

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Umbi-umbian adalah salah satu jenis keanekaragaman dalam dunia tumbuh-tumbuhan yang mempunyai nilai guna. Araceae merupakan salah satu familia yang anggotanya dari jenis umbi-umbian seperti ganyong, talas, kimpul, suweg, kapu-kapu dan sebagainya (Tjitrosoepomo, 1991).

Pemanfaatan umbi tersebut sampai saat sekarang ini masih sangat terbatas, yaitu dikonsumsi makanan dalam olahan yang sederhana misalnya direbus, keripik, dan makanan rakyat lainnya. Padahal umbi tersebut dapat dijadikan bahan baku alternatif yang murah dan cukup menunjang industri fermentasi sehingga dapat menghasilkan produk-produk yang mempunyai nilai jual.

Pembuatan alkohol dari bahan baku umbi ganyong secara fermentasi dapat dijadikan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan alkohol yang semakin bertambah. Karena semakin banyaknya industri makanan dan minuman, rumah sakit, pabrik-pabrik farmasi dan kimia, sekolah farmasi, biologi, kedokteran, dan sebagainya yang menggunakan alkohol.

Tinggi rendahnya kadar alkohol/etanol ditentukan aktivitas khamir dan substrat gula. Menurut Budiyanto (2002) pati maupun karbohidrat yang kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang lebih sederhana.

Sangat menguntungkan apabila dapat memanfaatkan umbi ganyong menjadi suatu produk yang lebih bernilai jual yaitu sebagai bahan baku pembuatan etanol, meskipun dalam skala kecil. Umbi ganyong digunakan dalam proses fermentasi alkohol karena memiliki karbohidrat sebesar 22,60 gram dalam 100 gram ganyong (lingga, 1986), sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan alkohol. Untuk meningkatkan pertumbuhan dan mempertahankan kelangsungan hidup mikroba digunakan ammonium sulfat sebagai nutrisi.

Kusmayati (2006), mengemukakan bahwa tepung ganyong mampu menghasilkan etanol dengan adanya *Aspergillus niger* dan *Zymomonas mobilis*. Kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 0,9979 % selama 72 jam. Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu diadakan penelitian tentang penetapan etanol hasil fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* dengan substrat umbi ganyong (*Canna edulis* Ker.).

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas dapat dirumuskan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Adakah perbedaan etanol yang diproduksi bila dalam proses fermentasi ditambahkan ammonium sulfat yang berguna sebagai penambah sumber N dan S dalam media?
2. Berapakah besar kadar etanol dalam fermentasi tersebut?

### **C. Tujuan penelitian**

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk:

1. Mengetahui adakah perbedaan etanol yang diproduksi bila dalam media fermentasi tersebut ditambahkan ammonium sulfat yang berguna sebagai penambah sumber N dan S dalam media.
2. Mengetahui besarnya kadar etanol yang dihasilkan dalam fermentasi tersebut.

### **D. Tinjauan Pustaka**

#### **1. Ganyong (*Canna edulis* Ker.)**

Ganyong adalah tanaman umbi-umbian yang di Melayu disebut dengan laos jambe atau laos mekah. Sedang namanya di daerah Sunda adalah ganyong, nyidra, limbong, senitra, dan di Jawa disebut midro dan ganyong. Sedang orang Madura menyebutnya dengan banyur dan manyong. Dari sekian banyak nama ilmiah yang digunakan, maka nama yang paling tepat adalah *Canna edulis* ker .

Tanaman ganyong berasal dari Amerika Selatan, masyarakat daerah ini telah mengenal tanaman ganyong sejak 2500 SM, dan telah memanfaatkannya sebagai bahan makanan. Sekarang tanaman ganyong telah menyebar luas di Asia, afrika, Pasifik, dan Australia. Queensland (Australia, tanaman ganyong telah diusahakan secara besar-besaran untuk diambil patinya). Pembuatan tepung ini telah diusahakan di pabrik, dan tepungnya disebut "Queensland arrowroot. Ganyong dimasukkan dalam golongan tanaman umbi-umbian ganyong ditanam

umumnya hanya untuk diambil umbinya yang kaya akan karbohidrat. Umbi disini sebenarnya adalah rhizoma yang tinggi dalam tanah (Lingga, *dkk.* 1986).

Morfologi dari tumbuhan ganyong terdiri dari batang, daun, bunga dan buah. Ganyong adalah tanaman semak menahun, berbatang basah (herbaceous) dengan tinggi 1 – 1,5 m dan berbentuk bulat agak pipih, yang merupakan kumpulan pelepah daun (batang semu). Daunnya lebar berwarna hijau atau kemerah-merahan dengan tulang daun menebal dan letaknya berselang-seling (Subandi, 2003).

Tanaman ini berumbi besar dengan diameter antara 5 – 8,75 cm dan panjangnya 10 – 15 cm, bahkan bisa mencapai 60 cm. Bagian tengah umbi tebal dan dikelilingi berkas-berkas sisik dengan akar serabut yang tebal. Umbi ganyong dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan energi karena kandungan karbohidratnya yang tinggi. Kandungan gizi ganyong dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Daftar Susunan Zat Gizi dalam 100 Gram Ganyong (Lingga, 1986).**

No	Zat Gizi	Kandungan
1.	Air	75 gram
2.	Protein	1,0 gram
3.	Lemak	0,1 gram
4.	Karbohidrat	22,6 gram
5.	Zat Kapur (Ca)	21 mg
6.	Phospor (P)	70 mg
7.	Zat Besi (Fe)	20 mg
8.	Vitamin A	0
9.	Thiamin	0,1 mg
10.	Vitamin B. 1	10 mg

Menurut Subandi (2003), ganyong dapat diklasifikasikan :

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Classis : Monocotyledoneae

Ordo : Zyngiberales  
Famili : Cannaceae  
Genus : Canna  
Species : *Canna edulis* ker.

Bunga tanaman termasuk bunga sempurna yang tumbuh dari ujung batang dan berbentuk seperti trompet, berwarna merah dan kuning di bagian pangkalnya. Buahnya berbentuk bulat kecil, tiap buah berisi 3 – 9 butir biji. Biji yang masih muda berwarna hijau, sedangkan yang tua (matang) berwarna hitam mengkilap.

Akar tanaman ganyong membesar membentuk bongol yang disebut umbi. Umbi ganyong berwarna putih atau merah kekuning-kuningan, berbentuk bulat panjang agak pipih dan tidak peraturan. Panjang umbi ganyong sekitar 60 cm dengan diameter 10 cm dan ada bekas-bekas sisik. Umbi ganyong mengandung 10 – 20 % pati berkualitas( Subandi, 2003).

Kandungan karbohidrat umbi ganyong lebih tinggi daripada kentang, karena dalam ganyong tersebut terdapat pati yang merupakan cadangan makanan utama pada tanaman. Senyawa ini sebenarnya campuran dua polisakarida : (1) amilosa, molekul amilosa ini terdiri dari 70 hingga 350 unit glukosa. Kira-kira 20 % dari pati adalah amilosa; (2) Amilopektin, molekul ini terdiri dari 70 hingga 100.000 unit glukosa (Kunia, 2004).

## **2. Fermentasi**

### **a. Pengertian Fermentasi**

Fermentasi merupakan proses perubahan-perubahan kimia dalam suatu substrat organik yang berlangsung karena aksi katalisator biokimiawi yaitu enzim

yang dihasilkan oleh mikroba-mikroba hidup tertentu (Tjokroadikoesoemo, 1993). Penguraian metabolik senyawa organik yang berlangsung dalam satu organisme, tanpa kehadiran oksigen molekuler dan menggunakan senyawa organik, baik sebagai zat pengoksid maupun substrat yang dioksid (Kashiko, 2003).

Dwijoseputro (1998), menyatakan bahwa istilah fermentasi sering diganti dengan peragian. Ragi-ragi tersebut mempunyai persamaan yaitu menghasilkan fermen atau enzim yang dapat mengubah substrat menjadi bahan lain dengan mendapat keuntungan berupa energi. Adapun substrat yang diubah itu berbeda-beda.

#### **b.Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi**

Desrosier (1988), berpendapat bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi yaitu antara lain:

##### **1). pH**

Mikrobia tertentu dapat tumbuh pada kisaran pH yang sesuai untuk pertumbuhan. pH mempengaruhi pertumbuhan khamir dan produk yang dihasilkan. Khamir yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh atau berkembang biak dalam pH 3–6 ((Judoamidjojo, 1992).

##### **2). Suhu**

Suhu yang digunakan selama fermentasi akan mempengaruhi mikrobia yang berperan dalam proses fermentasi. Suhu optimum 25-30 °C.

##### **3). Oksigen**

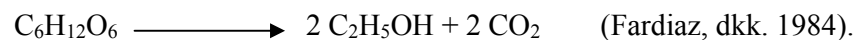
Pengaturan udara akan mempengaruhi populasi mikrobia dalam substrat.

#### 4). Substrat

Mikrobia memerlukan substrat yang mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhannya.

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan tersebut. Sebagai contoh misalnya buah atau sari buah dapat menghasilkan rasa dan bau alkohol, ketela pohon dan ketan dapat berbau alkohol atau asam (tape), susu menjadi asam dan lain-lainnya (Fardiaz, dkk. 1984).

Fermentasi gula oleh ragi misalnya *Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces ellipsoideus* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO<sub>2</sub> melalui reaksi sebagai berikut :

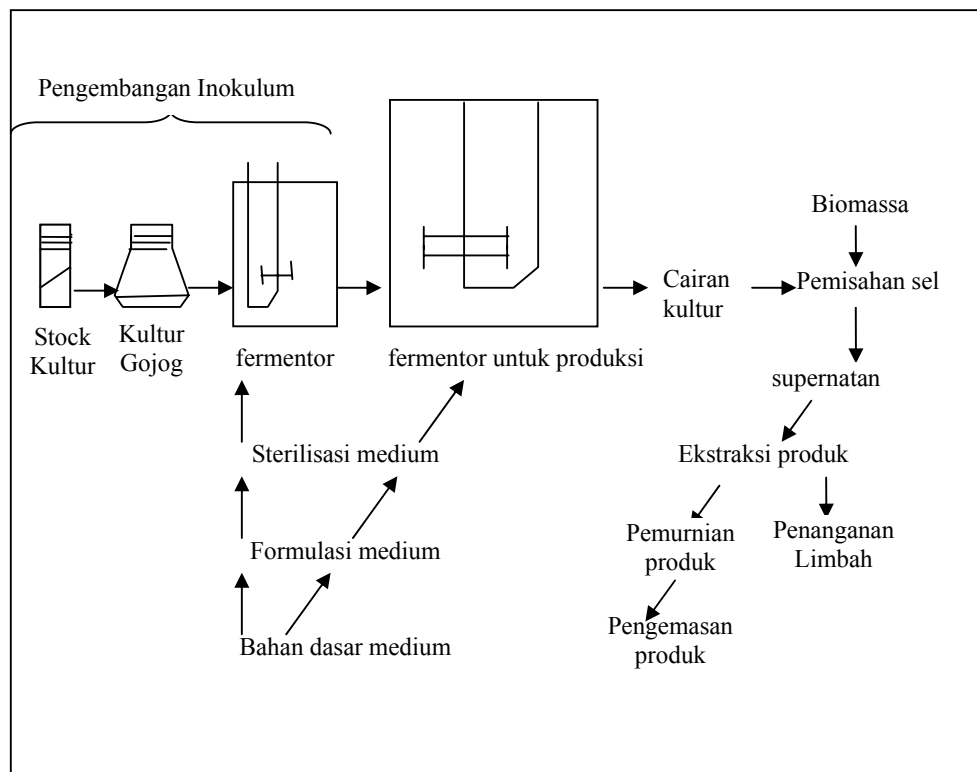


Ruang lingkup fermentasi sebenarnya tidak terbatas pada penghasil produk-produk minuman. Stanbury dan Whittaker (1984), membagi ruang lingkup fermentasi menjadi 4 kelompok utama yaitu:

- 1). Produksi sel (Biomassa) : khamir baker's yeast, protein sel tunggal (PST).
- 2). Produksi enzim : amilase, protease, laktase.
- 3). Produksi metabolit : (a). metabolit primer : etanol, asam sitrat, aseton.  
(b). metabolit sekunder : penisillin, giberilin, aflatoksin.
- 4). Proses Transformasi : transformasi etanol menjadi asam sitrat sebagai produk proses fermentasi. Etanol dapat dihasilkan dari beberapa bahan dasar yang mengandung senyawa karbohidrat.

Dalam proses fermentasi terdapat 6 komponen dasar yang harus diperhatikan, yaitu seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 berikut:

- 1).Formulasi media yang digunakan sebagai proses perkembangbiakan mikroba sejak persiapan inokulum sampai tahap fermentasi untuk produksi.
- 2).Sterilisasi media dan dan peralatan lainnya.
- 3).Produksi biakan aktif dan murni dalam jumlah yang cukup untuk ditumbuhkan dalam medium produksi.
- 4).Pertumbuhan organisme dalam media produksi dalam kondisi optimal untuk pembentukan produk.
- 5).Ekstraksi produk dan pemurniannya.
- 6).Penanganan limbah produksi.



**Gambar 1. Skema dari proses fermentasi (Stanbury dan Whitaker, 1987).**



Hasil fermentasi dipengaruhi oleh teknologi yang dipakai. Pemilihan organisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Misalnya untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Sccharomyces cerevisiae* dan kadang digunakan untuk bahan-bahan laktosa dari whey (air yang ditinggalkan setelah susu dibuat keju) menggunakan *Candida Pseudotropicalis*. Seleksi tersebut bertujuan agar didapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat yang mempunyai toleransi terhadap konsentrasi pati dan gula yang tinggi mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak dan tahan terhadap alkohol tersebut (Said,1987).

### **3. Etanol**

Etanol (etil alkohol) mungkin sudah dikenal orang sejak awal peradaban manusia. Perkataan alkohol sendiri berasal dari bahasa arab : kuhl atau kohol, yang berarti intinya tepung. Secara berangsur-angsur artinya berubah menjadi essence, dan terakhir perkataan alkohol dipakai dengan arti seperti yang dikenal sekarang (Tjokroadikoesoemo,1993).

Menurut Said (1987), alkohol atau khususnya etanol dapat dibuat berbagai hasil pertanian. Secara umum bahan tersebut dapat dibagi dalam tiga golongan pertama, antara lain maltosa, gula tebu, dan sari buah umumnya adalah sari buah anggur. Golongan kedua adalah bahan-bahan yang mengandung pati seperti ; biji-bijian, kentang, dan tapioka. Jenis atau golongan yang terakhir adalah bahan yang mengandung selulosa seperti kaldu dan beberapa limbah pertanian. Selain ketiga jenis bahan tersebut diatas, khususnya etanol dapat juga dari bukan

asli pertanian tetapi dari bahan yang merupakan hasil proses lain sebagai contohnya etilen.

Etanol disebut juga etil etanol dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  di bidang industri dapat digunakan sebagai bahan bakar alat pemanas, penerangan, atau pembangkit tenaga, pelarut bahan kimia, obat-obatan, detergen, oli dan lilin. Selain itu etanol juga digunakan dalam keperluan dilaboratorium ataupun keperluan rumah tangga. Etanol tidak hanya dapat dibentuk oleh mikroba saja, tetapi banyak jenis tumbuhan dan fungi mampu membentuk etanol. Khamir seperti juga pada jenis-jenis fungi lainnya merupakan organisme aerob. Dalam lingkungan tanpa oksigen khamir mampu memfermentasikan karbohidrat menjadi etanol dan karbondioksida pada beberapa jenis bakteri anaerob dan bakteri fakultatif anaerob, senyawa heksosa dan pentosa dapat di fermentasikan menjadi alkohol sebagai produk utama / produk samping (Schlegel, 1994).

#### **a. Sifat fisik alkohol**

##### 1). Titik didih

Karena alkohol dapat membentuk ikatan hidrogen antara molekul-molekulnya maka titik didih alkohol lebih tinggi dari senyawa lain yang mempunyai berat formula sama. Untuk etanol titik didih berkisar antara  $78-79^{\circ}\text{C}$ .

##### 2). Kelarutan dalam air

Alkohol dengan berat molekul rendah dan larut dalam air. Kelarutan dalam air ini langsung disebabkan oleh ikatan hidrogen antara alkohol dan air (Fessenden dan Fessenden, 1997).

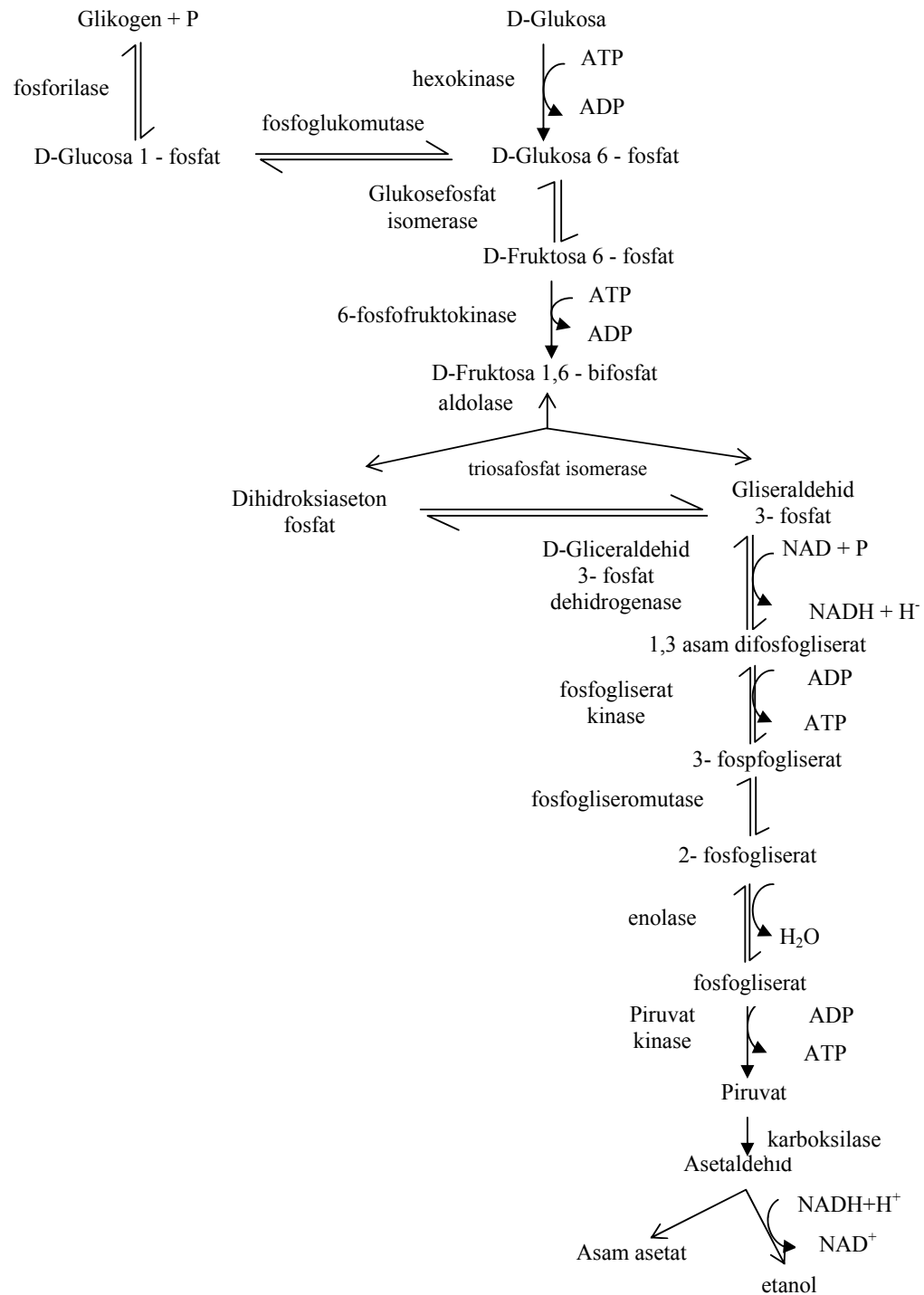
Proses terbentuknya alkohol melalui proses fermentasi dan beberapa hal yang harus diperhatikan adalah, jenis bahan dasar, cara dan lama fermentasi, ada tidaknya perlakuan destilasi, ada tidaknya pemeraman, adanya bahan tambahan tertentu dalam produk alkohol. (Kartika, 1992 dalam Zahroh, 2001)

**Tabel 2. Jenis dan Kadar Alkohol (Zahroh, 2001).**

No	Jenis Alkohol	Kadar Alkohol
1	Alkohol absolut	99,9
2	Rectified Spirit(alkohol yang dimurniakan)	90
3	Methylated Spirit(alkohol denaturasi)	95
4	RUM dan minuman keras lain	50-60
5	Whisky,Bir,dan Brandi	40-45
6	Port , Sherry	20
7	Anggur (winer )	10-15
8	Bir	4-8
9	Berbagai jenis minuman daerah	5-10

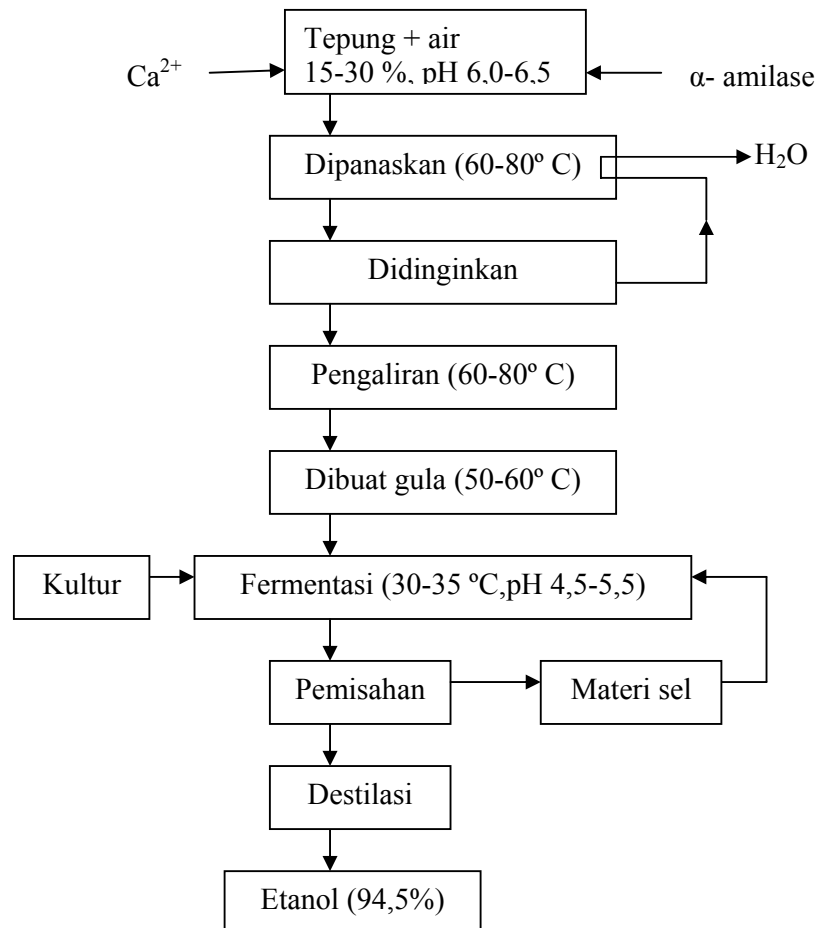
#### **b. Biosintesis etanol dari jalur glikolisis**

Hasil metabolisme dari karbohidrat dengan bantuan enzim dapat menghasilkan etanol, yang ditunjukkan pada gambar 2 berikut:



**Gambar 2. Jalur glikolisis**

Untuk produksi etanol dari substrat tepung dapat dilihat pada bagan berikut:



**Gambar 3. Produksi Etanol dari substrat tepung**

#### 4. Kromatografi Gas

Cara lain yang digunakan untuk penetapan kadar etanol adalah dengan kromatografi gas (Anonim, 1979). Kromatografi gas adalah salah satu pemisahan yang sekaligus untuk analisis senyawa-senyawa organik maupun anorganik, yang bersifat termostabil, dan mudah menguap (Soemarno, 2001).

Prinsip kerja GC adalah sebagai berikut : pada GC, komponen yang akan dipisahkan dibawa oleh gas lembam (gas pembawa) melalui kolom. Campuran

cuplikan terbagi di antara gas pembawa dan pelarut (fase diam) yang terdapat pada zat padat dengan ukuran partikel tertentu (penyangga padat). Pelarut akan menahan komponen secara selektif berdasarkan koefisien distribusinya sehingga terbentuk sejumlah pita yang berlainan pada gas pembawa. Pita komponen ini meninggalkan kolom bersama aliran gas pembawa dan dicatat sebagai fungsi waktu oleh detektor (McNair dan Bonelli, 1988).

Menurut Sastrohamidjojo dasar kerja GC adalah cuplikan diinjeksikan ke dalam injektor. Aliran gas dari gas pengangkut akan membawa cuplikan yang telah teruapkan masuk ke dalam kolom. Kolom akan memisahkan komponen-komponen dari cuplikan. Kemudian komponen-komponen deteksi oleh detektor, dan sinyal dalam bentuk puncak akan dihasilkan oleh pencatat.

Keuntungan yang ditunjukkan oleh GC, yaitu :

a) Kecepatan :

- (1) Gas yang merupakan fase bergerak sangat cepat mengadakan kesetimbangan antara fase bergerak dengan fasa diam.
- (2) Kecepatan gas yang tinggi dapat juga digunakan.

b) Sederhana :

Alat GC relatif sangat mudah dioperasikan. Interpretasi langsung dari data yang diperoleh dapat dikerjakan. Harga dari alat GC relatif murah.

c) Sensitif :

GC sangat sensitif . Karena sensitifitasnya sangat tinggi maka hanya memerlukan sejumlah kecil dari cuplikan, biasanya dalam ukuran mikroliter.

d) Pemisahan :

Dengan GC memungkinkan untuk memisahkan molekul-molekul dari suatu campuran, dimana hal ini tidak mungkin dipisahkan dengan cara-cara yang lain.

e) Analisa; dapat digunakan sebagai:

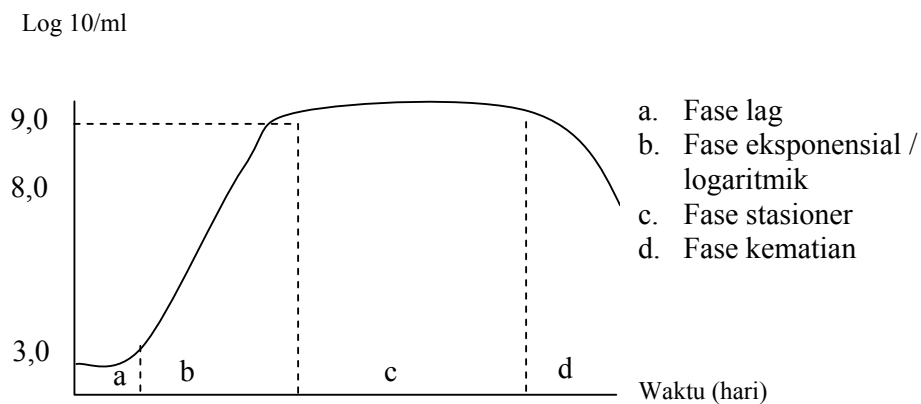
(1) Analisa kualitatif yaitu dengan membandingkan waktu retensi.

(2) Analisa kuantitatif yaitu dengan perhitungan luas puncak.

f) Alat GC dapat dipakai dalam waktu yang lama dan berulang-ulang.

(Sastrohamidjojo, 2005).

## 5. Pertumbuhan Mikroorganisme



**Gambar 4. Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme**

### a) Fase Lag (Tahap Istirahat)

Tahap A disebut tahap istirahat. Pada keadaan ini bila mikroba tersebut dimasukkan ke dalam media, akan hidup terus tetapi belum dapat berkembang biak. Tahap ini merupakan masa persiapan bagi mikroba tersebut untuk melangsungkan metabolisme pada tahap berikutnya, dan bila metabolisme sudah siap baru terjadi pembiakan

**b) Fase Logaritmik**

Tahap B disebut tahap tumbuh ganas dimana setelah beradaptasi, sel-sel ini akan tumbuh dan membelah diri. Bila ada bahan makanan yang cukup dan lingkungan hidupnya optimum (suhu dan pH) Kurvanya merupakan fungsi eksponensial dengan waktu. Hubungan antara log jumlah mikroba yang masih hidup dengan waktu merupakan garis lurus.

**c) Fase Stasioner**

Tahap C disebut tahap tumbuh tetap dimana jumlah mikroba yang baru dan yang mati seimbang. Ini dikarenakan habisnya bahan gizi dan tertimbunnya zat beracun sebagai bahan akhir metabolisme.

**d) Fase Kematian**

Tahap D disebut tahap kematian di mana jumlah mikroba yang mati lebih besar daripada yang hidup dan kecepatan kematian berbeda-beda tergantung dari spesies mikroorganisme dan lingkungan. (Fardiaz, *dkk.* 1984).

**6. Khamir (*Saccharomyces cerevisiae*)****a). Bentuk Khamir**

Khamir adalah mikroorganisme bersel tunggal dan ukurnya antara 5–20 mikron, biasanya 5–10 kali lebih besar dari bakteri. Terdapat bermacam-macam bentuk khamir tergantung pada cara pembelahan selnya. Khamir tidak memiliki struktur tambahan dibagian luarnya. Beberapa jenis khamir dapat membentuk kapsul yang diproduksi oleh bakteri tetapi tidak dihasilkan oleh khamir (Volk dan Wheller, 1993). Ada yang berbentuk Silindris, memanjang, atau berbentuk bola (Volk dan Wheller, 1993).



*Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir yang digunakan baik dalam industri minuman beralkohol seperti winer, bir, dan hasil destilasinya maupun untuk industri pangan seperti roti. Khamir ini dapat dibedakan atas 2 kelompok, 1) Top yeast ; yang melakukan proses fermentasi dipermukaan cairan dan membentuk gumpalan, dan 2) Bottom yeast ; yang melakukan proses fermentasi pada dasar atau di dalam cairan dan tidak membentuk suatu gumpalan. (Sudarmadji, 1988).

#### **b). Klasifikasi Khamir**

Khamir merupakan bagian dari kelompok kapang yang dibedakan dan hampir semua galur yang lain oleh sifatnya yaitu bersel tunggal dan membelah diri (biner) secara bertunas. Klasifikasi pada tingkat ini di dasarkan atas kemampuannya untuk membentuk spora, bentuk sel dan cara perbanyakan sel seperti pembentukan pseudomiselium dan berbagai ragam uji biokimia dan fisiologi seperti fermentasi gula dan asimilasi serta penggunaan N<sub>2</sub> (Volk dan Wheller, 1993).

Salah satu jenis khamir yang paling sering digunakan dalam indusri roti dan alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Alexopoulos dan Mims (1979), dalam Sulistiowati (2001) klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai berikut:

Dunia : Mycetae  
Divisio : Amastigomycota  
Sub Divisio : Ascomycotina  
Classis : Ascomycetes

Ordo : Endomycetales  
 Genus : Saccharomyces  
 Spisies : *Saccharomyces cerevisiae*

Menurut Stanbury dan Whitaker (1987), komponen unsur-unsur yang terdapat dalam bakteri, ragi dan kapang seperti tertera pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3. Komposisi elemen pada bakteri, ragi dan kapang(% bobot kering)**

Elemen	Bakteri	Ragi	Kapang
Karbon	50 - 53	45 - 50	40 - 63
Hidrogen	7	7	-
Nitrogen	12 - 15	7,5 - 11	7 - 10
Fosfor	2,0 - 3,0	0,8 - 2,6	0,4 - 4,5
Sulfur	0,2 - 1,0	0,01 - 0,24	0,1 - 0,5
Potasium	1,0 - 4,5	1,0 - 4,0	0,2 - 2,5
Sodium	0,5 - 1,0	0,01 - 0,1	0,02 - 0,5
Kalsium	0,01 - 1,1	0,1 - 0,3	0,1 - 1,4
Magnesium	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 1,5
Klorida	0,5	-	-
Iron	0,02 - 0,2	0,01 - 0,5	0,1 - 0,2

## 7. Metabolisme Mikroba

Mikroba melakukan proses metabolisme untuk mensintesis makromolekul yang merupakan komponen utama sel. Makromolekul dapat berupa protein, karbohidrat, asam nukleat dan lemak. Protein merupakan polipeptida yang tersusun dari asam amino, karbohidrat adalah polisakarida yang tersusun dari di- atau monosakarida, asam nukleat tersusun dari nukleotida dan lemak/lipid dari

gliserol atau alkohol lain, asam lemak dan sub satuan khusus seperti kholin (Jawetz, 1978; Dewick,1999).

Metabolisme didefinisikan sebagai suatu rangkaian proses transformasi enzimatik molekul organik dalam sel (Lehninger, 1991). Metabolisme sel ini merupakan aktivitas yang teratur dan melibatkan rangkaian kerja enzim – enzim. Proses metabolisme dapat dibedakan menjadi golongan yaitu:

**a). Metabolisme primer**

Metabolisme primer merupakan serangkaian proses yang bersifat menyusun atau menghancurkan makromolekul seperti karbohidrat, protein, lemak, dan asam nukleat untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan pertumbuhan mikroba. Senyawa yang dihasilkan disebut metabolit primer (Manitto, 1981).

Metabolisme primer sangat esensial bagi pertumbuhan sel mikroba sekaligus merupakan penghasil tenaga dan biasanya terbentuk selama fase eksponensial (Jawetz, 1978; Stanbury dan Whitaker, 1987). Proses ini pada hampir semua organisme memiliki kesamaan meskipun organisme tersebut mempunyai perbedaan genetik (Manitto,1981; Dewick, 1999).

**b). Metabolisme sekunder**

Selain metabolisme primer juga terdapat metabolisme lain yang tidak esensial bagi kehidupan mikroba dan karenanya dinamakan metabolisme sekunder (Manitto,1981; Dewick, 1999). Metabolisme sekunder mempunyai peranan cukup besar bagi kelangsungan hidup mikroba terutama dalam menghadapi ancaman dari lingkungan atau serangan dari mikroba lain, dan berlangsung bila mikroba dalam kondisi tertekan. Produk yang dihasilkan disebut

metabolisme sekunder, sifatnya spesifik tergantung jenis spesiesnya dan terbentuk pada fase stasioner pertumbuhan mikroba (Stanbury dan Whitaker, 1987).

Kegunaan metabolit sekunder memang belum jelas bagi mikroba penghasilnya, tapi bagi manusia produk ini sangat bermanfaat dan banyak dipelajari (Manitto, 1981). Banyak metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas anti bakteri, beberapa merupakan inhibitor enzim yang spesifik, pemacu pertumbuhan dan beberapa lagi mempunyai efek farmakologi yang penting (Stanbury dan Whitaker, 1987; Dewick, 1999). Contoh dari metabolit sekunder adalah antibiotik, toksin dan bau-bauan (Wibowo, 1988).

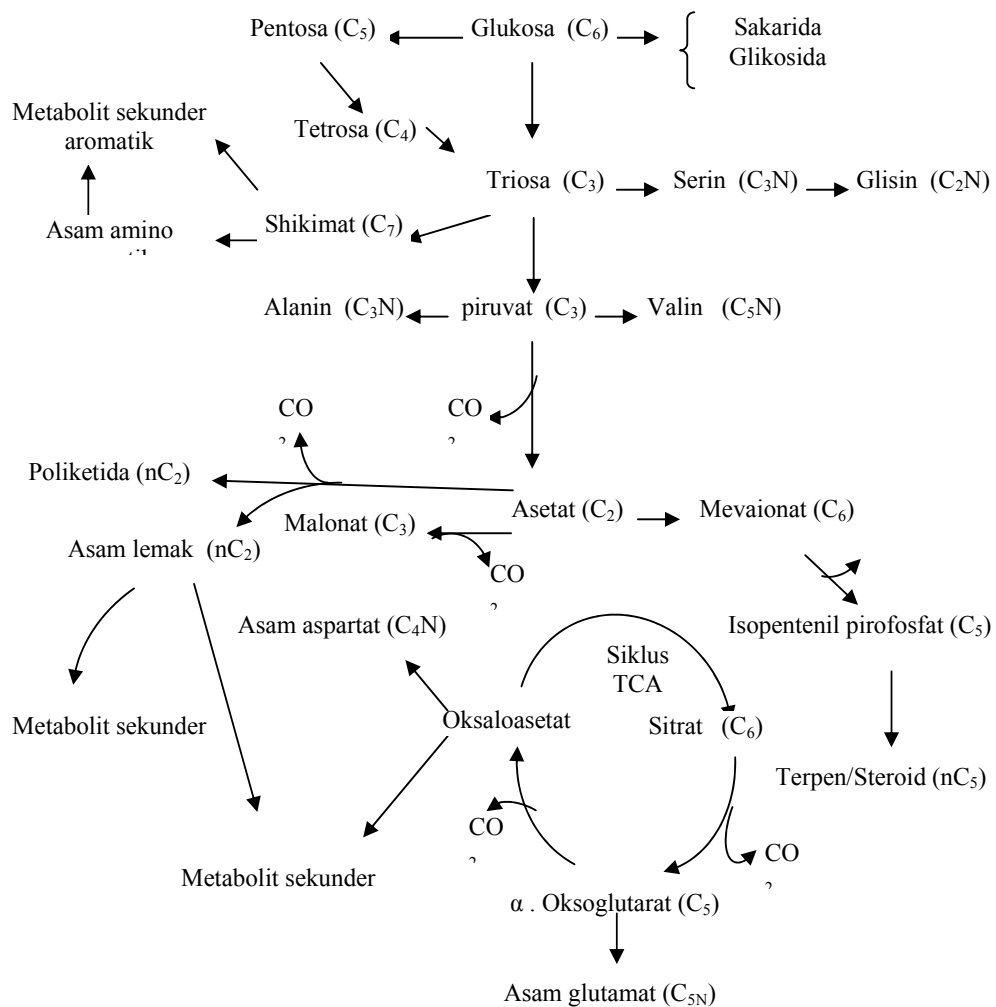
Menurut Crueger an Crueger (1984) ada enam sifat khas metabolit sekunder yaitu (1) spesifik untuk satu atau beberapa spesies, (2) tidak diperlukan untuk pertumbuhan sel, (3) produksinya sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, (4) beberapa diproduksi dengan kemiripan struktur. Misalnya salah satu galur *Streptomyces* memproduksi 32 macam antrasiklin, (5) biosintesisnya dikendalikan oleh mekanisme yang berbeda dengan metabolit primer dan (6) metabolit sekunder biasanya dihasilkan secara ekstraseluler.

### **c). Hubungan metabolisme primer dan sekunder**

Jalur metabolisme primer biasanya merupakan jalur umum yang terdapat pada semua organisme, sedangkan jalur metabolisme sekunder merupakan jalur khusus untuk masing-masing spesies. Sistem regulasi biosintesis metabolit sekunder berbeda nyata dengan regulasi biosintesis metabolit primer dan tergantung pada kondisi lingkungan. Hal ini biasanya ditunjang oleh kondisi pertumbuhan yang sub optimal serta ditekan oleh fosfat organik juga oleh sumber

karbon dan nitrogen yang cenderung lebih menunjang pada pertumbuhan vegetatif dari pada deferensiasi morfologi (Sudibyo, 1991).

Metabolit sekunder berasal dari senyawa antara maupun produk metabolit primer, sehingga banyak jalur sebagai penghubung antara jalur metabolisme primer dan metabolisme sekunder (Stanbury dan Whitaker, 1987; Dewick, 1999). Hubungan antara metabolisme primer dan sekunder dapat dilihat pada gambar 5 berikut:



**Gambar 5. Skema hubungan metabolit primer dan metabolit sekunder**

## **8. Medium**

Rancang bangun medium nutrien untuk pertumbuhan dan pembentukan produk merupakan langkah penentu dalam menjamin keberhasilan eksperimen atau pelaksanaan produksi. Konstituen kimiawi medium harus memenuhi semua kebutuhan elemen massa sel dan produk, dan harus dapat memasok energi secukupnya untuk sintesis dan pemeliharaan. Juga harus dicukupi nutrien spesifik seperti vitamin dan mineral yang diperlukan sangat sedikit (Judoamidjojo,1992).

Penggunaan medium fermentasi tergantung pada jenis mikroba dan produk yang ingin diperoleh, karena medium yang tidak sesuai dapat menyebabkan perubahan jenis produk selama proses tersebut berlangsung. Senyawa-senyawa sumber karbon dan nitrogen merupakan komponen terpenting dalam medium fermentasi, karena sel-sel mikroba dan berbagai produk fermentasi sebagian besar dari unsur karbon dan nitrogen, disamping itu medium fermentasi juga harus mengandung air, garam-garam anorganik dan beberapa vitamin (Kusmayati dalam Fardiaz, 2006).

### **E. Landasan Teori**

Proses fermentasi adalah proses pengubahan karbohidrat menjadi gula dan dengan bantuan mikroba dapat menghasilkan alkohol dan karbondioksida. Mikroba yang digunakan yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Ganyong digunakan dalam proses fermentasi alkohol karena pada ganyong memiliki karbohidrat sebesar 22,6 g dalam 100 g ganyong, sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan alkohol.

Kusmayati (2006), mengemukakan bahwa tepung ganyong dapat difermentasikan menghasilkan etanol sebab etanol merupakan hasil dari bahan mengandung pati. Bahan yang banyak mengandung karbohidrat akan menghasilkan etanol yang lebih banyak.

Penggunaan ammonium sulfat dalam media yaitu sebagai penambah sumber N dan S. Dengan penambahan sumber N dan S, dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan, karena dengan penambahan ammonium sulfat tersebut dapat mempertahankan kelangsungan hidup dan pertumbuhan mikroba.

#### **F. HIPOTESIS**

Fermentasi dengan substrat umbi ganyong pada media dengan penambahan ammonium sulfat akan menghasilkan konsentrasi etanol yang lebih tinggi dibanding pada media tanpa ammonium sulfat karena ammonium sulfat sebagai penambah sumber N dan S dalam media.