PEMBUATAN BIOETANOL DARI HIDROLISAT PATI BENGKUANG SEGAR SECARA FERMENTASI MENGGUNAKAN BIAKAN *Saccharomyces cereviciae*

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Oleh:
IRDAWATI SEPTIANI
2006-73304

PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2011

ABSTRAK

Irdawati Septiani (2011): Pembuatan Bioetanol dari Hidrolisat Pati Bengkuang Segar Secara Fermentasi Menggunakan Biakan *Sacharomyces cerevisiae*

Etanol yang mempunyai rumus kimia C_2H_5OH adalah senyawa organik kelompok alkohol dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam bidang farmasi dan industri makanan serta minuman. Etanol dapat diperoleh secara laboratorium dan secara fermentasi. Pembuatan etanol dengan cara fermentasi menggunakan mikroorganisme disebut bioetanol. Bioetanol dapat dihasilkan dari tumbuhan yang mengandung karbohidrat. Salah satu bahan baku yang dapat digunakan yaitu bengkuang. Bengkuang mengandung karbohidrat 12,8% berat. Dengan metoda fermentasi, bioetanol dapat dihasilkan dari hidrolisat pati bengkuang. Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan bioetanol dengan biakan *Saccharomyces cerviciae*. Tujuan penelitian ini untuk menentukan lama fermentasi dan jumlah inokulum *Saccharomyces cerviciae* untuk menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi yang tertinggi. Penelitian ini dirancang menggunakan metoda Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah jumlah inokulum *Saccharomyces cereviciae* yang terdiri dari 4 variasi yaitu 5, 10, 15 dan 20 mL. Faktor kedua adalah lama fermentasi yang terdiri dari 5 variasi yaitu 24, 36, 48, 60 dan 72 jam. Konsentrasi bioetanol tertinggi diperoleh pada penambahan inokulum *Saccharomyces cereviciae* sebanyak 10 mL dan lama fermentasi 48 jam yaitu sebesar 2,6013%.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya penulis telah dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ***"Pembuatan Bioetanol dari Hidrolisat Pati Bengkuang Segar Secara Fermentasi Menggunakan Biakan Sacharomyces cerevisiae"***

Skripsi ini sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program Strata-1 pada Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada Bapak/Ibu sebagai berikut.

1. Ibu Dra. Iryani, M.S selaku pembimbing I.
2. Bapak Drs. Iswendi, M.S selaku pembimbing II.
3. Ibu Desy Kurniati,S.Pd. M.Si selaku penasehat akademik
4. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S, Ibu Dra. Da'mah Agus dan Ibu Dra. Yustini ma'ruf M.Si selaku dosen penguji.
5. Bapak Drs. Nazir. KS.M.Pd, M.Si selaku Ketua program studi Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
6. Bapak dan Ibu Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
7. Bapak dan Ibu Staf Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

8. Semua pihak yang telah ikut serta memberi bantuan dan dorongan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca terutama mahasiswa jurusan Kimia

Padang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK……i

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR LAMPIRAN viii

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Perumusan masalah…..... 3

C. Pembatasan masalah 3

D. Pertanyaan penelitian..... 4

E. Tujuan penelitian..... 4

F. Manfaat penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 5

A. Bengkuang..... 5

B. Fermentasi Alkohol 8

C. *Saccharomyces cereviciae*..... 13

D. Etanol/Bioetanol..... 17

E. Pemisahan Campuran dengan Teknik Destilasi.....20

BAB III METODE PENELITIAN 21

A. Jenis Penelitian 21

B. Variabel Penelitian 21

C. Rancangan Penelitian 21

D. Objek Penelitian 22

E. Alat dan Bahan 22

F. Prosedur Kerja 23

G. Teknik Analisis Data 30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 31

A. Deskripsi Data 31

B. Analisis Data……..….....35

C. Pembahasan……..…..36

BAB V SIMPULAN DAN SARAN 40

A. Simpulan……40

B. Saran……..40

DAFTAR PUSTAKA 41

LAMPIRAN 43

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Komposisi Zat Kimia Umbi Bengkuang..... 6
2. Sifat Fisika Etanol..... 18
3. Rancangan Penelitian Produksi Bioetanol pada Variasi Jumlah Inokulum dan Lama Fermentasi..... 22

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Umbi bengkuang 5
2. Struktur Amilosa dan Struktur Amilopektin 8
3. Lintasan Embyen-Meyerhor-Parnas (EMP) 9
4. Sel *Saccharomyces cereviciae* 13
5. Kurva Pertumbuhan *Saccharomyces cereviciae* 17
6. Kurva Hubungan Konsentrasi Larutan Standar Glukosa dengan Absorbansi.....31
7. Kurva Hubungan Antara Volume Bioetanol dengan Variasi Lama Fermentasi pada Jumlah Inokulum…….....33
8. Kurva Hubungan Massa Jenis Larutan Standar Etanol pada Berbagai Konsentrasi.....34
9. Kurva Hubungan Massa Jenis Bioetanol dengan Variasi Lama Fermentasi dan Jumlah Inokulum.....34
10. Kurva Hubungan Antara Konsentrasi Bioetanol Hasil Destilasi dengan Variasi Lama Fermentasi dan Jumlah Inokulum.....36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Preparasi sampel..... 43
2. Penentuan λ_{maks} Larutan Standar Glukosa..... 44
3. Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Glukosa..... 45
4. Penentuan Konsentrasi Glukosa Hasil Hidrolisis Pati bengkuang 46
5. Pembuatan Inokulum 47
6. Fermentasi Alkohol..... 48
7. Penentuan Massa Jenis Larutan Standar Etanol..... 49
8. Penentuan Massa Jenis Bioetanol Hasil Fermentasi 50
9. Absorbansi Larutan Standar Glukosa pada λ_{maks} 750 nm.....51
10. Persamaan Regresi Kurva Kalibrasi Standar Glukosa..... 52
11. Konsentrasi Glukosa Hasil Hidrolisis Pati Bengkuang..... 54
12. Volume Bioetanol Hasil Fermentasi Pada Variasi Jumlah Inokulum dan Lama Fermentasi..... 55
13. Massa Jenis Larutan Standar Etanol Pada Berbagai Konsentrasi..... 56
14. Perhitungan Massa Jenis Larutan Etanol Standar..... 57
15. Persamaan Regresi Kurva Kalibrasi Standar Etanol 58
16. Massa Jenis Bioetanol Hasil Fermentasi..... 59
17. Perhitungan Massa Jenis Bioetanol Hasil Fermentasi..... 60
18. Konsentrasi Bioetanol Hasil Destilasi (%)..... 61

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengembangan bioenergi seperti bioetanol dari biomassa sebagai sumber bahan baku yang dapat diperbaharui merupakan satu alternatif yang memiliki nilai positif dari aspek sosial dan lingkungan. Etanol yang mempunyai rumus kimia C_2H_5OH adalah senyawa organik kelompok alkohol dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam bidang farmasi dan industri makanan serta minuman. Etanol juga digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Pada umumnya etanol diproduksi dengan cara fermentasi dengan bantuan mikroorganisme oleh karena itu sering disebut sebagai bioetanol. (Samsuri,2007:18)

Bioetanol dapat diperoleh dari hasil fermentasi tumbuh-tumbuhan yang mengandung karbohidrat salah satunya adalah umbi bengkuang. Di Kota Padang bengkuang biasanya hanya dikonsumsi dalam bentuk segar, sebagai buah, bahan rujak, asinan, jus dan juga digunakan untuk masker. Penanganan pasca panen perlu dilakukan seperti pemanfaatan teknologi fermentasi untuk menghasilkan alkohol.

Dilihat dari komposisi kimianya, bengkuang mengandung karbohidrat 12,8% berat sehingga dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol. Bahagian dari bengkuang yang akan digunakan adalah patinya. Pati dari bengkuang terlebih dahulu dihidrolisis untuk mendapatkan glukosa, baru kemudian difermentasi sehingga dihasilkan bioetanol.

Fermentasi bioetanol terjadi pada kondisi anaerob dengan bantuan khamir tertentu, yang dapat mengubah glukosa menjadi bioetanol. Kebanyakan fermentasi bioetanol dilakukan khamir *Saccharomyces cereviciae*.(Wahyusi, 2004:1). Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil fermentasi diantaranya jenis mikroba, suhu, pH, jumlah inokulum dan lama fermentasi.

Produksi bioetanol dari bahan alam secara fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cereviciae* telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Wahyusi (2004), telah melakukan pembuatan bioetanol dari pati jagung dengan hidrolisis HCl 0,2 N selama 1 jam. Fermentasi dilakukan pada pH 6,8 lama fermentasi 5 hari dan diperoleh konsentrasi bioetanol 9,06%. Jumari (2009), menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah khamir yang digunakan semakin tinggi konsentrasi bioetanol yang diperoleh. Jumlah khamir yang menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu 20 g dengan lama fermentasi 10 hari dan dilakukan pada pH 4,5. Konsentrasi yang diperoleh 3,25%.

Berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan. Bengkuang dihidrolisis selama 1 jam dengan cara memanaskan pati bengkuang dengan katalisator HCl dalam labu leher tiga. Hasil hidrolisis dianalisis glukosanya dengan menambahkan reagen Benedict dengan perbandingan 3:5 dan diperoleh endapan merah bata, hal ini menunjukkan bahwa umbi bengkuang mengandung glukosa. Hidrolisat juga dianalisis dengan iodium untuk mengetahui apakah masih mengandung pati atau tidak, dan hasilnya hidrolisat tidak berwarna biru, artinya tidak lagi mengandung pati.

Berdasarkan hal di atas, penulis melakukan penelitian dengan judul ***" Pembuatan Bioetanol dari Hidrolisat Pati Bengkuang Segar Secara Fermentasi Menggunakan Biakan Sacharomyces cerevisiae "***

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah kondisi optimum pembuatan bioetanol dari hidrolisat pati bengkuang segar secara fermentasi?

C. Pembatasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian seperti di bawah ini.

1. Kondisi optimum pada proses fermentasi ini adalah lama fermentasi yang terdiri dari 5 variasi yaitu: 24, 36, 48, 60, 72 jam dan jumlah inokulum *Sacchromyces cereviciae* yang terdiri dari 4 variasi yaitu: 5, 10, 15 dan 20 mL
2. pH fermentasi yang digunakan adalah 4,5 dengan suhu fermentasi adalah suhu kamar
3. Penentuan konsentrasi bioetanol dengan menghitung massa jenis dari masing-masing konsentrasi sampel

D. Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan penelitian seperti di bawah ini.

1. Berapakah lama fermentasi optimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi tertinggi dari hidrolisat pati bengkuang segar?
2. Berapakah jumlah inokulum optimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi tertinggi dari hidrolisat pati bengkuang segar?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah menentukan lama fermentasi dan jumlah inokulum untuk menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi yang tertinggi dari hidrolisat pati bengkuang segar.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian seperti di bawah ini.

1. Sebagai salah satu informasi tentang produksi bioetanol dari bahan baku hidrolisat pati bengkuang secara fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae.*
2. Memberikan informasi kepada peneliti lain tentang jumlah inokulum dan lama fermentasi hidrolisat pati bengkuang dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae.*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Umbi Bengkuang

Di Indonesia, umbi bengkuang dikenal dengan sebutan bengkuang atau bengkoang, sedangkan di Jawa disebut *besusu.* Dalam kehidupan sehari-hari, yang disebut bengkuang adalah umbi (*cormus*) dari tanaman bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*). Tumbuhan ini membentuk umbi akar (*cormus*) berbentuk bulat atau membulat dengan berat dapat mencapai 5 kg. Kulit umbinya tipis berwarna kuning pucat dan bagian dalamnya berwarna putih dengan cairan segar agak manis. (Damayanti,2010:1)

Bengkuang biasanya dikonsumsi dalam bentuk segar utuh atau sebagai bagian dari rujak, asinan, manisan, salad, atau jus. Penambahan madu dan jeruk nipis ke dalam jus bengkuang dapat mencegah sariawan. Selain sebagai bahan pangan, umbi bengkuang secara tradisional juga sangat dikenal dalam dunia kecantikan, yaitu sebagai masker kecantikan untuk memutihkan dan menyegarkan kulit (Damayanti,2010:1). Umbi bengkuang dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Umbi Bengkuang (*pachhyrizus erosus*)
Sumber: http://Google.com bengkuang

Klasifikasi umbi bengkuang menurut Syamsuhidayat (1991:428) adalah:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermathophyta

Sub-divisio : Angiospermae

Kelas : Dicotiledone

Bangsa : Rosales

Suku : Pachyrhizus

Spesies : *Phachyrhizus erosus*

Komposisi zat kimia yang terkandung dalam 100 gram bengkuang seperti yang tercantum dalam tabel di bawah ini:

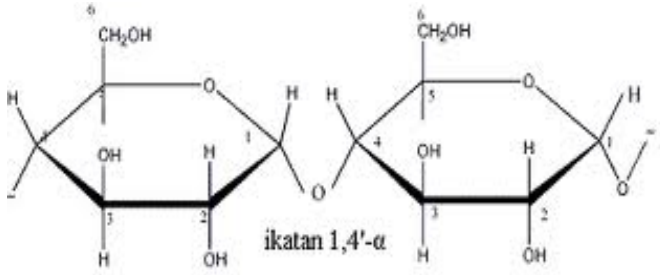
Tabel 1. Komposisi zat kimia bengkuang

Zat gizi	Kandungan/100 gram
Energi (kkal)	55
Protein (g)	1,4
Lemak (g)	0,2
Karbohidrat (g)	12,8
Kalsium (mg)	15
Fosfor (mg)	18
Besi (mg)	0,6
Vitamin C (mg)	20
Vitamin B1 (mg)	0,04
Vitamin A (IU)	0,2
Air (g)	85,1

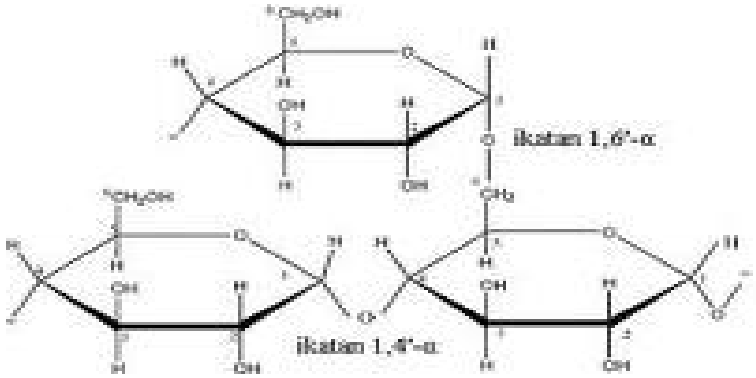
Sumber: Direktorat Gizi Depkes (1992)

Kandungan kimia umbi bengkuang adalah *pachyrhizon*, rotenon, vitamin B1, dan vitamin C. Selain itu, bengkuang juga mengandung mineral. Mineral yang terkandung dalam bengkuang yang paling dominan adalah fosfor, zat besi, serta kalsium. Pada Tabel 1 dapat dilihat komposisi zat kimia bengkuang, karbohidrat yang terkandung dalam bengkuang adalah 12,8 gram. Karbohidrat adalah polihidroksi aldehid dan keton ataupun turunannya. Karbohidrat terbagi atas monosakarida yaitu karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis lagi menjadi molekul yang lebih kecil, kemudian disakarida yaitu karbohidrat yang terdiri dari 2 molekul monosakarida dan polisakarida yaitu karbohidrat yang terdiri dari banyak molekul monosakarida. (Fessenden, 1986:318)

Pati adalah jenis polisakarida yang terdapat pada biji buah, umbi, dan akar sebagai tempat penyimpanan karbohidrat bagi tumbuh-tumbuhan. Komponen utama penyusun pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa tersusun atas satuan glukosa yang saling berkaitan melalui ikatan α1-4 glikosida sedang amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun atas α1-4 glikosida dan mempunyai cabang α1-6 glikosida. Hidrolisis sempurna amilosa dan amilopektin menghasilkan D-glukosa. (Fessenden, 1986:354)



(a)



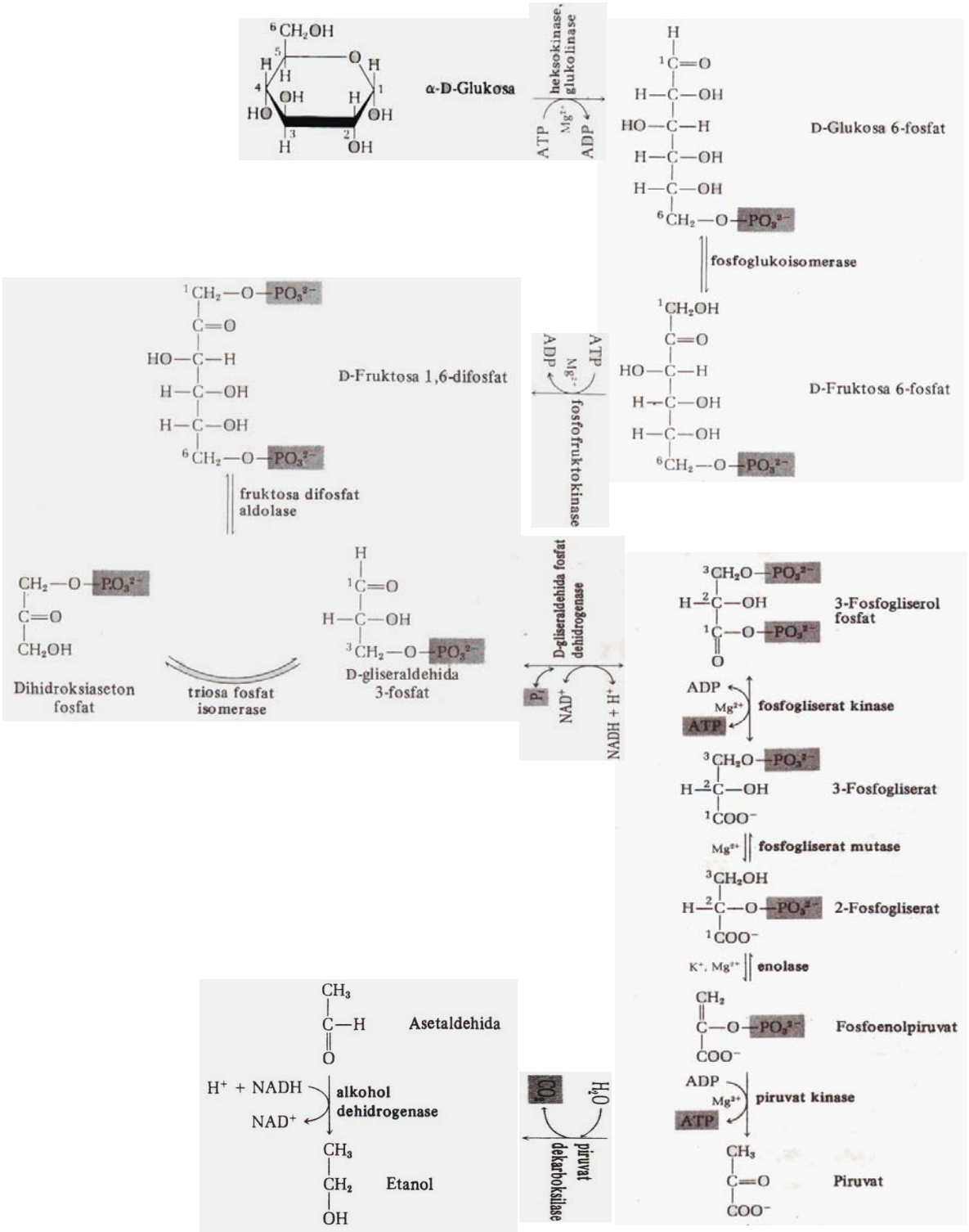
(b)

Gambar 2. (a)Struktur amilosa, (b)Struktur amilopektin
Sumber: Fessenden, 1986:354-355

B. Fermentasi Alkohol

Fermentasi adalah salah satu metoda pembuatan alkohol dengan cara mengkonversikan larutan yang mengandung glukosa menjadi alkohol dengan bantuan *fermentation agent*. *Fermentation agent* yang sering digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae.* Fermentasi timbul sebagai hasil metabolisme tipe anaerob, karena oksigen tidak ikut serta dalam proses fermentasi. (Sari, 2009:2)

Saccharomyces cereviciae memfermentasi glukosa menjadi etanol melalui lintasan Embden-Meyerhof-Parnas. (Lehninger 1991:80-103). Jalur Embden-Meyerhof-Parnas adalah mekanisme umum untuk mengubah glukosa menjadi asam piruvat. Jalur Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) terlihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Lintasan Embden-Meyerhof-Parnas (EMP)
(Sumber: Lehninger 1991:80-103)

Terjadinya fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat pemecahan komponen-komponen bahan tersebut. Hasil fermentasi bergantung pada jenis bahan pangan (substrat), jenis mikroba dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut (Harahap, 2003:4).

Pada umumnya penguraian karbohidrat berlangsung melalui suatu degradasi dari gula monosakarida yaitu glukosa menjadi asam piruvat. Penguraian asam piruvat menjadi etanol (etil alkohol) sering juga disebut fermentasi alkohol (Winarno, 1993:49). Pada proses fermentasi umumnya terdiri dari tiga tahap yaitu : persiapan bahan baku, fermentasi dan pemurnian.(Retno, 2009:3)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi (Hidayat, 2007:2-3) diantaranya :

1. Mikroba

   Dalam industri fermentasi mikroba merupakan faktor utama, sehingga harus memenuhi syarat-syarat tertentu :

   a. Murni

      Dalam fermentasi sebaiknya menggunakan biakan murni. Untuk menjaga agar biakan tetap murni dalam proses maka kondisi lingkungan harus dijaga tetap steril. Penggunaan kultur tunggal mempunyai resiko yang tinggi karena kondisi harus optimum.

b. Unggul

Sifat unggul yang ada harus dapat dipertahankan sehingga pada kondisi fermentasi yang diberikan, mikroba mampu menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki secara cepat dan hasil yang besar. Hal ini berkaitan dengan kondisi proses yang diinginkan. Rekayasa genetik dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat jasad agar diperoleh produk yang tinggi dan mengurangi produk-produk sampingan.

c. Stabil

Mikroba harus mempunyai sifat-sifat yang tetap, tidak mengalami perubahan karena mutasi atau perubahan lingkungan, sehingga diperoleh hasil yang diinginkan.

d. Tidak Patogen

Mikroba yang sebaiknya digunakan adalah bukan patogen bagi manusia ataupun hewan, kecuali untuk produksi bahan kimia tertentu. Jika digunakan mikroba patogen harus dijaga agar tidak menimbulkan akibat samping pada lingkungan.

2. Bahan baku

Bahan baku yang dapat digunakan untuk proses fermentasi sangat bervariasi, dapat berasal dari hasil pertanian, perkebunan maupun limbah industri. Bahan baku yang biasanya digunakan diantaranya :

a. Bahan-bahan yang mengandung gula, yang rasanya manis, misalnya gula tebu, gula bit, molase (tetes), macam-macam sari buah-buahan dan lain-lain.
b. Bahan yang mengandung pati misalnya: jagung, kentang sorgum, malt, ubi kayu, padi-padian, barlrey dan lain-lain.
c. Bahan-bahan yang mengandung selulosa, misalnya: kayu, cairan buangan pabrik pulp dan kertas (waste sulfire liquor).

3. pH (keasaman)

Saccharomyces cereviciae memerlukan media dalam suasana asam untuk fermentasi alkohol, yaitu antara pH 4,0 – 5,0.

4. Suhu

Pada waktu fermentasi suhu optimum untuk pengembangbiakan adalah 28 – 30 ^{o}C. Agar suhu fermentasi tidak naik, maka perlu pencegahan dengan cara pendinginan agar suhu dipertahankan tetap 28 – 30 ^{o}C.

5. Lama fermentasi

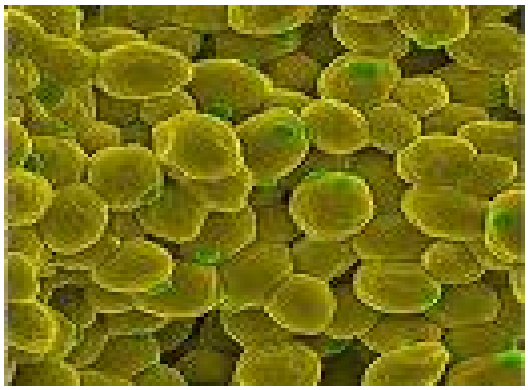
Lamanya fermentasi berpengaruh terhadap konsentrasi alkohol yang terbentuk, hal ini disebabkan oleh aktifitas dari enzim. Semakin lama fermentasi semakin lama enzim kontak dengan substrat sehingga semakin bertambah konsentrasi alkohol yang terbentuk.

Kriteria proses fermentasi yang baik adalah dapat menghasilkan konsentrasi etanol yang banyak, laju terhadap fermentasi yang tinggi, tahan terhadap konsentrasi gula dan etanol yang tinggi, tahan terhadap temperatur tinggi dan stabil pada kondisi fermentasi yang sesuai. (Kardono: 131)

C. *Saccharomyces cereviciae*

Saccharomyces cereviciae merupakan salah satu jenis ragi. Ragi adalah mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran antara 5-20 mikron, biasanya berukuran 5-10x lebih besar dari bakteri. Terdapat berbagai macam bentuk khamir, tergantung cara pembelahan selnya. (Bukle, dkk, 1987:31)

Saccharomyces cereviciae adalah mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi bioetanol, *Saccharomyces cereviciae* dapat tumbuh dengan baik pada kondisi aerobik dan anaerobik. Pada kondisi anaerobik dapat tumbuh dengan kecepatan pertumbuhan yang spesifik hingga 0.5 sel/jam. Produk bioetanol yang dihasilkan oleh ragi menghendaki suhu antara 28 sampai 30°C dan pH antara 4,0-5,0 untuk pertumbuhannya. Bentuk Sel *Saccharomyces Cereviciae* dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Sel *Saccharomyces Cereviciae*
(Sumber:http://yalun.wordpress.com/2008/12/14/bagaimana mikroorganisme-bisa-menghasilkan-alkohol)

Saccharomyces cereviciae tergolong kedalam ragi dengan klasifikasi menurut Suriawiria (1995:128), sebagai berikut :

Divisio : Ascomycetes

Kelas : Saccharomycetales

Famili : Saccharomycetaceae

Genus : Saccharomyces

Spesies : *Saccharomyces cereviciae*

Adapun komposisi kimia *Saccharomyces cereviciae* diantaranya: protein 50-52%, karbohidrat 30-37%, lemak 4-5%, mineral 7-8%. Saccharomyces cereviciae mempunyai kandungan asam amino diantaranya : metionin, sistin, treonin, fenilalanin, isoleusin, lisin, leusin, triptofan dan valin. (Riza, 2005 : 51).

menurut Jumari, (2009:50) di antaranya :

a. Nutrisi (zat gizi)

Semua mikroorganisme memerlukan makanan dan nutrisi yang berfungsi untuk menyediakan:

1). Energi, biasanya diperoleh dari substansi yang mengandung karbon yang salah satu sumbernya adalah gula.

2). Nitrogen, nitrogen adalah salah satu nutrisi yang dibutuhkan mikroba dalam fermentasi. Salah satu contoh sumber nitrogen yang dapat digunakan adalah urea.

3). Mineral, mineral yang diperlukan mikroorganisme salah satunya adalah phospat yang dapat diambil dari pupuk TSP.

4). Vitamin, sebagian besar sumber karbon dan nitrogen alami mengandung semua atau beberapa vitamin yang dibutuhkan.

b. Keasaman (pH)

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan khamir dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus maka daya awet dari asam tersebut akan hilang. Tingkat keasaman sangat berpengaruh dalam perkembangan khamir. Kondisi keasaman yang baik untuk pertumbuhan khamir yaitu berkisar 4,0-5,0.

c. Suhu

Tiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan maksimal, suhu pertumbuhan minimal dan suhu pertumbuhan optimal. Suhu pertumbuhan optimal yaitu suhu yang memberikan pertumbuhan terbaik dan perbanyakan diri tercepat, menurut Harahap(2003: 4), suhu optimal untuk perkembangbiakkan adalah 28-30^{0}C. Untuk mencegah agar suhu fermentasi tidak naik, perlu pendingin agar suhu dipertahankan tetap 28-30^{0}C.

d. Udara (Oksigen)

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobik (tanpa udara). Udara hanya diperlukan pada proses pembibitan sel khamir sebelum proses fermentasi

e. Waktu/lama fermentasi

Lama fermentasi berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang terbentuk.

Perkembangan jumlah sel mikroba pada umumnya dapat digambarkan dalam bentuk kurva pertumbuhan. Kurva pertumbuhan jasad hidup, khususnya mikroba, merupakan gambaran fase pertumbuhan secara bartahap sejak awal hingga berhenti mengadakan aktifitas. Kurva ini terbagi ke dalam beberapa fase pertumbuhan (Suriawiria, 1995:80) yaitu:

a. Fase lag

Pada fase ini pertumbuhan jumlah mikroorganisme tidak secara nyata terlihat. fase ini dapat juga dinamakan sebagai fase adaptasi ataupun fase pengaturan jasad untuk suatu aktifitas di dalam lingkungan yang mungkin baru. Sehingga grafik selama fase ini umumnya mendatar.

b. Fase eksponensial/logaritmik

Setelah setiap mikroorganisme menyesuaikan diri dengan lingkungan baru (selama fase lag), jumlah mikroba mulai meningkat sehingga kurva meningkat dengan tajam.

c. Fase pengurangan pertumbuhan

Fase ini berupa keadaan puncak dari fase logaritmik sebelum mencapai fase stasioner, dimana penambahan jumlah mikroorganisme mulai berkurang atau menurun yang disebabkan oleh banyak faktor, antara lain berkurangnya sumber nutrient di dalam media, tercapainya jumlah kejenuhan pertumbuhan jasad dan sebagainya.

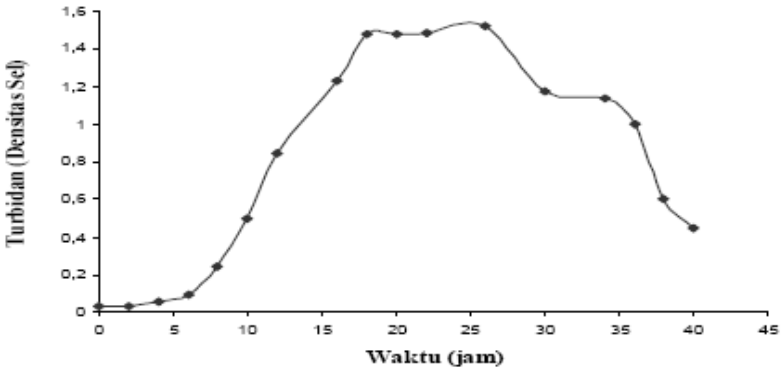
d. Fase stasioner

Pada fase stasioner ini terjadi pengurangan sumber nutrient, maka sampailah puncak aktifitas pertumbuhan kepada titik yang tidak bisa dilampaui lagi.

e. Fase kematian

Fase kematian merupakan akhir dari suatu kurva di mana jumlah mikroorganisme secara tajam akan menurun sehingga grafik tampaknya akan kembali ke titik awal lagi.

Kurva pertumbuhan dari *Saccharomyces cereviciae* seperti pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 5. Kurva Pertumbuhan *Sacc. cereviciae*
(Sumber : Susanti, dkk. 2009)

D. Etanol/Bioetanol

Etanol adalah alkohol yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri minuman. Etanol merupakan senyawa yang sering digunakan didalam industri kimia, antara lain sebagai pelarut, untuk membuat asetaldehid, eter dan

lain sebagainya (Putri,2008:112). Etanol juga digunakan sebagai bahan bakar, etanol dapat digunakan dalam bentuk murni ataupun campuran untuk bahan bakar bensin.

Etanol mempunyai rumus molekul C_2H_5OH atau rumus empiris C_2H_6O Etanol sering disingkat dengan rumus EtOH. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Sifat fisika etanol lainnya dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 2. Sifat Fisika Etanol

Komponen	Uraian
Massa molekul relatif	46,07
Titik beku	-114,1°C
Titik didih normal	78,32°C
Dentitas pada 20°C	0,7893 g/ml
Kelarutan dalam air 20°C	sangat larut
Viskositas pada 20°C	1,17 Cp
Kalor spesifik, 20°C	0,579 kal/g°C
Kalor pembakaran, 25°C	-7092,1 kal/g
Kalor penguapan 78,32°C	200,6 kal/g

Sumber: (Rizani, 2000)

Sifat kimia dari etanol di antaranya dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat dengan menggunakan zat pengoksidasi yaitu asam kromat. Etanol juga bereaksi dengan HBr dan HI yang menghasilkan alkil bromida dan alkil iodida. Selain itu etanol juga dapat mengalami dehidrasi dengan memanaskannya dengan asam kuat. misalnya dipanaskan pada suhu 180^0C dengan sedikit asam sulfat pekat yang akan menghasilkan etilena (Hart, 1990:168). Reaksi Dehidrasi Alkohol menjadi Etilena seperti di bawah ini.

$$CH_3CH_2\text{-}OH_{(aq)} \xrightarrow{H^+,\ 180^0C} CH_2{=}CH_{2\ (aq)} + H_2O_{(l)}$$

etanol — etilena

Etanol dapat dibuat dengan 2 cara:

a. cara sintesis (laboratorium)

b. cara fermentasi dengan menggunakan aktivitas mikroba, seperti *Saccharomyces cereviciae*

Etanol yang diproduksi dari tumbuh-tumbuhan dengan cara fermentasi menggunakan bantuan mikroorganisme disebut bioetanol. Pembuatan bioetanol yaitu dari bahan-bahan terutama dari tumbuhan yang mengandung komponen gula, pati atau selulosa, misalnya ubi kayu, ubi jalar, kentang, jagung,dan lain sebagainya.

E. Pemisahan Campuran dengan Tekhnik Destilasi

Destilasi adalah proses penguapan substansi, pengembunan dan mengumpulkan hasil pengembunan dalam suatu wadah. Tekhnik ini biasanya digunakan untuk pemisahan campuran jika komponen yang dipisahkan mempunyai titik didih yang berbeda, yang secara umum dimanfaatkan untuk pemurnian komponen yang ada.

Perubahan bentuk atau transisi antara kedua keadaan zat atau fasa memberikan informasi yang dapat dipakai untuk identifikasi zat atau senyawa. Distribusi suatu komponen antara dua fasa merupakan dasar dari semua tekhnik pemisahan. Semua molekul cairan tidak pernah diam tetapi selalu ada dalam gerakan tetap dan menghasilkan tekanan internal dan kecendrungan untuk keluar dari cairan.

Gerakan-gerakan partikel dalam cairan dapat menyebabkan zat cair dipermukaan lepas dari tarikan partikel cairan dan akibatnya terjadi tekanan uap. Bila pemanasan diteruskan gerakan-gerakan partikel semakin kuat, bila tekanan uap ini sama dengan tekanan udara diperuntukkan zat cair terjadilah pendidihan secara normal pada tekanan atm. Bila dua senyawa yang berbeda titik didihnya pada tekanan ini terdapat dalam suatu campuran, maka keduanya dapat dipisahkan secara destilasi biasa. (Soebagio, 2005: 25)

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk konsentrasi bioetanol tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 48 jam dengan penambahan inokulum 10 mL. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh yaitu 2,60%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disarankan beberapa hal. Diharapkan pada peneliti selanjutnya agar dapat melakukan penelitian mengenai pembuatan bioetanol dari sampel-sampel yang lain yang mengandung glukosa sehingga dapat memperoleh konsentrasi etanol yang tinggi. Dan pada pemisahan hasil fermentasi sebaiknya menggunakan alat destilasi bertingkat sehingga bioetanol yang dihasilkan benar-benar murni.

DAFTAR PUSTAKA

Bukle, dkk. 1987. *Ilmu Pangan.* Jakarta: Universitas Indonesia.

Damayanti, keny. 2010. pembuatan tepung bengkuang dengan kajian konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"

Direktorat Gizi Depkes RI.1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhatara Karya Aksara. Jakarta

Fessenden, R.J. Fessenden, J.S. 1991. *Kimia Organik*, Terjemahan A. Hadyana P., Jilid 2, Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga

Hambali, Erliza., dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agro Media Pustaka

Harahap, Hamidah. 2003. *Produksi Alkohol.* Karya Ilmiah USU. Halaman 1-10

Hart, Harold. 1990. *Kimia Organik*, Terjemahan Dr. Suminar Achmadi Ph.D., Edisi ke enam. Jakarta: Erlangga

Hidayat, Nur Suhartini. 2007. *Mikrobiologi Industri.* Malang: Universitas Brawijaya

Jumari, arif. 2009. *Pembuatan etanol dari jambu mete dengan metoda fermentasi.* Jurnal Ekuilibrium. Vol 7 no.2 Halaman 48-54

Kardono, L. Broto, dkk. *Fermentasi Etanol dari Buah Anggur Bali dengan Menggunakan Ragi Sacharomyces Cereviciae Serta Pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Glukosa dan Temperatur Kultur.* Jurnal. Pusat penelitian kimia-LIPI. Serpong

Lehninger, A.L. 1991. *Dasar-Dasar Biokimia, Terjemahan M. Thenawijaya*, . 2. Jakarta : Erlangga

Nelson, Norfon. 1994. *A Photometric Adaptation of the Somogy Method for the Determination of Glucose*. Journal of Medical Research Cincinnati: Universitas of Cincinati

Putri, Lili S.E., dkk. 2008. *Konversi Pati Ganyong (Canna edulis Ker.) Menjadi Bioetanol melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi.* Jurnal Biodiversitas, Volume 9 No.2. Halaman 112-116