



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 AMPAS TEBU DENGAN PROSES
HIDROLISIS ASAM DAN MENGGUNAKAN *Saccharomyces
cerevisiae***

SKRIPSI



**LUXVI ARNITA
07932012**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI AMPAS TEBU DENGAN PROSES
HIDROLISIS ASAM DAN MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae***

Oleh :

LUXVI ARNITA

07932012

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

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

Lembar Pengesahan

PEMBUATAN BIOETANOL DARI AMPAS TEBU DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM DAN MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae*, skripsi oleh LUXVI ARNITA (No. BP 07932012) 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 : 7 November 2011.

Pembimbing I

Pembimbing II

Elida Mardiah, MS

NIP. 195607121983032002

Marniati Salim, MS

NIP. 195604061983032001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Kimia,

Dr. Adlis Santoni

NIP. 196212031988111002

Halaman Persembahan

...semua perjalanan bisa dihentikan, kecuali sang waktu...(Kahlil Gibran)

Ya Allah,

Tidak akan habis bibirku berucap, hati ku bergetar melantunkan sajak syukur kepadaMu atas segala yang kuraih sehingga aku dapat mempersembahkan sebuah karya tulis ku ini, Alhamdulillah....

Terima kasihku kepada semua pihak yang telah membantu perjalanan menyelesaikan karya tulis ku ini...tanpa bantuan, aku bukanlah apa-apa..karena pada dasarnya, manusia itu makhluk sosial...

Special Thanks to

Papa dan Mama yang telah mebesarkan dengan kasih sayang dan cinta mereka...(terimakasih atas do'a, dukungan materi dan moril yang telah mama papa berikan, maaf telah merepotkan mama dan papa y, semoga lupi bisa membalas apa yang telah mama papa berikan dan dapat berbakti kepada orang tua dan membahagiakan mama dan papa... do'akan lupi menjadi anak yang sukses didunia dan akhirat y ma, pa.. agar lupi dapat membalas jasa-jasa mama dan papa yang tidak ternilai harganya.. sesungguhnya lupi tidak akan menjadi apa-apa tanpa do'a dan dukungan dari mama dan papa...:-)

Keluarga besar q...kakak dan adik-adik..semoga kita menjadi orang yang dapat membahagiakan orang tua...gusty...akhirnya aku menyusul juga jadi sarjana,,, siska dan isan..cepat susul kakakmu ini y...semoga qta sukses di dunia dan akhirat...amiiin... ;-)

(My lovely boy) ...terimakasih atas waktu dan dukungan yang telah diberikan, tanpa dukungan dan dorongan ddy, lupi mungkin belum bisa menyelesaikan ini...semangat dan kata-kata ddy masih terngiang di telinga lupi...semoga lupi bisa cepat menyusul ketempat ddy (^-^)...maaf telah merepotkan ddy selama ini y...trimaksih my lovely boy...yang telah menemani hari-hari yang berat selama ini sampai akhirnya lupi mendapat gelar sarjana... ;-)

Teman sejawat : dini, ica, iie, sabet, eka S.Si, (mkasih banyak y tmn2, atas dorongan kalian menjelang ujian sarjana, sehingga aq mendapat keberanian untuk menyelesaikan ini secepatnya..smoga qt mnjdi orang yg sukses, keep in touch y..), gita..trimaksih atas bantuanny y gt..u're really powerfull girl.. smoga kebaikan teman2 smua dapat dibalas Allah SWT...amiin...

Rekan kerja : oci, rika, fifi, eby (genk Bioetanol..semngat y teman2..jgn menyerah, klian pasti bisa..), penghuni labor Bioteknologi : epi,hasna,rina,rani, ibas,feni dan yg lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu...selalu tersenyum walau dalam keadaan apapun...smoga sukses.. ;-)

*Teman2 SoCH4 Keluarga besar Bp 12 dan keluarga besar UKM Pandekar (khususnya Unit Karate) yg tidak dapat disebutkan satu persatu, trimaksih atas semngat persahabatn yang telah diberikan...
Terakhir...thanks All..*

"Jangan pernah menyerah sebelum bertarung"

With Special Proud : LuXvi_012

ABSTRAK

Pembuatan Bioetanol dari Ampas Tebu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Oleh :

Luxvi Arnita (07932012)

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 ampas tebu dengan proses hidrolisis asam dan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bioetanol dari ampas tebu dengan cara menentukan kondisi optimum hidrolisis menggunakan asam klorida dan kondisi optimum fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* serta menentukan kurva pertumbuhan mikroba. 5 g ampas tebu 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. Glukosa yang dihasilkan dianalisa menggunakan metode Somogy-Nelson. Hidrolisis HCl 0,3 M selama 60 menit memberikan konsentrasi glukosa optimum sebesar 6,775 g/L. Hidrolisat yang dihasilkan dari proses hidrolisis dilanjutkan pada proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang isolasi dari fermipan. Hasil analisa dengan GC/MS, produksi etanol maksimal terjadi pada lama fermentasi 96 jam dan jumlah *Saccharomyces cerevisiae* 20 mL, konsentrasi etanol yang diperoleh 2,23%.

Kata Kunci : bioetanol, ampas tebu, hidrolisis, fermentasi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul **“PEMBUATAN BIOETANOL DARI AMPAS TEBU DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM DAN MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae*”** ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas dan Laboratorium Kesehatan Padang.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

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

11. WirboyLux 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, November 2011

Penulis

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.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ampas tebu.....	3
2.2. Lignoselulosa	
2.2.1 Selulosa	3
2.2.2 Hemiselulosa	4
2.2.3 Lignin	4
2.3. Bioetanol	5
2.4. Fermentasi	
2.4.1 Pengertian Fermentasi	6
2.4.2 Fermentasi Alkohol	7
2.5. <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	8
2.6. Metode Somogy-Nelson	8
2.7. Spektrofotometer	9
2.8. GC/MS.....	9

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan	
3.2.1 Alat.....	10
3.2.2 Bahan	10
3.3 Pembuatan Reagen dan Medium	
3.3.1 Reagen Nelson.....	10
3.3.2 Reagen Fosfomolibdat.....	11
3.3.3 Larutan Standar Glukosa	11
3.3.4 Larutan Standar Etanol.....	11
3.3.5 Pengenceran HCl 2 M	
3.3.6 Medium <i>Potato Dextro Agar</i>	11
3.3.7 Medium Inokulum.....	12
3.3.8 Pembuatan Medium Fermentasi	12
3.4 Prosedur Penelitian	
3.4.1 Persiapan Sampel	12
3.4.2 Proses Hidrolisis	
3.4.2.1 Optimasi Konsentrasi HCl	13
3.4.2.2 Optimasi Lama Hidrolisis	13
3.4.3 Penentuan Konsentrasi Glukosa	
3.4.3.1 Pembuatan Kurva Standar Glukosa.....	13
3.4.3.2 Penentuan Konsentrasi Glukosa dari Hasil Hidrolisis	14
3.4.4 Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dari Fermipan.....	14
3.4.5 Penentuan Kurva Pertumbuhan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
3.4.6 Perbanyak <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
3.4.7 Fermentasi Bioetanol	
3.4.7.1 Penentuan Pengaruh Lama Fermentasi	15
3.4.7.2 Penentuan Pengaruh Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
3.4.7.3 Penentuan Konsentrasi Etanol dengan GC/MS.....	16

BAB IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Isolasi dan Pemurnian *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan 17

4.2 Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* 18

4.3 Hasil Optimasi Hidrolisis Asam 19

4.4 Hasil Optimasi Lama Hidrolisis 20

4.5 Pengaruh Lama Fermentasi 21

4.5 Pengaruh Jumlah *Saccharomyces cerevisiae* 23

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 25

5.2 Saran 25

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi lignoselulosa pada ampas tebu	3
Tabel 2. Standar Glukosa.....	33
Tabel 3. Hasil Optimasi Hidrolisis HCl.....	34
Tabel 4. Hasil Optimasi Lama Hidrolisis	34
Tabel 5. Standar Etanol	35
Tabel 6. Pengaruh Lama Fermentasi	37
Tabel 7. Pengaruh Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	37
Tabel 8. Konsentrasi Glukosa Sisa pada Waktu Fermentasi	38
Tabel 9. Konsentrasi Glukosa Sisa pada Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Selulosa.....	3
Gambar 2. Struktur Hemiselulosa.....	4
Gambar 3. Struktur Lignin.....	4
Gambar 4. Skema Perubahan Glukosa Menjadi Alkohol.....	7
Gambar 5. Sampel Ampas Tebu.....	13
Gambar 6. Pengenceran Bertingkat.....	14
Gambar 7. (a) Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dari fermipan (b) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATC 19433.....	17
Gambar 8. (a) Pemurnian 1 kali (b) Pemurnian 2 kali.....	18
Gambar 9. Kurva Pertumbuhan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	18
Gambar 10. Kurva hubungan Konsentrasi Glukosa dengan Konsentrasi HCl.....	19
Gambar 11. Kurva hubungan Konsentrasi Glukosa dengan Lama Hidrolisis.....	20
Gambar 12. Kurva Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Etanol.....	21
Gambar 13. Kurva Hubungan Waktu Fermentasi terhadap Pengurangan..... Konsentrasi Glukosa	22
Gambar 14. Kurva Hubungan Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan Konsentrasi Etanol	23
Gambar 15. Kurva Pengaruh Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> terhadap Pengurangan Konsentrasi Glukosa	24
Gambar 16. Alat GC-MS (QP 2010 S SHIMADZHU).....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Isolasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	28
Lampiran 2. Skema Kerja Penentuan Konsentrasi Standar Glukosa	29
Lampiran 3. Skema Kerja Optimasi Hidrolisis Asam dan Lama Hidrolisis	30
Lampiran 4. Skema Kerja Optimasi Lama Fermentasi dan Jumlah	31
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Optimasi Lama Fermentasi	
Lampiran5. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan.....	32
Standar Glukosa	
Lampiran 6. Data Larutan Standar Glukosa 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
Lampiran10. Tabel Hasil Pengaruh Lama Fermentasi dan Jumlah.....	37
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
Lampiran 11. Data konsentrasi Glukosa Sisa pada Waktu Fermentasi.....	38
dan Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
Lampiran 12. Gambar Alat GC/MS yang digunakan dalam Penelitian	39
Lampiran 13. Kromatogram Etanol Ampas Tebu dari Analisis GC/MS	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini masalah keterbatasan Bahan Bakar Minyak (BBM) di dunia terjadi karena bahan baku yang berasal dari fosil sudah mulai habis. Bahan bakar yang berasal dari minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*) dan suatu saat akan habis. Oleh karena itu, perlu dikembangkan sumber energi alternatif untuk mengurangi penggunaan energi fosil dan menggantinya dengan bahan bakar yang berbasis nabati. Bahan bakar berbasis nabati salah satu contohnya adalah bioetanol. Bioetanol adalah etanol hasil proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Etanol memiliki kandungan oksigen yang tinggi sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan lebih tinggi, dan ramah lingkungan. Disamping itu substrat untuk produksi bioetanol cukup melimpah di Indonesia yang mudah diproduksi dari bahan bergula, berpati dan berserat. Produk ini diharapkan nantinya bisa menggantikan bahan bakar minyak kendaraan bermotor dan mesin industri.¹

Meningkatnya permintaan akan etanol sebagai sumber energi mengancam keseimbangan ketersediaan bahan baku untuk pangan, pakan, dan untuk sumber energi. Sehingga perlu dipikirkan bahan baku yang tepat untuk produksi etanol tanpa mengancam ketersediaan pangan. Sumber bahan baku potensial yang ketersediaannya melimpah, berharga murah, belum banyak dimanfaatkan dan mengandung gula sederhana yang dapat diubah menjadi etanol adalah bahan lignosellulosa.²

Salah satu bahan lignosellulosa yang berpotensi untuk pembuatan etanol yaitu ampas tebu. Kandungan lignosellulosa pada ampas tebu sebesar 52,7% selulosa, 20% hemisellulosa dan 24,2% lignin. Selain berharga murah dan belum banyak dimanfaatkan, ampas tebu mengandung serat/lignosellulosa yang dapat dipecah menjadi etanol melalui proses fermentasi. Pembuatan bahan-bahan lignosellulosa hingga menjadi etanol melalui tiga proses utama yaitu *pretreatment*/hidrolisis, fermentasi, dan terakhir adalah pemisahan serta pemurnian produk etanol.³

Proses hidrolisis dilakukan untuk mengubah selulosa dari ampas tebu menjadi glukosa. Hidrolisa dengan asam akan memutuskan ikatan polisakarida dan sekaligus memasukkan elemen H₂O. Asam yang biasa digunakan adalah asam sulfat (H₂SO₄) atau asam klorida (HCl). Fermentasi alkohol merupakan proses pembuatan alkohol dengan memanfaatkan aktivitas yeast (*Saccharomyces cerevisiae*).⁴

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini masalah yang akan diteliti adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan variasi konsentrasi asam klorida dan lama hidrolisis terhadap konsentrasi glukosa yang dihasilkan.
2. Bagaimana pengaruh lama fermentasi dan variasi jumlah *Saccharomyces cerevisiae* terhadap konsentrasi etanol yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan bioetanol dari ampas tebu dengan cara menentukan kondisi optimum hidrolisis menggunakan asam klorida dan kondisi optimum fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* serta menentukan kurva pertumbuhan mikroba.

1.4 Manfaat Penelitian

Memanfaatkan ampas tebu menjadi bioetanol yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk memperoleh pengganti BBM serta dapat mengurangi limbah di lingkungan masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ampas Tebu

Gula putih adalah salah satu hasil dari pengolahan batang tumbuhan tebu (*Sacharum officinarum*). Tebu termasuk keluarga Graminae atau rumput-rumputan dan berkembang biak di daerah beriklim udara sedang sampai panas. Ampas tebu merupakan hasil samping proses pembuatan gula tebu yang sejauh ini masih belum banyak dimanfaatkan menjadi produk yang mempunyai nilai tambah. Ampas tebu mengandung residu berupa serat atau lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif seperti bioetanol.² Kandungan lignoselulosa pada ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 1.

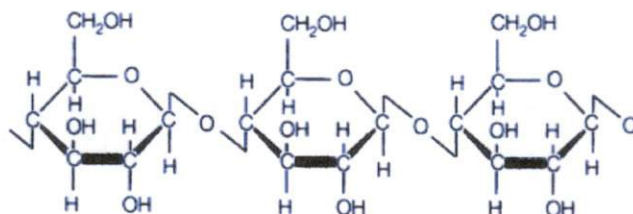
Tabel 1. Komposisi lignoselulosa pada ampas tebu :

Selulosa	52,7 %
Hemiselulosa	20 %
Lignin.	24,2 %

2.2 Lignoselulosa

2.2.1 Selulosa

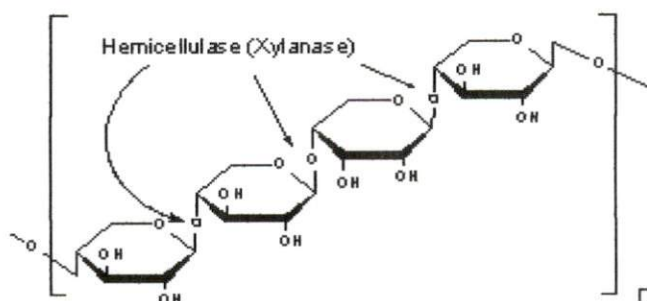
Selulosa adalah salah satu komponen utama dari lignoselulosa yang terdiri dari unit monomer D-glukosa yang terikat pada ikatan 1,4-glikosidik. Selulosa cenderung membentuk mikrofibril melalui ikatan inter dan intra molekuler. Mikrofibril selulosa terdiri dari 2 tipe, yaitu kristalin dan amorf. Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Struktur Selulosa

2.2.2 Hemiselulosa

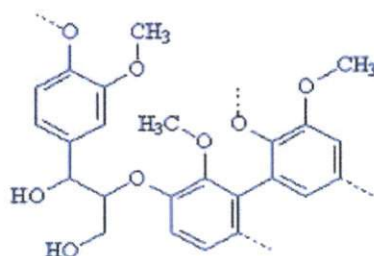
Hemiselulosa merupakan istilah umum bagi polisakarida yang larut dalam alkali. Hemiselulosa atau yang dikenal juga dengan poliosa, terdiri atas berbagai macam gula monomer, yaitu pentose (ksilosa, rhamnosa, dan arabinosa); heksosa (glukosa, manosa, dan galaktosa); dan asam uronik (D-glukoronik dan D-galaktoronik). Hemiselulosa mempunyai rantai polimer yang pendek dan tidak berbentuk, sehingga sebagian besar dapat larut dalam air. Oleh karena itu, hemiselulosa relative mudah dihidrolisis oleh asam menjadi monomer-monomernya. Rantai molekul hemiselulosa pun lebih pendek daripada selulosa. Struktur dari hemiselulosa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Struktur Hemiselulosa

2.2.3 Lignin

Lignin adalah bagian utama dari dinding sel tanaman yang merupakan polimer terbanyak setelah selulosa. Lignin yang merupakan polimer aromatik berasosiasi dengan polisakarida pada dinding sel sekunder tanaman dan terdapat sekitar 20-40%.¹⁴ Struktur dari lignin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 : Struktur Lignin

2.3 Bioetanol

Etanol atau etil alkohol merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, *biodegradable*, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Alkohol yang diproduksi secara biologi, yang umum adalah etanol. Etanol (C_2H_5OH) adalah cairan biokimia yang berasal dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme, karena pembuatannya melibatkan proses biologis, produk etanol yang dihasilkan diberi nama bioetanol.¹

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 ampas tebu, kayu, jerami, batang pisang, dan lain-lain.⁵

Pembuatan bahan-bahan lignoselulosa hingga menjadi etanol melalui empat proses utama: *pretreatment*/hidrolisis, fermentasi, dan terakhir adalah pemisahan serta pemurnian produk etanol.^{4,6}

Bahan-bahan lignoselulosa umumnya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa secara alami diikat oleh hemiselulosa dan dilindungi oleh lignin. Adanya senyawa pengikat lignin inilah yang menyebabkan bahan-bahan lignoselulosa sulit untuk dihidrolisis. Oleh sebab itu, proses *pretreatment*/hidrolisis merupakan tahapan proses yang sangat penting yang dapat mempengaruhi perolehan etanol.

Pretreatment yang sekaligus proses hidrolisis meliputi: perlakuan secara fisik, fisik-kimiawi, kimiawi dan enzimatik. Proses ini bertujuan memecah ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kital dari selulosa. Rusaknya struktur kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi senyawa gula sederhana: glukosa, galaktosa, manosa, heksosa, pentosa, xilosa dan arabinosa. Selanjutnya senyawa-senyawa gula sederhana tersebut yang akan difermentasi oleh mikroorganisme menghasilkan etanol.²

2.4 Fermentasi

2.4.1 Pengertian Fermentasi

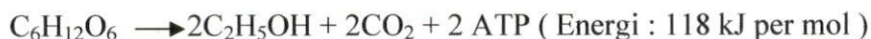
Proses fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi terutama adalah karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu.⁶

Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikroba tertentu dengan tujuan mengubah sifat bahan agar dihasilkan suatu yang bermanfaat. Perubahan tersebut karena dalam proses fermentasi jumlah mikroba diperbanyak dan digiatkan metabolismenya didalam bahan tersebut dalam batas tertentu. Beberapa langkah utama yang diperlukan dalam melakukan suatu proses fermentasi diantaranya adalah :

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

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

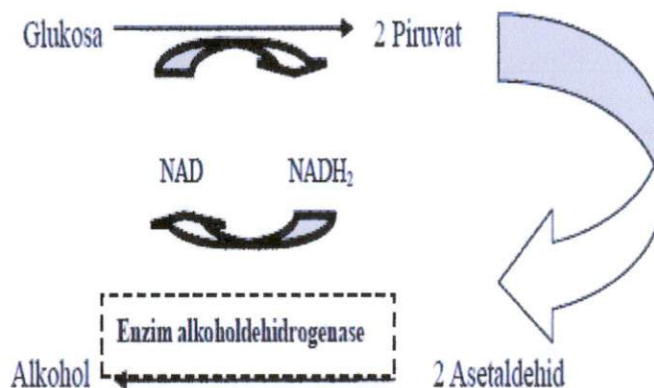
Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang merupakan gula paling sederhana, melalui fermentasi akan menghasilkan etanol (C_2H_5OH). Persamaan reaksi kimia yaitu :



Dijabarkan sebagai Gula (glukosa, fruktosa, atau sukrosa) \rightarrow Alkohol (etanol) + Karbon dioksida + Energi (ATP).¹⁰

2.4.2 Fermentasi Alkohol

Fermentasi alkohol atau alkoholisasi adalah proses perubahan gula menjadi alkohol dan CO_2 oleh mikroba, terutama oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Karbohidrat akan dipecah dahulu menjadi gula sederhana yaitu dengan hidrolisis pati menjadi unit-unit glukosa. Dalam tahap pertama fermentasi glukosa selalu terbentuk asam piruvat melalui jalur *Embden Meyerhof Parnas* (EMP) atau glikolisis. Piruvat tersebut diubah menjadi alkohol melalui dua tahap yaitu pertama, piruvat didekarboksilasi menjadi asetaldehid oleh *piruvat dekarboksilase* (1) dengan melibatkan tiamin pirofosfat dan tahap kedua asetaldehid oleh *alkohol dehidrogenase* (2) direduksi dengan $NADH_2$ 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 pH.¹

2.5 *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae memiliki sel berbentuk ellipsoid atau silindir. 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.¹

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.¹¹

2.6 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.

2.7 Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan suatu instrumen untuk mengukur transmitan atau absorbans suatu contoh sebagai fungsi panjang gelombang. Instrumen spektrofotometer dapat dikelompokkan pada spektrofotometer berkas tunggal dan berkas rangkap. Dalam praktek instrumen berkas tunggal biasanya dijalankan dengan tangan (manual), dan instrumen berkas rangkap umumnya mencirikan perekaman otomatis terhadap spektra serapan, namun dimungkinkan untuk merekam suatu spektrum dengan instrument berkas tunggal.⁷

2.8 GC/MS

Kromatografi merupakan suatu metode pemisahan komponen-komponen campuran dimana cuplikan berkesetimbangan di antara dua fasa, fasa gerak yang membawa cuplikan dan fasa diam yang menahan cuplikan secara selektif. Bila fasa gerak yang digunakan berupa gas maka disebut dengan kromatografi gas⁷.

Prinsip analisa dengan kromatografi gas adalah terdistribusinya analit pada fasa diam dan fasa gerak.¹⁵ Dalam kromatografi gas sampel diinjeksikan dan diuapkan sebelum dipisahkan dalam kolom kromatografi. Elusi atau pergerakan dipicu oleh aliran gas inert (He, N₂, H₂, Ar) yang berfungsi sebagai fasa gerak. Untuk menentukan komponen sampel yang sama sekali belum diketahui komposisinya, biasanya GC *dicoupling* dengan alat lain seperti MS (Spektroskopi Massa). Pada GC MS, komponen yang keluar dari kolom GC dibagi dua bagian menuju detektor dan sebagian lagi menuju MS. Keuntungan dengan menggunakan GC/MS antara lain detector yang terdapat pada kromatografi gas masih dapat digunakan untuk analisis kuantitatif. Selain itu pengkarakterisasian senyawa tidak lagi memerlukan larutan standar sehingga biaya yang dikeluarkan tidak terlalu besar.⁸



BAB III METODE 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 – Oktober 2011.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Neraca analitik, cawan petri, botol vial, alat-alat gelas, autoklaf, *hot plate stirrer*, spektrofotometer UV-Vis, jarum ose, kertas saring, kantung plastik steril, *shaker*, vakum, pH indikator, *stopwatch*, dan peralatan GC-MS (*QP 2010 S SHIMADZHU*).

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan antara lain ampas tebu, natrium karbonat, natrium tartarat, natrium bikarbonat, natrium sulfat, tembaga sulfat hidrat, asam sulfat pekat, asam molibdat, Natrium Hidroksida, akuabides, asam pospat 85%, Medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, *yeast extract*.

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 (NaHCO_3) dan 20 gram natrium sulfat dalam 100 ml aquades. Untuk membuat Nelson B yaitu dengan melarutkan 7,5 gram tembaga sulfat hidrat (CuSO_4) 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 ($\text{Na}_2\text{O}_4\text{W}$) ditambah 7 gram asam molibdat dalam 70 ml natrium hidroksida (NaOH) 5 %, kemudian dididihkan selama 5 menit, lalu dinginkan larutan dan tambahkan 25 ml asam pospat (H_3PO_4) 85 %, lalu dilarutkan dalam erlenmeyer dengan 100 ml aquadest.

3.3.3 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 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 mg/L dengan memipet larutan induk glukosa sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 mL dan diencerkan dalam labu ukur 50 mL.

3.3.4 Larutan Standar Etanol

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

3.3.5 Pengenceran HCl 2 M

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.

3.3.6 Medium *Potato Dextro Agar*

Medium PDA (*Potato Dextro Agar*) merupakan medium padat yang digunakan untuk mengisolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari fermipan. Kentang dikupas dan dipotong kecil-kecil, kemudian di timbang sebanyak 25 g lalu ditambahkan 125 mL air destilasi kedalam Erlenmeyer 250 mL, kemudian dipanaskan sampai mendidih selama 15 menit, lalu saring air rebusan dengan kertas saring untuk mendapatkan

ekstrak kentang. Kemudian ekstrak kentang di tambahkan 2,5 g gula pasir, 2,5 g agar, tutup dengan alumunium voil dan panaskan dengan *hot plate stirrer* hingga mendidih, lalu sterilkan didalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1,5 atm.³

3.3.7 Medium Inokulum

Pembuatan medium inokulum digunakan untuk memperbanyak *Saccharomyces cerevisiae* untuk proses fermentasi. Sebanyak 2,5 g glukosa, 0,25 g yeast ekstrak sebagai penyedia asam amino yang tidak terdapat dalam tubuh mikroba dan sebagai penyedia vitamin , 0,025 g KH₂PO₄ sebagai sumber K⁺ yang merupakan kofaktor enzim, 0,025 g MgSO₄.7H₂O dan 0,025 (NH₄)₂SO₄ sebagai sumber nitrogen yang berguna bagi pembentukan asam nukleat dan asam amino, kemudian zat tersebut dilarutkan dalam 250 mL air destilasi kemudian di autoklaf pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1,5 atm.³

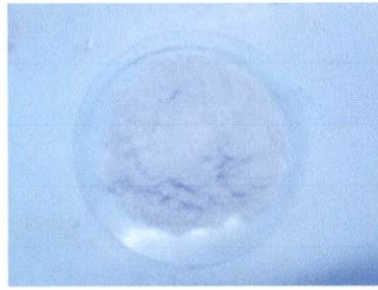
3.3.8 Medium Fermentasi

Medium fermentasi merupakan medium cair yang digunakan selama fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*. Medium fermentasi terdiri dari 0,5 g (NH₄)H₂PO₄, 0,025 g MgSO₄.7H₂O dan 1 g yeast ekstrak dalam 500 mL air destilasi, kemudian di autoklaf pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1,5 atm.³

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Sampel

Ampas tebu yang digunakan untuk memproduksi bioetanol didapatkan dari penjualan air tebu yang ada di Pasar Raya Padang. Ampas tebu diperlakukan dengan cara dikeringkan dengan bantuan sinar matahari, kemudian diperkecil ukurannya dengan cara digerinda dan di ayak dengan ayakan berpori 425 µm. Sampel yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sampel Ampas Tebu

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 (10^{-1} sel/mL) lalu dilarutkan dan dikocok hingga homogen. Kemudian diambil 1 ml dari tabung (10^{-1} sel/mL) dengan pipet ukur lalu dipindahkan ke tabung kedua dan ditambah dengan 9 mL air destilasi (10^{-2} sel/mL), selanjutnya dilakukan hal yang sama sampai pengenceran 10^{-8} sel/mL. Kemudian pengenceran 10^{-8} sel/mL tersebut di biakkan pada medium PDA (*Potato Dextro Agar*) dengan cara mempipet 1 mL larutan kemudian disebar pada permukaan medium secara merata dan didiamkan selama 28 jam sampai mikroba tumbuh.

3.4.3 Penentuan Kurva Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

Diambil 3 ose koloni *Saccharomyces cerevisiae* kemudian diinokulasikan kedalam Erlenmeyer 250 mL yang telah berisi 100 mL medium inokulum, Kemudian di *shaker* dengan kecepatan 220 rpm. Absorban larutan pada media pertumbuhan diukur pada panjang gelombang 660 nm setiap 3 jam selama 24 jam sehingga diperoleh kurva pertumbuhan yang merupakan hubungan antara waktu dengan absorban.¹⁶

3.4.4 Perbanyak *Saccharomyces cerevisiae*

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

reaksi, lalu dinokulasikan ke dalam 100 mL medium inokulum kemudian di *shaker* dengan kecepatan 220 rpm selama 20 jam.¹⁶

3.4.5 Proses Hidrolisis

3.4.5.1 Optimasi Konsentrasi HCl

Ampas tebu yang telah dikeringkan dan diperkecil ukurannya ditimbang masing-masing sebanyak 5 g, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan dengan variasi konsentrasi larutan HCl (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 M) masing-masing sebanyak 50 mL. Ampas tebu yang telah ditambahkan dengan larutan HCl di tutup dengan Aluminium foil lalu di autoklaf pada suhu 121⁰C selama 60 menit. Sampel yang telah di autoklaf kemudian disaring dengan kertas saring untuk mendapatkan hidrolisat. Hidrolisat yang didapat kemudian di ukur konsentrasi glukosanya menggunakan metode Somogy-Nelson dan di ukur absorbannya dengan alat spektrofotometer. Konsentrasi glukosa yang paling tinggi dilanjutkan pada proses optimasi lama hidrolisis.¹⁷

3.4.5.2 Optimasi Lama Hidrolisis

5 g sampel dihidrolisis dengan HCl yang memiliki konsentrasi glukosa yang paling tinggi dilanjutkan pada variasi lama hidrolisis 30, 60, 90 dan 120 menit. Kemudian sampel disaring dengan kertas saring dan didapatkan hidrolisatnya. Hidrolisat kemudian diukur konsentrasi glukosanya hingga didapatkan konsentrasi glukosa yang optimum.¹⁷

3.4.6 Penentuan Konsentrasi Glukosa

3.4.6.1 Pembuatan Kurva Standar Glukosa

1 mL larutan standar glukosa (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 mg/L) masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi. Sebagai blanko digunakan 1 mL akuades, kedalam tabung reaksi ditambahkan 1 mL reagen Nelson kemudian dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Setelah itu didinginkan tabung reaksi hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, lalu ditambahkan 1 mL reagen fosfomolibdat dan 7 mL akuades.

Larutan dikocok lalu didiamkan selama 30 menit, kemudian ukur absorban masing-masing larutan standar pada panjang gelombang 580 nm dengan alat spektrofotometer (Lampiran 5).

3.4.6.2 Penentuan Konsentrasi Glukosa dari Hasil Hidrolisis

1 mL hidrolisat di encerkan dalam labu ukur 10 mL, kemudian diambil 1 mL dari labu ukur 10 mL lalu diencerkan kembali pada labu ukur 50 mL, sehingga sampel diencerkan sebanyak 500 kali. Kemudian 1 mL dari labu ukur 50 mL ditambahkan dengan 1 mL reagen Nelson didalam tabung reaksi, lalu dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Setelah itu didinginkan tabung reaksi hingga suhu larutan $\pm 25^{\circ}\text{C}$, lalu ditambahkan 1 mL reagen fosfomolibdat dan 7 mL akuades. Larutan dikocok lalu didiamkan selama 30 menit, kemudian absorban masing-masing larutan sampel di ukur pada panjang gelombang 580 nm dengan alat spektrofotometer.¹

3.4.7 Fermentasi Bioetanol

3.4.7.1 Penentuan Pengaruh Lama Fermentasi

Sebanyak 50 mL hasil hidrolisat diatur pH nya menjadi pH 5, lalu ditambahkan 100 mL medium fermentasi, kemudian ditambahkan 25 mL *Saccharomyces cerevisiae* dan ditutup dengan alumunium voil. Kemudian sampel di *shaker* pada kecepatan 180 rpm selama 120 jam. Proses fermentasi etanol dilakukan secara anaerob. Hasil fermentasi di ukur konsentrasi etanolnya dengan menggunakan GC/MS dan di ukur konsentrasi glukosanya. Konsentrasi etanol optimum di lanjutkan pada variasi jumlah *Saccharomyces cerevisiae*.

3.4.7.2 Penentuan Pengaruh Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Sebanyak 50 mL hasil hidrolisat yang telah diatur pH nya menjadi pH 5, ditambahkan 100 mL medium fermentasi, kemudian ditambahkan variasi jumlah *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 15, 20, 25, 30 dan 35 mL dan ditutup dengan alumunium voil. Kemudian sampel di *shaker* pada kecepatan 180 rpm selama 96 jam. Hasil fermentasi

di ukur konsentrasi etanolnya dengan menggunakan GC/MS dan di ukur konsentrasi glukosanya.

3.4.7.3 Penentuan Konsentrasi Etanol dengan GC/MS

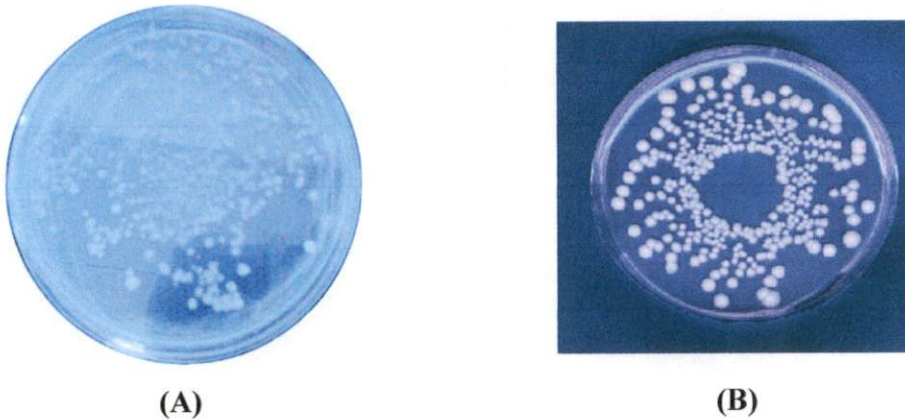
Konsentrasi etanol dari hasil fermentasi dianalisa dengan GC/MS yang dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Padang dengan kondisi operasional : gas pembawa Helium, tekanan 52,3 kPa, kolom yang digunakan Rtx5MS dengan panjang kolom 30 m dan diameter dalam 0,25 μm , suhu oven 60⁰C, suhu injeksi 150⁰C, volume injeksi 0,5 μL , total alir 472,2 mL/min dan detektor FID.

BAB IV HASIL DAN DISKUSI

4.1 Isolasi dan Pemurnian *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan

Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari fermipan dilakukan dengan cara pengenceran bertingkat. Tujuan dari pengenceran bertingkat yaitu memperkecil atau mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan.

Mikroba mulai tumbuh setelah didiamkan selama 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 yang ada pada literatur²⁰, dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7 : (A) Isolasi *Saccharomyces cerevisiae* dari Fermipan
(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 2 kali pengulangan yaitu bentuk koloni *Saccharomyces cerevisiae* tampak sama.

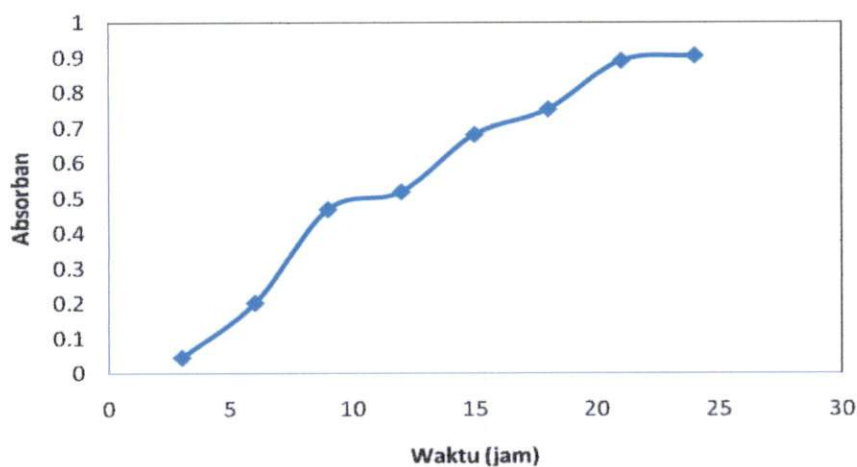
Hal ini membuktikan bahwa mikroba yang diregenerasi telah stabil atau tidak terkontaminasi oleh jenis mikroba lain, dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8 : (A) Pemurnian 1 kali
(B) Pemurnian 2 kali**

4.2 Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

Pada penelitian ini dilihat kurva pertumbuhan mikroba yang telah di *shaker* pada kecepatan 220 rpm selama 24 jam dan diukur Absorbansinya pada panjang gelombang 660 nm setiap 3 jam.¹⁷ Pertumbuhan mikroba dapat dilihat pada Gambar 9.



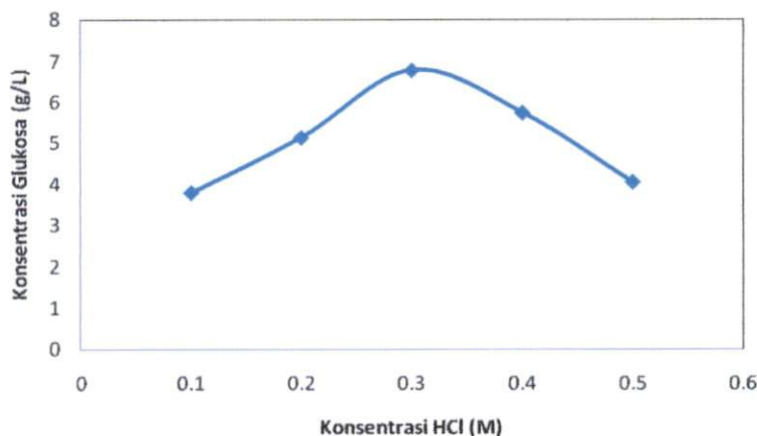
Gambar 9. Kurva Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

Dari kurva diatas dapat dilihat absorban mikroba terus meningkat sampai jam ke-21. Peningkatan absorban dari mikroba ini dikarenakan mikroba sedang aktif melakukan metabolisme. Kemudian pada jam ke-21 dan jam ke-24 kurva pertumbuhan mikroba cenderung konstan, jumlah mikroba yang tumbuh hampir sama banyaknya dengan jumlah mikroba yang mati.

4.3 Hasil Optimasi Hidrolisis Asam

Untuk mendapatkan konsentrasi glukosa yang tinggi pada hidrolisis, 5 g ampas tebu di hidrolisis dengan variasi konsentrasi larutan HCl yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 M. Pada penelitian ini, ampas tebu yang dihidrolisis di ayak dengan ayakan analitik yang berukuran 425 μm , semakin kecil ukuran ampas tebu yang digunakan, maka akan mempermudah terdegradasinya lignin sehingga selulosa dan hemiselulosa akan terhidrolisis secara optimal.^{4,18}

Pengukuran Absorban sampel diukur pada panjang gelombang 580 nm (Lampiran 5). Konsentrasi glukosa diukur dengan cara memasukkan nilai absorban yang terukur ke dalam persamaan regresi yang diperoleh dari perhitungan kurva standar glukosa (Lampiran 6). Hasil hidrolisis asam dengan variasi konsentrasi larutan HCl dapat dilihat pada Gambar 10.



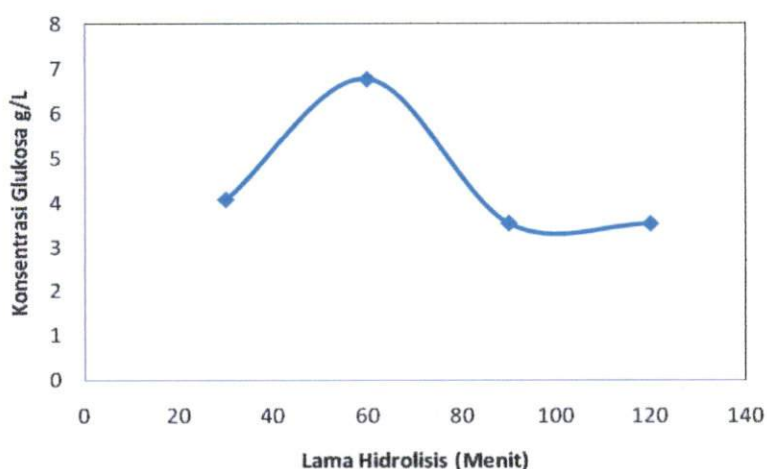
Gambar 10. Kurva hubungan Konsentrasi Glukosa dengan Konsentrasi HCl

Dari kurva di atas diketahui bahwa konsentrasi glukosa optimum hasil hidrolisis dicapai pada saat konsentrasi larutan HCl 0,3 M yaitu sebesar 6,775 g/L (Lampiran 7). Dalam proses hidrolisis gugus H^+ dari HCl akan mengubah gugus serat dari ampas tebu 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 ampas tebu dan glukosa yang dihasilkan belum maksimal. Namun jika dilakukan penambahan konsentrasi HCl terlalu banyak justru glukosa yang dihasilkan semakin menurun. Penambahan konsentrasi larutan HCl menyebabkan semakin sedikit air dalam komposisi larutan hidrolisis. Sehingga kebutuhan OH^- sebagai pengikat radikal bebas berkurang dan glukosa yang dihasilkan semakin sedikit.⁹ Dengan demikian, konsentrasi HCl optimum untuk menghidrolisis ampas tebu menjadi glukosa adalah 0,3 M.

4.4 Hasil Optimasi 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 Gambar 11.



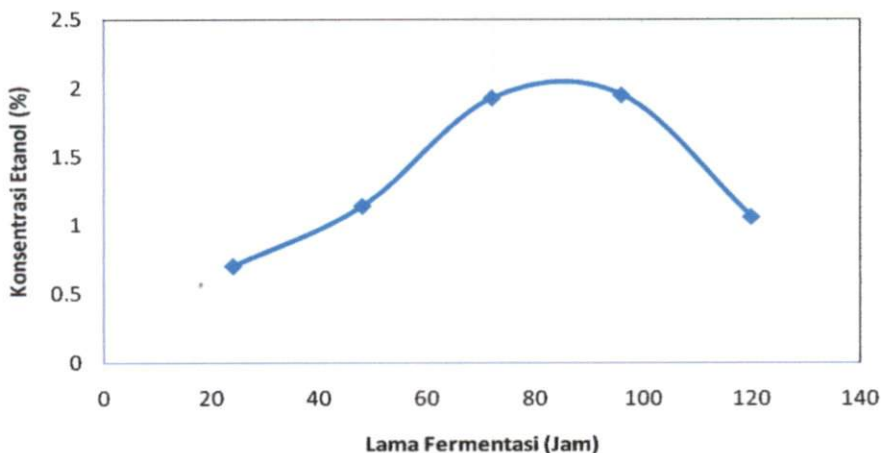
Gambar 11. Kurva hubungan Konsentrasi Glukosa dengan Lama Hidrolisis

Dari hasil perhitungan konsentrasi glukosa, lama hidrolisis optimum yang dicapai adalah pada waktu 60 menit yaitu sebesar 6,775 g/L (Lampiran 7). Pada waktu 30 menit, waktu yang digunakan belum cukup untuk menghidrolisis ampas tebu 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.

4.5 Pengaruh Lama Fermentasi

Sebanyak 50 mL hidrolisat yang telah di atur pH nya menjadi pH 5, dilanjutkan pada proses fermentasi. Untuk mengetahui konsentrasi etanol, maka dilakukan pengukuran hasil fermentasi menggunakan GC/MS. Penentuan konsentrasi etanol dilakukan dengan cara memasukkan luas area yang terukur ke dalam persamaan regresi yang diperoleh dari perhitungan kurva standar etanol (Lampiran 8).

Berdasarkan hasil analisa GC/MS (Lampiran 12) tersebut didapatkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi etanol yang terkandung juga semakin besar, dapat dilihat pada pada Gambar 12.

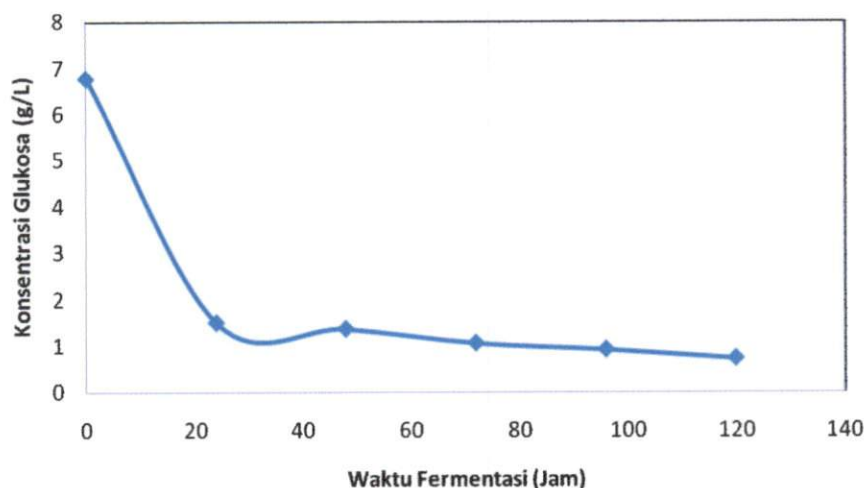


Gambar 12. Kurva Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Etanol

Berdasarkan pada kurva di atas pada saat 72 jam, konsentrasi etanol yang dihasilkan sebesar 1,93 % (Lampiran 10). Kemudian pada waktu 96 jam, etanol yang didapat sebesar 1,95 %. Peningkatan etanol yang didapat tidak terlalu tinggi, hal ini disebabkan pada waktu tersebut mikroba memasuki fasa stasioner. Kemudian pada waktu 120 jam etanol yang didapat mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena nutrisi yang ada pada medium sudah sangat berkurang sehingga mikroba banyak yang mati.

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

Etanol yang didapat dari hasil uji GC/MS memiliki konsentrasi etanol yang semakin besar dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini juga berhubungan dengan jumlah pengurangan glukosa pada tiap waktu fermentasi. Konsentrasi glukosa sisa untuk setiap waktu fermentasi dapat dilihat pada Gambar 13.



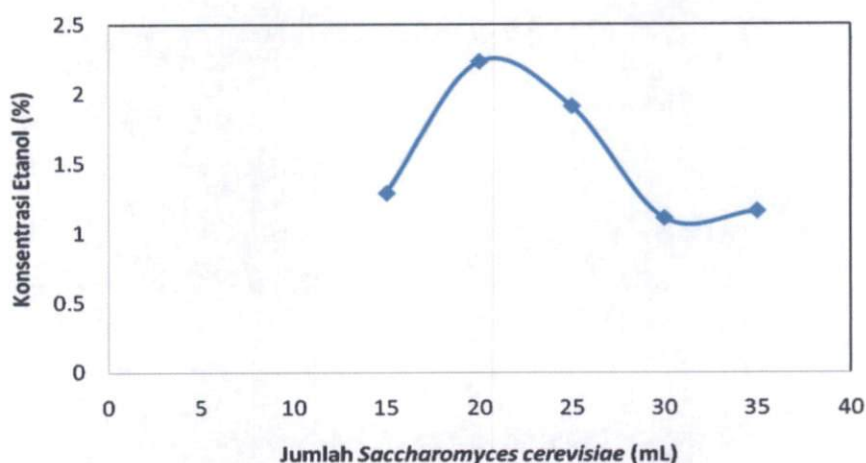
Gambar 13. Kurva Hubungan Waktu Fermentasi terhadap Pengurangan Konsentrasi Glukosa

Dari hasil penelitian, semakin lama waktu fermentasi, jumlah pengurangan glukosa juga semakin besar, pada proses fermentasi glukosa digunakan sebagai

makanan untuk pertumbuhan mikroba dan pembentukan etanol sebagai produk fermentasi.

4.6 Pengaruh Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Pada penelitian ini, jumlah *Saccharomyces cerevisiae* divariasikan sebanyak 15, 20, 25, 30 dan 35 mL. Konsentrasi etanol dari hasil variasi jumlah mikroba tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



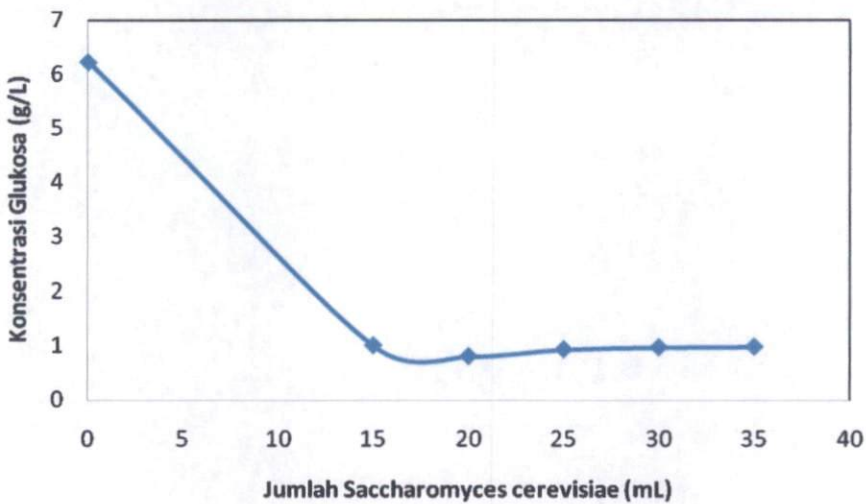
Gambar 14. Kurva Hubungan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae* dengan Konsentrasi Etanol

Dari kurva diatas dapat dilihat bahwa titik optimum konsentrasi etanol yaitu pada penambahan 20 mL *Saccharomyces cerevisiae* sebesar 2,23% (Lampiran 10). Konsentrasi etanol yang kecil dapat disebabkan karena hasil penguraian ampas tebu tidak hanya glukosa saja tetapi merupakan campuran dari berbagai macam gula monomer, yaitu pentose (ksilosa, rhamnosa dan arabinosa); heksosa (glukosa, manosa dan galaktosa) yang berasal dari hidrolisis hemiselulosa, sehingga ketersediaan glukosa hasil hidrolisis menjadi rendah.

Pada penambahan jumlah 25 mL mikroba, konsentrasi etanol mengalami penurunan. Konsentrasi etanol yang didapat sebesar 1,91%. Jika mikroba yang

digunakan sedikit, maka kemampuan mikroba untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol pada proses 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 hidup dan banyak mikroba yang mati.

Jumlah pengurangan glukosa untuk variasi jumlah *Saccharomyces cerevisiae* selama 96 jam dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kurva Pengaruh Jumlah *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Pengurangan Konsentrasi Glukosa

Pengurangan konsentrasi glukosa yang tinggi terdapat pada jumlah *Saccharomyces cerevisiae* 20 mL yaitu sebesar 0,815 g/L. Hal ini terjadi karena pada jumlah 20 mL mikroba terdapat pertumbuhan mikroba yang bagus dan perubahan glukosa menjadi etanol juga maksimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi HCl dan waktu optimum untuk menghidrolisis ampas tebu adalah konsentrasi HCl 0,3 M dengan waktu hidrolisis 60 menit. Konsentrasi glukosa yang dihasilkan sebesar 6,775 g/L.
2. *Saccharomyces cerevisiae* mencapai puncak pertumbuhan pada waktu 21 jam.
3. Produksi etanol maksimal terjadi pada lama fermentasi 96 jam dan jumlah *Saccharomyces cerevisiae* 20 mL. Konsentrasi etanol yang diperoleh sebesar 2,23%.
4. Produksi etanol selama fermentasi sejalan dengan terjadinya penurunan konsentrasi glukosa.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini maka disarankan untuk :

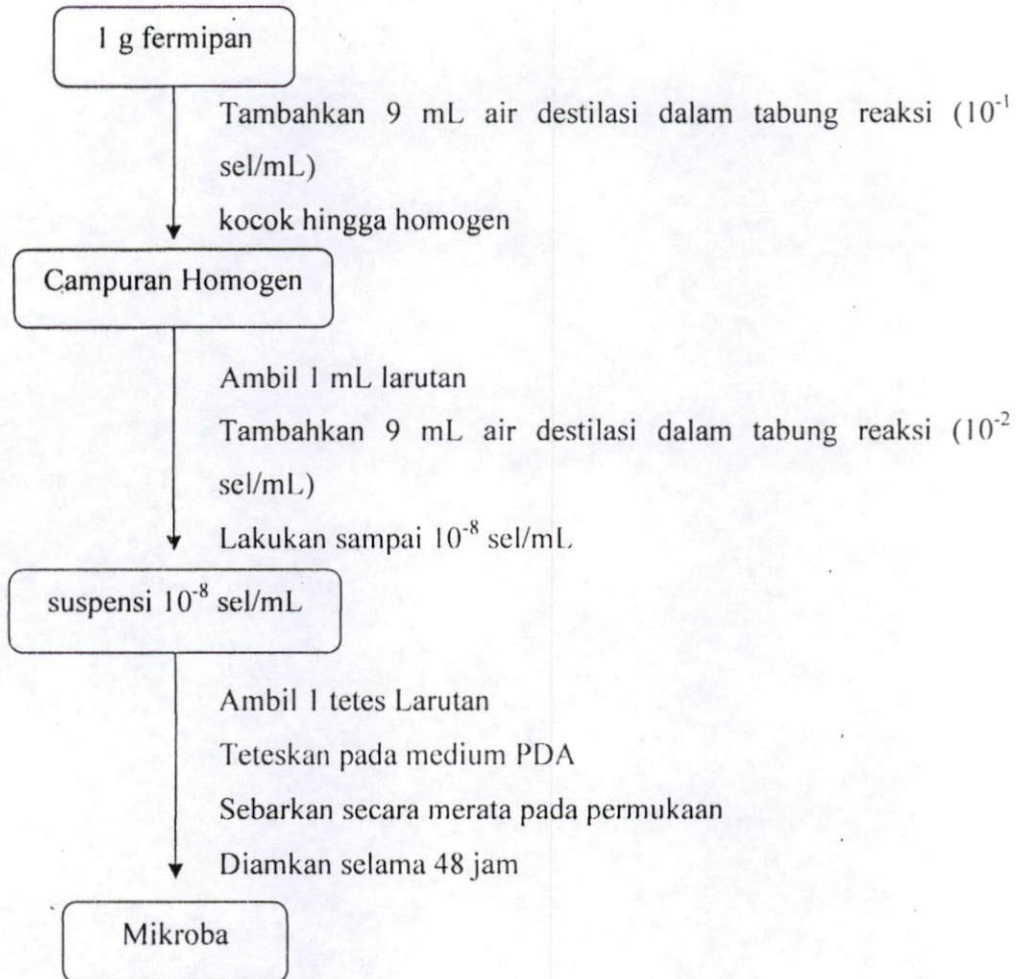
1. Mencari metode *pretreatment* yang lebih baik sehingga diperoleh konsentrasi glukosa yang lebih tinggi dan konsentrasi etanol yang maksimal.
2. Melakukan pemisahan serta pemurnian produk etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi sehingga didapatkan bioetanol yang lebih murni yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

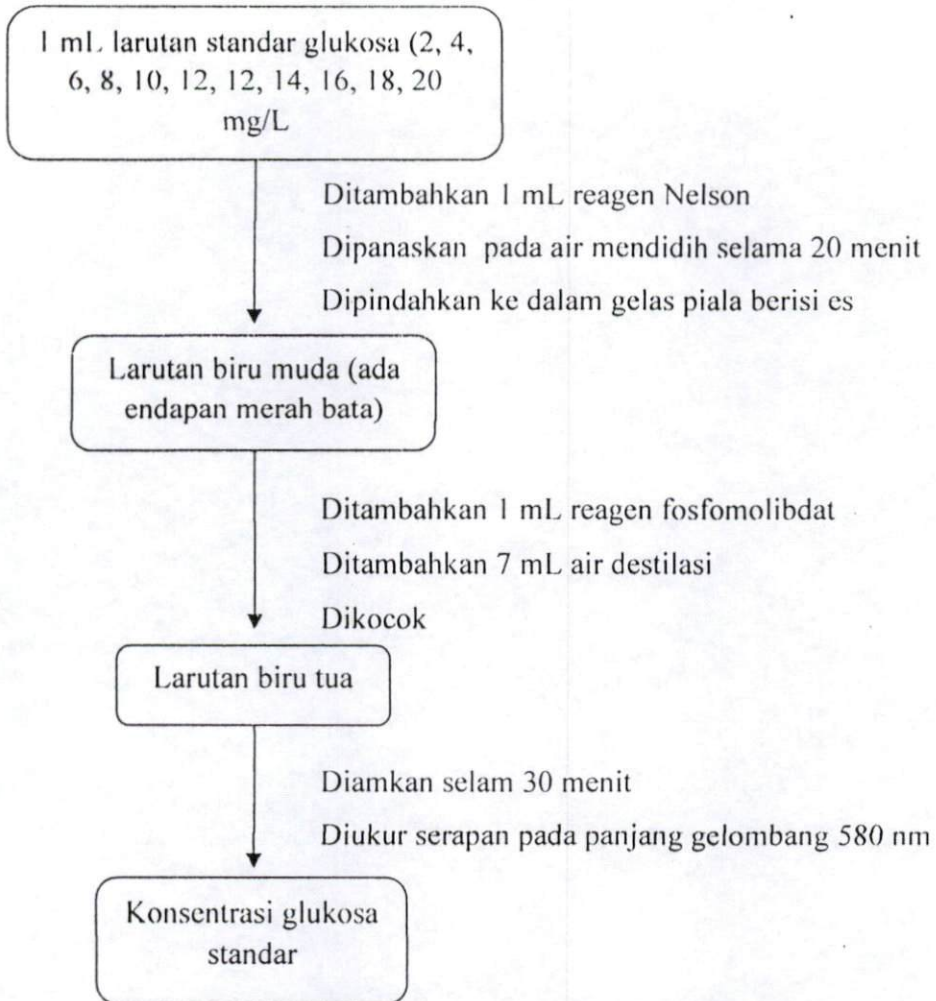
1. Kusnadi. *Pemanfaatan sampah Organik sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol sebagai Energi Alternatif*. Laporan Penelitian Strategis Nasional. Universitas pendidikan Indonesia. (2009)
2. E. Hermiati, dkk. *Pemanfaatan Biomassa Lignosellulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol*. (2010)
3. M. Samsuri, dkk. *Pemanfaatan Sellulosa Bagas untuk Produksi Ethanol melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase*. Universitas Indonesia. (2007)
4. R. Orchidea, dkk. *Acid Hydrolysis Pretreatment of Bagasse-Lignocellulosic Material for Bioethanol Production*. Department of Chemical Engineering. Surabaya. (2008)
5. A. Faisal. *Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis*. Universitas Jenderal Soedirman. (2009)
6. K. Chandel. *Economics and environmental impact of bioethanol production technologies: an appraisal*. Osmania University. India. (2007)
7. A. Underwood, L. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi ke-5. Erlangga. Jakarta. (1986)
8. K. Asep, dkk. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi kesatu. IKIP Semarang Press. (1994)
9. H. Nopita. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong melalui Proses Hidrolisa Asam dan Enzimatis*. Universitas Diponegoro. Semarang. (2007)
10. S. Riswan. *Studi Pembuatan Etanol dari Limbah Gula (Molase)*. Universitas Sumatera Utara. Medan. (2009)
11. G. Misri, dkk. *Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Etanol Menggunakan Enzim Selulase dan Enzim Sellobiase*. Universitas Indonesia. (2007)

12. E. Bon. *Ethanol Production Via Enzymatic Hydrolysis of Sugar-Cane Bagasse and Straw*. Federal University of Rio de Janeiro. Brazil (1996)
13. O. Silvi. *Pengolahan Awal Lignoselulosa Menggunakan Amoniak untuk Meningkatkan Perolehan Gula Fermentasi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. (2011)
14. H. McNair, M & E.J Bonelli. *Dasar Kromatografi Gas*. Penerbit ITB : Bandung. (1998)
15. E. Susanti. *Komparasi Teknik Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (SFS) dengan Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (HFT) pada Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih (Ipomoea Batatas L)*. Universitas Malang. (2008)
16. S. Clarence. *Temperature Optimization for Bioethanol Production from Corn Cobs Using Mixed Yeast Strains*. University of the Witwatersrand. South Africa. (2010)
17. J. Mohammad. *Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production: A Review*. University of Technology Isfahan. Sweden. (2008)
18. S. Oyeleke. *Production of Bioethanol from Guinea Cornhusk and Millet Husk*. Federal University of Technology Niger State. Nigeria. (2009)
19. Y. Wijaya. *Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu untuk Pembuatan Alkohol*. Universitas Andalas. Padang. (2010)
20. Rapp, M. *Indicator and Selective Medium Saccharomyces cerevisiae and Malt Extract Broth*. Milchwiss. (1974)

Lampiran 1. Skema Kerja Isolasi *Saccharomyces cerevisiae*

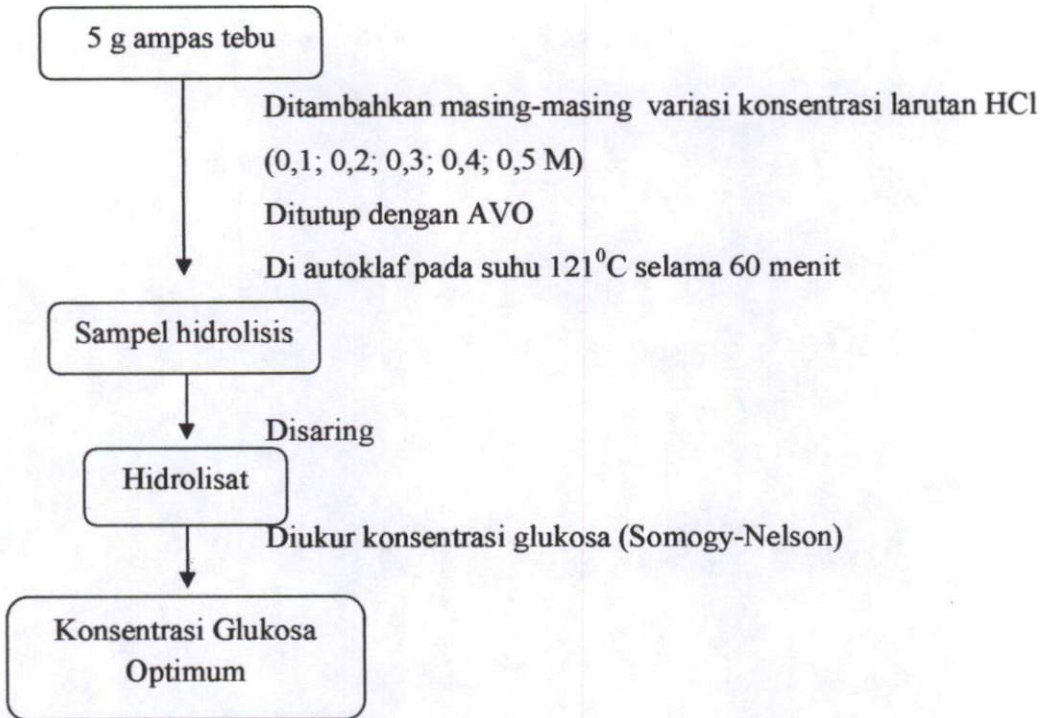


Lampiran 2. Skema Kerja Penentuan Konsentrasi Standar Glukosa

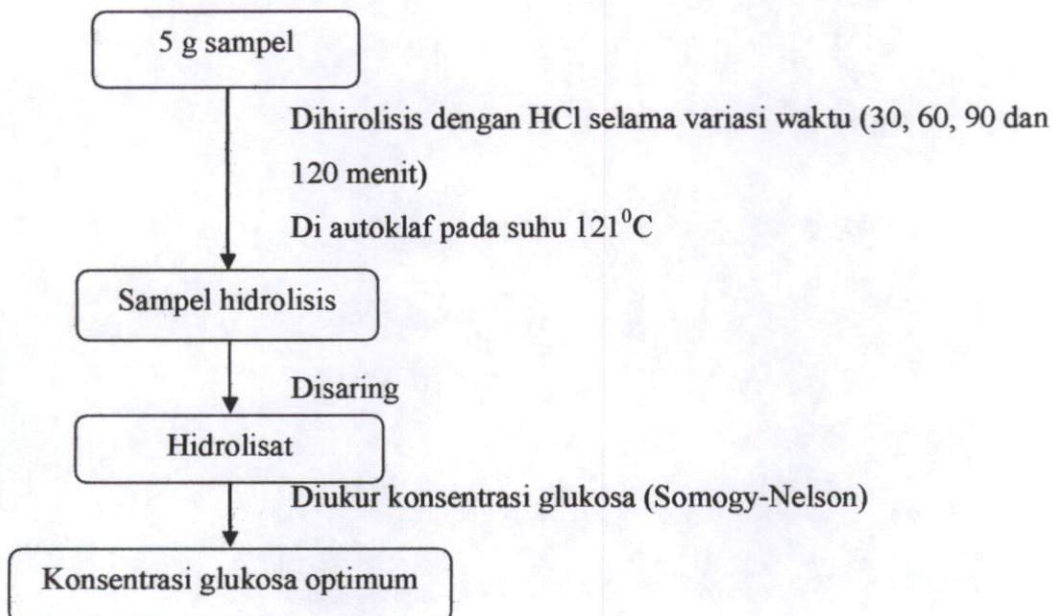


Lampiran 3. Skema Kerja Optimasi Hidrolisis Asam dan Lama Hidrolisis

Optimasi Hidrolisis Asam

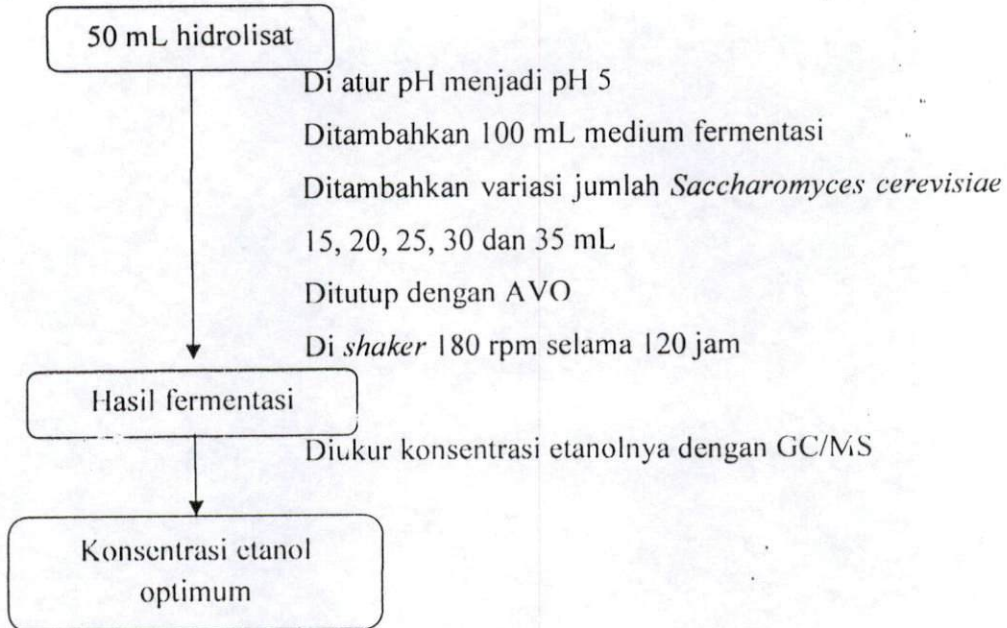


Optimasi Lama Hidrolisis

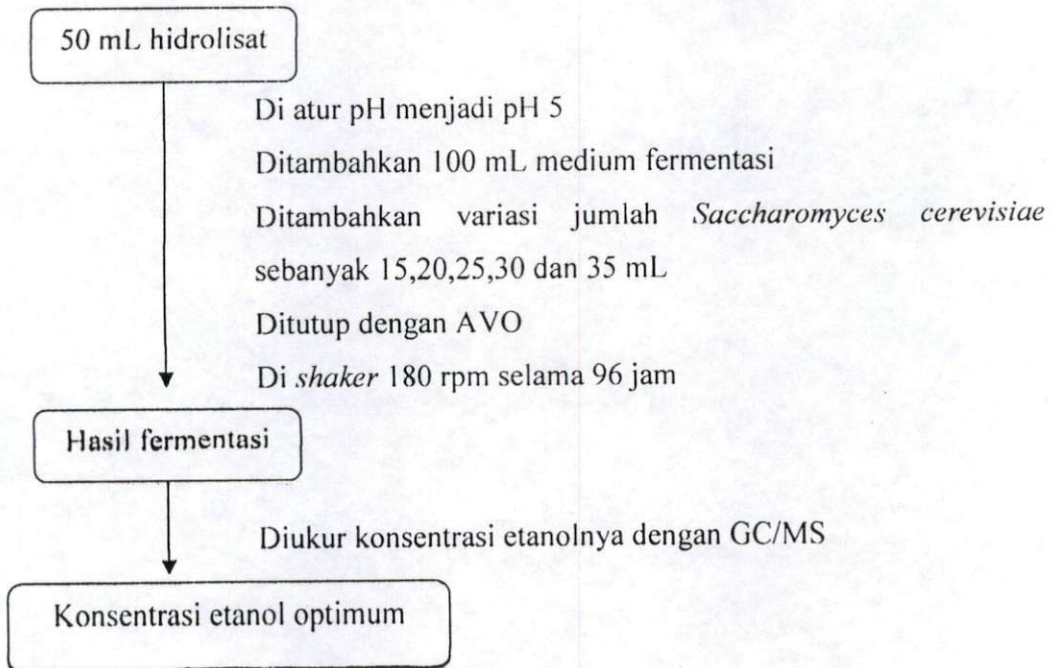


Lampiran 4. Skema Kerja Optimasi Lama Fermentasi dan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

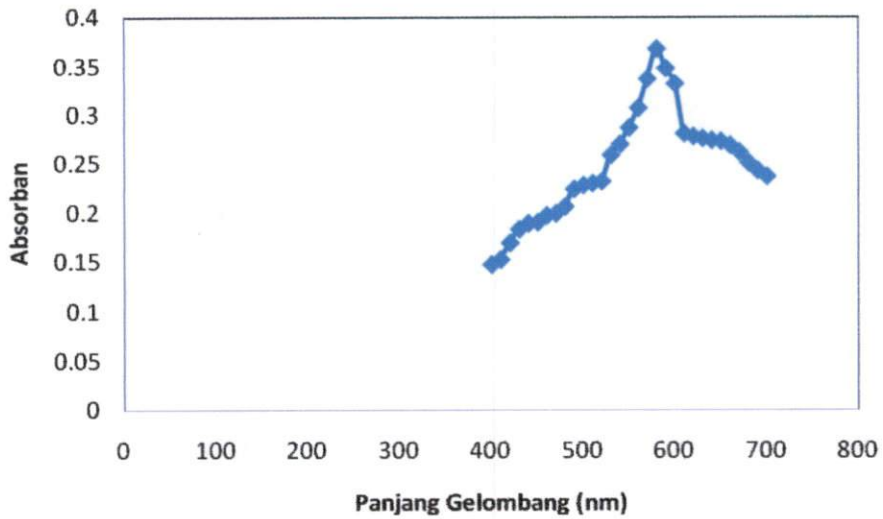
Optimasi Lama Fermentasi



Optimasi Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*



Lampiran 5. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar Glukosa



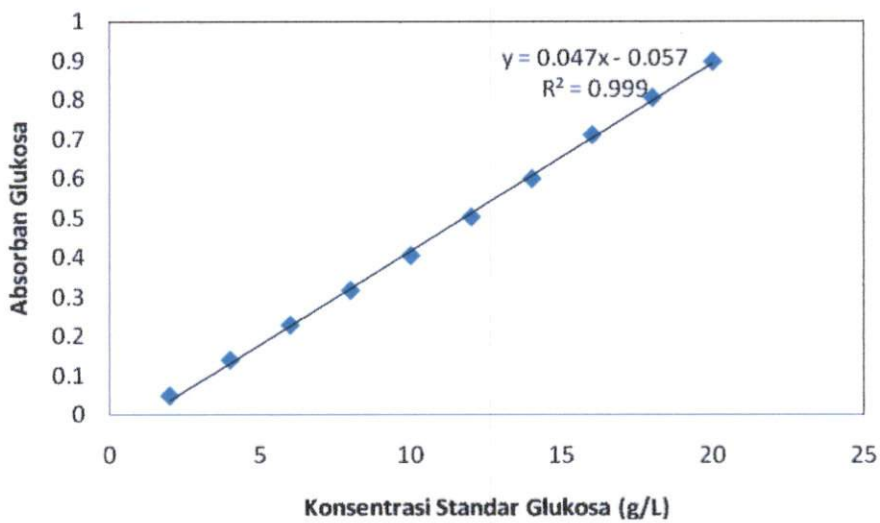
Penentuan panjang gelombang maksimum larutan standar glukosa adalah 400-700 nm. Dari kurva diatas, panjang gelombang yang memiliki absorban tertinggi adalah pada panjang gelombang 580 nm. Sehingga pada panjang gelombang tersebut digunakan untuk mengukur absorban sampel selanjutnya.

Lampiran 6. Data Larutan Standar Glukosa pada Panjang Gelombang 580 nm

Tabel 2. Standar Glukosa

Konsentrasi Glukosa (mg/L)	Absorban
2	0,047
4	0,139
6	0,228
8	0,316
10	0,404
12	0,501
14	0,598
16	0,709
18	0,804
20	0,896

Kurva Standar Glukosa



Lampiran 7. Data Optimasi Hidrolisis Asam dan Lama Hidrolisis

Tabel 3. Hasil Optimasi Hidrolisis HCl

Konsentrasi HCl (M)	Absorban	Lama Hidrolisis (Menit)	Konsentrasi Glukosa (g/L)
0,1	0,301	60	3,780
0,2	0,429	60	5,130
0,3	0,585	60	6,775
0,4	0,326	60	5,740
0,5	0,487	60	4,040

Tabel 4. Hasil Optimasi Lama Hidrolisis

Lama Hidrolisis (Menit)	Konsentrasi HCl (M)	Absorban	Konsentrasi Glukosa (g/L)
30	0,3	0,361	4,070
60	0,3	0,585	6,775
90	0,3	0,278	3,535
120	0,3	0,277	3,525

Contoh Perhitungan Konsentrasi Glukosa Sampel

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

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

Maka konsentrasi Glukosa untuk adalah :

$$0,585 = 0,047 x - 0,057$$

$$X = 13,55 \text{ g/L}$$

Pada perhitungan dilakukan pengenceran 500 kali, maka konsentrasi glukosa sampel sebenarnya adalah : $13,55 \text{ g/L} \times 500 = 6,775 \text{ g/L}$

Lampiran 8. Data Larutan Standar Etanol

Contoh Pembuatan Standar Etanol 4 % dari Etanol 96 %

Standar etanol 4 %

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

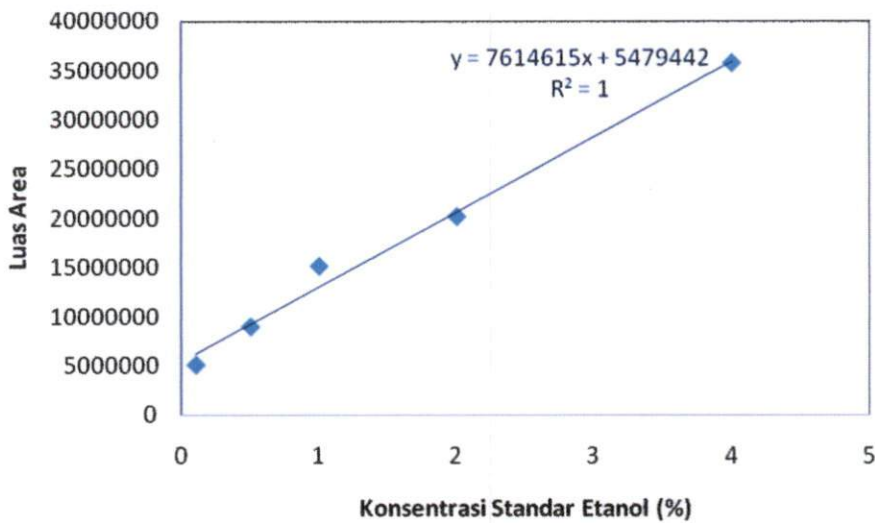
$$96 \cdot V1 = 4 \cdot 10 \text{ mL}$$

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

Tabel 5. 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 Konsentrasi Etanol

Persamaan regresi : $y = 7614615x + 5479442$

1. Pengaruh Lama Fermentasi

Luas area pada lama fermentasi 96 jam optimum = 20351190 (Y)

Maka konsentrasi etanol adalah :

$$20351190 = 7614615x + 5479442$$

$$X = 1,95$$

Jadi konsentrasi etanol sebesar 1,95 %

2. Pengaruh Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Luas area pada jumlah 20 mL mikroba optimum = 0,585 (Y)

Maka konsentrasi etanol adalah :

$$y = 7614615x + 5479442$$

$$22468130 = 5479442,07x + 761461,52$$

$$X = 2,23$$

Jadi konsentrasi etanol sebesar 2,23 %

Lampiran 10. Tabel Pengaruh Lama Fermentasi dan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Tabel 6. Pengaruh Lama Fermentasi

Waktu (Jam)	Konsentrasi Etanol (%)
24	0,7
48	1,14
72	1,93
96	1,95
120	1,06

Tabel 7. Pengaruh Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (mL)	Konsentrasi Etanol (%)
15	1,29
20	2,23
25	1,91
30	1,11
35	1,16

Lampiran 11. Data Konsentrasi Glukosa Sisa pada Waktu Fermentasi dan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Tabel 8. Konsentrasi Glukosa Sisa pada Waktu Fermentasi

Waktu Fermentasi (Jam)	Absorban	Konsentrasi Glukosa Sisa Setelah Fermentasi (g/L)
0	0,585	6,775
24	0,085	1,500
48	0,072	1,365
72	0,043	1,060
96	0,030	0,920
120	0,012	0,730

Tabel 9. Konsentrasi Glukosa Sisa pada Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (mL)	Absorban	Konsentrasi Glukosa Sisa (g/L)
0	0,534	6,240
15	0,039	1,015
20	0,020	0,815
25	0,032	0,940
30	0,036	0,980
35	0,037	0,990

Lampiran 12. Gambar Alat GS/MS yang digunakan dalam Penelitian



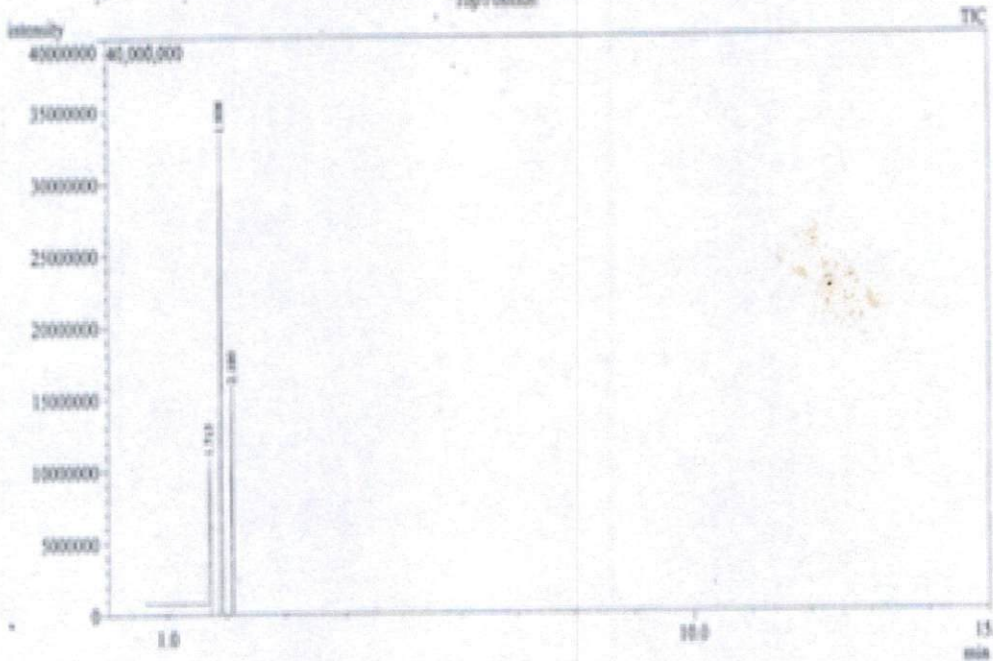
Gambar 16. GC-MS (*QP 2010 S SHIMADZHU*)

Lampiran 13. Kromatogram Etanol Ampas Tebu dari Analisis GC/MS

Standar Etanol

Analysed by : Admin
 Analyzed : 10/12/2011 11:38:38 AM
 Sample Type : Unknown
 Job # : 1
 Sample Name : Perenditan Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 S Amount : 0.1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Job # : 1
 Injection Volume : 0.1
 Data File : C:\OCM\Software\Sample\Etika_Fermentasi\Std04%_al.Q00
 Dig Data File : C:\OCM\Software\Sample\Etika_Fermentasi\Std04%_al.Q00
 Method File : C:\OCM\Software\METHODS\ANALYSIZE_ETHANOL.qm
 Dig Method File : C:\OCM\Software\METHODS\ANALYSIZE_ETHANOL.qm
 Report File : C:\OCM\Software\Default\Reports\Peristis\Tgl\Peristis\Std_041.qpr
 Tuning File : C:\OCM\Software\System\Tune\Std04%_al.qpr
 Comments :
 Sample 04% etanol
 Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/12/2011 11:46:40 AM

Chromatogram Perenditan Mahasiswa C:\OCM\Software\Sample\Etika_Fermentasi\Std04%_al.Q00
 Top Position

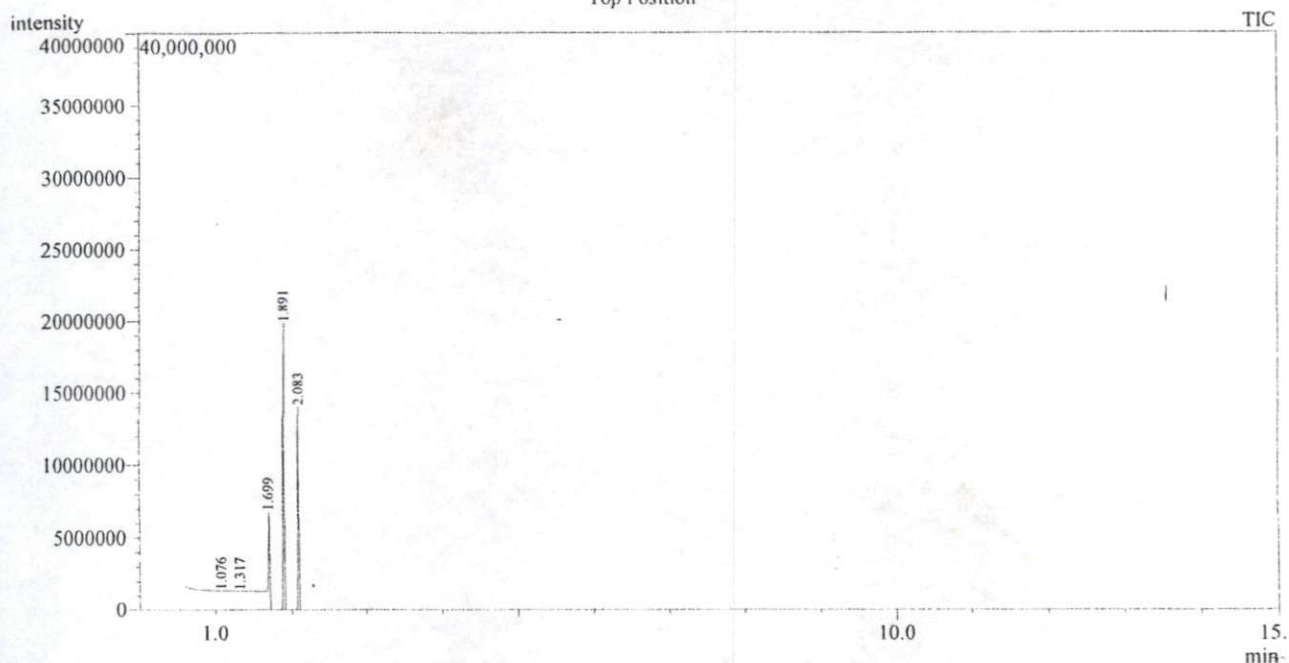


Peak	R.Time	Area	Area%	Height	S/S	Mark	Name	Base (s)
1	1.715	1307963	18.87	3866762	1.12			18.13
2	1.908	1171959	16.81	3315829	1.37			18.18
3	1.940	1478028	21.32	1990671	1.01			18.18

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
 Sample Amount : 111-1
 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 ANALISIS\METODA_ANALISIS\THANOL.qqm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS\METODA_ANALISIS\THANOL.qqm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida Pd\Panjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\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

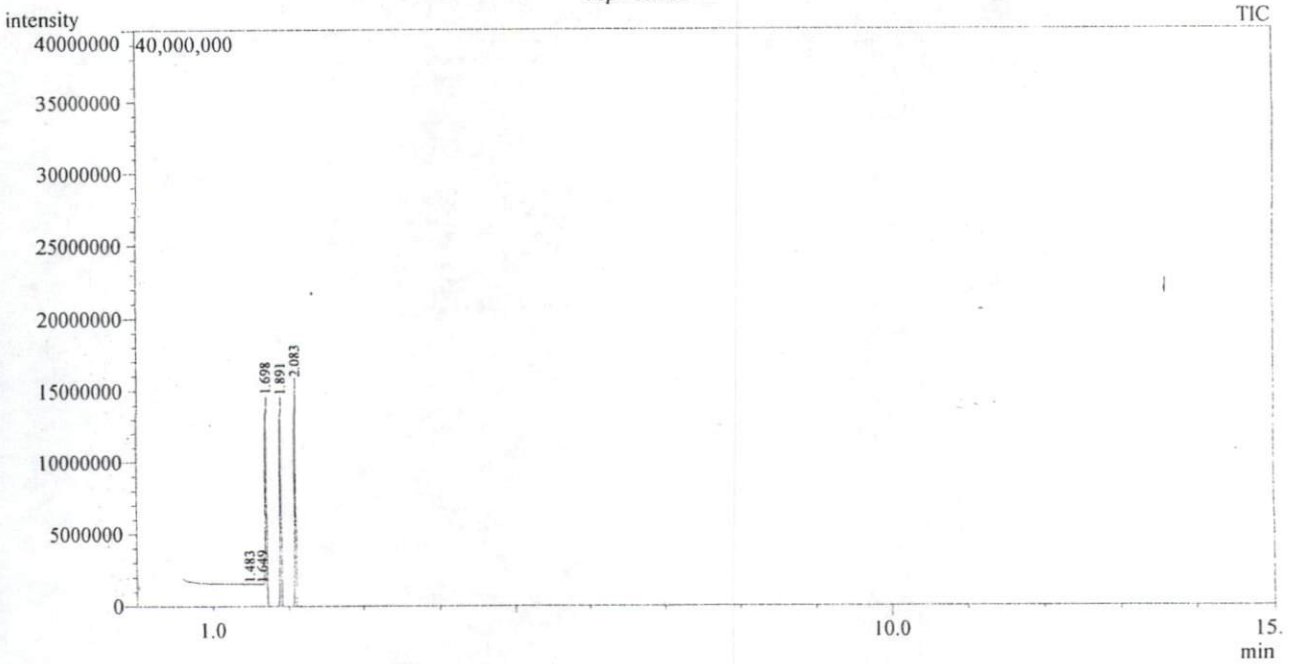


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC	Base m/z
1	1.076	64033	0.15	22660	2.82	18.15
2	1.317	34581	0.08	9460	3.65 V	18.15
3	1.699	6982331	16.69	6320430	1.10	18.15
4	1.891	20224588	48.34	19874276	1.01	18.05
5	2.083	14533063	34.74	14082694	1.03	18.05
		41838596	100.00	40309520		

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 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
 /ul # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_01%.QGD
 Orig Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_01%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS_ETHANOL.qgm
 Orig Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS_ETHANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1\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

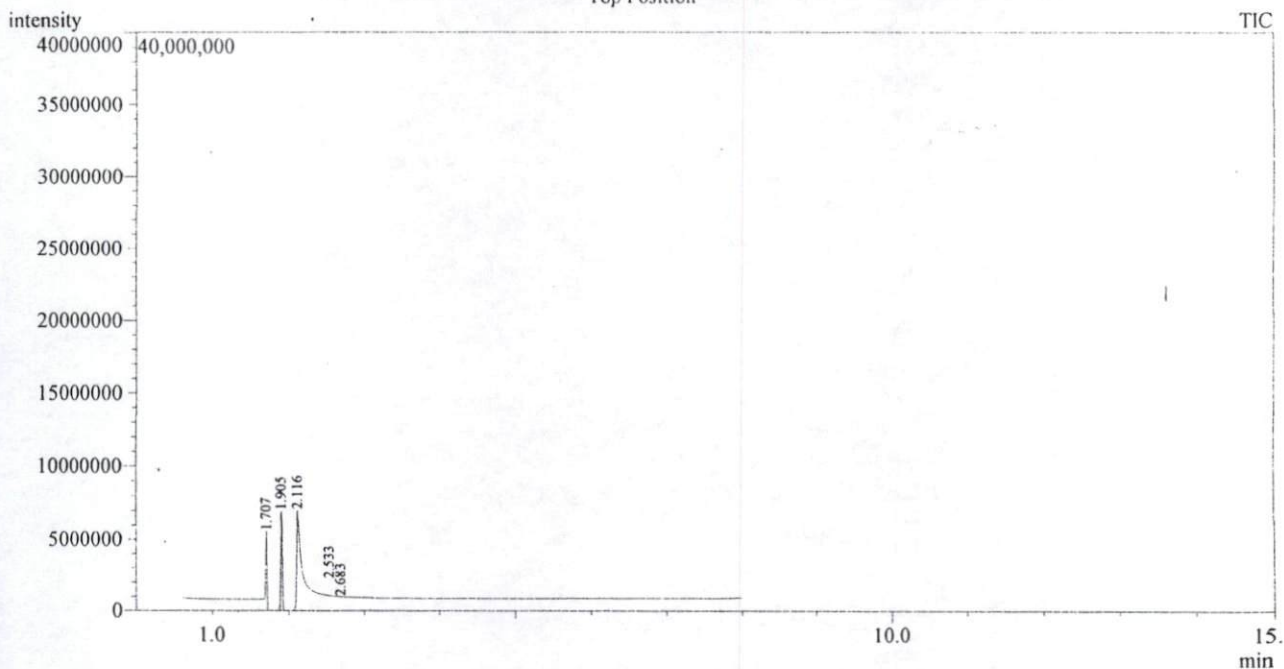


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC	Base m/z
1	1.483	54257	0.11	18331	2.95 V	18.15
2	1.649	911639	1.87	420856	2.16	18.15
3	1.698	16726207	34.40	14363313	1.16 V	18.15
4	1.891	15188327	31.23	14627772	1.03	19.05
5	2.083	15748011	32.38	15869202	0.99	18.05
		48628441	100.00	45299474		

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/21/2011 11:18:25 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_0,5%.QGD
 Orig Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,5%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETANOL.qgm
 Orig Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgsPpanjang\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

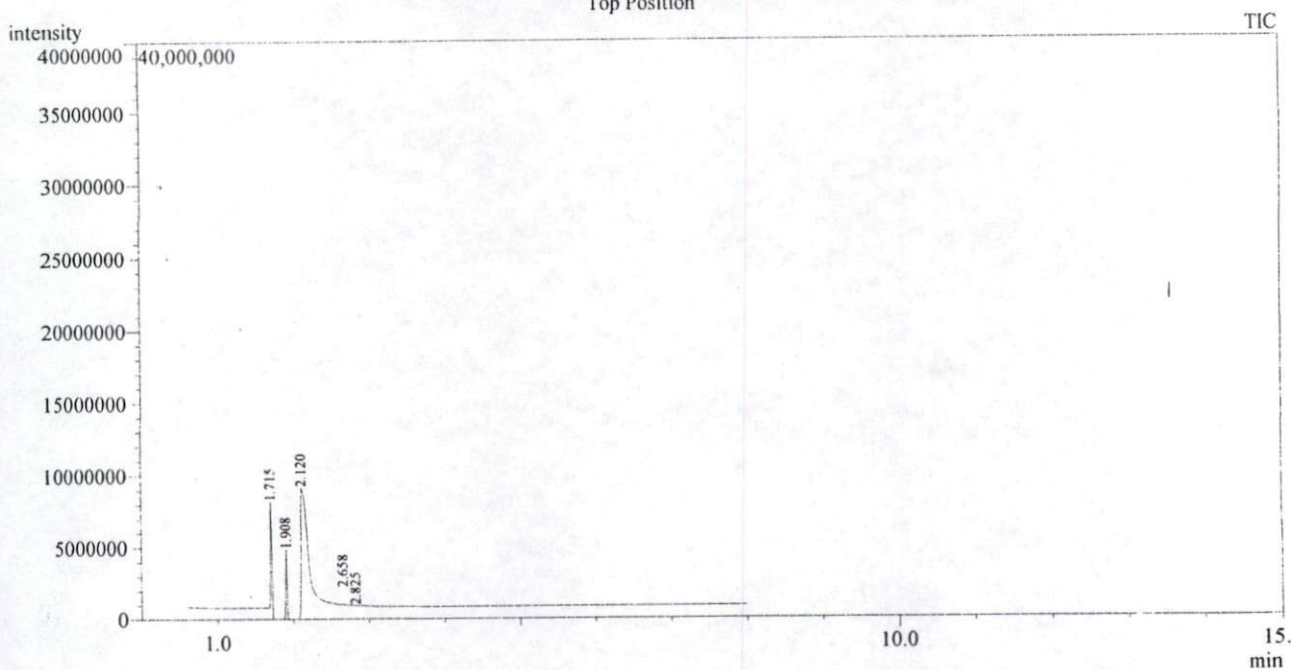


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
1	1.707	5686300	9.30	5259752	1.08			18.15
2	1.905	9001045	14.73	6952862	1.29			18.15
3	2.116	43438138	71.07	6935607	6.26			18.15
4	2.533	2140887	3.50	408523	5.24	V		28.10
5	2.683	856645	1.40	128097	6.68	V		18.15
		61123015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

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
 Orig Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Std_0,1%.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETANOL.qgm
 Orig Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\ETANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Sp1_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 Comment :
 Standard 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



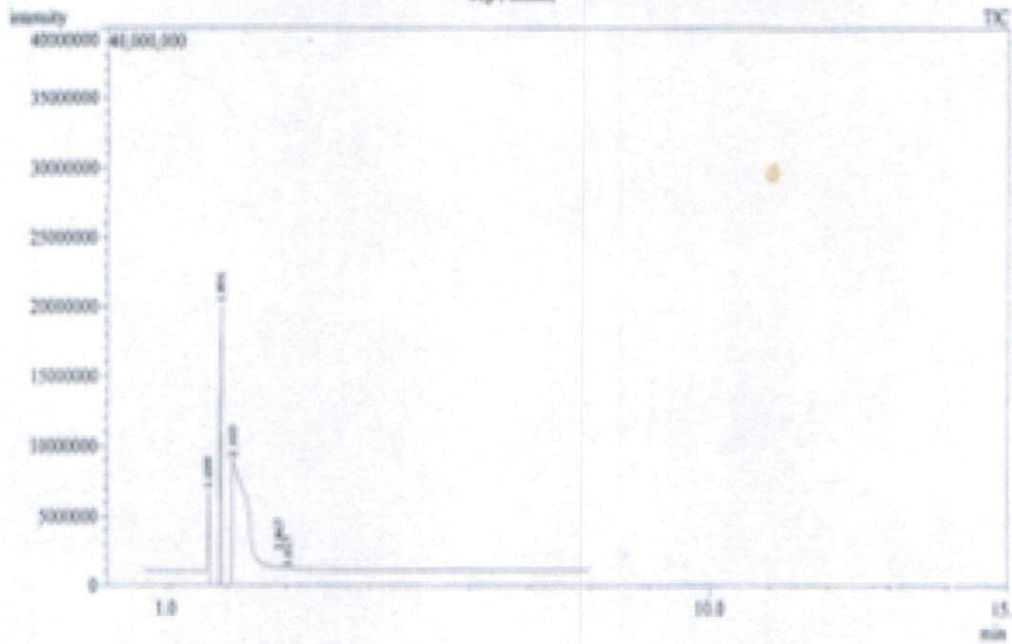
Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC			Base m/z
					A/H	Mark	Name	
1	1.715	9467967	10.00	7935415	1.19			18.20
2	1.908	5134577	5.42	4835439	1.06			18.20
3	2.120	74859881	79.06	9094259	8.23			18.15
4	2.658	3773565	3.99	481263	7.84	V		18.15
5	2.825	1445527	1.53	263919	5.47	V		18.15
		94681517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

Variasi Lama Fermentasi

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 10:11:38 AM
 Sample Type : Unknown
 Lot # :
 Sample Name : Fermentasi Mahasiswa
 Sample ID : Sampel hasil fermentasi
 S. Amount : 1 []-1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Lot # :
 Injection Volume : 0.5
 Inj. File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp418L_of_Q00
 Inj. Data File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp418L_of_Q00
 Method File : C:\GCMSolution\METHODS\ANALYSIS08_TSI\ANCL_01.eh
 Inj. Method File : C:\GCMSolution\METHODS\ANALYSIS08_TSI\ANCL_01.eh
 Report File : C:\GCMSolution\DefaultReport\Periodic\Fig\w\sp418L_of_Q00
 Tuning File : C:\GCMSolution\System1\Tune\1\Default_01.eh
 Comment :
 Sample # 15, changed
 Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 10:11:42 AM

Chromatogram Fermentasi Mahasiswa C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp418L_of_Q00

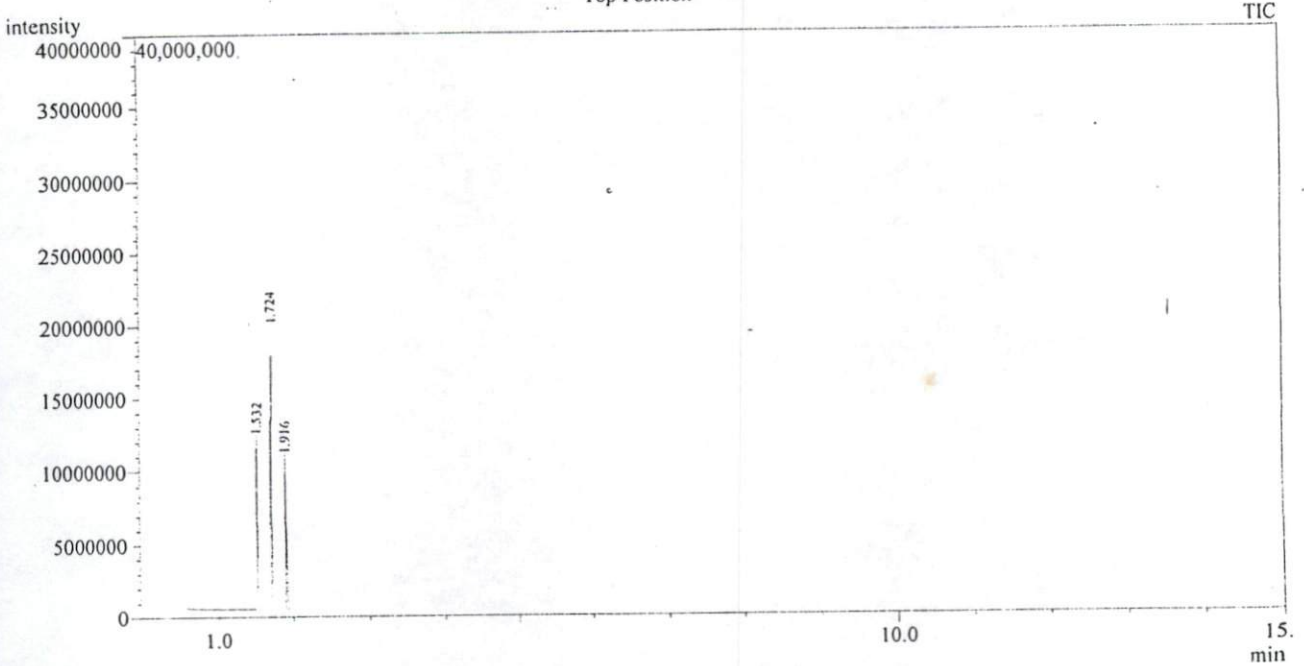


Peak#	R. Time	Area	Area%	Height	Area	Mark	Name	Area
1	1.099	7902228	4.09	4550096	1.14			18.28
2	1.891	2051190	11.09	2621709	1.00			18.18
3	2.103	15365113	81.71	9042917	17.04			18.13
4	2.867	876036	0.47	298090	2.90	V		18.20
5	3.017	1120244	0.61	11703	21.66	V		18.28
		193460209	100.00	36121613				

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/13/2011 1:23:48 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
 /ul # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp11HL.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp11HL.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS\METANOL.dgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALISIS\METANOL.dgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Sp1_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1\Bthanol.qgt
 Comment :
 Sample # : 11HL
 Modified by : Admin
 Modified : 10/13/2011 1:32:50 PM

Chromatogram Penelitian Rika C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp11HL.QGD
 Top Position

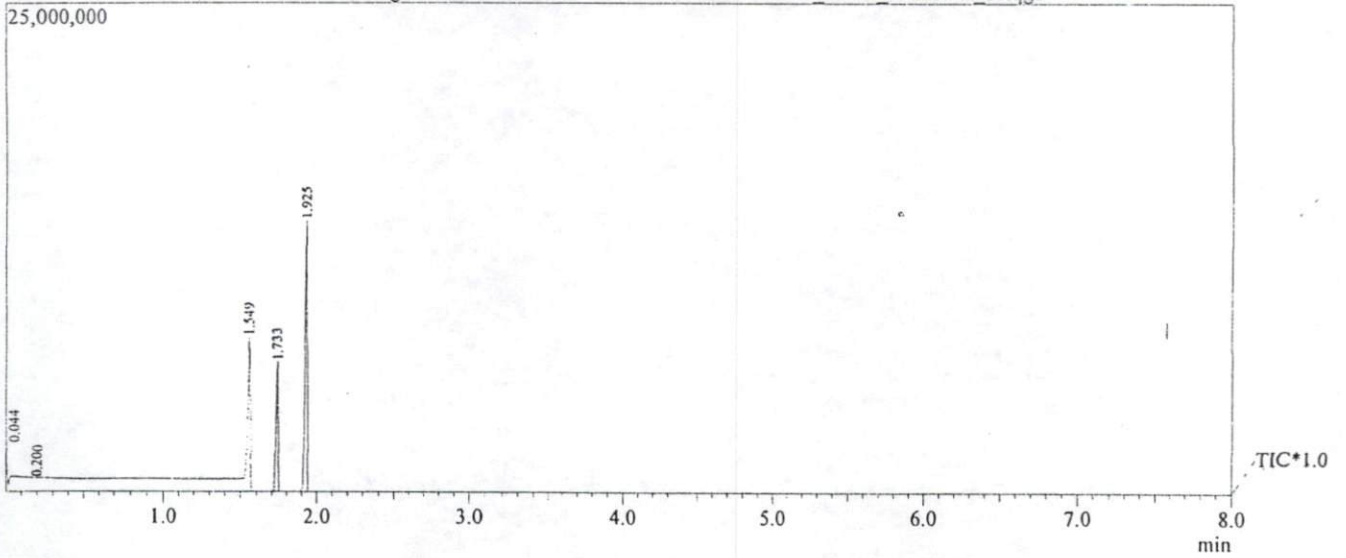


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report A/H Mark	TIC Name	Base m/z
1	1.532	13969409	30.69	12190069	1.14		18.15
2	1.724	20735217	45.55	20045109	1.03		18.10
3	1.916	10820260	23.77	11097216	0.97		18.20
		45524886	100.00	43332394			

Sample information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/6/2011 12:01:14 PM
 Sample Type : Unknown
 Level # : 1
 Sample Name : Penelitian Rika cs
 Sample ID : Hasil Fermentasi
 IS Amount : [1]=1
 Sample Amount : 1
 Dilution Factor : 1
 Vial # : 1
 Injection Volume : 0.5
 Data File : C:\GCMSsolution\Data\E_thanol_Rika\Rika_07.qgd
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Data\E_thanol_Rika\Rika_07.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\As_cair\As_cair1.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\Ethanol.qgt
 [Comment]
 Sampel 25 L ✓
 Modified by : Admin
 Modified : 10/6/2011 12:20:59 PM

Chromatogram Penelitian Rika cs C:\GCMSsolution\Data\E_thanol_Rika\Rika_07.qgd

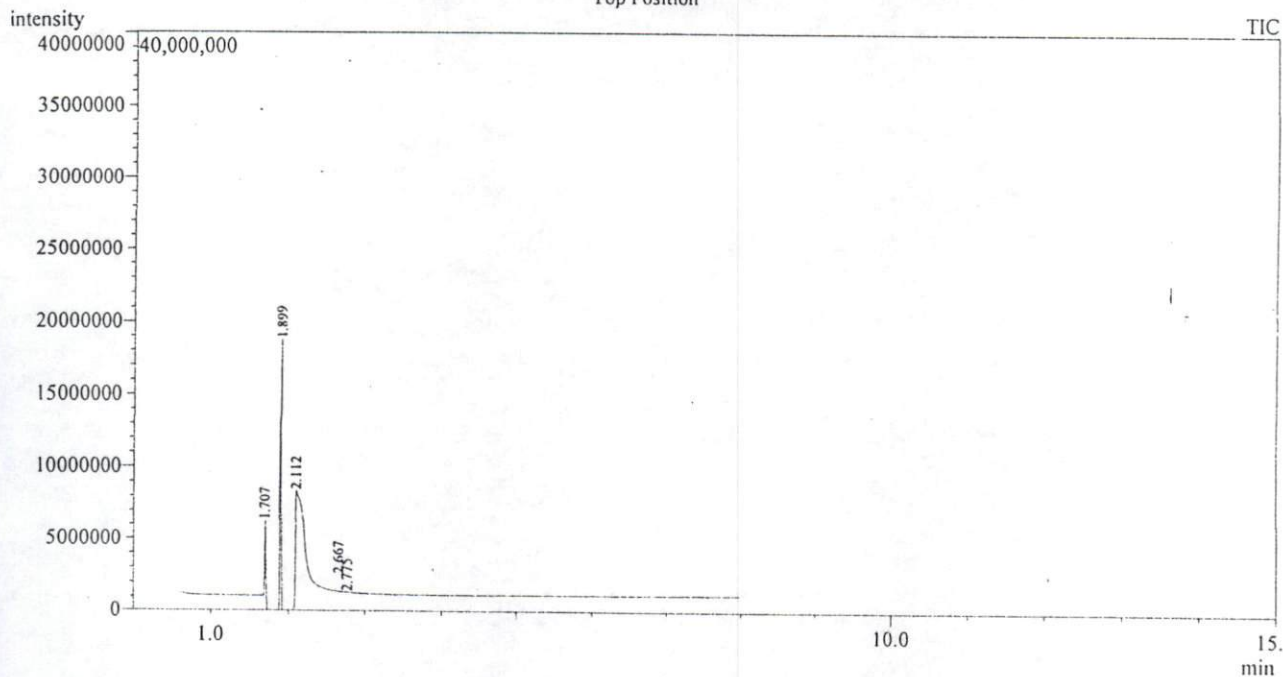


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	Name
1	0.044	2837067	8.69	438079	1.52	
2	0.200	117966	0.36	62950	0.22	
3	1.549	8649981	26.50	7769819	26.93	
4	1.733	6874045	21.06	6726562	23.31	
5	1.925	14165356	43.39	13858872	48.03	
		32644415	100.00	28856282	100.00	

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 9:58:34 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\Sp13HL_ul.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp13HL_ul.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\System\Tune\Ethanol.qgt
 Comment :
 Sampel 3 HL ulangan
 Modified by : Admin
 Modified : 10/22/2011 10:06:38 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp13HL_ul.QGD
 Top Position

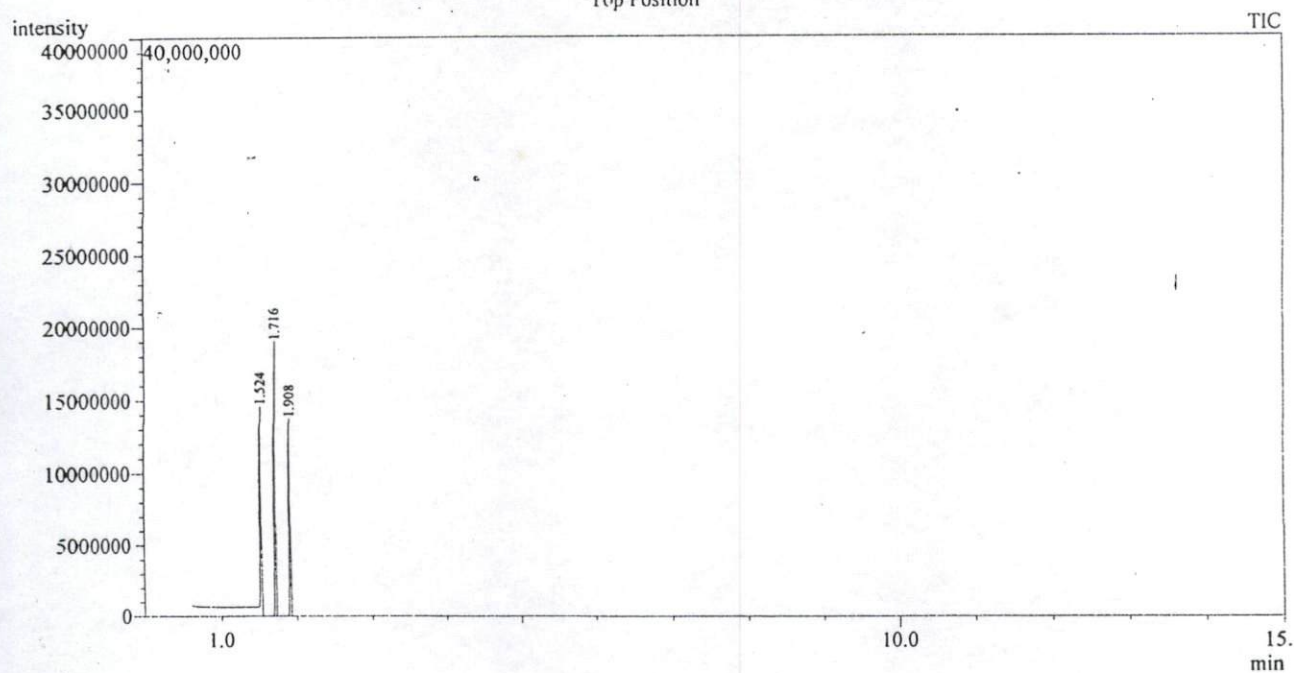


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC	Base m/z
1	1.707	6703168	5.60	5932844	1.12	18.15
2	1.899	20177730	16.87	18742013	1.07	18.10
3	2.112	87935176	73.51	8292323	10.60	18.15
4	2.667	3837473	3.21	464757	8.25	V 16.15
5	2.775	976374	0.82	254669	3.83	V 18.20
		119629921	100.00	33686606		

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/17/2011 11:38:53 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_L.qgd
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl_5_H_L.qgd
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISIE_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSISIE_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_253.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\15ethanol.qgt
 Comment]
 Sample 5 HL
 Modified by : Admin
 Modified : 10/17/2011 11:47:56 AM

Chromatogram Penelitian Rika C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl_5_H_L.qgd
 Top Position



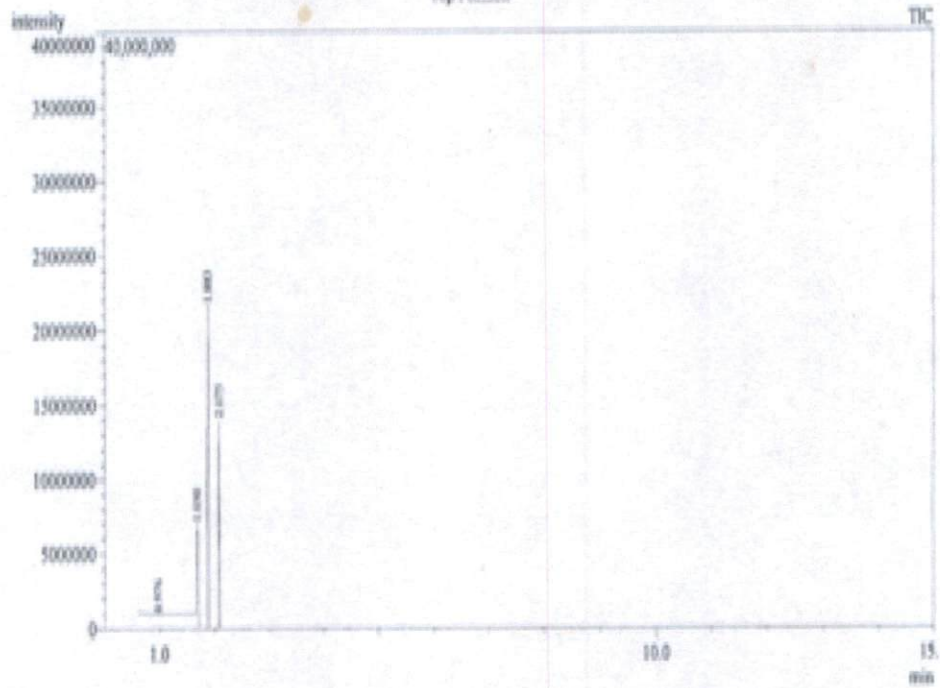
Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC A/H Mark Name	Base m/z
1	1.524	15527513	31.87	14388549	1.07	18.15
2	1.716	19600752	40.23	19059085	1.02	18.05
3	1.908	13592724	27.90	13766513	0.98	18.15
		48720989	100.00	47214147		

Variasi Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 10:23:56 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:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp20L_u1.QGD
 Log Data File : C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp20L_u1.QGD
 Method File : C:\GCMSolution\METHOD ANALYSIS\THANOL.agn
 Log Method File : C:\GCMSolution\METHOD ANALYSIS\THANOL.agn
 Report File : C:\GCMSolution\Data Report\Periode Pdg/Panjang\Sp_20L.agr
 Tuning File : C:\GCMSolution\System Tune\1.Ethanol.agt
 Comment :
 Sample 20 L, selang
 Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/22/2011 10:31:59 AM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSolution\Sample\Rika_Fermentasi\Sp20L_u1.QGD
Top Position

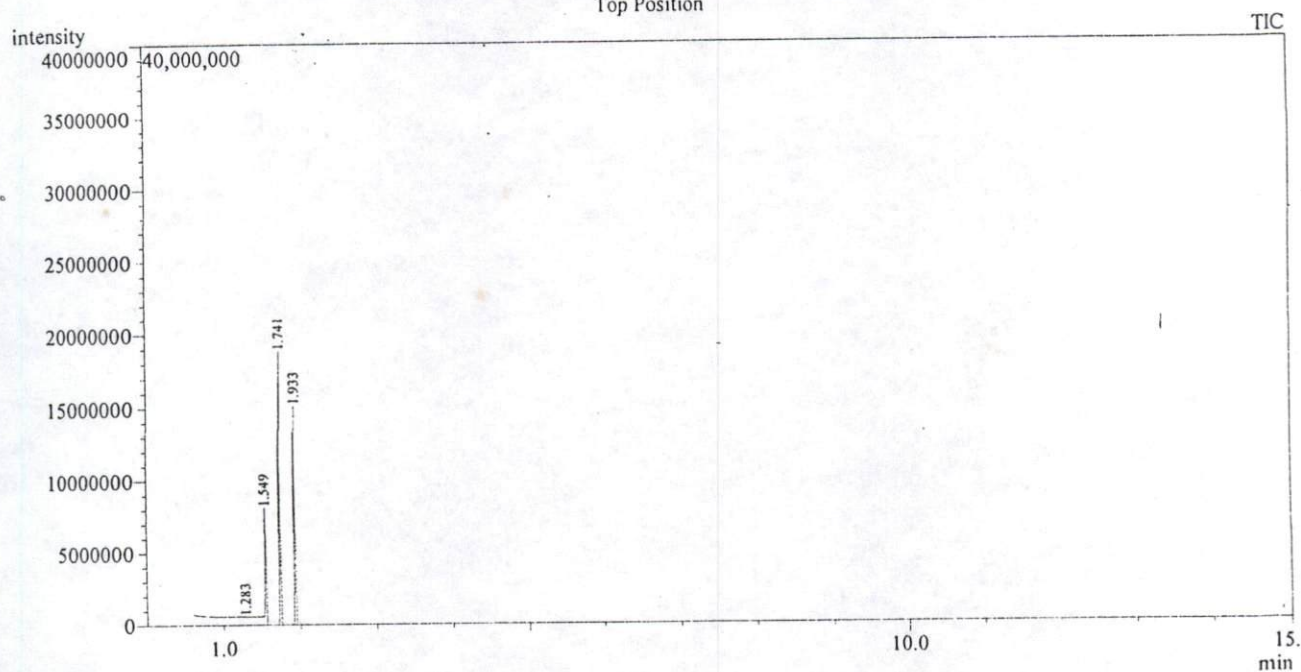


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC	Retention
					Area	min
1	0.976	64672	0.13	11330	5.76	28.10
2	1.690	7099046	16.83	6730750	1.11	18.20
3	1.883	22468130	53.42	21724078	1.03	18.85
4	2.075	14320490	32.58	14082989	1.03	18.15
		44362338	100.00	42548667		

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/20/2011 12:59:02 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.15L.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl.15L.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\Ethanol.qgt
 Comment]
 Sampel 15L
 Modified by : Admin
 Modified : 10/20/2011 1:08:05 PM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl.15L.QGD
 Top Position

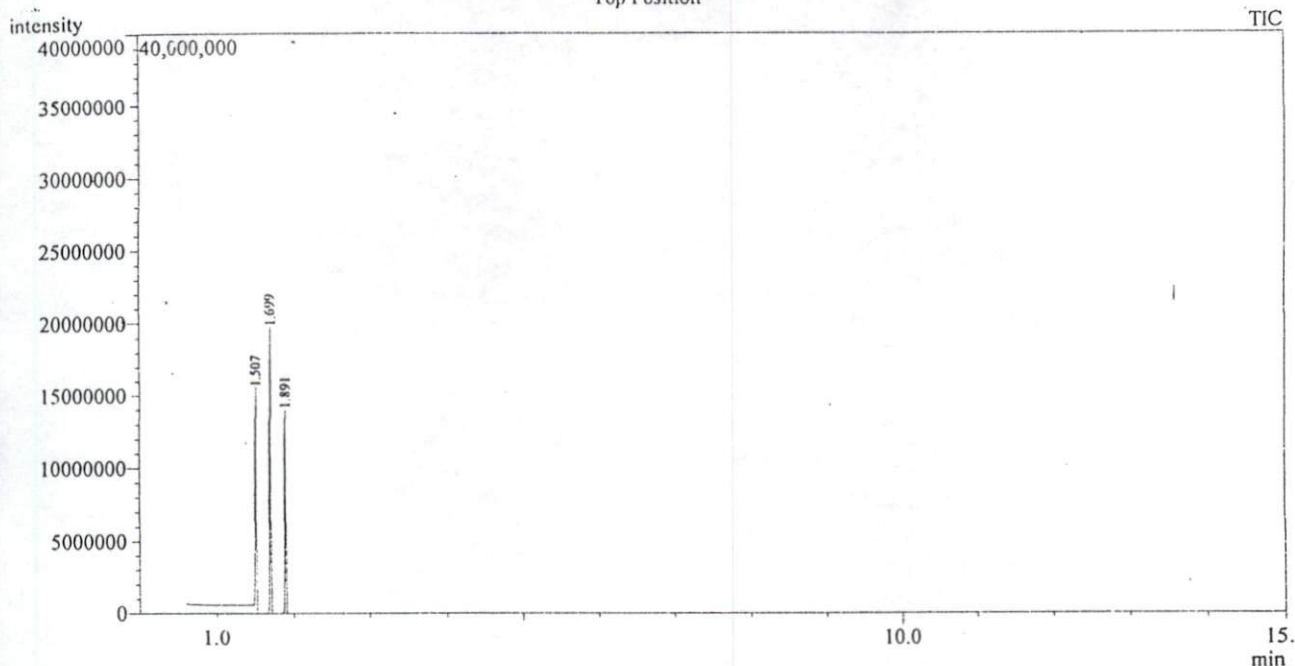


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC		Base m/z
					A/H	Mark Name	
1	1.283	3893216	8.30	43059	90.41		18.20
2	1.549	8762553	18.69	8095981	1.08	V	18.20
3	1.741	18965503	40.44	18841683	1.00		18.10
4	1.933	15272409	32.57	15111542	1.01		19.10
		46893681	100.00	42092265			

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/20/2011 2:27:48 PM
 Sample Type : Unknown
 Sample # : 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 30L.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 30L.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\Tune\ETHANOL.qgt
 Comment]
 Spl 30L :
 Modified by : Admin
 Modified : 10/20/2011 2:36:50 PM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 30L.QGD
 Top Position

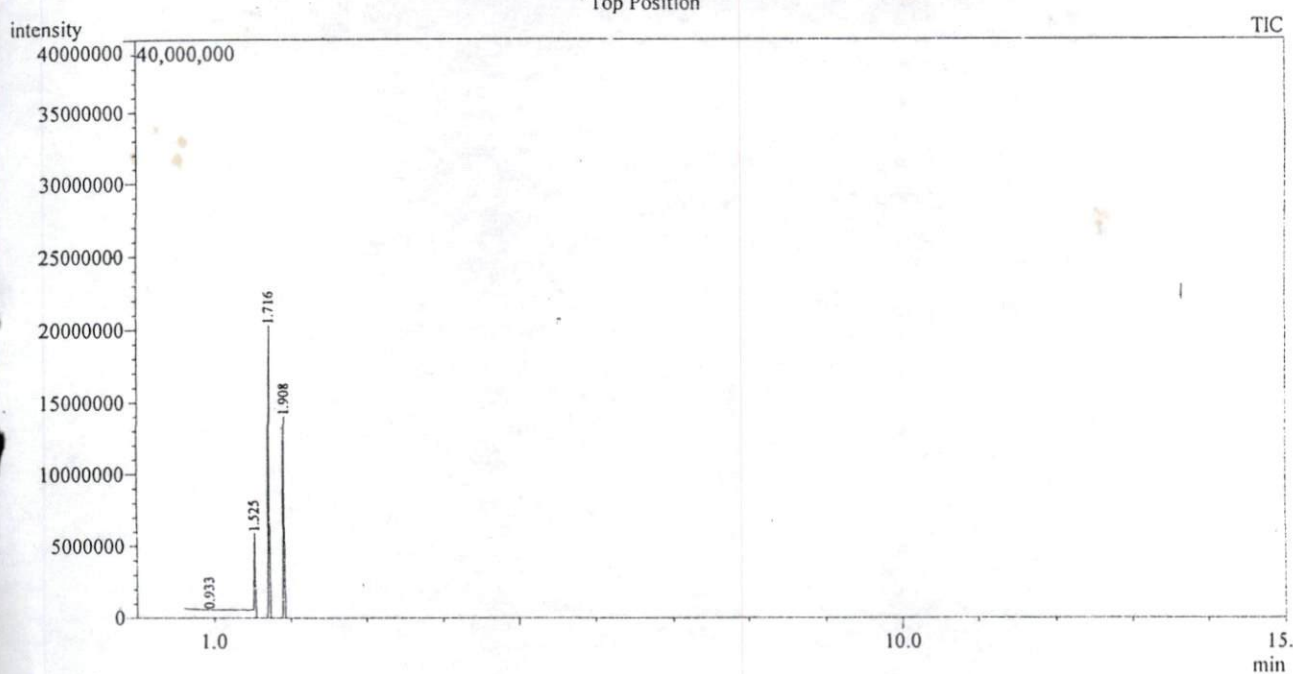


Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC A/H Mark Name	Base m/z
1	1.507	16627202	33.05	15325565	1.08	18.20
2	1.699	19738041	39.24	19711113	1.00	18.10
3	1.891	13937531	27.71	14004642	0.99	18.20
		50302774	100.00	49041320		

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 10/20/2011 2:43:28 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 35L.QGD
 Org Data File : C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 35L.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\IE_THANOL.qgm
 Org Method File : C:\GCMSsolution\METODA ANALYSIS\IE_THANOL.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Report\Pestisida PdgPanjang\Spl_263.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1\Ethanol.qgt
 Comment]
 Spl 35L
 Modified by : Admin
 Modified : 10/20/2011 2:52:31 PM

Chromatogram Penelitian Mahasiswa C:\GCMSsolution\Sample\Rika_Fermentasi\Spl 35L.QGD
 Top Position



Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Peak Report TIC A/H Mark Name	Base m/z
1	0.933	30375	0.07	11279	2.69	18.20
2	1.525	5852313	14.19	5706828	1.02	18.15
3	1.716	21046892	51.03	20289893	1.03	18.10
4	1.908	14317989	34.71	14007636	1.02	18.15
		41247569	100.00	40015636		