



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 LIMBAH TONGKOL JAGUNG
DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM DAN MENGGUNAKAN
*Sacchsromyces cerevisiae***

SKRIPSI



**SYAFRIKA OCTAVIANA
07932030**

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

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG DENGAN
PROSES HIDROLISIS ASAM DAN MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae***

Oleh :

SYAFRIKA OCTAVIANA

NO. BP 07 932 030

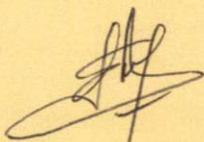
**Skripsi Diajukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas**

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

Lembar Pengesahan

PEMBUATAN BIOETANOL DARI TONGKOL JAGUNG DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM DAN MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae*, skripsi oleh SYAFRIKA OCTAVIANA (No. BP 07932030) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata 1) pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, yang telah dipertahankan di depan penguji tanggal : 23 Desember 2011.

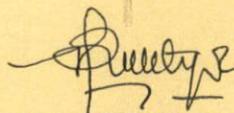
Pembimbing I



Elida Mardiah, MS

NIP. 195607121983032002

Pembimbing II

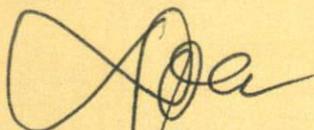


Marniati Salim, MS

NIP. 195604061983032001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Kimia,



Dr. Adlis Santoni

NIP. 196212031988111002

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut namaMu ya Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Sholawat beriringan salam teruntuk kekasihMu Muhammad SAW.

Kami Perintahkan kepada manusia supaya berbuat baik kepada dua orang ibu bapaknya, ibunya mengandungnya dengan susah payah, dan melahirkannya dengan susah payah (pula). Mengandungnya sampai menyapihnya adalah tiga puluh bulan, sehingga apabila dia telah dewasa dan umurnya sampai empat puluh tahun ia berdoa " Ya Tuhan^{ku}, tunjukilah aku untuk mensyukuri nikmat Engkau yang telah Engkau berikan untukku dan kepada ibu bapakku dan supaya aku dapat berbuat amal yang sholeh yang engkau ridhoi; berilah kebaikan kepadaku dengan (memberi kebaikan) kepada anak cucuku. Sesungguhnya aku bertobat kepada Engkau dan sesungguhnya aku termasuk orang-orang yang berserah diri ". (SQ : Al-Ahqaf 15)

Kupersembahkan secercah keberhasilan ini kepada orang yang kucintai dan mencintaiku terutama kedua orang tuaku Ayahanda tercinta (H. Syahrial (Alm) walaupun engkau telah tiada tapi cinta dan semangatmu terus mengalir di dalam darahku untuk tetap mewujudkan impianmu untuk menjadi anak yang sholehah dan kupersembahkan gelar sajana ini sebagai salah satu wujud baktiku padamu serta untuk Ibunda tercinta (Kafrini) engkau adalah wanita yang slalu mengajarkanku arti dari sebuah perjuangan hidup, karena dibandingkan perjuanganmu perjuanganku untuk meraih gelar sarjana ini tidaklah berarti apa-apa dibandingkan dengan perjuangamu yang telah membesarkan anak-anakmu dan senantiasa melimpahkan kami dengan kasih sayangmu sehingga kami tidak merasa kekurangan apapun. Atas segala pengorbanan, do'a dan kasih sayang Ayah dan Ibu ananda tak sanggup membalas semua itu, buat Adik-adikku tercinta (Rizki Kurniawan, Ririn Novika Sari, Elfira dessiana, Ilham Alfafarid) terima kasih atas do'a dan dukungan semangatnya smoga kalian juga cepat menyusul menjadi sarjana. Dan terima kasih buat cinta, kasih sayang dan kebaikan abangku (Okviyoandra Akhyar, S.si) yang slalu menemaniku dalam suka dan duka, yang menguatkanaku ketika aku lemah tanpamu aku tak mungkin dapat melewati smua ini. Smoga abang jg bs cpt menyelesaikan S2 nya dan segera menyusul impiannya hingga S3..(maafkan ika ya bg yang slama ini teruszan merepotkan abg...makasih untuk kesabarannya yang tiada tandingnya...U always in my heart).

Teristimewa untuk sahabatq Winda Sari Wahyuni S.Si yang slalu ada buatq dalam suka dan duka(setelah gw ingatz lg g' nyangka ternyata dari awal kuliah hingga tamat gw slalu nyusahin lu,, makasih slalu setia nungguin gw pergi kuliah walaupun lu tau gw orangnya lelet bgt,,maafkan gw yo nda yg hobi bana merepotkan...^_^),,Buat sahabatzq icha, deli, amel (Kangen masaz kita wisata kuliner,,foto2 n ketawa-ketiwi bareng....),,Buat Penghuni Labor Biokim (Lupi, Oci, Fifi, Ebi, Danil,

Hasnah, Rani, Rina Epi, Ibas, Bg Ragih, Bg Tinov, Bg Billy, Bg Ape) yang slalu memberi support dan membantu selama penelitian hingga pembuatan skripsi ini (baik ide, saran dan tenaganya) yang juga telah bersedia mendengarkan keluh-kesah selama ini. Terkhusus buat teman2 NR 07 (Rina, Gita, Fani, Gio, Mia, Tiska, Fitri, Doni, Rianda, Sabet, Iwit, Boy, hendra, Eka, Ayu, Riana, Iie, Butet, Riki, Bg Fadrid, tmen2 mantan NR (Icha, Vani, Nila, Ade) terima kasih untuk kebersamaannya..Dan buat smua teman2 SoCH4 yang namanya tidak dapat dituliskan satu persatu smoga kekeluargaan dan silaturrahi ini selalu terjaga slamanya..Buat Supergirls Bp 30 K' Dyah(04), K' Yuli (Alm)(04), K' Jin(05), K' Nia(06),makasih buat nasehatznya, laporanznya dan do'aznya..Etha (sodara bp q..mudahzan aq bs menyusul kesuksesanmu), Nilam(09), Siska(09) cepat nyusul jd sarjana ya dek..!

Buat Senior Kimia 04, 05 dan 06 serta junior 08 dan 09 terima kasih atas kerja samanya selama perkuliahan. Dan semoga kita smua dapat menjadi orang-orang yang beruntung baik di dunia ini maupun di akhirat kelak,,Amiin.....

Makasih juga buat Robby yang udah bantuin nyariin buku diperpustakaan hingga menjadi jaminan saat ika udah g' bisa lg minjam buku diperpustakaan..(Ika masih hutang traktiran dan film Crows Zero 3..ditagih truz ya bi..maklum ika pelupa..hehe)

Buat keluarga keduaq Keluarga Besar UKM Pandekar kalian smua adalah orang-orang tangguh yang berhati lembut sesuai dengan motto Pandekar " Ksatria rendah hati yang jujur dalam kebenaran dan keadilan"... Di Pandekar aq menemukan keluarga baru, mempunyai Abangz,Kakakz dan adekz yang senantiasa slalu memberikan motivasi untuk menjadi orang yang lebih bertanggung jawab dalam hidup, dan tempatq menggali ilmu, potensi dan melatih kemampuan untuk berorganisasi mudahzan kelak aq bisa mengamalkan sgala ilmu yang tlah didapatkan di UKM Pandekar. Buat teman2 seperjuangan P-17 (Oci, Nola, Rio, Panji, Lova, Riki, Femi, Lili, Ratna, Sari) Makasih atas kebersamaannya dalam suka duka dan do'anya dari kalianlah aq belajar arti persaudaraan, pengorbanan, dan Perjuangan karena bersama kalian aq belajar untuk tetap tertawa di dalam segala kondisi. Buat keluarga Karate UNAND yang slalu memberikan motivasi (Senpai Pit, Senpai Fran, Senpai Giri, K' Uli, Bg Heru, Bg Khaidir, Bg Anton, Ije, Iie, Lupi, Lova, Rio, Putra, Fadhol, Gandi, Ega, Nufus, Yani, Feska, Welly)

Buat Saudarazq di kosan(Winda, Yuli, Esha, Rika.ndut, Valen, Amel, Diza, K'eel, K' dwi, Nia, Vivi dan winta) terima kasih telah menjadi keluarga terdekatq(susah senang bersama, kena marah bareng ^_^,, Kapan ni kita bakar sampah bareng lagi truz bakar2 kosan skalian...hehe.. bcanda...) dan semoga kekeluargaan dan silaturrahi ini slalu terjalin.

ABSTRAK

Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Oleh :

Syafrika Octaviana (07932030)

Sarjana Sains (S.Si) dalam bidang Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Andalas

Dibimbing oleh Elida Mardiah, MS dan Marniati Salim, MS

Penelitian Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh variasi konsentrasi HCl dan variasi lama waktu hidrolisis serta pengaruh lama waktu fermentasi dan jumlah volume *Saccharomyces cerevisiae* terhadap konsentrasi etanol yang dihasilkan. Sebanyak 5 g tongkol jagung yang telah diperkecil ukurannya dihidrolisis menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 M dengan perbandingan 1:10 (w/v) dan variasi lama hidrolisis 30, 60, 90 dan 120 menit. Gula reduksi yang dihasilkan dianalisis menggunakan metode Somogy-Nelson. Hidrolisis HCl 0,3 M selama 60 menit memberikan konsentrasi gula reduksi optimum sebesar 5,710 g/L. Hidrolisat yang dihasilkan dari proses hidrolisis dilanjutkan pada proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang diisolasi dari fermipan. Hasil analisis dengan GC/MS, waktu fermentasi optimum dicapai pada saat 120 jam dan jumlah volume *Saccharomyces cerevisiae* 20 ml, konsentrasi etanol yang diperoleh sebesar 3,78 % dari 5 gr tongkol Jagung.

Kata kunci : *bioetanol, tongkol jagung, hidrolisis, fermentasi*

ABSTRACT

Bioethanol from Waste Corn Cobs by Acid Hydrolysis Process and *Saccharomyces cerevisiae*

By :

Syafrika Octaviana (07932030)

Bachelor of Chemistry Faculty of Mathematic and Natural Science

Andalas University

Advised by Elida Mardiah, MS and Marniati Salim, MS

The research of bioethanol synthesise from Corn Cobs by the process of acid hydrolysis and *Saccharomyces cerevisiae* have been done. This research aimed to observe the influence of the HCl variation concentration, the hydrolysis time, fermentation time, and the amount of *Saccharomyces cerevisiae*'s volume to the concentration of produced ethanol. 5 g of small sized corn cobs was hydrolyzed by HCl with 0.1: 0.2: 0.3: 0.4; 0.5 M of concentration with 1:10 (w / v) of comparison and 30, 60, 90 and 120 minutes of hydrolysis time variation. The resulted reduction sugar was analyzed by Somogy-Nelson method. The Hydrolysis of 0.3 M HCl for 60 minutes gave the optimum reduction sugar concentration, 5.710 g / L. The resulted Hydrolysates which came from hydrolysis process was continued to the fermentation process by the isolated *Saccharomyces cerevisiae* from Fermipan. The analysis result by GC / MS, the optimum fermentation time was approached at 120 hours, 20 ml of *Saccharomyces cerevisiae* volume and the approached concentration was 3.78% of 5 gr sample.

Keyword : *Bioethanol, Corn cob, Hydrolysis, Fermentation*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat dan hidaya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul **“PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM DAN *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 terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, dan seluruh keluarga besar atas do'a, kasih sayang dan perhatian yang tiada batasnya.
2. Ibu Elida Mardiah, MS selaku pembimbing I dan ibu Marniati Salim, MS selaku pembimbing II, atas arahan dan bimbingan yang telah diberikan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Adlis Santoni selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA UNAND.
4. Bapak Dr. Mai Efdi selaku koordinator pendidikan Jurusan Kimia FMIPA UNAND.
5. Bapak Yulizar Yusuf, MS selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
6. Semua staf pengajar di Jurusan Kimia yang telah bersedia membagi ilmunya dan membimbing selama menjadi mahasiswa di Jurusan Kimia UNAND.
7. Bapak Adi Kepala Laboratorium Kesehatan Padang, yang telah membantu kelancaran penelitian dan atas bimbingannya.
8. Ibu Fitriyani, Amd selaku Analis Laboratorium Bioteknologi FMIPA UNAND.
9. Semua analis laboratorium Kimia FMIPA yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.
10. Semua pegawai tata usaha yang telah membantu kelancaran dalam urusan administrasi dan kelengkapan selama ini.

11. Okviyoandra Akhyar atas dukungan dan semangat yang telah diberikan, teman-teman SoCh4 dan sahabat-sahabat yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, atas semangat persahabatan yang telah diberikan.

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, 12 Januari 2012

Hormat Penulis,

Syafrika Octaviana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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 Tongkol Jagung	4
2.2 Lignoselulosa	5
2.2.1 Kandungan Lignoselulosa	5
2.2.2 Pemanfaatan Lignoselulosa menjadi bioetanol.....	7
2.3. Ragi (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	10
2.4 Bioetanol	11
2.5 Fermentasi Alkohol	12
2.6 Kromatografi Gas	13
2.7 Metoda Somogy-Nelson	14
BAB III. METODELOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15

3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Pembuatan Reagen	15
3.3.1 Reagen Nelson	15
3.3.2 Reagen Fosfomolibdat	16
3.3.3 Pembuatan Variasi Konsentrasi HCl	16
3.4 Pembuatan Medium	16
3.4.1 Medium PDA untuk Regenerasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	16
3.4.2 Medium Inokulum	16
3.4.3 Medium Nutrisi	17
3.5 Isolasi dan Pemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dari Fermipan	17
3.6 Pertumbuhan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Dalam Medium Inokulum	17
3.7 Prosedur Penelitian	17
3.7.1 Persiapan Sampel Tongkol Jagung.....	17
3.7.2 Hidrolisis Asam	18
3.7.2.1 Optimasi Konsentrasi HCl	18
3.7.2.2 Optimasi Lama Hidrolisis	18
3.8 Pembuatan Kurva Standar Gula Reduksi	17
3.8.1 Penentuan Konsentrasi Standar Gula Reduksi	18
3.8.2 Penentuan Konsentrasi Gula Reduksi dengan Metoda Somogy-Nelson	19
3.9 Fermentasi Bioetanol	19
3.8.1 Optimasi lama waktu fermentasi Bioetanol	19
3.8.2 Penentuan Pengaruh Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Untuk Fermentasi	19
3.10 Penentuan Konsentrasi Etanol dengan GC/MS	19

BAB IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Isolasi dan Pemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dari Fermipan	21
4.2 Hasil Optimasi Hidrolisis Asam	22
4.3 Hasil Pengaruh Lama Hidrolisis	23
4.4 Hasil Optimasi Lama Fermentasi	24
4.5 Hasil Optimasi Jumlah Volume <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi lignoselulosa pada tongkol jagung	4
Tabel 2. Kandungan Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin	8
Pada Beberapa Limbah Pertanian dan Hasil Hutan	
Tabel 3. Standar Glukosa	33
Tabel 4. Hasil Optimasi Hidrolisis HCl	34
Tabel 5. Hasil Optimasi Lama Hidrolisis	34
Tabel 6. Standar Etanol	35
Tabel 7. Hasil Optimasi Lama Fermentasi	37
Tabel 8. Hasil Optimasi Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Selulosa	5
Gambar 2. Struktur Hemiselulosa	6
Gambar 3. Struktur Lignin	7
Gambar 4. Skema Perubahan Glukosa Menjadi Alkohol	13
Gambar 5. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> isolasi dari Fermipan Dan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATC 19433	21
Gambar 6. Pemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	22
Gambar 7. Kurva hubungan Konsentrasi Glukosa dengan Konsentrasi HCl	23
Gambar 8. Kurva hubungan Konsentrasi Glukosa dengan Lama Hidrolisis	24
Gambar 9. Kurva Hubungan Konsentrasi Etanol dengan Penurunan Jumlah Gula Reduksi Selama proses Fermentasi	25
Gambar 10. Kurva Hubungan Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan Konsentrasi Etanol	26
Gambar 11. Alat GC-MS (<i>QP 2010 S SHIMADZHU</i>)	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Skema Kerja Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	28
Lampiran 2.	Skema Kerja Penentuan Konsentrasi Standar Gula Reduksi.....	29
Lampiran 3.	Skema Kerja Optimasi Hidrolisis Asam dan Lama Hidrolisis	30
Lampiran 4.	Skema Kerja Optimasi Lama Fermentasi dan Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Optimasi Lama Fermentasi	31
Lampiran 5.	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar Gula Reduksi	32
Lampiran 6.	Data Larutan Standar Gula Reduksi pada Panjang Gelombang 580 nm	33
Lampiran 7.	Data Optimasi Hidrolisis Asam dan Lama Hidrolisis	34
Lampiran 8.	Data Larutan Standar Etanol	35
Lampiran 9.	Contoh Perhitungan Konsentrasi Etanol	36
Lampiran 10.	Tabel Hasil Optimasi Lama Fermentasi dan Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	37
Lampiran 11.	Gambar Alat GS/MS yang Digunakan dalam Penelitian	38
Lampiran 12.	Hasil Kromatogram Pengukuran Standar Etanol	39
Lampiran 13.	Hasil Kromatogram Untuk Variasi Lama Fermentasi	49
Lampiran 14.	Hasil Kromatogram Untuk Variasi Jumlah <i>Saccharomyces</i> <i>Cerevisia</i>	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung adalah salah satu tanaman dari sektor pertanian yang cukup banyak dikonsumsi oleh berbagai masyarakat di dunia. Tanaman jagung terdiri dari banyak bagian, diantaranya kulit buah jagung, jerami jagung, tongkol jagung, dan biji jagung. Biji jagung dan kulit jagung digunakan untuk pangan dan pakan makanan ternak sedangkan sisanya terbuang menjadi limbah. Tongkol jagung merupakan salah satu dari biomassa lignoselulosa. Bioteknologi modern mengizinkan penggunaan substrat lignoselulosa pada tongkol jagung dalam produksi bahan bakar etanol, dengan menggunakan mikroorganisme. Biomassa lignoselulosa merupakan substrat polimer karbohidrat yang terdiri dari campuran selulosa, hemiselulosa dan lignin. Manfaat untuk memperbaharui sumber energi dari sumber pertanian adalah untuk menggantikan sumber energi dari fosil karena emisi gas dari bahan tanaman lebih sedikit dibanding yang dihasilkan oleh bentuk fosil dan ini sangatlah penting untuk lingkungan dan pemanasan global.¹

Indonesia sebagai negara yang memiliki beragam kekayaan alam sangat berpotensi menghasilkan bioenergi. Namun, dalam pengembangannya, bahan bakar hayati yang dihasilkan menggunakan banyak biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan pangan. Bioetanol misalnya, masih dibuat dari bahan berpati dan bergula yang merupakan bahan pangan. Hal ini akan berdampak buruk bagi penyediaan pangan. Jika Bahan Bakar Nabati (BBN) terus menerus dibuat dari bahan pangan, akan terjadi persaingan frontal antara penyediaan pangan dan energi. Untuk menghindari persaingan tersebut, telah dikembangkan teknologi BBN generasi kedua. Teknologi BBN generasi kedua adalah teknologi yang mampu memproduksi BBN seperti biodiesel atau bioetanol, dari bahan lignoselulosa. Jika kita membudidayakan tanaman apapun, termasuk tanaman pangan untuk menghasilkan gula, pati, minyak-lemak, dan sebagainya bahan yang diproduksi terbesar oleh tanaman adalah lignoselulosa. Jika hasil-hasil pertanian dan perkebunan dipanen, bahan lignoselulosa

akan tertinggal sebagai limbah pertanian atau sisa penggunaan tanaman dan biasanya kurang dimanfaatkan. Hal ini menyebabkan lignoselulosa berpotensi digunakan sebagai bahan mentah produksi BBN. Teknologi bioetanol generasi kedua sedang intensif dikembangkan, terutama oleh Amerika Serikat. Pabrik-pabrik demonstrasi juga sudah didirikan di berbagai lokasi di Amerika Utara antara lain oleh *Celunol Corp* dengan kapasitas 200 ribu m³/tahun di Louisiana. Pabrik BBN generasi kedua ini tak mungkin berskala amat besar seperti kilang minyak bumi karena akan terkendala biaya pengumpulan bahan mentah. Namun, kombinasi kedahsyatan biodiversitas, ketersediaan lahan dan juga tenaga kerja membuat Indonesia berpotensi menjadi salah satu sentra produksi BBN dunia. Lignoselulosa mengandung tiga komponen penyusun utama, yaitu selulosa (30-50%-berat), hemiselulosa (15-35%-berat), dan lignin (13-30%-berat). Salah satu BBN yang dapat dihasilkan dari lignoselulosa adalah bioetanol generasi kedua. Tongkol jagung merupakan salah satu bahan limbah yang mengandung lignoselulosa.²

Dari data yang didapat, maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioetanol dari limbah tongkol jagung, selulosa pada tongkol jagung dihidrolisis dengan asam, fermentasi menghasilkan bioetanol dilakukan dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Pengaruh konsentrasi HCl dan lama waktu hidrolisis yang digunakan saat hidrolisis, apa mempengaruhi kadar glukosa yang dihasilkan
2. Pengaruh lama waktu fermentasi dan jumlah volume *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan, apa mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bioetanol dari tongkol jagung serta mengamati variable-variabel yang dapat mempengaruhi konsentrasi etanol yang dihasilkan yaitu :

1. Pengaruh konsentrasi HCl dan variasi lama waktu hidrolisis yang digunakan saat hidrolisis.
2. Pengaruh lama waktu fermentasi dan jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini dapat :

1. Memanfaatkan limbah tongkol jagung sehingga memiliki nilai ekonomi yang tinggi.
2. Menambah informasi dan referensi bagi pembaca untuk mengetahui variable optimum yang dapat digunakan untuk produksi bioetanol.
3. Dapat menggantikan kelangkaan bahan bakar fosil, sehingga menghasilkan bahan bakar beremisi rendah, ramah lingkungan dan dapat mengurangi pemanasan global.
4. Dapat menghasilkan etanol karena etanol banyak digunakan dan dimanfaatkan dibidang farmasi, kosmetik dan minuman.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tongkol Jagung

Jagung termasuk tanaman pangan utama di Indonesia. Produksinya terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun ekspor. Namun, sejauh ini bagian tanaman jagung yang dimanfaatkan masih terfokus terutama pada biji buahnya. Berbagai hasil penelitian menunjukkan potensi bagian-bagian lain tanaman jagung yang bisa dimanfaatkan seperti kulit buah jagung, jerami jagung, tongkol jagung, dan biji jagung. Untuk kegunaan yang bernilai komersial biji jagung dan kulit jagung digunakan untuk pangan dan pakan makanan ternak sedangkan sisanya terbuang menjadi limbah. Tongkol jagung yang potensi ketersediaannya cukup besar merupakan salah satu dari biomassa lignoselulosa. Biomassa lignoselulosa merupakan substrat yang kompleks karena terdiri dari campuran polimer karbohidrat (selulosa dan hemiselulosa), lignin dan senyawa-senyawa yang larut dalam air (abu). Kadang-kadang disebutkan holoselulosa, istilah ini digunakan untuk menyebutkan total karbohidrat yang dikandung di dalam biomassa dan meliputi selulosa dan hemiselulosa. Perbedaan tongkol jagung dari jenis yang berbeda akan menyebabkan perbedaan komposisi selulosanya. Dapat dilihat pada tabel 1 komposisi lignoselulosa tongkol jagung.²

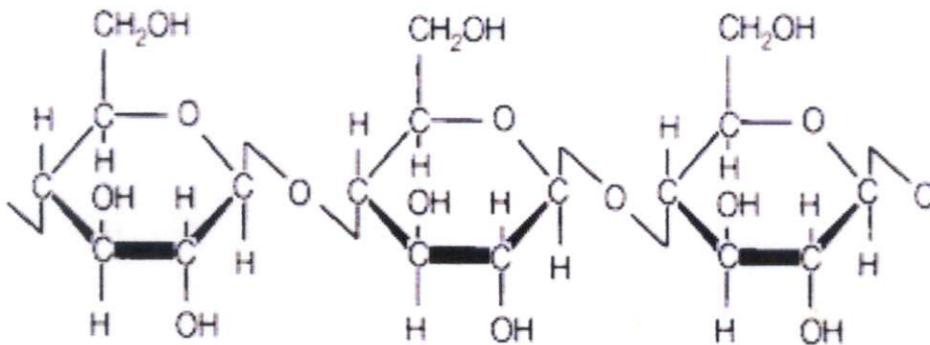
Tabel.1. Komponen Lignoselulosa Tongkol Jagung.³

Komponen Lignoselulosa	Jumlah (%)
Lignin	15
Selulosa	45
Hemiselulosa	35

2.2. Lignoselulosa

2.2.1. Kandungan Lignoselulosa

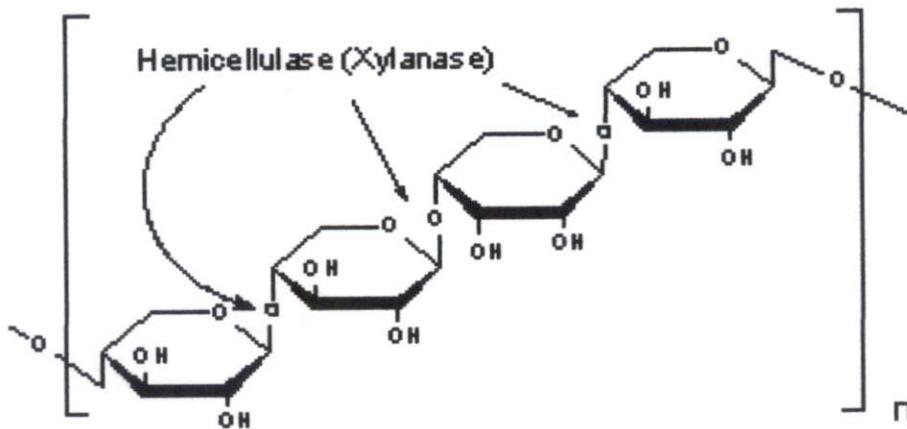
Komponen utama dalam lignoselulosa adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ketiganya membentuk suatu ikatan kimia yang kompleks yang menjadi bahan dasar dinding sel tumbuhan. Selulosa adalah senyawa kerangka yang menyusun 40-50% bagian kayu dalam bentuk mikrofibril, dimana hemiselulosa adalah senyawa matriks yang berada diantara mikrofibril-mikrofibril selulosa. Lignin dilain pihak adalah senyawa yang keras yang menyelimuti dan mengeraskan dinding sel. Selulosa merupakan polimer linier glukosa dengan struktur rantai yang seragam. Unit unit glukosa terikat dengan ikatan glikosidik β -(1,4). Dua unit glukosa yang berdekatan bersatu dengan mengeliminasi satu molekul air diantara gugus hidroksil pada karbon 1 dan karbon 4. Kedudukan β dari gugus $-OH$ pada C_1 membutuhkan pemutaran unit glukosa berikutnya melalui sumbu C_1-C_4 cincin piranosa. Unit ulang terkecil dari rantai selulosa adalah unit selobiosa dengan panjang 1,03 nm dan terdiri atas dua unit glukosa. Berikut struktur selulosa ditunjukkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Struktur selulosa.²

Hemiselulosa merupakan istilah umum bagi polisakarida yang larut dalam alkali. Hemiselulosa sangat dekat asosiasinya dengan selulosa dalam dinding sel tanaman. Lima gula netral yaitu glukosa, mannosa dan galaktosa (heksosan) serta

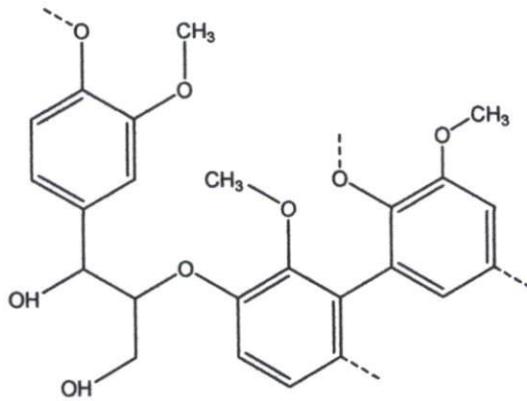
xilosa dan arabinosa (pentosan) merupakan konstituen utama hemiselulosa. Berbeda dari selulosa yang merupakan homopolisakarida dengan monomer glukosa dan derajat polimerisasi yang tinggi (10.000-14.000 unit), rantai utama hemiselulosa hanya satu jenis monomer (homopolimer), seperti xilan atau terdiri atas dua jenis atau lebih monomer (heteropolimer), seperti glukomannan. Rantai molekul hemiselulosa pun lebih pendek daripada selulosa.³ Berikut struktur hemiselulosa ditunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Struktur Hemiselulosa

Lignin mempunyai struktur molekul yang sangat berbeda dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana. Kandungan lignin pada kayu daun jarum lebih tinggi daripada kayu daun lebar. Disamping itu terdapat beberapa perbedaan struktur lignin pada kayu daun jarum dan kayu daun lebar. Peran ketiga komponen kimia ini dalam dinding sel dapat dianalogkan seperti bahan konstruksi yang terbuat dari *reinforced concrete*, dimana selulosa, hemiselulosa dan lignin berperan sebagai rangka besi, semen dan bahan penguat yang memperbaiki ikatannya.³

Struktur lignin dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur Lignin

2.2.2 Pemanfaatan Lignoselulosa Menjadi Bioetanol

Bahan lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utama lignin, selulosa dan hemiselulosa. Kandungannya ketiga senyawa utama dalam bahan lignoselulosa berbeda-beda tergantung sumbernya. Dapat dilihat pada Tabel 2. Ketersediannya yang cukup melimpah terutama sebagai limbah pertanian, perkebunan dan kehutanan menjadikan bahan ini berpotensi sebagai salah satu sumber energi melalui proses konversi, baik proses fisika, kimia maupun biologis. Pada biomassa lignoselulosa hanya selulosa dan hemiselulosa yang bisa diolah menjadi monosakarida untuk pembuat etanol yang selanjutnya dapat digunakan untuk mensubstitusi bahan bakar bensin untuk keperluan transportasi. Adanya lignin pada produksi bioetanol dapat mengganggu proses hidrolisis enzimatik dalam mengakses keberadaan selulosa. Lignin harus dipisahkan dari selulosa dengan perlakuan pendahuluan terhadap bahan baku.³

Tabel 2. Kandungan Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin pada Beberapa Limbah Pertanian dan Hasil Hutan.³

Jenis Limbah	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Batang kayu daun lebar	40-55	24-40	18-25
Batang kayu daun jarum	45-50	25-35	25-35
Daun	15-20	80-85	0
Tongkol jagung	45	35	15
Kulit kacang	25-30	25-30	30-40
Jerami gandum	30	50	15
Ampas tebu	50	25	25
Tandan kosong kelapa sawit	41,30-46,50	25,30-33,80	27,60-32,50

Proses konversi bahan lignoselulosa menjadi etanol terdiri dari tiga tahap yaitu perlakuan pendahuluan, sakarifikasi atau hidrolisis selulosa menjadi gula-gula sederhana. Perlakuan pendahuluan bertujuan untuk menghilangkan lignin, mengurangi kristalinitas selulosa dan meningkatkan porositas bahan. Perlakuan pendahuluan dinilai sebagai salah satu tahap yang paling mahal dalam proses konversi biomassa menjadi gula. Proses perlakuan pendahuluan yang baik adalah yang dapat mengurangi penggunaan enzim yang harganya mahal. Perlakuan pendahuluan dapat dilakukan secara fisika, fisiko-kimia, kimia, biologis maupun kombinasi dari cara – cara tersebut.

- 1) Perlakuan pendahuluan secara fisika antara lain berupa pencacahan secara mekanik, penggilingan dan penepungan untuk memperkecil ukuran bahan dan mengurangi kristalinitas selulosa.

- 2) Perlakuan pendahuluan secara fisiko-kimia antara lain adalah steam explosion, ammonia fiber explosion (AFEX) dan CO₂ explosion. Pada metoda ini partikel biomassa dipaparkan pada suhu dan tekanan tinggi, kemudian tekanannya diturunkan secara cepat sehingga bahan mengalami dekomposisi eksplosif.
- 3) Perlakuan pendahuluan secara kimia diantaranya adalah ozonolisis, hidrolisis asam, hidrolisis alkali, delignifikasi oksidatif dan proses organosolv.
- 4) Perlakuan secara biologis. Pada metode ini digunakan mikroorganisme jamur pelapuk coklat, jamur pelapuk putih dan jamur pelunak untuk mendegradasi lignin dan hemiselulosa yang ada dalam bahan lignoselulosa. Diantara ketiga jamur tersebut, yang paling efektif untuk perlakuan pendahuluan pada bahan lignoselulosa adalah menggunakan jamur pelapuk putih (*white-rot fungi*).³

Metoda hidrolisis untuk bahan-bahan lignoselulosa dapat dilakukan dengan hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatik. Hidrolisis selulosa secara enzimatik memberi hasil etanol sedikit lebih tinggi dibandingkan metoda hidrolisis asam. Namun proses enzimatik tersebut merupakan proses yang paling mahal. Proses *recycle* dan *recovery* enzim selulase diperlukan untuk menekan tingginya biaya produksi. Selain itu, proses hidrolisis enzimatik memerlukan perlakuan awal terhadap bahan baku agar struktur selulosa siap untuk dihidrolisis oleh enzim. Mengingat kerumitan proses hidrolisis enzimatik sebagaimana tersebut diatas, hidrolisis enzimatik dengan enzim selulase mempengaruhi 43,7% biaya total produksi. Keuntungan utama menggunakan hidrolisis dengan asam encer adalah tidak diperlukannya *recovery* asam dan tidak adanya kehilangan asam dalam proses. Diperlukan suhu (<160°C) untuk dapat menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa untuk menekan dekomposisi gula sederhana. Pada suhu dan tekanan lebih tinggi, glukosa akan terdegradasi menjadi furfural dan hidroksimetilfurfural. Senyawa lignin akan terdegradasi menghasilkan senyawa-senyawa fenol yang sangat berbahaya bagi mikroorganisme khususnya bagi membran dan matrik enzim dalam sel. Kemudian setelah proses hidrolisis maka dilanjutkan dengan fermentasi. Tahap inti dari produksi bioetanol adalah fermentasi gula sederhana menggunakan ragi terutama *Saccharomyces cerevisiae* sp. dan *Zymomonas mobilis*. Selanjutnya dilakukan

pemurnian etanol melalui distilasi dan dehidrasi untuk memperoleh *fuel-grade ethanol*.⁴

2.3 Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*)

Ragi adalah organisme satu sel yang termasuk kedalam kingdom fungi (jamur). Ragi termasuk mikroba yang bersifat anaerob fakultatif, dimana ragi dapat hidup dan berkembang biak baik dalam suasana anaerob (tanpa oksigen) maupun aerob (dengan oksigen). Jika ragi tumbuh dalam lingkungan aerob akan terjadi perubahan glukosa menjadi karbondioksida dan air, sedangkan apabila ragi ditumbuhkan dalam lingkungan anaerob maka akan terjadi perubahan glukosa menjadi karbondioksida dan etanol yang reaksinya sebagai berikut : $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$.

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, asam laktat, dan alkohol.⁵

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.⁶

2.4. Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dapat juga diartikan sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. Bioetanol merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium.

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 nipati, 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-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 kayu, jerami, batang pisang, tongkol jagung dan lain-lain.

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

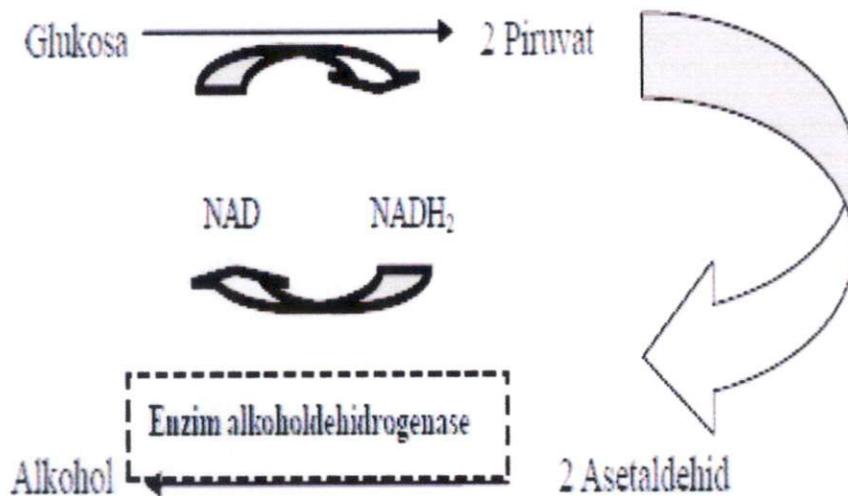
Bioetanol secara umum dapat digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran bahan bakar untuk kendaraan. Grade bioetanol harus berbeda sesuai dengan penggunaannya. Bioetanol yang mempunyai grade 90% - 96,5% volume digunakan pada industri, grade 96% - 99,5% digunakan dalam campuran untuk miras dan bahan dasar industri farmasi. Besarnya grade bioetanol yang dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan harus betul - betul kering dan anhidrat supaya tidak menyebabkan korosi, sehingga bioetanol harus mempunyai grade sebesar 99,5% - 100%.

Bioetanol yang digunakan sebagai bahan bakar mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya lebih ramah lingkungan, karena bahan bakar tersebut memiliki nilai oktan 92 lebih tinggi dari premium nilai oktan 88, dan pertamax nilai oktan 94. Hal ini menyebabkan bioetanol dapat menggantikan fungsi zat aditif yang sering ditambahkan untuk memperbesar nilai oktan. Zat aditif yang banyak digunakan seperti metal tersier butil eter dan Pb, namun zat aditif tersebut sangat tidak ramah lingkungan dan bisa bersifat toksik. Bioetanol juga merupakan bahan bakar yang tidak mengakumulasi gas karbon dioksida (CO₂) dan relatif kompetibel dengan mesin mobil berbahan bakar bensin. Kelebihan lain dari bioetanol ialah cara pembuatannya yang sederhana yaitu fermentasi menggunakan mikroorganisme tertentu⁷

2.5. 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* (1) dengan melibatkan tiamin pirofosfat dan tahap kedua asetaldehid oleh *alkohol dehidrogenase* (2) direduksi dengan NADH₂ menjadi alkohol. Perubahan glukosa menjadi alkohol dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini :



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 pH⁵

2.6. Kromatografi Gas

Pada tahun 1952, James dan Martin menciptakan suatu bentuk kromatografi yang menggunakan gas sebagai fasa gerak. Terjadinya pemisahan disini, selain didasarkan pada interaksi komponen dengan fasa diam, juga bergantung dari perbedaan titik didih komponen-komponen yang akan dipisahkan. Tetapi tidak semua campuran komponen dapat dipisahkan dengan kromatografi gas, terutama apabila komponen tersebut mempunyai titik didih yang terlalu tinggi sehingga sukar untuk menguap atau jika komponen mengurai pada suhu yang relatif tinggi. Kromatografi gas merupakan metoda secara fisika kimia, yang digunakan untuk senyawa-senyawa yang volatil. Pada cara ini komponen-komponen campuran mengalami partisi antara fasa gerak dan fasa diam. Kromatografi gas-padat adalah kromatografi gas yang fasa gerak gas murni, sedangkan sebagai fasa diam bisa berupa padatan (gas solid

chromatography). Untuk kromatografi gas-cair, fase gerak juga gas murni tetapi fasa diam berupa cairan (gas liquid chromatography ; GLC). Apabila konsentrasi masing-masing komponen didalam fasa gerak dialurkan terhadap banyaknya fasa gerak (ml) yang dibutuhkan untuk membawa keluar setiap komponen dari kolom, maka akan diperoleh kurva yang disebut *kromatogram*. Waktu retensi (tR) adalah perbedaan waktu antara penyuntikan komponen sampel dengan puncak maksimum yang tercatat pada kromatogram. Volume retensi (vR) adalah produk dari waktu retensi dan kecepatan aliran gas pengemban. Umumnya, waktu retensi yang sudah disetel (t'R) dan volume retensi yang sudah disetel (v'R), dan retensi relatif (T A/B) digunakan untuk analisis kualitatif.⁸

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.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

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

3.2. Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

Pada Penelitian ini alat yang digunakan adalah ayakan, alat vakum/penyaring vakum, spektrofotometer UV-Vis(*Shimadzu pharmaspec 1700 UV-VIS* ,) GC-MS(*QP 2010 S SHIMADZHU*) , autoclave, incubator, shaker, timbangan analitis, hot plate, peralatan gelas, petridish, dan jarum ose.

3.2.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sampel tongkol jagung yang telah dihaluskan, kertas saring, NaOH, kentang, gula pasir, Agar (Swallow), ragi *Saccharomyces Cerivisiae* (Fermipan), natrium karbonat, natrium tartarat, natrium bikarbonat, natrium sulfat, tembaga sulfat hidrat (Merck), asam sulfat pekat (Merck), asam molibdat, Yeast ekstrak, ammoniak hidrogen posfat, etanol 96 % dan aquabides.

3.3. Pembuatan Reagen

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 aquabides. Untuk membuat

Nelson B yaitu dengan melarutkan 7,5 gram tembaga sulfat 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 (NaOH) 5 %, kemudian dididihkan selama 5 menit, dinginkan larutan dan tambahkan 25 ml asam pospat(H_3PO_4) 85 %, lalu dilarutkan dalam erlenmeyer dengan 100 ml aquadest.

3.3.3. Pembuatan variasi Konsentrasi HCl

Larutan induk HCl 2M dibuat dari pengenceran HCl 37 % dengan cara memipet 16,6 ml HCl kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 ml. Larutan HCl divariasikan dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 M dengan memipet larutan HCl 2 M masing-masing sebanyak 5, 10, 15, 20 dan 25 mL dan diencerkan dalam labu ukur 100 mL.

3.4. Pembuatan medium

3.4.1 medium PDA untuk regenerasi *Saccharomyces cerevisiae*

Kentang (dikupas lalu dipotong-potong dadu) 25 g, gula pasir 2,5 g, Agar bubuk 2,5 g, Air suling 125 ml . Dimasukkan potongan kentang ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan aquabides lalu panaskan hingga mendidih . disaring air rebusan kentang kemudian dimasukkan agar-agar dan gula pasir sampai mendidih sambil diaduk menggunakan stirrer. Setelah mendidih lalu disterilkan dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C .

3.4.2. 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 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan 0,05 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dilarutkan dalam 500 ml

aquabides kemudian disterilkan di autoklaf pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1,5 atm.¹²

3.4.3. Medium Nutrisi

Medium nutrisi merupakan medium cair yang digunakan selama fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*. Medium nutrisi terdiri dari 0,5 g (NH₄)H₂PO₄, 0,025 g MgSO₄.7H₂O dan 1 g yeast ekstrak dalam 500 ml aquabides, kemudian disterilkan di autoklaf pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1,5 atm.¹²

3.5 Isolasi dan Pemurnian *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan

Ragi instan sebanyak 1 g kemudian diencerkan sampai 10⁻⁸ dengan aquabides, (Lampiran 1) kemudian dituang dan diratakan dipermukaan medium PDA di dalam cawan petridish. Setelah itu diinkubasi selama 48 jam pada suhu kamar. Diamati pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* pada cawan petridish. Pemurnian dilakukan dengan tiga kali pemindahan ke dalam media yang baru, sehingga diperoleh *Saccharomyces cerevisiae* murni. Koloni *Saccharomyces cerevisiae* yang telah murni diambil 1 jarum ose lalu diinokulasikan ke dalam medium PDA miring.

3.6 Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dalam medium inokulum

Digores 3 ose khamir dari agar miring kemudian dikembangkan pada 100 ml medium inokulum di dalam erlenmeyer 100 ml. Media kemudian diaduk dengan shaker selama 18 jam pada 220 rpm.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1. Persiapan sampel Tongkol Jagung

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tongkol jagung yang diambil dari limbah jagung pembuatan pergedel di Pasar Raya Padang. Tongkol yang dipilih ialah tongkol yang masih segar. Tongkol dipotong-potong, dijemur hingga kering di bawah sinar matahari kemudian digerinda hingga halus. Sampel diayak dengan

menggunakan ayakan berukuran 425 μm untuk mendapatkan partikel yang benar-benar halus. Tongkol jagung yang telah halus inilah yang digunakan sebagai sampel.

3.7 Hidrolisis Asam

3.7.2.1 Optimasi konsentrasi HCl

Ditimbang 5 g bubuk tongkol jagung yang telah dihaluskan, dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan larutan HCl dengan variasi konsentrasi (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 M) dengan perbandingan 1:10 (w/v) masing-masing sebanyak 50 ml. Kemudian ditutup dengan aluminium voil lalu diautoklaf pada suhu 121⁰C selama 60 menit (Lampiran 3). Sampel yang telah diautoklaf, disaring dengan kertas saring untuk mendapatkan hidrolisat. Hidrolisat yang didapat, diukur konsentrasi glukosanya menggunakan metode Somogy-Nelson dan di ukur absorbannya dengan panjang gelombang 580 nm. Konsentrasi glukosa yang paling tinggi dilanjutkan pada proses optimasi lama hidrolisis.¹⁶

3.7.2.2 Optimasi lama Hidrolisis

Sebanyak 5 g sampel yang memiliki konsentrasi glukosa 5,710 g/L, kemudian dilanjutkan pada proses lama hidrolisis dengan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit (Lampiran 3). Sampel disaring dengan kertas saring dan didapatkan hidrolisatnya. Hidrolisat diukur konsentrasi glukosanya hingga didapatkan konsentrasi glukosa yang paling tinggi.

3.8 Penentuan konsentrasi gula reduksi

3.8.1 Pembuatan kurva standar gula reduksi

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

3.8.2. Penentuan konsentrasi gula reduksi dengan metoda Somogy-Nelson

Sebanyak 1 ml larutan hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sebagai blanko digunakan 1 ml aquades. Ke dalam tabung reaksi ditambahkan 1 ml reagen-Nelson kemudian dipanaskan pada air mendidih 20 menit (lampiran 2). Setelah itu pindahkan tabung reaksi ke dalam air dingin hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, lalu ditambahkan 1 ml reagen fosfomolibdat dan 7 ml aquadest. Larutan dikocok lalu didiamkan selama 30 menit, setelah itu ukur absorban masing-masing larutan standar pada panjang gelombang 580 nm dengan spektrofotometer UV-VIS.

3.9. Fermentasi Bioetanol

3.9.1. Optimasi lama waktu fermentasi bioetanol

Sebanyak 25 ml hidrolisat yang telah diatur pH nya dengan NaOH 0,5 M hingga pH 5 sesuai dengan pH pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml (Lampiran 4), ditambahkan 100 ml medium nutrisi untuk pertumbuhan ragi dan 25 ml ragi. Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan dilapisi plastik wrap agar udara tidak masuk karena fermentasi alkohol merupakan fermentasi anaerob. Sampel diberi perlakuan variasi lama waktu fermentasi selama (1, 2, 3, 4, 5, 6) hari untuk mendapatkan konsentrasi etanol optimum yang diaduk dengan shaker pada 180 rpm dan pada suhu kamar 25° . Kadar glukosa diukur sebelum dan sesudah fermentasi untuk melihat pengurangan glukosa selama fermentasi. Kadar etanol diukur dengan menggunakan alat GC-MS.

3.9.2. Penentuan pengaruh jumlah volume *Saccharomyces cerevisiae* untuk fermentasi

Sebanyak 25 ml hasil hidrolisat ditambahkan ke 100 ml medium nutrisi, kemudian ditambahkan variasi jumlah volume *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 15, 20, 25, 30 dan 35 ml dan ditutup dengan aluminium foil (Lampiran 4). Sampel diaduk dengan shaker pada kecepatan 180 rpm selama 5 hari. Hasil fermentasi diukur kadar etanolnya dengan menggunakan alat GC/MS.

3.10. Penentuan Konsentrasi Etanol dengan GC-MS

Kadar etanol dari hasil fermentasi dianalisa dengan GC-MS 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 60⁰C, suhu injeksi 150⁰C, volume injeksi 0,5 μL , total alir 0,94 mL/min dan detector MS.

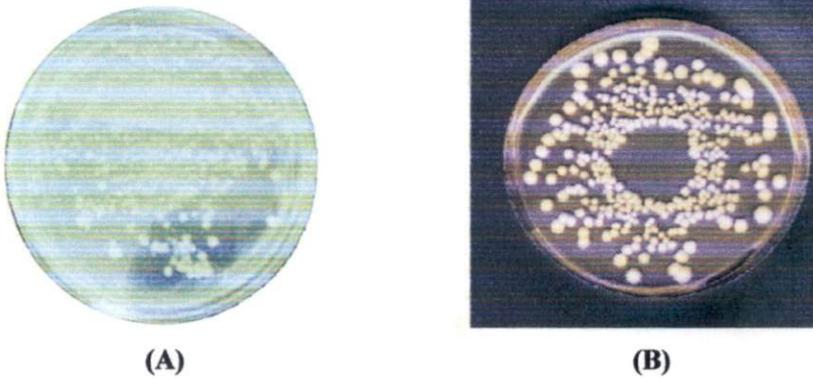
BAB IV

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.

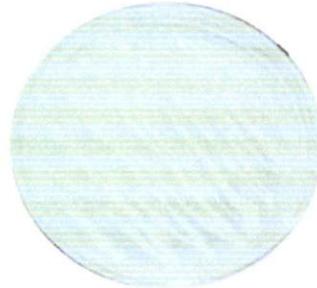
Fermipan yang telah di encerkan sampai 10^{-8} sel/mL dibiakkan pada petridish yang telah berisi medium PDA (*Potato Dextro Agar*). Kamir mulai tumbuh setelah didiamkan selama 48 jam, mikroba yang diisolasi dari fermipan komposisinya hanya *Saccharomyces cerevisiae* sehingga mikroba yang tumbuh hanya satu koloni. Bentuk koloni yang tumbuh berwarna putih dan licin mengkilap sama dengan koloni *Saccharomyces cerevisiae* ATC 19433 yang ada pada literatur.¹⁷ Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 : (A) *Saccharomyces cerevisiae* isolasi dari Fermipan
(B) *Saccharomyces cerevisiae* ATC 19433

Satu jarum ose *Saccharomyces cerevisiae* diinokulasikan pada medium PDA dengan cara zig zag untuk pemurnian mikroba dan didiamkan selama 48 jam. Hasil yang diperoleh dari 3 kali pengulangan yaitu bentuk koloni *Saccharomyces cerevisiae* tampak sama yang bebas dari mikroba jenis lain. Hal ini membuktikan bahwa

mikroba yang diregenerasi telah stabil dan bebas dari kontaminasi jenis mikroba lain, yang dapat dilihat seperti pada Gambar dibawah ini :



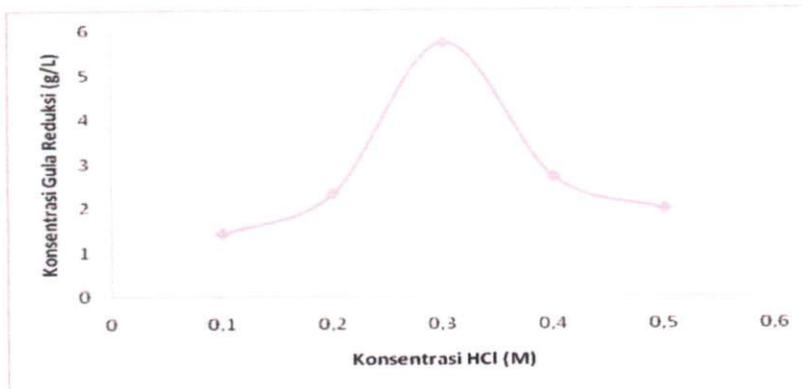
Gambar 6 : Biakan murni *Saccharomyces cerevisiae*

4.2 Hasil Optimasi Hidrolisis Asam

Untuk proses pembuatan bioetanol, persiapan sampel diawal pada dasarnya mengacu pada tindakan mekanis dan fisik. Pada penelitian ini, tongkol jagung yang akan dihidrolisis diperkecil ukurannya dan di ayak dengan ayakan yang berpori 425 μm agar memberikan permukaan area yang besar agar mempermudah terdegradasinya lignin sehingga sellulosa dan hemisellulosa akan terhidrolisis secara optimal.^{9,10}

Sumber selulosa yang berasal dari tongkol jagung dikonversi menjadi gula dengan bantuan asam mineral. Proses hidrolisis asam biasanya menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) atau dengan menggunakan asam klorida (HCl).^{11,12}

Pada penelitian ini untuk mendapatkan konsentrasi glukosa yang tinggi pada hidrolisis dilakukan optimasi konsentrasi HCl dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 M. Absorban glukosa dari sampel diukur pada panjang gelombang 580 nm (Lampiran 5). Konsentrasi glukosa ditentukan dengan cara memasukkan nilai absorban yang terukur ke dalam persamaan regresi yang diperoleh dari perhitungan kurva standar glukosa (Lampiran 6), karena glukosa ditentukan dengan metoda Somogy Nelson. Metoda ini berdasarkan sifat gula reduksi sehingga gula pereduksi selain glukosa juga ikut terukur. Oleh karena itu kadar glukosa pada kurva ditunjukkan sebagai kurva gula reduksi. Hasil hidrolisis asam dengan variasi konsentrasi larutan HCl dapat dilihat pada kurva berikut :



Gambar 7. Kurva hubungan Konsentrasi Gula reduksi dengan Konsentrasi HCl

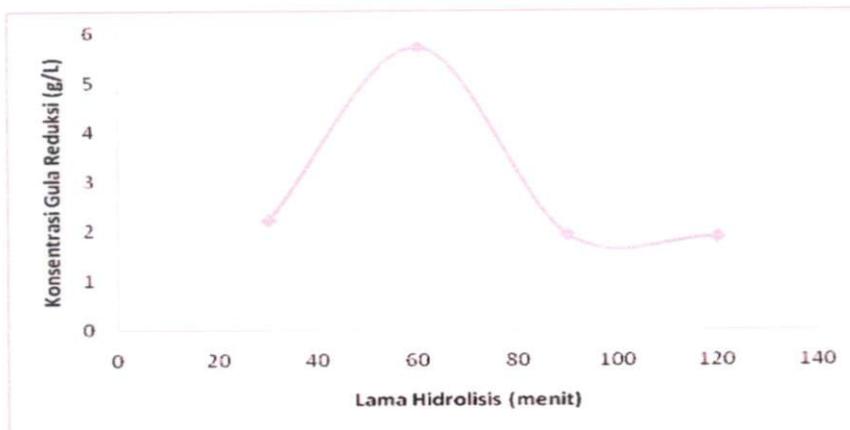
Dari kurva di atas diketahui bahwa konsentrasi glukosa terbanyak hasil hidrolisis dicapai pada saat konsentrasi larutan HCl 0,3 M. Dalam proses hidrolisis gugus H^+ dari HCl akan mengubah gugus serat dari tongkol jagung menjadi gugus radikal bebas. Gugus radikal bebas yang kemudian akan berikatan dengan gugus OH^- dari air yang akan menghasilkan glukosa. Pada saat konsentrasi HCl 0,1 M kebutuhan H^+ dari HCl belum mencukupi sehingga tidak banyak terbentuk gugus radikal bebas dari serat tongkol jagung dan glukosa yang dihasilkan belum maksimal.

Namun jika dilakukan penambahan konsentrasi HCl terlalu banyak justru glukosa yang dihasilkan semakin menurun. Penambahan konsentrasi HCl menyebabkan semakin sedikit air dalam komposisi larutan hidrolisis. Sehingga kebutuhan OH^- sebagai pengikat radikal bebas berkurang dan glukosa yang dihasilkan semakin sedikit.¹³ Dengan demikian, konsentrasi HCl yang paling optimum untuk menghidrolisis tongkol jagung menjadi glukosa adalah 0,3 M.

4.3 Hasil Pengaruh Lama Hidrolisis

Pada penelitian ini, variasi waktu yang digunakan untuk lama hidrolisis adalah 30, 60, 90 dan 120 menit. Konsentrasi HCl yang digunakan adalah 0,3 M karena pada konsentrasi tersebut memberikan konsentrasi glukosa yang paling tinggi.

Hasil analisa glukosa dapat dilihat pada kurva berikut :

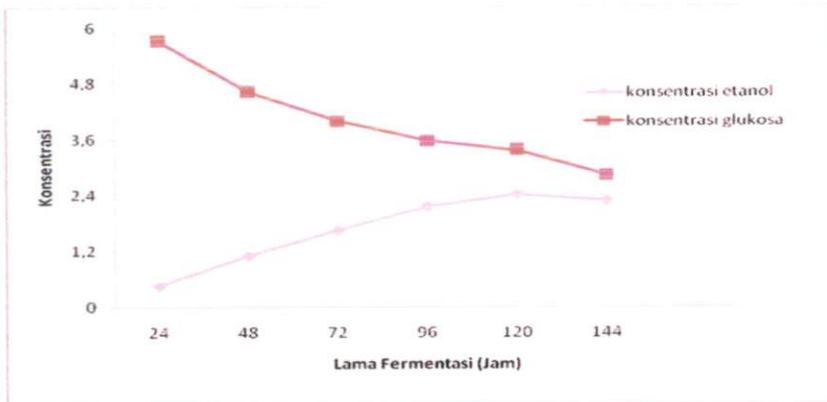


Gambar 8. Kurva hubungan Konsentrasi Gula Reduksi dengan Lama Hidrolisis

Pada gambar 8 terlihat lama hidrolisis optimum dicapai setelah 60 menit. Didapatkan konsentrasi sebesar 5,710 g/L (Lampiran 7). Dari hasil ini diasumsikan kadar glukosa yang diperoleh adalah 5,710 g/L, karena metoda Somogy Nelson yang digunakan berdasarkan sifat gula pereduksi maka pecahan-pecahan hemiselulosa yang bersifat gula pereduksi selain dari glukosa ikut mengganggu. Pada waktu 30 menit, waktu yang digunakan belum cukup untuk menghidrolisis tongkol jagung sehingga glukosa yang didapat belum maksimal. Namun pada waktu hidrolisis yang semakin lama konsentrasi glukosa mengalami penurunan. Penurunan tersebut disebabkan karena hidrolisis dengan asam pada suhu autoklaf yang terlalu tinggi yaitu 121⁰C dapat menyebabkan glukosa terdegradasi membentuk hydroxymethylfurfural.^{4,16}

4.4. Hasil Optimasi Lama Fermentasi

Sebanyak 25 mL hidrolisat yang telah di atur pH nya menjadi pH 5, dilanjutkan pada proses fermentasi. Konsentrasi etanol diukur menggunakan alat GC-MS, Hasil konsentrasi etanol yang diperoleh dibandingkan dengan penurunan glukosa selama proses fermentasi. Hal ini dapat dilihat pada kurva berikut :



Gambar 9. Kurva Hubungan Konsentrasi Etanol dengan Penurunan Jumlah Gula Reduksi Selama proses Fermentasi.

Berdasarkan pada kurva di atas pada saat 120 jam menunjukkan hasil konsentrasi etanol tertinggi yaitu sebesar 2,4 % (Lampiran 10). Kemudian pada waktu 144 jam, konsentrasi etanol yang didapat telah menurun menjadi 2,26 %. Hal ini disebabkan karena ketersediaan nutrisi pada medium sudah mulai berkurang sehingga mikroba banyak yang mati dan tidak mampu lagi mengubah glukosa menjadi etanol.

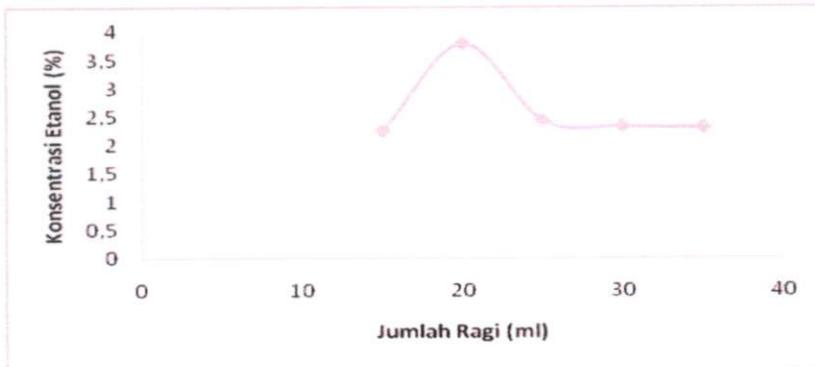
Pada saat 24 dan 48 jam, etanol yang dihasilkan belum optimal karena *Saccharomyces cerevisiae* baru mulai melakukan pertumbuhan. Dengan demikian aktivitas untuk pembentukan produk etanol belum optimal.

Konsentrasi etanol yang didapat dari hasil uji GC-MS memiliki kadar etanol yang semakin besar dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini sebanding dengan jumlah pengurangan glukosa pada tiap waktu fermentasi.

Dari hasil penelitian, semakin lama waktu fermentasi, jumlah pengurangan glukosa juga semakin besar. Hal ini dikarenakan pada proses fermentasi terjadi pemakaian glukosa sebagai substrat yang kian lama semakin besar menyebabkan berkurangnya jumlah ketersediaan glukosa hal ini berbanding terbalik dengan konsentrasi etanol yang dihasilkan. Glukosa digunakan sebagai makanan untuk pertumbuhan mikroba dan pembentukan etanol sebagai produk fermentasi.

4.5 Hasil Optimasi Jumlah Volume *Saccharomyces cerevisiae*

Pada penelitian ini, jumlah volume *Saccharomyces cerevisiae* divariasikan sebanyak 15, 20, 25, 30 dan 35 mL. Konsentrasi etanol dari hasil variasi jumlah mikroba tersebut dapat dilihat pada kurva berikut :



Gambar 10. Kurva Hubungan Jumlah Volume *Saccharomyces cerevisiae* dengan Konsentrasi Etanol

Dari kurva diatas dapat dilihat bahwa titik optimum konsentrasi etanol yaitu pada penambahan jumlah 20 mL *Saccharomyces cerevisiae* sebesar 3,78 % (Lampiran 10). Pada penambahan konsentrasi 25 mL mengalami penurunan konsentrasi yang dratis menjadi 2,42 %. Hal ini dikarenakan jumlah mikroba yang digunakan untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol harus tepat, jika mikroba yang digunakan sedikit maka kemampuan mikroba untuk fermentasi menjadi berkurang, begitupula jika mikroba yang digunakan berlebihan maka akan menurunkan konsentrasi etanol karena nutrisi yang tersedia tidak seimbang dengan jumlah mikroba yang ada, sehingga terjadi persaingan nutrisi untuk hidup dan banyak ragi yang mati.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi HCl dan lama hidrolisis optimum untuk menghidrolisis tongkol jagung adalah konsentrasi HCl 0,3 M dengan lama hidrolisis 60 menit.
2. Konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan dari proses hidrolisis adalah 5,710 g/L dari 5 g tongkol jagung.
3. Produksi Etanol maksimal terjadi pada lama fermentasi 120 jam dan jumlah volume *Saccharomyces cerevisiae* 20 ml konsentrasi etanol yang diperoleh sebesar 3,78 % dari 5 g tongkol jagung.
4. Selama fermentasi berlangsung, kenaikan konsentrasi etanol sejalan dengan terjadinya penurunan konsentrasi gula reduksi.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan maka disaran untuk :

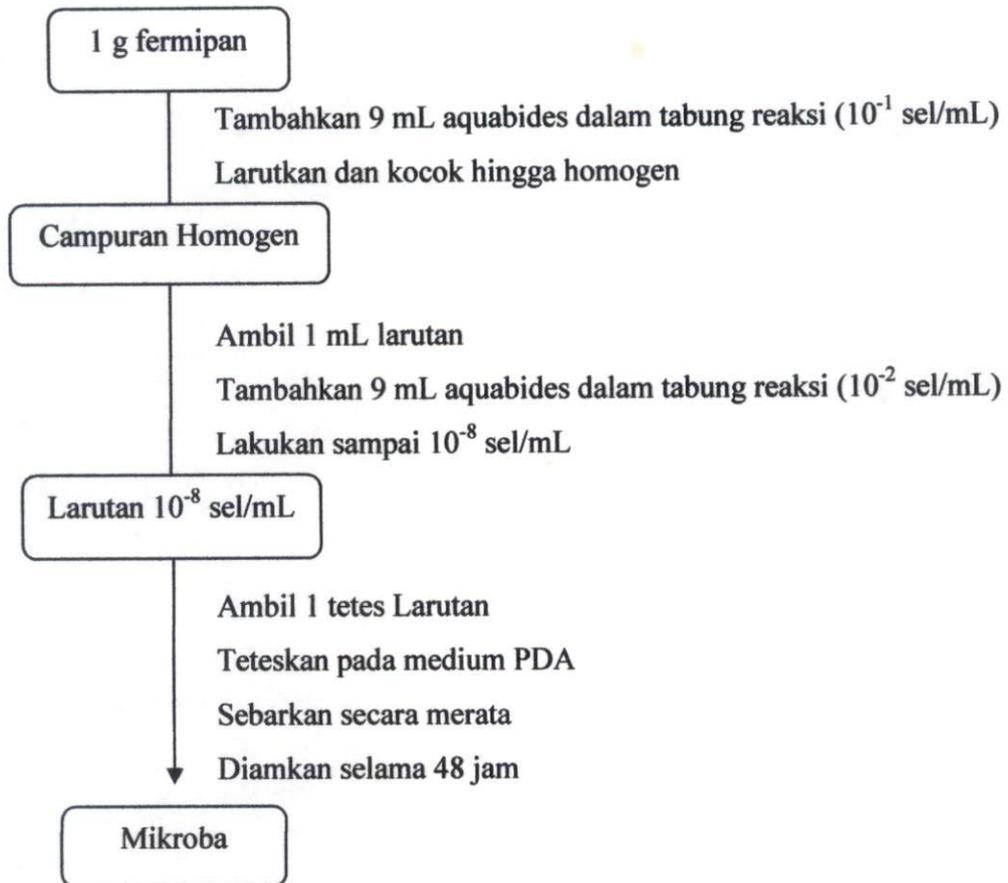
1. Mencari metoda pretreatment lain yang dapat memisahkan lignin dari selulosa dan hemiselulosa sehingga gula reduksi yang dihasilkan lebih besar dan produksi bioetanol pun lebih besar.
2. Melakukan proses hidrolisis menggunakan enzim supaya glukosa yang diperoleh lebih murni.
3. Mengamati pH medium selama fermentasi berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

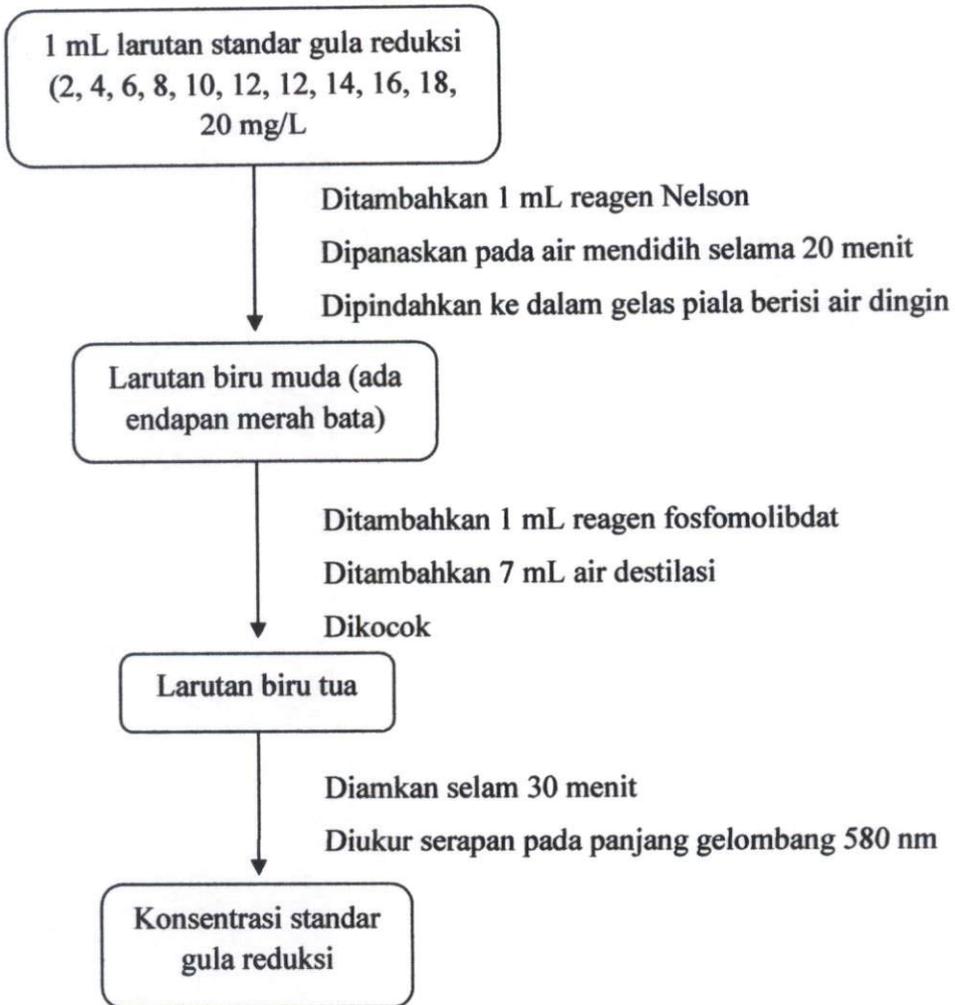
1. Latif, F. and B.I. Rajoka. *Production of Ethanol and Xylitol from Corn Cobs by Yeasts*. *Bioresour. Techno*, 77: 57-63. DOI: 10.1016/S0960-8524(00)00134-6. (2001)
2. Shofinita, Dian. *Bioetanol Generasi Kedua*. Majari Magazine. 2010
3. Hermiati, Euis, dkk. *Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol*. UPT BPP Biomaterial – LIPI. 2010 R. Orchidea, dkk. *Acid Hydrolysis Pretreatment of Bagasse-Lignocellulosic Material for Bioethanol Production*. Department of Chemical Engineering.
4. Handayani Lubis, Adek. *Produksi Etanol dari Ampas Tapioka yang dihidrolisis dengan Enzim α amylase (Apozyme 480) dan difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae**. Universitas Andalas. Padang. (2007).
5. Kusnadi. *Pemanfaatan sampah Organik sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol sebagai Energi Alternatif*. Laporan Penelitian Strategis Nasional. Universitas pendidikan Indonesia. (2009)
6. Hamelinck, N. Carlo. *Ethanol from Lignocellulosic Biomass : Techno-economic performance in short-, middle- and long-Term*. *ScienDirect Biomass And Bioenergy* 28 (2005) 384-410.
7. A. Faisal. *Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis*. Universitas Jenderal Soedirman. (2009)
8. Albeta, Sri Wilda. *Penggunaan Kromatografi Gas-Cair Untuk Menganalisis Pestisida Metidation Pada Tomat*. Universitas Medan. Medan.(2010).
9. Taherzadeh, J. Mohammad. *Pretreatment Of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production : A Review*. *International Journal of Molekular Sciences*. 2008,9, 1621-1651; DOI : 10.3390/ijms9091621.
10. Anindyawati, Trisanti. *Prospek enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol*. Pusat Penelitian Bioteknologi (LIPI). Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911. (2009)

11. M, Samsuri. dkk. *Pemanfaatan Selulosa Bagas untuk produksi Ethanol melalui Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Dengan Enzim Xylanase*. Makara Teknologi, Vol. 11, No.1, April 2007;17-24.
12. H. Nopita. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong Melalui Proses Hidrolisis Asam dan Enzimatis*. Universitas Diponegoro. Semarang. (2007)
13. R. Orchidea, dkk. *Acid Hydrolysis Pretreatment of Bagasse-Lignocellulosic Material for Bioethanol Production*. Department of Chemical Engineering. Surabaya. (2008)
14. Campo, Del. *Diluted Acid Hydrolysis Pretreatment of Agri-Food Wastes for Bioethanol Production*. Industrial Crops And Products An International Journal 24 (2006) 214-221
15. S. Yah Clarence. *Temperature Optimization for Bioethanol Production from Corn Cobs Using Mixed Yeast Strains*. Online Journal of Biological Sciences 10 (2): 103-108,2010
16. Rapp, M. *Indicator and Selective Medium Saccharomyces cerevisiae and Malt Extract Broth*. Milchwiss. (1974)
17. Karta Wijaya, Yulis. Marniati Salim. Elida Mardiah. *Utilization of Cassava Peel Waste to Produce Alcohol*. International Seminar on Environmental Science (ISES 2011) October 8th, 2011. IKA HIMKI Indonesia & HIMKA UNAND. Department of Chemistry, University of Andalas.

Lampiran 1. Skema Kerja Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan

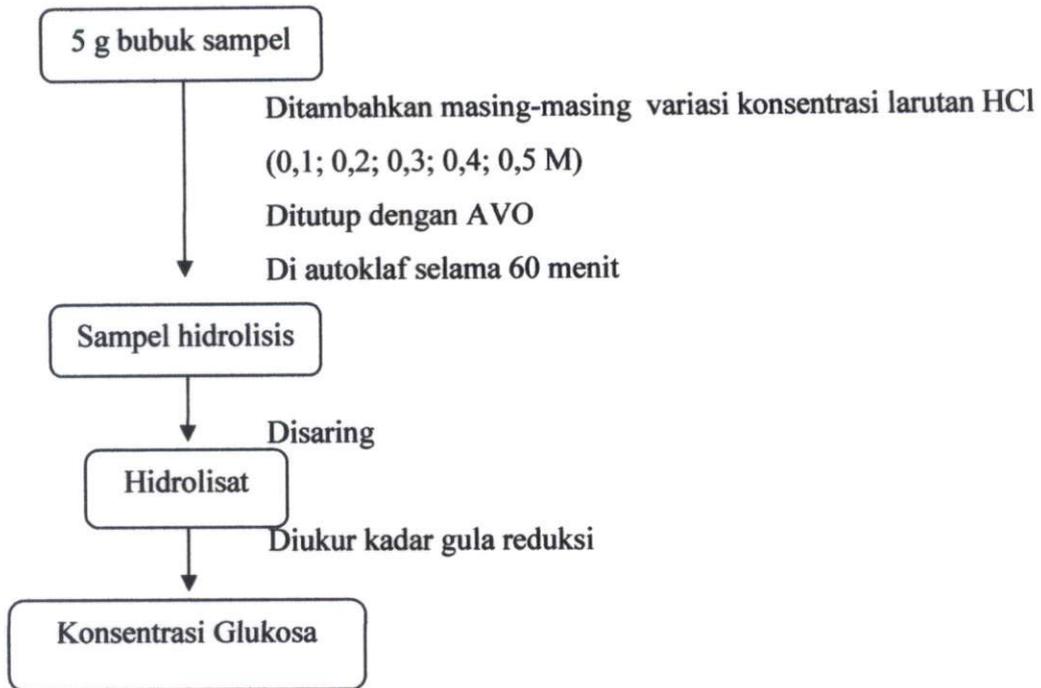


Lampiran 2. Skema Kerja Penentuan Konsentrasi Standar Gula Reduksi

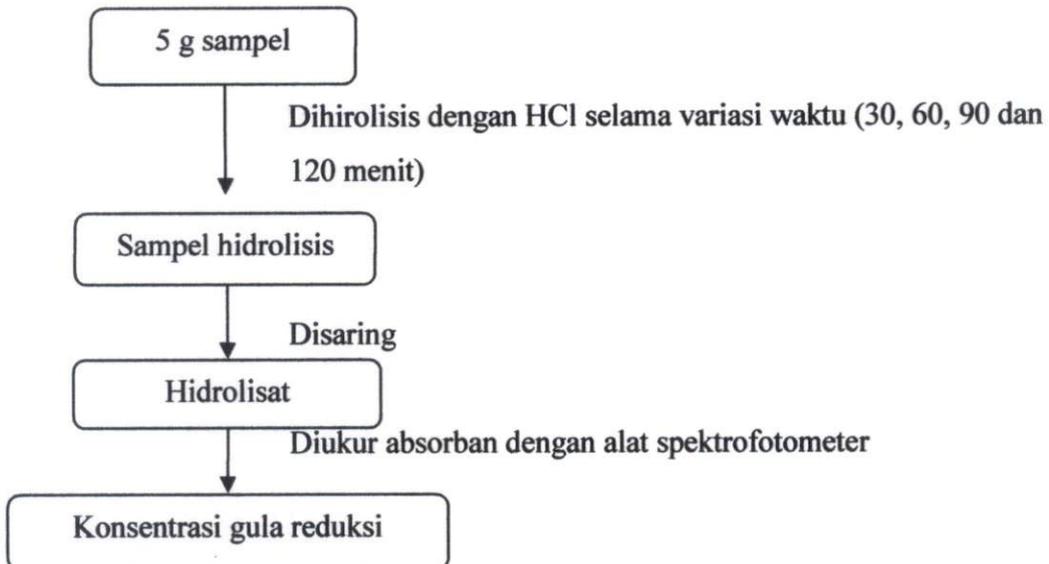


Lampiran 3. Skema Kerja Optimasi Hidrolisis Asam dan Lama Hidrolisis

Optimasi Hidrolisis Asam

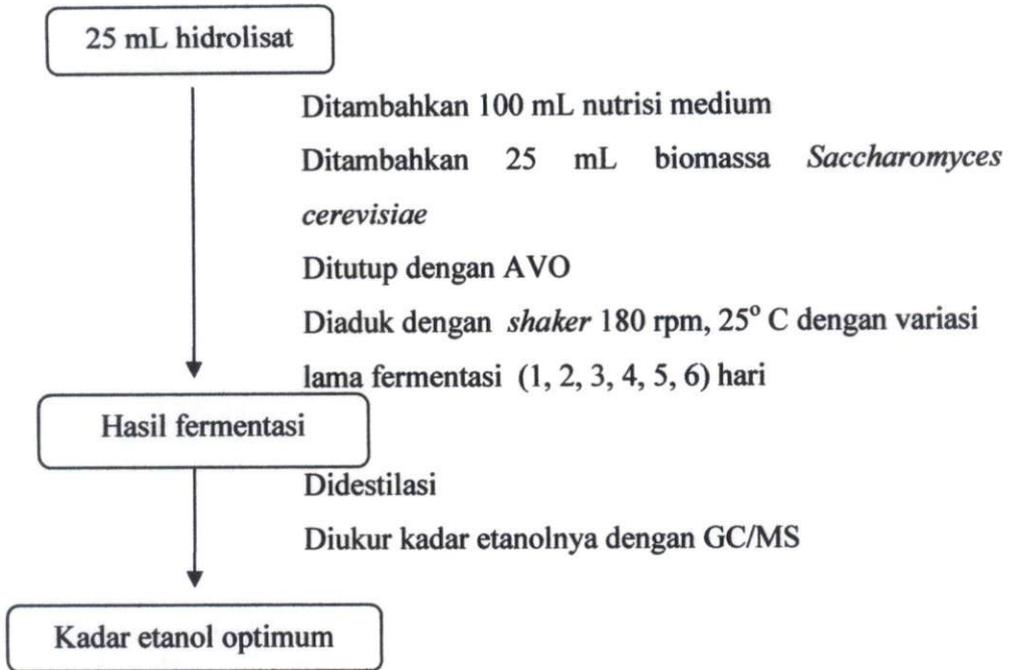


Optimasi Lama Hidrolisis

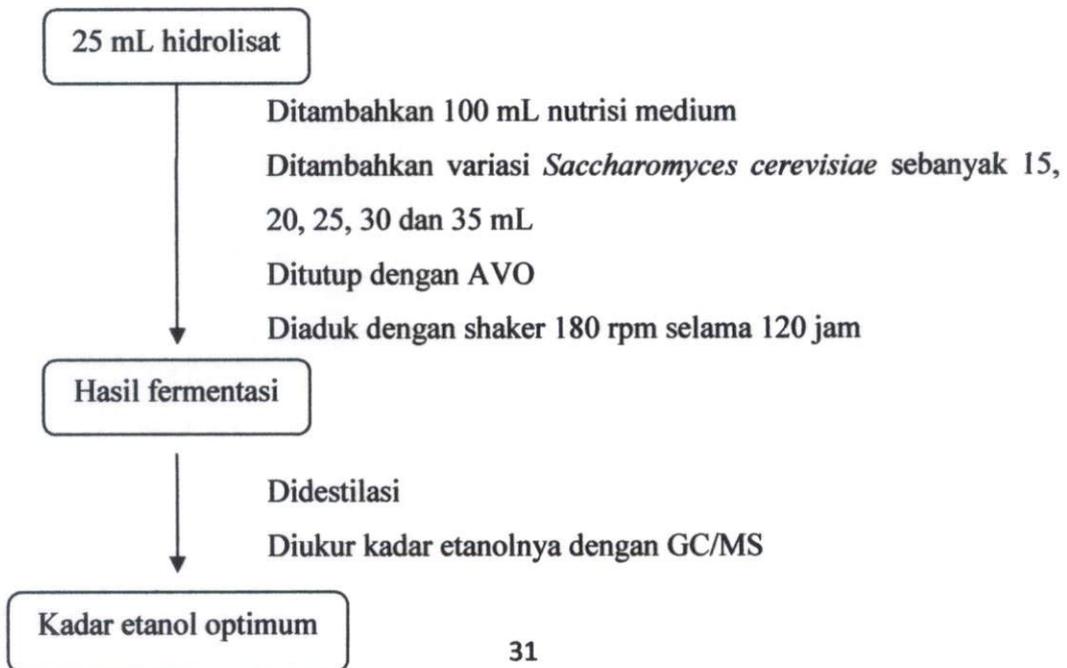


Lampiran 4. Skema Kerja Optimasi Lama Fermentasi dan Jumlah Volume *Saccharomyces cerevisiae*

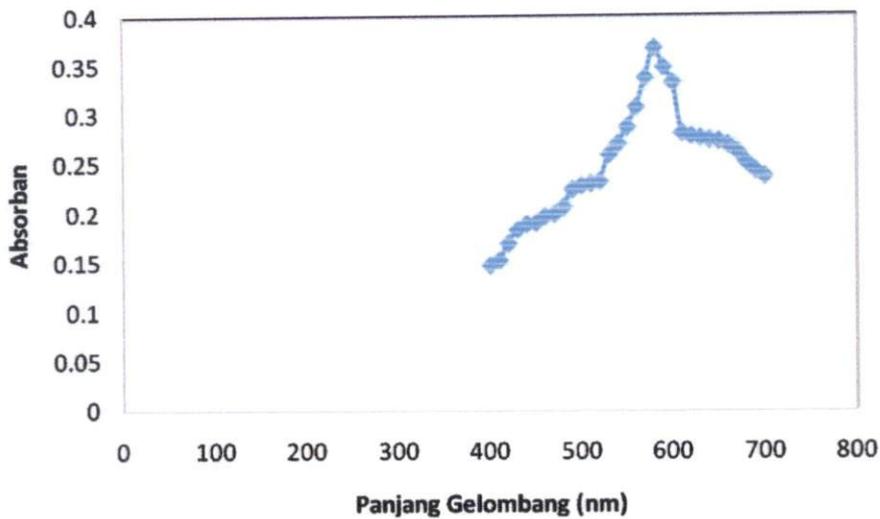
Optimasi Lama Fermentasi



Optimasi Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*



Lampiran 5. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar Gula Reduksi



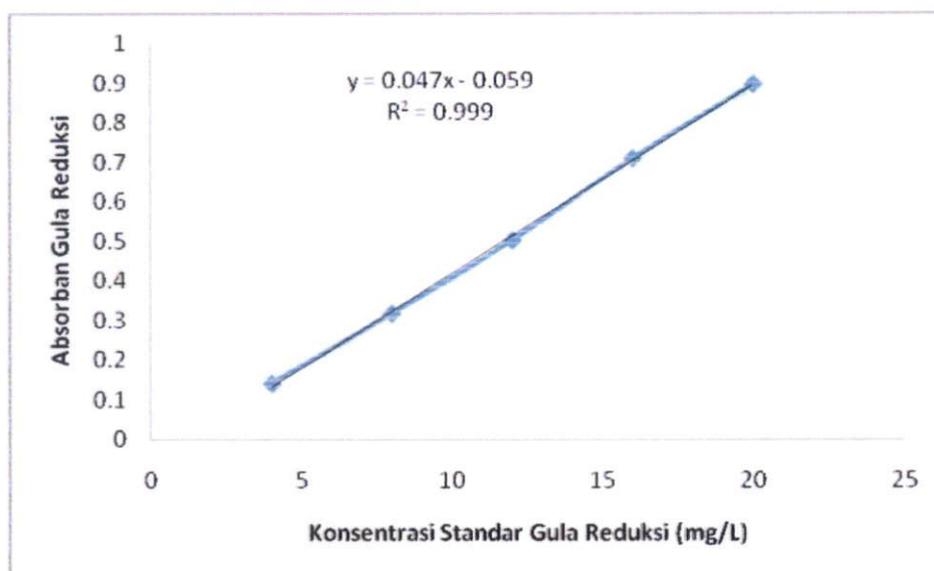
Penentuan panjang gelombang maksimum larutan standar gula reduksi dilakukan pada 400-700 nm. Dari kurva diatas, panjang gelombang yang memiliki absorban tertinggi adalah pada panjang gelombang 580 nm. Sehingga pada panjang gelombang tersebut digunakan untuk mengukur absorban sampel selanjutnya.

Lampiran 6. Data Larutan Standar Gula Reduksi pada Panjang Gelombang 580 nm

Tabel 3. Standar Gula Reduksi

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

Kurva Standar Gula Reduksi



Lampiran 7. Data Optimasi Hidrolisis Asam dan Lama Hidrolisis

Tabel 4. Hasil Optimasi Hidrolisis HCl

Konsentrasi HCl (M)	Absorban	Lama Hidrolisis (Menit)	Konsentrasi Gula Reduksi (g/L)
0,1	0,073	60	1,400
0,2	0,159	60	2,315
0,3	0,478	60	5,710
0,4	0,194	60	2,690
0,5	0,125	60	1,955

Tabel 5. Hasil Optimasi Lama Hidrolisis

Lama Hidrolisis (Menit)	Konsentrasi HCl (M)	Absorban	Konsentrasi Gula Reduksi (g/L)
30	0,3	0,149	2,210
60	0,3	0,478	5,710
90	0,3	0,121	1,915
120	0,3	0,117	1,870

Contoh Perhitungan Konsentrasi Gula reduksi Sampel

Persamaan Regresi : $Y = 0,047x - 0,059$

Nilai Absorban pada konsentrasi HCl 0,3 M selama 60 menit optimum = 0,585 (Y)

Maka konsentrasi Gula reduksi adalah :

$$0,478 = 0,047x - 0,059$$

$$X = 11,42 \text{ mg/L}$$

Pada perhitungan dilakukan pengenceran 500 kali, maka konsentrasi gula reduksi sampel sebenarnya adalah : $11,42 \text{ mg/L} \times 500 = 5.710 \text{ mg/L} = 5,710 \text{ g/L}$

Lampiran 8. Data Larutan Standar Etanol

Contoh Pembuatan Standar Etanol 4 % dari Etanol 96 %

Standar etanol 4 %

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

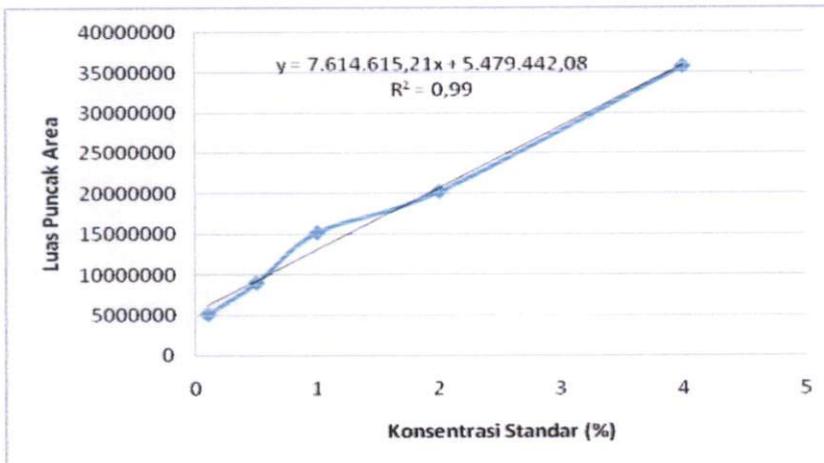
$$96 \cdot V1 = 4 \cdot 1000 \mu\text{L}$$

$$V1 = 41,66 \mu\text{L}$$

Tabel 6. Standar Etanol

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

Kurva Standar Etanol



Lampiran 9. Contoh Perhitungan Mencari Konsentrasi Etanol

Persamaan regresi : $y = 7614615,21x + 5479442,08$

1. Optimasi jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Luas area pada jumlah 20 mL mikroba optimum = 19882912 (Y)

Maka konsentrasi etanol adalah :

$$Y = 7614615,21x + 5479442,08$$

$$19882912 = 7614615,21x + 5479442,08$$

$$X = \frac{14684433 - 5479442,08}{7614615,21}$$

$$7614615,21$$

$$X = 1,89 \%$$

Konsentrasi etanol dalam 25 ml hidrolisat = 1,89 %

Hasil hidrolisat didapatkan sebanyak 50 ml

Jadi konsentrasi etanol yang diperoleh adalah $2 \times 1,89 \% = 3,78 \%$

Lampiran 10. Tabel Hasil Optimasi Lama Fermentasi dan Jumlah Volume *Saccharomyces cerevisiae*

Tabel 7. Hasil Optimasi Lama Fermentasi

Waktu (Jam)	Konsentrasi Etanol (%)
24	0,46
48	1,1
72	1,64
96	2,14
120	2,4
144	2,26

Tabel 8. Hasil Optimasi Jumlah Volume *Saccharomyces cerevisiae*

Jumlah Volume <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (mL)	Konsentrasi Etanol (%)
15	2,24
20	3,78
25	2,42
30	2,32
35	2,3

Lampiran 11. Gambar Alat GC/MS yang digunakan dalam Penelitian

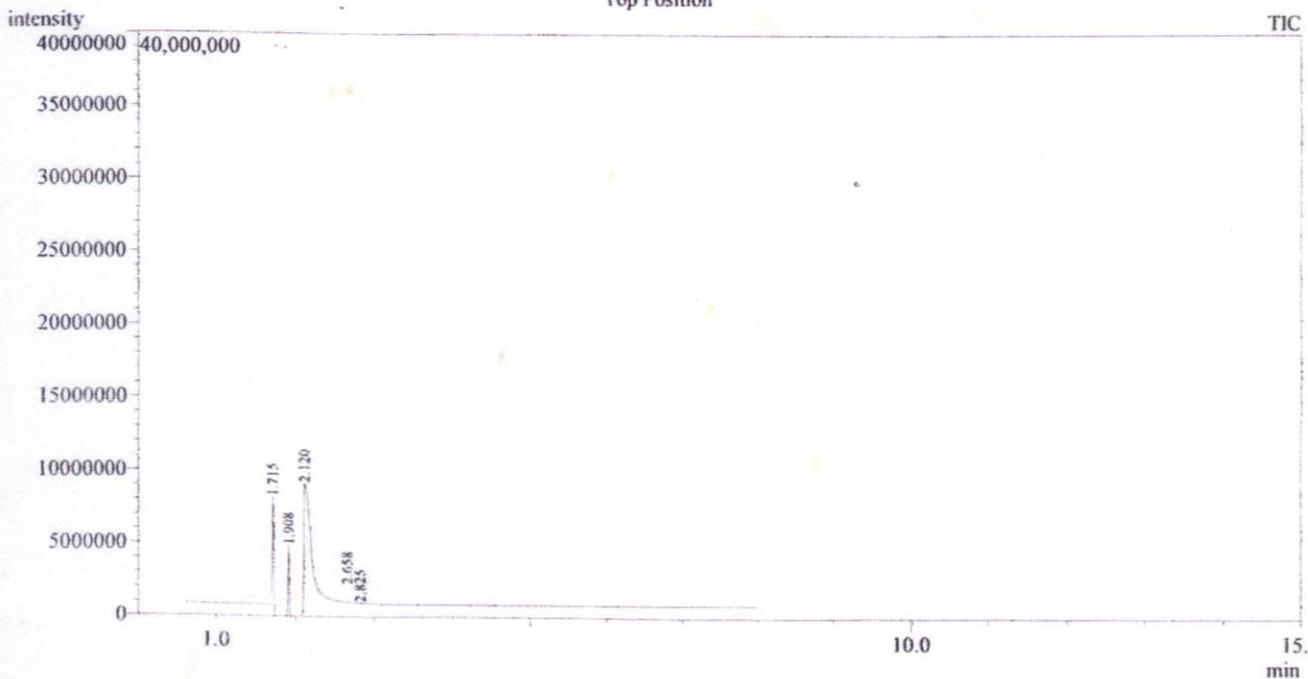


Gambar 11. GC-MS (QP 2010 S SHIMADZHU)

Sample Information

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
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,1%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS_ETHANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS_ETHANOL.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

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				

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
 S Amount : [1]=1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,5%.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,5%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1\Ethanol.qgt
 Comment]
 Standar 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

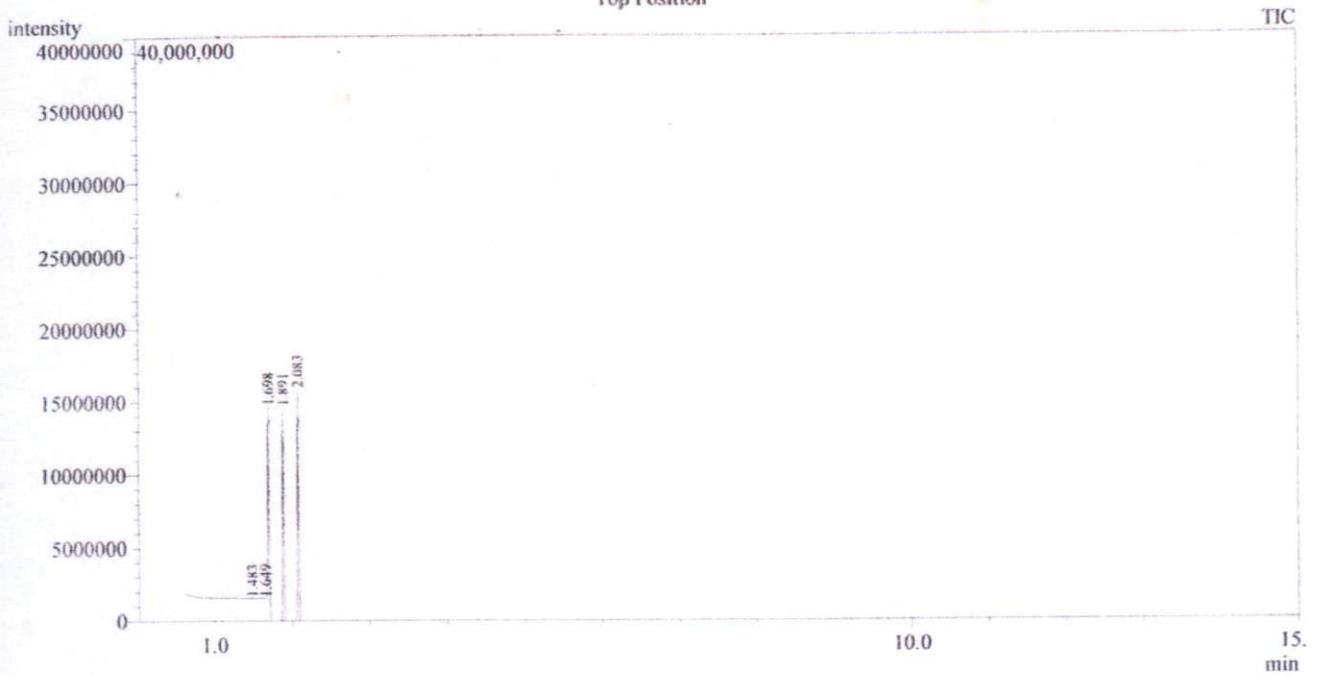


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC	Base m/z
1	1.707	5686300	9.30	5259752	1.08	18.15
2	1.905	9001045	14.73	6952862	1.29	18.15
3	2.116	43438138	71.07	6935607	6.26	18.15
4	2.533	2140887	3.50	408523	5.24	28.10
5	2.683	856645	1.40	128097	6.68	18.15
		61123015	100.00	19684841		

Sample Information

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
 S 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\E_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Ethanol.qgt
 Comment :
 Standar Etanol 1%
 Modified by : Admin
 Modified : 10/22/2011 9:10:50 AM

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

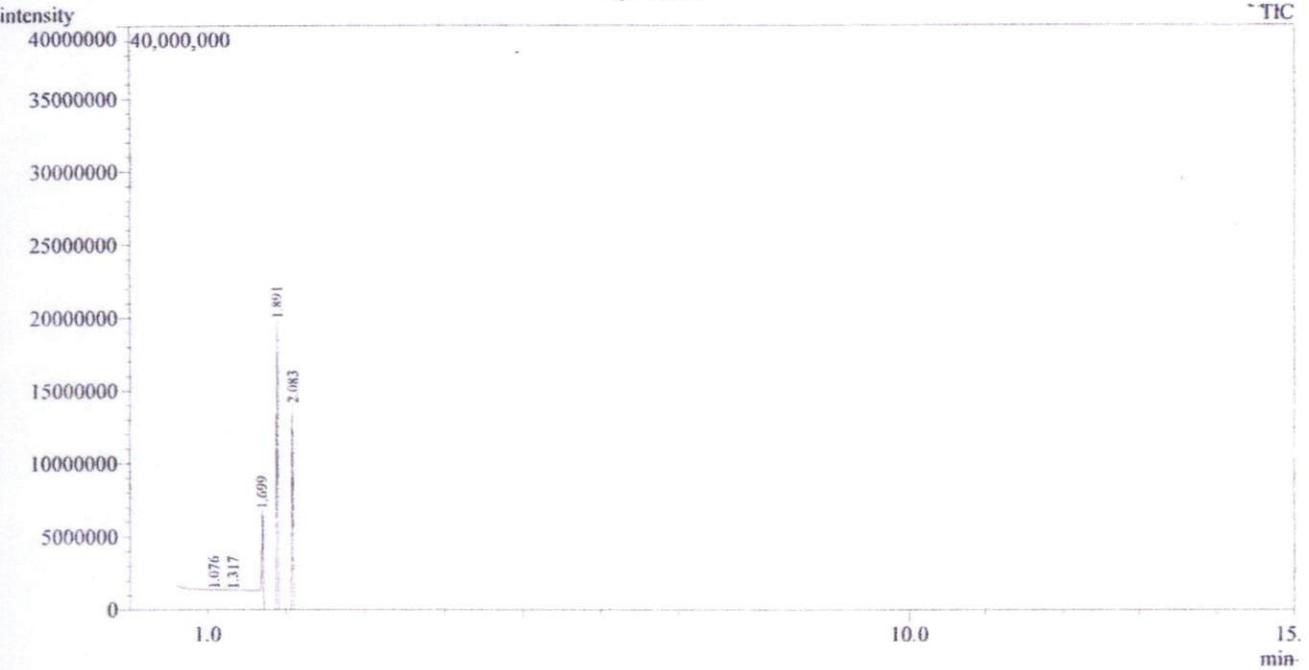


Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	A/H	Mark	Name	Base m/z
1	1.483	54257	0.11	18331	2.95	V		18.15
2	1.649	911639	1.87	420856	2.16			18.15
3	1.698	16726207	34.40	14363313	1.16	V		18.15
4	1.891	15188327	31.23	14627772	1.03			19.05
5	2.083	15748011	32.38	15869202	0.99			18.05
		48628441	100.00	45299474				

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
 S 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
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_02%.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\1\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	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
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				

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
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std04%_ul.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETHANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETHANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\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

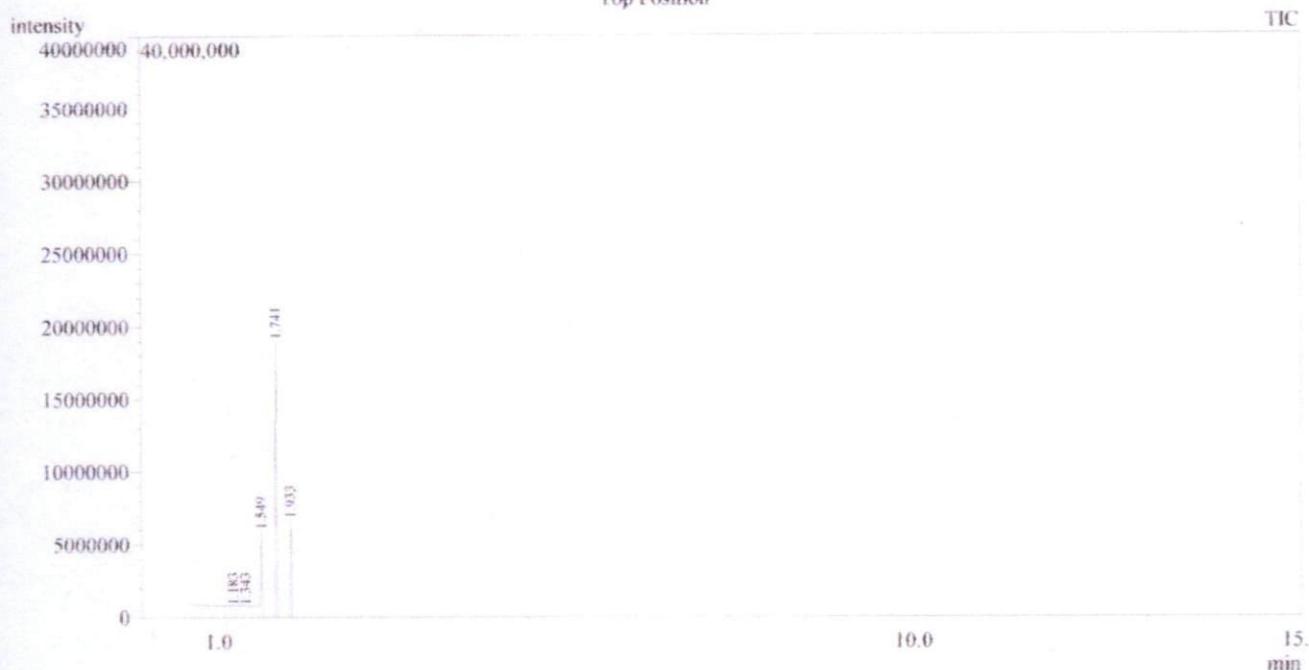


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
1	1.715	12079043	18.87	10694902	1.12			18.15
2	1.908	35719749	55.81	33353829	1.07			18.10
3	2.100	16206049	25.32	15990451	1.01			18.10
		64004841	100.00	60039182				

Sample information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/20/2011 10:51:02 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\Sp17HR1.QGD
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp17HR1.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida Pdg\Panjang\Sp1_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 Comment]
 Sample 7HR : Admin
 Modified by : Admin
 Modified : 10/20/2011 11:00:05 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp17HR1.QGD
 Top Position

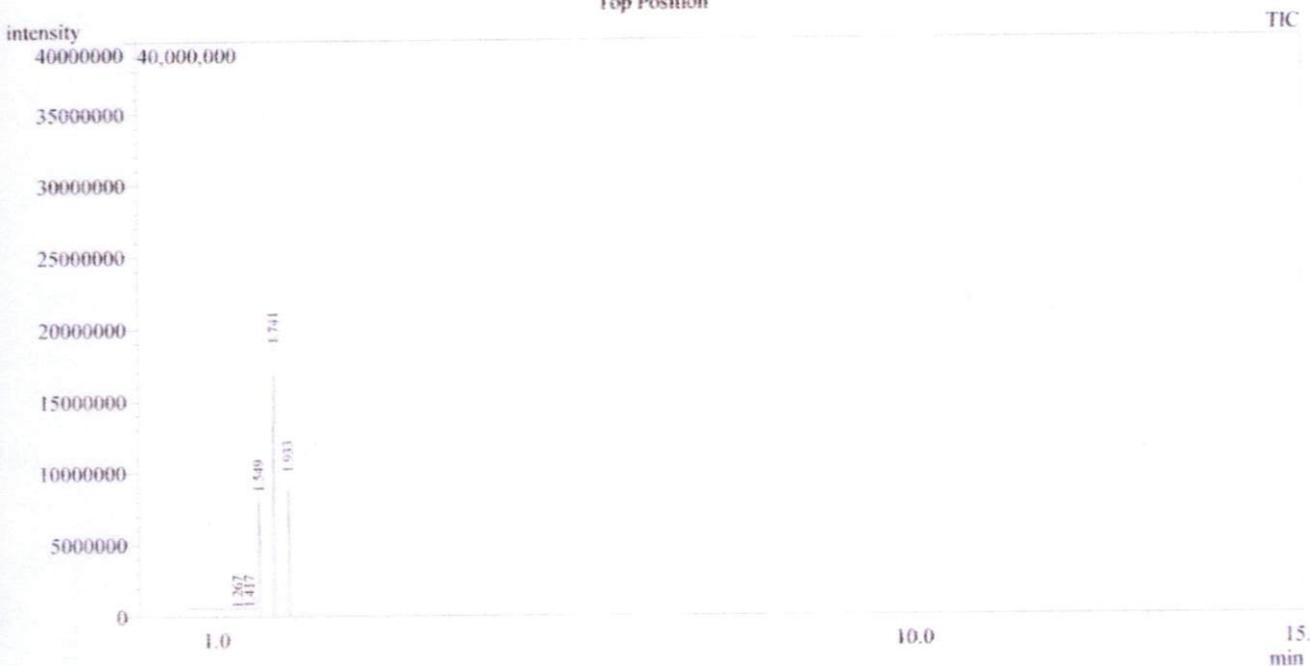


Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	A.H	Mark	Name	Base m/z
1	1.183	35516	0.11	9838	3.61			18.15
2	1.343	12984	0.04	10684	1.21			18.15
3	1.549	5856764	17.90	5698693	1.02			18.15
4	1.741	19528285	59.70	19054836	1.02			18.05
5	1.933	7277991	22.25	6743909	1.07			18.25
		32711540	100.00	31517960				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/13/2011 1:36:18 PM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Rika
 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\Sp11HR.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp11HR.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Sp1_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System1\Ethanol.qgt
 Comment :
 Sample 1 HR :
 Modified by : Admin
 Modified : 10/13/2011 1:45:22 PM

Chromatogram Penelitian Rika C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp11HR.QGD
 Top Position

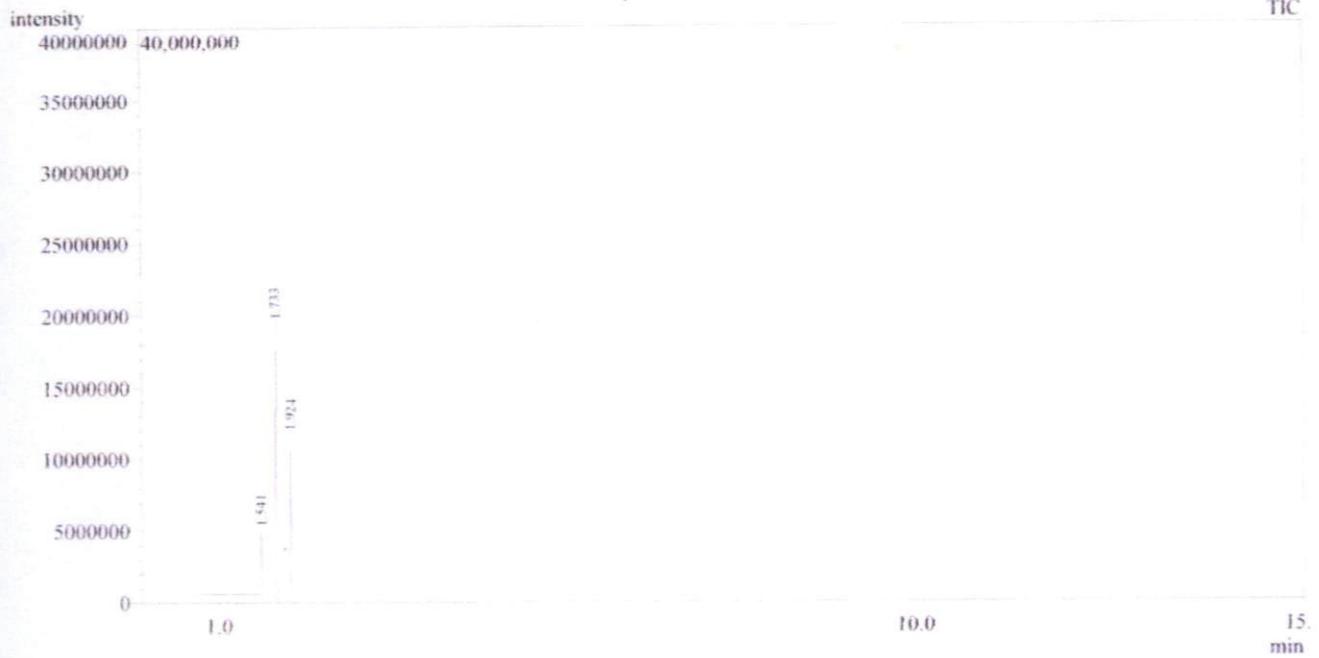


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
1	1.267	1238213	2.89	39549	31.30		18.15	
2	1.417	2929789	6.84	311590	9.40	V	17.15	
3	1.549	9335359	21.80	8564066	1.09	V	18.15	
4	1.741	19634895	45.85	18907417	1.03		18.10	
5	1.933	9688723	22.62	9926606	0.97		18.20	
		42826979	100.00	37749228				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/13/2011 1:08:46 PM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Rika
 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\Sp3HR.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp3HR.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_ETHANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_ETHANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdG\Panjang\Sp1_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System1\Tune1\Ethanol.qgr
 Comment :
 sampel 3HR
 Modified by : Admin
 Modified : 10/13/2011 1:17:48 PM

Chromatogram Penelitian Rika C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp3HR.QGD
 Top Position

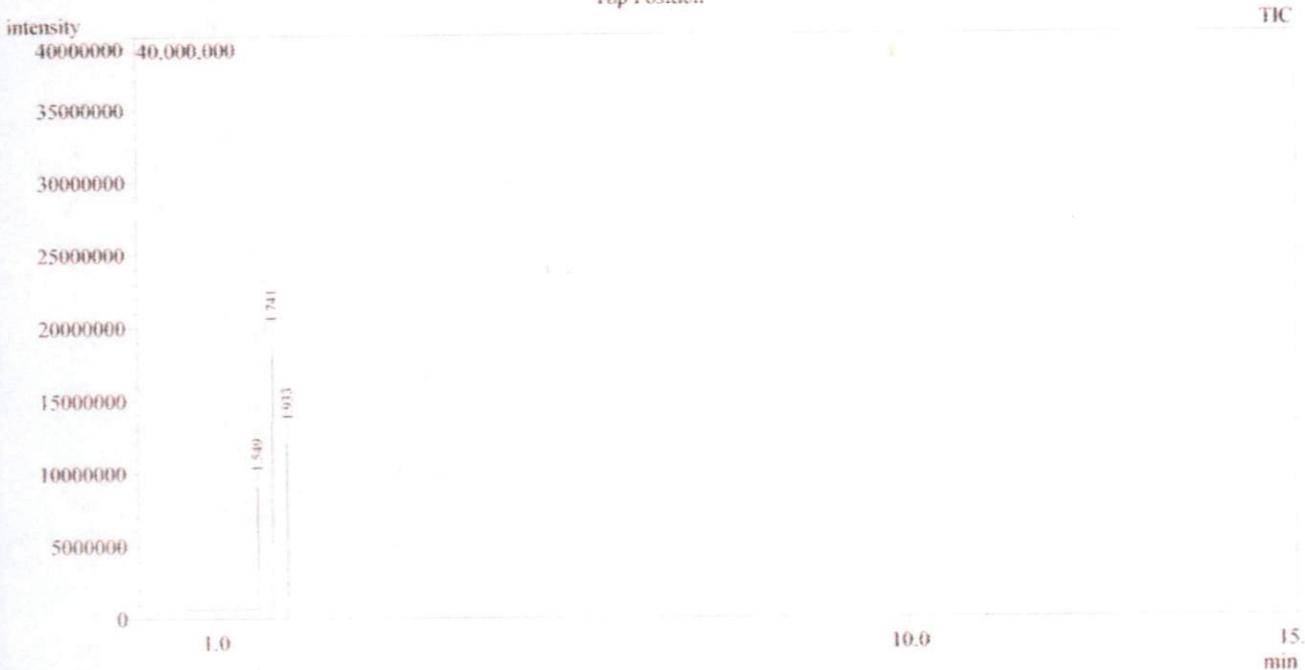


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	A/H	Mark	Name	Base m/z
1	1.541	5169433	13.74	5041015	1.02			18.15
2	1.733	20684038	55.00	19666286	1.05			18.10
3	1.924	11756189	31.26	11893061	0.98			18.20
		37609660	100.00	36600362				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/13/2011 12:22:13 PM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Rika
 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\Spl4HR.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl4HR.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_ETHANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_ETHANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report Pesticida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System1\Tune1\Ethanol.qgt
 Comment]
 Sampel 4HR
 Modified by : Admin
 Modified : 10/13/2011 12:31:16 PM

Chromatogram Penelitian Rika C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl4HR.QGD
 Top Position

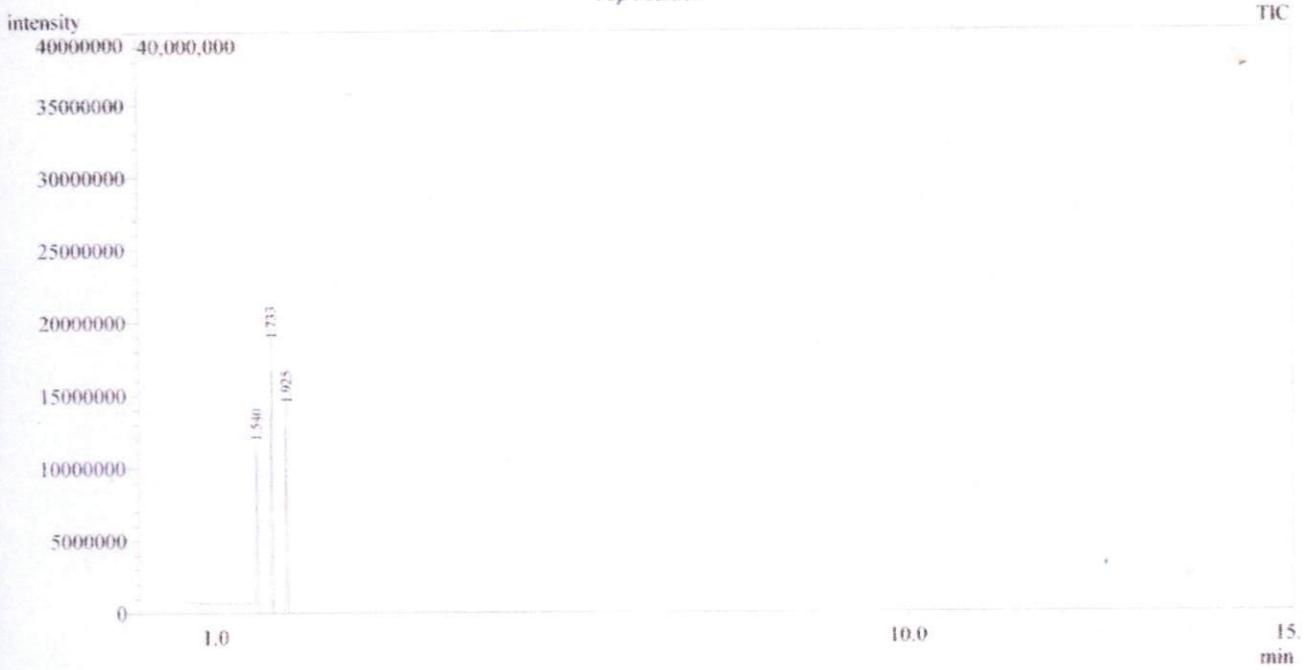


Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC	Base m/z
1	1.549	10008262	22.33	9826229	1.01	18.15
2	1.741	21187453	47.26	20290140	1.04	18.05
3	1.933	13633986	30.41	13561621	1.00	18.15
		44829701	100.00	43677990		

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/17/2011 11:25:14 AM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Rika
 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\Spl 5_H_R.qgd
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 5_H_R.qgd
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Ethanol.qgt
 Comment]
 Sample 1 HR : Admin
 Modified by : Admin
 Modified : 10/17/2011 11:34:16 AM

Chromatogram Penelitian Rika C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 5_H_R.qgd
 Top Position

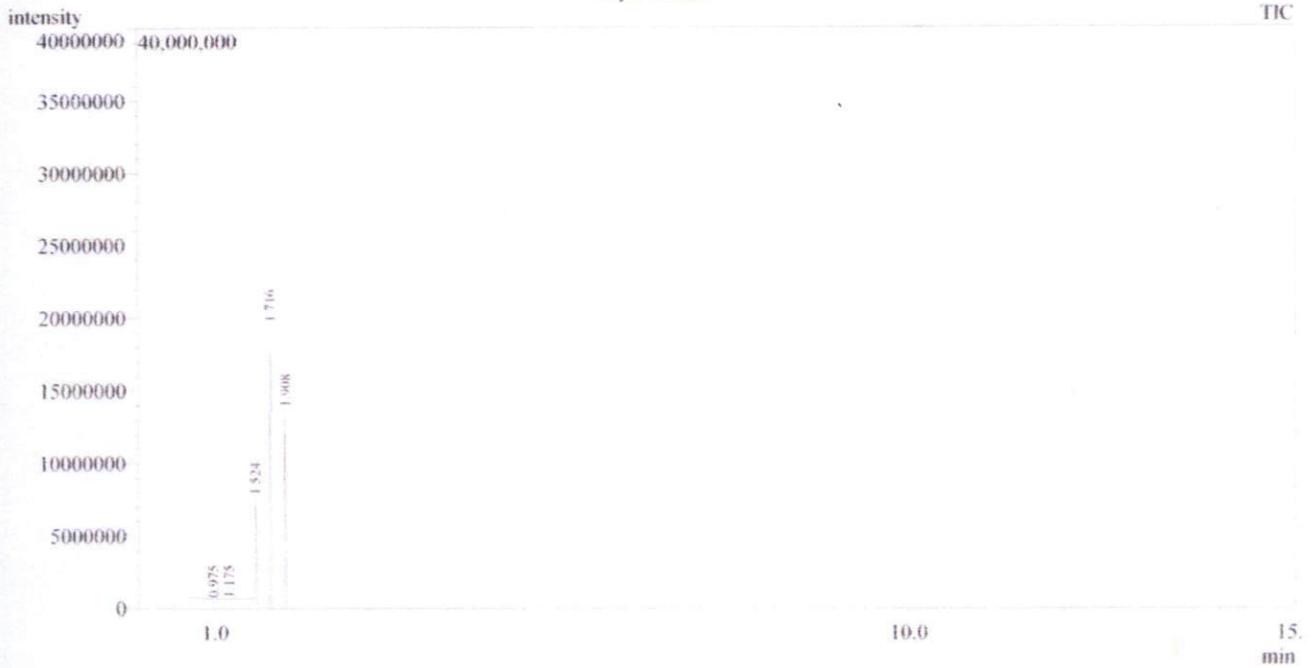


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Alt	Mark	Name	base m/z
1	1.540	13187923	28.05	11542386	1.14			18.15
2	1.733	19139319	40.71	18800474	1.01			18.05
3	1.925	14684433	31.24	14397463	1.01			18.05
		47011675	100.00	44740323				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/19/2011 11:19:58 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\Sp17HR.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp17HR.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA_ANALYSIS_E_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA_ANALYSIS_E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida Pdg Panjang\Sp1_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Ethanol.qgt
 Comment :
 Sample 7HR : Admin
 Modified by : Admin
 Modified : 10/19/2011 11:29:01 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp17HR.QGD
 Top Position

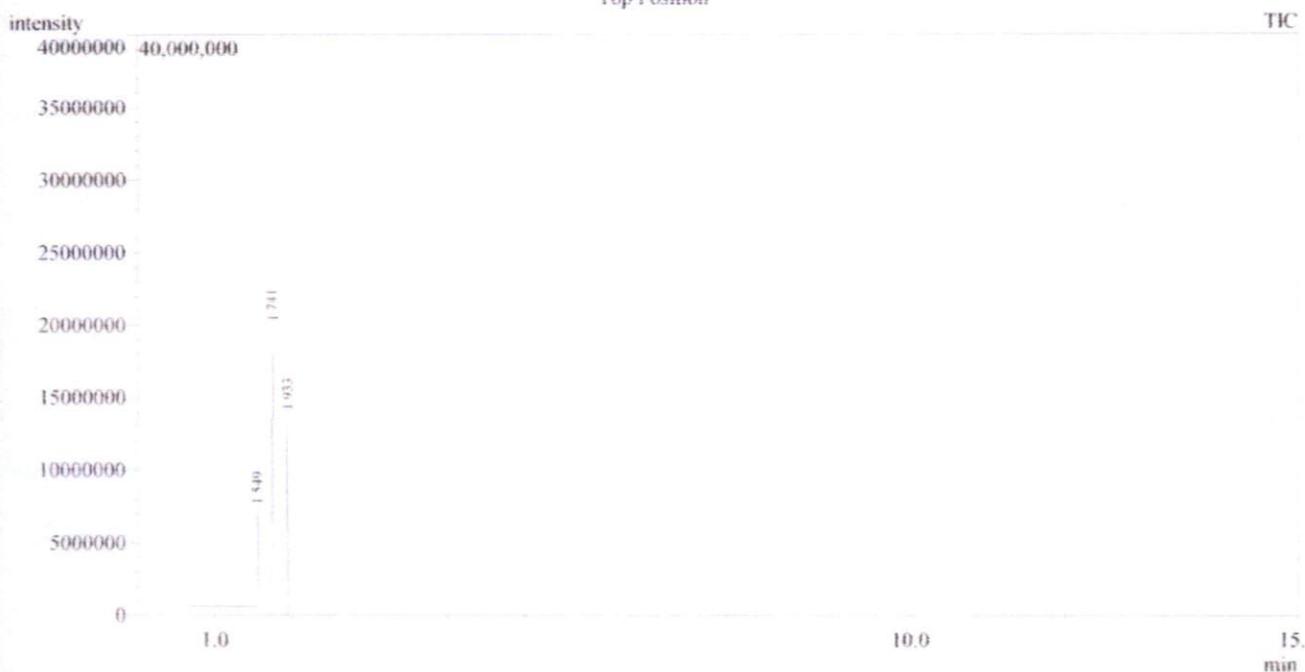


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	A/H	Mark	Name	Base m/z
1	0.975	48389	0.11	10614	4.55			18.15
2	1.175	11196	0.03	7629	1.46			18.15
3	1.524	7834290	18.26	7517470	1.04			18.20
4	1.716	20874070	48.66	19646573	1.06			18.05
5	1.908	14128866	32.94	13840389	1.02			18.05
		42896811	100.00	41022675				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/20/2011 1:28:22 PM
 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\Spl_15R.QGD
 Orig Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl_15R.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Orig Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdGPaajang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Ethanol.qgt
 Comment]
 Spl 15R
 Modified by : Admin
 Modified : 10/20/2011 1:37:24 PM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl_15R.QGD
 Top Position

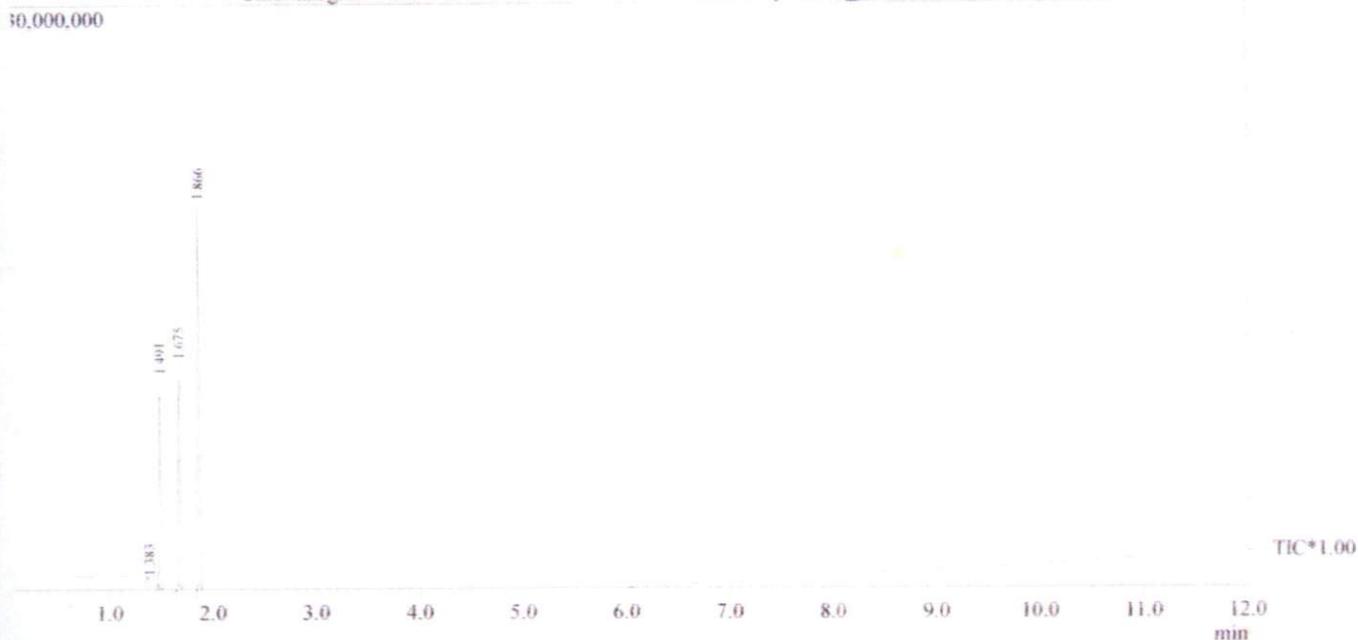


Peak#	R Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
1	1.549	7675590	18.02	7361502	1.04			18.20
2	1.741	20893821	49.06	20160505	1.03			18.10
3	1.933	14019556	32.92	14005970	1.00			18.15
		42588967	100.00	41527977				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 11/10/2011 12:59:40 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\Rika_Fermentasi\Spl 20 R_D.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 20 R_D.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\S-N-E_THANOL_Yosi.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\S-N-E_THANOL_Yosi.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Yosi_Ethanol\Spl 2 E.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 [Comment]
 Sampel kode 20 R D
 Modified by : Admin
 Modified : 11/10/2011 1:05:43 PM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 20 R_D.QGD



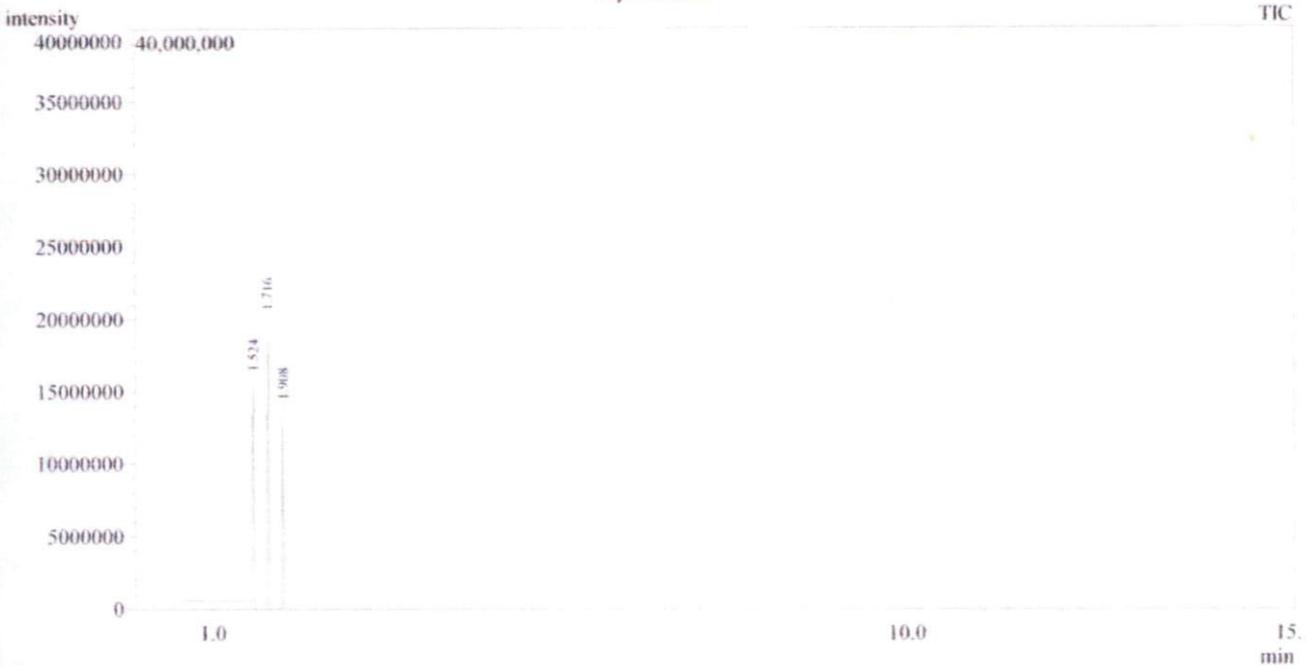
Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H Name
1	1.383	1584337	3.58	120800	0.28	13.11
2	1.491	11110203	25.09	10890261	25.50	1.02
3	1.675	11705762	26.43	11758709	27.54	0.99
4	1.866	19882912	44.90	19933485	46.68	0.99
		44283214	100.00	42703255	100.00	

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/20/2011 2:01:47 PM
 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_Spl_20R.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi_Spl_20R.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS E_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS E_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdglPanjang_Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Ethanol.qgt
 Comment]
 Spl 20R
 Modified by : Admin
 Modified : 10/20/2011 2:10:50 PM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi_Spl_20R.QGD
 Top Position

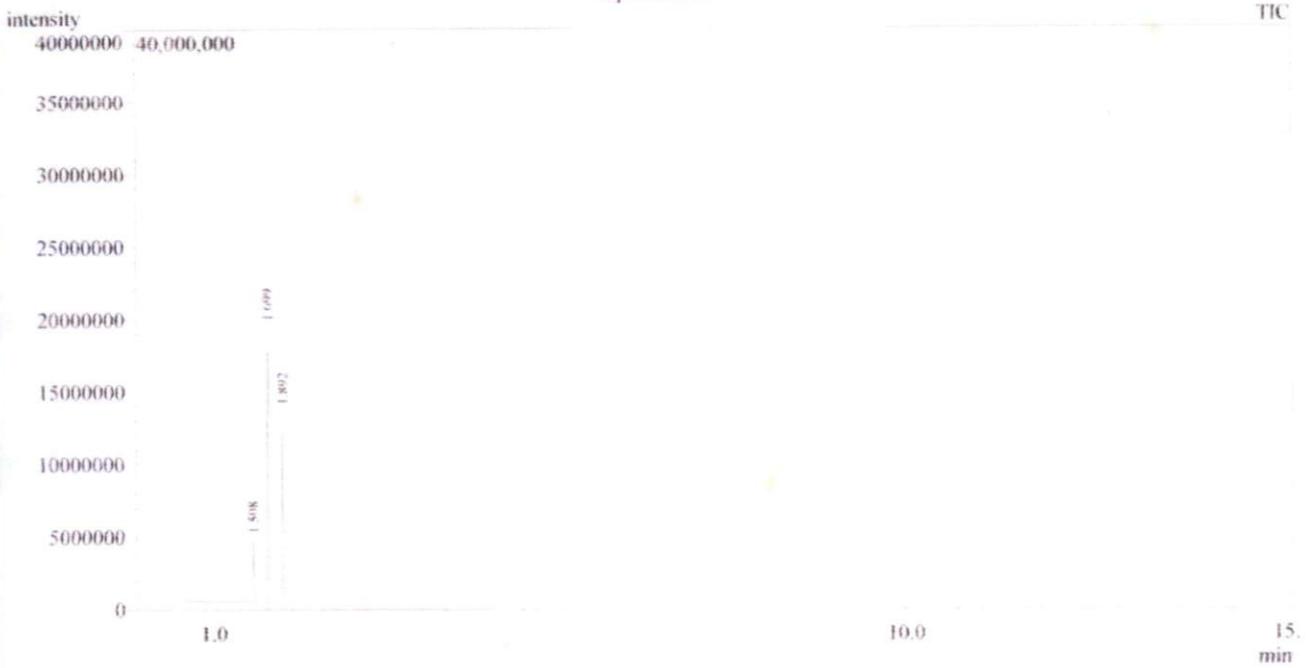


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
1	1.524	18121199	33.23	16106671	1.12			18.15
2	1.716	21719802	39.82	20548729	1.05			18.10
3	1.908	14698793	26.95	14344905	1.02			18.10
		54539794	100.00	51000305				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/20/2011 2:15:10 PM
 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\Spl_30R.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl_30R.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA_ANALYSIS_ETHANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA_ANALYSIS_ETHANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida Pdgl'panjang' Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 Comment :
 Spl 30R
 Modified by : Admin
 Modified : 10/20/2011 2:24:12 PM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl_30R.QGD
 Top Position



Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC		Base w/z
					A/B	Mask Name	
1	1.508	5176764	13.15	4961162	1.04		18.20
2	1.699	19886095	50.53	19838982	1.00		18.05
3	1.892	14294028	36.32	14025838	1.01		18.10
		39356887	100.00	38825982			