



**SINTESIS BIOETANOL DARI LIMBAH BIJI DURIAN
(*Durio zibethinus*) DENGAN VARIASI pH PADA
PROSES FERMENTASI**

Tugas Akhir
Disajikan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Studi Diploma III
Untuk memperoleh gelar Ahli Madaia

Oleh
Elli Prastyo
5251308004

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2011**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir

Judul : Sintesi Bioetanol dari Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus*)
Dengan Variasi pH pada Proses Fermentasi

Nama : Elli Prastyo NIM : 5251308004

Telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian tugas akhir

Pembimbing

Prima Astuti Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197203252000032001

PENGESAHAN KELULUSAN

Tugas Akhir

Judul : Sintesi Bioetanol dari Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus*)

Dengan Variasi pH pada Proses Fermentasi

Nama : Elli Prastyo NIM : 5251308004

Telah dipertahankan dalam sidang ujian tugas akhir Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Dekan,

Ketua Program Studi,

Drs. Abdurrahman, M.Pd.
NIP. 196009031985031002

Prima Astuti Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197203252000032001

Penguji

Pembimbing

Astrilia Damayanti, S.T., M.T.
NIP. 197309082006042001

Prima Astuti Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197203252000032001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ Setetes tinta bisa membuat sejuta orang untuk berfikir.
- ❖ Jangan tanyakan apa yang Negara berikan untuk kita tapi tanyakan apa yang telah kita berikan untuk Negara.
- ❖ Hiasilah kehidupan ini dengan senyuman karena ia melambangkan sebuah kehidupan yang harmonis.
- ❖ Sediakanlah waktu tertawa karena tertawa itu musiknyanya jiwa, Sediakanlah waktu untuk berfikir karena berfikir itu pokok kemajuan, sediakanlah waktu untuk beramal karena beramal itu pangkal kejayaan, dan sediakanlah waktu beribadat karena beribadat itu adalah ibu dari segala ketenangan jiwa.

PERSEMBAHAN

- ❖ Seiring syukur dan ridho ALLAH SWT, karyaku ini kupersembahkan kepada Bapak dan Ibu tercinta, sebagai perwujudan Dharma Bakti Ananda.
- ❖ Dosen Teknik Kimia DIII
- ❖ Keluarga tercinta dan Teman-teman Teknik Kimia DIII.

INTISARI

Prastyo, Elly. 2011. *Sintesis Bioetanol dari Limbah Biji Durian (Durio zibethinus) Dengan Variasi pH pada Proses Fermentasi*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Kimia DIII, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Cadangan minyak bumi yang semakin menipis seiring dengan meningkatnya konsumen menyebabkan melonjaknya harga BBM dan krisis energi. Oleh karena itu perlu sumber energi alternatif antara lain bioetanol. Bioetanol dapat dibuat dari bahan yang bersumber dari karbohidrat, sukrosa, dan selulosa. Biji durian mempunyai kandungan pati sebesar 43,6% sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol.

Bioetanol dari biji durian (*Durio zibethinus*) dilakukan melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Bahan (biji durian) diproses hingga menjadi tepung biji durian. Tepung biji durian dihidrolisis menggunakan larutan H_2SO_4 0.3M dengan perbandingan 1 : 10. Proses hidrolisis dilakukan pada suhu $100^{\circ}C$ selama 1 jam dan diaduk dengan menggunakan magnetik stirrer. Sebelum difermentasi ekstrak hasil hidrolisis dilakukan pengaturan pH menggunakan NaOH hingga mencapai pH 4,5 dan pH 2 dengan penambahan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 9% dari volume larutan. Fermentasi dilakukan secara anaerob selama 4 hari. Larutan hasil fermentasi didistilasi pada suhu $78-88^{\circ}C$. Etanol yang diperoleh kemudian dilakukan uji GC-MS untuk mengetahui komponen yang terdapat dalam bioetanol.

Hasil percobaan pembuatan bioetanol dari biji durian (*Durio zibethinus*) melalui fermentasi ragi roti menghasilkan rendemen sebesar 5,8% pada variabel pH 4,5 dan 1,6% pada variabel pH 2, kadar etanol 99,21% pada variabel pH 4,5 dan kadar etanol 100% pada variabel pH 2.

KATA PENGANTAR

Penulis bersyukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan sebuah karunia besar sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Sintesis Bioetanol dari Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus*) Dengan Variasi pH pada Proses Fermentasi” dengan lancar. Tugas akhir ini diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Universitas Negeri Semarang.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari partisipasi dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang besar kepada:

1. Drs. Abdurrahman, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Prima Astuti Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia DIII Universitas Negeri Semarang dan pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan tugas akhir.
3. Astrilia Damayanti, S.T., M.T., selaku penguji tugas akhir yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir.
4. Teman-teman seperjuangan teknik kimia unnes yang selalu memberi semangat dan masukan dalam membantu menyelesaikan tugas akhir.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir.

Saya menyadari bahwa karya ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharap sumbangan saran dan kritik untuk perbaikan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat menambah wawasan bagi pembaca.

Semarang, 9 Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Persetujuan Pembimbing	ii
Pengesahan Kelulusan.....	iii
Motto dan Persembahan	iv
Intisari	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Etanol Sebagai Biofuel	4
2.2 Durian	7
2.3 Potensi dan Kandungan Biji Durian.....	9
2.4 Hidrolisis	10
2.5 Fermentasi	13
2.6 Distilasi	15
2.7 Ragi Roti	16
BAB III PROSEDUR KERJA	
3.1 Alat	18
3.1.1 Alat Proses Pembuatan Tepung Biji Durian	18
3.1.2 Alat Proses Hidrolisis	18
3.1.3 Alat Proses Fermentasi	18
3.1.4 Alat Proses Distilasi	19

3.2 Bahan	19
3.3 Rangkaian Alat	19
3.3.1 Hidrolisa	19
3.3.2 Fermentasi	20
3.3.3 Distilasi	20
3.4 Cara Kerja	21
3.4.1. Pembuatan Tepung Biji Durian	21
3.4.2. Proses Hidrolisis Tepung Biji Durian	21
3.4.3. Fermentasi	21
3.4.4. Distilasi	22
3.4.5. Analisa Kandungan Etanol dari Biji Durian	22
3.4.6. Uji Densitas Bioetanol pada 20°C dan 25°C	22
3.4.7. Uji Viskositas Bioetanol pada 20°C	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pembuatan Tepung Biji Durian.....	23
4.2 Hidrolisis	24
4.3 Pembuatan Starter	25
4.4 Fermentasi	25
4.4.1 Fermentasi pH 4,5.....	25
4.4.2 Fermentasi pH 2	27
4.5 Distilasi	27
4.6 Produk Bioetanol	28
4.6.1 Fermentasi pH 4,5.....	28
4.6.2 Fermentasi pH 2.....	29
4.6.3 Sifat Fisik Bioetanol.....	29
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	31
5.1 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Sifat Fisik Alkohol	5
2.2 Spesifikasi Uji Bioetanol Sesuai SNI 7390:2008	6
2.3 Klasifikasi Ilmiah Buah Durian	9
2.4 Kandungan Nutrisi Dalam 100 gram Biji Durian.....	10
2.5 Perbandingan Antara Hidrolisis Asam dan Enzimatik.....	13
4.1 Hasil Sintesis Bioetanol Biji Durian pH 4,5.....	29
4.2 Perbandingan Sifat Fisik Etanol yang Dibandingkan dengan Penelitian Rizani (2000) dan SNI	30

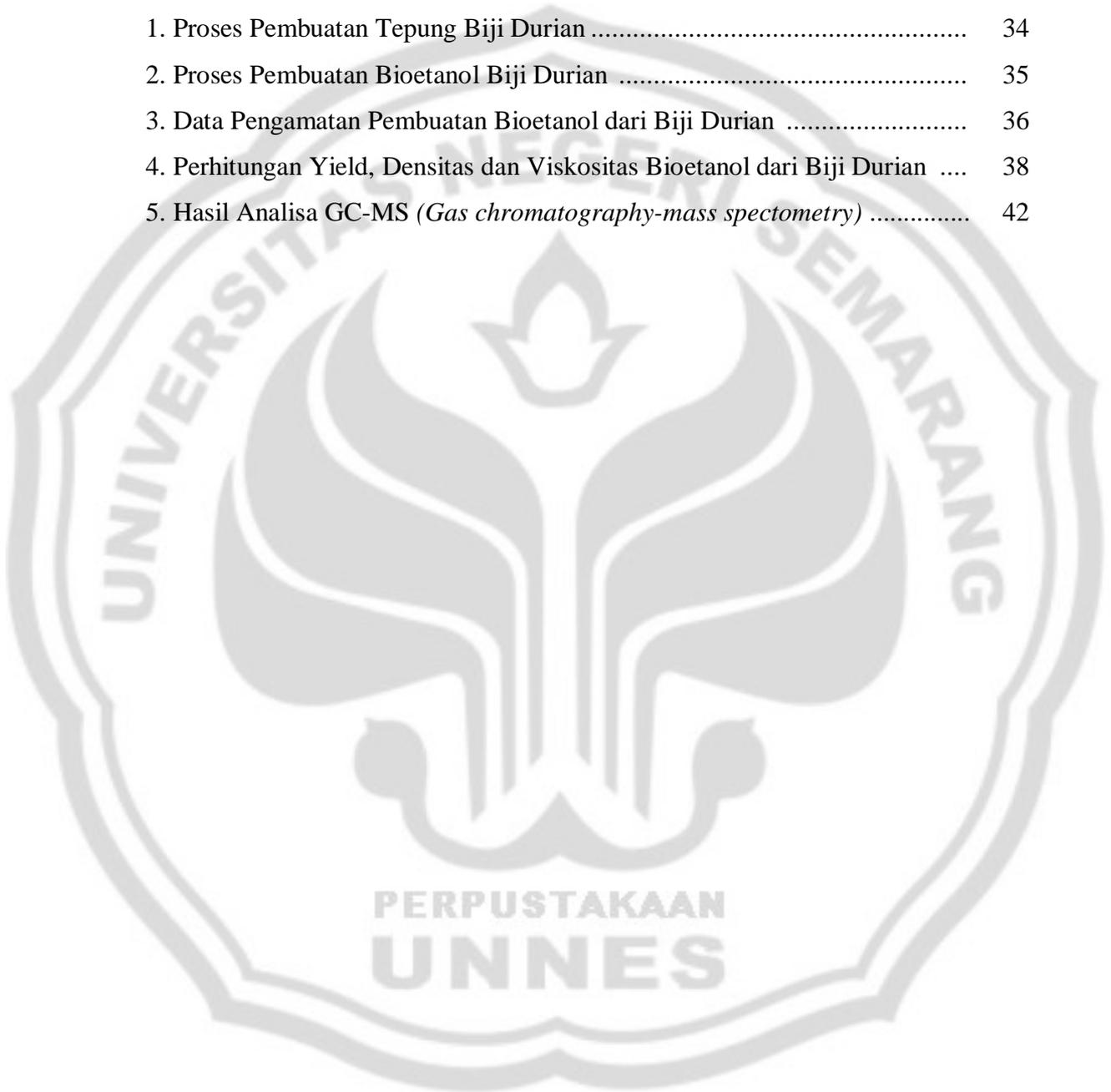


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Buah Durian	8
2.2 Biji Durian	9
3.1 Rangkaian Alat Proses Hidrolisis	19
3.2 Rangkaian Alat Proses Fermentasi	20
3.3 Rangkaian Alat Proses Distilasi.....	20
4.1 Perubahan Warna pada Proses Sebelum dan Sesudah Hidrolisis	25
4.2 Perubahan Warna Sebelum dan Sesudah Proses Fermentasi	26
4.3 Perubahan Warna Sebelum dan Sesudah Proses Distilasi	27
4.4 Kromatogram GC-MS Bioetanol Biji Durian Fermentasi pH 4,5	28
4.5 Kromatogram GC-MS Bioetanol Biji Durian Fermentasi pH 2	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses Pembuatan Tepung Biji Durian	34
2. Proses Pembuatan Bioetanol Biji Durian	35
3. Data Pengamatan Pembuatan Bioetanol dari Biji Durian	36
4. Perhitungan Yield, Densitas dan Viskositas Bioetanol dari Biji Durian	38
5. Hasil Analisa GC-MS (<i>Gas chromatography-mass spectometry</i>)	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi dan bertambahnya penduduk, kebutuhan bahan bakar juga semakin meningkat. Bahan bakar fosil yang ada saat ini tidak dapat diharapkan dalam jangka waktu yang lama. Indonesia pada tahun 2002 cadangan minyak bumi sekitar 5 miliar barrel, gas bumi sekitar 90 TSCF, dan batubara sekitar 5 miliar ton. Apabila tidak ditemukan cadangan baru, minyak bumi diperkirakan akan habis dalam waktu kurang dari 10 tahun, gas bumi 30 tahun, dan batubara akan habis sekitar 50 tahun. (Nurfiana dkk, 2009)

Diantara bahan bakar alternatif yang saat ini dikembangkan adalah bioetanol. Bioetanol memiliki sifat mudah terbakar dan memiliki kalor-bakar netto yang besar, yaitu kira-kira 2/3 dari kalor bakar netto bensin. Pada suhu 25°C dan tekanan 1 bar, kalor bakar netto etanol adalah 21,03 MJ/liter sedangkan bensin 30 MJ/liter. Etanol murni juga dapat larut sempurna dalam bensin dalam segala perbandingan dan merupakan komponen pencampur beroktan tinggi. (Nurfiana dkk, 2009).

Bioetanol sebagai bahan bakar alternatif mempunyai banyak kelebihan daripada bahan bakar fosil. Selain sebagai bahan bakar alternatif, bioetanol juga dapat digunakan sebagai pencampur bensin dengan kadar etanol sebesar 10% yang sering disebut gasohol E-10. Bioetanol juga digunakan didalam dunia kesehatan sebagai antiseptik, sebagai bahan bakar roket, dan sebagai pelarut untuk parfum ataupun industri cat.

Bioetanol dapat dibuat dari bahan-bahan bergula, berpati (karbohidrat), ataupun berserat seperti singkong atau ubi kayu, tebu, nira, ubi jalar, jagung, ganyong dan lain-lain. Hampir semua tanaman yang disebutkan diatas merupakan tanaman yang sudah tidak asing lagi, karena mudah ditemukan dan beberapa tanaman tersebut digunakan sebagai bahan pangan (Assegaf, 2009).

Durian merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan yang telah lama dikenal oleh masyarakat yang pada umumnya dimanfaatkan daging buahnya saja.

Tanaman durian di Indonesia mempunyai potensi besar dalam pengembangannya karena iklim yang mendukung. Buah durian menghasilkan limbah berupa kulit dan biji durian yang dapat menimbulkan bau tidak sedap dan mengganggu lingkungan. Kulit durian sendiri telah banyak dimanfaatkan untuk membuat briket sebagai pengganti minyak tanah, sedangkan biji durian belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Biji durian (*Durio Sp*) mempunyai kadar amilum 43,6 % untuk biji durian segar dan 46,2 % untuk biji yang sudah masak (Nurfiana dkk, 2009). Ini merupakan angka yang potensial guna pengolahan amilum menjadi bioetanol.

Proses fermentasi merupakan salah satu tahapan dalam sintesis bioetanol. Proses fermentasi dilakukan dengan bantuan ragi roti (*Saccharomyces cerivisiae*), karena jenis ini dapat berproduksi tinggi dan toleran terhadap alkohol yang cukup tinggi (Winarno, F.G, 2004). Hal yang mempengaruhi dalam proses fermentasi salah satunya adalah pH larutan fermentasi. Larutan fermentasi yang terlalu asam atau terlalu basa akan menghambat proses fermentasi. Kondisi yang optimum dalam proses fermentasi dilakukan pada kisaran pH 4-5 dengan suhu 10-32⁰C (Winarno, F.G, 2004). Dari uraian diatas, maka saya tertarik untuk melakukan percobaan memanfaatkan limbah biji durian menjadi bioetanol dengan variasi pH 2 dan 4,5 pada proses fermentasi sebagai tugas akhir saya.

1.2. Permasalahan

- a. Bagaimana pengaruh pH pada proses fermentasi dalam pembuatan bioetanol biji durian?
- b. Bagaimana karakteristik (densitas, kadar etanol) bioetanol yang dihasilkan dari biji durian?
- c. Berapa rendemen yang diperoleh dari pembuatan bioetanol biji durian?

1.3. Tujuan

- a. Memperoleh pengaruh pH glukosa pada proses fermentasi terhadap bioetanol yang dihasilkan
- b. Mengetahui karakteristik bioetanol yang dihasilkan dari biji durian.

- c. Mengetahui rendemen yang dihasilkan dari bioetanol biji durian.

1.4. Manfaat

- a. Memberikan solusi adanya krisis energi dengan menggunakan bahan bakar bioetanol sebagai pengganti BBM.
- b. Pemanfaatan limbah biji durian yang belum dimanfaatkan secara maksimal menjadi bioetanol.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Etanol Sebagai Biofuel

Etanol disebut juga etil alkohol, merupakan cairan yang tidak stabil, mudah terbakar dan tidak berwarna. Etanol merupakan alkohol rantai lurus dengan rumus molekul C_2H_5OH . Rumus molekul tersebut dapat dinotasikan sebagai CH_3-CH_2-OH adanya gugus metil (CH_3-) berikatan dengan gugus metylene ($-CH_2-$) dan gugus hidroksil ($-OH$). Etanol adalah salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan, dan menghasilkan gas emisi karbon yang rendah dibandingkan dengan bensin atau sejenisnya (sampai 85% lebih rendah). Melihat dari beberapa negara maju yang telah lebih dahulu mengembangkan etanol sebagai biofuel, Indonesia tidak mau tertinggal untuk turut serta mengembangkan etanol sebagai bahan bakar alternatif. Bioetanol adalah bahan bakar yang berasal dari sumber hayati. Bahan baku pembuatan bioetanol dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu (Khairani, 2007) :

a. Bahan sukrosa

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

b. Bahan berpati

Bahan-bahan yang termasuk kelompok ini adalah bahan-bahan yang mengandung pati atau karbohidrat. Bahan-bahan tersebut antara lain ubi ganyong, biji sorgum, biji jagung, garut, 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, dan lain-lain.

Etanol digunakan dalam minuman beralkohol dan sebagai bahan bakar biasanya dihasilkan melalui proses fermentasi. Dalam proses fermentasi

digunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) yang mampu mengubah glukosa menjadi etanol dan hasil samping berupa karbondioksida. Melalui proses ini, kadar etanol yang dihasilkan mencapai 15 % volume. Untuk membuat etanol dari zat tepung amilum seperti biji-bijian, amilum harus dipecah terlebih dahulu menjadi glukosa. Agar hidrolisis amilum menjadi glukosa menjadi lebih cepat, dapat ditambahkan katalis berupa asam sulfat. Pada tabel 2.1 disajikan sifat fisik dari bioetanol.

Table 2.1 Sifat Fisik Alkohol

Sifat fisik alkohol (Etanol)	Nilai Sifat Fisik Alkohol (Etanol)
Berat molekul	46,7
Titik beku	-114,15°C
Titik didih	78,5°C
Panas penguapan pada 70°C	4,64 kJ/kg
Panas penguapan pada 80°C	855,66 kJ/kg
Panas penguapan pada 100°C	900,83 kJ/kg
Konduktivitas panas (20°C)	18 μ w.m-1
Panas pembakaran	1.3700,82 kJ/mol
Viskositas (20°C)	1.17 mPa
Tegangan muka	22,03 mN/m
Indeks bias (20°C)	1.36048
Massa jenis	0,78942

(Sumber : Rizani, 2000)

Secara umum proses pengolahan bioetanol dari bahan berpati seperti ubi kayu, jagung dan sagu untuk menghasilkan bioetanol dilakukan melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Proses hidrolisis adalah proses konversi pati menjadi glukosa. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Prinsip dari hidrolisis pati pada dasarnya adalah pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa ($C_6H_{12}O_6$). Pemutusan rantai polimer tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya secara enzimatik, kimiawi ataupun kombinasi keduanya. Hidrolisis secara enzimatik memiliki perbedaan mendasar dibandingkan hidrolisis secara kimiawi dan fisik dalam hal pemutusan rantai

polimer pati. Hidrolisis secara kimiawi dan fisik akan memutus rantai polimer secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatis akan memutus rantai polimer secara spesifik pada percabangan tertentu.

Tahap kedua adalah proses fermentasi untuk mengkonversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO₂. Fermentasi etanol adalah perubahan 1 mol gula menjadi 2 mol etanol dan 2 mol CO₂. Khamir yang sering digunakan dalam fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae*, karena jenis ini dapat berproduksi tinggi, toleran terhadap alkohol yang cukup tinggi (12-18% v/v), tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan fermentasi pada suhu 4-32°C.

Tahap ketiga adalah distilasi untuk memisahkan etanol dari air dan zat pengotor lainnya. Distilasi merupakan pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya. Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C. Dengan memanaskan larutan pada suhu rentang 78–100°C dapat mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi dapat dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume.

Tabel 2.2 Spesifikasi Uji Bioetanol Sesuai SNI 7390:2008

No	Sifat	Unit. Min/ Maks	Spesifikasi
1.	Kadar etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)
2.	Kadar methanol	mg/l, maks	300
3.	Kadar air	%-v, maks	1
4.	Kadar denaturasi	%-v, min	2
		%-v, maks	5
5.	Kadar tembaga (Cu)	mg/kg, maks	0,1
6.	Densitas 25°C	g/mL	0,790
7.	Keasaman sebagai CH ₂ COOH	mg/l, maks	30
8.	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
9.	Kadar ion klorida (Cl)	mg/l,maks	40
10.	Kandungan belerang (S)	mg/l,maks	50
11.	Kadar getah (gum), dicuci	mg/100 mL, maks	5,0
12.	pH		6,5-9,0

(Sumber: Prihandana dkk, 2007)

Sebagai salah satu bukti keseriusan pemerintah dalam mengembangkan bahan bakar alternatif (biofuel) adalah dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden Nomor 5 tahun 2006 tentang Kebijakan bahan bakar Nasional yang menargetkan penggunaan Biofuel 5 % pada tahun 2025 yang ditindaklanjuti dengan sejumlah peraturan dan kebijakan untuk pengembangan biofuel. Karakteristik etanol sebagai biofuel adalah sebagai berikut:

- a) Memiliki angka oktan yang tinggi
- b) Mampu menurunkan tingkat opasitas asap, emisi partikulat yang membahayakan kesehatan, dan emisi CO serta CO₂.
- c) Mirip dengan bensin, sehingga penggunaanya tidak memerlukan modifikasi mesin.
- d) Tidak mengandung senyawa timbal.

2.2. Durian

Durian merupakan pohon tahunan, hijau abadi (pengguguran daun tidak tergantung musim) tetapi ada saat tertentu untuk menumbuhkan daun-daun baru yang terjadi setelah masa berbuah selesai. Tumbuh tinggi dapat mencapai ketinggian 25–50 m tergantung spesiesnya. Daun berbentuk jorong hingga lanset, terletak berseling, bertangkai, berpangkal lancip atau tumpul dan berujung lancip melandai, sisi atas berwarna hijau terang, sisi bawah tertutup sisik-sisik berwarna perak atau keemasan dengan bulu-bulu bintang.

Buah durian bertipe kapsul berbentuk bulat, bulat telur hingga lonjong, dengan panjang hingga 25 cm dan diameter hingga 20 cm. Kulit buahnya tebal, permukaannya bersudut tajam, berwarna hijau kekuning-kuningan, kecoklatan, hingga keabu-abuan.

Buah berkembang setelah pembuahan dan memerlukan 4-6 bulan untuk pemasakan. Pada masa pemasakan terjadi persaingan antarbuah pada satu kelompok, sehingga hanya satu atau beberapa buah yang akan mencapai kemasakan, dan sisanya gugur. Buah akan jatuh sendiri apabila masak. Pada

umumnya berat buah durian dapat mencapai 1,5 hingga 5 kilogram, sehingga kebun durian menjadi kawasan yang berbahaya pada masa musim durian. Apabila jatuh di atas kepala seseorang, buah durian dapat menyebabkan cedera berat atau bahkan kematian.



Gambar 2.1 Buah Durian

Durian merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan yang telah lama dikenal oleh masyarakat yang pada umumnya dimanfaatkan sebagai buah saja, sebelumnya hanya tanaman liar dan terpencair - pencair di hutan raya " Malesia " (Rukmana, 1996), tepatnya Asia Tenggara pada daerah yang mempunyai iklim tropis basah terutama Indonesia. Pusat keanekaragaman genetiknya terdapat di Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah, kemudian menyebar keseluruh Asia hingga pada akhirnya sampai wilayah Jawa. Para ahli menafsirkan, dari daerah asal tersebut durian menyebar hingga keseluruh Indonesia, kemudian melalui Muangthai menyebar ke Birma, India, dan Pakistan. Adanya penyebaran sampai sejauh itu karena pola kehidupan masyarakat saat itu tidak menetap (Rukmana, 1996). Hingga pada akhirnya para ahli menyebarluaskan tanaman durian ini kepada masyarakat yang sudah hidup secara menetap. Di Indonesia varietas durian yang tumbuh sangat banyak jumlahnya dengan penampilan buah dan rasa yang bervariasi. Menteri Pertanian telah melepas 28 varietas durian yang unggul, baik berdasarkan pohon induknya, produksi dan kualitas buahnya, serta

ketahanannya terhadap penyakit (Rukmana, 1996). Pada tabel 2.3 dibawah ini dijelaskan klasifikasi dari tanaman durian.

Tabel 2.3. Klasifikasi Ilmiah Buah Durian

Klasifikasi	Keterangan
Kingdom	Plantae
Divisi	Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub Divis	Angiospermae (biji tertutup)
Kelas	Dicotyledonae (berkeping dua)
Ordo	Malvaceae
Genus	Durio
Spesies	D. ziberthinus

(sumber:Rukmana, 1996)

2.3. Potensi dan Kandungan Biji Durian

Biji durian memiliki kandungan pati cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai alternatif pengganti makanan (dapat dibuat bubur yang dicampur daging buahnya), kulit dipakai sebagai bahan abu gosok, dengan cara dijemur sampai kering dan dibakar sampai hancur.

Tanaman durian pada umur sekitar 8 tahun sudah mulai berbunga. Musim berbunga jatuh pada waktu kemarau, yaitu bulan Juni-September sehingga bulan Oktober-Februari buah sudah dewasa dan siap dipetik. Jumlah durian yang dapat dipanen dalam satu pohon adalah 60-70 butir per pohon per tahun dengan bobot rata-rata 2,7 kg. Jumlah produksi durian di Filipina adalah 16.700 ton (2.030 ha), di Malaysia 262.000 ton (42.000 ha) dan di Thailand 444.500 ton (84.700 ha) pada tahun 1987-1988. Indonesia pada tahun yang sama menghasilkan 199.361 ton (41.284 ha) dan pada tahun 1990 menghasilkan 275.717 ton (45.372 ha).



Gambar 2.2 Biji Durian

Dengan potensi durian yang demikian besar di Indonesia maupun di dunia, akan sangat disayangkan jika biji durian (Pongge) yang sering dianggap limbah tidak dimanfaatkan untuk sesuatu yang lebih besar manfaatnya seperti untuk pembuatan bioetanol. Kandungan nutrisi dalam 100 gram biji durian ditunjukkan dalam tabel 2.4. Dari tabel 2.4 dibawah ini terlihat kandungan karbohidrat (amilum) dalam biji durian cukup tinggi yaitu 43,6 % untuk biji segar dan 46,2 % untuk biji yang sudah diolah. Ini merupakan angka yang potensial untuk pengolahan amilum menjadi etanol.

Tabel 2.4. Kandungan Nutrisi Dalam 100 gram Biji Durian

Zat	Per 100 gram biji segar (mentah) tanpa kulitnya	Per 100 gram biji telah dimasak tanpa kulitnya
Kadar air	51,5 g	51,1 g
Lemak	0,4 g	0,2-0,23 g
Protein	2,6 g	1,5 g
Karbohidrat total	43,6 g	43,2 g
Serat kasar		0,7-0,71 g
Nitrogen		0,297 g
Abu	1,9 g	1,0 g
Kalsium	17 mg	3,9-88,8 mg
Pospor	68 mg	86,65-87 mg
Besi	1,0 mg	0,6-0,64 mg
Natrium	3 mg	
Kalium	962 mg	
Beta karotin	250 µg	
Riboflavin	0,05 mg	0,05-0,052 mg
Thiamin		0,03-0,032 mg
Niacin	0,9 mg	0,89-0,9 mg

(Nurfiana dkk, 2009)

terlaksana secara acak, dan sebagian gula yang dihasilkan berupa gula pereduksi, maka pengukuran kandungan gula pereduksi tersebut dapat dijadikan alat pengontrol kualitas hasil. Proses hidrolisis yang sempurna dapat terjadi apabila polisakarida seluruhnya dikonversi menjadi dekstroza derajat konversi, dinyatakan dengan dekstroksa ekivalen (DE) dari larutan tersebut diberi indeks 100, polisakarida yang belum sama sekali terhidrolisis memiliki DE =0 (Winarno, FG, 2004). Jenis asam yang digunakan untuk proses hidrolisis antara lain:

a. Asam sulfat

Mempunyai rumus H_2SO_4 , merupakan asam mineral yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua kepekatan.

b. Asam oksalat

Senyawa kimia yang mempunyai rumus $H_2C_2O_4$ dengan nama sintesis asam etadinoat. Merupakan asam organik yang 10.000 kali lebih kuat daripada asam asetat. Banyak ion logam yang membentuk endapan tak larut dengan asam oksalat.

c. Asam klorida

Asam klorida mengandung tidak kurang dari 35,5% dan tidak lebih dari 38,8% HCl. Asam klorida merupakan asam mineral kuat tidak berwarna, berasap, jika diencerkan dengan 2 bagian air, asam dan bau hilang.

Pada penelitian hidrolisis pati ganyong menggunakan tiga jenis asam yaitu asam sulfat (H_2SO_4), asam nitrat (HNO_3) dan asam klorida (HCl). Dengan variasi konsentrasi 3%, 4%, 5%, 6% dan 7%. Hidrolisis dilakukan pada suhu $120^\circ C$, bahwa hidrolisis pati dengan asam memerlukan suhu tinggi, yaitu $120-160^\circ C$. Dari ketiga jenis katalis asam yang digunakan untuk menghidrolisis pati ganyong, didapatkan hasil yang paling optimum untuk menghasilkan gula pereduksi tertinggi yaitu menggunakan katalis asam HNO_3 pada konsentrasi 7% (v/v) yang dapat menghasilkan gula pereduksi sebesar 48090 ppm (Putri, 2008).

2.4.2. Hidrolisis Enzimatik

Proses hidrolisis enzimatik yaitu dengan dengan enzim. Teknik ini dikenal dengan teknik Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah (*Separated Hydrolysis and*

Fermentation). Hidrolisis dengan enzim tidak membuat atau menghasilkan kondisi lingkungan yang kurang mendukung proses biologi/fermentasi seperti pada hidrolisis dengan asam. Kondisi ini memungkinkan untuk dilakukan tahapan hidrolisis dan fermentasi secara bersamaan yang dikenal dengan *Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)*. Teknik ini menggunakan kombinasi enzim selulase dan mikroorganisme fermentasi, gula yang dihasilkan dari hidrolisis enzim selulosa dapat secara segera diubah menjadi etanol oleh mikroba. Hidrolisis enzimatik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis asam, seperti diperlihatkan dalam tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.5. Perbandingan antara hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatik

Variabel Pembanding	Hidrolisis Asam	Hidrolisis Enzimatik
Kondisi hidrolisis yang ‘lunak’ (mild)	Tidak	Ya
Hasil hidrolisis tinggi	Tidak	Ya
Penghambatan produk selama hidrolisis	Tidak	Ya
Pembentukan produk samping yang menghambat	Ya	Tidak
Katalis yang murah	Ya	Tidak
Waktu hidrolisis yang murah	Ya	Tidak

(Tahezadeh, 2006)

2.5. Fermentasi

Istilah fermentasi berasal dari kata *fervere* (yunani) yang berarti mendidih, dan ini digunakan untuk menunjukkan adanya aktivitas yeast pada ekstraksi buah-buahan, malt, dan biji-bijian. Keadaan seperti mendidih ini terjadi karena terbentuknya gelembung-gelembung CO₂ akibat proses katabolisme gula dalam ekstrak secara anaerob. Secara biokimia, fermentasi dapat diartikan sebagai suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi produk oleh sel mikroba.

2.5.1. Proses Fermentasi Alkohol

Fermentasi alkohol merupakan proses pembuatan alkohol dengan memanfaatkan aktivitas yeast. Proses fermentasi adalah secara anaerob, yaitu mengubah glukosa menjadi alkohol. Mekanisme reaksi fermentasi alkohol adalah

pertama tepung biji durian dihidrolisa menjadi glukosa. Glukosa yang dihasilkan difermentasi menjadi alkohol. Persamaan reaksinya adalah :



Syarat-syarat yeast yang dapat digunakan dalam proses fermentasi adalah :

- Mempunyai kemampuan tumbuh dan berkembang biak dengan cepat dalam substrat yang sesuai.
- Dapat menghasilkan enzim dengan cepat untuk mengubah glukosa menjadi alkohol.
- Mempunyai daya fermentasi yang tinggi terhadap glukosa, fruktosa, galaktosa, dan maltosa.
- Mempunyai daya tahan dalam lingkungan dalam kadar alkohol yang relatif tinggi.
- Tahan terhadap mikroba lain

2.5.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi

a. Kadar gula

Bahan dengan konsentrasi gula yang tinggi mempunyai efek negatif pada yeast, baik pada pertumbuhan maupun aktivitas fermentasi. Kadar glukosa yang baik berkisar antara 10–18 %. Kadar glukosa yang terlalu pekat dapat menyebabkan aktivitas enzim terhambat sehingga waktu fermentasi menjadi lama, hal tersebut mengakibatkan terdapat sisa gula yang tidak terpakai, dan jika terlalu encer alkohol yang dihasilkan berkadar rendah.

b. Nutrisi (zat gizi)

Dalam kegiatannya ragi memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan yeast, misalnya :

- Unsur C : ada pada karbohidrat
- Unsur N : dengan penambahan pupuk yang mengandung nitrogen, ZA, Urea.
- Unsur P : penambahan pupuk fospat dari NPK, TSP, DSP dll

c. Keasaman (pH)

Untuk fermentasi alkohol, ragi memerlukan media suasana asam, yaitu antara pH 4–5. Pengaturan pH dilakukan penambahan NaOH bila larutan terlalu asam. Proses fermentasi akan berlangsung dalam waktu yang singkat dan tidak maksimal jika pH fermentasi kurang dari 4 karena larutan masih terlalu asam. Kondisi fermentasi pada pH lebih dari 5 juga tidak berjalan maksimal karena larutan fermentasi mendekati pH netral. Salah satu syarat proses fermentasi dapat berjalan adalah kondisi asam pada larutan fermentasi.

d. Temperatur

Suhu berpengaruh terhadap proses fermentasi melalui dua hal secara langsung yaitu mempengaruhi aktivitas enzim dan mempengaruhi hasil alkohol secara langsung karena adanya penguapan. Seperti proses biologis (enzimatik) yang lain, kecepatan fermentasi akan bertambah sesuai dengan suhu optimum yang berkisar antara 27–30°C. Pada waktu fermentasi, terjadi kenaikan panas yang cukup tinggi. Untuk mencegah suhu fermentasi tidak naik, maka perlu pendinginan supaya suhu dipertahankan tetap 27-30°C.

e. Volume starter

Pada umumnya volume starter yang digunakan sekitar 5% dari volume larutan fermentasi. Hal ini dikarenakan pada volume starter yang lebih kecil dari 5% kecepatan fermentasi menurun, sedangkan pada volume starter yang lebih besar dari 5% keaktifan yeast berkurang karena alkohol yang terbentuk pada awal fermentasi sangat banyak sehingga fermentasi lebih lama dan banyak glukosa yang tidak terfermentasikan.

f. Udara

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobik (tanpa udara). Namun demikian, udara diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi, untuk pengembangbiakan ragi sel.

2.6. Distilasi

Distilasi atau penyulingan adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali, yaitu untuk memisahkan campuran dua atau lebih zat cair ke dalam fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didihnya. Dalam penyulingan,

campuran zat dididihkan sehingga menguap dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Distilasi etanol dapat diartikan memisahkan etanol dengan air.

Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C (Kondisi standar). Melalui proses pemanasan larutan pada suhu 78–100°C dapat mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume. Terdapat dua tipe proses distilasi yang banyak diaplikasikan, yaitu *continuous-feed distillation column system* dan *pot-type distillation system*.

2.7. Ragi Roti (*Saccharomyces Cereviseae*)

2.7.1. Pengertian

Saccharomyces adalah genus dalam kerajaan jamur yang mencakup banyak jenis ragi. *Saccharomyces* berasal dari bahasa latin yang berarti gula jamur. Banyak anggota dari genus ini dianggap sangat penting dalam produksi makanan, salah satu contohnya adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam pembuatan anggur, roti, dan bir atau alkohol (Fadly, 2000).

Jamur *Saccharomyces cerevisiae* atau di Indonesia lebih dikenal dengan nama jamur ragi, telah memiliki sejarah dalam industri fermentasi. Jamur ragi ini memiliki kemampuan dalam menghasilkan alkohol, sehingga disebut sebagai mikroorganisme aman (*Generally Regarded as Safe*) yang paling komersial saat ini (Fadly, 2000).

2.7.2. Taksonomi *Saccharomyces Cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae termasuk dalam kelas *Saccharomycetes* dan family *Saccharomycetaceae*. Taksonomi dari *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut (Hansen, 1838) :

Kingdom : *Fungi*
Phylum : *Ascomycota*
Subphylum : *Saccharomycotina*

Kelas : *Saccharomycetes*
Ordo : *Saccharomycetales*
Famili : *Saccharomycetaceae*
Sub. famili : *Saccharoicoideae*
Genus : *Saccharomyces*
Species : *S. cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae merupakan organisme uniseluler yang bersifat mikroskopis dan disebut sebagai jasad sakarolitik, yaitu menggunakan gula sebagai sumber karbon untuk metabolisme. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki sejumlah gula, diantaranya sukrosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, dan maltosa (Assegaf, 2009).

Saccharomyces cerevisiae adalah salah satu mikroorganisme yang paling banyak digunakan pada fermentasi alkohol karena dapat berproduksi tinggi, tahan terhadap kadar alkohol yang tinggi, tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan aktivitasnya pada suhu 4–36°C (Kartika dkk,1992).

Ada beberapa jenis mikroba lain yang mempunyai kemampuan untuk menghasilkan etanol, namun hampir 95% fermentasi melibatkan jenis *Saccharomyces cerevisiae*. Gula jamur ini dipilih karena tahan terhadap konsentrasi asam yang relatif tinggi (Assegaf, 2009). Fungsi dari ragi roti pada adonan adalah (Darwindra, 2008)

- *Leavening agent* (pengembang adonan), ragi mengonsumsi gula dan mengubahnya menjadi gas karbondioksida, sehingga adonan mengembang
- Memproses gluten (protein pada tepung) sehingga dapat membentuk jaringan yang dapat menahan gas karbondioksida keluar

Menghasilkan *flavor* (aroma dan ras) pada adonan. Hal ini disebabkan karena selama fermentasi ragi juga menghasilkan sejenis etanol yang dapat memberikan aroma khusus

BAB III

PROSEDUR KERJA

3.1. Alat

3.1.1. Proses Pembuatan Tepung Biji Durian

- a) Mortar
- b) Blender
- c) Oven
- d) Beaker glass

3.1.2. Proses Hidrolisis

- a) Seperangkat alat refluks
- b) Labu alas bulat
- c) Pompa air
- d) Penangas minyak
- e) Magnetic stirrer
- f) Termometer
- g) Pipet volume
- h) Ball filler
- i) Gelas ukur
- j) Gelas arloji
- k) Beaker glass
- l) Hot plate
- m) Statif
- n) klem

3.1.3. Proses Fermentasi

- a) Selang plastik
- b) Botol / tempat untuk fermentasi
- c) Botol / tempat penampung gas CO₂
- d) Spatula

- e) Gelas arloji
- f) Beaker glass 500 mL

3.1.4. Proses Distilasi

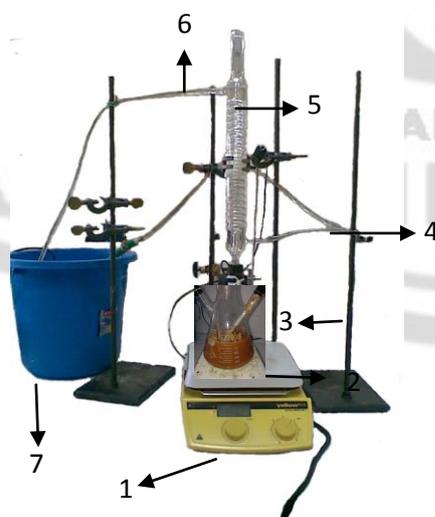
- a) Seperangkat alat distilasi
- b) Kompor listrik
- c) Beaker glass 100 mL
- d) Pompa aquarium

3.2. Bahan

- a) Biji durian (jenis varian durian petruk diperoleh dari pasar buah di Solo)
- b) Aquadest
- c) Ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*)
- d) NaOH
- e) Urea
- f) Asam sulfat
- g) NPK

3.3. Rangkaian Alat

3.3.1. Hidrolisis

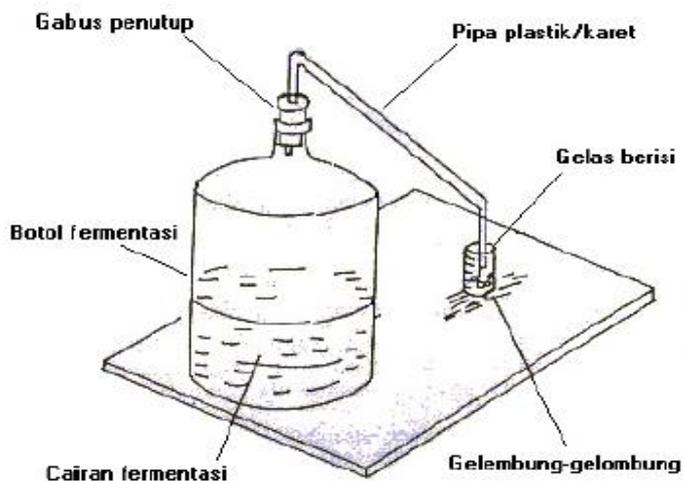


Keterangan gambar 3.1:

- 1. Hotplate
- 2. Erlenmeyer leher 3
- 3. Statif klem
- 4. Selang air masuk
- 5. Kondensor
- 6. Selang air keluar
- 7. Ember isi air dan pompa

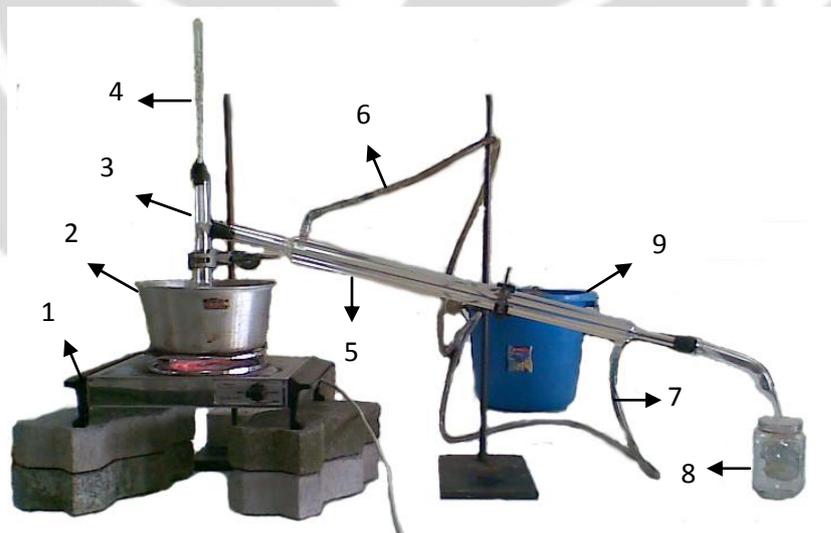
Gambar 3.1 Rangkaian alat proses hidrolisis

3.3.2. Fermentasi



Gambar 3.2. Rangkaian Alat Proses Fermentasi

3.3.3. Distilasi



Gambar 3.3. Rangkaian Alat Distilasi

Keterangan gambar 3.3:

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1. Kompor listrik | 6. Selang air keluar |
| 2. Penangas minyak | 7. Selang air masuk |
| 3. Labu alas bulat | 8. Distilat |
| 4. Termometer | 9. Ember isi air dan pompa |
| 5. Kondensor | |

3.4. Cara Kerja

3.4.1. Pembuatan Tepung Biji Durian

- a. Biji durian yang telah disiapkan dicuci terlebih dahulu.
- b. Biji durian yang telah bersih selanjutnya dimemarkan.
- c. Biji durian memar yang dihasilkan kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 4 hari sampai benar-benar kering.
- d. Biji durian yang telah kering kemudian diselep, hingga diperoleh tepung biji durian.

3.4.2. Proses Hidrolisis Tepung Biji Durian

- a. Tepung biji durian yang diperoleh kemudian ditambah asam sulfat 0,3 M dengan perbandingan tepung : asam = 1 : 10 (Hikmiyanti, N. dan Yanie, N.S. 2008)
- b. Campuran kemudian direfluk selama 60 menit pada suhu 100⁰C dengan pengadukan menggunakan magnetic stirer.
- c. Hasil refluk kemudian didinginkan lalu disaring.

3.4.3. Fermentasi

- a. Pembuatan Media Fermentasi / Starter
Ragi roti sebanyak 9 gram dimasukkan dalam larutan hasil hidrolisa sebanyak 9% dari volume total yang telah diatur pHnya 4,5-5 dan diberi nutrisi berupa urea dan NPK sebanyak 3g/l. Campuran kemudian dikocok selama 30 menit (Sari, R.P.P. 2009).
- b. Proses Fermentasi
Larutan hasil hidrolisis tambah dengan NaOH untuk mengatur pH. Nutrien yang berupa urea dan NPK sebesar 3g/l ditambahkan setelah pH 4,5 tercapai. Tambah starter *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 9% (v/v) (Sari, R.P.P. 2009). Fermentasi secara anaerob sampai gas CO₂ tidak keluar dari botol fermentor. Botol fermentasi ditutup rapat dan dihubungkan dengan selang plastik yang dimasukkan ke dalam botol yang berisi air untuk menampung gas CO₂ yang dihasilkan. Dilakukan langkah yang sama pada variabel pH 2.

3.4.4. Distilasi

- a. Hasil fermentasi disaring kemudian dimasukkan ke dalam alat distilasi. Proses distilasi dilakukan pada suhu 78-88⁰C.
- b. Bioetanol yang dihasilkan ditampung dalam beaker glass yang diberi pendingin berupa es disekitarnya, hal ini dilakukan agar bioetanol yang dihasilkan tidak menguap. Etanol yang diperoleh kemudian dianalisa kadarnya.

3.4.5. Analisis Kandungan Etanol dari Biji Durian

Kandungan etanol pada sampel biji durian ditentukan dengan menggunakan peralatan analisis GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*). Analisis GC bertujuan untuk mengetahui jenis dan komposisi dari komponen yang terdapat dalam sampel yaitu bioetanol biji durian.

3.4.6. Uji Densitas Bioetanol pada 20°C (Rizani, 2000) dan 25°C (SNI)

Densitas bioetanol ditentukan dengan menggunakan piknometer. Dengan piknometer dapat diketahui volume larutan dan massa larutan, sehingga densitas bioetanol dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dengan :

ρ = densitas bioetanol (g/cm³)

m= massa bioetanol (g)

v = volume bioetanol (cm³)

3.4.7. Uji Viskositas Bioetanol pada 20°C (Rizani, 2000)

Viskositas bioetanol dapat ditentukan dengan menggunakan viskosimeter. Dengan viskosimeter dapat diketahui waktu yang ditempuh larutan untuk mencapai garis batas bawah, sehingga viskositas bioetanol dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\mu \text{ bioetanol} = \frac{\rho \text{ bioetanol} \times t \text{ bioetanol}}{\rho \text{ air} \times t \text{ air}} \times \mu \text{ air}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan bioetanol biji durian terdiri dari 5 tahapan proses yaitu proses pembuatan tepung biji durian, proses hidrolisis, proses pembuatan starter, proses fermentasi, dan proses distilasi. Variabel proses yang diamati pada pembuatan bioetanol biji durian adalah pengaturan pH. Proses fermentasi dilakukan pada pH 2 dan pH 4,5.

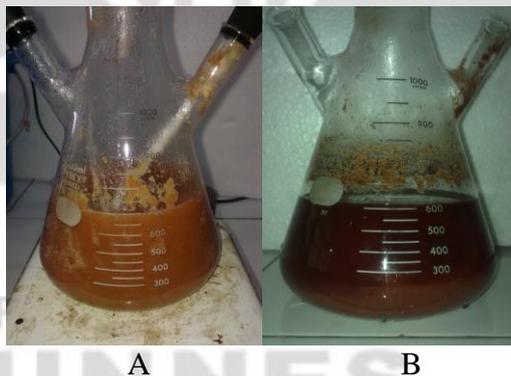
4.1 Pembuatan Tepung Biji Durian

Pada proses pembuatan tepung biji durian bahan baku yang berupa biji durian sebesar 5,6 kg dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada biji. Biji durian yang telah bersih kemudian dimemarkan dan dikeringkan selama 4 hari menggunakan sinar matahari. Biji durian yang telah kering kemudian ditimbang untuk menentukan kadar air yang terdapat pada biji durian. Didapat berat biji durian setelah proses pengeringan sebesar 2,4 kg. Kadar air yang terkandung dalam biji durian sebesar 58,44% dengan pengeringan menggunakan sinar matahari selama 4 hari. Kadar air hasil percobaan memiliki selisih yang kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Nurfiana yang memperoleh kadar air biji durian sebesar 53,119% (Nurfiana dkk, 2009). Biji durian yang telah kering kemudian dipisahkan dari kulit luar yang menempel pada biji. Biji yang telah bersih dari kulit kemudian diselep untuk mendapatkan tepung biji durian. Tepung biji durian yang didapat sebesar 2,2 kg berwarna putih keruh.

4.2 Hidrolisis

Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai, dalam hal ini senyawa yang dimaksud adalah polisakarida (pati) terurai menjadi monosakarida (glukosa). Proses hidrolisis menggunakan katalis asam memerlukan kondisi operasi dengan suhu yang tinggi. Proses hidrolisis berlangsung pada suhu 100°C menggunakan magnetik stirrer dengan

perbandingan antara bahan baku berupa tepung biji durian dan larutan katalis adalah 1 : 10 (Putri dkk, 2008). Katalis yang digunakan dalam proses hidrolisis adalah H_2SO_4 0.3 M 600 mL dan menggunakan tepung biji durian sebesar 60 gram. Penggunaan H_2SO_4 sebagai katalis merupakan katalis asam yang paling baik untuk memecah ikatan rantai pati menjadi glukosa dan dapat larut dalam semua kepekatan air. Tujuan penambahan katalis adalah untuk mempercepat proses reaksi. Reaksi air dengan pati berlangsung sangat lambat, sehingga diperlukan penambahan H_2SO_4 yang lebih banyak daripada air untuk membantu kereaktifan air dalam memecah senyawa agar lebih cepat terurai (Ramadani dkk, 2007). Hasil yang diperoleh dari proses hidrolisis mengalami beberapa perubahan fisik yaitu warna dari coklat muda menjadi coklat tua kemerahan. Perubahan-perubahan tersebut dikarenakan senyawa yang ada didalam tepung biji durian telah terurai dan homogen. Setelah proses hidrolisis selesai, larutan didinginkan pada suhu ruang kemudian disaring menggunakan kain blacu untuk memisahkan filtrat dari residu. Filtrat yang diperoleh sebesar 580 mL dan berwarna merah kecoklatan. Gambar perubahan warna larutan sebelum dan sesudah proses hidrolisis disajikan pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 (a) Perubahan Warna Sebelum Hidolisis dan (b) Sesudah Hidrolisis

4.3 Pembuatan Starter

Proses pembuatan starter berfungsi untuk aktivasi bakteri sebelum dilakukan proses fermentasi. Proses pembuatan starter dilakukan dengan mengambil 9% dari volume total hasil hidrolisis yaitu sebanyak 54 mL lalu ditambah dengan NaOH. Penambahan NaOH berfungsi untuk menaikkan pH yang

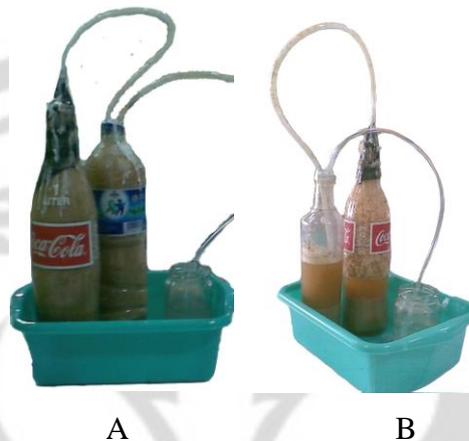
mulanya larutan memiliki pH 1 dilakukan penambahan NaOH sampai mencapai pH 4.5. Proses pengaturan pH berfungsi untuk mengoptimalkan proses aktivasi karena bakteri tidak bertahan pada larutan yang terlalu asam. Setelah mencapai pH 4.5 dilakukan penambahan nutrisi yang berupa NPK dan urea sebanyak 3 gram/liter. Penambahan nutrisi berfungsi untuk memberi unsur nitrogen dan kalium dalam larutan. Setelah dilakukan penambahan nutrisi kemudian dilakukan penambahan ragi roti sebanyak 9 gram dalam larutan, campuran kemudian diaduk dan didiamkan selama 30 menit (Sari, 2009).

4.4 Fermentasi

4.4.1 Fermentasi pH 4,5

Proses fermentasi berfungsi untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol melalui bantuan yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Proses fermentasi berlangsung sampai gas CO₂ sudah tidak keluar dari fermentor, yaitu selama 3 hari. Hal tersebut dilakukan karena proses fermentasi sudah selesai jika gas CO₂ sudah tidak keluar dari fermentor. Sebelum dilakukan proses fermentasi, larutan hasil hidrolisis dilakukan pengaturan pH dengan menambahkan NaOH sampai larutan mencapai pH 4.5. Jumlah NaOH yang digunakan untuk mencapai pH 4.5 adalah 45 keping (9,2727 gram). Saat penambahan NaOH ke dalam larutan terjadi perubahan warna hitam pada bagian tertentu. Hal ini dikarenakan reaksi antara H₂SO₄ dengan NaOH membentuk garam sulfat. Setelah larutan mencapai pH 4.5 ditambahkan nutrisi berupa NPK dan urea sebanyak 1,8 gram kemudian diaduk sampai homogen. Fungsi penambahan nutrisi adalah sebagai sumber makanan bagi bakteri *Saccharomyces cerevisiae*. Starter yang telah disiapkan sebanyak 54 mL dimasukkan ke dalam larutan hasil hidrolisis sebanyak 546 mL. Pemilihan ragi roti pada fermentasi ini karena ragi roti tahan terhadap konsentrasi asam yang tinggi serta mampu menghasilkan alkohol dengan kadar tinggi (Kartika dkk, 1992). Fermentasi dilakukan untuk menguraikan gula yang terkandung dalam tepung biji durian menjadi bioetanol dan CO₂. Jumlah bioetanol yang dihasilkan setara dengan jumlah gas CO₂ yang keluar dari fermentor. Proses fermentasi berlangsung selama 4 hari. Setelah fermentasi selesai, volume larutan hasil

fermentasi berkurang menjadi 550 mL. Hal tersebut disebabkan keluarnya gas CO₂ sebagai hasil samping dalam pembentukan etanol.



Gambar 4.2 (a) Perubahan Warna Sebelum Proses Fermentasi dan (b) Sesudah Proses Fermentasi

Setelah proses fermentasi selesai, warna cairan yang sebelumnya berwarna coklat kemerahan berubah menjadi kuning kecoklatan. Selain itu terbentuk 2 lapisan yang berupa cairan di bagian atas dan endapan berupa lumpur berwarna coklat tua dibagian bawah. Terbentuknya 2 lapisan tersebut akibat dari proses pemisahan etanol dengan pengotor.

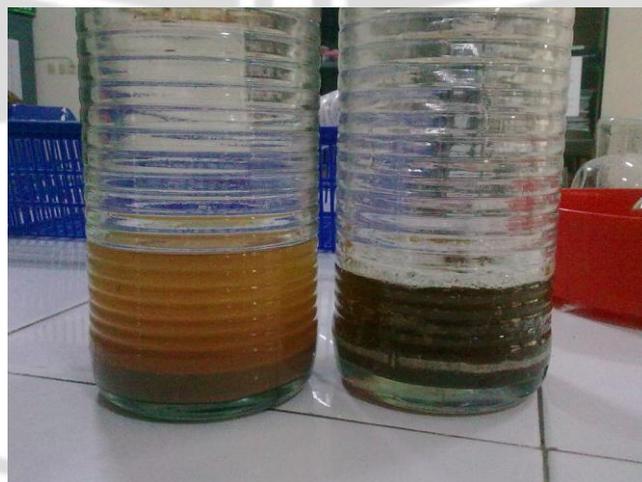
4.4.2 Fermentasi dengan pH 2

Proses fermentasi pada tahap ini larutan hasil hidrolisis sebanyak 600 mL dengan pH awal 1 dilakukan pengaturan pH dengan menambahkan NaOH sampai pH larutan mencapai 2. NaOH yang dibutuhkan untuk mencapai pH 2 sebanyak 27 keping (5,5636 gram). Setelah larutan mencapai pH 2 dilakukan penambahan nutrisi berupa NPK dan urea sebanyak 1,8 gram dalam larutan. Fungsi penambahan nutrisi adalah sebagai sumber nitrogen dalam larutan dan sumber kalium yang membantu kelangsungan hidup bakteri selama proses fermentasi. Proses fermentasi pada tahap ini berlangsung hanya selama 1 hari. Setelah lebih dari 1 hari gas CO₂ sudah tidak keluar dari fermentor. Hal ini menandakan sudah tidak adanya reaksi dalam fermentor yang mengubah glukosa menjadi etanol. Proses fermentasi yang berlangsung selama 1 hari disebabkan

masih terlalu asamnya larutan, sehingga bakteri *Saccharomyces cerivisiae* tidak dapat bertahan lama. Proses fermentasi yang maksimal berlangsung antara pH 4-4.5 yang dapat mengkonversi etanol sampai 11,8% dari volume total dan waktu fermentasi selama 7 hari (Sari, 2009).

4.5 Distilasi

Distilasi adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali untuk memisahkan campuran dua atau lebih zat cair ke dalam fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didihnya. Titik didih etanol adalah 78°C dan titik didih air adalah 100°C, sehingga pada suhu 78°C etanol akan menguap terlebih dahulu. Oleh karena itu distilasi dilakukan pada suhu 78-88°C untuk mencegah menguapnya air yang mengakibatkan terikutnya air ke dalam distilat. Etanol yang menguap selanjutnya didinginkan oleh kondensor dan distilat yang dihasilkan ditampung dalam penampung distilat. Proses distilasi menghasilkan distilat berwarna jernih sebanyak 32 mL pada variabel pH 4.5 dan menghasilkan 9 mL etanol pada variabel pH 2 dengan kondisi operasi yang sama.



A

B

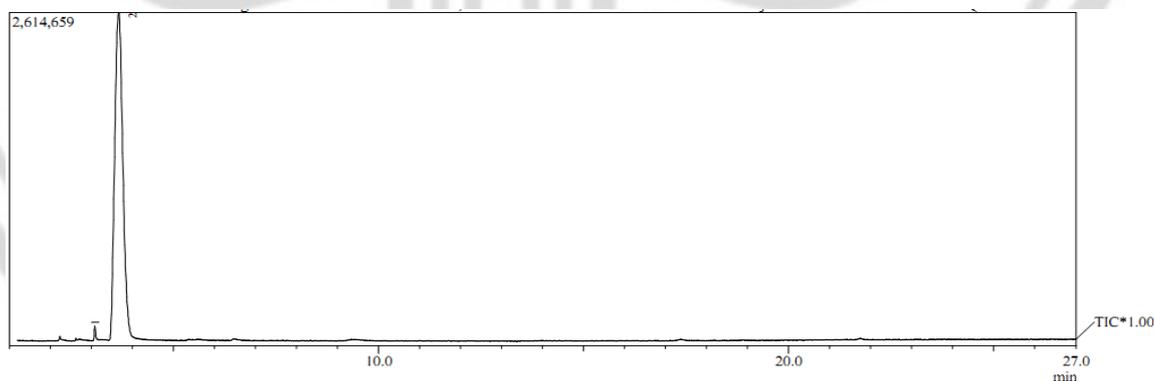
Gambar 4.3 (a) Perubahan Warna Sebelum Distilasi dan (b) Sesudah Distilasi

4.6 Produk Bioetanol

4.6.1 Fermentasi pH 4,5

Bioetanol yang didapat pada percobaan sintesis bioetanol dari bahan baku berupa biji durian melalui proses hidrolisis menggunakan katalis H_2SO_4 0,3M dan fermentasi menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) adalah 32 mL (5,8%) pada variabel pH 4,5 dan 9 mL (1,6%) pada variabel pH 2. Proses fermentasi pada variabel pH 4,5 berlangsung selama 3, sedangkan pada variabel pH 2 proses fermentasi berlangsung hanya 1 hari. Proses fermentasi dihentikan jika sudah tidak keluar gas CO_2 dari dalam fermentor, hal ini menandakan sudah tidak ada reaksi yang terjadi. Proses fermentasi yang terlalu singkat pada variabel pH 2 dikarenakan masih terlalu asamnya larutan fermentasi, sehingga ragi tidak dapat bertahan dan tidak dapat melakukan metabolisme secara sempurna. Hal ini mengakibatkan rendemen yang dihasilkan pada pH 2 jauh lebih sedikit daripada rendemen yang dihasilkan pada pH 4,5.

Hasil analisis GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*) pada pembuatan bioetanol dengan pH 4,5 disajikan pada gambar 4.4 dibawah ini. Sedangkan presentase komponen bioetanol hasil analisis GC-MS pH 4,5 disajikan pada tabel 4.1.



Gambar 4.4 Kromatogram GC-MS Bioetanol dari Biji Durian Fermentasi pH 4,5

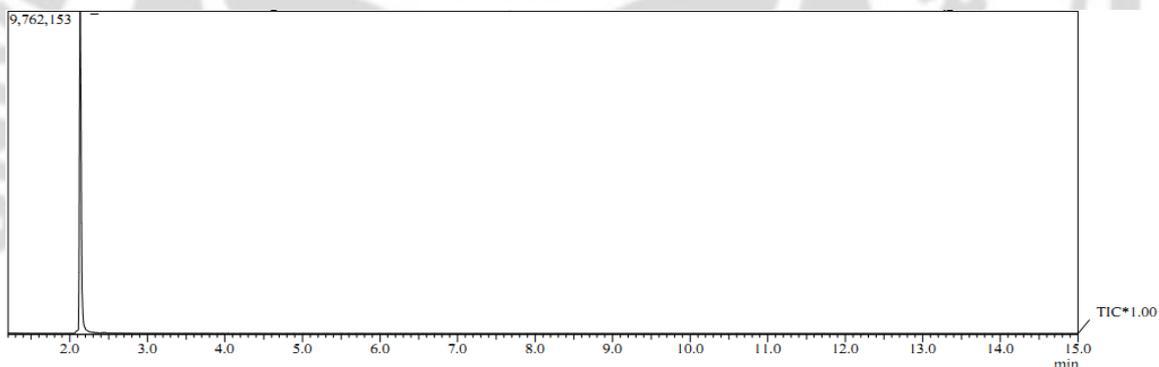
Tabel 4.1 Hasil Sintesis Bioetanol Biji Durian pH 4,5

Komponen	Presentase
Etanol	99,21
Asam asetat	0,79

Hasil percobaan pada proses fermentasi pH 4,5 menunjukkan kadar bioetanol yang dihasilkan sebesar 99,21% dan mengandung asam asetat sebesar 0,79%. Asam asetat muncul pada hasil GC-MS karena pengaruh waktu fermentasi yang cukup lama yaitu selama 3 hari. Waktu fermentasi yang lama dapat menyebabkan larutan teroksidasi dan menimbulkan bakteri lain dalam larutan fermentasi. Semakin lama proses fermentasi semakin asam larutan hasil fermentasi.

4.6.2 Fermentasi pH 2

Hasil analisis GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*) pada pembuatan bioetanol dengan pH 2 disajikan pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Kromatogram GC-MS Bioetanol dari Biji Durian Fermentasi pH 2

Hasil analisis GC-MS yang diperoleh pada variabel fermentasi pH 2 berbeda dengan hasil analisis GC-MS pada fermentasi pH 4,5. Hasil percobaan pada proses fermentasi pH 2 menghasilkan kadar bioetanol 100% tanpa adanya hasil samping dan impuritas. Hal ini disebabkan karena proses fermentasi yang berlangsung hanya 1 hari sehingga larutan fermentasi belum terlalu asam dan tidak mengandung komponen lain hasil samping dari proses fermentasi.

4.6.3 Sifat Fisik Bioetanol

Hasil Bioetanol dilakukan perbandingan sifat fisik (densitas dan viskositas) dan hasilnya mendekati dengan referensi yang ada yaitu menurut

penelitian Rizani dan SNI. Hasil perbandingan sifat fisik etanol yang dihasilkan dengan penelitian Rizani (2000) dan SNI ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Perbandingan Sifat Fisik Etanol yang Dihasilkan dengan Penelitian Rizani (2000) dan SNI

Sifat fisik	Hasil percobaan	Rizani(2000)	SNI 7390:2008
ρ pH 4,5	0,7593 g/mL (20°C) 0,7619 g/mL (25°C)	0,789 g/mL (20°C)	0,790 g/mL (25°C)
ρ pH 2	0,7694 g/mL (20°C) 0,7882 g/mL (25°C)		
Viskositas (20°C) pH 4,5	1,12 cP	1,17 cP	
Viskositas (20°C) pH 2	1,14 cP		

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil densitas dan viskositas dari percobaan pembuatan bioetanol memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Rizani dan SNI. Viskositas dan densitas pada variabel pH 2 memiliki selisih yang lebih kecil daripada variabel pH 4,5 dibandingkan dengan hasil penelitian Rizani dan SNI. Hal ini dikarenakan pada proses fermentasi pH 2 bioetanol yang dihasilkan memiliki kadar 100%, sehingga memiliki kekentalan (viskositas) yang lebih tinggi daripada variabel pH 4,5. Perbedaan viskositas suatu larutan dikarenakan perbedaan massa jenis larutan tersebut. Perbedaan massa jenis suatu larutan dikarenakan perbedaan massa larutan tersebut. Dengan demikian, etanol yang dihasilkan dalam percobaan lebih encer daripada Rizani dan SNI.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

1. Biji durian dapat disintesis menjadi bioetanol menggunakan ragi roti (*saccharomyces cerivisiae*) melalui proses hidrolisis dan fermentasi.
2. Sintesis bioetanol dari biji durian menghasilkan etanol dengan warna jernih yang berkadar 99,21% pada pH 4,5 dan etanol dengan kadar 100% pada pH 2.
3. Pembuatan bioetanol dari biji durian menghasilkan rendemen sebesar 5,8% pada pH 4,5 dan 1,6% pada pH 2.
4. Proses fermentasi bioetanol dari biji durian berlangsung selama 4 hari pada variabel pH 4,5 dan 1 hari pada variabel pH 2

5.1 Saran

1. Pada saat proses hidrolisis sebaiknya dilakukan pengaturan suhu secara cermat agar larutan hidrolisis tidak membuat buih berlebih pada reaktor.
2. Pada saat proses fermentasi, selang yang masuk ke dalam botol fermentasi sebaiknya tepat di atas larutan agar larutan yang difermentasi tidak terbawa menuju ke botol penjebak gas CO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- Assegaf, F. 2009. *Prospek Produk Bioetanol Bonggol Pisang (Musa paradisiacal) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatik*. Universitas Jenderal Soedirman Puwokerto. (diakses 20 Februari 2011)
- Darwindra, H.D. 2008. *Fermentasi Khamir Ragi Roti*. Online pada <http://pdfgod.com/fermentasi-khamir-ragi-roti-pdf.html>. (akses 12 September 2011)
- Fadly, Z. 2000. *Jamur Ragi Sccharomyces Cerevisiae*. Online pada <http://zhulmaycry.blogspot.com/2009/08/jamur-ragi-saccharomyces-cerevisiae.html>. (akses 12 September 2011)
- Hansen, E.C. 1838. *Ainsworth and Bisby's Dictionary Of The Fungi*. Online pada http://books.google.co.id/books?id=IFD4_VFRDdUC&pg=PA610&lpg=PA610&dq=E+C+Hansen+1838false. (akses 12 September 2011)
- Hikmiyanti, N. dan Yanie, N.S. 2008. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong Melalui Proses Hidrolisa Asam dan Enzimatis*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. (akses 7 Maret 2011).
- Kartika, B., Sutanti, R., Nuzulis, A. 1992. *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Khairani, R. 2007. *Tanaman Jagung Sebagai Bahan Bio-fuel*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Online pada <http://www.macklintmip-unpad.net/Bio-fuel/Jagung/Pati.pdf>. (akses 5 Maret 2011)
- Nurfiana, F., dkk. 2009. *Pembuatan Biji Durian Sebagai Energi Alternatif*. Yogyakarta: STTN-BATAN. (akses 9 Februari 2011)
- Prihandana, R., dkk. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia Pustaka. (akses 5 Maret 2011)
- Putri, E. dan Sukandar, D. 2008. *Konversi Pati Ganyong (Canna edulis) Menjadi Bioetanol Melalui Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi*. Jurusan

Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. (akses 22 Juli 2011)

Ramadani, dkk. 2007. *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol dari Pati Garut*. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Online pada <http://blogger.kebumen.info/docs/pengaruh-kondisi-fermentasi-terhadap-yield-etanol-pada-pembuatan-.php>. (akses 25 Maret 2011)

Retno, E., Kriswiyanti, E., Nur, A. 2009. *Bioetanol Fuel Grade dari Talas (Colocasia Esculenta)*. EKUILIBRIUM Vol. 8. No. 1. 2 Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret. Online pada <http://www.blackwell-synergy.com>. (akses 17 Maret 2011)

Rizani, K.Z. 2000. *Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (Saccharomyces cerevisiae) pada Proses Fermentasi Sari Kulit Nanas (Ananas comosus L. Merr) untuk Produksi Etanol*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universtas Brawijaya, Malang. (diakses 9 Maret 2011)

Rukmana. 1996. *Komparasi Uji Karbohidrat pada Produk Olahan Makanan dari Tepung Biji Durian*. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. (diakses 24 Juli 2011)

Sari, R.P.P. 2009. *Pembuatan Etanol dari Nira Sorgum dengan Proses Fermentasi*. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. (diakses 26 Mei 2011)

Taherzadeh. 2006. *Proses Pembuatan Bioetanol Secara Hidrolisis Asam dan Enzimatik*. Yogyakarta: Teknik Kimia UGM. (diakses 27 Februari 2011)

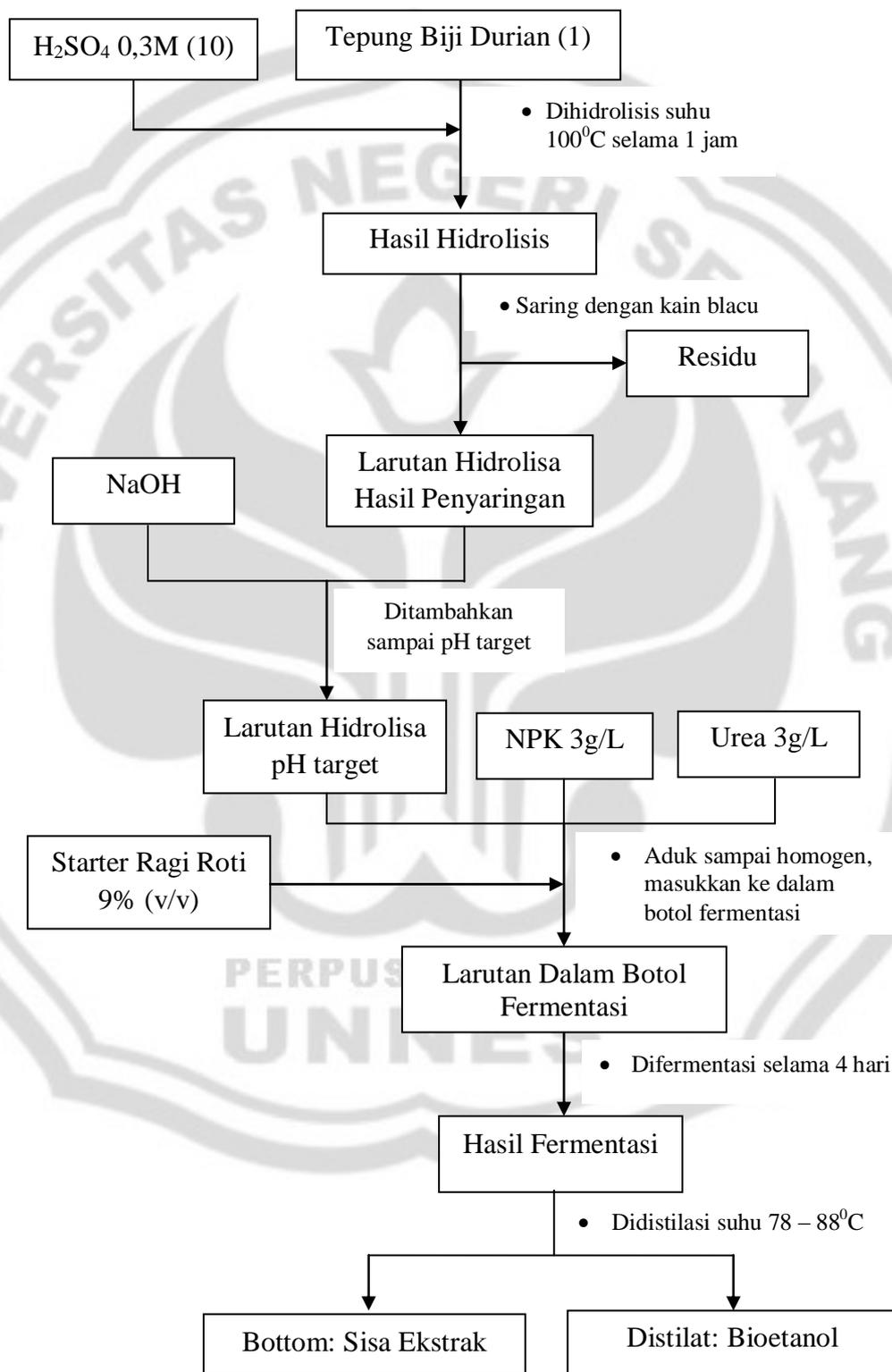
Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: P.T. Gramedia Pustaka Utama

Lampiran 1.

Proses Pembuatan Tepung Biji Durian

Lampiran 2.

Proses Sintesis Bioetanol Biji Durian



Lampiran 3.

Data Pengamatan

No	Perlakuan	Pengamatan
1.	5,6 kg biji durian dicuci dengan air hingga bersih dan ditiriskan	Biji durian yang telah bersih
2.	Biji durian yang telah bersih kemudian ditumbuk.	Biji durian yang merekah terlihat bagian dalam biji
3.	Biji durian kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 4 hari.	Setelah pengeringan 4 hari Diperoleh : - Berat : 2,32 kg - Warna : putih (bagian dalam biji) - Bentuk fisik : rapuh
4.	Biji durian yang telah kering kemudian dikupas untuk memisahkan kulit luar biji, sehingga didapat biji durian tanpa kulit luar. Biji kemudian diselep dengan mesin selep	Diperoleh tepung biji durian sebesar 2,2 kg dan berwarna putih keruh.
5.	- Larutan H_2SO_4 0,3M sebanyak 600 mL dipanaskan menggunakan magnetic stirrer sampai suhu $100^\circ C$. Setelah mencapai suhu target tepung biji durian sebesar 60 gram dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 mL. - Hidrolisis dilakukan dengan menggunakan magnetic stirrer pada suhu $100^\circ C$ selama 1 jam	- Sebelum dihidrolisis volume larutan 600 mL, diperoleh Warna : coklat cream Bentuk : cairan kental dan terdapat gumpalan-gumpalan serbuk di dalam larutan. - Setelah dihidrolisis volume larutan 580 mL, diperoleh Warna : coklat tua kemerahan Bentuk : cairan encer
6.	- Pengaturan pH larutan menjadi 4,5 dan pH 2 menggunakan NaOH berbentuk kepingan.	pH awal larutan = 1 Jumlah NaOH yang dibutuhkan - pH 4,5 = 45 keping (9,2727)

	gram)	
	- pH 2 = 27 keping (5,5636 gram)	
- Larutan kemudian ditambah dengan nutrisi yang berupa NPK dan urea sebesar 1,8 gram, aduk sampai homogen	Warna :coklat kemerahan	
	Bentu fisik : cair terdapat endapan melayang-layang	
7. Ambil 9% dari total larutan hasil hidrolisis kemudian tambah dengan ragi roti sebesar 9 gram. Diamkan campuran dalam beaker glass 30 menit	- Larutan berwarna coklat	
	- Larutan mengembang dan membentuk buih	
8. Tambah larutan hasil hidrolisa dengan starter, fermentasi larutan sampai tidak keluar gas CO ₂ dari fermentor	Terbentuk 2 lapisan pada botol fermentasi	
	- Lapisan atas berupa cairan berwarna kuning kecoklatan	
	- Lapisan bawah berupa padatan seperti lumpur berwarna coklat	
	- Waktu fermentasi 4 hari pH 4,5	
	- Waktu fermentasi 1 hari pH 2	
9. Larutan hasil fermentasi didistilasi pada suhu 78-86°C (Cairan yang didistilasi sebanyak 550 mL)	Dihasilkan etanol sebanyak	
	- 32 mL pada variabel pH 4.5	
	- 9 mL pada variabel pH 2	
	- Etanol yang diperoleh berwarna bening dan bersifat volatil	

Lampiran 4.

Perhitungan Rendemen, Densitas, dan Viskositas

a. Rendemen Bioetanol

- Volume larutan yang difermentasi pH 4.5 = 550 mL
- Bioetanol yang dihasilkan pH 4.5 = 32 mL
- Volume larutan yang difermentasi pH 2 = 550 mL
- Bioetanol yang dihasilkan pH 2 = 9 mL

$$\begin{aligned} \text{Rendemen pH 4.5} &= \frac{\text{Volume bioetanol yang dihasilkan}}{\text{Volume larutan nanas yang difermentasi}} \times 100\% \\ &= \frac{32 \text{ mL}}{550 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 5,8\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen pH 2} &= \frac{9 \text{ mL}}{550 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 1,6\% \end{aligned}$$

b. Densitas Bioetanol pH 4,5 (20°C)

- Berat piknometer kosong = 10,7909 g
- Berat piknometer isi = 18,3625 g
- 18,3580 g
- Rata-rata = 18,3602 g
- Volume piknometer = 10 mL

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}} \\ &= \frac{18,3602 - 10,7909}{10} \\ &= 0,7593 \text{ g/mL} \end{aligned}$$

c. Densitas Bioetanol pH 4,5 (25°C)

- Berat piknometer kosong = 10,7909 g
- Berat piknometer isi = 18,4079 g
18,4128 g
- Rata-rata = 18,4103 g
- Volume piknometer = 10 mL

$$\rho = \frac{\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

$$= \frac{18,4103 - 10,7909}{10}$$

$$= 0,7619 \text{ g/mL}$$

d. Densitas Bioetanol pH 2 (20⁰C)

- Berat piknometer kosong = 10,7909 g
- Berat piknometer isi = 18,4885 g
18,4828 g
- Rata-rata = 18,4856 g
- Volume piknometer = 10 mL

$$\rho = \frac{\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

$$= \frac{18,4856 - 10,7909}{10}$$

$$= 0,7694 \text{ g/mL}$$

e. Densitas Bioetanol pH 2 (25⁰C)

- Berat piknometer kosong = 10,7909 g
- Berat piknometer isi = 18,6690 g
18,6780 g
- Rata-rata = 18,6735 g
- Volume piknometer = 10 mL

$$\rho = \frac{\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

$$= \frac{18,6735 - 10,7909}{10}$$

$$= 0,7882 \text{ g/mL}$$

f. Viskositas Bioetanol pH 4,5 (20°C)

- Waktu tempuh air dalam viskosimeter = 9,42 s

= 9,40 s

Rata-rata = 9,41 s

- Waktu tempuh bioetanol dalam viskosimeter = 13,76 s

13,84 s

Rata-rata = 13,8 s

- ρ air (20°C) = 0,9982071 g/cm³ (dalam water density calculator)

- μ air (20°C) = 1,005 x 10⁻² poise (Budianto,2008)

$$= 1,005 \times 10^{-2} \text{ poise} \times \frac{1 \text{ cP}}{0,01 \text{ poise}}$$

$$= 1,005 \text{ cP}$$

$$\mu \text{ bioetanol} = \frac{\rho \text{ bioetanol} \times t \text{ bioetanol}}{\rho \text{ air} \times t \text{ air}} \times \mu \text{ air}$$

$$= \frac{0,7593 \text{ g/cm}^3 \times 13,8 \text{ s}}{0,9982 \text{ g/cm}^3 \times 9,41 \text{ s}} \times 1,005 \text{ cP}$$

$$= 1,12 \text{ cP}$$

g. Viskositas Bioetanol pH 2 (20°C)

- Waktu tempuh air dalam viskosimeter = 9,42 s

= 9,40 s

- Rata-rata = 9,41 s
- Waktu tempuh bioetanol dalam viskosimeter = 13,94 s
- = 13,97 s
- Rata-rata = 13,955 s
- ρ air (20°C) = 0,9982071 g/cm³ (dalam water density calculator)
- μ air (20°C) = 1,005 x 10⁻² poise (Budianto,2008)

$$= 1,005 \times 10^{-2} \text{ poise} \times \frac{1 \text{ cP}}{0,01 \text{ poise}}$$

$$= 1,005 \text{ cP}$$

$$\mu_{\text{bioetanol}} = \frac{\rho_{\text{bioetanol}} \times t_{\text{bioetanol}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}} \times \mu_{\text{air}}$$

$$= \frac{0,7694 \text{ g/cm}^3 \times 13,955 \text{ s} \times 1,005 \text{ cP}}{0,9982 \text{ g/cm}^3 \times 9,41 \text{ s}}$$

$$= 1,14 \text{ cP}$$

PERPUSTAKAAN
UNNES



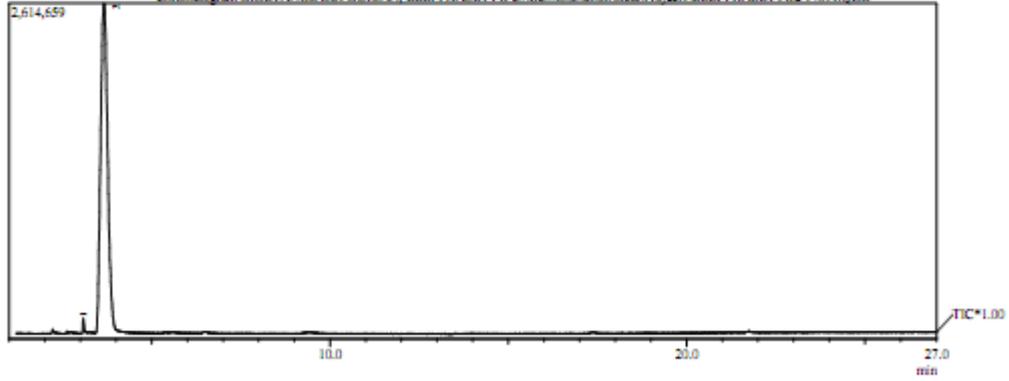
Lab Kimia Organik FMIPA - UGM

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Sample Name : BIDETANOL BIJI DURIAN, ELLI PRASETYO
 Sample ID : 625.11
 Data File : C:\GCMSolution\Data\Project\ELLI PRASETYO2 14611\QGD
 Method File : C:\GCMSolution\Data\Project\ELLI PRASETYO(60-5-10-215-25).qm
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune\112 MEI 2011.qm

Chromatogram

Chromatogram BIDETANOL BIJI DURIAN, ELLI PRASETYO C:\GCMSolution\Data\Project\ELLI PRASETYO2 14611\QGD



Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Name
1	3.087	3.042	3.167	278888	0.79	114069	
2	3.670	3.442	3.992	34861794	99.21	2555185	
				35140682	100.00	2669254	



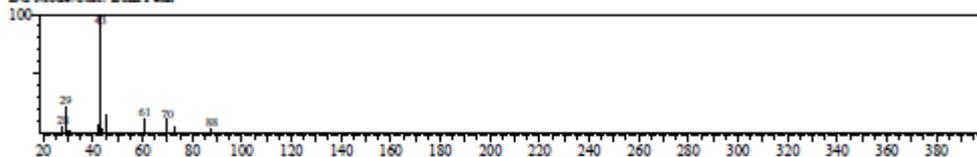
Library

<< Target >>

Line# 1 R.Time: 3.083 (Scan# 227) MassPeak: 12

RawMode: Averaged 3.075-3.092 (226-228) BasePeak: 43.00 (53709)

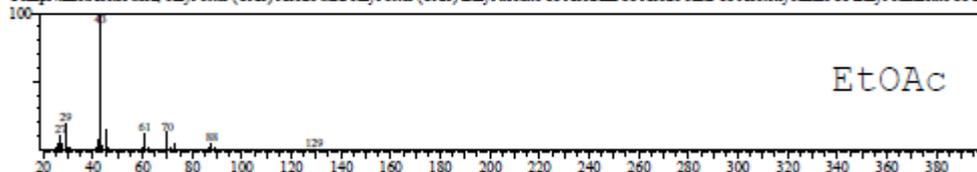
BG Mode: Calc. from Peak



Hit# 1 Entry: 3922 Library: WILEY7.LIB

SI: 98 Formula: C4 H8 O2 CAS: 141-78-6 MolWeight: 88 RetIndex: 0

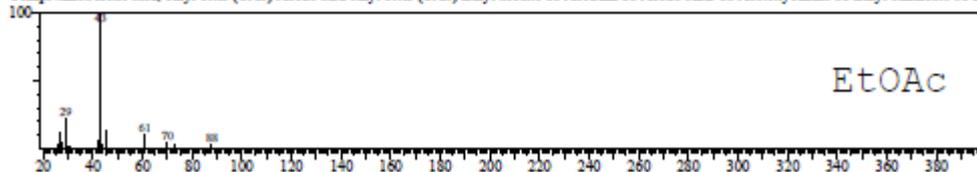
CompName: Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate \$\$ Acetidin \$\$ Acetic ether \$\$ Acetoxyethane \$\$ Ethyl ethanoate \$\$ Et



Hit# 2 Entry: 3920 Library: WILEY7.LIB

SI: 98 Formula: C4 H8 O2 CAS: 141-78-6 MolWeight: 88 RetIndex: 0

CompName: Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate \$\$ Acetidin \$\$ Acetic ether \$\$ Acetoxyethane \$\$ Ethyl ethanoate \$\$ Et



Hit# 3 Entry: 3921 Library: WILEY7.LIB

SI: 97 Formula: C4 H8 O2 CAS: 141-78-6 MolWeight: 88 RetIndex: 0

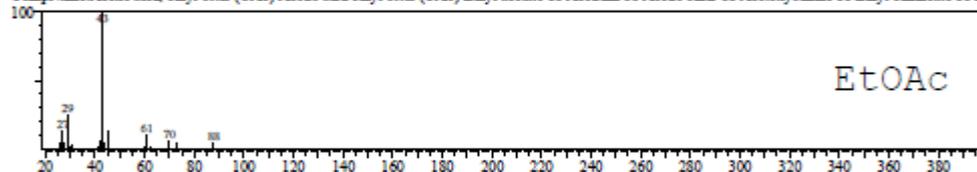
CompName: Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate \$\$ Acetidin \$\$ Acetic ether \$\$ Acetoxyethane \$\$ Ethyl ethanoate \$\$ Et



Hit# 4 Entry: 3925 Library: WILEY7.LIB

SI: 97 Formula: C4 H8 O2 CAS: 141-78-6 MolWeight: 88 RetIndex: 0

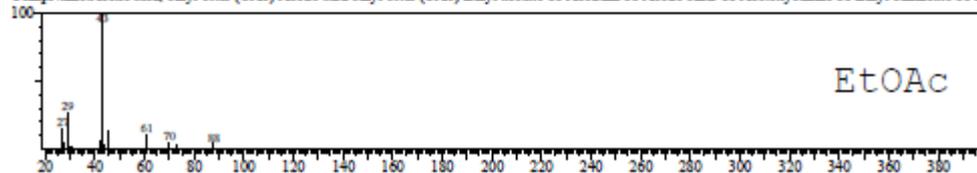
CompName: Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate \$\$ Acetidin \$\$ Acetic ether \$\$ Acetoxyethane \$\$ Ethyl ethanoate \$\$ Et



Hit# 5 Entry: 3919 Library: WILEY7.LIB

SI: 97 Formula: C4 H8 O2 CAS: 141-78-6 MolWeight: 88 RetIndex: 0

CompName: Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate \$\$ Acetidin \$\$ Acetic ether \$\$ Acetoxyethane \$\$ Ethyl ethanoate \$\$ Et

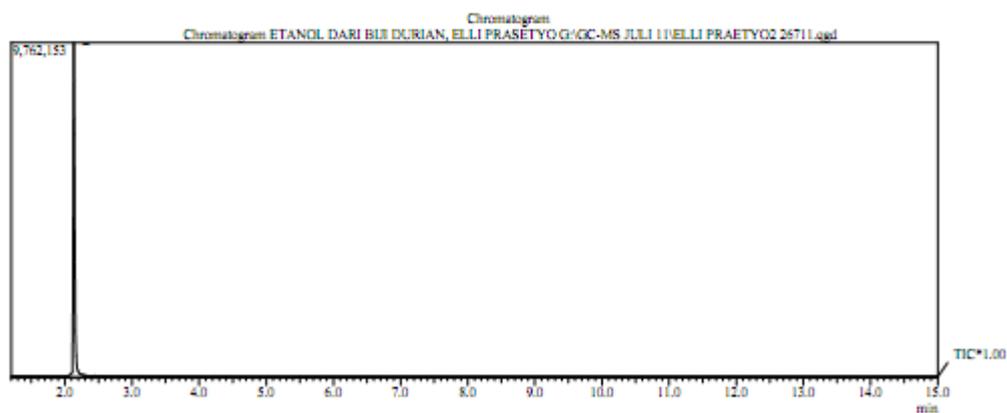




Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM

Sample Information

Analyzed by : Admin
Sample Name : ETANOL DARI BUI DURIAN, ELLI PRAETYO
Sample ID : 747.11
Data File : G:\GC-MS JULI 11\ELLI PRAETYO2 26711.gcd
Method File : G:\GC-MS JULI 11\ETANOL(60-5-10-290-25).qgm
Tuning File : C:\GCMSolution\System1\Tune1\04 JULI2011.gct



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Peak Report TIC		
				Area	Area%	Height Name
1	2.133	2.058	2.275	16323783	100.00	9706691
				16323783	100.00	9706691

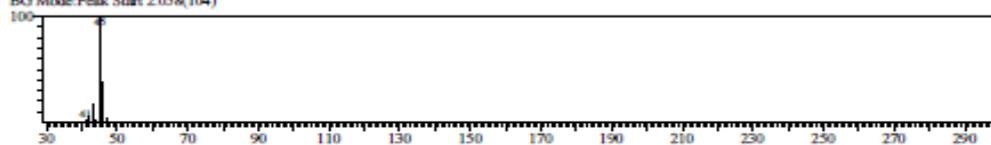
UNIN

ANG

PERPUSTAKAAN
UNNES

Library

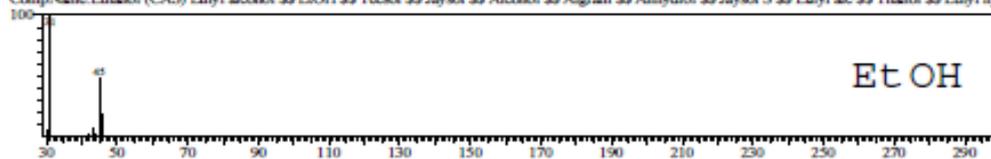
<< Target >>

Line# 1 R-Time: 2.133(Scan# 113) MassPeak: 7
RawMode: Single 2.133(113) BasePeak: 45.05(2500338)
BG Mode: Peak Start 2.058(104)

Hit# 1 Entry: 237 Library: WILEY229.LIB

SI: 99 Formula: C₂H₆O CAS: 64-17-5 MolWeight: 46 RetIndex: 0

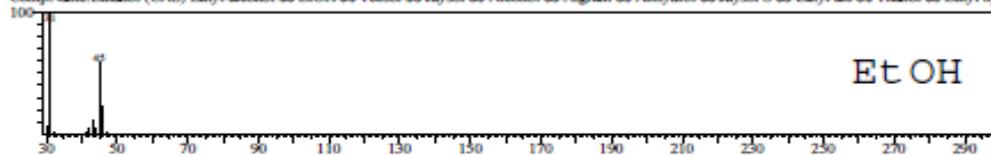
CompName: Ethanol (CAS) Ethyl alcohol \$\$ EtOH \$\$ Tescol \$\$ Jaysol \$\$ Alcohol \$\$ Algrain \$\$ Anhydrol \$\$ Jaysol S \$\$ Ethyl alc \$\$ Thanol \$\$ Ethyl hyd



Hit# 2 Entry: 240 Library: WILEY229.LIB

SI: 99 Formula: C₂H₆O CAS: 64-17-5 MolWeight: 46 RetIndex: 0

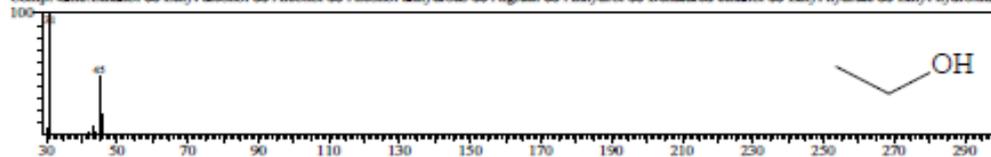
CompName: Ethanol (CAS) Ethyl alcohol \$\$ EtOH \$\$ Tescol \$\$ Jaysol \$\$ Alcohol \$\$ Algrain \$\$ Anhydrol \$\$ Jaysol S \$\$ Ethyl alc \$\$ Thanol \$\$ Ethyl hyd



Hit# 3 Entry: 49 Library: NIST62.LIB

SI: 98 Formula: C₂H₆O CAS: 64-17-5 MolWeight: 46 RetIndex: 0

CompName: Ethanol \$\$ Ethyl alcohol \$\$ Alcohol \$\$ Alcohol anhydrous \$\$ Algrain \$\$ Anhydrol \$\$ Deaturated ethanol \$\$ Ethyl hydrate \$\$ Ethyl hydride

PERPUSTAKAAN
UNNES