



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PEMBUATAN BIOTANOL DARI UMBI TALAS (*Colocasia glantha*
Hook F) MELALUI HIDROLISIS ENZIMATIK DAN FERMENTASI
MENGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae***

SKRIPSI



FEBBY FEBRIZAL
07132048

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI UMBI TALAS (*Colocasia gigantea Hook F*)
MELALUI HIDROLISIS ENZIMATIK DAN FERMENTASI
MENGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae***

Skripsi Sarjana Kimia

Oleh :

FEBBY FEBRIZAL

**Sripsi diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

LEMBARAN PENGESAHAN

Pembuatan Bioetanol Dari Umbi Talas (*Colocasia gigantea Hook F*) Melalui Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi oleh **Febby Febrizal (07132048)** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S1), pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, yang telah dipertahankan di depan penguji tanggal : 1 Februari 2012.

Disetujui Oleh :

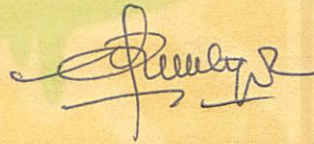
Pembimbing I

Pembimbing II



Elida Mardiah, MS

Nip : 195607121983032002

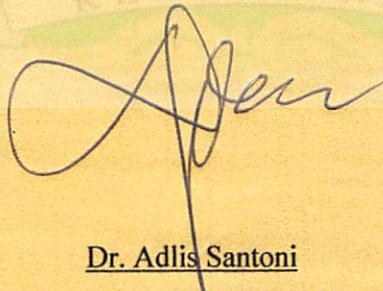


Marniati Salim, MS

Nip : 195604061983032001

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Adlis Santoni

Nip. 196212031988111002

ABSTRAK

Pembuatan Bioetanol dari Umbi Talas (*Colocasia gigantean Hook F*) Melalui Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Febby Febrizal (07132048)
Elida Mardiah, MS* Marniati Salim, MS*
Pembimbing *

Penelitian mengenai pembuatan bioetanol dari umbi talas melalui hidrolisis enzimatik telah dilakukan. Pembuatan bioetanol ini dilakukan dengan memvariasikan penambahan enzim α -amilase, glukoamilase dan lama hidrolisis serta lama fermentasi. Sebanyak 15 g tepung umbi talas yang telah dihaluskan dihidrolisis menggunakan enzim α -amilase dan glukoamilase dengan variasi penambahan 4, 5, 6, 7, 8, mL dan variasi lama hidrolisis 1, 2, 3, 4, 5 jam. Konsentrasi Gula Reduksi yang dihasilkan dari proses hidrolisis dianalisa menggunakan metode Somogy-Nelson. Hidrolisis dengan penambahan 6 mL enzim α -amilase dan 7 mL glukoamilase selama 4 jam memberikan konsentrasi optimum sebesar 64,222 g/L. Hidrolisat yang dihasilkan dilanjutkan pada proses fermentasi selama 3, 4, 5, 6 dan 7 hari. Hasilnya dianalisa dengan *Gas Chromatography* (GC), produksi bioetanol maksimum didapat setelah fermentasi 5 hari, konsentrasi etanol yang diperoleh sebesar 4,0123 %.

Kata Kunci : bioetanol, umbi talas (*Colocasia gigantean Hook F*), hidrolisis, fermentasi, α -amilase, glukoamilase

ABSTRACT

Bioethanol from Taro Tuber (*Colocasia gigantean Hook F*) Through Enzymatic Hydrolysis and Fermentation Using *Saccharomyces cerevisiae*

Febby Febrizal (07132048)

Bachelor of Science in Chemistry Faculty of Matematic and Natural Science
University of Andalas

Advice by Elida Mardiah, MS and Marniati Salim, MS

Research on the manufacture of bioethanol from tubers of taro through enzymatic hydrolysis has been carried out. Manufacture of bioethanol is being done with varying the addition of the enzyme α -amylase, glucoamylase hydrolysis time and fermentation time. A total of 15 g of flour that has been mashed taro tuber hydrolyzed using the enzyme α -amylase and glucoamylase by the addition of variation of volume 4, 5, 6, 7, 8 mL, and variations of hydrolysis time 1, 2, 3, 4, 5 hours. Sugar concentration reduction resulting from the hydrolysis process was analyzed using Somoggy-Nelson method. Hydrolysis with the addition of 6 mL of the enzyme α -amylase and glucoamylase 7 mL for 4 hours to give the optimum concentration of 64.222 g/L. Hydrolysates produced in the fermentation process was continued for 3, 4, 5, 6 and 7 days. The results were analyzed by Gas Chromatography (GC), the maximum bioethanol production obtained after 5 days of fermentation, the ethanol concentration obtained at 4.0123%.

Keywords: bioethanol, taro tuber (*Colocasia gigantean Hook F*), hydrolysis, fermentation, α -amylase, glucoamylase

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Pembuatan Bioetanol Dari Umbi Talas (*Colocasia gigantean Hook F*) Melalui Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*”**.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains, S1 pada Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas Padang. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Elida Mardiah, M.S. selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi ini
2. Ibu Marniati Salim, M.S. selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan, dan bimbingan selama penelitian
3. Bapak Prof. Dr. Hamzar Suyani, M.Sc. selaku pembimbing akademik
4. Bapak Dr. Adlis Santoni selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNAND
5. Bapak Dr. Mai Efdi selaku Koordinator Pendidikan Jurusan Kimia FMIPA UNAND
6. Bapak Adi Kepala Laboratorium Kesehatan Padang, yang telah membantu kelancaran penelitian
7. Bapak dan Ibu staf pengajar di Jurusan Kimia FMIPA UNAND
8. Ibu Prof. Dr. Sumaryati Syukur selaku Kepala Laboratorium Biokimia FMIPA UNAND
9. Ibu Fitriyanti, AMd selaku analis Laboratorium Biokimia FMIPA

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat untuk menyempurnakan skripsi ini.

Padang, Januari 2012

Penulis,

DAFTAR ISI

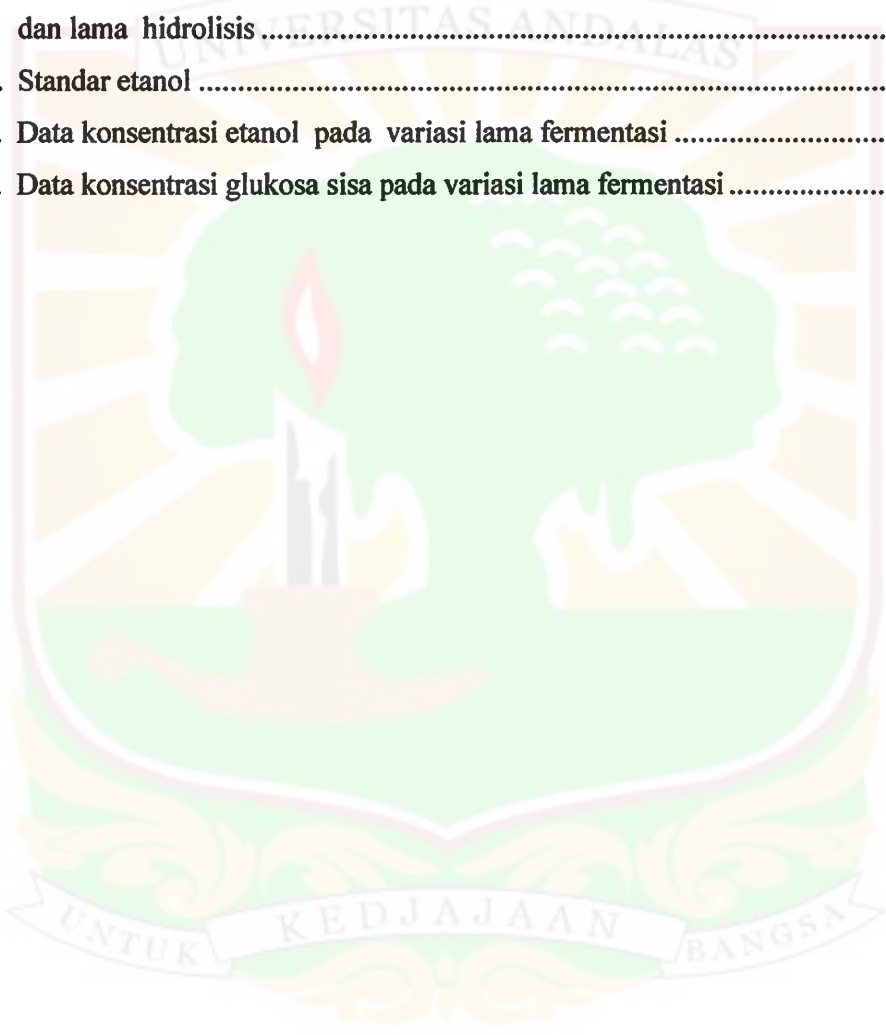
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACTiii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Bioetanol	3
2.2. Tanaman Talas (<i>Colocasia gigantean Hook F</i>).....	4
2.3. Hidrolisis Pati	5
2.4. Enzim Amilase	7
2.5. Fermentasi Alkohol.....	8
2.6. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	9
2.7. Metode Somogy-Nelson.....	9
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan	
3.2.1 Alat	10
3.2.2 Bahan	10
3.3 Pembuatan Reagen dan Medium	
3.3.1 Reagen Nelson	10
3.3.2 Reagen Fosfomolibdat	11
3.3.3 Medium <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	11
3.3.4 Medium Inokulum	11
3.3.5 Medium Nutrisi.....	11
3.3.6 Buffer Asetat	12
3.3.7 Larutan Standar Glukosa.....	12
3.3.8 Larutan Standar Etanol.....	12
3.4 Prosedur Penelitian	
3.4.1 Persiapan Sampel.....	12
3.4.2 Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dari Fermipan	13
3.4.3 Perbanyakkan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13

3.4.4 Pembuatan Kurva Standar Glukosa	13
3.4.5 Proses Hidrolisis	
3.4.5.1 Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan α -Amilase Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi.....	14
3.4.5.2 Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Hidrolisis Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi	14
3.4.5.3 Penentuan Konsentrasi Gula reduksi dengan metoda Somogy-Nelson	14
3.4.6 Fermentasi	
3.4.6.1 Penentuan Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol.....	15
3.4.6.2 Penentuan Konsentrasi Etanol dengan menggunakan Gas Chromatography. 15	
3.4.6.3 Penentuan Konsentrasi Glukosa Sisa Pada Variasi Lama Fermentasi.....	16
BAB IV. HASIL DAN DISKUSI	
4.1 Hasil Isolasi dan Pemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	17
4.2 Pengaruh Variasi Penambahan α -Amilase Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi	18
4.3 Pengaruh Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Hidrolisis Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi	19
4.4 Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol.....	21
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA.....	24
LAMPIRAN.....	26



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi karbohidrat umbi talas	5
Tabel 2. Data konsentrasi gula reduksi setelah dihidrolisis dengan glucoamilase selama 4 jam	20
Tabel 3. Data absorban standar glukosa	35
Tabel 4. Data konsentrasi gula reduksi pada variasi penambahan α -amilase	36
Tabel 5. Data konsentrasi gula reduksi pada variasi penambahan glucoamilase dan lama hidrolisis	36
Tabel 6. Standar etanol	37
Tabel 7. Data konsentrasi etanol pada variasi lama fermentasi	38
Tabel 8. Data konsentrasi glukosa sisa pada variasi lama fermentasi	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. (A) Tanaman talas (<i>Colocasia gigantea Hook F</i>) (B) Umbi talas (<i>Colocasia gigantea Hook F</i>)	4
Gambar 2. Struktur amilosa dan amilopektin penyusun pati	5
Gambar 3. Reaksi kimia pembuatan glukosa dengan hidrolisis pati	7
Gambar 4. Skema perubahan glukosa menjadi alkohol	8
Gambar 5. Sampel umbi talas (<i>Colocasia gigantea Hook F</i>)	12
Gambar 6. (a) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> hasil isolasi (b) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATC 19433	17
Gambar 7. Biakan Murni <i>Sacharomyces serevisiae</i>	18
Gambar 8. Kurva konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan dengan variasi penambaham α -amilase	18
Gambar 9. Grafik konsentrasi gula reduksi pada variasi volume glucoamilase dan lama hidrolisis terhadap	19
Gambar 10. Kurva konsentrasi etanol yang dihasilkan pada variasi lama fermentasi	21
Gambar 11. Kurva konsentrasi glukosa sisa pada variasi lama fermentasi	22
Gambar 12. Kurva panjang gelombang maksimum glukosa	34
Gambar 13. Kurva kalibrasi standar glukosa	35
Gambar 14. Kurva kalibrasi standar etanol	37
Gambar 15. Alat Gas Chromatography (<i>QP 2010 S SHIMADZHU</i>)	40
Gambar 16. Alat spektrofotometer (Thermo Spectronic Genesys 20)	40
Gambar 17. Alat destilasi	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Persiapan Sampel.....	26
Lampiran 2.	Skema Kerja Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27
Lampiran 3.	Skema Kerja Pembuatan Medium PDA.....	28
Lampiran 4.	Skema Kerja Pengukuran Absorban Standar Glukosa.....	29
Lampiran 5.	Skema Kerja Hidrolisis Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan α -Amilase terhadap Konsentrasi Gula Reduksi	30
	Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan Glukoamilase serta Lama Hidrolisis terhadap Konsentrasi Gula Reduksi	31
Lampiran 6.	Skema Kerja Fermentasi Bioetanol Penentuan Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol	32
	Penentuan Konsentrasi Glukosa Sisa Pada Variasi Lama Fermentasi	33
Lampiran 7.	Kurva Absorban Maksimum Glukosa.....	34
Lampiran 8.	Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Glukosa.....	35
Lampiran 9.	Contoh Perhitungan Mencari Konsentrasi Glukosa Sampel.....	35
Lampiran 10.	Data Konsentrasi Gula Reduksi pada Variasi Penambahan α -amilase.....	36
Lampiran 11.	Data Konsentarsi Gula Reduksi pada Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Proses Hidrolisis	36
Lampiran 12.	Data Larutan Standar Etanol.....	37
Lampiran 13.	Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol.....	38
Lampiran 14.	Data Konsentrasi Glukosa Sisa pada Variasi Lama Fermentasi.....	39
Lampiran 15.	Gambar Alat Gas Chromatography yang digunakan dalam Penelitian.....	40
Lampiran 16.	Gambar Alat Spektrofotometer	40
Lampiran 17.	Gambar Alat Destilasi.....	41
Lampiran 18.	Kromatogram Etanol Umbi Talas dari Analisis GC	42
Lampiran 19.	Kromatogram Standar Etanol dari Analisis GC.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di berbagai negara akhir-akhir ini mengalami peningkatan tajam. Untuk mengantisipasi krisis BBM pada masa yang akan datang, saat ini telah berkembang pemanfaatan etanol sebagai bahan bakar alternatif, contohnya pembuatan bioetanol untuk gasohol (campuran gasolin dan alkohol).¹

Secara lebih spesifik bioetanol adalah cairan yang dihasilkan melalui proses fermentasi glukosa dari penguraian sumber karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dapat juga diartikan sebagai bahan kimia yang memiliki kesamaan sifat dengan minyak premium, karena terdapatnya unsur – unsur seperti karbon (C) dan hidrogen (H). Bahan baku pembuatan bioetanol dibagi menjadi tiga kelompok yaitu bahan bersukrosa seperti : tebu, nira nipah, nira sargum manis, nira kelapa, nira aren, dan sari buah mete; bahan berpati seperti : tepung ubi ganyong, sorgum biji, jagung, cantel, sagu, ubi kayu, ubi jalar, dan lain-lain; dan bahan berserat selulosa/lignoselulosa yaitu tanaman yang mengandung selulosa dan lignin seperti : kayu, jerami, batang pisang, dan lain-lain.²

Glukosa dapat dibuat dari pati-patian, proses pembuatannya dapat dibedakan berdasarkan zat pembantu yang dipergunakan, yaitu hidrolisis asam dan hidrolisis enzim. Berdasarkan kedua jenis hidrolisis tersebut, saat ini hidrolisis enzim lebih banyak dikembangkan, sedangkan hidrolisis asam misalnya dengan asam sulfat kurang dapat berkembang, sehingga proses pembuatan glukosa dari pati-patian sekarang ini dipergunakan dengan hidrolisis enzim. Dalam pembuatan bioetanol proses konversi karbohidrat menjadi glukosa dilakukan dengan penambahan air dan enzim kemudian dilakukan proses peragian atau fermentasi gula menjadi etanol dengan menambahkan *yeast* atau ragi.³

Talas (*Colocasia gigantea Hook F*) termasuk tanaman umbi-umbian. Tanaman ini yang biasanya dimanfaatkan adalah bagian daun dan tangkainya saja, yaitu sebagai sayuran pencampur gule. Umbinya tidak dikonsumsi sebagai

panganan, karena rasanya yang tidak enak. Umbi talas dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena mengandung pati yang cukup tinggi.⁴

1.2 Rumusan Masalah :

Pada penelitian ini masalah yang akan diteliti adalah :

1. Apakah umbi talas dapat digunakan untuk membuat bioetanol
2. Apakah jumlah enzim yang digunakan mempengaruhi proses hidrolisis
3. Apakah lama fermentasi dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan bioetanol dari umbi talas, serta mengamati variable-variabel yang dapat mempengaruhi konsentrasi etanol yang dihasilkan yaitu :

1. Pengaruh variasi penambahan enzim α -amilase dan glukoamilase serta lama hidrolisis terhadap konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan
2. Pengaruh lama fermentasi terhadap konsentrasi etanol dan konsentrasi glukosa sisa

1.4 Manfaat Penelitian

Memanfaatkan umbi talas sebagai sumber pembuatan bioetanol dan dapat dipergunakan sebagai salah satu alternatif pengganti BBM.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioetanol

Etanol atau etil alkohol merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, *biodegradable*, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Rumus molekul C_2H_6O , juga bisa ditulis EtOH atau C_2H_5OH . Sifat-sifat fisika dan kimia etanol yaitu massa molekul relatif (M_r) = 46,06844 g/mol; density = 0,789 g/cm³; titik lebur = -114,3 °C; titik didih 78,4 °C; viskositas = 1200 cP pada 20 °C; momen dipole = 1,69 D (gas).⁵

Bioetanol merupakan cairan yang berasal dari proses fermentasi gula dengan bantuan mikroorganisme. Pembuatannya melalui proses biologi, sehingga produk etanol yang dihasilkan disebut dengan bioetanol.⁶

Bahan baku pembuatan bioetanol ini dibagi menjadi tiga kelompok yaitu :

a. Bahan sukrosa

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

b. Bahan berpati

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

c. Bahan berselulosa (lignoselulosa)

Bahan berselulosa (lignoselulosa) artinya adalah bahan tanaman yang mengandung selulosa (serat), antara lain ampas tebu, kayu, jerami, batang pisang, dan lain-lain.⁷

Etanol digunakan dalam beragam industri seperti sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran untuk minuman keras seperti sake atau gin, bahan baku farmasi dan kosmetik, dan campuran bahan bakar kendaraan, peningkat angka oktan dan bensin alkohol (gasohol).

Fungsi etanol sebagai campuran bahan bakar kendaraan memiliki prospek bagus karena makin tingginya harga minyak mentah. Etanol berfungsi sebagai penambah volume BBM, sebagai peningkat angka oktan, dan sebagai sumber oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih pengganti MTBE.⁵

2.2 Tanaman Talas (*Colocasia gigantea* Hook F)

Talas (*Colocasia gigantea* Hook F), hampir sama dengan talas jenis lainnya yang semarga, yaitu *Colocasia esculenta*. Perbedaannya ialah pada ukuran pohonnya yang lebih besar, bisa mencapai tinggi 2 meter dan tangkai daunnya yang ditutupi lapisan lilin putih, serta urat-urat daunnya yang lebih kasar.

Umbi induknya cukup besar, akan tetapi tidak enak dimakan. Salah satunya yang telah dibudidayakan mempunyai ukuran pohon yang lebih kecil untuk digunakan daunnya, kultivar ini dikenal dengan nama *Colocasia gigantea* Hook F. Jenis ini berasal dari Malaysia. Tumbuh dari dataran rendah sampai pegunungan (25 – 1.500 m dpl), pada hutan campuran, hutan jati, di rawa-rawa dan pada padang alang-alang. Menyenangi tempat yang agak terlindung dan lembab.⁸



(A)

(B)

Gambar 1. (A) Tanaman Talas (*Colocasia gigantea* Hook F)
(B) Umbi Talas (*Colocasia gigantea* Hook F)

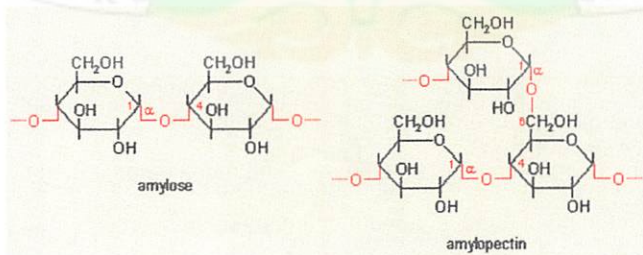
Tanaman ini biasanya dipergunakan oleh masyarakat sebagai sayuran, pencampur gule. Bagian yang dipergunakan adalah daun dan tangkainya saja, sedangkan umbinya dibiarkan begitu saja, tidak dikonsumsi dikarenakan rasanya yang tidak enak. Ubi talas yang berukuran sangat besar, dan memiliki kandungan pati dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bioetanol dengan bantuan *S.cerevisiae* pada proses fermentasinya.⁸

Tabel 1 . Komposisi Karbohidrat Ubi Talas.⁹

Jenis Karbohidrat	Jumlah (%)
Pati	77,9
Pentosa	2,6
Serat Kasar	1,4
Dekstrin	0,5
Gula Pereduksi	0,5
Sukrosa	0,1

2.3 Hidrolisis Pati

Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa sebagai produk fotosintesis dalam jangka panjang. Pati dibuat dari tumbuhan singkong (ubi kayu), ubi jalar, talas, kentang, sagu dan lain-lain. Didalam pati tersusun atas dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin (Gambar 2), dalam komposisi yang berbeda-beda. Dua fraksi ini dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Secara struktur amilosa mempunyai struktur lurus, sedang amilopektin bercabang.¹⁰



Gambar 2. Struktur amilosa dan amilopektin penyusun pati.¹⁰

Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa dan glukosa. Proses hidrolisis pati menjadi sirup glukosa dapat menggunakan katalis enzim, asam atau gabungan keduanya. Hidrolisis secara enzimatis memiliki perbedaan mendasar dengan hidrolisis secara asam. Hidrolisis secara asam memutus rantai pati secara acak, sedangkan hidrolisis secara enzimatis memutus rantai pati secara spesifik pada percabangan tertentu. Hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan dibandingkan hidrolisis asam, karena prosesnya lebih spesifik, kondisi prosesnya dapat dikontrol, biaya pemurnian lebih murah, dan kerusakan warna dapat diminimalkan. Secara garis besar, tahap hidrolisis pati adalah gelatinisasi, liquifikasi dan sakarifikasi.

1. Gelatinisasi

Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. Granular pati dibuat membengkak akibat peningkatan volume oleh air dan tidak dapat kembali lagi ke kondisi semula. Perubahan inilah yang disebut gelatinisasi. Suhu pada saat granular pecah disebut suhu gelatinisasi yang dapat dilakukan dengan adanya panas.

2. Liquifikasi

Tahap liquifikasi secara enzimatis merupakan proses hidrolisis pati menjadi dekstrin oleh enzim pada suhu di atas suhu gelatinisasi dan pH optimum aktivitas enzim, selama waktu yang telah ditentukan untuk setiap jenis enzim. Proses liquifikasi selesai ditandai dengan parameter dimana larutan menjadi lebih encer seperti sup.

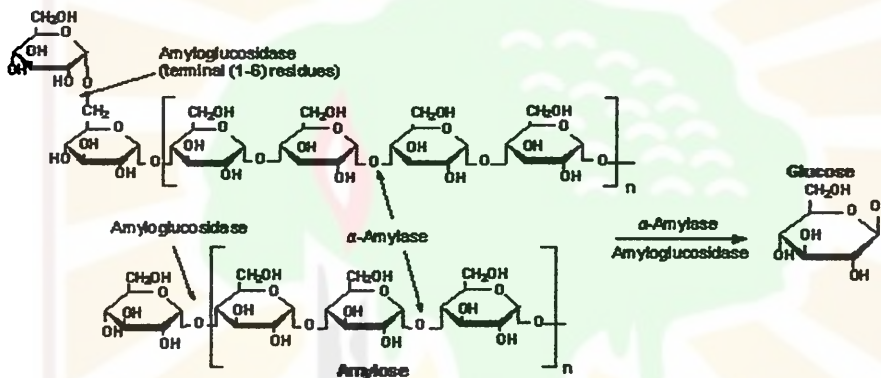
3. Sakarifikasi

Tahap sakarifikasi adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan penambahan enzim glukamilase. Pada tahap ini dekstrin diubah menjadi glukosa. Untuk memurnikan sirup glukosa yang dihasilkan dapat

dengan proses absorpsi oleh arang aktif. Proses hidrolisis enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: jenis enzim, ukuran partikel, suhu, pH, waktu hidrolisis, perbandingan cairan terhadap bahan baku (volume substrat), dan pengadukan.¹⁰

2.4. Enzim Amilase

Enzim yang biasa digunakan untuk proses pembuatan sirup glukosa secara sinergis adalah enzim α -amilase dan enzim glukoamilase. Enzim α -amilase akan memotong ikatan amilosa dengan cepat pada pati kental yang telah mengalami gelatinisasi. Kemudian enzim glukoamilase akan menguraikan pati secara sempurna menjadi glukosa pada tahap sakarifikasi.¹¹ (Gambar 3)



Gambar 3. Reaksi kimia pembuatan glukosa dengan hidrolisis pati.¹⁰

Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) adalah monosakarida yang paling banyak terdapat di alam. Enzim-enzim mengubah karbohidrat seperti maltosa atau sukrosa menjadi karbohidrat yang lebih sederhana seperti glukosa dan fruktosa. Karbohidrat sederhana tersebut kemudian dirubah menjadi etanol dan karbon dioksida. Perubahan ini bisa ditunjukkan sebagai persamaan-persamaan reaksi kimia sederhana.¹²



Enzim amilase dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan yaitu:

1. α -amilase, yang memecah pati secara acak dari tengah atau dari bagian dalam molekul (endoamilase)
2. β -amilase, yang menghidrolisis unit-unit gula dari ujung molekul pati menghasilkan maltose (eksoamilase)

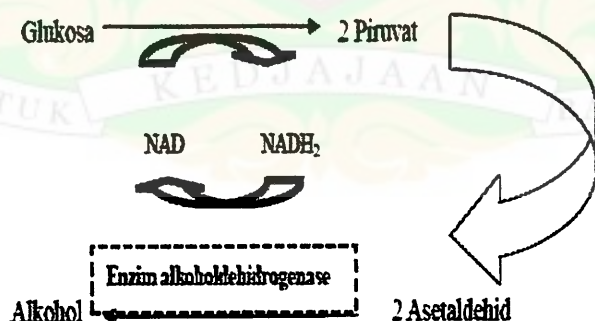
3. Glukoamilase, yang dapat memisahkan glukosa dari terminal gula non pereduksi substrat pati.¹³

Enzim α -amilase (α -1,4-D-glukanohidrolase) merupakan enzim yang menghidrolisis ikatan α -1,4 glikosida pada pati (amilosa dan amilopektin) dan glikogen. Hidrolisis ini terjadi secara acak dari tengah atau bagian dalam molekul pati. Enzim ini terdapat pada tanaman, jaringan mamalia dan mikroba. Dalam industri α -amilase diisolasi dari pankreas babi dan sapi, dari mikroba seperti *Bacillus subtilis* atau dari jamur *Aspergillus oryzae*.¹⁴

2.5. Fermentasi Alkohol

Fermentasi dapat diartikan sebagai perubahan oleh enzim beberapa bakteri, khamir, dan jamur. Contoh perubahan kimia dari fermentasi meliputi pengasaman susu, dekomposisi pati dan gula menjadi alkohol dan karbondioksida, serta oksidasi senyawa nitrogen organik.¹⁵

Fermentasi alkohol atau alkoholisasi adalah proses perubahan gula menjadi alkohol dan CO_2 oleh mikroba, terutama oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Karbohidrat akan dipecah dahulu menjadi gula sederhana yaitu dengan hidrolisis pati menjadi unit-unit glukosa. Dalam tahap pertama fermentasi glukosa selalu terbentuk asam piruvat melalui jalur *Embden Meyerhof Parnas* (EMP) atau glikolisis. Piruvat tersebut diubah menjadi alkohol melalui dua tahap yaitu pertama, piruvat didekarboksilasi menjadi asetaldehid oleh *piruvat dekarboksilase* dengan melibatkan tiamin pirofosfat dan tahap kedua asetaldehid oleh *alkohol dehidrogenase* direduksi dengan NADH_2 menjadi alkohol. Perubahan glukosa menjadi alkohol dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 : Skema Perubahan Glukosa Menjadi Alkohol

Selain alkohol, dihasilkan juga sejumlah senyawa lain seperti asam suksinat, amilalkohol dan gliserol. Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap fermentasi alkohol diantaranya konsentrasi inokulum, lama fermentasi, nutrisi dan pH.⁶

2.6 *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae memiliki sel berbentuk ellipsoid atau silindris. Ukuran sel antara 5-20 mikron, biasanya 5-10 kali lebih besar dari ukuran bakteri dan merupakan mikroorganisme bersel tunggal, tidak bergerak sehingga tidak memiliki struktur tambahan di bagian luarnya seperti flagella. *Saccharomyces cerevisiae* termasuk khamir uniseluler. Khamir ini bersifat nonpatogenik dan nontoksik, sehingga sejak dahulu banyak digunakan dalam berbagai proses fermentasi seperti pada pembuatan roti dan alkohol.⁶

Saccharomyces cerevisiae memerlukan kondisi lingkungan yang cocok untuk pertumbuhannya, yaitu nutrisi sebagai sumber energi terutama gula, pH optimum 4-5, temperatur optimum 28 °C - 30°C serta kebutuhan akan oksigen terutama pada awal pertumbuhan. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan organisme fakultatif anaerob yang dapat menggunakan baik sistem aerob maupun anaerob untuk memperoleh energi dari pemecahan glukosa. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan alkohol dalam jumlah yang besar. Selain itu juga memiliki toleransi yang tinggi terhadap alkohol.¹⁶

2.7 Metoda Somogy-Nelson

Metode ini dapat digunakan untuk mengukur kadar gula reduksi dengan menggunakan pereaksi tembaga-fosfo-molibdat. Kupri mula-mula direduksi menjadi bentuk kupro dengan pemanasan larutan gula. Kupro yang terbentuk berupa endapan selanjutnya dilarutkan dengan fosfomolibdat menjadi molibdenum berwarna biru yang menunjukkan ukuran konsentrasi gula. Dengan membandingkannya terhadap larutan standar, konsentrasi gula dalam sampel dapat ditentukan. Reaksi warna yang terbentuk dapat menentukan konsentrasi gula dalam sampel dengan mengukur absorbansi.¹⁷

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Andalas dan Balai Laboratorium Kesehatan Padang mulai bulan Agustus-Desember 2011.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Neraca analitik, alat-alat gelas, inkubator, autoklaf, *hot plate stirrer*, termometer, spektrofotometer (Thermo Spectronic Genesys 20), jarum ose, kantung plastik steril, sentrifus, *shaker*, pH indikator, seperangkat peralatan destilasi, *stopwatch*, dan peralatan GC (*QP 2010 S SHIMADZHU*).

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah umbi talas (*Colocasia gigantea Hook F*) yang didapatkan dari kebun warga sekitar Siteba Padang, natrium karbonat (Merck), kalium natrium tartarat (Merck), natrium bikarbonat, natrium sulfat (Merck), tembaga sulfat hidrat (Merck), asam sulfat pekat, natrium tungstat (Merck), asam molibdat, natrium hidroksida, akuabides, asam pospat 85 %, enzim α -amilase dan glukamilase (Novozyme), asam asetat, natrium asetat, medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , *yeast extract* dan etanol 96 %.

3.3 Pembuatan Reagen dan Medium

3.3.1 Reagen Nelson

Reagen Nelson dibuat dengan mencampurkan 25 bagian Nelson A dengan 1 bagian Nelson B. Untuk membuat Nelson A yaitu dengan melarutkan 2,5 gram natrium karbonat (Na_2CO_3), 2,5 gram kalium natrium tartarat, 2 gram natrium bikarbonat (NaHCO_3) dan 20 gram natrium sulfat dalam 100 ml akuabides. Untuk membuat Nelson B yaitu dengan melarutkan 7,5 gram tembaga sulfat hidrat (CuSO_4) dalam 50 mL akuabides, lalu ditambahkan 1 tetes asam sulfat pekat.⁵

3.3.2 Reagen Fosfomolibdat

Reagen fosfomolibdat dibuat dengan cara melarutkan 1 gram natrium tungstat ($\text{Na}_2\text{O}_4\text{W}$) ditambah 7 gram asam molibdat dalam 70 ml natrium hidroksida (NaOH) 5 %. Larutan dididihkan selama 5 menit, didinginkan dan ditambahkan 25 ml asam pospat (H_3PO_4) 85 %, kemudian dilarutkan dengan 100 ml akuabidest.⁵

3.3.3 Medium *Potato Dextro Agar* (PDA)

Medium PDA merupakan medium padat yang digunakan untuk mengisolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari fermipan. Kentang dikupas dan dipotong kecil-kecil, ditimbang sebanyak 50 g, ditambahkan 250 mL akuabidest kedalam erlenmeyer 500 mL, kemudian dipanaskan sampai mendidih selama 15 menit. Air rebusan disaring dengan kertas saring untuk mendapatkan ekstrak kentang. Ekstrak kentang di tambahkan 5 g dektrosa, dan 5 g agar, ditutup dengan alumunium voil dan dipanaskan dengan *hot plate stirrer* hingga mendidih. Selanjutnya disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1,5 atm.¹⁸ Skema kerja dapat dilihat pada lampiran 3.

3.3.4 Medium Inokulum

Medium inokulum ini dibuat dengan melarutkan 1 g glukosa, 0,1 g ekstrak ragi 0,01 g KHP_2PO_4 , 0,01 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan 0,01 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dalam 100 mL akuabidest. Larutan ini disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit dan tekanan 1,5 atm.¹⁸

3.3.5 Medium Nutrisi

Medium nutrisi yang digunakan terdiri 0,2 g ekstrak ragi, 0,3 g KH_2PO_4 , 0,2 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,4 g/L $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, yang dilarutkan dalam 100 mL akuabidest. Larutan ini disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit dan tekanan 1,5 atm.¹⁸

3.3.6 Buffer Asetat

Buffer asetat pH 5 dibuat dengan mencampurkan 20 ml larutan A (1,2 ml as.asetat dalam 100 ml akuabides) dan 30 ml larutan B (1,6571 g natrium asetat dalam 100 ml akuabidest).

3.3.7 Larutan Standar Glukosa

Sebanyak 0,1 gram glukosa dilarutkan dalam labu ukur 100 mL sebagai larutan induk (1000 mg/L). Larutan standar glukosa divariasikan dengan konsentrasi 4, 8, 12, 16, 20 mg/L dengan memipet larutan induk glukosa sebanyak 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mL dan diencerkan dalam labu ukur 50 mL.

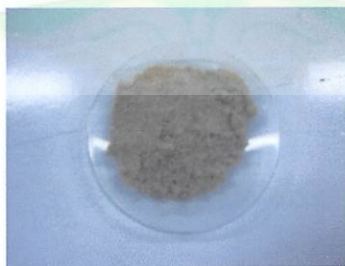
3.3.8 Larutan Standar Etanol

Larutan etanol yang digunakan sebagai larutan induk adalah etanol 96%. Larutan standar etanol divariasikan dengan konsentrasi 0,1; 0,5; 1; 2; dan 4 %. Larutan induk etanol diambil sebanyak 0,01; 0,05; 0,10; 0,21; 0,41 mL dan diencerkan dalam labu ukur 10 mL.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung talas yang dibuat dari umbi talas (*Colocasia gigantea Hook F*). Umbi talas dikupas dan dicuci, setelah bersih dihaluskan menggunakan penggiling. Umbi yang telah halus dikeringkan \pm 3 hari dengan bantuan sinar matahari hingga menjadi tepung. Tepung diayak menggunakan ayakan dengan pori 425 μ m untuk menyeragamkan ukuran partikel dan disimpan di tempat yang kering. Tepung siap digunakan sebagai sampel dalam jangka waktu yang lama. Skema kerja persiapan sampel pada Lampiran 1.



Gambar 5. Sampel Umbi Talas (*Colocasia gigantea Hook F*)

3.4.2 Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan

Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari fermipan dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat. Fermipan ditimbang sebanyak 1 g, dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah dengan 9 mL air akuabides (pengenceran 10^{-1}) dan dikocok hingga homogen. Larutan diambil 1 ml dari tabung (pengenceran 10^{-1}) dengan pipet ukur lalu dipindahkan ke tabung kedua, ditambah dengan 9 mL air akuabides (pengenceran 10^{-2}). Selanjutnya dilakukan hal yang sama sampai pengenceran 10^{-8} . Pengenceran 10^{-8} tersebut di biakkan pada medium PDA (*Potato Dextro Agar*) dengan cara memipet 1 mL larutan kemudian disebarakan pada permukaan medium secara merata dan didiamkan selama 48 jam sampai koloninya tumbuh. 1 jarum ose koloni *Saccharomyces cerevisiae* dinokulasikan secara zig zag pada medium PDA untuk pemurniannya dan didiamkan selama 72 jam. Skema kerja dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.3 Perbanyak *Saccharomyces cerevisiae*

Perbanyak dilakukan untuk memperoleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang akan digunakan dalam fermentasi. Koloni *Saccharomyces cerevisiae* diambil 3 ose lalu dinokulasikan ke dalam 100 mL medium inokulum kemudian di *shaker* dengan kecepatan 220 rpm selama 20 jam.¹⁹

3.4.4 Pembuatan Kurva Standar Glukosa dengan metoda Somogy-Nelson

Sebanyak 1 mL larutan standar glukosa (4, 8, 12, 16, 20 mg/L) masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi. Sebagai blanko digunakan 1 mL akuades, kedalam tabung reaksi ditambahkan 1 mL reagen Nelson kemudian dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Setelah itu didinginkan tabung reaksi hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, lalu ditambahkan 1 mL reagen fosfomolibdat dan 7 mL akuades. Larutan dikocok lalu didiamkan selama 30 menit, kemudian diukur absorbansi masing-masing larutan standar pada panjang gelombang 580 nm dengan alat spektrofotometer. Skema Kerja dapat dilihat pada lampiran 4. Dibat kurva standar glukosa (Absorbansi Vs konsentrasi) pada lampiran 8.

3.4.5 Proses Hidrolisis

3.4.5.1 Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan α -amilase Terhadap Absorban Gula Reduksi

15 g tepung umbi talas ditambah dengan 100 mL akuabidest dalam erlenmeyer 250 mL. α -amilase ditambahkan dengan variasi 4, 5, 6, 7 dan 8 ml dan dipanaskan pada suhu 80°C, diaduk 250 rpm selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan pengingaktifan enzim dengan cara dipanaskan pada suhu $\pm 105^\circ\text{C}$ selama 15 menit. Larutan disentrifus, filtratnya diambil dianalisa dengan metoda Somogy-Nelson. Sampel yang memiliki absorban paling tinggi dilanjutkan untuk proses hidrolisis dengan menggunakan enzim glukoamilase. Didapatkan kondisi optimum dari variasi penambahan α -amilase.²⁰ Skema kerja dapat dilihat pada Lampiran 5.

3.4.5.2 Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Hidrolisis Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi

15 g tepung umbi talas ditambah 100 mL aquabidest dalam erlenmeyer 250 mL, ditambahkan α -amilase 6 mL, dipanaskan pada suhu 80°C, dan diaduk 250 rpm selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan hidrolisis menggunakan enzim glukoamilase 4, 5, 6, 7, dan 8 ml, diatur pH 5 dengan penambahan asam asetat dan pHnya dipertahankan dengan buffer asetat. Larutan diaduk 250 rpm selama 1, 2, 3, 4, dan 5 jam pada $T = 55^\circ\text{C}$. Setelah itu dilakukan penginaktifan enzim dan larutan disentrifus, filtratnya diambil dan konsentrasi gula reduksinya dianalisa dengan metoda Somogy-Nelson. Sampel yang memiliki konsentrasi gula reduksi paling tinggi dilanjutkan untuk proses fermentasi. Didapatkan kondisi optimum dari variasi penambahan glukoamilase dan lama hidrolisis.²⁰ Skema kerja dapat dilihat pada Lampiran 5

3.4.5.3 Penentuan Konsentrasi Gula Reduksi Sampel dengan Metoda Somogy-Nelson

Hidrolisat yang telah diinaktifkan enzimnya, di sentrifus, 1 ml filtrat dipipet dan diencerkan dalam labu ukur 10 mL (pengenceran 10^{-1}), kemudian diambil 1 mL dari pengenceran 10^{-1} dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan diencerkan

kembali (pengenceran 10^{-2}), demikian selanjutnya sampai pengenceran 10^{-4} . Kemudian 1 mL dari pengenceran 10^{-4} ditambahkan dengan 1 mL reagen Nelson didalam tabung reaksi, lalu dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Setelah itu didinginkan tabung reaksi hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, lalu ditambahkan 1 mL reagen fosfomolibdat dan 7 mL akuades. Larutan dikocok lalu didiamkan selama 30 menit, kemudian absorbansi masing-masing larutan sampel diukur pada panjang gelombang 580 nm dengan spektrofotometer. Konsentrasi gula reduksi didapatkan dengan memasukkan nilai absorbansi pada persamaan regresi kurva kalibrasi standar.

3.4.6 Fermentasi Bioetanol

3.4.6.1 Penentuan Pengaruh Variasi Lama Fermentasi terhadap Konsentrasi Etanol

Sebanyak 50 mL hidrolisat dimasukkan ke dalam 100 ml medium nutrisi, diatur pHnya menjadi 5, ditambahkan 20 mL *Saccharomyces cerevisiae*, ditutup dengan aluminium foil. Kemudian sampel di-shaker pada kecepatan 200 rpm selama 3, 4, 5, 6, dan 7 hari. Proses fermentasi etanol dilakukan secara anaerob. Hasil fermentasi selanjutnya didestilasi untuk memisahkan etanol dari larutan lainnya, sampai didapatkan destilat yang diindikasikan sebagai etanol. Skema kerja dapat dilihat pada lampiran 6. Destilat diukur konsentrasinya dengan menggunakan GC, konsentrasi glukosa sisa fermentasi juga diukur dengan spektrofotometer.

3.4.6.2 Penentuan Konsentrasi Etanol dengan Gas Chromatography (GC)

Konsentrasi etanol dari hasil fermentasi dianalisa dengan GC yang dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Padang dengan kondisi operasional : gas pembawa Helium, tekanan 52,3 kPa, kolom yang digunakan Rtx 5MS dengan panjang kolom 30 m dan diameter dalam $0,25\ \mu\text{m}$, suhu oven 60°C , suhu injeksi 150°C , volume injeksi $0,5\ \mu\text{L}$, total alir $0,94\ \text{mL/min}$ dan detektor FID.

3.4.6.3 Penentuan Konsentrasi Glukosa Sisa Pada Variasi Lama Fermentasi

Hasil fermentasi yang telah dinaktifkan enzimnya, di sentrifus, 1 ml filtrat dipipet dan diencerkan dalam labu ukur 10 mL (pengenceran 10^1). 1 mL larutan dari pengenceran 10^1 dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan diencerkan kembali (pengenceran 10^2). Kemudian 1 mL dari pengenceran 10^2 ditambahkan dengan 1 mL reagen Nelson didalam tabung reaksi, lalu dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Setelah itu didinginkan tabung reaksi hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, lalu ditambahkan 1 mL reagen fosfomolibdat dan 7 mL akuades. Larutan dikocok lalu didiamkan selama 30 menit, kemudian absorban masing-masing larutan sampel diukur pada panjang gelombang 580 nm dengan spektrofotometer. Konsentrasi gula reduksi didapatkan dengan memasukkan nilai absorban pada persamaan regresi kurva kalibrasi standar.

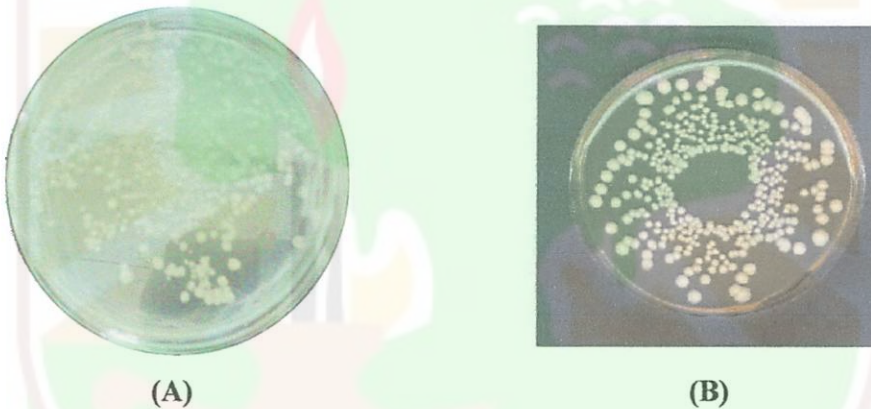


BAB IV

HASIL DAN DISKUSI

4.1 Hasil Isolasi dan Pemurnian *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan

Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari fermipan dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat. Tujuan dari pengenceran bertingkat yaitu memperkecil atau mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan. Mikroba mulai tumbuh setelah didiamkan selama 48 jam. Mikroba yang tumbuh hanya satu koloni. Koloni yang tumbuh bulat, berwarna putih licin mengkilap, hal ini dikarenakan mikroba utama yang terdapat pada fermipan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroba yang diisolasi dari fermipan memiliki bentuk koloni yang hampir sama dengan koloni *Saccharomyces cerevisiae* ATC 19433²¹ (Gambar 6).



**Gambar 6 : (A) *Saccharomyces cerevisiae* hasil isolasi
(B) *Saccharomyces cerevisiae* ATC 19433**

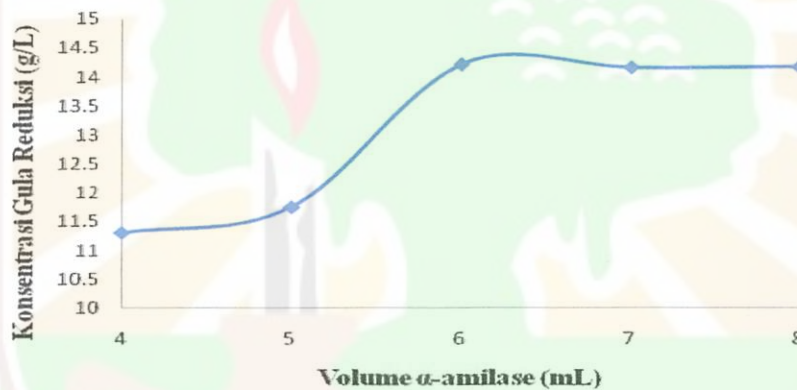
Satu jarum ose mikroba diinokulasikan pada medium PDA dengan cara zig zag untuk pemurnian mikroba dan didiamkan selama 72 jam. Hasil yang diperoleh dari 2 kali pengulangan yaitu bentuk koloni *Saccharomyces cerevisiae* tampak sama. Hal ini membuktikan bahwa mikroba yang diregenerasi telah stabil atau tidak terkontaminasi oleh jenis mikroba lain (Gambar 7).



Gambar 7: Biakan murni *Saccharomyces cerevisiae*

4.2. Pengaruh Variasi Penambahan α -amilase Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi

Pengaruh variasi penambahan α -amilase terhadap konsentrasi gula reduksi pada proses hidrolisis umbi talas (*Colocasia gigantea Hook F*) dapat dilihat pada Gambar 8.

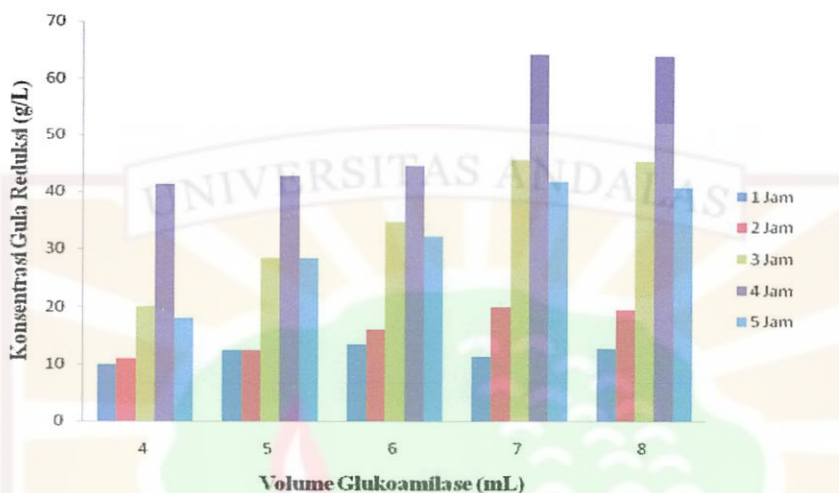


Gambar 8. Kurva konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan dengan variasi penambahan α -amilase

Pada Gambar 8. Dapat dilihat bahwa variasi penambahan α -amilase yang dilakukan berpengaruh terhadap konsentrasi gula reduksi. Konsentrasi akan meningkat seiring dengan peningkatan variasi penambahan α -amilase (4 - 6 ml). Hal itu terjadi karena jumlah enzim belum cukup untuk menghidrolisis substrat pati. Akan tetapi setelah mencapai titik optimum tidak ada lagi peningkatan konsentrasi karena sudah terjadi kesetimbangan reaksi antara substrat dengan enzim. Konsentrasi maksimum diperoleh pada variasi penambahan α -amilase 6 ml sebesar 14,222 g/L (Lampiran 10). α -amilase pada proses hidrolisis akan membantu pemecahan pati menjadi maltosa.

4.3. Pengaruh Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Hidrolisis Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi

Variasi penambahan glukoamilase dilakukan setelah proses hidrolisis dengan α -amilase 6 ml selama 2 jam. Proses hidrolisis menggunakan glukoamilase dilakukan selama 1- 5 jam.



Gambar 9. Grafik konsentrasi gula reduksi variasi volume glukoamilase dan lama hidrolisis terhadap

Pada Gambar 9 terlihat bahwa variasi penambahan glukoamilase dan lama hidrolisis mempengaruhi konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan. Pada awalnya konsentrasi meningkat seiring dengan penambahan glukoamilase (4-7 mL) sedangkan pada penambahan 8 mL tidak terjadi kenaikan lagi karena sudah terjadi kesetimbangan reaksi.

Pengukuran konsentrasi diketahui meningkat secara drastis setelah 4 jam. Hal tersebut diindikasikan bahwa pada hidrolisis selama 4 jam dan dibantu dengan penambahan glukoamilase, pemecahan maltosa menjadi dua gugus glukosa telah sempurna. Pada keadaan ini, dapat dilihat kondisi optimum terbentuknya gula reduksi. Hidrolisis pada 1-4 jam terjadi peningkatan konsentrasi. Sedangkan pada hidrolisis 5 jam terjadi penurunan konsentrasi, karena kestabilan enzim mulai menurun pada waktu inkubasi yang terlalu lama, data konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan pada variasi penambahan glukoamilase dan lama hidrolisis dapat dilihat pada lampiran 11. Pengukuran absorban gula reduksi yang dihasilkan dari proses hidrolisis dilakukan pada panjang gelombang 580 nm, karena λ 580 nm

tersebut adalah panjang gelombang maksimum untuk glukosa, dapat dilihat pada lampiran 7. Pada kondisi optimum, gula reduksi yang terbentuk adalah glukosa. Konsentrasi glukosa yang terbentuk dari proses hidrolisis ini dapat dilihat pada Tabel 2.

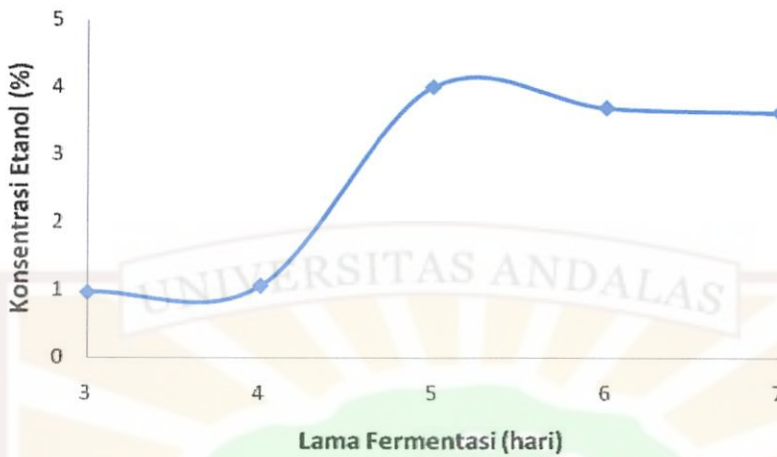
Tabel 2 . Data Konsentrasi Gula Reduksi setelah dihidrolisis dengan glukoamilase selama 4 jam

Penambahan Glukoamilase (mL)	Absorban	Konsentrasi Gula Reduksi (g/L)
4	0,158	41,333
5	0,164	42,666
6	0,172	44,444
7	0,261	64,222
8	0,260	64,000

Pada Tabel 2. terlihat bahwa pada penambahan glukoamilase 4-7 mL terjadi peningkatan konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan, hal tersebut sebanding dengan kenaikan absorbannya. Pada penambahan 8 ml tidak terjadi lagi kenaikan konsentrasi. Konsentrasi gula reduksi tertinggi didapatkan pada penambahan glukoamilase sebanyak 7 mL sebesar 64,222 g/L (perhitungan konsentrasi gula reduksi dapat dilihat pada lampiran 9). Pada penambahan glukoamilase 7 mL komposisinya tepat untuk membantu proses pemecahan maltosa menjadi dua gugus glukosa. Untuk menghasilkan konsentrasi gula reduksi yang tinggi, pengaturan pH dan suhu hidrolisis juga harus diperhatikan. pH sangat berpengaruh karena dapat meningkatkan kerja enzim, dan pengaturan suhu dapat mempercepat proses hidrolisis, pada penelitian ini digunakan pH 5 dan suhu hidrolisis 55°C.²⁰

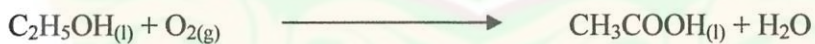
4.4 Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol

Konsentrasi etanol yang dihasilkan untuk variasi lama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 10.

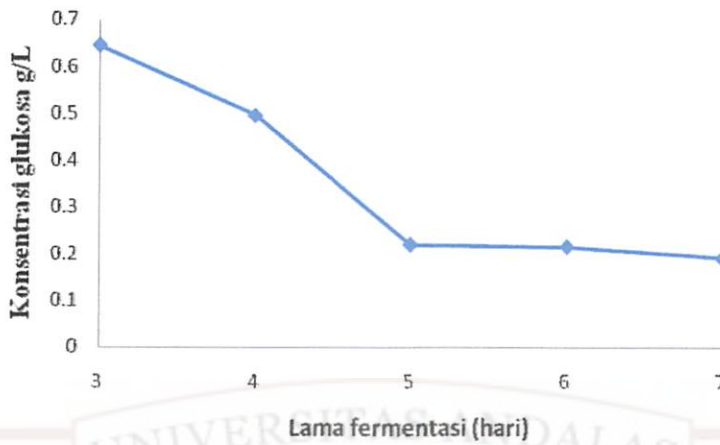


Gambar 10 : Kurva Konsentrasi Etanol yang Dihasilkan pada Variasi Lama Fermentasi

Pada Gambar 10. Terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka konsentrasi etanol yang dihasilkan juga semakin meningkat mulai dari 3-5 hari. Hal tersebut terjadi karena semakin lama waktu maka semakin banyak glukosa yang dapat dikonversi menjadi etanol oleh *S.cerevisiae*. Akan tetapi, pada 6-7 hari terjadi penurunan konsentrasi etanol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena proses fermentasi aerob fakultatif ini memungkinkan tumbuhnya *Acetobacter aceti*. Bakteri ini dapat mengkonversi alkohol yang terbentuk menjadi asetat yang ditandai aroma asam pada sampel sehingga menurunkan konsentrasi etanol. Reaksinya sebagai berikut :



Konsentrasi etanol tertinggi dihasilkan pada fermentasi selama 5 hari sebesar 4.0123 % (Lampiran 13), ini merupakan kondisi optimum dari pembentukan etanol, dilihat juga dari konsentrasi glukosa sisa fermentasinya pada Gambar 11.



Gambar 11 : Kurva Konsentrasi Glukosa Sisa Fermentasi pada Variasi Lama Fermentasi

Dari penelitian didapatkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, jumlah pengurangan glukosa juga semakin besar, Pada Gambar 11. terlihat penurunan yang tajam konsentrasi glukosa pada 3-5 hari fermentasi, karena pada keadaan tersebut glukosa digunakan untuk membentuk etanol dan untuk pertumbuhan *S.cerevisie*. Sedangkan pada 5-7 hari terjadi sedikit penurunan karena glukosa hanya dipergunakan sebagai sumber energi *S.cerevisie* dalam kelangsungan hidupnya. Konsentrasi glukosa pada 5 hari 0,220 g/L, data konsentrasi glukosa sisa fermentasi dapat dilihat pada Lampiran 14).

Konsentrasi etanol optimum yang didapatkan sebesar 4.0123 % belum sesuai dengan apa yang diharapkan, karena hasilnya jauh di bawah kadar etanol yang diproduksi dari umbi talas jenis lainnya yang mencapai 53 %.²² Hal tersebut terjadi karena metoda yang digunakan dan pemisahannya kurang maksimal. Metoda fermentasi yang digunakan adalah metoda *batch*, dimana proses fermentasi terjadi didalam suatu tempat dan produk yang terbentuk tetap bercampur dengan substratnya.

Produk yang terbentuk adalah gas CO₂ dan etanol, jika produk ini tidak dikeluarkan akan meracuni *S.cerevisiae*. Produk yang terbentuk seharusnya dialirkan ke tempat penampungan produk, seperti pada fermentasi dengan metoda *kontiniu*. Pemisahan etanol yang terbentuk hanya dilakukan dengan cara destilasi saja, seharusnya juga dilakukan absorbansi dengan absorbent CaO, untuk menyerap H₂O untuk meningkatkan konsentrasi etanol yang dihasilkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Umbi Talas (*Colocasia gigantea Hook F*) dapat dijadikan sebagai bahan pembuat bioetanol. Setelah dilakukan hidrolisis, hidrolisat mengandung glukosa 64.222 g/L.
2. Proses hidrolisis yang memberikan hasil glukosa maksimum adalah dengan menggunakan α -amilase 6 mL, glukoamilase 7 mL dan lama hidrolisis dengan glukoamilase 4 jam.
3. Produksi etanol maksimum terjadi pada lama fermentasi 5 hari, konsentrasi etanol yang diperoleh sebesar 4.0123 %
4. Produksi etanol selama fermentasi berbanding terbalik dengan konsentrasi glukosa sisa fermentasi.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini maka disarankan untuk :

1. Mengeluarkan gas CO₂ dan etanol yang terbentuk pada saat fermentasi, agar *S.cerevisiae* yang ada tidak mati.
2. Melakukan optimasi terhadap pH, suhu, kecepatan pengadukan, pada proses fermentasi, agar *Saccharomyces cerevisiae* bekerja dengan optimal untuk merubah glukosa menjadi etanol.
3. Menentukan aktifitas spesifik enzim α -amilase dan glukoamilase yang digunakan.

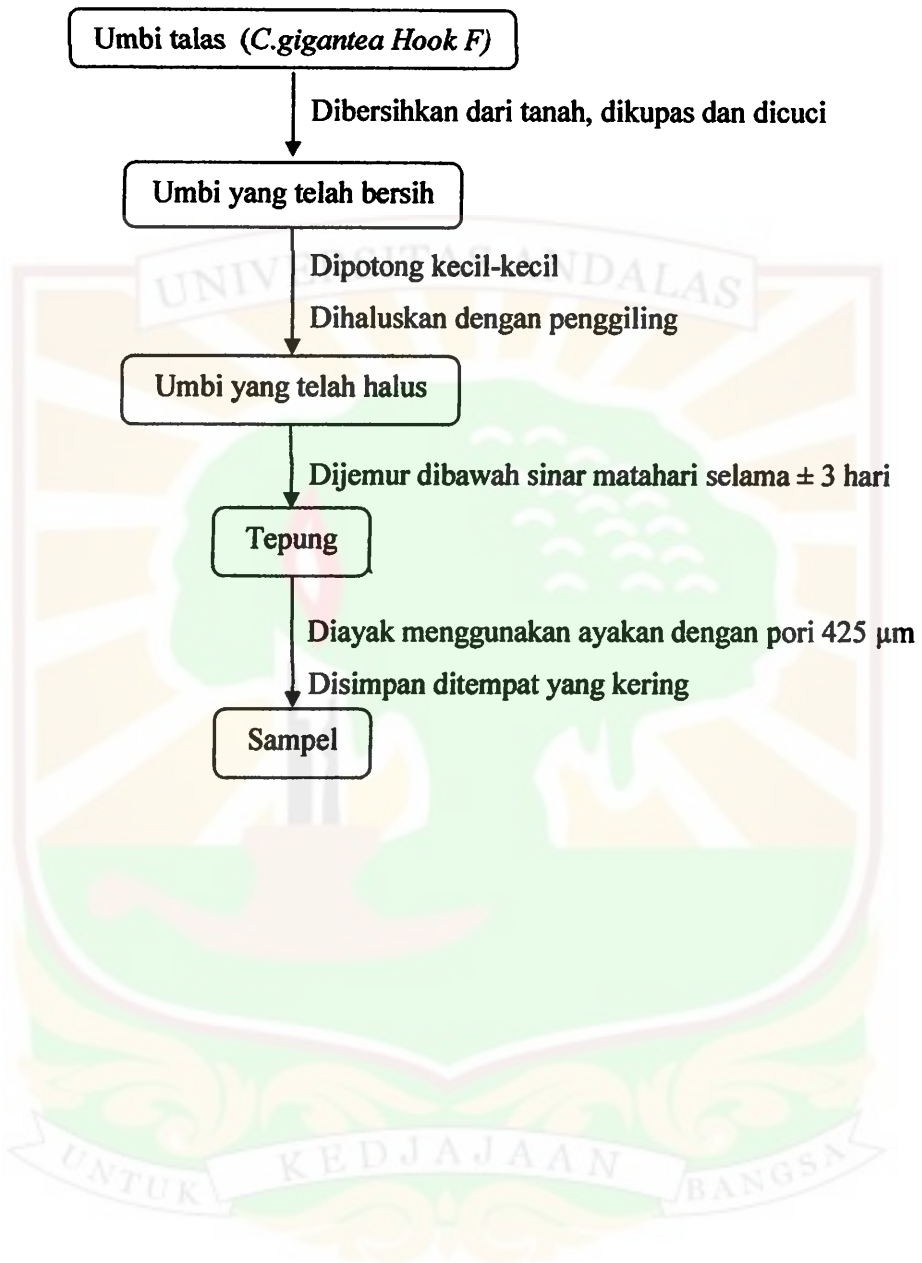
DAFTAR PUSTAKA

1. Ghulam Nurul Huda. *Bioetanol Dari Talas*. Lomba Artikel. Institut Pertanian Bogor. hal 1-3. 2009
2. Sri Komarayati dan Gusmailina. *Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah*. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor. hal 1-2. 2010
3. Indyah Nurdyastuti. *Teknologi Proses Produksi Bioetanol*. BPPT Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak http://www.oocities.org/markal_bppt/publish/biofbm/biindy.pdf, hal 75-83. 14 Juni 2011
4. Direktorat Budidaya Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Umbi-Umbian (Talas). <http://bukabi.wordpress.com/2009/01/27/umbi-umbian-talas/>. 14 Juni 2011
5. Adek Handayani Lubis. *Produksi Etanol Dari Ampas Tapioka yang dihidrolisis dengan Enzim α -amilase (Apozyme 480) dan Difermentasi Oleh *Saccharomyces cerevisiae**. Skripsi. Universitas Andalas. Padang. hal 11-12. 2007
6. Kusnadi. *Pemanfaatan sampah Organik sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol sebagai Energi Alternatif*. Laporan Penelitian Strategis Nasional. Universitas pendidikan Indonesia. hal 1-2. 2009
7. A. Faisal. *Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis*. Lomba Karya Tulis. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto. hal 8-12. 2009
8. Deptan. Talas. <http://www.deptan.go.id/ditjentan/admin/rb/Talas.pdf>. 14 Juni 2011
9. Lecture Material Food and Farm Management. Pengaruh Substitusi Tepung Talas semir (*Colocasia esculenta* (L) Schott) dan Penambahan Lemak Terhadap Karakteristik Organoleptik dan karakteristik Lain Cookies. <http://bakulpangan.blogspot.com/2011/10/pengaruh-substitusi-tepung-talas-semir.html>. 20 November 2011
10. Dian Rahmayanti. *Pemodelan dan Optimasi Hidrolisa Pati Menjadi Glukosa dengan Metode Artificial Neural Network-Genetic Algorithm (ANN-GA)*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang. hal 13-17. 2010
11. A.L. Lehninger. *Dasar-dasar Biokimia*, Edisi kedua, alih Bahasa Soendoror, Jakarta : Erlangga, hal 158-160. 1988
12. Nur Hidayat. *Fermentasi Etanol dari Tetes (Molase)*. http://bioindustri.blogspot.com/2008_04_01_archive.html. 2 Juli 2011

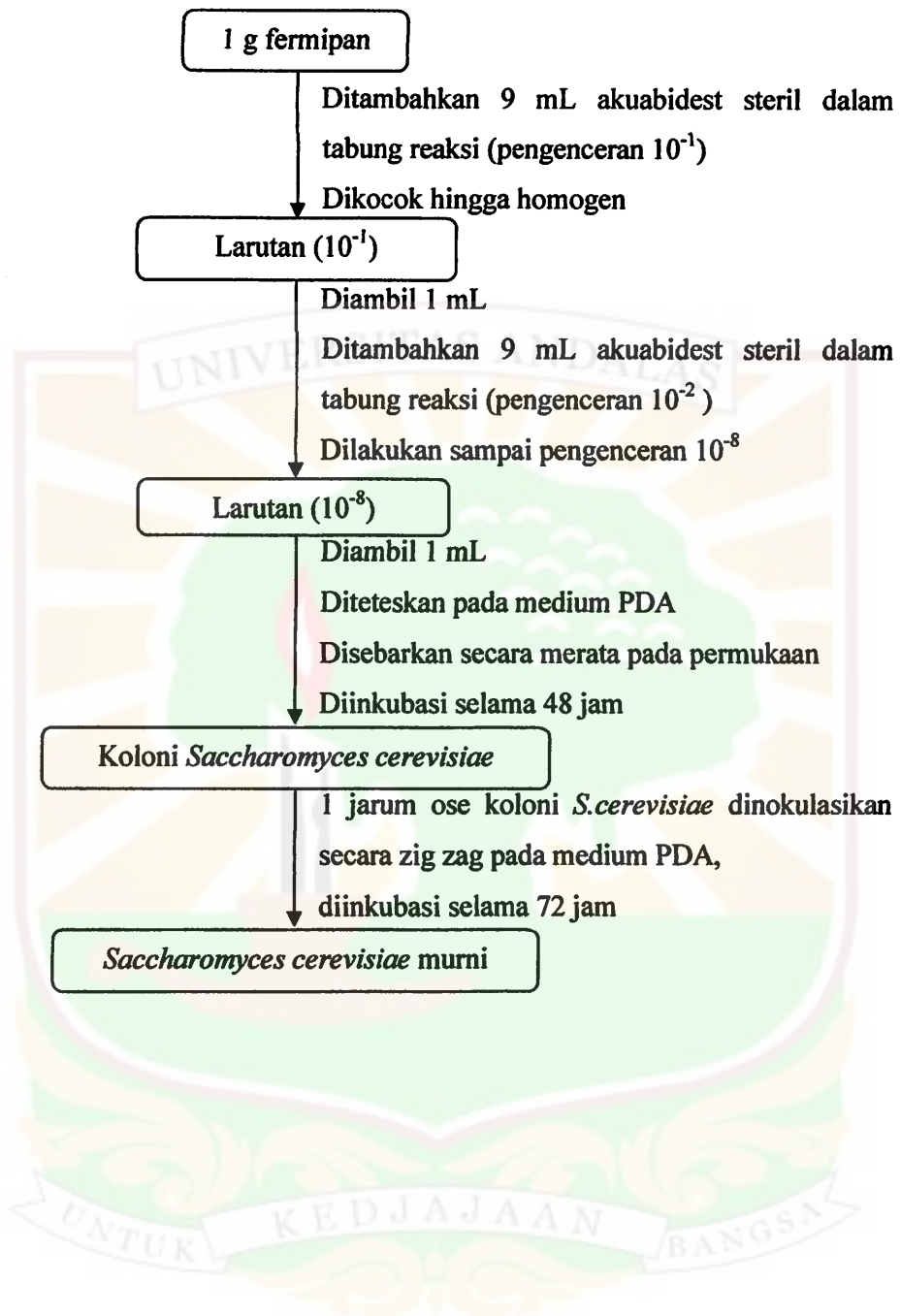
13. A.A Darwis dan Sukara. *Isolasi, Purifikasi dan Karakterisasi Enzim*, Pusat Antar Universitas, Biokimia, IPB. Bogor, hal 1,69. 2010
14. H. D. Belitz and W. Grosch. *Food Chemistry*. Springer-Verlaey, London, pp, 117-119. 1987
15. K. Chandel. *Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal*. Osmania University. India. *Biotechnology and Molecular Biology Review* Vol. 2 (1), pp. 014-032. hal 5-7.2007
16. G. Misri, dkk. *Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Etanol Menggunakan Enzim Selulase dan Enzim Sellobiase*. Universitas Indonesia. Jakarta. *Jurnal Teknologi*, Edisi No. 3 Tahun XXI, hal 3-4. 2007.
17. A. Underwood, L. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi ke-5. Erlangga. Jakarta. hal 281-283.1986
18. K. Manikandan and T. Viruthagiri José Amir González Calderón, Evangelina Trujillo Vázquez and Eusebio Bolaños Reynos. *Optimization of Ethanol Production Process from Cassava Starch by Surface Response*. *J. Mex. Chem. Soc.* 54(4). 2010
19. S. Clarence. *Temperature Optimization for Bioethanol Production from Corn Cobs Using Mixed Yeast Strains*. *Online Journal of Biological Science*. 10 (2). 103-108. 2010
20. Endah Retno D, Enny Kriswiyanti A dan Adrian Nur . *Bioetanol Fuel Grade Dari Talas (Colocasia Esculenta)*. *Ekuilibrium*. Vol. 8. No. 1. hal 1-6. 2009
21. Rapp, M. *Malt Extract Broth. Indicator and Selective Medium Saccharomyces cerevisiae and Malt Extract Broth*. *Milchwiss*. 1974
http://85.238.144.18/analytics/Micro_Manual/TEDISdata/prods/1_05397_0500.html. 15 Agustus 2011
22. Ani Setiasih. *Pemafaatan Talas (Colocasia Esculenta) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*. Universitas Diponegoro. Semarang. hal 1-12. 2011

LAMPIRAN

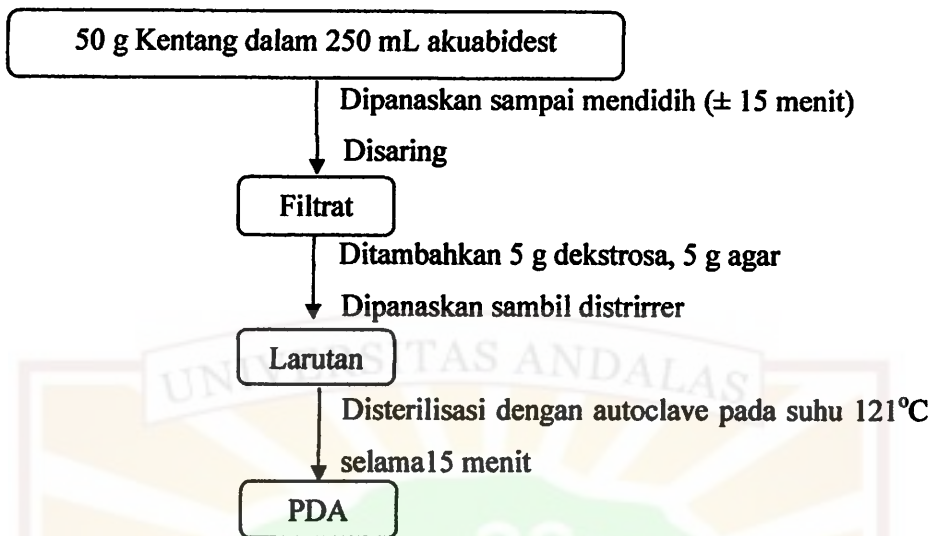
Lampiran 1. Persiapan Sampel



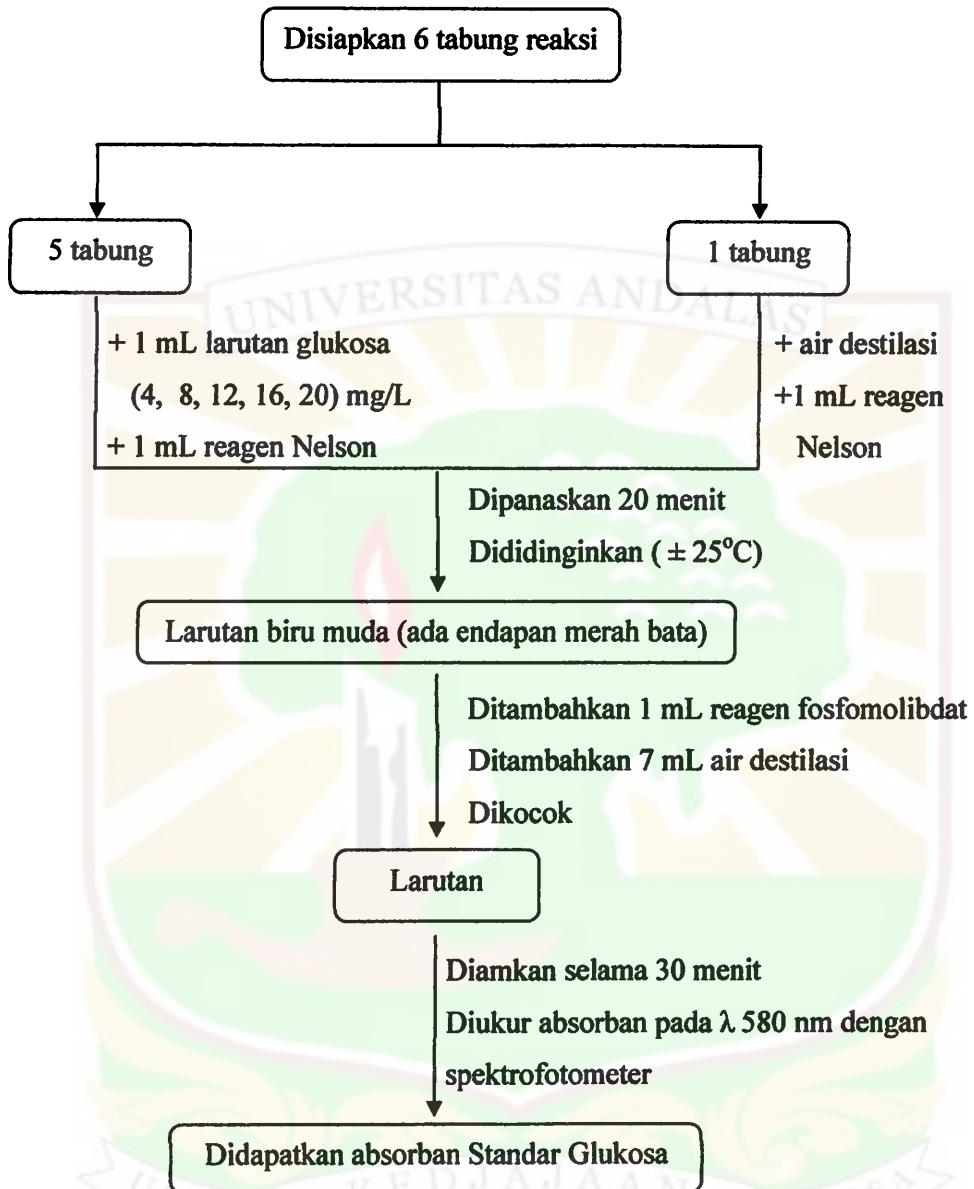
Lampiran 2. Skema Kerja Isolasi *Saccharomyces cerevisiae*



Lampiran 3. Skema Kerja Pembuatan Medium PDA

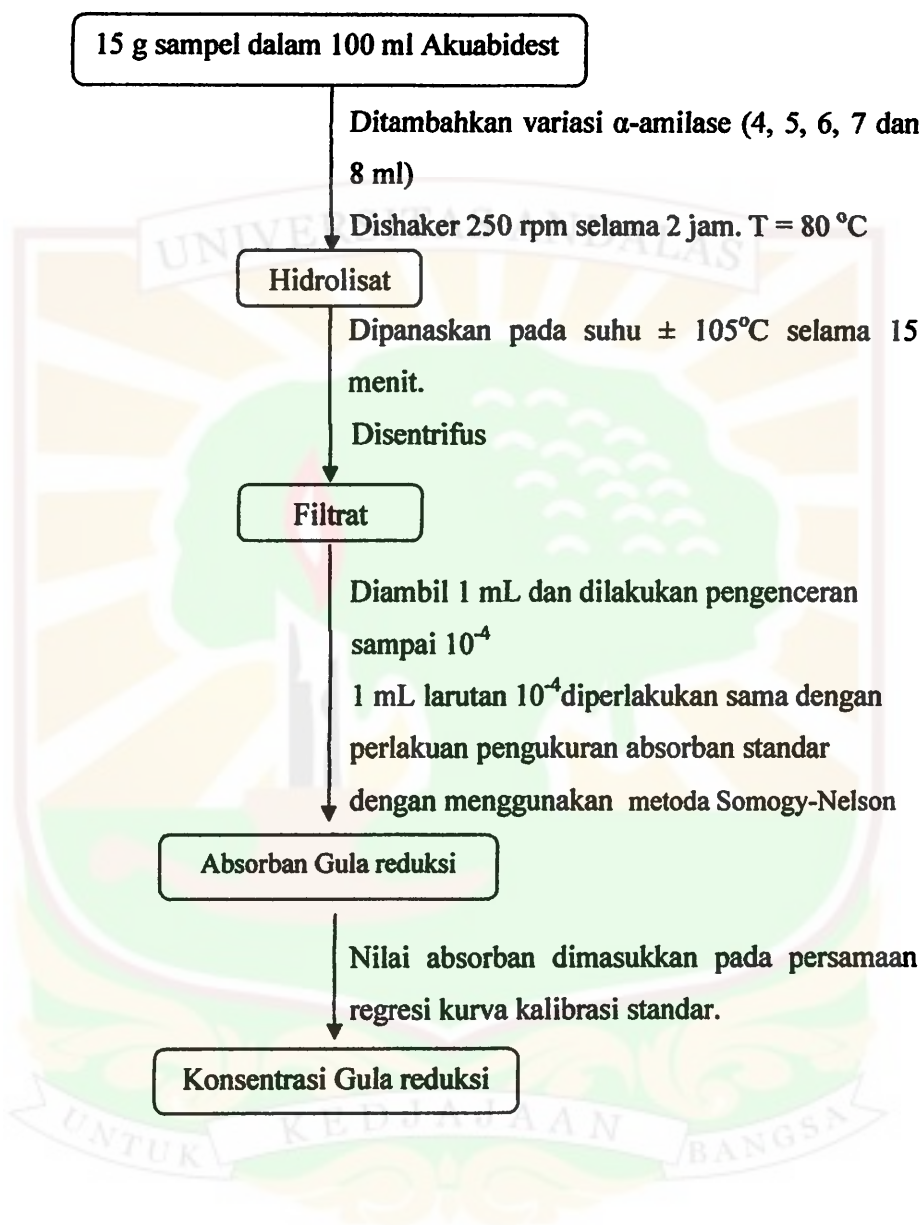


Lampiran 4. Skema Kerja Pengukuran Absorban Standar Glukosa dengan Metoda Somogy-Nelson

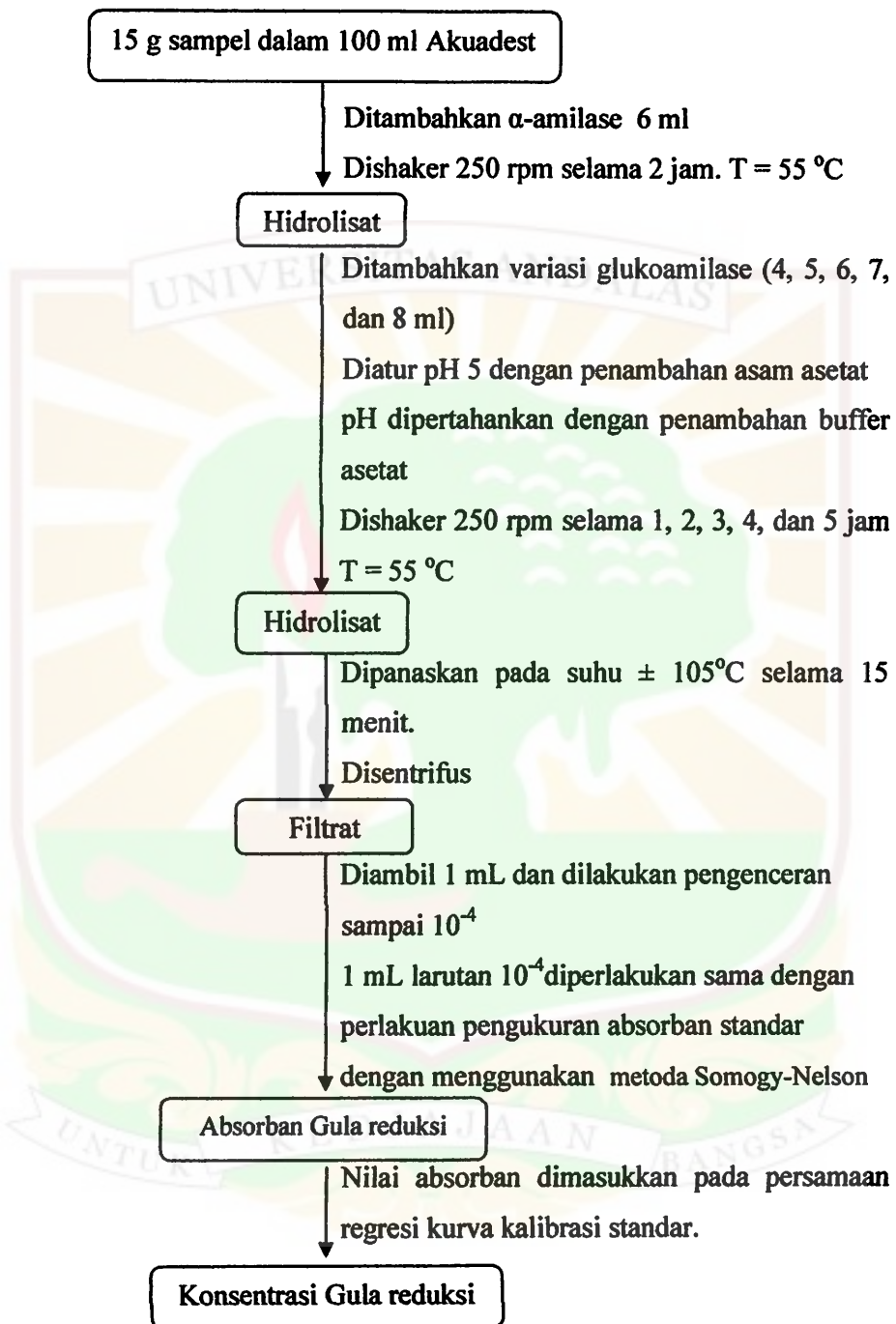


Lampiran 5. Skema Kerja Hidrolisis

Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan α -amilase Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi

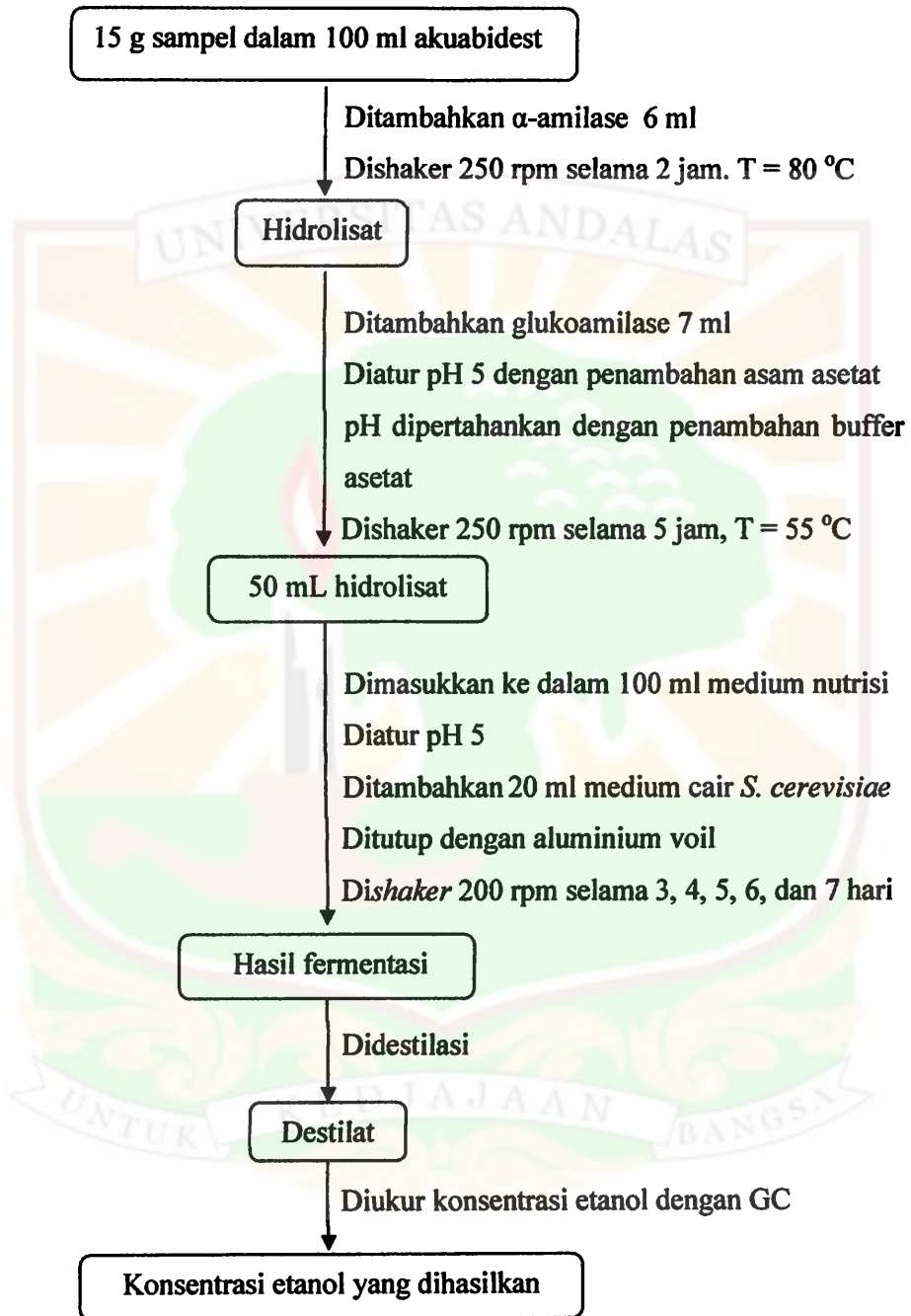


Penentuan Pengaruh Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Hidrolisis Terhadap Konsentrasi Gula Reduksi

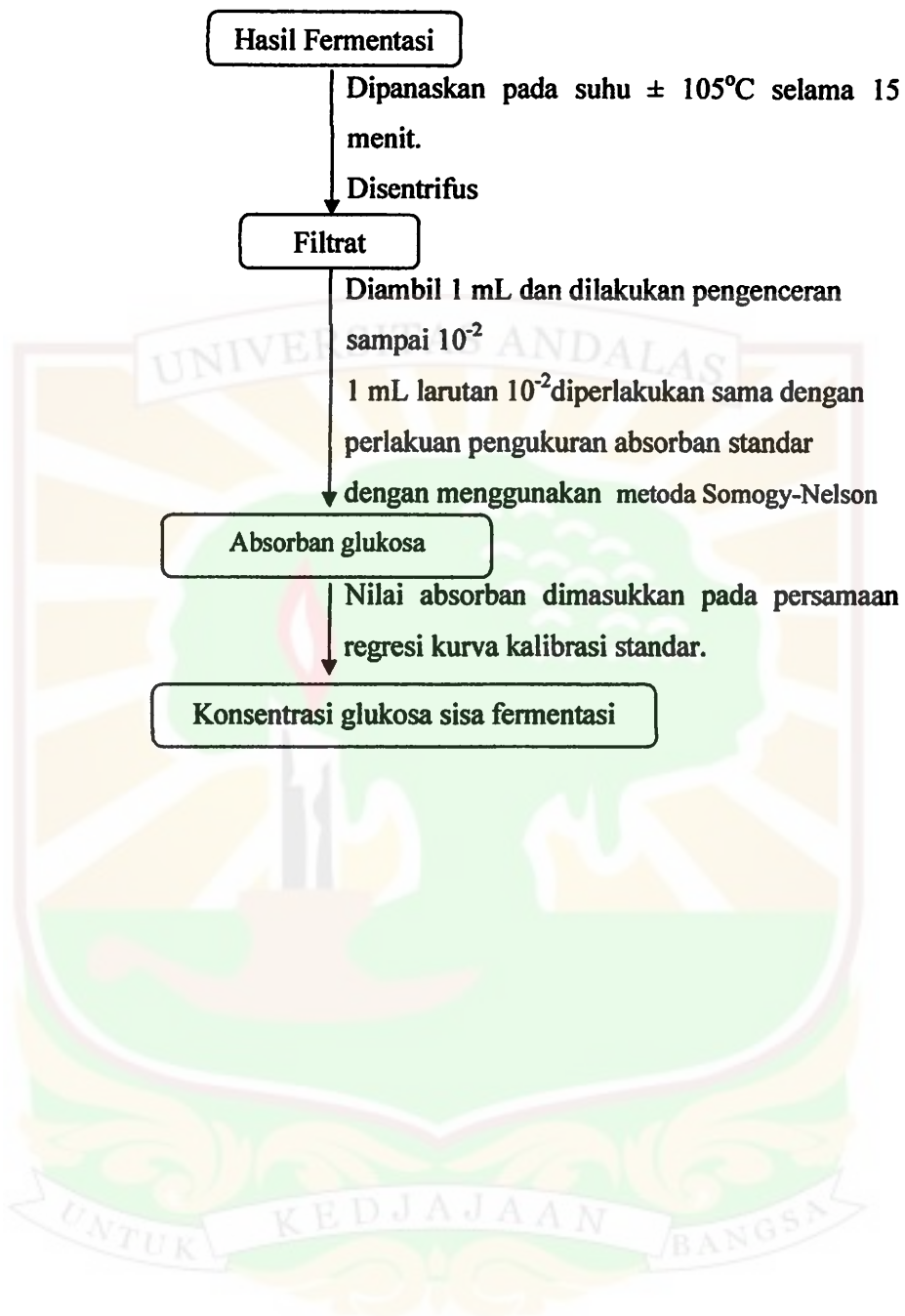


Lampiran 6. Skema Kerja Fermentasi Bioetanol

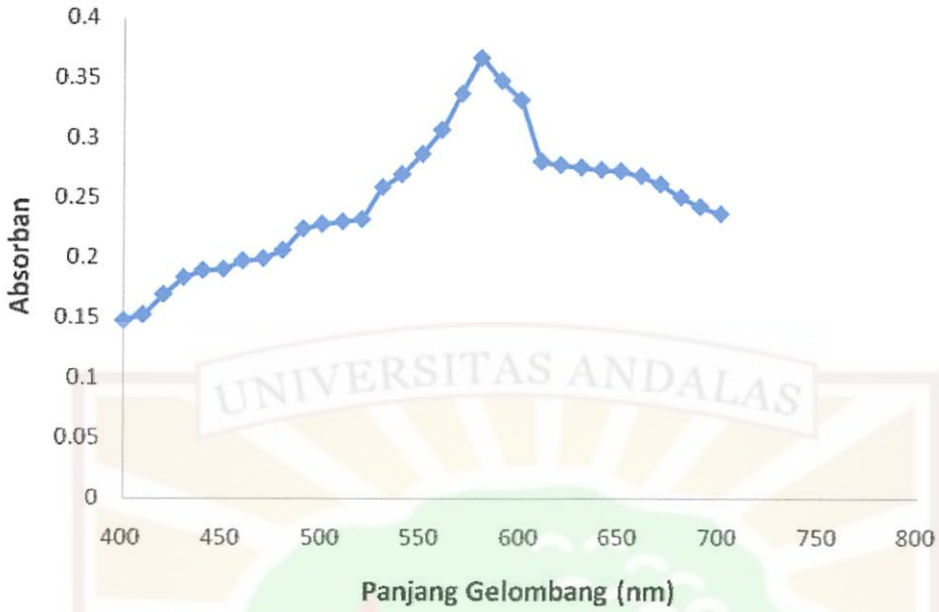
Penentuan Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol



Penentuan Konsentrasi Glukosa Sisa Pada Variasi Lama Fermentasi



Lampiran 7. Kurva Absorban Maksimum Glukosa dengan Spektrofotometer



Gambar 12. Kurva Absorban Maksimum Glukosa

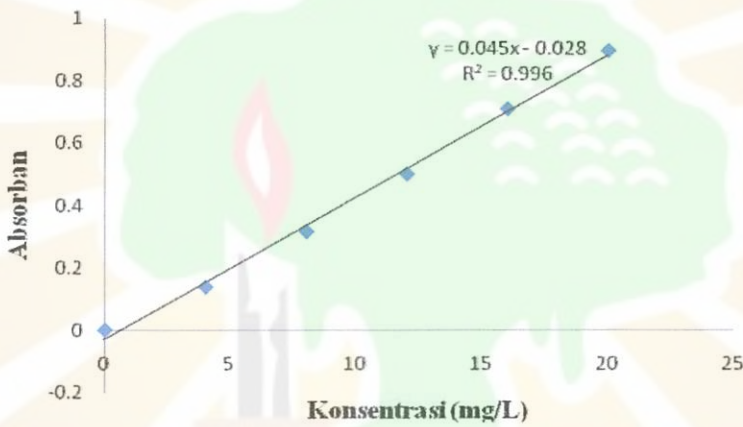
Dari kurva diatas, pengukuran absorban tertinggi pada panjang gelombang 580 nm. Pada panjang gelombang 580 nm tersebut merupakan panjang gelombang maksimum untuk glukosa yang digunakan untuk mengukur absorban sampel selanjutnya.

Lampiran 8. Data Kurva Kalibrasi Standar Glukosa

Lampiran 8. Data Kurva Kalibrasi Standar Glukosa

Tabel 3. Data Absorban Standar Glukosa

Konsentrasi Glukosa (mg/L)	Absorban
0	0,000
4	0,139
8	0,316
12	0,501
16	0,709
20	0,896



Gambar 13. Kurva Kalibrasi Standar Glukosa

Persamaan regresi : $y = 0,045x - 0,028$

Lampiran 9. Contoh Perhitungan Mencari Konsentrasi Glukosa Sampel

Persamaan regresi : $y = 0,045x - 0,028$

Nilai Absorban pada variasi penambahan glukamilase 7 ml = 0,261 (Y)

Maka konsentrasi Glukosa adalah :

$$0,261 = 0,045x - 0,028$$

$$X = 6,4222 \text{ mg/L}$$

Pada perhitungan dilakukan pengenceran 10^4 , maka konsentrasi glukosa sampel sebenarnya adalah : $6,4222 \text{ mg/L} \times 10000 = 64.222 \text{ mg/L} = 64,222 \text{ g/L}$

Lampiran 10. Data Konsentrasi Gula Reduksi pada Variasi Penambahan α -amilase

Tabel 4. Data Konsentrasi Gula Reduksi pada Variasi Penambahan α -amilase

Penambahan α-Amilase (mL)	Konsentrasi Gula Reduksi (g/L)
4	11,311
5	11,755
6	14,222
7	14,177
8	14,200

Lampiran 11. Data Konsentrasi Gula Reduksi Pada Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Hidrolisis

Tabel 5. Data Konsentrasi Gula Reduksi Pada Variasi Penambahan Glukoamilase dan Lama Hidrolisis

Penambahan Glukoamilase (mL)	Lama Hidrolisis (jam)				
	1	2	3	4	5
4	9,955 g/L	10,977 g/L	20,088 g/L	41,333 g/L	17,977 g/L
5	12,444 g/L	12,444 g/L	28,444 g/L	42,666 g/L	28,444 g/L
6	13,488 g/L	15,955 g/L	34,666 g/L	44,444 g/L	32,222 g/L
7	11,288 g/L	19,866 g/L	45,555 g/L	64,222 g/L	41,777 g/L
8	12,666 g/L	19,466 g/L	45,333 g/L	64,000 g/L	40,666 g/L

Lampiran 12. Data Larutan Standar Etanol

Contoh Pembuatan Standar Etanol 4 % dari Etanol 96 %

Standar etanol 4 %

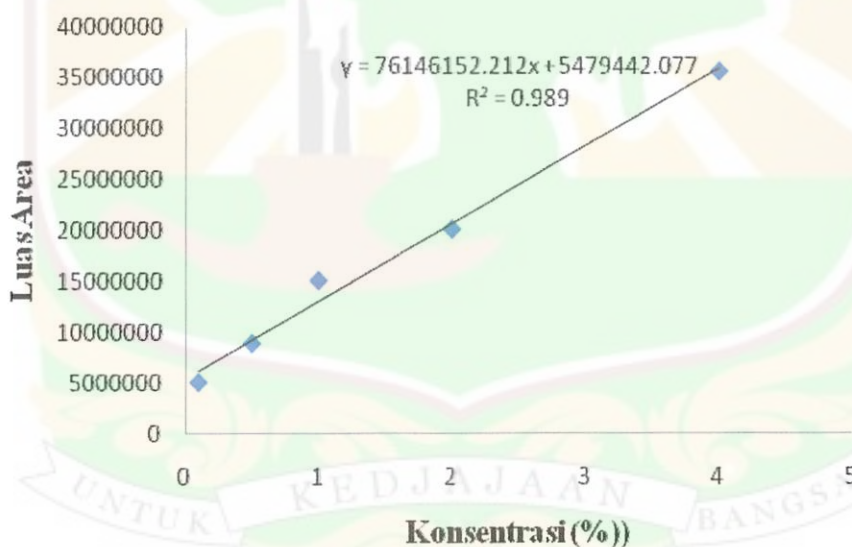
$$M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$$

$$96 \cdot V1 = 4 \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V1 = 0,41 \text{ mL}$$

Tabel 6. Standar Etanol

Konsentrasi Etanol (%)	Luas Area
0,1	5134577
0,5	9001045
1	15188327
2	20224588
4	35719749



Gambar 14 : Kurva Kalibrasi Standar Etanol

Persaman regresi : $y = 7614615,212x + 5479442,007$

Lampiran 13. Pengaruh Variasi Lama Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol

Tabel 7. Data Konsentrasi Etanol pada Variasi Lama Fermentasi

Waktu (Hari)	Luas Area	Konsentrasi Etanol (%)
3	7690083	0,9672
4	8810191	1,0497
5	18210238	4,0123
6	17221308	3,7008
7	17001917	3,6316

Contoh Perhitungan Mencari Konsentrasi Etanol

Persamaan regresi : $y = 7614615,212x + 5479442,007$

Luas area pada lama fermentasi 5 hari = 18210238 (Y)

$$18210238 = 7614615,212x + 5479442,007$$

$$X = 1,6718 \%$$

Konsentrasi etanol dalam 50 mL hidrolisat = 1,6718 %

Hasil hidrolisat didapatkan sebanyak 120 ml

sehingga faktor koreksinya :

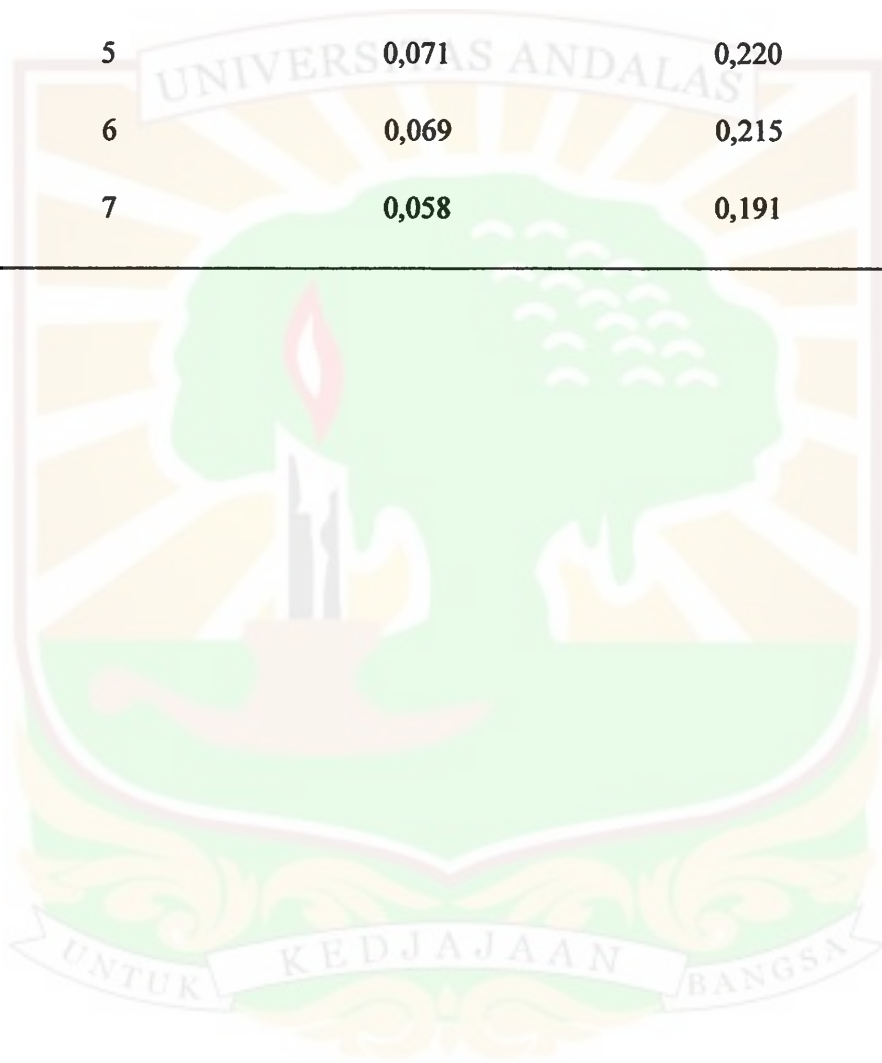
$$\frac{120 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} = 2,4$$

Jadi konsentrasi etanol yang diperoleh : $2,4 \times 1,6718 \% = 4,0123 \%$

Lampiran 14. Data Konsentrasi Glukosa Sisa pada Variasi Lama Fermentasi

Tabel 8. Data Konsentrasi Glukosa Sisa pada Variasi Lama Fermentasi

Waktu Fermentasi (hari)	Absorban	Konsentrasi Glukosa Sisa Setelah Fermentasi (g/L)
3	0,262	0,644
4	0,196	0,497
5	0,071	0,220
6	0,069	0,215
7	0,058	0,191



Lampiran15. **Gambar Alat Gas Chromatography yang digunakan dalam Penelitian**



Gambar 15. Gas Chromatography (*QP 2010 S SHIMADZHU*)

Lampiran 16. **Gambar Alat Spektrofotometer**

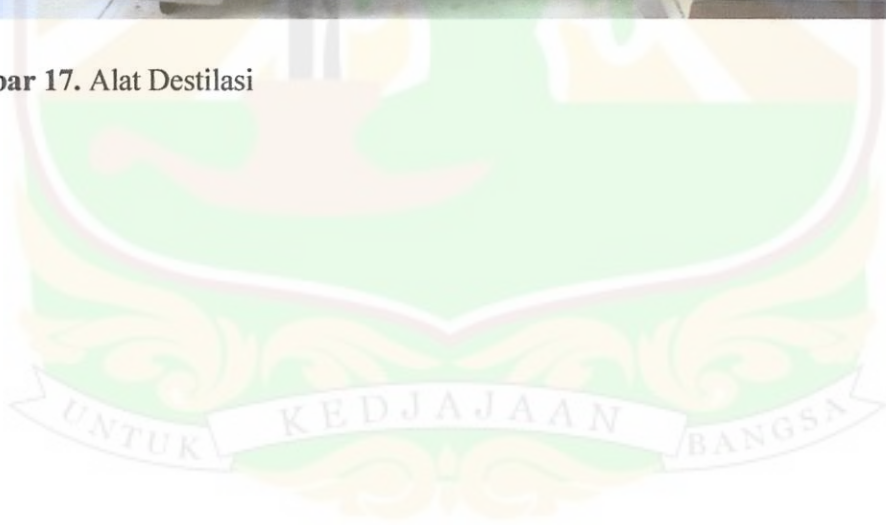


Gambar 16. Spektrofotometer (Thermo Spectronic Genesys 20)

Lampiran 17. Gambar Alat Destilasi

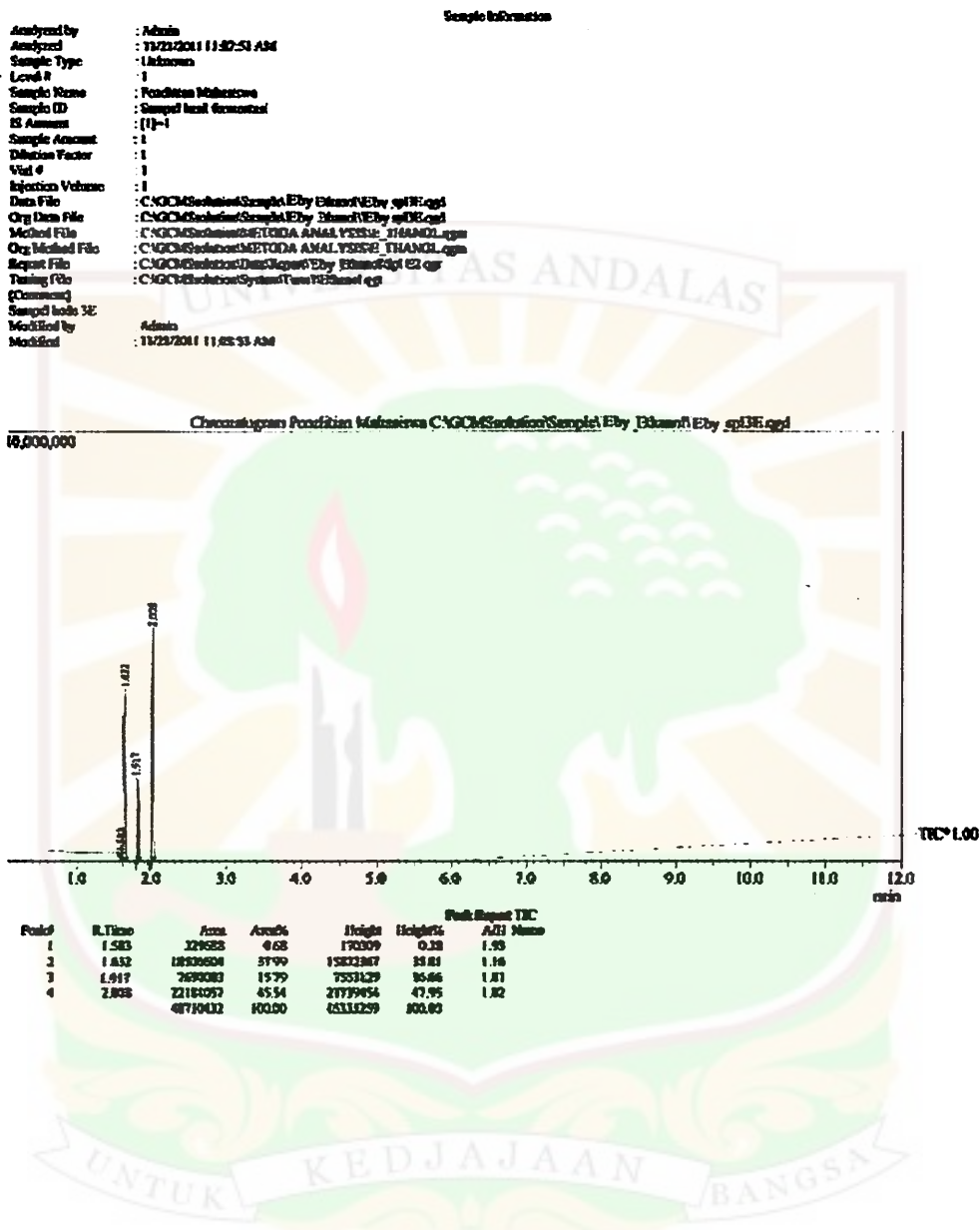


Gambar 17. Alat Destilasi



Lampiran 18. Kromatogram Etanol Umbi Talas dari Analisis GC

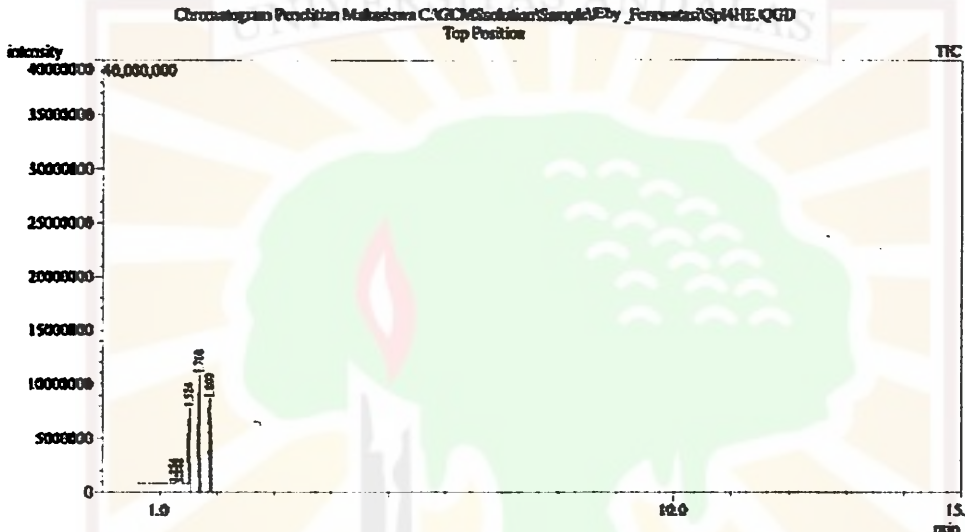
Fermentasi 3 Hari



Fermentasi 4 Hari

Analyzed by : Admin
Analyzed : 11/21/2011 10:43:16 AM
Sample Type : Unknown
Level # : 1
Sample Name : Peradahan Malakrasan
Sample ID : Sampel Hasil Fermentasi
S Amoun : (1)-1
Sample Amount : 1
Dilution Factor : 1
Cal # : 1
Injection Volume : 0.5
Int File : C:\GCMS\Inet\Sample\Eby_Fermentasi\Sp4HE.QGD
Dtg Data File : C:\GCMS\Inet\Sample\Eby_Fermentasi\Sp4HE.QGD
Default File : C:\GCMS\Inet\METODA ANALYSE\THANOL.egp
Dtg Method File : C:\GCMS\Inet\METODA ANALYSE\THANOL.egp
Report File : C:\GCMS\Inet\Daily\Report\Peradahan_Mal_Fermentasi\Sp_263.rpt
Control File : C:\GCMS\Inet\System\Sample\Kilomol.egp
Comment
Sample 4 HE
Analyzed by : Admin
Analyzed : 11/21/2011 10:43:29 AM

Sample Information



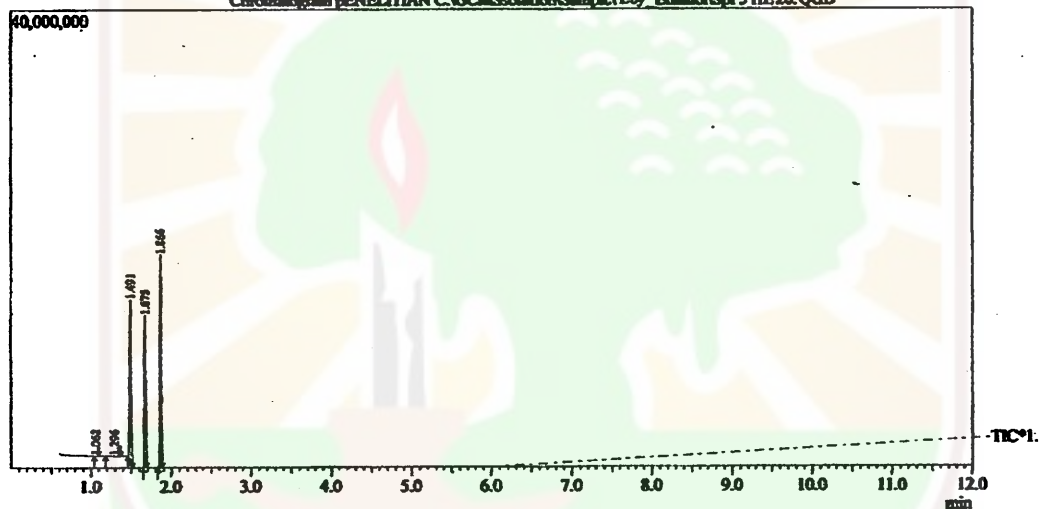
Peak	R. Time	Area	Area%	Height	Peak Signal TIC	Adi	Mass	Mass
1	1.254	387954	1.72	269917	2.82	V		18.15
2	1.348	6813630	1.39	391198	0.68	V		28.10
3	1.334	12963922	37.80	7749223	1.87	V		18.15
4	1.708	10000809	29.28	18886668	0.92			18.05
5	1.877	8278191	25.71	8657076	1.01			18.15

Fermentasi 5 Hari

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 12/6/2011 10:57:36 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : PENELITIAN
 Sample ID : FERMENTASI
 IS Amount : (1)-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\GCMSolution\Sample\Eby_Ethanol\Sp1 5 HE 20.QGD
 Orig Data File : C:\GCMSolution\Sample\Eby_Ethanol\Sp1 5 HE 20.QGD
 Method File : C:\GCMSolution\METODA ANALISISSE_THANOL.qgd
 Orig Method File : C:\GCMSolution\METODA ANALISISSE_THANOL.qgd
 Report File : C:\GCMSolution\Data\Report\Eby_Ethanol\Sp1 2 E.qgr
 Tuning File : C:\GCMSolution\System1\Tune\Ethanol.t
 [Comment]
 sample 5 HE 20
 Modified by : Admin
 Modified : 12/6/2011 11:53:39 AM

Chromatogram PENELITIAN C:\GCMSolution\Sample\Eby_Ethanol\Sp1 5 HE 20.QGD



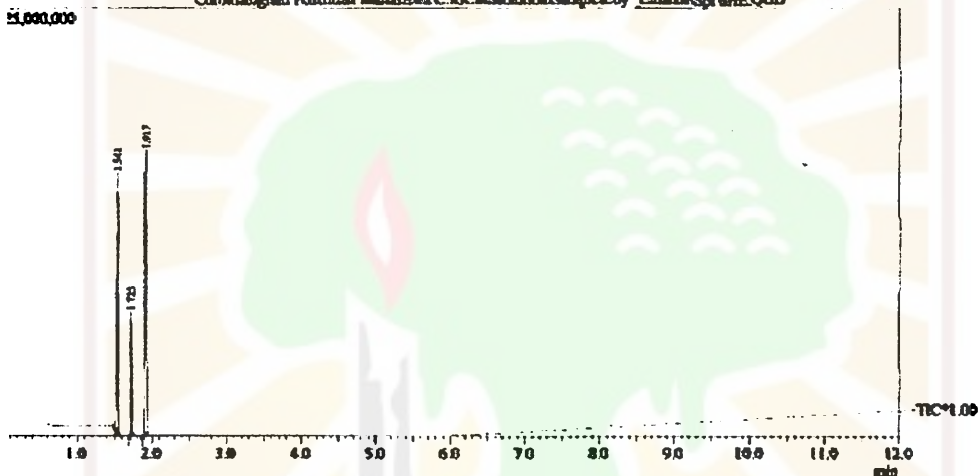
Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	1.062	60424	0.13	32825	0.07	1.84	
2	1.296	112782	0.24	17828	0.04	6.32	
3	1.491	15260578	32.38	14359286	30.57	1.66	
4	1.675	13488381	28.62	13396843	28.81	1.60	
5	1.866	18210238	38.64	18525718	40.11	0.97	
		47132503	100.00	46362525	100.00		

Fermentasi 6 Hari

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 12/6/2011 12:11:45 PM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Peraditan Mubawana
 Sample ID : Sampel Isolat Fermentasi
 IS Amount : (1)-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\NOCMSolution\Sample\Eby_Ethanol\Sp1_6HE.QCD
 Orig Data File : C:\NOCMSolution\Sample\Eby_Ethanol\Sp1_6HE.QCD
 Method File : C:\NOCMSolution\METHODS\FUNALYSISSE_THANDL.aps
 Orig Method File : C:\NOCMSolution\METHODS\FUNALYSISSE_THANDL.aps
 Report File : C:\NOCMSolution\Data\Report\Eby_Ethanol\Sp1_1_Esp
 Tuning File : C:\NOCMSolution\System\Tuner\ethanol.aps
 [Comment]
 Sample Isolat 6HE
 Analyzed by : Admin
 Analyzed : 12/6/2011 12:11:45 PM

Chromatogram Peraditan Mubawana C:\NOCMSolution\Sample\Eby_Ethanol\Sp1_6HE.QCD



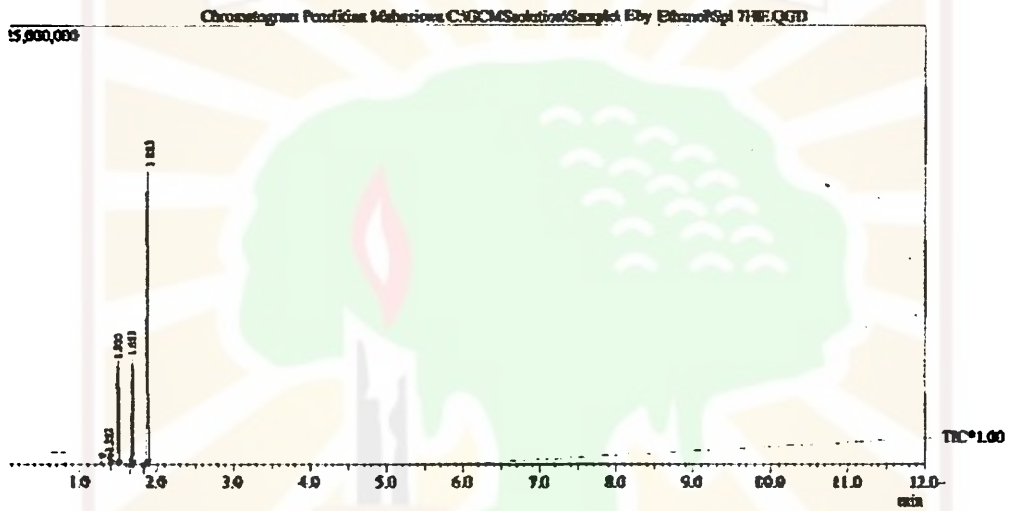
Peak	Ret. Time	Area	Area%	Height	Height%	API Name
1	1.541	10222268	43.68	15305378	39.79	1.11
2	1.725	7981208	17.93	7330462	18.66	1.01
3	1.917	67221308	41.39	16732864	42.64	1.01
		41611864	100.00	39228064	100.00	

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

Fermentasi 7 Hari

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 12/6/2011 1:16:04 PM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Fermentasi Meksisium
 Sample ID : Sampel hasil Fermentasi
 IS Assesst : (1)-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\GCMSolution\Sample1Eby Ehsan\Sp1 7HE.QGD
 Orig Data File : C:\GCMSolution\Sample1Eby Ehsan\Sp1 7HE.QGD
 Method File : C:\GCMSolution\METHODS\ANALYSIS\METHODS\Agilent
 Report File : C:\GCMSolution\Data\Report1Eby Ehsan\Sp1 2 E.rpt
 Tuning File : C:\GCMSolution\System1\Tune\EBand.tlg
 [Comment]
 Sample Inlet 7 HE : Admin
 Modified : 12/6/2011 1:22:06 PM



Peak	R-Time	Area	Area%	Height	Height%	API Name
1	1.300	1195855	3.65	274400	4.93	
2	1.580	8220652	25.07	5761129	20.28	
3	1.683	6260577	19.42	6203822	21.10	
4	1.683	17827012	51.86	14862022	57.69	
		32787704	100.00	29400524	100.00	

Lampiran 19. Kromatogram Standar Etanol dari Analisis GC

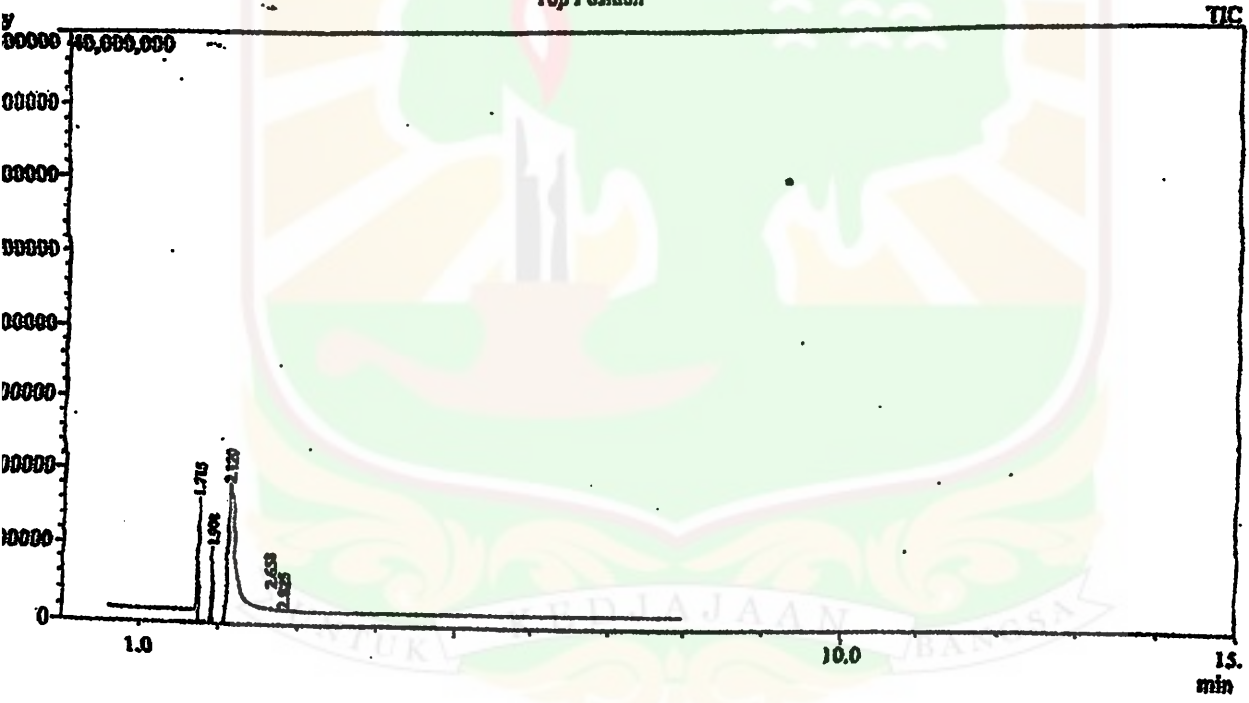
Konsentrasi 0,1 %

Sample Information

d by : Admin
 d : 10/21/2011 11:30:27 AM
 Type : Unknown
 :
 Name : Penelitian Mahasiswa
 D : Sampel hasil fermentasi
 nt : (1)-1
 Amount : 1
 Factor : 1
 : 1
 Volume : 0.5
 : C:\GCMSolution\SampleRika_FermentasiStd_0,1%.QGD
 i File : C:\GCMSolution\SampleRika_FermentasiStd_0,1%.QGD
 File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS ETANOL.qgm
 and File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS ETANOL.qgm
 ile : C:\GCMSolution\DataSupport\Pericoba P4\PenjangGp1_263.jpg
 File : C:\GCMSolution\System1\Tune1\UEtanol.qgd
 nt)

Etanol 0,1%
 l by : Admin
 : 10/21/2011 11:38:31 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSolution\SampleRika_FermentasiStd_0,1%.QGD
 Top Position



R. Time	Area	Area%	Height	Peak	Repon	TIC	Base	m/s
1.715	9467967	10.00	7935415	1.19			18.20	
1.908	5134577	5.42	4835439	1.06			18.20	
2.120	74839891	79.06	9094259	8.23			18.15	
2.658	3773565	3.99	481263	7.84	V		18.15	
2.825	1443327	1.53	149919	3.47	V		18.15	
	94681517	100.00	22610295					

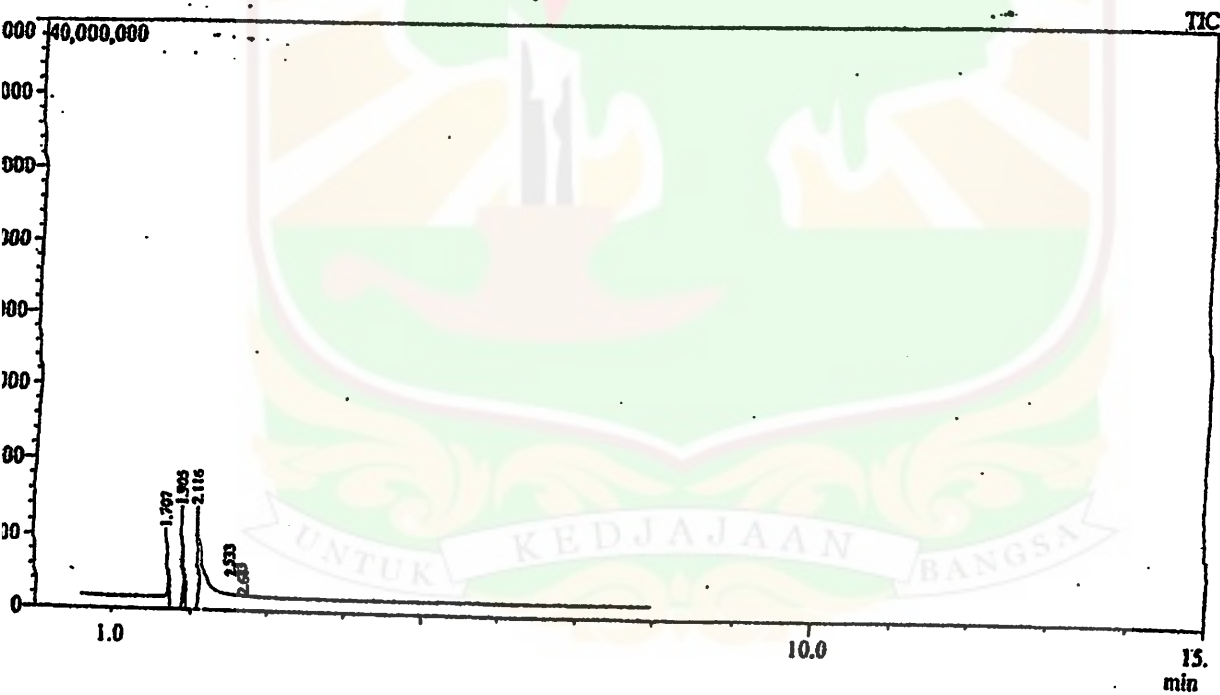
Konsentrasi 0,5 %

Sample Information

by : Admin
 Date : 10/21/2011 11:18:25 AM
 Type : Unknown
 Inj : 1
 Name : Penelitian Mahasiswa
 Description : Sampel hasil fermentasi
 Inj Port : [1]-1
 Inj Volume : 1
 Inj Speed : 1
 Inj Temp : 1
 Column : 0.5
 Path : C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,5%.QGD
 File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,5%.QGD
 Method : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS THANOL.qgm
 Data File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS THANOL.qgm
 Report Path : C:\GCMSolution\Data\Report\Festisida PdgPanjang\Sp1_263.qgr
 System : C:\GCMSolution\System\Time\UBZ\Sample.qgt

Sample Name : Std_0,5%
 by : Admin
 Date : 10/21/2011 11:26:29 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,5%.QGD
Top Position



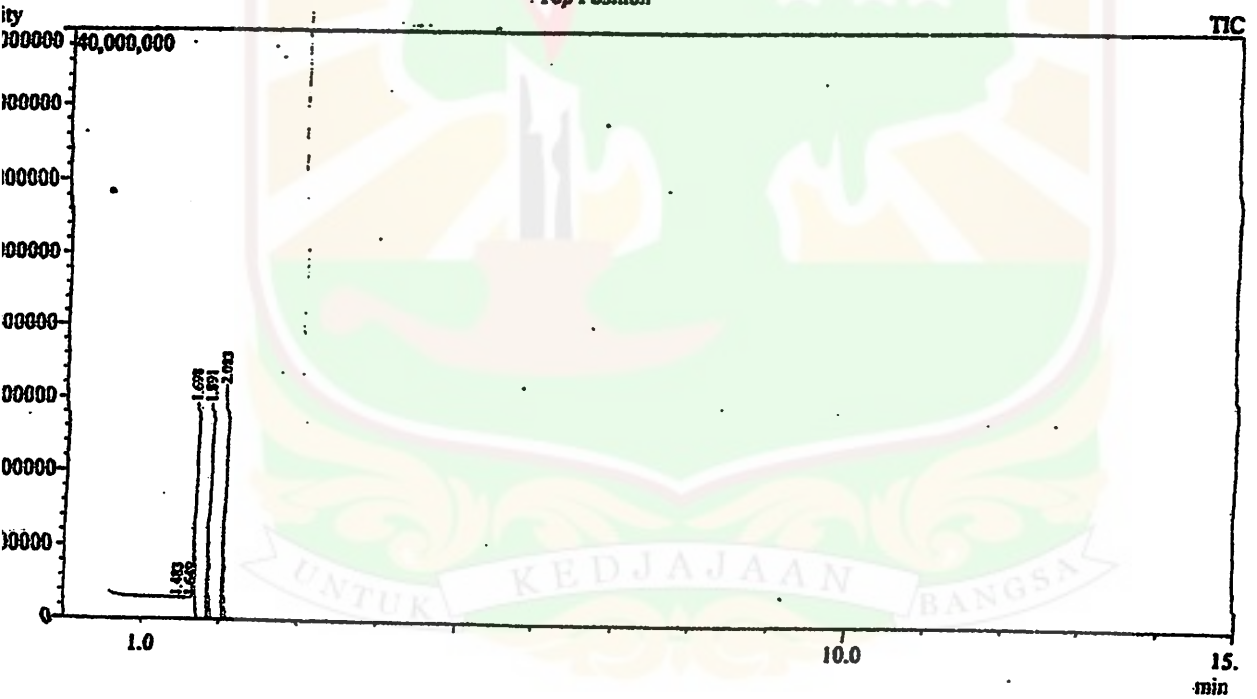
R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report	TIC	Base m/z
1.707	5686300	9.30	5259752	1.08		18.15
1.905	9001045	14.73	6952862	1.29		18.15
2.116	43438138	71.07	6935607	6.26		18.15
2.533	2140887	3.50	408523	5.24	V	28.10
2.683	856645	1.40	128097	6.68	V	18.15
61123015	100.00		19684841			

Konsentrasi 1 %

Sample Information

Created by : Admin
 Created : 10/22/2011 9:02:47 AM
 Sample Type : Unknown
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 Sample Amount : [1]=1
 Sample Factor : 1
 Sample Volume : 0.5
 Sample File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_01%.QGD
 Sample Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\G_THANOL.qqm
 Sample File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdJPanjang\Spj_263.qqr
 Sample File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1\Ethanol.qqt
 Sample Format : Admin
 Sample Date : 10/22/2011 9:10:50 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_01%.QGD
Top Position



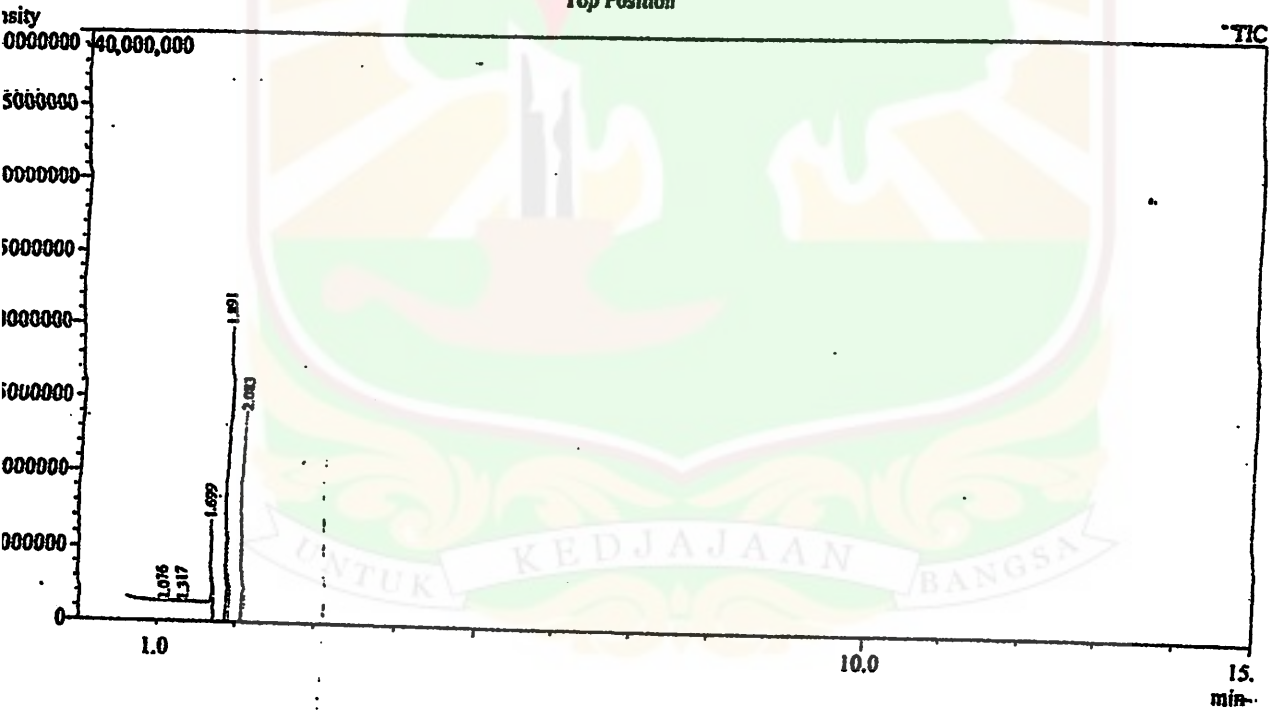
R.Time	Area	Area%	Height	A/H	Mark	Name	Base m/z
1.483	54257	0.11	18331	2.95	V		18.15
1.649	911639	1.87	420856	2.16			18.15
1.698	16726207	34.40	14363313	1.16	V		18.15
1.891	15188327	31.23	14627772	1.03			19.05
2.083	15748011	32.38	15869202	0.99			18.05
	48628441	100.00	45299474				

Konsentrasi 2 %

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 9:17:31 AM
 Sample Type : Unknown
 Sample # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 Sample Amount : [1]-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Injection Volume : 0.5
 File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_FermentasiStd_02%.QGD
 Data File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_FermentasiStd_02%.QGD
 Method File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS THANOL.qgm
 Method File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSolution\Data\Report\Fasilitas PdP\Penjang\Sp1_263.qpr
 Log File : C:\GCMSolution\System\Time\Uthanol.log
 Operator : Admin
 Created : 10/22/2011 9:25:35 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSolution\Sample\Rika_FermentasiStd_02%.QGD
Top Position



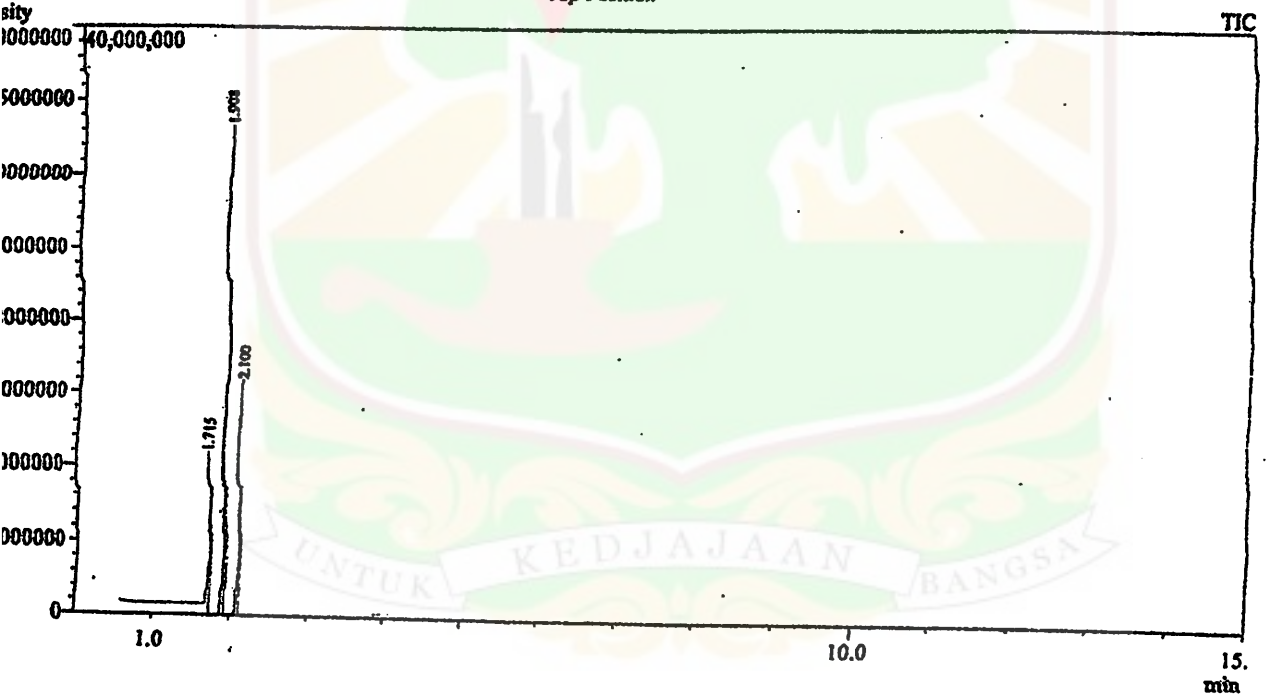
#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC	Base m/z
					A/H Mask Name	
1	1.076	64033	0.15	22660	2.82	18.15
2	1.317	34581	0.08	9460	3.63 V	18.15
3	1.699	6982331	16.69	6320430	1.10	18.15
4	1.891	20224588	48.34	19874276	1.01	18.05
5	2.083	14533063	34.74	14082694	1.03	18.05
		41838596	100.00	40309520		

Konsentrasi 4 %

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 11:38:38 AM
 Sample Type : Unknown
 Sample # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 Sample Count : [1]-1
 Sample Amount : 1
 Sample Concentration : 4
 Injection Volume : 0.5
 File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std04%_ul.QGD
 Data File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std04%_ul.QGD
 Method File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS METANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS METANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Report File : C:\GCMSolution\System\Tms1\Eluhan.qgt
 Sample Name : 04% ulangan
 Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 11:46:40 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std04%_ul.QGD
Top Position



#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC A/H Mark Name	Base m/z
1	1.715	12079043	18.87	10694902	1.12	18.15
2	1.908	35719749	55.81	33353829	1.07	18.10
3	2.100	16206049	25.32	15990451	1.01	18.10
		64004841	100.00	60039182		