara enzimatis lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dan prosesnya lebih cepat dibandingkan dengan hidrolisis menggunakan katalis asam. Dalam proses pembuatan bioetanol ini, peneliti menggunakan biakan *Aspergillus niger* untuk menghidrolisis pati menjadi glukosa dan *Saccharomyces cereviceae* untuk mengubah glukosa menjadi etanol (Izzati, dkk, 2010).

Fermentasi alkohol terjadi pada kondisi anaerob dan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil fermentasi diantaranya adalah suhu, pH, bahan baku, jenis mikroba, jumlah inokulum dan lama fermentasi (Harahap, 2003: 4). Pembuatan bioetanol dari bahan alam dengan hidrolisis secara asam dan enzimatis serta fermentasi dengan menggunakan biakan *Saccharomyces cerevisiae* telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Elevri dan Putra (2006) mengenai produksi bioetanol menggunakan

saccharomyces cereviceae yang diamobilisasi dengan agar batang diperoleh konsentrasi bioetanol sebesar 12,36 % pada pH 4,5 dan lama fermentasi 36 jam. Penelitian yang dilakukan oleh Izzati, dkk, (2010) pembuatan bioetanol dari ubi jalar putih dengan teknik hidrolisis dan fermentasi terpisah (HFT) diperoleh rendeman bioetanol sebesar 303 mL/Kg ubi jalar dengan lama fermentasi 3 hari dan jumlah inokulum 4 mL. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Purnama (2010) pembuatan bioetanol dari pati umbi bengkuang diperoleh konsentrasi bioetanol 2,898 % dengan penambahan inokulum 10 ml dan lama fermentasi 48 jam. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sari (2010) pembuatan bioetanol dari juice bengkuang segar, diperoleh bioetanol dengan konsentrasi 3,91 % untuk 100 ml juice bengkuang pada penambahan inokulum 10 ml dan lama fermentasi 60 jam.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul ***“Pembuatan Bioetanol dari Pati Ubi Jalar Merah (*Ipomea batatas* L) Dengan Teknik Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (HFT) Menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae*”***

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah kondisi optimum fermentasi pati ubi jalar merah dengan teknik hidrolisis dan fermentasi terpisah (HFT) menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae* untuk menghasilkan bioetanol dengan volume dan konsentrasi tertinggi ?

C. Pembatasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian seperti di bawah ini.

1. Sampel yang digunakan adalah pati ubi jalar merah
2. Pada proses hidrolisis, digunakan jumlah inokulum dari *Aspergillus niger* adalah 25 ml dengan OD 0,27 dan lama hidrolisis adalah 1 jam
3. Pada proses fermentasi, jumlah inokulum dari *Saccharomyces cereviceae* yang digunakan adalah 5, 10, 15, dan 20 ml dengan OD 0,225 dan lama fermentasi adalah 48, 60, dan 72 jam
4. pH hidrolisis dan fermentasi yang digunakan adalah pada pH 4,5 dengan suhu hidrolisis dan fermentasi adalah pada suhu kamar
5. Konsentrasi bioetanol ditentukan dengan menghitung massa jenis dari masing-masing sampel

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka pertanyaan dalam penelitian seperti di bawah ini.

1. Berapakah konsentrasi glukosa hasil hidrolisis pati ubi jalar merah dengan menggunakan *Aspergillus niger* ?
2. Berapakah jumlah inokulum *Saccharomyces cereviceae* untuk menghasilkan bioetanol dengan volume dan konsentrasi tertinggi dari pati ubi jalar merah ?
3. Berapakah lama fermentasi pati ubi jalar merah untuk menghasilkan bioetanol dengan volume dan konsentrasi tertinggi ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian seperti di bawah ini.

1. Konsentrasi glukosa hasil hidrolisis pati ubi jalar merah menggunakan *Aspergillus niger*
2. Jumlah inokulum *Saccharomyces cereviceae* untuk menghasilkan bioetanol dengan volume dan konsentrasi tertinggi dari pati ubi jalar merah.
3. Lama fermentasi pati ubi jalar merah untuk menghasilkan bioetanol dengan volume dan konsentrasi tertinggi

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian seperti di bawah ini.

1. Memberikan informasi bagi para peneliti yang terkait dalam bidang ini, mengenai jumlah inokulum dan lama fermentasi pati ubi jalar merah dengan menggunakan biakan *Saccharomyces cereviceae* dalam pembuatan bioetanol
2. Sebagai salah satu informasi bagi para peneliti yang terkait dalam bidang ini, tentang produksi bioetanol dari bahan baku ubi jalar merah secara fermentasi dengan menggunakan biakan *Saccharomyces cereviceae*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ubi Jalar Merah

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai potensi besar di Indonesia. Areal panen ubi jalar di Indonesia seluas 229.000 hektar, tersebar di seluruh propinsi, baik di lahan sawah maupun tegalan dengan produksi rata-rata nasional 10 ton per hektar. Ubi jalar dapat tumbuh baik di daerah beriklim panas, dengan suhu optimum 27°C dan lama penyinaran 11-12 jam per hari. Tanaman ini dapat tumbuh sampai ketinggian 1.000 meter dari permukaan laut. Keunggulan lain dari ubi jalar adalah umur panen ubi jalar yang singkat yaitu hanya empat bulan (Aini, 2004). Bentuk umbi ubi jalar merah dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Umbi Ubi Jalar Merah
(Sumber : Rukmana, 1997: 18)

Sistematika (taksonomi) tumbuhan ubi jalar menurut Kepala Laboratorium Taksonomi Biologi UNAND seperti di bawah ini.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae

Kelas : Dycotiledone
 Ordo : Convolvulales
 Famili : Convolvulaceae
 Genus : Ipomoea
 Spesies : *Ipomoea batatas* L.

Berikut adalah kandungan zat gizi ubi jalar merah, ubi jalar putih, dan ubi jalar ungu yang tercantum dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kandungan zat gizi ubi jalar merah, ubi jalar putih, dan ubi jalar ungu

Zat gizi	Kandungan per 100 g		
	Ubi jalar merah	Ubi jalar putih	Ubi jalar ungu
Karbohidrat	27,90 g	27,90 g	32,292 g
Protein	1,80 g	1,80 g	2,194 g
Lemak	0,70 g	0,70 g	0,399 g
Kalsium	30 mg	30 mg	29,260 mg
Zat besi	0,70 mg	0,70 mg	0,785 mg
Fosfor	49 mg	49 mg	37,240 mg
Vitamin A	7.700 (SI)	60 (SI)	0,088 mg
Vitamin B1	0,90 mg	0,90 mg	0,196 mg
Vitamin C	22 mg	22 mg	30,191 mg

(Sumber: Rukmana, 1997: 13)

Ubi jalar merupakan sumber karbohidrat dan sumber kalori yang cukup tinggi. Selain itu ubi jalar juga merupakan sumber vitamin dan mineral. Vitamin yang terkandung dalam ubi jalar antara lain vitamin A, vitamin C, thiamin (vitamin B1), dan riboflavin. Sedangkan kandungan mineral dalam ubi jalar diantaranya adalah zat besi (Fe), fosfor (P), dan kalsium (Ca).

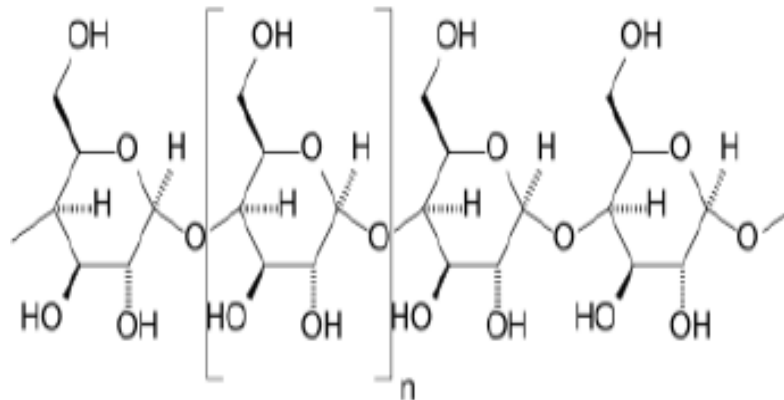
Ubi jalar terdiri dari 3 jenis yaitu: ubi jalar putih, ubi jalar merah dan ubi jalar ungu. Ketiga jenis ubi jalar tersebut mempunyai perbedaan yaitu dari segi bentuk, ukuran, warna daging umbi, warna kulit, daya simpan, komposisi kimia,

sifat pengolahan dan umur panen. Jenis ubi jalar yang paling umum adalah ubi jalar putih. Ubi jalar putih hanya mengandung 260 mg beta karoten per 100 gram. Dalam ubi jalar merah mengandung 2.900 mg beta karoten, sedangkan dalam ubi jalar ungu mengandung 9.900 mg beta karoten. Makin pekat warna merahnya, makin tinggi kadar beta karotennya. Betakaroten merupakan senyawa metabolit sekunder jenis terpenoid dan merupakan bahan pembentuk vitamin A di dalam tubuh (Aini, 2004).

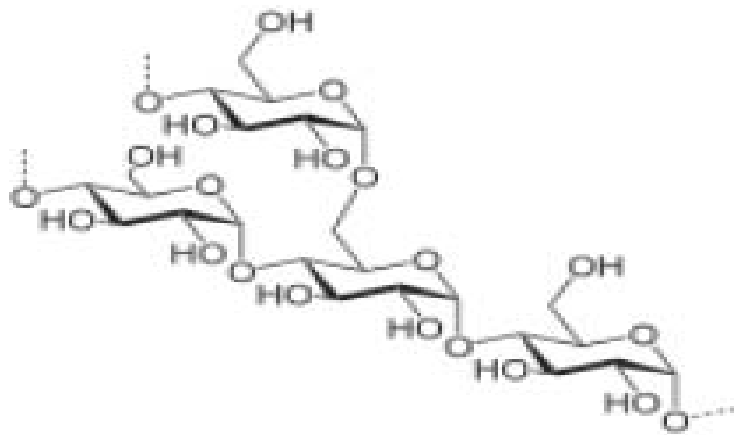
B. Hidrolisis Pati

Pati atau amilum adalah karbohidrat golongan polisakarida yang tidak larut dalam air, berbentuk bubuk putih, rasa tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Pati dapat diperoleh dari tumbuhan singkong (ubi kayu), ubi jalar, kentang, jagung, sagu, dan lain-lain. Molekul pati tersusun atas dua macam fraksi, yaitu amilosa dan amilopektin. Dua fraksi ini dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Rahmayanti, 2010). Amilosa memiliki struktur lurus yang dominan dengan ikatan α -(1,4)-D-glikosida, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,6)-D-glikosida.

Berikut adalah struktur dari amilosa dan amilopektin seperti pada Gambar 2 dan 3 di bawah ini.



Gambar 2. Struktur amilosa
(Sumber : Rahmayanti, 2010)



Gambar 3. Struktur amilopektin
(Sumber : Rahmayanti, 2010)

Proses hidrolisis pati yaitu perubahan molekul pati dari molekul yang kompleks menjadi molekul sederhana yaitu glukosa. Hidrolisis pati dapat dilakukan dengan bantuan asam atau enzim pada suhu, pH, dan waktu reaksi tertentu. Pemotongan rantai pati oleh asam lebih tidak teratur dibandingkan dengan hasil pemotongan rantai pati oleh enzim. Hasil pemotongan oleh asam

adalah campuran dekstrin, maltosa dan glukosa, sementara enzim bekerja secara spesifik sehingga hasil hidrolisis dapat dikendalikan (Assegaf, 2009).

Dalam hidrolisis pati secara enzimatis, ikatan-ikatan glikosida dari amilosa dan amilopektin diputus sehingga dihasilkan glukosa, maltosa, atau oligosakarida. Produk akhir yang akan dihasilkan bergantung pada jenis enzim yang digunakan. Enzim yang dapat digunakan untuk hidrolisis pati adalah amilase. Enzim amilase merupakan endoenzim yang menghidrolisis ikatan α -(1,4)-D-glikosida secara spesifik (Assegaf, 2009).

Enzim amilase ini dapat bagi menjadi 3 kelompok (Sianturi, 2008) yaitu: α -amilase, β -amilase, dan γ -amilase.

1. α -amilase

α -amilase disebut juga dengan 1,4- α -D-glukan glukanohidrolase atau glukogenase. Enzim ini bekerja memutus ikatan α -1,4 glikosida pada amilum secara acak terutama pada rantai yang panjang sehingga menghasilkan maltotriosa dan maltosa dari polimer amilosa pada amilum dan menghasilkan glukosa dan sedikit dekstrin dari polimer amilopektin penyusun amilum. Karena sifatnya yang dapat memutus ikatan glikosida secara acak, enzim ini bekerja lebih cepat dibanding amilase lainnya terutama β -amilase.

2. β -amilase

β -amilase disebut juga 1,4- α -D-glukan maltohidrolase ataupun sakarogen amilase. Enzim ini dijumpai pada kelompok tumbuhan, bakteri dan fungi. Enzim ini bekerja menghidrolisis amilum dari bagian ujung non reduksi dan menghidrolisis ikatan α -1,4 glikosida pada tahap kedua hidrolisis amilum

sehingga terbentuk molekul maltosa yang disusun oleh dua unit glukosa pada saat yang sama setelah α -amilase bekerja.

3. γ -amilase

γ -amilase disebut juga amiloglukosidase dan merupakan pemutus terakhir ikatan glikosida pada bagian ujung non reduksi dari amilosa dan amilopektin untuk menghasilkan unit glukosa.

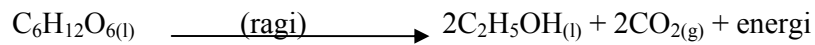
C. Fermentasi Alkohol

Fermentasi adalah suatu proses kimia secara enzimatik yang menghasilkan gas CO_2 , dalam hal ini terjadi penguraian karbohidrat menghasilkan etanol tanpa melibatkan oksigen (Wirahadikusuma, 1985: 36). Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikroba tertentu dengan tujuan mengubah sifat bahan agar dihasilkan suatu yang bermanfaat. Perubahan tersebut karena dalam proses fermentasi jumlah mikroba diperbanyak dan digiatkan metabolismenya didalam bahan tersebut dalam batas tertentu. Menurut Judoamidjojo, dkk (1992) menyatakan bahwa beberapa langkah utama yang diperlukan dalam melakukan suatu proses fermentasi seperti berikut ini.

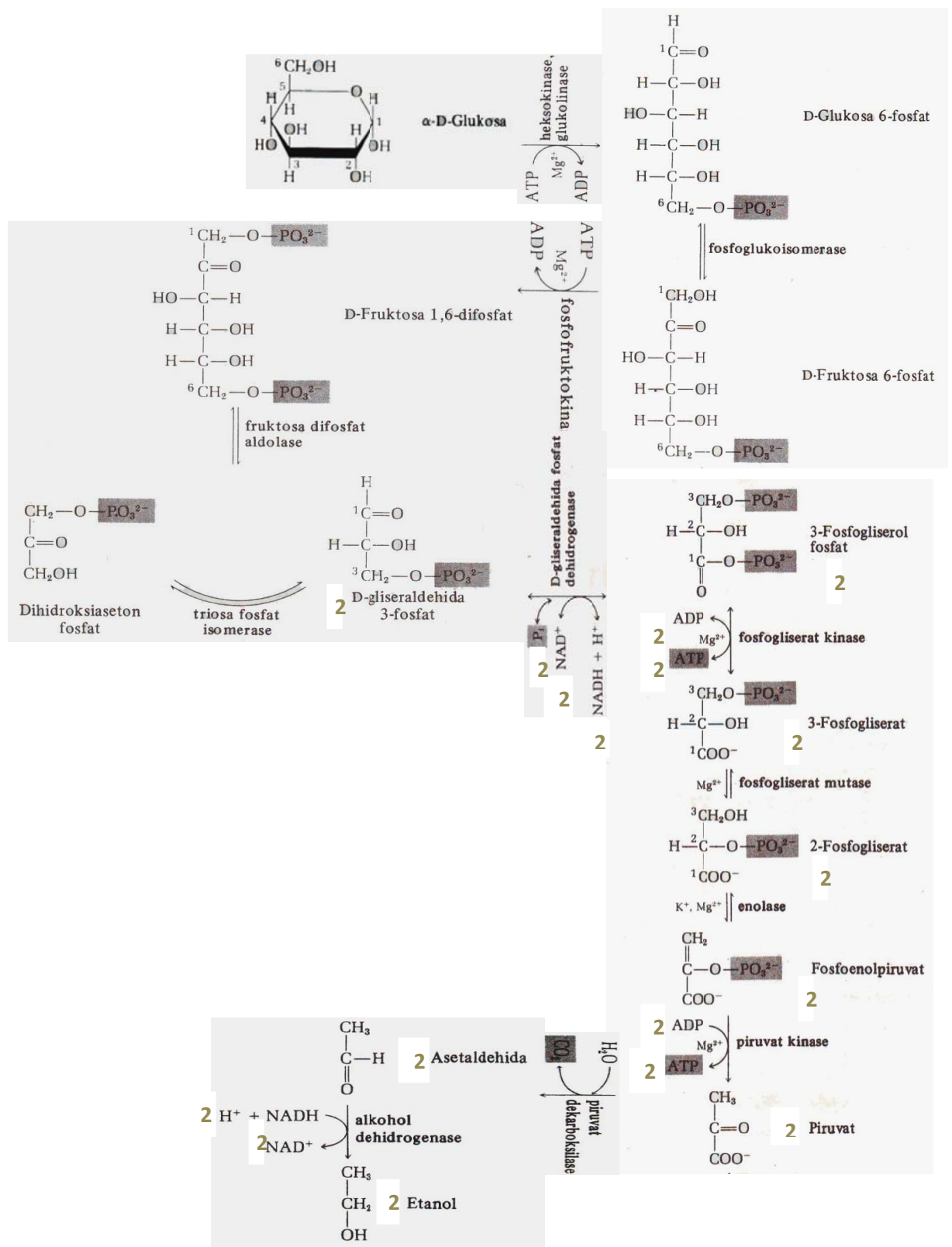
- a. Seleksi mikroba atau enzim yang sesuai dengan tujuan.
- b. Seleksi media sesuai dengan tujuan.
- c. Sterilisasi semua bagian penting untuk mencegah kontaminasi oleh mikroba yang tidak dikehendaki.

Hasil fermentasi bergantung pada jenis bahan pangan (substrat), jenis mikroba, dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan serta metabolisme mikroba tersebut (Harahap, 2003: 4).

Fermentasi alkohol melibatkan mikroorganisme yang berguna untuk merubah glukosa menjadi etil alkohol, gas karbon dioksida dan energi. Jenis mikroorganisme yang dapat digunakan dalam fermentasi alkohol adalah khamir / ragi (Demirbas, 2005: 332). Khamir yang sering digunakan dalam fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cereviceae*, karena mempunyai kemampuan konversi yang tinggi dalam merubah glukosa menjadi etanol (Wahyusi, 2004). Secara umum reaksi yang terjadi dalam fermentasi alkohol adalah



Dalam keadaan anaerob, *Saccharomyces cereviceae* memfermentasi glukosa menjadi etanol melalui Lintasan Embden-Meyerhorf-Parnas (EMP), seperti yang terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Proses fermentasi glukosa menjadi etanol melalui Lintasan Embden Meyerhorf-Parnas (EMP). Sumber: Lehninger (1991: 80)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi diantaranya seperti berikut ini (Hidayat, 2007: 2-3).

1. Mikroba

Mikroba dalam industri fermentasi merupakan faktor utama, sehingga harus memenuhi syarat-syarat tertentu.

- a. Murni

Dalam proses tertentu harus menggunakan biakan murni (dari satu strain tertentu) yang telah diketahui sifatnya. Untuk menjaga agar biakan tetap murni dalam proses maka kondisi lingkungan harus dijaga tetap steril. Penggunaan kultur tunggal mempunyai resiko yang tinggi karena kondisi harus optimum.

- b. Unggul

Pada kondisi fermentasi yang diberikan, mikroba harus mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara cepat dan hasil yang besar. Sifat unggul yang ada harus dapat dipertahankan. Hal ini berkaitan dengan kondisi proses yang diharapkan. Proses rekayasa genetik dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat jasad dengan tujuan mempertinggi produk yang diharapkan dan mengurangi produk-produk sampingan.

- c. Stabil

Pada kondisi yang diberikan, mikroba harus mempunyai sifat-sifat yang tetap, tidak mengalami perubahan karena mutasi atau perubahan lingkungan.

d. Bukan Patogen

Mikroba yang digunakan adalah bukan patogen bagi manusia maupun hewan, kecuali untuk produksi bahan kimia tertentu. Jika digunakan mikroba patogen harus dijaga, agar tidak menimbulkan efek samping pada lingkungan.

2. Bahan baku

Bahan baku untuk proses ini sangat bervariasi, dapat berasal dari hasil pertanian, perkebunan maupun limbah industri. Bahan dasar yang umum digunakan seperti di bawah ini.

- a. Bahan-bahan yang mengandung gula atau disebut juga substansi sakharin yang rasanya manis, misalnya gula tebu, gula bit, molase (tetes), macam-macam sari buah-buahan dan lain-lain.
- b. Bahan yang mengandung pati misalnya: padi-padian, jagung, gandum, kentang, sorgum, malt, barley, ubi kayu, ubi jalar, dan lain-lain.
- c. Bahan-bahan yang mengandung selulosa, misalnya: kayu, cairan buangan pabrik pulp dan kertas (waste sulfite liquor).

3. pH (keasaman)

Saccharomyces cereviceae pada fermentasi alkohol memerlukan media dalam suasana asam, yaitu antara pH 4,0-5,0.

4. Suhu

Suhu optimum pada waktu fermentasi untuk pengembangbiakan adalah 28-30 °C.

Untuk mencegah agar suhu fermentasi tidak naik, perlu pendinginan supaya suhu dipertahankan tetap 28-30 °C.

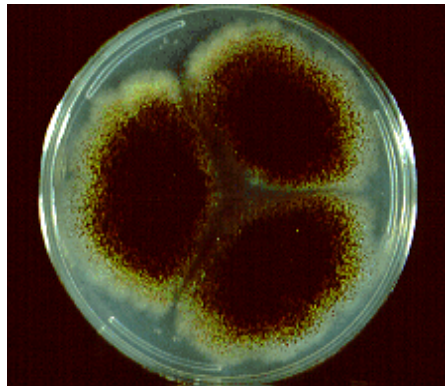
5. Lama fermentasi

Lamanya fermentasi berpengaruh terhadap kadar alkohol yang terbentuk, hal ini disebabkan oleh aktifitas dari enzim.

D. Aspergillus niger

Aspergillus niger merupakan fungi dari filum ascomycetes yang berfilamen, mempunyai hifa berseptat, dan dapat ditemukan melimpah di alam. Ada 2 macam hifa pada *Aspergillus* yaitu: hifa yang terletak pada bagian terendam dari substrat berfungsi menyerap zat hara dan hifa yang menghadap permukaan berfungsi sebagai alat reproduksi. Fungi ini biasanya diisolasi dari tanah, sisa tumbuhan, dan udara di dalam ruangan. Koloninya berwarna putih pada *Agar Dekstrosa Kentang* (PDA) pada suhu 25 °C dan berubah menjadi hitam pada saat konidia dibentuk. Kepala konidia dari *A. niger* berwarna hitam, berbentuk bulat, cenderung memisah menjadi bagian-bagian yang lebih longgar seiring dengan bertambahnya umur. *A. niger* dalam pertumbuhannya berhubungan langsung dengan zat makanan yang terdapat dalam substrat, molekul sederhana yang terdapat disekeliling hifa dapat langsung diserap sedangkan molekul yang lebih kompleks harus dipecah dahulu sebelum diserap ke dalam sel, dengan menghasilkan beberapa enzim ekstra seluler seperti protease, amilase, mananase, dan α -galaktosidase. Bahan organik dari substrat digunakan oleh *Aspergillus niger* untuk aktivitas transport molekul, pemeliharaan struktur sel, dan mobilitas sel (Sa'adah dan Noviana, 2009).

Gambar biakan murni *Aspergillus niger* dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Biakan murni *Aspergillus niger*
(Sumber : Yani, 2007)

Sistematika (taksonomi) dari *Aspergillus niger* diklasifikasikan sebagai berikut (Tubagus, 2007).

Divisi	: Aastigmycota
Sub divisi	: Ascomycotina
Kelas	: Ascomycetes
Sub kelas	: Plectomycetidae
Ordo	: Eurotiales
Famili	: Eurotiaceae
Genus	: Aspergillus
Spesies	: <i>Aspergillus niger</i>

A. niger tumbuh dengan baik pada suhu 30-35°C. Kisaran pH yang dibutuhkan 2,8 sampai 8,8 dengan kelembaban 80-90%. *Aspergillus niger* merupakan spesies dari *Aspergillus* yang tidak menghasilkan *mycotoxin*, Dalam metabolismenya *A. niger* dapat menghasilkan asam sitrat sehingga fungi ini banyak digunakan sebagai model fermentasi karena dapat menekan terbentuknya racun aflatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus parasiticus*, sehingga tidak membahayakan. Selain itu *A. niger* juga menghasilkan beberapa enzim, seperti α -amilase, β -amilase, selulase, glukamilase, katalase, pektinase, lipase, dan β -

galaktosidase. *Aspergillus niger* merupakan salah satu strain kapang yang mampu memproduksi enzim selulase. Selulase yang berasal dari *Aspergillus niger* berbentuk selulase kompleks dan mampu diproduksi dalam jumlah yang cukup banyak (Haetami, dkk, 2008).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhan fungi seperti di bawah ini (Sa'adah dan Noviana, 2009).

a. Konsentrasi substrat

Substrat merupakan sumber nutrisi utama bagi fungi. Nutrien-nutrien baru dapat dimanfaatkan sesudah fungi mengekskresi enzim-enzim ekstraselular yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Dalam kondisi konsentrasi substrat yang tinggi, enzim akan jenuh, bila bagian aktifnya selalu diisi oleh substrat. Pada keadaan ini, penambahan konsentrasi tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi karena semua bagian aktif enzim (*active site*) sudah digunakan.

b. pH

pH substrat sangat penting untuk pertumbuhan fungi, karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Umumnya fungi dapat tumbuh baik pada pH di bawah 7. Jenis-jenis khamir tertentu bahkan tumbuh pada pH yang cukup rendah, yaitu pada pH 4,5-5,5. Pengaturan pH sangat penting dalam industri agar fungi yang ditumbuhkan menghasilkan produk yang optimal, misalnya pada produksi asam sitrat, produksi enzim, produksi antibiotik, dan juga untuk mencegah pembusukan bahan pangan.

c. Suhu inkubasi

Berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan, fungi dapat dikelompokkan sebagai fungi psikrofil, mesofil, dan termofil. Pengetahuan tentang kisaran temperatur pertumbuhan suatu fungi sangat penting, terutama bila isolat-isolat tertentu akan digunakan di industri. Misalnya, fungi yang termofil atau termotoleran (*Candida tropicalis*, *Paecilomyces variotii*, dan *Mucor miehei*), dapat memberikan produk yang optimal meskipun terjadi peningkatan temperatur, karena metabolisme funginya, sehingga industri tidak memerlukan penambahan alat pendingin.

d. Waktu fermentasi

Pada awal fermentasi aktivitas enzim masih sangat rendah. Aktivitas enzim akan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi dan menurun pada hari ke-10. Hal ini mengikuti pola pertumbuhan mikroorganisme yang mengalami beberapa fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian. Organisme pembentuk spora biasanya memproduksi enzim pada fase pasca eksponensial. Jadi dapat diduga bahwa pada saat aktivitas enzim yang dihasilkan tinggi, maka kapang telah berada pada fase tersebut. Pada temperatur 31°C aktivitas tertinggi diperoleh setelah hari ke-4 fermentasi, akan tetapi pada hari ke-6 mengalami penurunan aktivitas enzim dan pada hari ke-8 mengalami kenaikan kembali.

Setiap mikroorganisme mempunyai kurva pertumbuhan. Kurva ini umumnya terbagi ke dalam beberapa fase pertumbuhan (Suriawiria, 1995: 80).

a. Fase lag

Selama fase ini perubahan bentuk dan pertumbuhan jumlah individu tidak secara nyata terlihat. Karena fase ini dapat juga dinamakan sebagai fase adaptasi ataupun fase pengaturan jasad untuk suatu aktifitas di dalam lingkungan yang mungkin baru. Sehingga grafik selama fase ini umumnya mendatar.

b. Fase eksponensial

Setelah setiap individu menyesuaikan diri dengan lingkungan baru selama fase lag, maka mulailah mengadakan perubahan bentuk dan meningkatkan jumlah individu (sel) sehingga kurva meningkat dengan tajam.

c. Fase pengurangan pertumbuhan

Berupa keadaan puncak dari fase logaritmik sebelum mencapai fase stasioner, di mana penambahan jumlah individu mulai berkurang atau menurun yang disebabkan oleh banyak faktor, antara lain berkurangnya sumber nutrient di dalam media, tercapainya jumlah kejenuhan pertumbuhan jasad dan sebagainya.

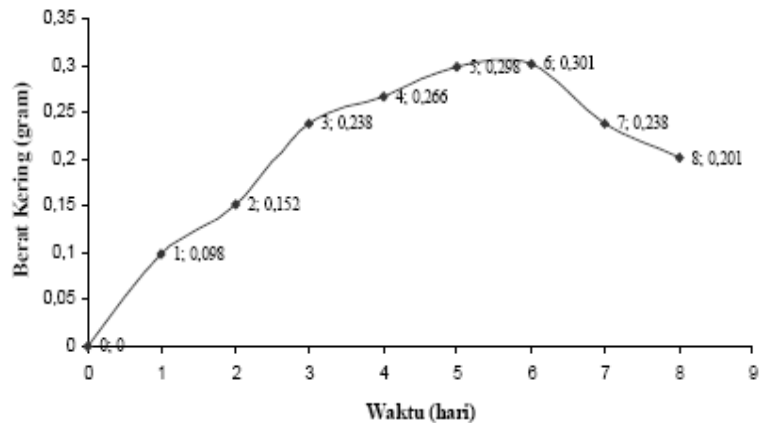
d. Fase stasioner

Pengurangan sumber nutrient serta faktor-faktor yang terkandung di dalam jasadnya sendiri, maka sampailah puncak aktifitas pertumbuhan kepada titik yang tidak bisa dilampaui lagi. Sehingga selama fase ini, gambaran grafik akan mendatar.

e. Fase kematian

Fase ini merupakan akhir dari suatu kurva di mana jumlah individu secara tajam akan menurun sehingga grafik tampaknya akan kembali ke titik awal lagi.

Berikut adalah kurva pertumbuhan dari *Aspergillus niger* seperti pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Kurva Pertumbuhan *A. niger*
(sumber : Susanti, dkk. 2009)

E. *Saccharomyces cereviceae*

Saccharomyces cereviceae biasa dikenal sebagai "ragi roti" atau "ragi bir". Ragi adalah mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran antara 5-20 mikron, biasanya berukuran 5-10 kali lebih besar dari bakteri. Terdapat berbagai macam bentuk khamir, tergantung cara pembelahan selnya (Bukle, dkk, 1987: 31). Gambar sel *Saccharomyces cereviceae* yang berbentuk seperti batangan yang berwarna putih dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Biakan *Saccharomyces cereviceae*
(Sumber : Riza, 2005)

Saccharomyces cereviceae merupakan salah satu jenis jamur yang tergolong khamir. *Saccharomyces cereviceae* dapat tumbuh dengan baik pada kondisi aerob dan anaerob. Pada kondisi anaerob dapat tumbuh dengan kecepatan pertumbuhan yang spesifik hingga 0,5 sel/jam. Pada umumnya proses produksi alkohol dilakukan oleh golongan khamir, dimana produk utama dan metabolismenya adalah etanol. Produk etanol oleh khamir menghendaki suhu antara 28 sampai 30° C dan pH antara 4,0-5,0 untuk pertumbuhannya (Harahap, 2003: 4).

Sistematika (taksonomi) dari *Saccharomyces cereviceae* diklasifikasikan sebagai berikut (Assegaf, 2009).

Kelas	: Hemiascomycetes
Ordo	: Endomycetales
Family	: Saccharomycetaceae
Sub family	: Saccharoycoideae
Genus	: Saccharomyces
Spesies	: <i>Saccharomyces cereviceae</i>

Komposisi kimia *Saccharomyces cereviceae* terdiri atas: protein 50-52%, karbohidrat 30-37%, lemak 4-5%, mineral 7-8%. Kandungan asam amino dalam khamir *Saccharomyces cereviceae* diantaranya : fenilalanin, isoleusin, lisin, leusin, metionin, sistin, treonin, triptofan dan valin (Riza, 2005: 51).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kehidupan ragi pada proses fermentasi (Harahap, 2003: 4) seperti berikut ini.

a. Nutrisi (zat gizi)

Dalam kegiatannya ragi memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakkannya, misalnya.

- 1). Unsur C : pada karbohidrat
- 2). Unsur N : dengan penambahan pupuk yang mengandung Nitrogen
- 3). Unsur P : penambahan pupuk pospat dari NPK, TSP
- 4). Mineral
- 5). Vitamin

b. Keasaman (pH)

Untuk fermentasi alkohol, ragi memerlukan media dalam suasana asam (pH 4,0-5,0).

c. Temperatur

Temperatur optimum untuk perkembangbiakkan adalah 28-30⁰C. Untuk mencegah agar suhu fermentasi tidak naik, perlu pendinginan supaya suhu dipertahankan tetap 28-30⁰C.

d. Udara

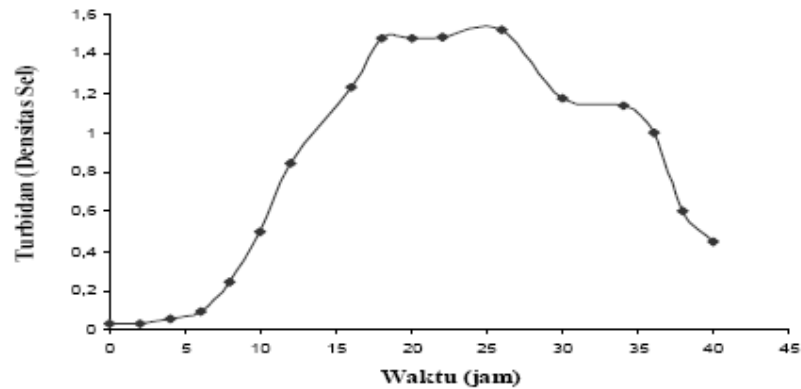
Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerob (tanpa udara). Udara hanya diperlukan pada proses pembibitan sel ragi sebelum proses fermentasi.

e. Lama fermentasi

Lamanya fermentasi berpengaruh terhadap konsentrasi alkohol yang terbentuk, hal ini disebabkan oleh aktifitas dari enzim.

Penambahan dan pertumbuhan jumlah sel mikroba pada umumnya dapat digambarkan dalam bentuk kurva pertumbuhan. Kurva pertumbuhan jasad hidup, khususnya mikroba, merupakan gambaran fase pertumbuhan secara bertahap sejak awal hingga berhenti mengadakan aktifitas. Fase pertumbuhan *Saccharomyces*

cereviceae sama seperti mikroorganisme lainnya yaitu fase lag, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian. Berikut adalah kurva pertumbuhan dari *Saccharomyces cereviceae* seperti pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Kurva Pertumbuhan *S. cereviceae*
(sumber : Susanti, dkk. 2009)

F. Bioetanol

Bioetanol merupakan etanol yang diperoleh dari tumbuhan melalui proses fermentasi glukosa menggunakan bantuan mikroorganisme. Etanol merupakan hidrokarbon berikatan tunggal yang mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berasa tetapi memiliki bau yang khas, mudah menguap, mudah terbakar, *biodegradable*, serta memiliki toksisitas yang rendah (Ali dan Ita, 2008)

Secara umum bioetanol digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, sebagai pelarut dalam industri kimia, serta campuran bahan bakar untuk kendaraan dan lain-lain.

Etanol mempunyai rumus molekul C_2H_5OH atau rumus empiris C_2H_6O (Fessenden, 1991). Sifat fisika etanol antara lain: memiliki massa molekul relatif

46,07, titik beku $-114,1^{\circ}\text{C}$ dan titik didih normal $78,32^{\circ}\text{C}$. Untuk lebih jelasnya sifat fisika etanol dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

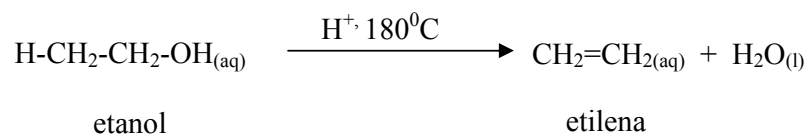
Tabel 2. Sifat Fisika Etanol

Komponen	Uraian
Massa molekul relatif	46,07
Titik beku	$-114,1^{\circ}\text{C}$
Titik didih normal	$78,32^{\circ}\text{C}$
Dentitas pada pada suhu 20°C	0,7893 g/ml
Kelarutan dalam air pada suhu 20°C	sangat larut
Viskositas pada suhu 20°C	1,17 cP
Kalor spesifik pada suhu 20°C	0,579 kal/g $^{\circ}\text{C}$
Kalor pembakaran pada suhu 25°C	7092,1 kal/g
Kalor penguapan pada suhu $78,32^{\circ}\text{C}$	200,6 kal/g

Sumber: (Rizani, 2000)

Sifat kimia dari etanol dapat bereaksi dengan HBr dan HI yang menghasilkan alkil bromida dan alkil iodida. Disamping itu etanol juga dapat mengalami dehidrasi dengan cara pemanasan dengan asam kuat. Misalnya dipanaskan pada suhu 180°C dengan menggunakan katalis asam (HCl p.a) yang menghasilkan etilena (Hart, 1990: 168).

Berikut ini adalah reaksi dehidrasi alkohol menjadi etilena yang dapat dilihat pada reaksi di bawah ini (Hart, 1990: 168).



Bahan baku pembuatan bioetanol ini dibagi menjadi tiga kelompok.

a. Bahan yang mengandung sukrosa

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

b. Bahan yang mengandung pati

Bahan-bahan yang mengandung pati antara lain tepung ubi ganyong, biji sorgum, jagung, cantel, sagu, ubi kayu, ubi jalar, dan lain-lain.

c. Bahan yang mengandung selulosa (lignoselulosa)

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

Berdasarkan ketiga jenis bahan baku tersebut, bahan yang mengandung selulosa merupakan bahan yang jarang digunakan dan cukup sulit untuk dilakukan. Hal ini karena adanya lignin yang sulit dicerna sehingga proses pembentukan glukosa menjadi lebih sulit (Khairani, 2007).

G. Destilasi

Destilasi adalah suatu metode pemisahan dan pemurnian campuran zat berdasarkan perbedaan kecepatan/volatilitas bahan atau didefinisikan juga sebagai teknik pemisahan kimia yang berdasarkan pada perbedaan titik didih.

Dalam teknik destilasi ini, campuran zat dididihkan sehingga menguap dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Penerapan proses ini didasarkan

pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya (Sarifudin, 2010).

Berikut ini adalah pembagian jenis-jenis destilasi seperti di bawah ini.

1. Destilasi Sederhana, prinsipnya memisahkan dua atau lebih komponen cairan berdasarkan pada perbedaan titik didih dari suatu larutan yang berbeda jauh.
2. Destilasi Fraksionasi (Bertingkat), sama prinsipnya dengan destilasi sederhana, hanya destilasi bertingkat ini memiliki rangkaian alat kondensor yang lebih baik, sehingga mampu memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan.
3. Destilasi Azeotrop, memisahkan campuran azeotrop (campuran dua atau lebih komponen yang sulit dipisahkan), biasanya dalam prosesnya digunakan senyawa lain yang dapat memecah ikatan azeotrop tersebut, atau dengan menggunakan tekanan tinggi.
4. Destilasi Kering, memanaskan material padat untuk mendapatkan fasa uap dan cairannya. Biasanya digunakan untuk mengambil cairan bahan bakar dari kayu atau batu bata.
5. Destilasi Vakum, memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih sangat tinggi, metode yang digunakan adalah dengan menurunkan tekanan permukaan lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya juga menjadi rendah, dalam prosesnya suhu yang digunakan untuk mendestilasinya tidak perlu terlalu tinggi (Sarifudin, 2010).

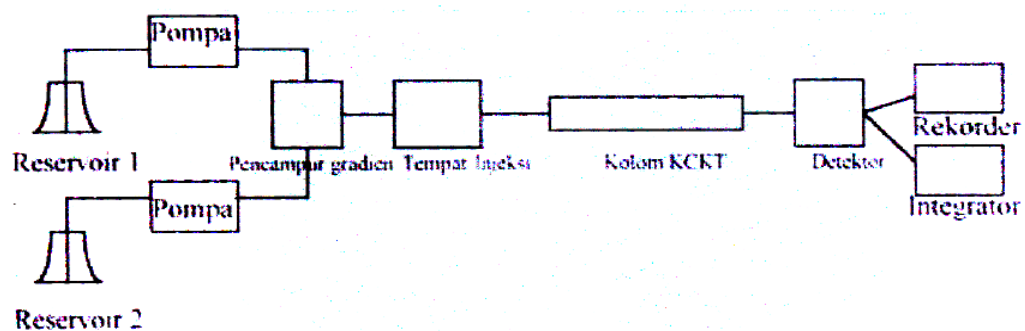
H. High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) atau biasa juga disebut Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) mulai dikembangkan pada akhir tahun 1960-an dan awal tahun 1970-an. HPLC termasuk metode analisis terbaru yaitu suatu teknik kromatografi dengan fase gerak cairan dan fase diamnya cairan atau padat. HPLC memiliki banyak kelebihan dibanding teknik kromatografi yang lain, diantaranya mampu memisahkan molekul dalam campuran, mudah melaksanakannya, kecepatan analisis dan kepekaan tinggi, dapat dihindari terjadinya dekomposisi bahan yang dianalisis, resolusi yang baik, dapat digunakan bermacam-macam detektor (menurut kebutuhan), kolom dapat digunakan kembali, serta dapat dilakukan *sample recovery*. HPLC merupakan metode yang tidak destruktif dan dapat digunakan baik untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif (Sundari, 2010).

Prinsip kerja dari HPLC ini yaitu dengan bantuan pompa fase gerak cair dialirkan melalui kolom menuju detektor. Sampel dimasukkan kedalam aliran fase gerak dengan cara penyuntikan. Pemisahan komponen-komponen campuran terjadi didalam kolom karena perbedaan kekuatan interaksi antara solut-solut terhadap fase diam. Solut-solut yang kurang kuat interaksinya dengan fase diam akan keluar dari kolom lebih dahulu. Sebaliknya solut-solut yang kuat berinteraksi dengan fase diam akan keluar dari kolom lebih lama. Setiap komponen campuran yang keluar kolom dideteksi oleh detektor kemudian direkam dalam bentuk kromatogram (Indharini, 2010).

Kromatografi fase terbalik sejauh ini adalah teknik paling banyak digunakan dalam HPLC. Teknik ini sangat populer karena dapat diterapkan untuk analit yang kebanyakan non polar dan senyawa-senyawa ionik dan terionkan (zwitter ion). Fase diam yang paling sering digunakan dalam kromatografi fase terbalik adalah fase diam yang bersifat hidrofobik di alam. Oktadesil silika (ODS atau C18) merupakan fase diam yang paling banyak digunakan karena mampu memisahkan senyawa-senyawa dengan kepolaran rendah, sedang, maupun tinggi. Fase gerak yang paling sering digunakan untuk pemisahan dengan fase terbalik adalah campuran larutan buffer dengan metanol atau campuran air dengan asetonitril (Sundari, 2010).

Detektor UV-Vis merupakan detektor yang paling banyak digunakan. Detektor spektrofotometri UV-Vis merupakan detektor dengan sensitivitas tinggi karena dapat menganalisis analit meskipun beratnya hanya dalam skala nano 12 gram. Selain itu, detektor ini juga tidak dipengaruhi suhu. Pendeteksian detektor ini didasarkan pada transisi elektronik elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi (Sundari, 2010). Berikut ini adalah komponen-komponen HPLC seperti yang terlihat pada Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Komponen-komponen HPLC
(Sumber: Subani, 2008)

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi glukosa dari hasil hidrolisis pati ubi jalar merah sebesar 552,5179856 ppm. Kondisi optimum fermentasi dari pati ubi jalar merah yang diperoleh adalah pada penambahan jumlah inokulum *S.cereviceae* 10 mL dan lama fermentasi 60 jam dihasilkan bioetanol dengan konsentrasi sebesar 3,04911 % dengan volume 30 mL.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan beberapa hal seperti di bawah ini.

1. Untuk memperoleh bioetanol dengan jumlah yang banyak dan konsentrasi yang tinggi, perlu dilakukan hidrolisis terhadap pati ubi jalar merah menggunakan enzim amilase langsung yang dihasilkan dari *Aspergillus niger*.
2. Untuk memperoleh alkohol yang benar-benar murni, sebaiknya menggunakan alat destilasi bertingkat.
3. Untuk penelitian lebih lanjut, sebaiknya menggunakan alat shaker yang dilengkapi dengan pengatur suhu dan inkubator agar inokulum dapat

bekerja dengan optimal dalam menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Nur. 2004. *Pengolahan Tepung Ubi Jalar dan Produk-Produknya Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pedesaan*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Makalah Pribadi Filsafat Sains (PPS 702), 14 Desember 2004
- Ali dan Ita. 2009. *Produktivitas Etanol dari Molases Menggunakan Bakteri Zymomonas Mobilis dan Zymomonas mobilis Termutasi dengan Teknik Immobilisasi Sel k-Karaginan*. Laboratorium Teknologi Biokimia. Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS
- Assegaf, Faisal. 2009. *Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (musa paradisiaca) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis*. Semarang: Universitas Jenderal Soedirman
- Bukle, dkk. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Demirbas, Ayhan. 2005. *Bioetanol From Cellulosic Material : A Renewable Motor Fuel From Biomass*. Journal Energy Sources. Vol 27, P. 327-337
- Elevri dan Surya. 2006. *Produksi Etanol Menggunakan Saccharomyces cereviseae Yang Diamobilisasi Dengan Agar Batang*. Surabaya: Laboratorium Biokimia, Jurusan kimia FMIPA ITS. Akta Kimindo Vol.1 No.2 April 2006: 105-114
- Fessenden, R.J., Fessenden, J.S., 1991. *Kimia Organik*, Terjemahan A. Hadyana P., Jilid 2, Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga
- Haetami, Abun, dan Yuniar Mulyani. 2008. *Studi Pembuatan Probiotik (Bacillus licheniformis, Aspergillus niger, dan Saccharomyces cereviseae) Sebagai Feed Suplement Serta Implikasinya Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Merah*. Padjadjaran: Universitas Padjadjaran
- Harahap, Hamidah. 2003. *Produksi Alkohol*. Karya Ilmiah USU. Halaman 1-10
- Hart, Harold. 1990. *Kimia Organik*, Terjemahan Dr. Suminar Achmadi Ph.D., Edisi keenam. Jakarta: Erlangga
- Hidayat, Nur Suhartini. 2007. *Mikrobiologi Industri*. Malang: Universitas Brawijaya
- Indharini, Ulfah. 2010. *Penetapan Kadar α -Mangostin Pada Infusa Kering Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.)*. Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta