



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 BIOETANOL DARI BIJI DURIAN MELALUI
HIDROLISIS ENZIMATIK DAN FERMENTASI
MENGUNAKAN *Sacharomyces cerevisiae***

SKRIPSI



Fifi Rahmi Zulkifli
07 132 018

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

ABSTRAK

Pembuatan Bioetanol dari Biji Durian Melalui Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi Menggunakan *Sacharomyces cerevisiae*

Oleh :

Fifi Rahmi Zulkifli (07 132 018)

Sarjana Sains (S.Si) dalam Bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas
Dibimbing oleh : Elida Mardiah, M.S. dan Marniati Salim, M.S.

Penelitian Pembuatan Bioetanol dari Biji Durian Melalui Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi Menggunakan *Sacharomyces Cerevisiae* telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh variasi volume enzim α -amilase, glukoamilase dan variasi lama waktu hidrolisis serta pengaruh lama waktu fermentasi terhadap konsentrasi etanol yang dihasilkan. Sebanyak 15 g biji durian yang telah dihaluskan dihidrolisis menggunakan enzim α -amilase dan glukoamilase dengan variasi volume 4, 5, 6, 7, 8 mL dan variasi lama hidrolisis 1, 2, 3, 4, 5 jam. Glukosa yang dihasilkan dianalisis menggunakan metode Somogy-Nelson. Hidrolisis dengan penambahan 6 mL enzim α -amilase dan 7 mL glukoamilase selama 3 jam memberikan konsentrasi glukosa optimum sebesar 58,51 g/L. Hidrolisat yang dihasilkan dari proses hidrolisis dilanjutkan pada proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang diisolasi dari fermipan. Hasil analisis dengan GC, produksi etanol maksimum dicapai setelah fermentasi 4 hari dengan konsentrasi etanol yang diperoleh sebesar 3,54 %.

Kata kunci : bioetanol, biji durian, hidrolisis, fermentasi

ABSTRACT

Making Bioethanol from Durian Seeds Through Enzymatic Hydrolysis and Fermentation Using *Saccharomyces cerevisiae*

By :

Fifi Rahmi Zulkifli (07 132 018)

Bachelor of Science (S.Si) in the Field of Chemistry Faculty of Science
University of Andalas

Supervised by: Elida Mardiah, M.S. and Marniati Salim, M.S

Research making bioethanol from Durian seeds Through Enzymatic hydrolysis and fermentation using *Sacharomyces cerevisiae* has been done. This study aimed to observe the influence of variations in the volume of the enzyme α -amylase, glucoamylase and long time variations of the hydrolysis and fermentation time effects on the concentration of ethanol produced. A total of 15 g of seeds that have been mashed durian hydrolyzed using the enzyme α -amylase and glucoamylase with a variation of volume 4, 5, 6, 7, 8, and variations of old mL hydrolysis 1, 2, 3, 4, 5 hours. The resulting glucose was analyzed using the Somogy-Nelson method. Hydrolysis with the addition of 6 mL of the enzyme α -amylase and glucoamylase 7 mL for 3 hours to give the optimum glucose concentration of 58.51 g / L. Hydrolysates produced from the hydrolysis process is continued on the process offermentation using *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from Fermipan. The results of analysis by GC, ethanol production reached a maximum after 4 days of fermentation ethanol concentration obtained at 3.54%.

Key words : Bioethanol, Durian seeds, Hydrolysis, Fermentation

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ***“Pembuatan Bioetanol dari Biji Durian Melalui Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*”***

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Universitas Andalas Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Elida Mardiah, M.S dan ibu Marniati Salim, M.S selaku pembimbing, yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta waktu dalam pelaksanaan penelitian ini.
2. Ibu Olly Norita Tetra, M.Si selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasehat dan bimbingan selama kuliah di Universitas Andalas.
3. Bapak Dr. Adlis Santoni selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Andalas.
4. Bapak Dr. Mai Efdi selaku Koordinator Pendidikan Jurusan Kimia.
5. Bapak dan Ibu staf pengajar Jurusan Kimia Universitas Andalas.
6. Bapak dan Ibu pegawai Jurusan Kimia, serta analis laboratorium kimia.
7. Rekan-rekan mahasiswa kimia.

Akhir kata penulis mohon maaf bila ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis menerima kritikan dan saran yang bermanfaat bagi perbaikan skripsi ini.

Padang, Februari 2012

Hormat Penulis,

Fifi Rahmi Zulkifli

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
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	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Durian	4
2.2 Bioetanol	6
2.3 Hidrolisis Pati	6
2.4 Fermentasi Alkohol	8
2.5 Enzim Amilase	9
2.6 <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	10
2.7 Metode Somogy-Nelson	11
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat	13
3.2.2 Bahan	13
3.3 Pembuatan Reagen dan Medium	
3.3.1 Reagen Nelson	13
3.3.2 Reagen Fosfomolibdat	14

3.3.3 Pembuatan Larutan Standar Glukosa	14
3.3.4 Medium <i>Potato Dextro Agar</i>	14
3.3.5 Medium Inokulum	14
3.3.6 Medium Nutrisi	15
3.4 Prosedur Penelitian	
3.4.1 Persiapan Sampel	15
3.4.2 Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dari Fermipan	15
3.4.3 Perbanyakkan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
3.4.4 Proses Hidrolisis	
3.4.4.1 Variasi Volume Enzim α -Amilase	16
3.4.4.2 Variasi Volume Enzim Glukoamilase	16
3.4.4.3 Optimasi Lama Hidrolisis	17
3.4.5 Penentuan Konsentrasi Glukosa	
3.4.5.1 Pembuatan Kurva Standar Glukosa	17
3.4.5.2 Penentuan Konsentrasi Glukosa dari Hasil Hidrolisis	17
3.4.6 Fermentasi	
3.4.6.1 Optimasi Lama Fermentasi	18
3.4.7 Penentuan Konsentrasi Etanol dengan menggunakan GC	18
BAB IV. HASIL DAN DISKUSI	
4.1 Hasil Isolasi dan Pemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	19
4.2 Pengaruh Variasi Volume Enzim α -Amilase	20
4.3 Pengaruh Variasi Volume Enzim Glukoamilase	21
4.4 Hasil Optimasi Lama Hidrolisis	22
4.5 Pengaruh Lama Fermentasi	23
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Ilmiah Tanaman Durian.	4
Tabel 2. Standar Glukosa.	37
Tabel 3. Pengaruh Volume Enzim α -Amilase.....	38
Tabel 4. Pengaruh Volume Enzim Glukoamilase.	38
Tabel 5. Hasil Optimasi Lama hidrolisis.	39
Tabel 6. Standar Etanol.	40
Tabel 7. Pengaruh Lama Fermentasi.	41
Tabel 8. Konsentrasi Glukosa Sisa pada Variasi Lama Fermentasi.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Tepung Biji Durian	5
Gambar 2.	Struktur Amilosa	7
Gambar 3.	Struktur Amilopektin	7
Gambar 4.	Skema Perubahan Glukosa Menjadi Alkohol	9
Gambar 5.	(a) Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (b) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATC 19433.	19
Gambar 6.	Biakan Murni <i>Sacharomyces serevisiae</i>	20
Gambar 7.	Kurva Hubungan Konsentrasi gula reduksi dengan Enzim α -Amilase	20
Gambar 8.	Kurva Hubungan Konsentrasi Gula Reduksi dengan Enzim Glukoamilase.	22
Gambar 9.	Kurva Hubungan Konsentrasi Gula Reduksi dengan Lama Hidrolisis	22
Gambar 10.	Kurva Hubungan waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Etanol	23
Gambar 11.	Kurva Hubungan Waktu Fermentasi terhadap Pengurangan Konsentrasi Glukosa	25
Gambar 12.	Alat GC (<i>QP 2010 S SHIMADZHU</i>)	43
Gambar 13.	Alat Spektrofotometer UV-Vis	43
Gambar 14.	Alat Destilasi	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menipisnya cadangan bahan bakar fosil dan meningkatnya populasi manusia sangat berpengaruh terhadap kebutuhan energi bagi kelangsungan hidup manusia serta aktivitas ekonomi dan sosialnya. Sejak lima tahun terakhir, Indonesia mengalami penurunan produksi minyak nasional akibat menurunnya cadangan minyak pada produksi secara alamiah, padahal dengan pertambahan jumlah penduduk, meningkat pula kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Hal ini berakibat pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM).¹

Pemerintah masih mengimpor sebagian BBM untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Melihat kondisi tersebut, pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM. Kebijakan tersebut telah menetapkan sumber daya yang dapat diperbaharui seperti bahan bakar nabati sebagai alternatif pengganti BBM. Bahan bakar berbasis nabati diharapkan dapat mengurangi terjadinya kelangkaan BBM, sehingga kebutuhan akan bahan bakar dapat terpenuhi dan mengurangi pencemaran lingkungan, sehingga lebih ramah lingkungan.¹

Bahan bakar berbasis nabati salah satu contohnya adalah bioetanol. Bioetanol dapat dibuat dari sumber daya hayati yang melimpah di Indonesia. Bioetanol dibuat dari bahan-bahan bergula atau pati seperti singkong, tebu, nira, sorgum, ubi jalar, dan lain-lain. Salah satu negara yang menggunakan bioetanol adalah Brazil. Negara Brazil telah menggunakan etanol hasil fermentasi gula tebu dicampur dengan bensin dan dikenal sebagai gasohol semenjak tahun 1975, dengan kandungan etanol dalam bensin sekitar 20-25%.⁴

Bioetanol merupakan proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan *Sacharomyces cerevisiae*. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) dengan beberapa metode diantaranya dengan

hidrolisis asam atau enzim. Metode hidrolisis secara enzimatik lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. Glukosa yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses fermentasi dengan menambahkan ragi sehingga diperoleh bioetanol sebagai sumber energi.³

Tanaman durian (*Durio zibethinus* Murr) merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan yang telah lama dikenal oleh masyarakat.⁴ Biji durian yang terdapat dalam buah durian belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal biji durian memiliki beberapa kandungan yang dapat dimanfaatkan, diantaranya adalah kandungan pati 46% untuk biji durian yang sudah masak, protein, lemak dan lainnya. Karena di dalam biji durian terdapatnya kandungan pati yang sangat potensial maka dapat diolah menjadi bioetanol dengan cara fermentasi.¹

Sebelum proses fermentasi dilakukan maka terlebih dahulu dilakukan proses hidrolisis dengan bantuan enzim. Bahan yang mengandung pati dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang siap difermentasikan. Hidrolisis dengan menggunakan enzim α -amilase akan memutuskan ikatan polisakarida yang terdapat di dalam pati menjadi disakarida lalu dilanjutkan dengan hidrolisis menggunakan enzim glukamilase menjadi monosakarida (glukosa).¹

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka terdapat beberapa masalah yang perlu dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan variasi volume enzim α -amilase dan glukamilase terhadap kadar glukosa yang dihasilkan.
2. Bagaimana pengaruh lama hidrolisis terhadap kadar glukosa yang dihasilkan.
3. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

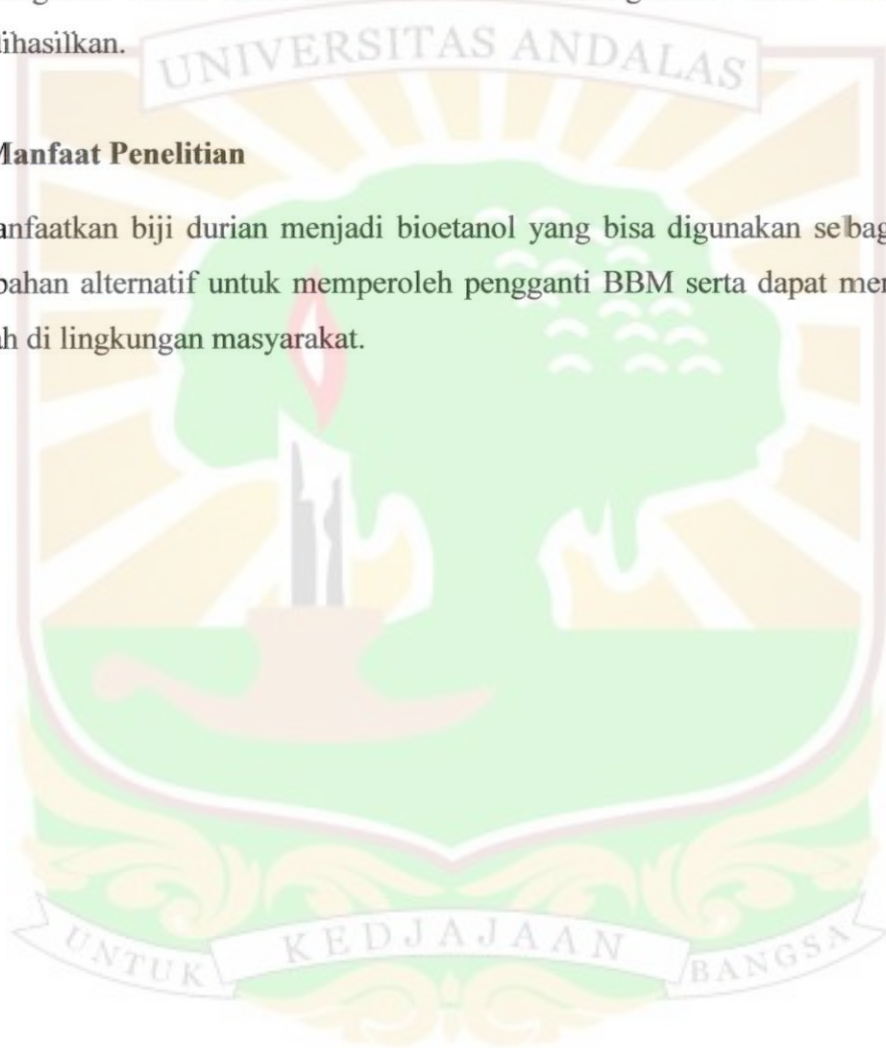
1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan bioetanol dari biji durian serta mengamati variabel-variabel yang dapat mempengaruhi konsentrasi etanol yang dihasilkan yaitu :

1. Pengaruh variasi volume enzim α -amilase dan glukoamilase serta variasi lama waktu hidrolisis.
2. Pengaruh variasi lama fermentasi untuk meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Memanfaatkan biji durian menjadi bioetanol yang bisa digunakan sebagai salah satu bahan alternatif untuk memperoleh pengganti BBM serta dapat mengurangi limbah di lingkungan masyarakat.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Durian

Tanaman durian (*Durio zibethinus* Murr) merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan yang telah lama dikenal oleh masyarakat yang pada umumnya dimanfaatkan sebagai buah saja. Tanaman durian adalah salah satu jenis buah tropis asli Indonesia⁴

Tanaman durian di habitat aslinya tumbuh di hutan belantara yang beriklim panas (tropis). Pengembangan budidaya tanaman durian yang paling baik adalah di daerah dataran rendah sampai ketinggian 800 meter di atas permukaan laut dan keadaan iklim basah, suhu udara antara 25-32°C, kelembaban udara sekitar 50-80%, dan intensitas cahaya matahari 45-50%.⁴

Tabel 1. Klasifikasi Ilmiah Tanaman Durian⁴

Klasifikasi Ilmiah Tanaman Durian	
Klasifikasi Ilmiah	
Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Malvaceae
Famili	: Bombacaceae
Genus	: <i>Durio</i>
Spesies	: <i>Durio zibethinus</i> Murr

Manfaat tanaman durian selain buahnya sebagai makanan buah segar dan olahan lainnya, juga terdapat manfaat dari bagian lainnya yaitu:⁴

1. Tanamannya sebagai pencegah erosi di lahan-lahan yang miring.
2. Batangnya untuk bahan bangunan/perkakas rumah tangga.
3. Kulit dipakai sebagai bahan abu gosok yang bagus, dengan cara dijemur sampai kering dan dibakar sampai hancur, dapat juga digunakan untuk

campuran media tanaman di dalam pot, serta sebagai campuran bahan baku papan olahan serta produk lainnya.

4. Bunga dan buah mentahnya dapat dijadikan makanan, antara lain dibuat sayur.

Biji durian berbentuk bulat-telur, berkeping dua, berwarna putih kekuning-kuningan atau coklat muda. Tiap rongga terdapat 2-6 biji atau lebih. Biji durian merupakan alat atau bahan perbanyak tanaman secara generatif, terutama untuk batang bawah pada penyambungan. Biji durian bila ditinjau dari komposisi kimianya mengandung protein 9,79%, karbohidrat (pati) 42,1%, kalsium 0,27% dan fosfor 0,9%.⁴

Biji durian memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti bahan bakar. Biji durian dapat diperoleh pada beberapa daerah yang mempunyai potensi akan adanya buah durian dimana biji durian tersebut menjadi salah satu limbah yang tidak dimanfaatkan, tapi sebenarnya banyak mengandung nilai tambah. Agar limbah ini dapat dimanfaatkan menjadi beberapa hasil yang bervariasi seperti pembuatan bioetanol perlu diproses lebih lanjut dengan membuatnya menjadi tepung biji durian.⁴



Gambar 1. Tepung biji durian

Biji durian yang akan digunakan sebagai bahan dasar bioetanol dihaluskan terlebih dahulu agar didapatkan partikel yang lebih halus sehingga lebih mudah dalam proses hidrolisis sampel.

2.2 Bioetanol

Etanol (C_2H_5OH) 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. Alkohol yang diproduksi secara biologi umumnya adalah etanol. Bioetanol adalah cairan biokimia yang melibatkan proses biologis. Proses ini berupa fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme.⁵

Bahan baku pembuatan bioetanol ini dibagi menjadi tiga kelompok yaitu :

a. Bahan sukrosa

Bahan-bahan yang termasuk dalam kelompok ini antara lain nira, 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)

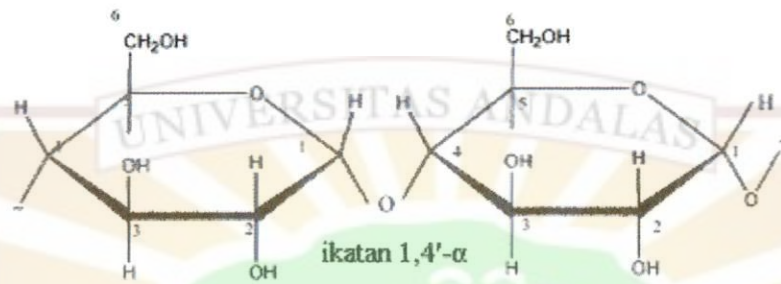
Bahan berselulosa artinya adalah bahan tanaman yang mengandung selulosa (serat), antara lain ampas tebu, kayu, jerami, batang pisang, dan lain-lain.⁶

Pembuatan bahan-bahan pati hingga menjadi etanol melalui empat proses utama: perlakuan pendahuluan, hidrolisis, fermentasi, dan terakhir adalah pemisahan serta pemurnian produk etanol.⁶ Proses hidrolisis dapat dilakukan dengan cara kimiawi dan enzimatik. Proses ini bertujuan memecah ikatan yang terdapat pada pati menjadi senyawa gula sederhana yaitu glukosa. Selanjutnya glukosa tersebut yang akan difermentasi oleh mikroorganisme menghasilkan etanol.⁷

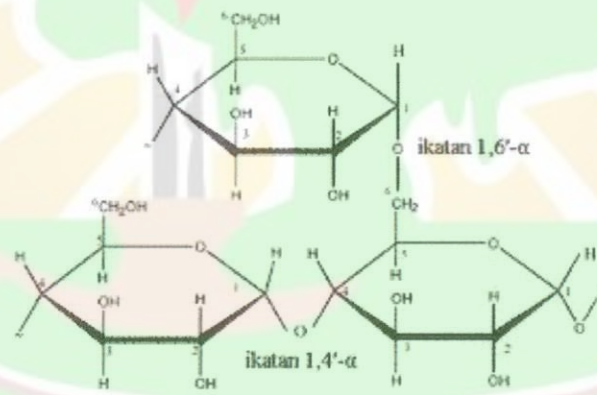
2.3 Hidrolisis Pati

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 umumnya terdapat pada ubi kayu, ubi

jalar, talas, kentang, sagu dan lain-lain. Didalam pati terdapat 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.²⁰



Gambar 2. Struktur amilosa penyusun pati²⁰



Gambar 3. Struktur amilopektin penyusun pati²⁰

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 enzimatik memiliki perbedaan mendasar dengan hidrolisis secara asam. Hidrolisis secara asam memutus rantai pati secara acak, sedangkan hidrolisis secara enzimatik memutus rantai pati secara spesifik pada cabang tertentu. Hidrolisis secara enzimatik lebih menguntungkan dibandingkan hidrolisis asam, karena prosesnya lebih spesifik,

kondisi prosesnya dapat dikontrol, dan biaya pemurnian lebih murah. Secara garis besar, tahap hidrolisis pati adalah gelatinisasi, liquifikasi dan sakarifikasi.²⁰

1. Gelatinisasi

Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. 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 enzimatik merupakan proses hidrolisis pati menjadi dekstrin oleh enzim pada suhu diatas 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

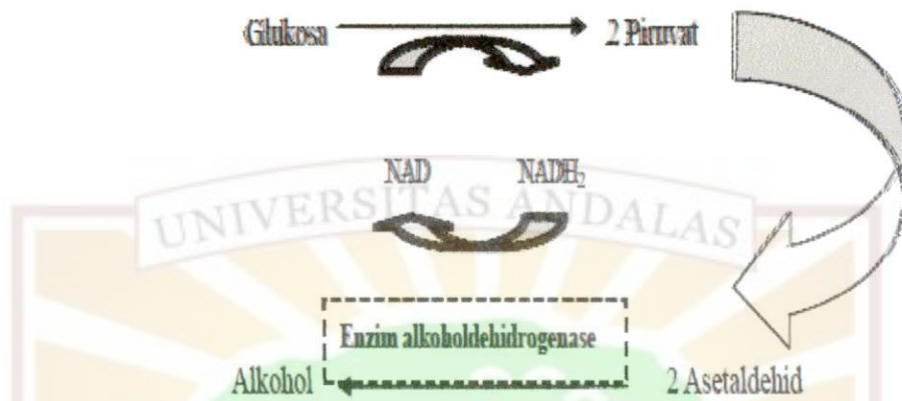
Tahap sakarifikasi adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan penambahan enzim glucoamilase. Pada tahap ini dekstrin diubah menjadi glukosa. Untuk memurnikan sirup glukosa yang dihasilkan dapat dengan proses absorpsi oleh arang aktif.

Proses hidrolisis enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: Jumlah enzim, ukuran partikel, suhu, pH, waktu hidrolisis, perbandingan cairan terhadap bahan baku (volume substrat), dan pengadukan.²⁰

2.4 Fermentasi Alkohol

Fermentasi alkohol atau alkoholisasi adalah proses perubahan gula menjadi alkohol dan CO₂ 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 di bawah ini :¹⁰



Gambar 4. Skema perubahan glukosa menjadi alkohol

Dalam industri, etanol umumnya diproduksi melalui fermentasi gula tetes, suatu residu berbentuk cairan yang diperoleh dari pemurnian gula tebu. Pada awalnya gula tebu diubah menjadi bentuk sederhana yang selanjutnya diubah menjadi alkohol.⁹ Untuk memisahkan alkohol dari air dapat dilakukan penyulingan atau destilasi sehingga dapat diperoleh alkohol dengan kadar lebih kurang 90%.⁸ Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap fermentasi alkohol diantaranya konsentrasi inokulum, lama fermentasi, nutrisi dan pH.¹⁰

2.5 Enzim Amilase

Amilase banyak ditemukan dalam mikroorganisme disamping tumbuh-tumbuhan dan hewan. Amilase dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan yaitu: ⁽¹¹⁾

1. α -amilase adalah enzim yang dapat memecah pati secara acak di tengah atau dari bagian dalam molekul (endoamilase).
2. β -amilase adalah enzim yang dapat menghidrolisis unit-unit gula dari ujung molekul pati menghasilkan maltosa (eksoamilase).
3. Glukoamilase adalah enzim yang dapat memisahkan glukosa dari terminal gula non pereduksi substrat pati.

α -amilase adalah salah satu enzim yang paling banyak digunakan karena ramah lingkungan. Enzim ini berperan dalam proses degradasi pati yang merupakan makromolekul karbohidrat. Nama lain dari enzim α -amilase adalah α -1,4-glukanohidrolase. α -amilase ini memiliki beberapa sisi aktif yang dapat mengikat 4 hingga 10 molekul substrat sekaligus.¹¹

Mekanisme kerja enzim α -amilase pada umumnya aktif bekerja pada kisaran suhu 25°C hingga 95°C pada kisaran pH 4,5-5,0. Penambahan ion kalsium dan klorida dapat meningkatkan aktivitas kerja enzim dan menjaga kestabilannya. α -amilase akan memotong ikatan glikosidik α -1,4 pada molekul pati (karbohidrat) sehingga terbentuk molekul-molekul karbohidrat yang lebih pendek. Hasil dari pemotongan enzim α -amilase antara lain maltosa dan maltotriosa.¹¹

Glukoamilase (E.C 3.2.1.3) adalah enzim yang pada umumnya bekerja pada suhu 45-60°C dengan kisaran pH 4,5-5,0. Enzim ini akan memotong ikatan α -1,4 pada molekul pati pada frekuensi yang lebih tinggi tapi juga dapat memecah ikatan α -1,6, pada frekuensi yang lebih rendah. Hasil utama pemecahannya adalah glukosa, suatu bentuk sederhana dari molekul karbohidrat berjumlah atom C 6. Pada umumnya enzim glukoamilase memiliki peranan yang cukup besar di dalam metabolisme energi pada berbagai jenis organisme. Oleh karena itu banyak ditemukan pada beragam jenis tanaman dan mikroorganisme, seperti *Saccharomyces*, *Endomycopsis*, *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Clostridium*.¹²

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.¹³

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.¹⁴

Penggunaan *Sacharomyces serevisiae* dalam produksi etanol secara fermentasi telah banyak dikembangkan di beberapa Negara, seperti Brasil, Afrika Selatan, dan Amerika Serikat. Hal ini disebabkan karena *Sacharomyces serevisiae* dapat memproduksi etanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi.¹⁵

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. Reaksi warna yang terbentuk dapat menentukan konsentrasi gula dalam sampel dengan mengukur absorbannya. Dengan membandingkannya terhadap larutan standar, konsentrasi gula dalam sampel dapat ditentukan.¹⁶

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas dan Balai Laboratorium Kesehatan Padang mulai bulan April – November 2011.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Neraca analitik, cawan petri, botol vial, alat-alat gelas, *autoclave*, *hot plate stirrer*, spektrofotometer UV-Vis, Kulkas, Termometer, Sentrifuge, Lampu spiritus, Jarum ose, Kantong plastik steril, *Shaker* merk Edmund Buhler 7400 Tubingen, Ayakan dengan ukuran 425 μm , pH indikator, dan peralatan GC (*QP 2010 S SHIMADZHU*).

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan antara lain biji durian yang didapatkan dari daerah pesisir selatan, natrium karbonat, natrium tartarat, natrium bikarbonat, natrium sulfat, tembaga sulfat penta hidrat, asam sulfat pekat, asam molibdat, natrium hidroksida, akuabides, asam pospat 85%, etanol 96%, medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), glukosa, asam asetat, natrium asetat, kalium hidrogen pospat, ammonium sulfat, ammonium fosfat, magnesium sulfat pentahidrat, *yeast extract* dan cairan spiritus, agar Swallow tanpa rasa, ragi *Saccharomyces cerevisiae* (Fermipan), enzim α -amilase dan glukoamilase dengan merk *NOVOZYME*.¹⁷

3.3 Pembuatan Reagen dan Medium.

3.3.1 Reagen Nelson

Reagen Nelson dibuat dengan mencampurkan 25 bagian Nelson A dengan bagian 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 dan 20 gram natrium sulfat dalam 100 mL akuades. Untuk membuat Nelson B yaitu dengan melarutkan 7,5 gram tembaga sulfat penta hidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dalam 50 mL aquades, lalu ditambahkan 1 tetes asam sulfat pekat (H_2SO_4).

3.3.2 Reagen Fosfomolibdat

Reagen fosfomolibdat dibuat dengan cara melarutkan 1 gram natrium tungstat ditambah 7 gram asam molibdat dalam 70 mL Natrium hidroksida 5%, kemudian dididihkan selama 5 menit untuk menghilangkan amoniak, dinginkan larutan dan tambahkan 25 mL asam pospat 85%, lalu dilarutkan dalam erlenmeyer dengan 100 mL akuades.⁵

3.3.3 Pembuatan 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.

3.3.4 Medium *Potato Dextro Agar*

Medium PDA merupakan medium padat yang digunakan untuk mengisolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan. Kentang dikupas dan dipotong kecil-kecil, kemudian ditimbang sebanyak 25 g lalu ditambahkan 125 mL air destilasi ke dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian dipanaskan sampai mendidih selama 15 menit, lalu saring air rebusan dengan kertas saring untuk mendapatkan ekstrak kentang. Kemudian ekstrak kentang ditambahkan 2,5 g gula pasir, 2,5 g agar, tutup dengan alumunium veil (AVO) dan panaskan dengan *hot plate stirrer* hingga mendidih, lalu sterilkan di dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1,5 atm.

3.3.5 Medium Inokulum

Pembuatan medium inokulum digunakan untuk memperbanyak *Saccharomyces cerevisiae* untuk proses fermentasi. Sebanyak 5 g glukosa, 0,5 g *yeast ekstrak*,

0,05 g KH_2PO_4 , 0,05 g $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 0,05 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dilarutkan dalam 500 mL air destilasi.

3.3.6 Medium Nutrisi

Medium nutrisi merupakan medium yang digunakan selama fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*. Medium nutrisi terdiri dari 0,4 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,2 g $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,3 g KH_2PO_4 dan 0,1 g *yeast ekstrak*. Semuanya dimasukkan ke dalam 100 mL air destilasi.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Sampel

Biji durian terlebih dahulu dicuci bersih, dipotong kecil-kecil dan dikeringkan di bawah terik matahari, setelah itu untuk dijadikan tepung dengan cara menghaluskan biji durian menggunakan gilingan. Kemudian dikeringkan lagi di bawah terik matahari untuk menghindari tumbuhnya jamur pada tepung biji durian nantinya.

3.4.2 Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan

Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat. Ditimbang sebanyak 1 g Fermipan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambah dengan 9 mL air destilasi lalu dilarutkan dan dikocok hingga homogen. Kemudian diambil 1 mL dari tabung dilanjutkan sampai pengenceran 10^{-8} . Hasil pengenceran 10^{-8} dibiakkan pada medium PDA dengan cara memipet 1 mL larutan kemudian disebar pada permukaan medium secara merata dan didiamkan selama 3 hari sampai mikroba tumbuh. Satu jarum ose mikroba diinokulasikan pada medium PDA dengan cara zig-zag untuk pemurnian mikroba dan didiamkan selama 48 jam.

3.4.3 Perbanyakan *Saccharomyces cerevisiae*

Perbanyakan dilakukan untuk memperoleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang akan digunakan dalam fermentasi. Diambil 3 ose koloni *Saccharomyces*

cerevisiae dalam tabung reaksi, lalu dimasukkan ke dalam 100 mL medium inokulum kemudian diaduk dengan menggunakan *shaker* selama 20 jam.

3.4.4 Proses Hidrolisis

3.4.4.1 Variasi volume enzim α -amilase

Tepung biji durian yang telah dikeringkan diayak dengan ukuran 425 μ m. Untuk mendapatkan partikel yang lebih kecil dan halus ditimbang masing-masing sebanyak 15 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan dengan air destilasi 100 mL. Setelah itu masing-masing erlenmeyer ditambahkan enzim α -amilase dengan variasi volume mulai dari 4; 5; 6; 7; dan 8 mL, lalu diaduk dengan menggunakan shaker selama 2 jam pada suhu 55°C dan pH 5. Pengaturan suhu disini dilakukan karena enzim α -amilase bekerja optimum pada suhu 80°C.¹⁷ Sampel yang telah dihidrolisis kemudian disentrifuge untuk mendapatkan filtratnya. Filtrat yang didapat diukur absorbannya dengan alat spektrofotometer. Nilai Absorban yang paling tinggi dilanjutkan untuk proses hidrolisis dengan menggunakan enzim glukoamilase.

3.4.4.2 Variasi volume enzim glukoamilase.

Tepung biji durian yang telah kering dan halus ditimbang masing-masing sebanyak 15 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan dengan air destilasi 100 mL. Masing-masing erlenmeyer ditambahkan enzim α -amilase 6 mL, lalu diaduk dengan menggunakan shaker selama 2 jam pada suhu 80°C dan pH 5, Setelah itu dilanjutkan dengan penambahan enzim glukoamilase mulai dari 4; 5; 6; 7; dan 8 mL. Larutan diatur pH 5 dengan penambahan buffer asetat, diaduk dengan menggunakan shaker kembali selama 3 jam pada suhu 60°C. Sampel yang telah dihidrolisis disentrifuge untuk mendapatkan filtratnya. Filtrat yang didapat diukur konsentrasi glukosanya menggunakan metode Somogy-Nelson. Konsentrasi glukosa yang paling tinggi dilanjutkan untuk proses hidrolisis dengan variasi lama waktu hidrolisis.

3.4.4.3 Optimasi Lama Hidrolisis.

Sampel ditambah dengan 6 mL enzim α -amilase dan 7 mL enzim glukoamilase. Perlakuan dengan enzim α -amilase dan glukoamilase sama dengan perlakuan pada sub bab 3.4.4.2. Setelah penambahan glukoamilase, larutan diatur pada pH 5, kemudian dihidrolisis pada suhu 60°C dengan variasi waktu yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5 jam. Sampel yang telah dihidrolisis disentrifuge untuk mendapatkan filtratnya. Filtrat yang didapat diukur konsentrasi glukosanya menggunakan metode Somogy-Nelson. Sampel yang memiliki kadar glukosa paling tinggi dilanjutkan untuk proses fermentasi.

3.4.5 Penentuan Konsentrasi Glukosa

3.4.5.1 Pembuatan Kurva Standar Glukosa

Sebanyak 1 mL larutan standar glukosa (4, 8, 12, 16, 18, 20 mg/L) masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi. Sebagai blanko digunakan 1 mL akuades, ke dalam tabung reaksi ditambahkan 1 mL reagen Nelson kemudian dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Tabung reaksi didinginkan hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, lalu ditambahkan 1 mL reagen fosfomolibdat dan 7 mL akuades. Larutan dikocok, diamkan selama 30 menit, absorban masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang 580 nm.

3.4.5.2 Penentuan Konsentrasi Glukosa Hasil Hidrolisis

Sebanyak 1 mL hidrolisat diencerkan dalam labu ukur 10 mL, kemudian diambil 1 mL larutan tersebut diencerkan lagi sehingga diperoleh faktor pengenceran 10^4 . Sebanyak 1 mL larutan yang telah diencerkan ditambahkan 1 mL reagen Nelson di dalam tabung reaksi, dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Setelah itu dibiarkan dingin hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, ditambahkan 1 mL reagen fosfomolibdat dan 7 mL akuades. Larutan dikocok dan didiamkan selama 30 menit, absorban masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang 580 nm dengan alat spektrofotometer.

3.4.6 Fermentasi

3.4.6.1 Optimasi Lama Fermentasi

Sebanyak 50 mL hasil hidrolisat yang telah diatur pH 5 ditambahkan 100 mL medium nutrisi, kemudian ditambahkan 20 mL *Saccharomyces cerevisiae* dan ditutup dengan aluminium foil. Sampel diaduk dengan menggunakan *shaker* selama 2; 3; 4; 5; 6; dan 7 hari. Proses fermentasi dilakukan secara anaerob. Hasil fermentasi diukur kadar etanolnya dengan menggunakan GC dan kadar glukosanya diukur dengan alat spektrofotometer.

3.4.7 Penentuan Konsentrasi Etanol dengan GC

Kadar etanol dari hasil fermentasi dianalisa dengan GC dengan kondisi operasional : gas pembawa Helium, tekanan 52,3 kPa, kolom yang digunakan Rtx5MS dengan panjang kolom 30 m dan diameter dalam 0,25 μm , suhu oven 60^oC, suhu injeksi 150^oC, volume injeksi 0,5 μL , total alir 0,94 mL/min dan detektor FID.



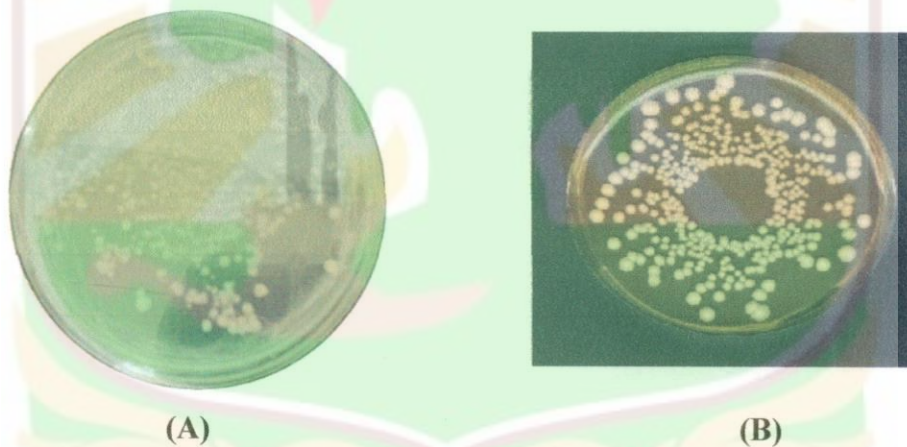
BAB IV

HASIL DAN DISKUSI

4.1 Hasil Isolasi dan Pemurnian *Saccharomyces cerevisiae*

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 72 jam, karena mikroba diisolasi dari Fermipan, maka mikroba yang tumbuh hanya satu koloni yang 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 19433,¹⁸ dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. (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 48 jam. Hasil yang diperoleh dari dua 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, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Biakan Murni *Sacharomyces serevisiae*

4.2 Pengaruh Variasi Volume Enzim α -Amilase

Pada penelitian ini, tepung biji durian yang dihidrolisis diayak agar ukuran partikelnya lebih halus, semakin kecil ukuran partikel pada tepung biji durian maka akan semakin mudah untuk dihidrolisis secara optimal. Ayakan yang digunakan berukuran 425 μm .

Pengukuran konsentrasi gula reduksi dari sampel diukur pada panjang gelombang 540 nm.⁵ Hubungan antara konsentrasi gula reduksi dengan variasi volume enzim α -amilase dapat dilihat pada Gambar 7.



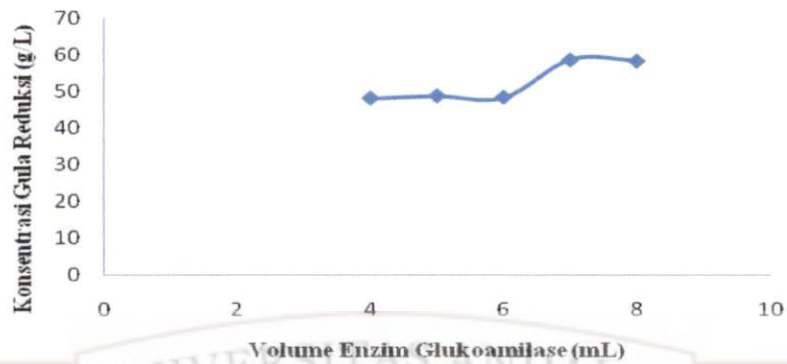
Gambar 7. Kurva hubungan konsentrasi gula reduksi dengan volume enzim α -amilase

Absorban yang diukur adalah absorban gula reduksi hasil pemecahan pati oleh α -amilase yang sebagian merupakan maltosa. Dari kurva dapat dilihat pada penambahan α -amilase 4 sampai 6 mL terjadi kenaikan konsentrasi gula reduksi, karena jumlah volume enzim belum cukup untuk menghidrolisis substrat pati. Kondisi optimum didapatkan pada saat penambahan 6 mL. Hal ini menjelaskan bahwa produk yang terbentuk dari hasil hidrolisis yang paling tinggi terdapat pada titik tersebut. Namun pada penambahan volume 7 dan 8 mL tidak ada lagi peningkatan konsentrasi gula reduksi karena sudah terjadi keseimbangan reaksi antara substrat dengan enzim pada volume 6 mL.

Dalam proses hidrolisis menggunakan enzim α -amilase akan terjadi pemotongan ikatan glikosida α -1,4 pada molekul pati sehingga terbentuk molekul-molekul yang lebih pendek. Hasil dari pemotongan enzim ini berupa disakarida seperti maltosa. Karena hasil yang diharapkan berupa glukosa maka proses hidrolisis menggunakan enzim amilase ini belum sempurna sehingga hidrolisis dilanjutkan dengan penambahan enzim glukamilase agar didapatkan glukosa dengan kondisi yang optimum.

4.3 Pengaruh Variasi Volume Enzim Glukoamilase

Untuk mendapatkan konsentrasi glukosa yang tinggi pada hidrolisis, sampel yang telah dihidrolisis dengan 6 mL enzim α -amilase dilanjutkan dengan penambahan enzim glukamilase. Dimana glukamilase akan memotong ikatan α -1,4 pada molekul disakarida yang merupakan produk dari hidrolisis enzim α -amilase. Enzim ini juga dapat memecah ikatan α -1,6 tapi pada frekuensi yang lebih rendah. Hasil utama pemecahannya adalah glukosa. Hasil hidrolisis dengan penambahan enzim glukamilase dapat dilihat dari kurva di bawah ini :

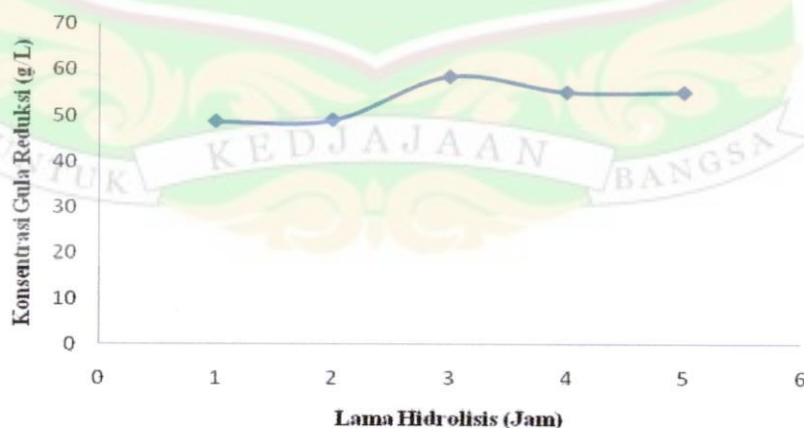


Gambar 8. Kurva hubungan konsentrasi gula reduksi dengan volume enzim glukoamilase

Pengukuran konsentrasi gula reduksi dari sampel diukur pada panjang gelombang 580 nm (Lampiran 8). Konsentrasi gula reduksi dihitung menggunakan persamaan regresi yang diperoleh dari perhitungan kurva standar glukosa (Lampiran 9). Kadar gula reduksi yang didapatkan sekitar 58,44 g/L.

4.4 Hasil Optimasi Lama Hidrolisis

Pada penelitian ini, variasi waktu yang digunakan untuk lama hidrolisis adalah 1, 2, 3, 4 dan 5 jam. Volume enzim α -amilase dan glukoamilase yang digunakan masing-masingnya adalah 6 dan 7 mL. Konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan pada variasi lama hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 9.



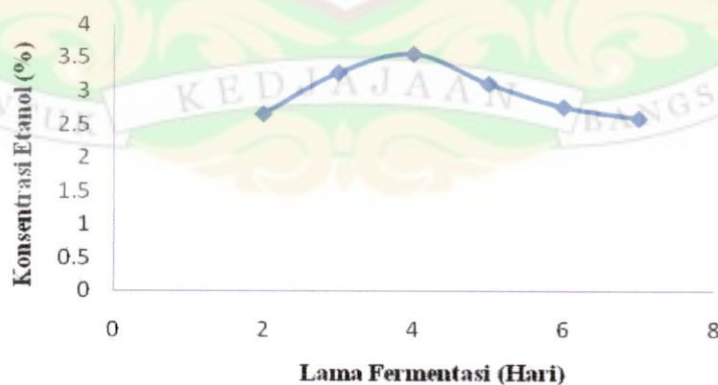
Gambar 9. Kurva hubungan konsentrasi gula reduksi dengan lama hidrolisis

Dari gambar 9 dapat dilihat 1 sampai 3 jam terjadi kenaikan konsentrasi gula reduksi karena waktu yang digunakan belum cukup untuk menghidrolisis disakarida sehingga glukosa yang dihasilkan belum maksimal. Pada waktu hidrolisis lebih dari 3 jam tidak terjadi peningkatan kadar gula reduksi karena pada saat ini tidak ada lagi pemecahan disakarida menjadi glukosa. Kontak antara enzim glucoamilase dengan substrat telah terbentuk sempurna pada saat waktu 3 jam. Dari hasil perhitungan, konsentrasi gula reduksi yang terbentuk pada lama hidrolisis 3 jam adalah 58,51 g/L. Konsentrasi gula reduksi pada waktu 3 jam ini dapat dinyatakan sebagai konsentrasi glukosa hasil hidrolisis.

4.5 Pengaruh Lama Fermentasi

Sebanyak 50 mL hidrolisat yang telah diatur pH-nya menjadi pH 5 dengan penambahan buffer asetat, dilanjutkan pada proses fermentasi. Untuk mendapatkan etanol dilakukan destilasi. Konsentrasi etanol hasil destilasi dianalisa dengan menggunakan GC. Dari analisa dapat diketahui pada waktu retensi 1,9 diidentifikasi sebagai senyawa etanol dimana dapat dilihat dari bank data yang ada pada peralatan GC. Pada waktu retensi 1,7 diketahui sebagai asam asetat yang merupakan hasil samping dari proses fermentasi etanol. Puncak lain diketahui sebagai waktu retensi dari air yang merupakan pelarut yang digunakan pada saat hidrolisis.

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



Gambar 10. Kurva hubungan waktu fermentasi terhadap konsentrasi etanol

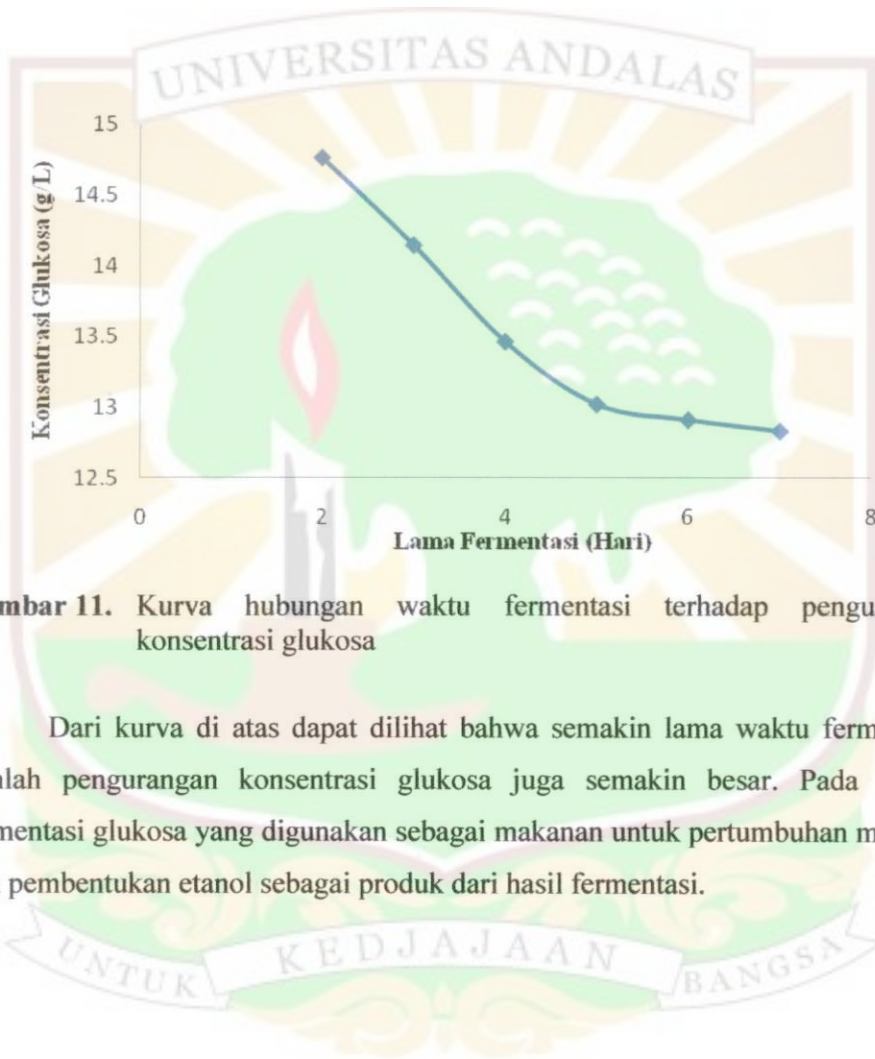
Dengan memasukkan luas area yang terukur ke dalam persamaan regresi yang diperoleh dari perhitungan kurva standar etanol (Lampiran 11) didapatkan konsentrasi dari etanol.

Berdasarkan kurva di atas etanol maksimum dihasilkan pada waktu 4 hari, etanol yang didapat sebesar 3,54%. Kemudian pada waktu 5 hari etanol yang didapat mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena terjadinya penguraian etanol yang telah terbentuk. Etanol dalam waktu lama akan teroksidasi menjadi asam asetat karena proses anaerob yang tidak sempurna sehingga memungkinkan tumbuhnya *Acetobacter Aceti* yang dapat mengkonversi alkohol menjadi asam asetat ditandai dengan rasa masam pada sampel sehingga menurunkan hasil produksi etanol.

Konsentrasi etanol yang diperoleh dari 15 g tepung biji durian lebih kecil yaitu 3,54 % dibandingkan dengan konsentrasi etanol yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, konsentrasi yang diperolehnya adalah 5,31% dari 15 g tepung biji durian.⁽¹⁾ Konsentrasi etanol yang kecil dapat disebabkan oleh metode fermentasi yang digunakan dan pemisahan yang kurang maksimal. Metode fermentasi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *batch*, dimana proses fermentasi terjadi didalam satu tempat dan produk yang terbentuk tetap bercampur dengan substratnya, produk yang terbentuk adalah etanol dan CO₂. Produk yang terbentuk seharusnya dialirkan ketempat penampungan produk, seperti metode *kontinyu* yang digunakan peneliti sebelumnya. Produk diperkirakan bersifat toksik terhadap substratnya yang dapat mengganggu proses fermentasi, terutama pada aktivitas *S.cerevisiae* dalam proses mengubah glukosa menjadi etanol sehingga konsentrasi etanol yang diinginkan kurang maksimal. CO₂ dalam substrat, mengakibatkan oksigen yang terlarut menurun dan pertumbuhan sel terlalu padat, sehingga substrat tidak cukup untuk pertumbuhan selanjutnya, akibatnya pembentukan alkohol juga menurun. Untuk pemisahan etanol yang terbentuk, pada penelitian ini pemisahan dilakukan dengan cara destilasi saja. Untuk mendapatkan konsentrasi etanol yang lebih tinggi sebaiknya, dilakukan dengan cara destilasi dan adsorpsi menggunakan adsorben (CaO).

Destilasi bertujuan untuk memisahkan etanol dari campuran hasil fermentasi. Adsorpsi dilakukan setelah proses destilasi gunanya untuk menyerap H_2O dalam etanol sehingga dapat meningkatkan konsentrasi etanol.

Pada saat dua hari, etanol yang dihasilkan belum optimal karena *Saccharomyces cerevisiae* masih memproduksi etanol pada saat pertumbuhannya. Konsentrasi glukosa sisa untuk setiap waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kurva hubungan waktu fermentasi terhadap pengurangan konsentrasi glukosa

Dari kurva di atas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, jumlah pengurangan konsentrasi glukosa juga semakin besar. Pada proses fermentasi glukosa yang digunakan sebagai makanan untuk pertumbuhan mikroba dan pembentukan etanol sebagai produk dari hasil fermentasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Volume enzim α -amilase mempengaruhi hidrolisis, konsentrasi gula reduksi maksimum didapatkan pada volume 6 mL.
2. Glukosa maksimum dihasilkan dengan menggunakan enzim glucoamilase 7 ml dengan lama hidrolisis 3 jam, konsentrasi glukosa yang didapatkan sebesar 58,51 g/L.
3. Dari 15 g tepung biji durian didapatkan konsentrasi etanol 3,54% pada fermentasi selama 5 hari.
4. Selama fermentasi terjadi penurunan konsentrasi glukosa dari sampel yang telah dihidrolisis.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini maka disarankan untuk :

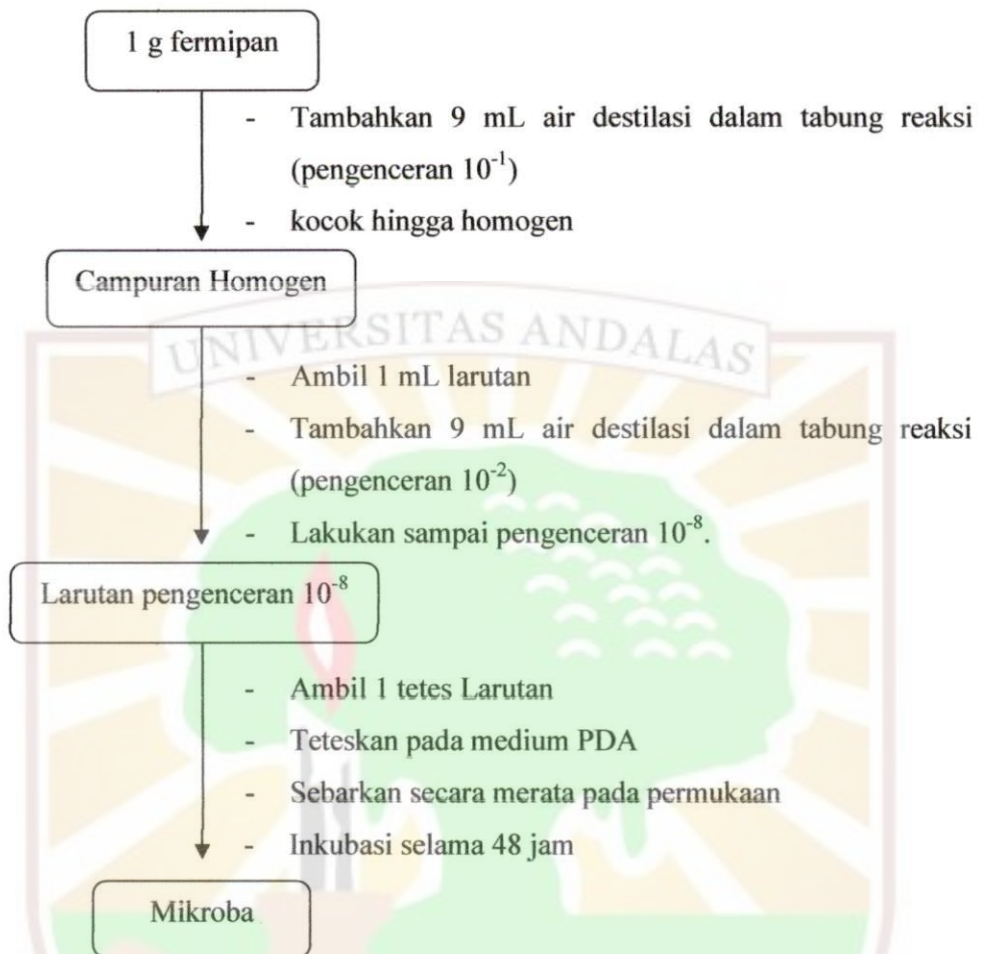
1. Mengukur kadar protein dan aktivitas enzim agar dapat mengetahui aktivitas spesifik dari enzim yang digunakan.
2. Melakukan pemurnian terhadap glukosa hasil hidrolisis.
3. Mengukur jumlah koloni dari jamur *Sacharomyces serevisiae* agar dapat diperkirakan jumlah jamur yang dipakai untuk skala yang lebih besar.

LAMPIRAN

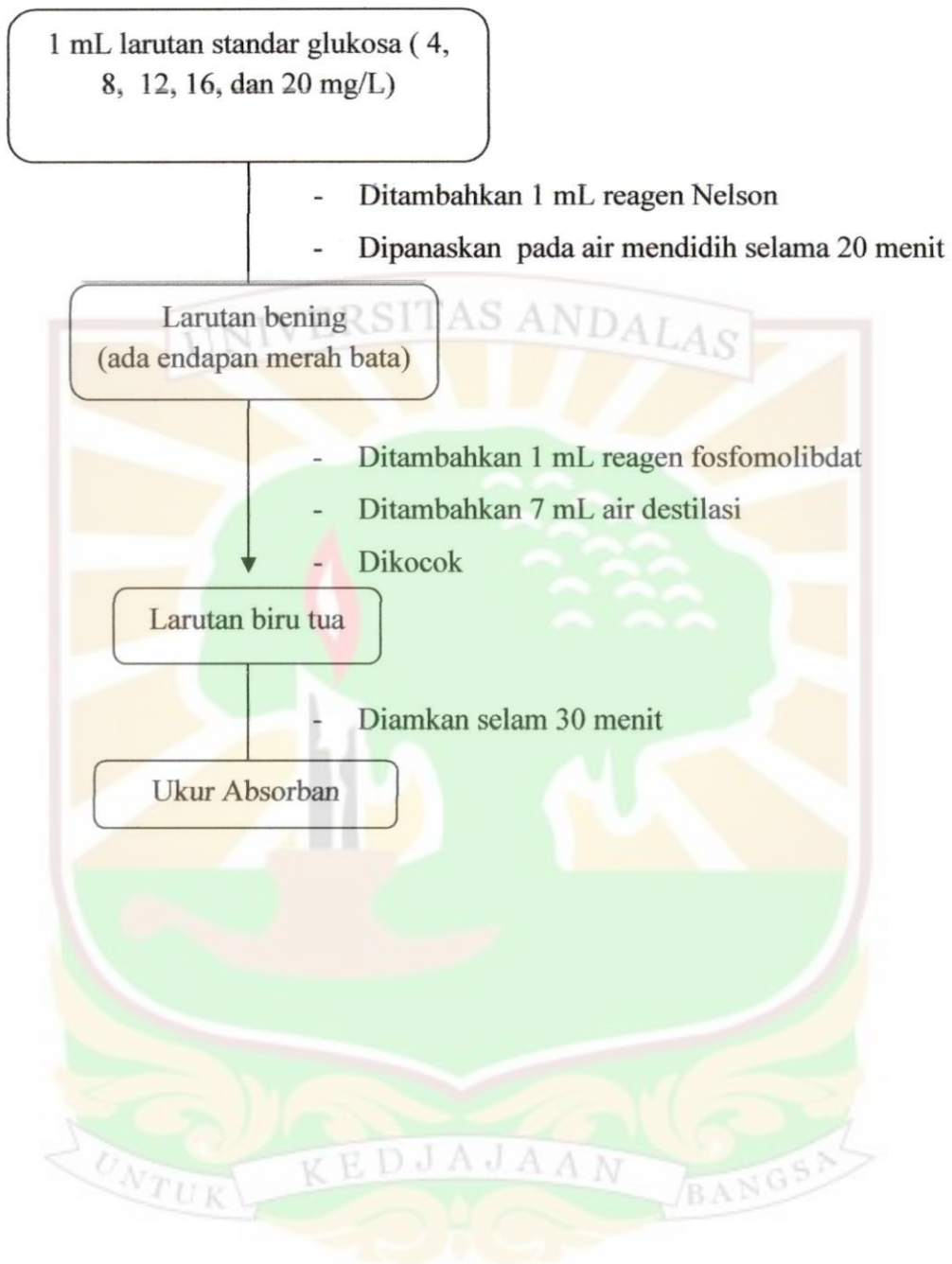
Lampiran 1. Persiapan Sampel



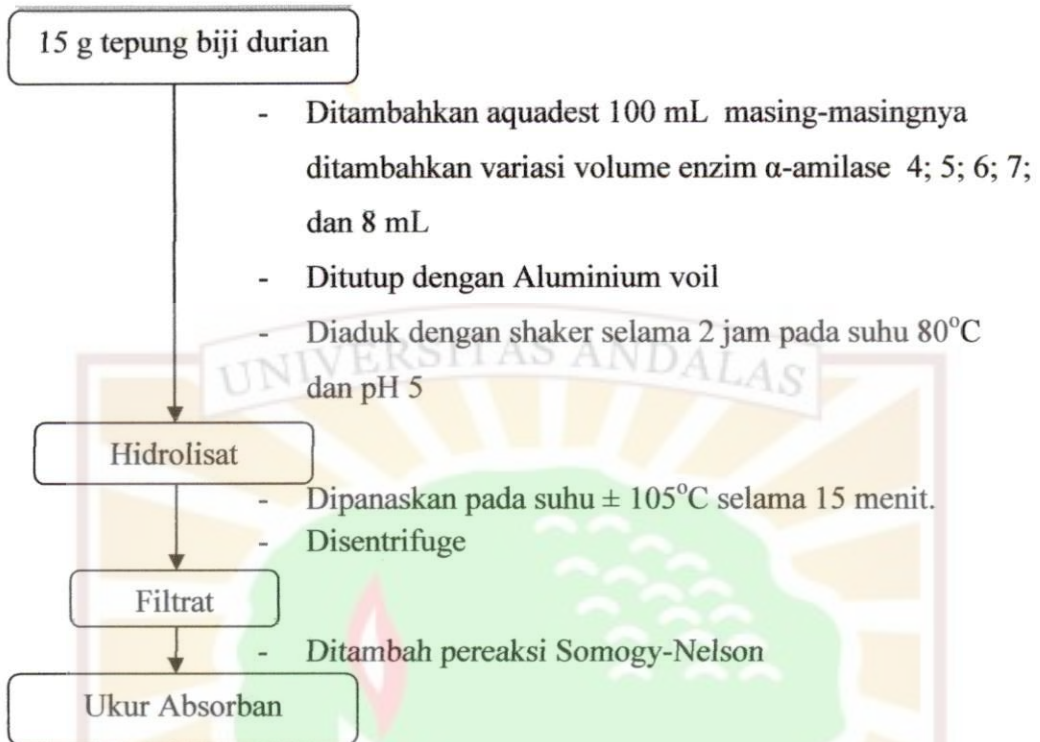
Lampiran 2. Skema Kerja Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan



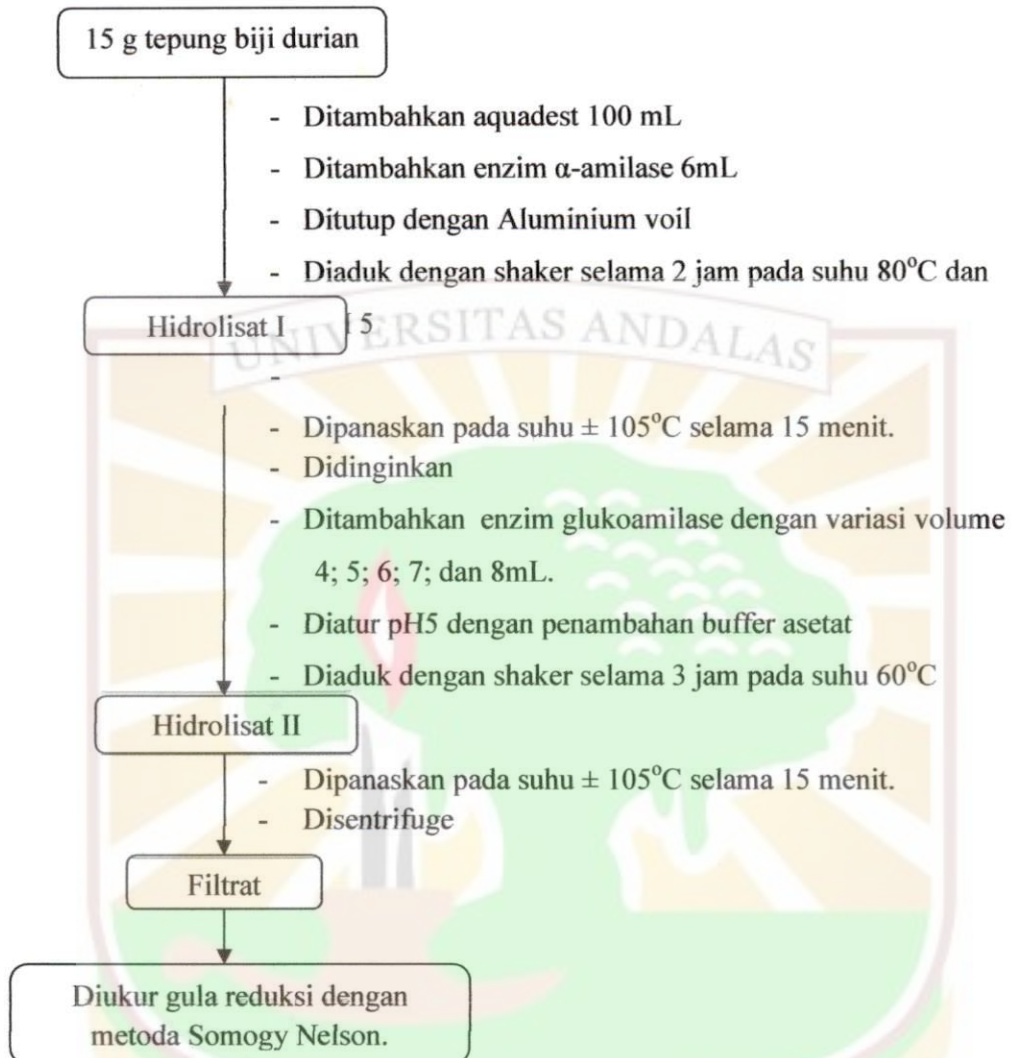
Lampiran 3. Skema Kerja Pembuatan Kurva Standar Glukosa



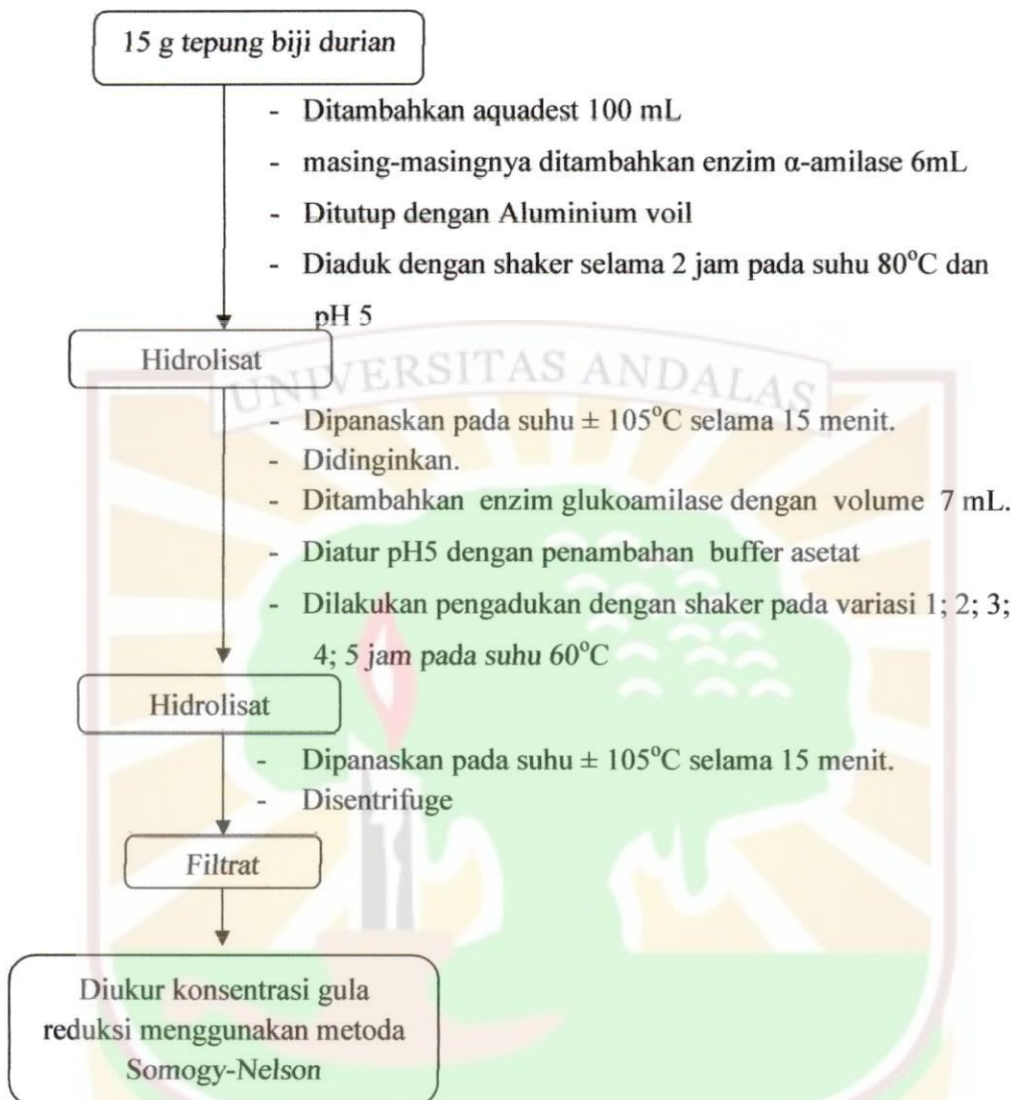
Lampiran 4. Skema Kerja Variasi Volume Enzim α -Amilase



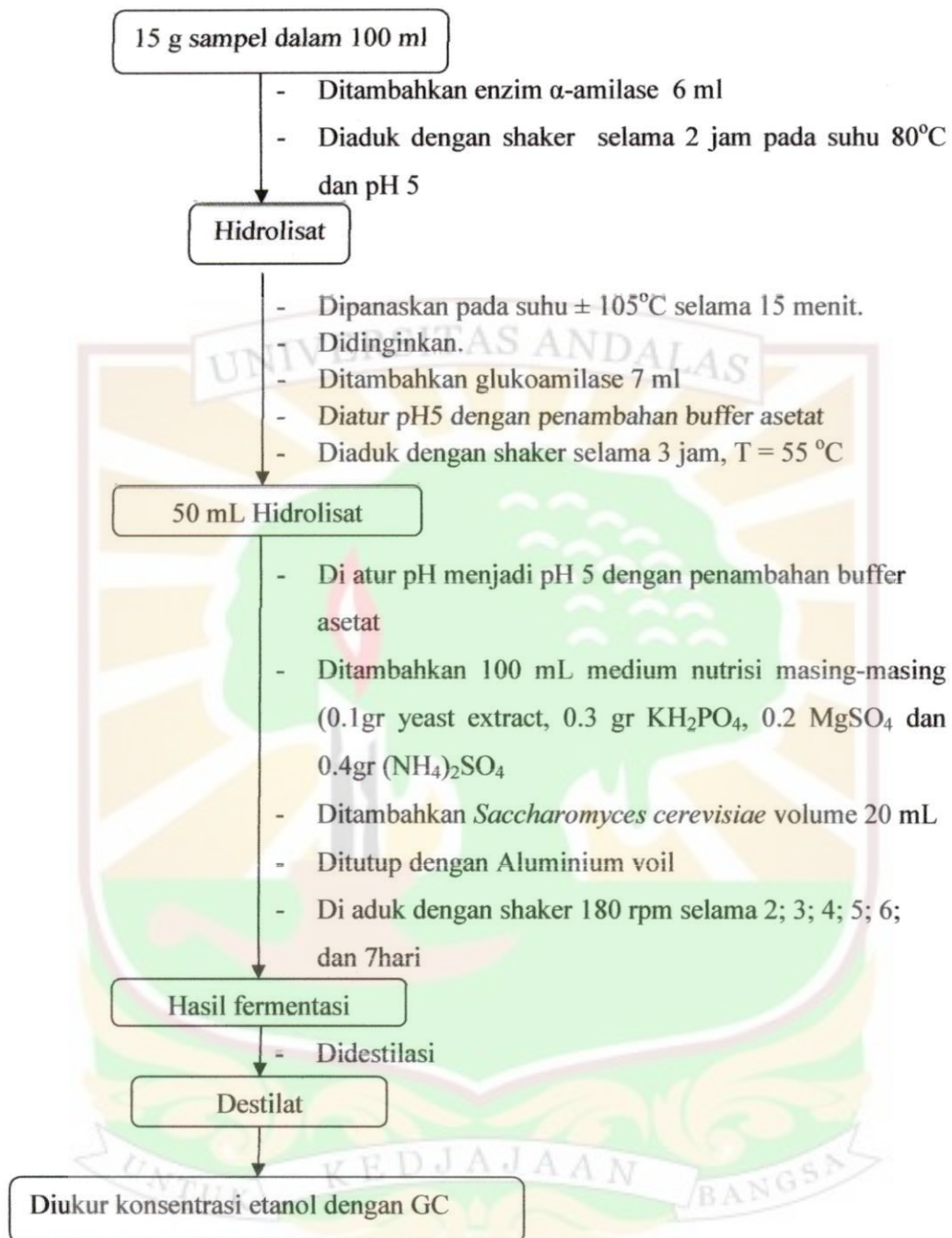
Lampiran 5. Skema Kerja Variasi Volume Enzim Glukoamilase



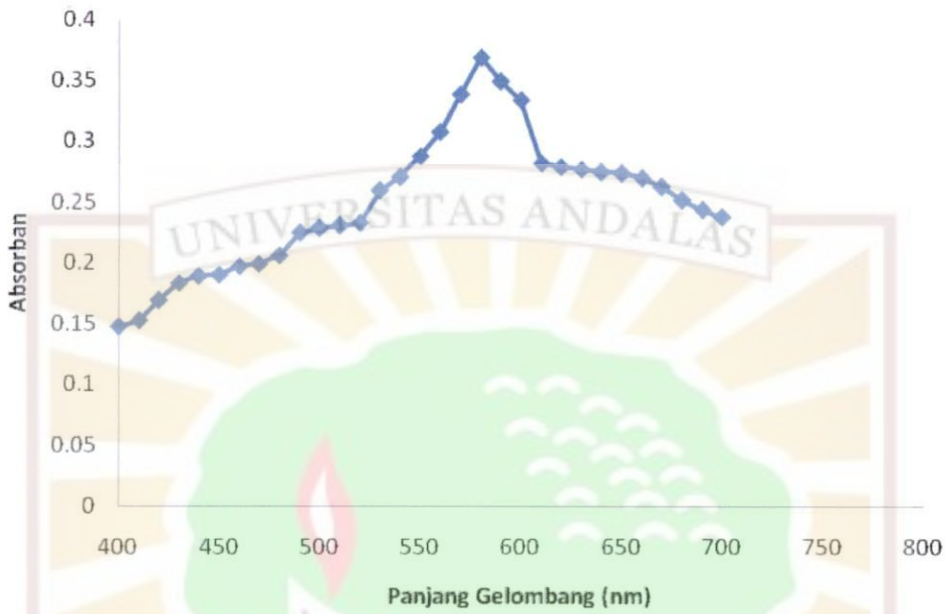
Lampiran 6. Skema Kerja Optimasi Lama Hidrolisis



Lampiran 7. Skema Kerja Optimasi Lama Fermentasi



Lampiran 8. Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar Glukosa dengan Spektrofotometri UV-VIS



Gambar 12. Kurva Panjang Gelombang maksimum Larutan Standar Glukosa. Dari kurva diatas, panjang gelombang yang memiliki absorban tertinggi adalah pada panjang gelombang 580 nm. Sehingga panjang gelombang tersebut digunakan untuk mengukur absorban sampel selanjutnya.

Lampiran 9. **Data Larutan Standar Glukosa pada Panjang Gelombang 580 nm**

Tabel 2. Standar Glukosa

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

Kurva Standar Glukosa



Gambar 13. Kurva standar glukosa

Lampiran 10. Hasil Variasi Volume Enzim α -Amilase dan Glukoamilase.

Tabel 3. Data absorban gula reduksi pada variasi volume α -Amilase

Volume Enzim (mL)	Lama Hidrolisis (Menit)	Absorban Gula Reduksi
4	120	0,426
5	120	0,432
6	120	0,561
7	120	0,558
8	120	0,549

Tabel 4. Data Konsentrasi Gula Reduksi pada Variasi Glukoamilase

Volume Enzim (mL)	Lama Hidrolisis (Menit)	Konsentrasi Gula Reduksi (g/L)
4	180	47,890
5	180	48,510
6	180	48,120
7	180	58,440
8	180	58,120

Lampiran 11 : Data Hasil Optimasi Lama Hidrolisis

Tabel 5. Data Konsentrasi Gula Reduksi pada Variasi Lama Hidrolisis

Lama Hidrolisis (Jam)	Volume Enzim α -Amilase (mL)	Volume Enzim Glukoamilase (mL)	Konsentrasi Gula Reduksi (g/L)
1	6	7	48,659
2	6	7	48,978
3	6	7	58,510
4	6	7	55,042
5	6	7	54,981

Contoh Perhitungan Konsentrasi Glukosa Sampel

Persamaan Regresi : $Y = 0,047x - 0,057$

Nilai Absorban pada volume 7 mL enzim Glukoamilase selama 3 jam adalah 2,690 (Y) dimana dilakukan pengenceran sebanyak 10^3 , karena nilai absorbannya terlalu besar maka dilakukan lagi pengenceran menjadi 10^4 sehingga didapatkan absorban 0,218

Maka konsentrasi Glukosa adalah :

$$0,218 = 0,047x - 0,057$$

$$X = 5,851 \text{ mg/L}$$

Karena dilakukan pengenceran sebanyak 10^4 maka Absorban yang terukur dikali dengan faktor pengenceran tersebut.

$$\text{Jadi : } 5,851 \text{ mg/L} \times 10^4 = 58\,510 \text{ mg/L} = 58,510 \text{ g/L}$$

Lampiran 12. **Data Larutan Standar Etanol**

Contoh Pembuatan Standar Etanol 4 % dari Etanol 96 %

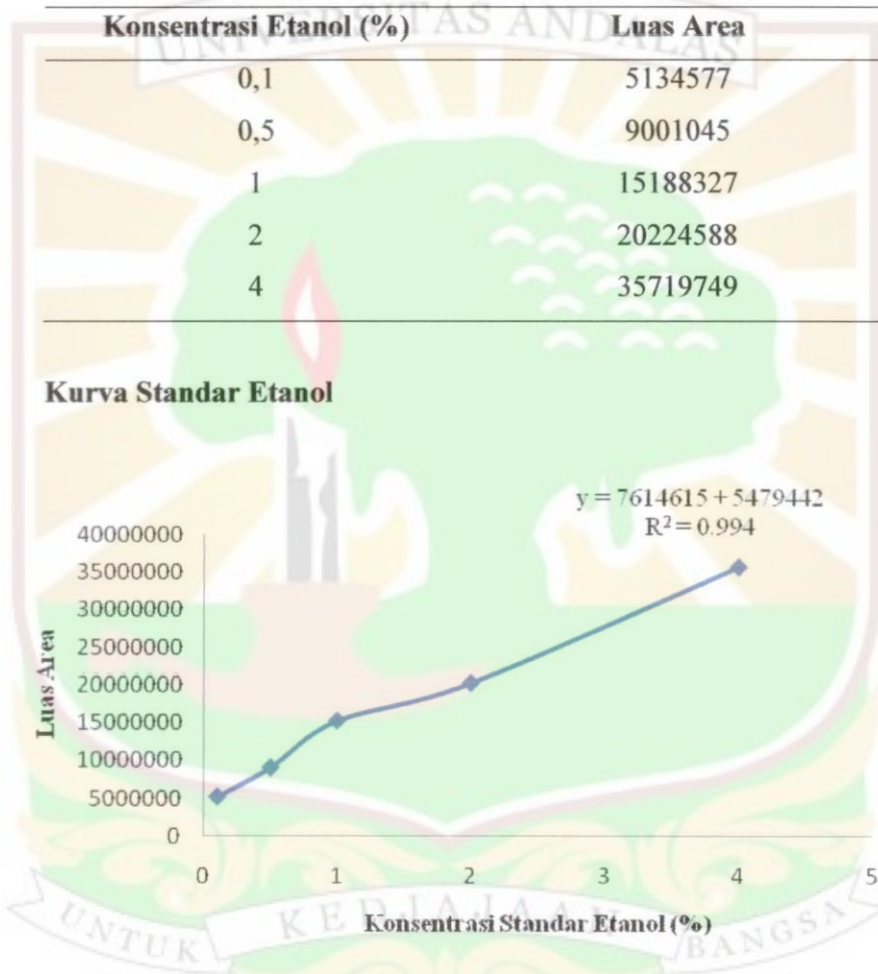
Standar etanol 4 %

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

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

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

Tabel 6. Standar Etanol



Gambar 14. Kurva standar etanol

Lampiran 13. Data Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Konsentrasi Etanol

Tabel 7. Data Konsentrasi Etanol pada Variasi Lama Fermentasi

Waktu (Hari)	Luas Area	Konsentrasi Etanol (%)
2	13 971 692	2,64
3	16 014 325	3,26
4	16 900 562	3,54
5	15 472 444	3,09
6	14 303 044	2,74
7	13 850 648	2,57

Contoh Perhitungan Konsentrasi Etanol

Persamaan regresi : $y = 7614615x + 5479442$

Diukur kadar etanol dengan menggunakan GC maka didapatkan :

Luas area pada lama fermentasi 4 hari = 16 900 562 (Y)

Maka konsentrasi etanol adalah :

$$16\,900\,562 = 7614615x + 5479442$$

$$X = 1,50 \%$$

Konsentrasi etanol dalam 50 mL hidrolisat = 1,5 %

Hidrolisat yang didapatkan sebanyak = 118 mL

Jadi konsentrasi etanol yang diperoleh adalah = $\frac{118 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} \times 1,5 \%$

$$= 3,54 \%$$

Lampiran 14. **Data Konsentrasi Glukosa Sisa pada Waktu Fermentasi**

Tabel 8. Konsentrasi Glukosa Sisa Setelah Fermentasi (Variasi Lama Fermentasi)

Lama Fermentasi (Hari)	Absorban	Konsentrasi Glukosa Sisa Setelah Fermentasi (g/L)
2	0,636	14,76
3	0.607	14,14
4	0.576	13,46
5	0.554	13.02
6	0.549	12,91
7	0.546	12,83

Contoh Perhitungan Konsentrasi Glukosa Sisa

Variasi Lama Fermentasi

Persamaan regresi : $y = 0,047 x - 0,057$

Nilai Absorban pada variasi lama Fermentasi (4 hari) = 0,576(Y)

Maka konsentrasi Glukosa untuk adalah :

$$0,576 = 0,047 x - 0,057$$

$$X = 13,46 \text{ mg/L}$$

Pada pengukuran absorban dilakukan pengenceran 10^3 , maka konsentrasi glukosa sampel sebenarnya adalah : $13,46 \text{ mg/L} \times 1000 = 13460 \text{ mg/L} = 13,46 \text{ g/L}$

Lampiran 15. Gambar Alat GC yang digunakan dalam Penelitian



Gambar 15. GC (QP 2010 S SHIMADZHU)

Lampiran 16. Gambar Alat Spektrofotometer UV-Vis



Gambar 16. Spektrofotometer UV-Vis

Lampiran 17. **Gambar Alat Destilasi**



Gambar 17. Seperangkat Alat pada Proses Destilasi

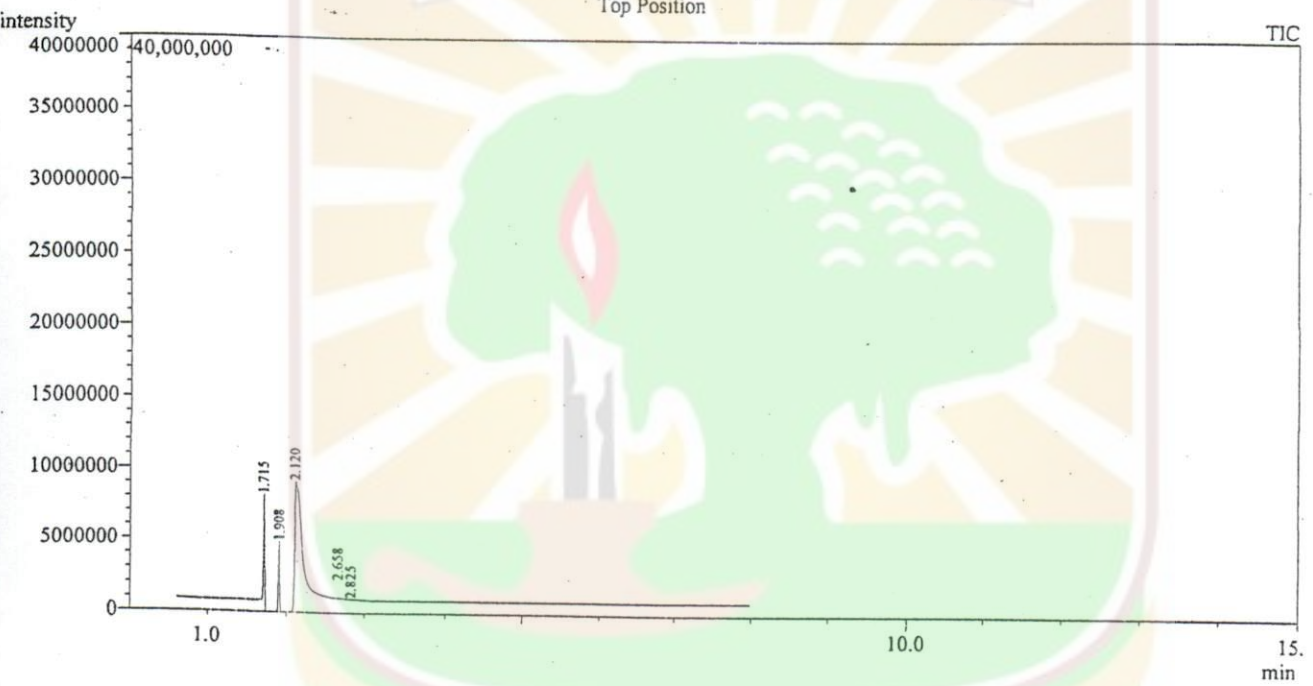


Kromatogram Standar Etanol Konsentrasi 0,1 %

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/21/2011 11:30:27 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 S Amount : [1]=1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,1%.QGD
 Orig Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,1%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISVE THANOL.qgm
 Orig Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISVE THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Ethanol.qgt
 Comment :
 Standar Etanol 0,1%
 Modified by : Admin
 Modified : 10/21/2011 11:38:31 AM

Sample Information

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,1%.QGD
 Top Position



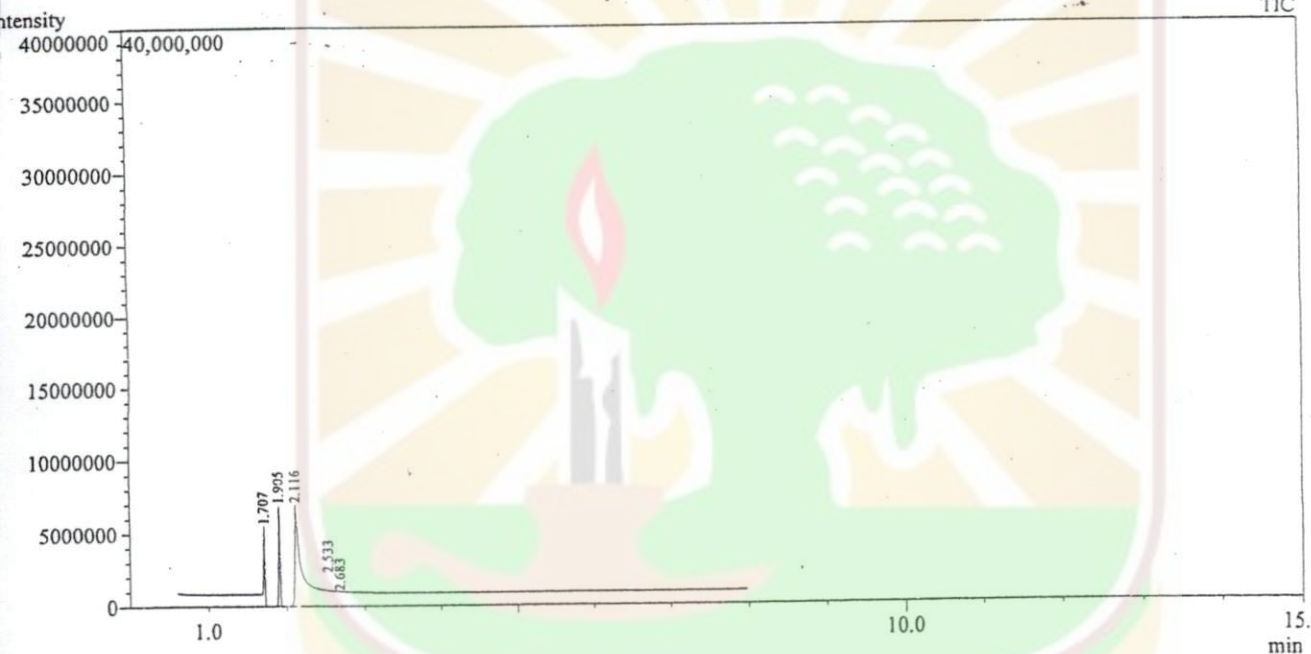
Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
1	1.715	9467967	10.00	7935415	1.19			18.20
2	1.908	5134577	5.42	4835439	1.06			18.20
3	2.120	74859881	79.06	9094259	8.23			18.15
4	2.658	3773565	3.99	481263	7.84	V		18.15
5	2.825	1445527	1.53	263919	5.47	V		18.15
		94681517	100.00	22610295				

Kromatogram Standar Etanol Konsentrasi 0,5 %

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/21/2011 11:18:25 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 Amount : [1]=1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,5%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida Pdg\Panjang\Spl_263.qgr
 Comment :
 Standard Etanol 0,5%
 Modified by : Admin
 Modified : 10/21/2011 11:26:29 AM

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



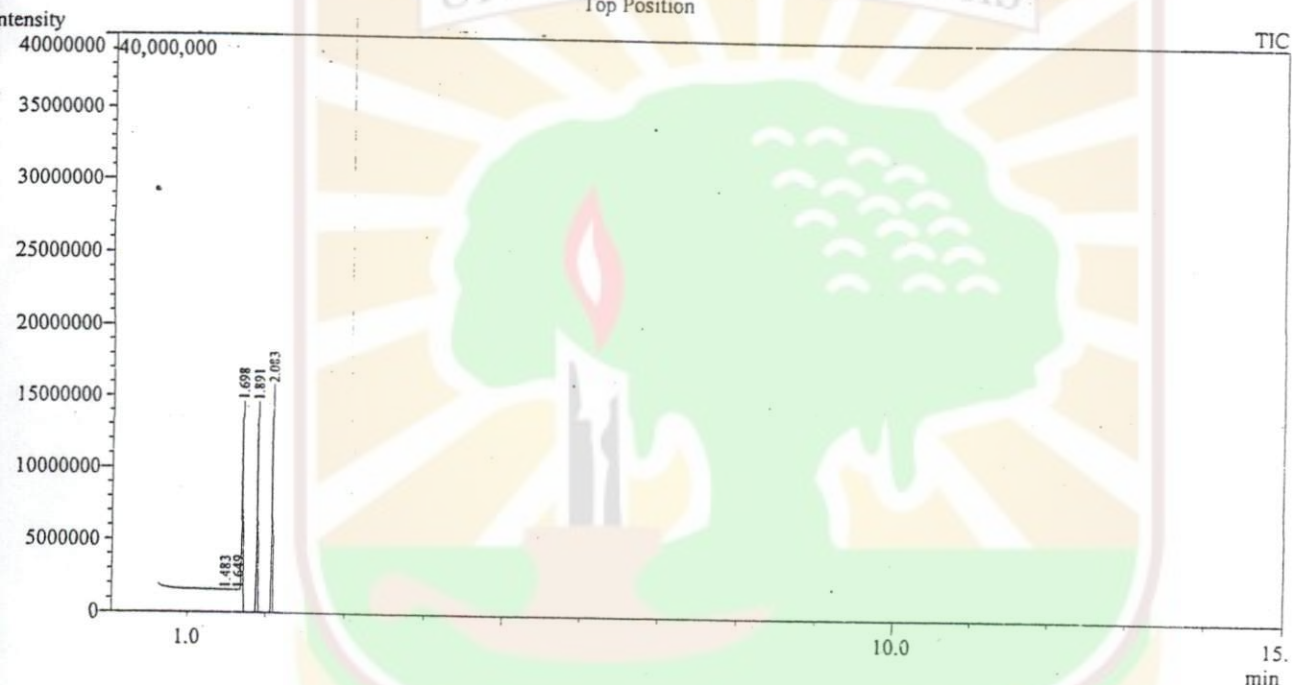
Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	A/H	Mark	Name	Base m/z
1	1.707	5686300	9.30	5259752	1.08			18.15
2	1.905	9001045	14.73	6952862	1.29			18.15
3	2.116	43438138	71.07	6935607	6.26			18.15
4	2.533	2140887	3.50	408523	5.24	V		28.10
5	2.683	856645	1.40	128097	6.68	V		18.15
		61123015	100.00	19684841				

Kromatogram Standar Etanol Konsentrasi 1 %

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 9:02:47 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 Sample Amount : [1]=1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_01%.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_01%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 Comment :
 Standard Etanol 1%
 Modified by : Admin
 Modified : 10/22/2011 9:10:50 AM

Sample Information

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



Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	A/H	Mark	Name	Base m/z
1	1.483	54257	0.11	18331	2.95	V		18.15
2	1.649	911639	1.87	420856	2.16			18.15
3	1.698	16726207	34.40	14363313	1.16	V		18.15
4	1.891	15188327	31.23	14627772	1.03			19.05
5	2.083	15748011	32.38	15869202	0.99			18.05
		48628441	100.00	45299474				

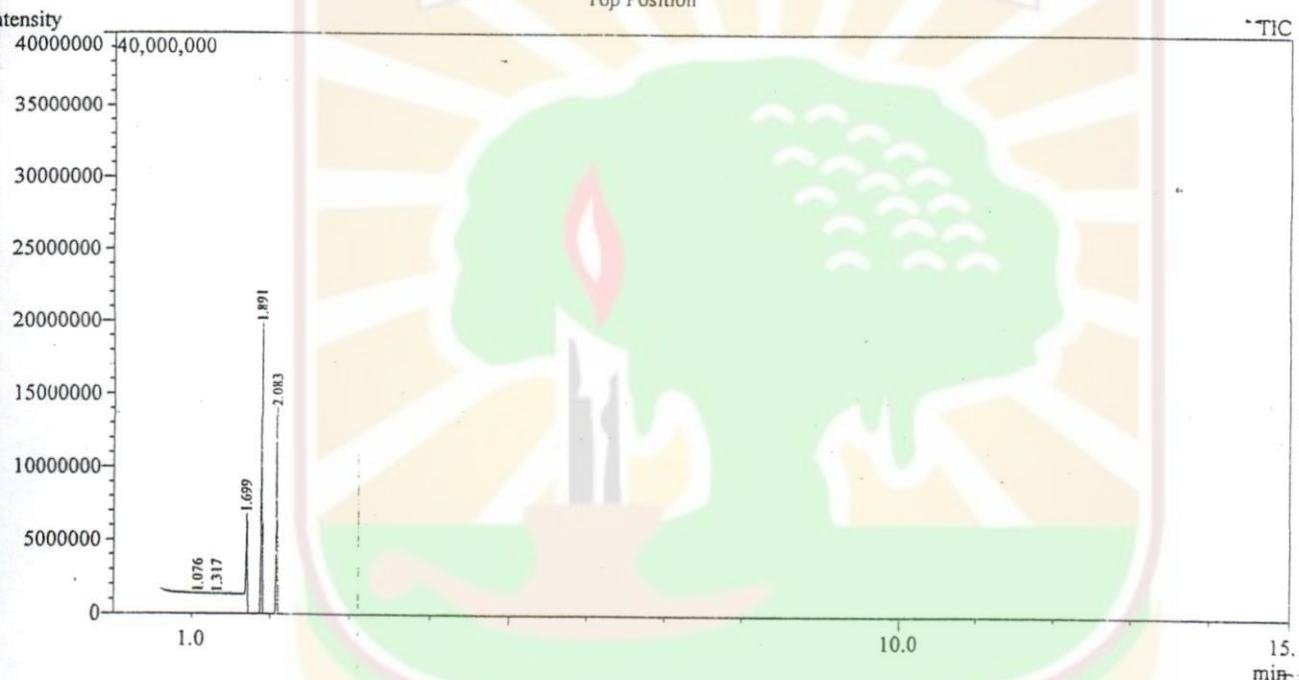
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

Kromatogram Standar Etanol Konsentrasi 2 %

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 9:17:31 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 Amount : [1]=1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_02%.QGD
 Raw Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_02%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISIE_THANOL.qgm
 Report Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISIE_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Printing File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 [Comment]
 Standar Etanol 2%
 Modified by : Admin
 Modified : 10/22/2011 9:25:35 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_02%.QGD
Top Position



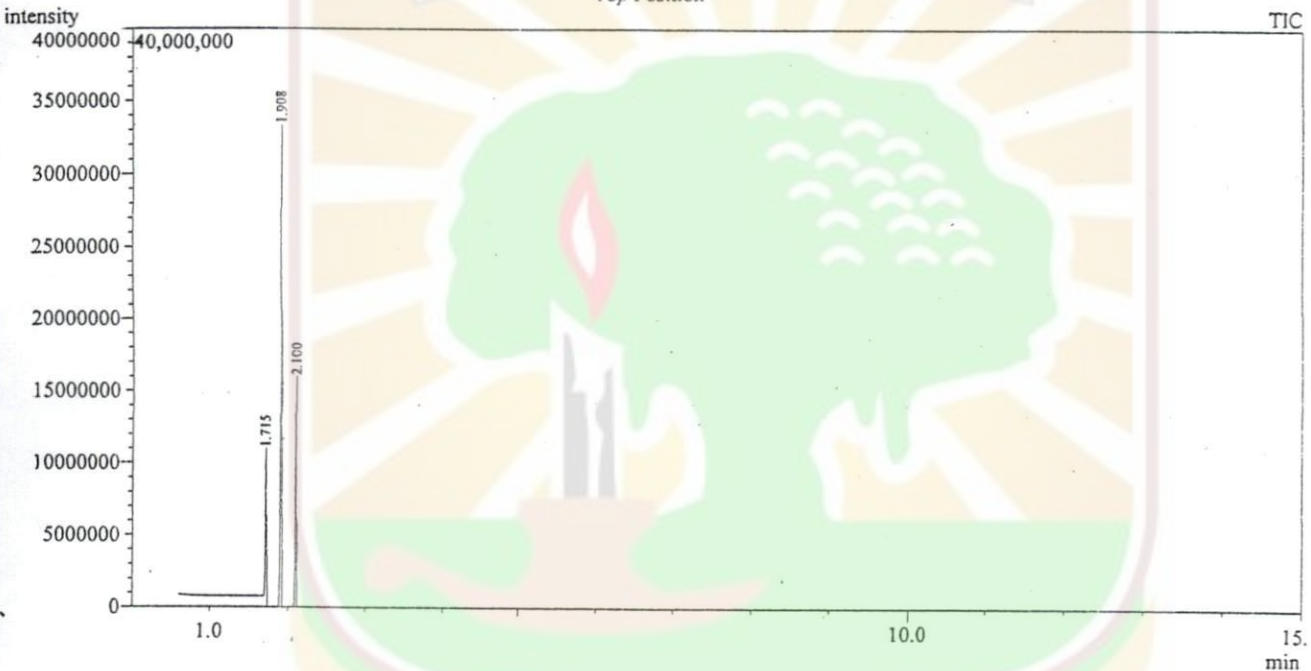
Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	A/H	Mark	Name	Base m/z
1	1.076	64033	0.15	22660	2.82			18.15
2	1.317	34581	0.08	9460	3.65	V		18.15
3	1.699	6982331	16.69	6320430	1.10			18.15
4	1.891	20224588	48.34	19874276	1.01			18.05
5	2.083	14533063	34.74	14082694	1.03			18.05
		41838596	100.00	40309520				

Kromatogram Standar Etanol Konsentrasi 4 %

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 11:38:38 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 S Amount : [1]=1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std04%_ul.QGD
 Orig Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std04%_ul.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISIE_THANOL.qgm
 Orig Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISIE_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pesrisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 Comment :
 Standar 04% ulangan
 Modified by : Admin
 Modified : 10/22/2011 11:46:40 AM

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

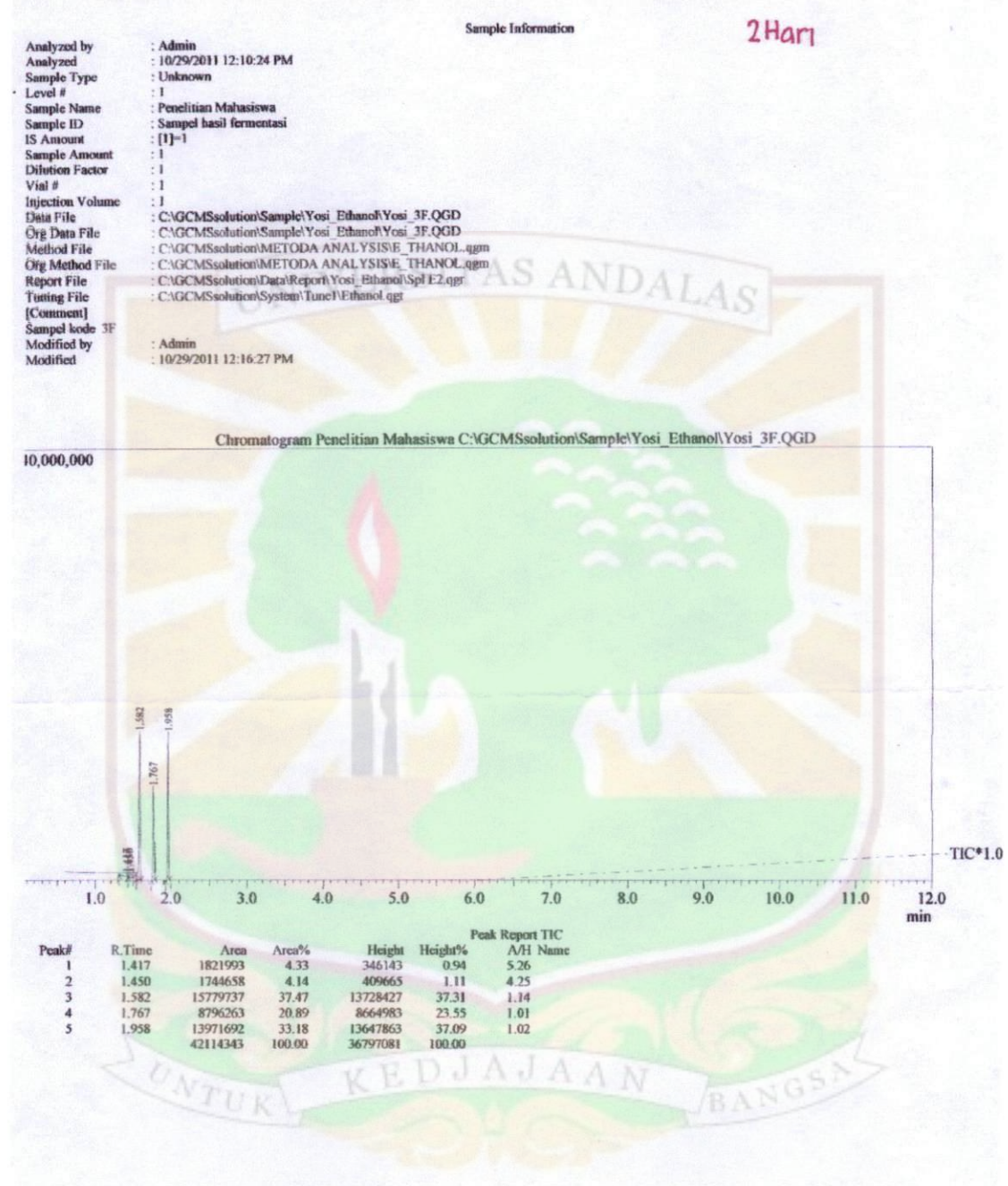


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC A/H Mark Name	Base m/z
1	1.715	12079043	18.87	10694902	1.12	18.15
2	1.908	35719749	55.81	33353829	1.07	18.10
3	2.100	16206049	25.32	15990451	1.01	18.10
		64004841	100.00	60039182		

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

Lampiran 19. Kromatogram Etanol Tepung biji durian dari Analisis GC

Kromatogram Etanol dari Biji Durian dengan Lama Fermentasi 2 hari.

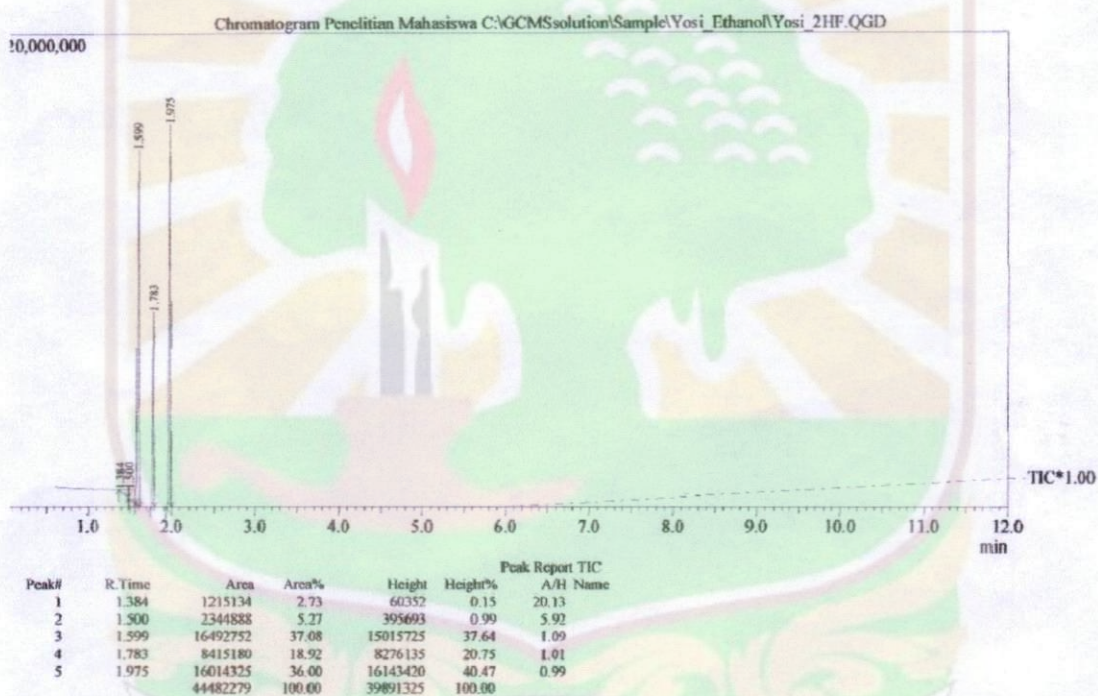


Kromatogram Etanol dari Biji Durian dengan Lama Fermentasi 3 hari.

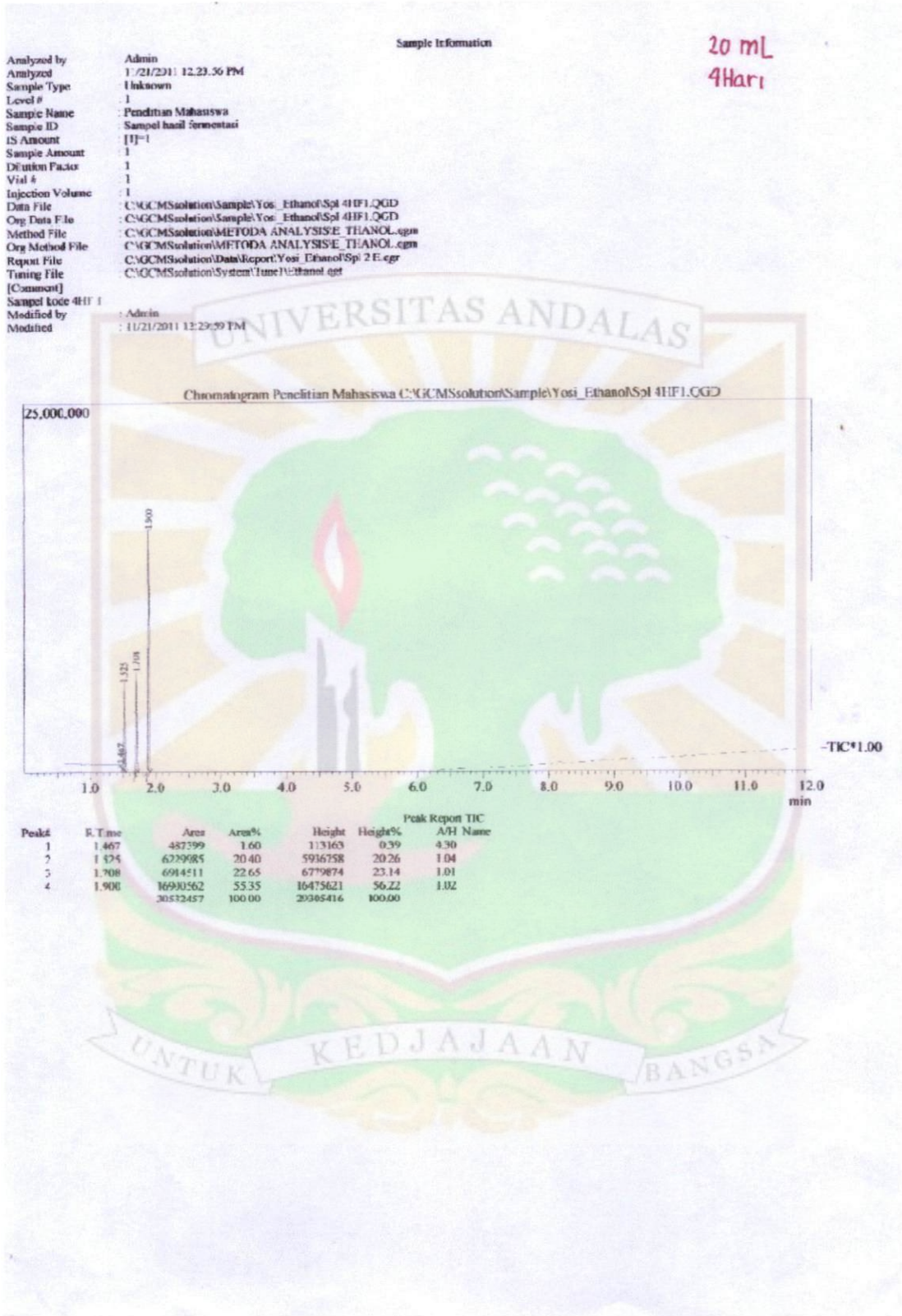
Analyzed by : Admin
 Analyzed : 11/10/2011 11:36:50 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 IS Amount : [1]-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\GCMSolution\Sample\Yosi_Ethanol\Yosi_2HF.QGD
 Org Data File : C:\GCMSolution\Sample\Yosi_Ethanol\Yosi_2HF.QGD
 Method File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS\E_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSolution\METODA ANALISIS\E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSolution\Data\Report\Yosi_Ethanol\Sp1 2 E.qgr
 Tuning File : C:\GCMSolution\System1\Tune1\Ethanol.gct
 [Comment]
 Sampel kode 2 HF : Admin
 Modified by : Admin
 Modified : 11/10/2011 11:42:53 AM

Sample Information

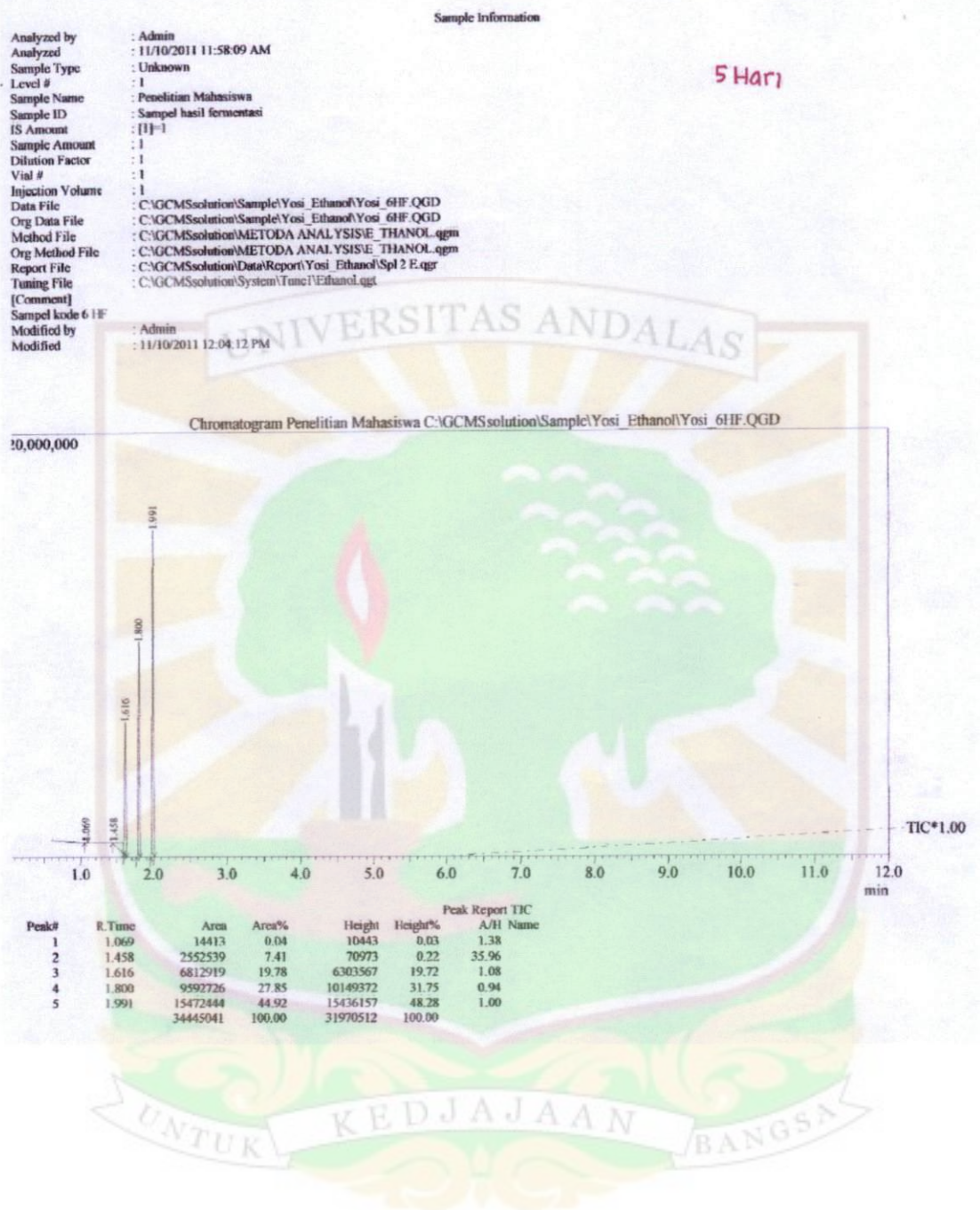
3Hari



Kromatogram Etanol dari Biji Durian dengan Lama Fermentasi 4 hari.



Kromatogram Etanol dari Biji Durian dengan Lama Fermentasi 5 hari.

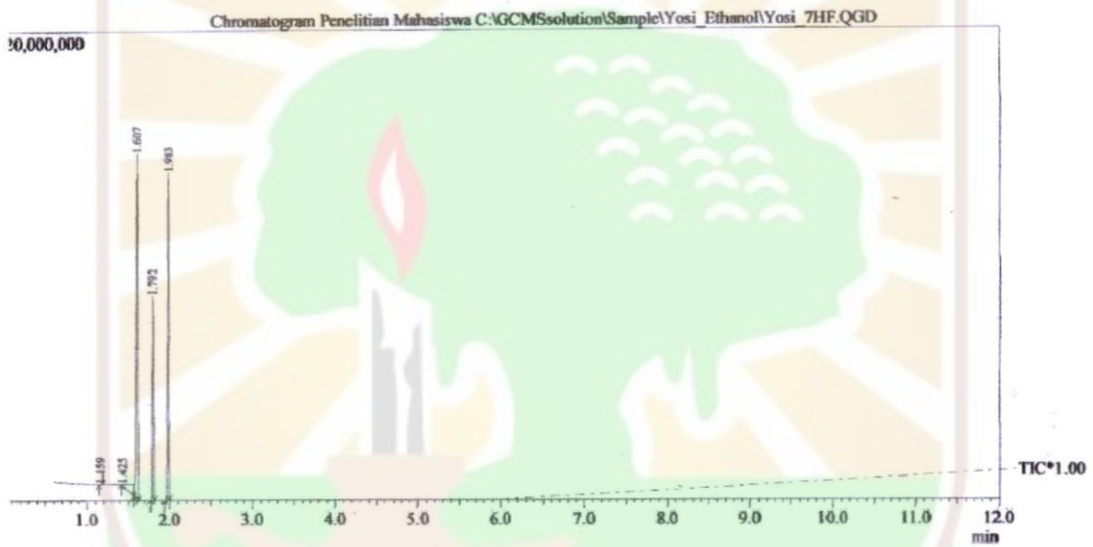


Kromatogram Etanol dari Biji Durian dengan Lama Fermentasi 6 hari.

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 11/10/2011 12:09:28 PM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 IS Amount : [1]-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Yosi_Ethanol\Yosi_7HF.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Yosi_Ethanol\Yosi_7HF.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISISIE_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISISIE_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Yosi_Ethanol\Spl 2 E.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1\Ethanol.eqt
 [Comment]
 Sampel kode 7 HF
 Modified by : Admin
 Modified : 11/10/2011 12:15:31 PM

6 Hari



Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H Name
1	1.159	19539	0.05	14483	0.04	1.34
2	1.425	2487062	5.85	60766	0.16	40.92
3	1.607	16820718	39.67	14752280	39.33	1.14
4	1.792	8844795	20.80	8711354	23.22	1.01
5	1.983	14303044	33.63	13971406	37.25	1.02
		42525158	100.00	37510289	100.00	

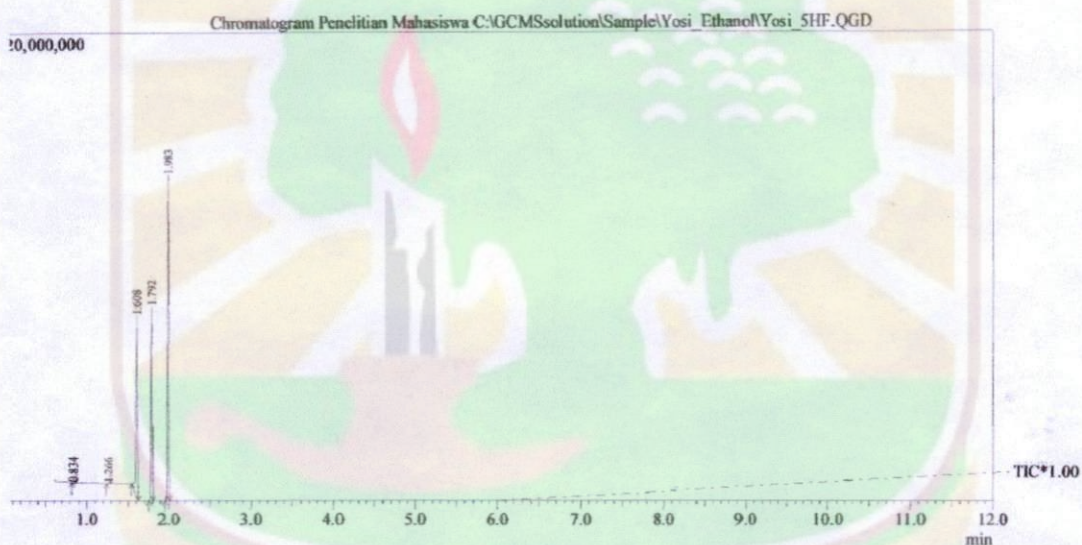
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

Kromatogram Etanol dari Biji Durian dengan Lama Fermentasi 7 hari.

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 11/10/2011 11:46:44 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 IS Amount : [1]-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Yosi_Ethanol\Yosi_5HF.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Yosi_Ethanol\Yosi_5HF.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS\ETANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS\ETANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Yosi_Ethanol\Sp1 2 E.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1\Ethanol.qgr
 [Comment]
 Sampel kode 5 HF
 Modified by : Admin
 Modified : 11/10/2011 11:52:47 AM

Sample Information

7Hari



Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H Name
1	0.834	11112	0.04	10991	0.04	1.01
2	1.266	13850	0.04	12244	0.04	1.13
3	1.608	8671974	28.14	7735564	25.78	1.12
4	1.792	8264773	26.82	8310013	27.70	0.99
5	1.983	13850638	44.95	13935119	46.44	0.99
		30812347	100.00	30003931	100.00	