

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. Kentang (*Solanum tuberosum* L.)

Menurut Sharma (2002), klasifikasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) sebagai berikut:

Divisio	Spermatophyta
Subdivisio	Angiospermae
Klas	Dicotyledoneae
Ordo	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Genus	Solanum
Spesies	<i>Solanum tuberosum</i> L.



Gambar 2.1. Umbi Kentang (*Solanum tuberosum* L.)  
(Sumber: Hartoyo, 2009)

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah tanaman dikotil tahunan berumur pendek. Tanaman kentang yang dihasilkan secara aseksual dari umbi memiliki akar serabut dengan percabangan halus, sedangkan tanaman yang tumbuh dari biji membentuk akar tunggang. Batang tidak berkayu, namun agak keras, bercabang-cabang dan setiap cabang ditumbuhi oleh daun-daun yang rimbun (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Daun letaknya berselang-seling mengelilingi batang tanaman.

Daun berbentuk oval sampai oval agak bulat dengan ujung meruncing dan tulang-tulang daun menyirip. Warna daun hijau muda sampai hijau tua hingga kelabu. Bunga kentang berwarna keputihan atau ungu, tumbuh di ketiak daun teratas, dan berjenis kelamin dua. Benang sarinya berwarna kekuning-kuningan dan melingkari tangkai putik (Samadi, 2007).

Kentang merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang berbentuk bulat lonjong, kulit berwarna coklat muda, daging umbi berwarna kuning, permukaan umbi rata dan halus dengan mata tunas dangkal. Umbi kentang mengandung karbohidrat cukup tinggi. Umbi kentang juga mudah mengalami kerusakan, karena kandungan airnya tinggi (Pujimulyani, 2009).

Kentang memiliki kadar air cukup tinggi sekitar 78%, sumber vitamin C, B1, B2. Serta beberapa jenis mineral seperti fosfor, zat besi dan kalium. Karbohidrat merupakan zat gizi terbesar yang dikandung kentang (Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura, 2004).

Tabel 2.1. Kandungan gizi kentang per 100 gram

<b>Kandungan Gizi</b>	<b>Jumlah</b>
Energi	83,00 kal
Protein	2,00 g
Lemak	0,10 g
Karbohidrat	19,10 g
Kalsium	11,00 mg
Fosfor	56,00 mg
Serat	0,30 g
Besi	0,70 mg
Vitamin B1	0,09 mg
Vitamin B2	0,03 mg
Vitamin C	16,00 mg
Niasin	1,40 mg

Sumber: Dra. Emma S. Wirakusumah, M.Sc. (2001) dalam Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura (2004)

Melihat dari kandungan gizinya, kentang banyak dikonsumsi karena kandungan karbohidrat yang tinggi dan dikenal sebagai tanaman pangan utama keempat dunia setelah padi, gandum dan jagung (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Selain dikonsumsi secara langsung, kentang dapat dijadikan bahan baku untuk industri olahan makanan (Samadi, 2007). Hasil industri olahan makanan kentang dipasaran dunia umumnya berupa tepung, kentang kering, kentang beku, dan keripik kentang (Schieber dan Saldafia, 2009).

Konsumsi kentang di Indonesia terus mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan bertambahnya jumlah penduduk dan kesadaran masyarakat akan pentingnya nilai gizi yang terkandung dalam kentang. Konsumsi kentang di Indonesia naik sebesar 6,4 % dari 1,73 kg/ kapita pada tahun 2009 menjadi 1,84 kg/ kapita pada tahun 2010 (Badan Pusat Statistik, 2011).

Berdasarkan data strategis Badan Pusat Statistik, pada tahun 2010 produktivitas kentang di pulau Jawa menunjukkan angka yang tinggi. Luas panen kentang di Jawa Barat yaitu 13.553 Ha dengan produksi 275.101 ton dan produktivitas 20,3 ton/ha. Di Jawa Tengah luas panen yaitu 17.499 Ha dengan produksi 265.123 ton dan produktivitasnya 15,15 ton/ha. Sedangkan luas panen kentang di Jawa Timur yaitu 8.561 Ha dengan produksi 115.423 ton dan produktivitas 13,48 ton/ha.

Hasil industri olahan makanan kentang (makanan ringan) dengan berbagai merek terkemuka diantaranya Chitato dan Lays. Divisi Makanan Ringan tersebut beroperasi di bawah naungan PT Indofood Fritolay Makmur. Divisi Makanan

Ringan mampu mempertahankan kepemimpinan pasar dan produk-produknya tetap menjadi pilihan konsumen (Laporan Tahunan Indofood, 2010).

Divisi Makanan Ringan terdiri dari dua unit usaha, makanan ringan dan biskuit. Unit usaha makanan ringan memproduksi makanan ringan modern dan tradisional termasuk keripik kentang, singkong dan tempe dan *extruded snack*. Produk-produk tersebut dipasarkan dengan berbagai merek terkemuka antara lain Chitato, Lays, Qtela, Cheetos, Chiki dan JetZ (Laporan Tahunan Indofood, 2010).

Berdasarkan Laporan Tahunan Indofood (2010), Divisi Makanan Ringan di tahun 2010, total volume penjualan meningkat 26,8% menjadi 20,14 miliar bungkus dari 15,89 miliar bungkus di tahun 2009. Total nilai penjualan meningkat 26,8% menjadi Rp. 979,8 triliun di tahun 2010 dari Rp. 772,8 triliun di tahun 2009 disebabkan oleh naiknya volume penjualan. Margin laba usaha naik menjadi 6,4% di tahun 2010 dari 5,7% di tahun 2009.

## 2.2. Bioetanol

### 2.2.1. Tinjauan Umum Bioetanol

Alkohol memiliki rumus umum  $R-OH$  dan dicirikan oleh hadirnya gugus hidroksil  $-OH$ . Strukturnya mirip dengan air, tetapi dengan satu hidrogen digantikan oleh gugus alkil. Dalam sistem IUPAC, gugus hidroksil pada alkohol dinyatakan dengan akhiran  $-ol$ . Pada nama umum, kata terpisah alkohol diletakkan sesudah nama gugus alkil (Hart, *et al.*, 2003).

$CH_3OH$   
metanol  
(metil alkohol)

$CH_3CH_2OH$   
etanol  
(etil alkohol)

$CH_3CH_2CH_2OH$   
1-propanol  
(*n* - propil alkohol)

Etanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati atau selulosa). Etanol merupakan nama IUPAC untuk “etil alkohol” ( $C_2H_5OH$ ), sering pula disebut sebagai “*grain alcohol*” atau alkohol saja. Bentuknya berupa cairan yang tidak berwarna dan mempunyai bau yang khas. Berat jenisnya pada  $15^\circ C$  adalah sebesar 0.7937 dan titik didihnya  $78.32^\circ C$  pada tekanan 76 mm Hg. Sifat yang lain adalah larut dalam air dan eter dan mempunyai panas pembakaran 328 Kkal. Penggunaan etanol yang terbanyak adalah sebagai pelarut sebanyak 40 %, untuk membuat asetaldehid sebanyak 36 % (Fessenden, 1997).

Alkohol yang diproduksi secara biologi, pada umum adalah etanol dan yang kurang umum adalah propanol dan butanol. Etanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan biokimia yang berasal dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (sumber hayati) menggunakan bantuan mikroorganisme. Karena pembuatan etanol melibatkan proses biologis, sehingga produk yang dihasilkan diberi nama bioetanol (Kusnadi dan Yusuf, 2009).

Bioetanol dapat diproduksi dari gula atau karbohidrat yang dapat dikonversi menjadi gula, seperti pati dan selulosa. Bahan baku untuk produksi bioetanol diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu (1) gula sederhana yang berasal dari gula tebu, gula bit, molase, dan sari buah. (2) Pati yang berasal dari biji-bijian, kentang, tapioka, dan lain-lain. (3) Selulosa yang berasal dari kayu, sampah kertas dan beberapa limbah pertanian (Demirbas, 2005).

Bahan-bahan yang mengandung monosakarida langsung dapat difermentasi, akan tetapi disakarida, pati maupun karbohidrat kompleks harus

dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang lebih sederhana yaitu monosakarida. Oleh karena itu agar tahap proses fermentasi dapat berjalan dengan optimal, maka bahan-bahan tersebut diatas harus mengalami perlakuan pendahuluan sebelum masuk ke proses fermentasi (Budiyanto, 2002).

Etanol mempunyai bermacam-macam kegunaan salah satu diantaranya adalah sebagai bahan baku pembuatan persenyawaan organik lain seperti asam asetat yang merupakan hasil fermentasi etanol oleh *Acetobacter acety*. Etanol juga dapat digunakan untuk membuat ester. Ester diperoleh dengan memanaskan etanol dan asam sulfat pekat pada suhu 135°C. Disisi lain kloroform diperoleh dengan jalan memanaskan etanol dengan kapur klor. Kapur klor berfungsi sebagai pengklor dan pengoksidasi (Budiyanto, 2002).

Dalam dunia kedokteran, etanol digunakan sebagai bahan anti beku (antikoagulan) dan desinfektan. Etanol juga merupakan pelarut pada pembuatan pernis, juga pelarut bagi bahan lainnya seperti minyak wangi. Di laboratorium etanol digunakan untuk melarutkan senyawaan yang bersifat polar tetapi tidak diharapkan terjadinya hidrolisis. Kegunaan lainnya adalah sebagai bahan bakar, setelah terlebih dahulu terdenaturasikan, yaitu ditambahkan metanol yang beracun dan piridin yang baunya busuk serta suatu zat warna, sehingga etanol tersebut tidak dapat diminum dan harganya menjadi lebih ekonomis (Budiyanto, 2002).

### **2.2.2. Bioetanol Sebagai Energi Terbarukan**

Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang menghadapi persoalan energi yang serius akibat ketergantungan yang sangat besar terhadap energi fosil,

sementara pengembangan bioenergi sebagai alternatif masih kurang mendapat perhatian (Yetty, 2007). Dalam permasalahan kali ini, fokus utama yang akan dicermati adalah mengenai bahan bakar berupa bensin. Bensin banyak digunakan sebagai bahan bakar pada berbagai jenis alat transportasi dan industri menengah seperti: mobil, motor, usaha mikro rumah tangga, dan masih banyak lagi yang lainnya. Untuk menghadapi permasalahan mengenai ketersediaan energi khususnya bensin, diperlukan pengetahuan baru untuk menemukan energi alternatif sebagai pengganti sumber energi utama yang berasal dari minyak bumi tersebut (Kusuma, 2010).

Kusuma (2010) mengatakan serangkaian penelitian telah dilakukan oleh beberapa ahli untuk mengatasi krisis energi di berbagai negara, mulai dari pembuatan biogasoline (campuran antara *gasoline* dan alkohol), pemakaian bahan bakar gas, pembuatan alkohol dari bahan nabati, hingga proses pembuatan bahan bakar alternatif pengganti bensin lainnya. Handayani (2008) menambahkan bahwa penelitian mengenai energi terbarukan terus dikembangkan, bahkan menjadi salah satu program pemerintah untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak yang ketersediaanya terus berkurang. Saat ini produk alternatif yang berpeluang untuk pengganti BBM salah satunya adalah bioetanol.

Menurut Henniges dan Zeddies (2006) dalam Riyanti (2009), bioetanol dan biodiesel adalah energi alternatif yang banyak diproduksi di dunia sampai saat ini. Laporan menunjukkan bahwa produksi bioetanol dunia mengungguli produksi biodiesel karena bioetanol lebih ramah lingkungan. Produksi bioetanol dunia yang meningkat tajam pada dekade terakhir dengan produksi hampir 40 miliar liter per

tahun. Yetti (2007) menambahkan bahwa Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan bioenergi. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif non fosil yang diperoleh dari proses fermentasi biomassa yang mengandung karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme.

Bioetanol merupakan salah satu jenis sumber energi yang sedang dipacu pengembangannya oleh Pemerintah Indonesia. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional dan Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati, merupakan upaya pemerintah dalam mendukung pengembangan energi alternatif khususnya Bahan Bakar Nabati (BBN/Biofuel) (Yanni dan Chairil, 2008). Bahan bakar berbasis nabati tersebut salah satu contohnya adalah bioetanol. Bioetanol merupakan etanol hasil fermentasi biomassa. Bioetanol digunakan sebagai bahan bakar terbarukan khususnya premium mengingat kuantitas minyak bumi saat ini terus menipis. Bioetanol juga dapat menurunkan kadar emisi gas rumah kaca hingga 80% dari hasil pembakarannya sehingga dapat mengurangi efek rumah kaca (Izzati, *et al.*, 2010).

### **2.2.3. Tahap Pembuatan Bioetanol**

Proses pembuatan bioetanol secara umum terdiri dari tiga tahap, yaitu pembuatan gula terlarut, fermentasi gula menjadi etanol, dan pemisahan serta pemurnian etanol yang biasanya dilakukan secara destilasi (Bagder, 2002).

## 1) Hidrolisis

Hidrolisa adalah proses antara reaktan dengan menggunakan air atau asam supaya suatu persenyawaan pecah atau terurai (Jumari, 2009). Ragi tidak dapat langsung memfermentasikan pati, oleh karena itu diperlukan tahap hidrolisis, yakni perubahan pati menjadi maltose atau glukosa dengan menggunakan enzim atau asam. Dengan memanfaatkan enzim pengurai pati dari mikroorganisme, konversi pati untuk menghasilkan maltose dan dekstrin yang tidak terfermentasi terjadi karena hidrolisis enzimatis. Komposisi kimia dari pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer dari glukosa yang merupakan rantai lurus dan secara kuantitatif amilosa dapat dihidrolisis menghasilkan maltose sedangkan amilopektin hanya akan terhidrolisis sebagian. (Hidayat, dkk, 2006).

Jumari (2009) mengatakan bahwa dalam industri, asam yang dipakai untuk hidrolisis adalah  $H_2SO_4$ , HCl, asam oksalat. Tetapi asam oksalat jarang digunakan karena harganya mahal. HCl lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan  $H_2SO_4$ . Asam biasanya berfungsi sebagai katalisator dengan pengaktif air dengan kadar asam yang encer. Umumnya kecepatan reaksi sebanding dengan ion  $H^+$  tetapi konsentrasi yang tinggi hubungannya tidak terlihat lagi.

Proses hidrolisis juga dapat dilakukan dengan menggunakan enzim yang sering disebut dengan *enzymatic hydrolysis* yaitu hidrolisis dengan menggunakan enzim jenis selulase atau jenis yang lain (Samsuri, *et al.*, 2007). Enzim-enzim yang banyak digunakan di dalam industri pengolahan pati (hidrolisis) yaitu  $\alpha$ -

amilase,  $\beta$ -amilase, glukoamilase, pullulanase, isoamilase dan lain-lain (Tjokroadikoesoemo, 1993).

Keuntungan dari hidrolisis dengan enzim dapat mengurangi penggunaan asam sehingga dapat mengurangi efek negatif terhadap lingkungan. Kemudian setelah proses hidrolisis dilakukan fermentasi menggunakan *yeast* seperti *S. cerevisiae* untuk mengkonversi menjadi etanol. Proses hidrolisis dan fermentasi ini akan sangat efisien dan efektif jika dilaksanakan secara berkelanjutan tanpa melalui tenggang waktu yang lama, hal ini yang sering dikenal dengan istilah *Simultaneous Sacharification dan Fermentation* (SSF) (Samsuri, *et al.*, 2007). 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 (Scheper, 2007).

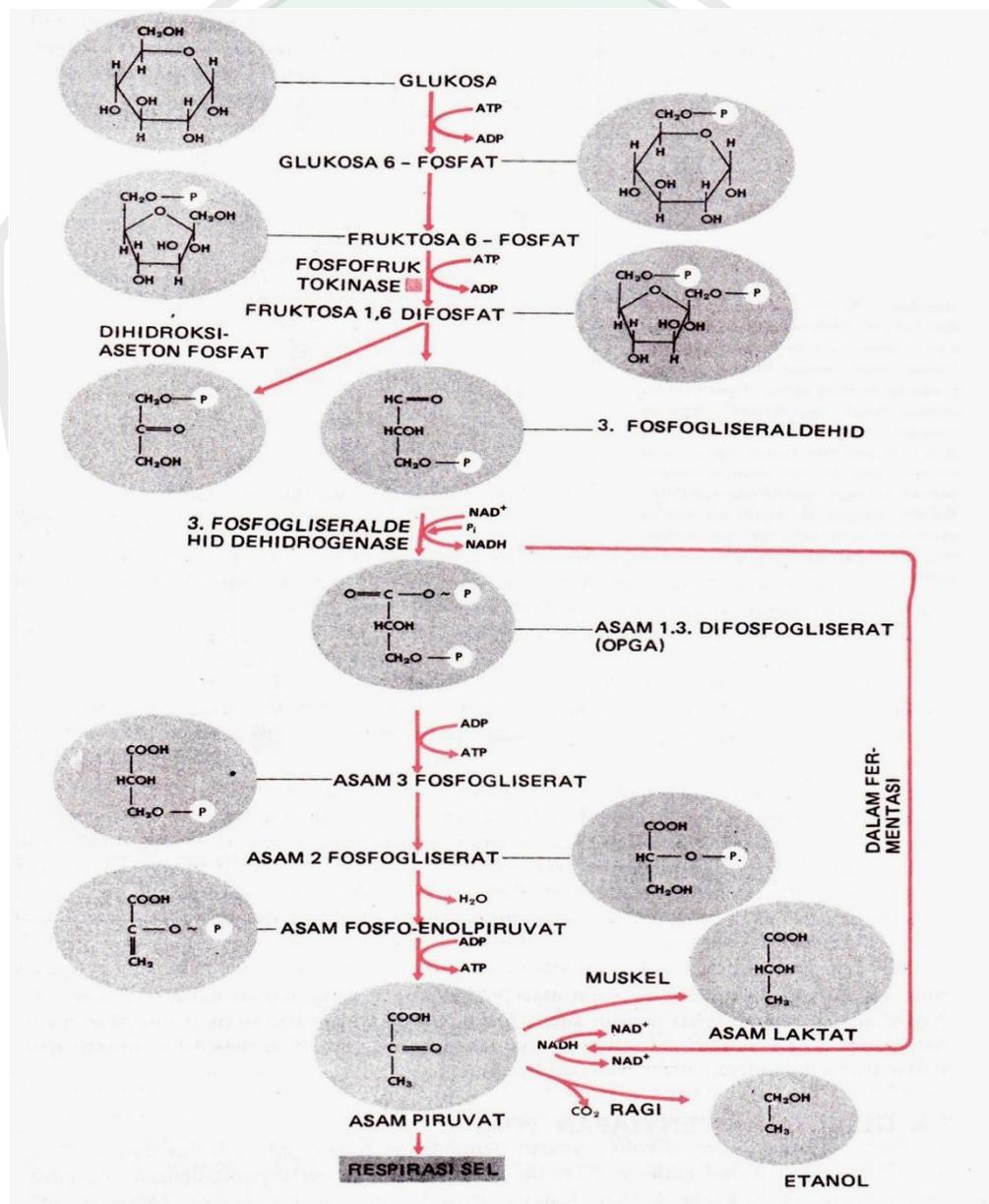
## 2) Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin *fervere* yang berarti mendidihkan. Kata tersebut mendeskripsikan kerja khamir pada ekstrak buah atau larutan malt. Peristiwa pendidihan tersebut disebabkan produksi gas CO<sub>2</sub> karena aktivitas katabolisme anaerob dari khamir pada gula-gula di dalam ekstrak (Gandjar, *et.al.*, 2006).

Fermentasi merupakan kegiatan mikroba pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikroba yang umumnya terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, khamir dan kapang. (Hidayat, dkk, 2006). Produk

fermentasi oleh mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan meliputi etanol, asam laktat, asam butirat, asam propionic, asam asetat dan butanol (Nester, *et. al.*, 2007).

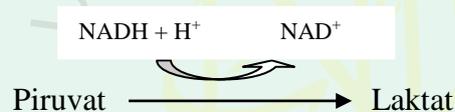
Menurut Kimball (1983), mekanisme fermentasi diawali dari jalur glikolisis sebagai berikut :



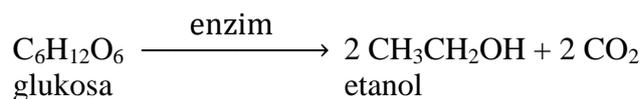
Gambar 2.2. Mekanisme Fermentasi (Kimball, 1983)

Fermentasi terdiri atas glikolisis ditambah dengan reaksi yang menghasilkan  $\text{NAD}^+$  melalui transfer elektron dari  $\text{NADH}$  ke piruvat. Terdapat banyak jenis fermentasi, perbedaannya pada produk limbah yang terbentuk. Jenis fermentasi yang umum ialah fermentasi asam laktat dan fermentasi alkohol (Campbell, *et al.*, 2002).

Selama fermentasi asam laktat, piruvat direduksi langsung oleh  $\text{NADH}$  untuk membentuk laktat sebagai produk limbahnya, tanpa melepas  $\text{CO}_2$ . Fermentasi asam laktat oleh fungi dan bakteri tertentu digunakan dalam industri susu untuk membuat keju dan yogurt. Sel otot pada manusia membuat ATP melalui fermentasi asam laktat apabila oksigen kurang (Campbell, *et al.*, 2002).



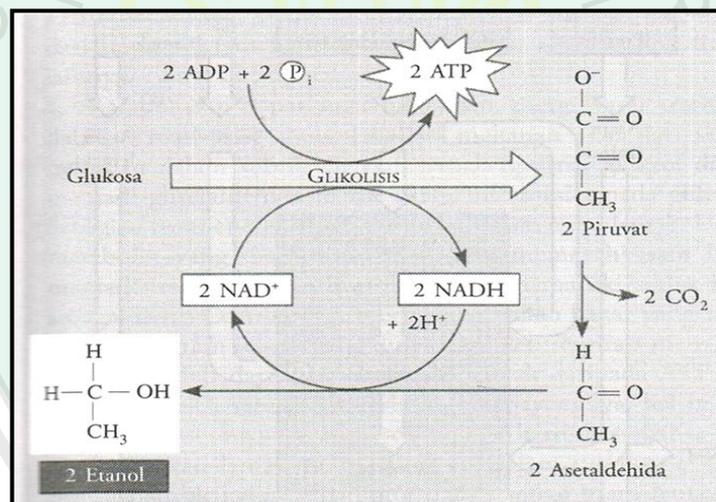
Menurut Kusuma (2010), fermentasi etanol berlangsung secara anaerob dengan bantuan sekelompok enzim yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cereviceae*. Untuk kelangsungan hidupnya, *S. cereviceae* membutuhkan energi. Di dalam proses fermentasi, *S. cereviceae* memperoleh energi dari bahan yang difermentasikan. Perubahan gula menjadi etanol dilakukan oleh enzim yang terkandung dalam ragi. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Kemampuan khamir dalam memfermentasi gula ditentukan oleh adanya sistem transpor untuk gula dan sistem enzim yang dapat menghidrolisis gula

dengan akseptor elektron alternatif selain oksigen, pada kondisi anaerob. Gula-gula tersebut diasimilasi melalui jalur glikolisis untuk menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat dalam kondisi anaerob akan mengalami menguraian oleh piruvat dekarboksilase menjadi etanol dan karbon dioksida (Gandjar, *et.al.*, 2006).

Menurut Campbell, *et al.* (2002), dalam proses fermentasi alkohol, piruvat diubah menjadi etanol (etil alkohol) dalam dua langkah. Langkah pertama melepaskan CO<sub>2</sub> dari piruvat, yang diubah menjadi senyawa asetaldehida berkarbon-dua. Langkah kedua, asetaldehida direduksi oleh NADH menjadi etanol. Ini meregenerasi pasokan NAD<sup>+</sup> yang dibutuhkan untuk glikolisis.



Gambar 2.3. Fermentasi Etanol  
(Campbell, *et al.*, 2002)

Kusuma (2010) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi etanol antara lain:

### 1. Suhu

Fermentasi etanol sebagai aksi enzimatik akan berlangsung dengan baik antara temperatur 24–30°C, sebab pada temperatur tersebut enzim yang dihasilkan oleh mikroba *Saccharomyces cereviceae* dapat melangsungkan aktifitasnya dengan baik. Diatas temperatur tersebut aktifitas enzim yang dihasilkan akan menurun karena mengalami denaturasi. Sedangkan dibawah temperatur 24°C reaksi fermentasi etanol akan berlangsung lambat (Kusuma, 2010).

### 2. pH

Fermentasi alkohol, khamir memerlukan media dengan suasana asam, yaitu antara pH 4,8 - 5,0. Pengaturan pH dapat dilakukan dengan penambahan asam sulfat jika substratnya alkalis atau dengan natrium bikarbonat jika substratnya asam (Hidayat, dkk, 2006).

### 3. Oksigen

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobik (tanpa udara). Namun demikian udara diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi untuk perkembangbiakan khamir tersebut (Hidayat, dkk, 2006). Misalnya *Saccharomyces cereviceae* yang menghasilkan etanol dari gula akan lebih baik dalam keadaan anaerobik (Kusuma, 2010).

### 4. Konsentrasi Gula (substrat) dan Konsentrasi Enzim

Hasil etanol yang optimal, diperlukan konsentrasi enzim tertentu untuk mengubah semua substrat menjadi produk. Hal ini berarti jumlah etanol optimal yang dihasilkan bergantung pada konsentrasi gula (substrat) yang akan diubah oleh enzim. Konsentrasi gula yang diperlukan untuk fermentasi adalah 10 sampai

18 %. Apabila konsentrasi gula terlalu tinggi maka proses fermentasi akan berjalan lambat (Kusuma, 2010).

#### 5. Jenis Mikroba

Setiap jenis fermentasi mempergunakan mikroba dengan jenis yang berbeda. Sebagai contoh dalam fermentasi etanol yang digunakan adalah mikroba jenis *Saccharomyces cereviceae* (Kusuma, 2010).

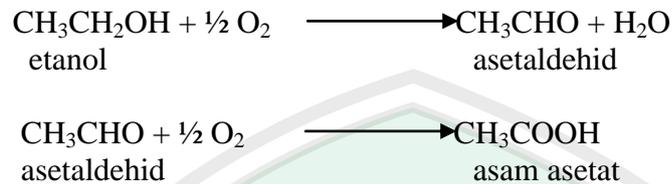
#### 6. Konsentrasi etanol

Seperti mikroba lainnya, *Saccharomyces cereviceae* tidak tahan terhadap konsentrasi etanol yang lebih besar dari 14% dan pada konsentrasi etanol 16% kegiatan *S. cereviceae* sudah hampir tidak ada sehingga kecepatan fermentasi juga terhenti (Kusuma, 2010).

Asam asetat dapat dihasilkan dari senyawa etanol atau bahan-bahan yang mengandung senyawa tersebut melalui proses oksidasi biologis. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi asam asetat adalah bakteri asam asetat. Bakteri asam asetat diklasifikasi dalam *Acetobacter* sp. dan *Gluconobacter* spp. (Hidayat, dkk, 2006).

Mekanisme bakteri *Acetobacter aceti* pada pembuatan asam asetat dibagi menjadi dua, yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Fermentasi alkohol, gula yang terdapat pada bahan baku diubah oleh khamir menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub>, yang berlangsung secara anaerob. Setelah alkohol dihasilkan, bakteri asam asetat akan mengubah alkohol menjadi asam asetat secara aerob (Hidayat, dkk, 2006). Menurut Kwartiningsih dan Mulyati (2005), pada fermentasi

pembentukan asam asetat terjadi perubahan etanol menjadi asam asetat melalui pembentukan asetaldehid dengan reaksi sebagai berikut :



Selama fermentasi asam asetat, proses yang pertama etanol dioksidasi menjadi asetaldehid oleh enzim alkohol dehidrogenase dan memerlukan kofaktor  $\text{NAD}^+$ . Pada tahap kedua asetaldehid diubah menjadi asam asetat oleh enzim aldehid dehidrogenase yang juga memerlukan kofaktor  $\text{NAD}^+$  (Kalant, 1971).

### 3) Destilasi

Fermentasi buah-buahan, sayur-sayuran atau biji-bijian berhenti bila kadar alkohol telah mencapai 14-16%. Jika diinginkan kadar yang lebih tinggi, campuran itu harus disuling (destilasi) (Fessenden, 1997). Bioetanol hasil proses fermentasi dipisahkan dengan cara disaring, kemudian filtrat didestilasi sehingga dapat dihasilkan bioetanol yang bebas dari kontaminan atau pengotor yang terbentuk selama proses fermentasi (Assegaf, 2009).

Menurut Syukri (1999) dasar pemisahan dengan destilasi adalah perbedaan titik didih dua cairan atau lebih. Jika campuran dipanaskan maka komponen yang titik didihnya lebih rendah akan menguap lebih dulu. Dengan mengatur suhu secara cermat, kita dapat menguapkan dan kemudian mengembunkan komponen demi komponen secara bertahap. Pengembunan terjadi dengan mengalirkan uap

ke tabung pendingin. Contohnya memisahkan campuran air dan alkohol. Titik didih air dan alkohol masing-masing  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $78^{\circ}\text{C}$ . Jika campuran dipanaskan (dalam labu destilasi) dan suhu diatur sekitar  $78^{\circ}\text{C}$ , maka alkohol akan menguap sedikit demi sedikit. Uap itu mengembun dalam pendingin dan akhirnya didapat cairan alkohol murni.

Bioetanol yang dihasilkan dari destilasi pertama biasanya memiliki kadar sebesar 95%. Bioetanol dengan konsentrasi 95% belum dapat dijadikan sebagai bahan bakar (Assegaf, 2009). Bioetanol yang mempunyai kadar 90-96,5% dapat digunakan pada industri, sedangkan bioetanol yang mempunyai kadar 96-99,5% dapat digunakan sebagai campuran untuk miras dan bahan dasar industri farmasi. Bioetanol yang dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan harus *anhydrous* supaya tidak korosif, sehingga bioetanol harus mempunyai kadar sebesar 99,5-100%. Akan tetapi, untuk memperoleh bioetanol dengan kemurnian lebih tinggi dari 99,5% atau yang umum disebut *fuel based ethanol*, masalah yang timbul adalah sulitnya memisahkan hidrogen yang terikat dalam struktur kimia alkohol dengan cara destilasi biasa. Oleh karena itu, untuk mendapatkan *fuel grade ethanol* dilaksanakan pemurnian lebih lanjut dengan cara Azeotropic destilasi (Nurdyastuti, 2005).

### 2.3. Enzim $\alpha$ -amilase

Enzim adalah biokatalisator yang merupakan molekul biopolimer dan tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang teratur dan tetap. Enzim memiliki peranan yang sangat penting dalam berbagai

reaksi kimia yang terjadi di dalam sel yang mungkin sangat sulit dilakukan oleh reaksi kimia biasa (Wong, 1995 dalam Nursalim, 2005).

Enzim amilase merupakan enzim yang menghidrolisis pati, banyak digunakan dalam produksi gula untuk keperluan industri pangan. Disamping itu enzim ini juga digunakan dalam industri pati, alkohol, roti, kertas, tekstil, dan detergen. Beberapa mikroorganisme yang dapat digunakan dalam produksi amilase adalah *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Lactobacillus* sp., *Proteus* sp., *Pseudomonas* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Mucor* sp. dan *Neurospora* sp. Produksi amilase ini menggunakan fermentasi sistem tertutup (*batch culture*) (Budiyanto, 2002).

Enzim amilase ada tiga macam, yaitu  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, glukamilase (Poedjiadi, dkk, 2005). Enzim ini (berasal dari jamur) yang digunakan pada industri sereal. Amilase berfungsi untuk memecah rantai panjang karbohidrat seperti pati menjadi maltosa, glukosa, maltoriosa, maltotetraosa, maltopentosa, dan maltoheksosa (Riadi, 2007).

Enzim  $\alpha$ -amilase menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,4-glukosida dari amilosa dan amilopektin (tetapi bukan maltosa hasil hidrolisis) secara acak untuk menghasilkan dekstrin dan maltosa. Selanjutnya produk tersebut akan dihidrolisis lebih lanjut oleh enzim glukogenik lain menjadi glukosa (Gandjar, *et.al.*, 2006).  $\alpha$ -amilase memecah ikatan  $\alpha$ -1,4-glukosida dari amilum dan disebut endoamilase sebab enzim ini memecah bagian dalam atau bagian tengah molekul amilum.  $\beta$ -amilase disebut eksoamilase sebab memecah dua unit glukosa yang terdapat pada ujung molekul amilum secara berurutan sehingga pada akhirnya terbentuk

maltosa. Glukoamilase terdapat pada hati, enzim ini memecah ikatan  $\alpha$  (1-4) dan ikatan  $\alpha$  (1-6) pada glikogen untuk menghasilkan glukosa (Poedjiadi, dkk, 2005). Enzim  $\alpha$ -amilase atau enzim yang berperan dalam proses sakarifikasi adalah yang paling penting dibandingkan  $\beta$ -amilase atau dinamakan *liquifing enzymes* (Hidayat, dkk, 2006).

Enzim  $\alpha$ -amilase tersebar luas di dunia hewan dan tumbuhan. Enzim ini mengandung 1 gram-atom kalsium per mol. Enzim  $\alpha$ -amilase ( $\alpha$ -1,4-glukan-4-glukanohidrolase) merupakan endoenzim yang menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -glukosida secara acak sepanjang rantai. Enzim ini menghidrolisis amilopektin menjadi oligosakarida yang mengandung 2-6 satuan glukosa. Karena itu kerja ini mengakibatkan viskositas menurun secara tepat, tetapi pembentukan monosakarida sedikit. Campuran amilosa dan amilopektin akan dihidrolisis menjadi campuran dekstrin, maltosa, glukosa, dan oligosakarida. (DeMan, 1997).

Aktivitas enzim dipengaruhi banyak faktor yang menentukan efektivitas kerja suatu enzim. Apabila faktor pendukung tersebut berada pada kondisi yang optimum, maka kerja enzim akan maksimal. Beberapa faktor yang mempengaruhi kerja enzim antara lain konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, suhu, pH dan pengaruh inhibitor (Poedjiadi, dkk, 2005).

#### **2.4. Ragi Tape**

Ragi tape adalah starter yang digunakan untuk produksi tape, yang umumnya berbentuk bulat pipih dengan diameter 4-6 cm dan ketebalan 0,5 cm. Beberapa pengusaha menambahkan rempah-rempah atau bumbu untuk

mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang diharapkan (Hidayat, dkk, 2006). Penggunaan rempah-rempah dalam pembuatan ragi tape berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri dan beberapa rempa-rempah juga dapat merangsang pertumbuhan kapang dan khamir yang dikehendaki dalam fermentasi (Saono, 1986).

Adonan di dalam ragi tape bersifat amilolitik kuat dan mampu memecah sebagian besar karbohidrat ke dalam gula-gula yang sederhana, lalu diuraikan lebih lanjut oleh mikroba menjadi alkohol. Ragi merupakan komponen penting dalam proses fermentasi alkohol, maka dengan berkurangnya jumlah ragi dalam media maka akan menurunkan konversi alkohol (Rikana dan Risky, 2008).

Ragi adalah campuran mikroorganisme yang terdiri dari kapang, khamir dan bakteri (Gandjar, *et.al.*, 2006). Merican and Quee-Lan (2004) menyatakan bahwa di dalam ragi terdapat beberapa mikroorganisme yaitu jumlah kapang  $8 \times 10^7$  sel/g sampai  $3 \times 10^8$  sel/g, jumlah khamir  $3 \times 10^6$  sampai  $3 \times 10^7$  sel/g, dan bakteri kurang dari  $10^5$  sel/g.

Ragi tape merupakan campuran populasi, dimana terdapat spesies-spesies dari genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenula*, serta bakteri *Acetobacter*. Genus tersebut hidup bersama secara sinergetik (Dwijoseputro, 2005). Gandjar (2003) mengatakan mikroorganisme yang ditemukan didalam ragi tape yaitu kapang (*Rhizopus oryzae*, *Amylomyces rouxii* dan *Mucor* sp.), khamir (*Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomycopsis fibuliger*, *Endomycopsis burtonii*) dan bakteri (*Pediococcus* sp., *Bacillus* sp.).

Kapang dari genus *Aspergillus* yang terdapat dalam ragi tape, mampu menyederhanakan amilum (Dwijoseputro, 2005). *Aspergillus* juga mempunyai aktivitas selulolitik dan hemiselulolitik yang mampu menghasilkan monosakarida (Chandel, *et.al.*, 2007). Kapang merupakan mikroba amilolitik, antara lain genus *Amylomyces* dan *Mucor* (berperan dalam likuifikasi dan sakarifikasi) dan *Rhizopus* (beperan dalam likuifikasi dan penghasil alkohol) (Saono, 1986).

Khamir yang terdapat dalam ragi tape terbagi menjadi dua kelompok, yaitu khamir amilolitik dan non amilolitik. Khamir amilolitik adalah genus *Endomycopsis* (menghasilkan aroma khas), karena khamir ini mampu menghasilkan enzim-enzim pemecah pati. Khamir non amilolitik yaitu genus *Saccharomyces* yang mampu menghasilkan alkohol, *Hansenula* dan *Candida* mampu menghasilkan aroma (Saono, 1986).

Bakteri yang ada dalam ragi tape antara lain bakteri amilolitik dan bakteri asam laktat. Bakteri yang termasuk amilolitik adalah *Bacillus sp.* dan bakteri pembentuk asam laktat yaitu *Pediococcus sp.* (Saono, 1986). Bakteri *Pediococcus sp.* dalam ragi tape mampu mengubah glukosa menjadi asam laktat (Purwoko, 2007). Ragi tape juga mengandung bakteri *Acetobacter aceti* yang mampu memproduksi asam asetat, yang mengoksidasi alkohol sehingga menjadi asam asetat. Bakteri ini menyebabkan tape yang lewat 2 hari fermentasi akan menjadi masam (Hidayat, dkk, 2006).

Tabel 2.2. Peranan Mikroba dalam ragi tape

Jenis Mikroba	Fungsi
Kapang Amilolitik	
• Mucor	Penghasil sakarida dan cairan
• Rhizopus	Penghasil sakarida dan cairan
• Amilomyces	Penghasil sedikit sakarida dan cairan
Khamir Amilolitik	
• Endomycopsis	Penghasil sakarida dan bau yang lemah
Khamir Nonamilolitik	
• Saccharomyces	Penghasil alkohol
• Hansenula	Penghasil aroma yang menyegarkan
• Endomycopsis	Penghasil bau yang khas
• Candida	Penghasil bau yang khas
Bakteri Asam laktat	
• Pediococcus	Penghasil asam laktat
Bakteri Amilolitik	
• Bacillus	Penghasil sakarida

Sumber: Saono (1986)

Peran dari masing-masing mikroba dalam ragi tape akan tercipta suatu keseimbangan yaitu ada mikroba yang memproduksi etanol dan ada mikroba lain yang bertugas menghentikan produksi etanol dengan mengubah etanol menjadi senyawa asam. Apabila waktu fermentasi berlangsung lama, maka senyawa asam akan terus diproduksi. Hal ini berarti untuk bisa memperoleh etanol saja, dibutuhkan waktu fermentasi yang cukup singkat. Konsep keseimbangan ini sebagaimana telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat Al-Mulk (67) ayat 3-4:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۗ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفْوُتٍ ۗ فَإِذْ جِئَ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾ ثُمَّ أَرْجِعِ الْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنقَلِبْ إِلَيْكَ الْبَصَرُ حَاسِمًا ۗ وَهُوَ حَسِيرٌ ﴿٤﴾

*“Yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Tidak akan kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang pada ciptaan Tuhan yang Maha Pengasih. Maka lihatlah sekali lagi, adakah kamu lihat sesuatu yang cacat? Kemudian pandanglah sekali lagi niscaya penglihatanmu akan kembali kepadamu tanpa menemukan sesuatu cacat dan penglihatanmu itupun dalam keadaan letih” (Q.S. Al-Mulk: 3-4).*

Menurut Al-Jazairi (2007) firman Allah, “Tidak akan kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang pada ciptaan Tuhan yang Maha Pengasih.” Langit yang berada diatasmu dihiasi dengan keserasian dan keteraturan. Tidak ada sesuatu yang bertabrakan atau retak-retak. Lihatlah berulang kali, perhatikanlah apakah ada yang tidak seimbang? Engkau pasti tidak akan melihat sesuatu yang cacat. Oleh karena itu pandanglah sekali lagi, maka engkau pun tidak akan menemukan ketidakseimbangan, walaupun engkau memperhatikannya sepanjang waktu. Semakin lama dipandang, maka engkau akan mengetahui bahwa engkau tidak menemukan cacat sedikit pun.

Berdasarkan ayat diatas, sesungguhnya Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan sangat seimbang, Allah menciptakan makhluk hidup yang berukuran kecil (mikroorganisme) tidak pernah lepas dari konsep keseimbangan. Hal ini terbukti dari masing-masing mikroba yang bekerja secara sinergetik, sehingga dapat mempengaruhi kehidupan atau pertumbuhan mikroba tersebut.

Menurut El-Mansi dan Charlie (1999), kurva pertumbuhan fungi mempunyai beberapa fase, antara lain: fase lag, akselerasi, eksponensial, deselerasi, stasioner, kematian akselerasi, kematian eksponensial, dan fase survival. Sedangkan menurut Purwoko (2007), fase pertumbuhan bakteri yang telah dikenal luas oleh ahli mikrobiologi ada 4 fase, yaitu :

### 1. Fase adaptasi (*lag phase*)

Dalam fase ini, organisme beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Proses adaptasi meliputi sintesis enzim yang sesuai dengan medianya dan pemulihan terhadap metabolit yang bersifat toksik (misalnya asam, alkohol, dan basa) pada waktu di media lama. Pada fase adaptasi tidak dijumpai pertambahan jumlah sel, akan tetapi terjadi pertambahan volume sel, karena pada fase statis sel melakukan pengecilan ukuran sel (Purwoko, 2007).

### 2. Fase Perbanyakan (*exponential phase*)

Pada fase eksponensial, jumlah sel meningkat sampai pada batas tertentu (tidak terjadi pertambahan bersih jumlah sel), sehingga memasuki fase statis. Pada fase ini sel melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya. Pada fase inilah produk senyawa yang diinginkan oleh manusia terbentuk, karena senyawa tersebut merupakan senyawa yang disekresi oleh sel bakteri. Beberapa senyawa yang diinginkan tersebut adalah etanol, asam laktat, asam amino, asam lemak, dan lain-lain (Purwoko, 2007).

### 3. Fase Statis (*stationer phase*)

Beberapa alasan bakteri tidak melakukan pembelahan sel pada fase statis :

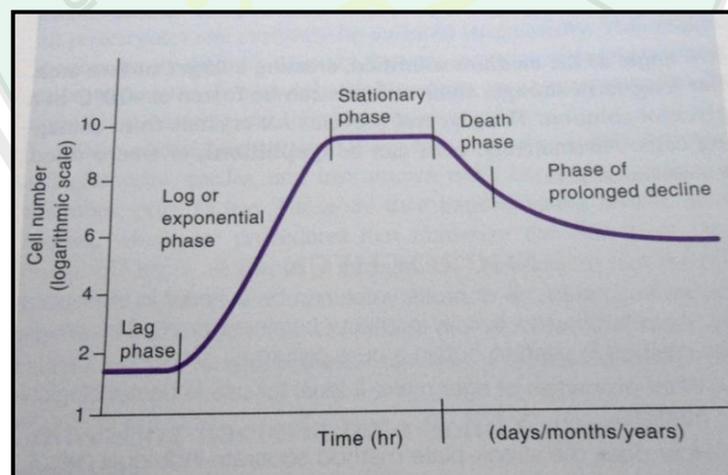
- 1) Nutrien habis
- 2) Akumulasi metabolit toksik (misalnya alkohol, asam dan basa)
- 3) Penurunan kadar oksigen, dan
- 4) Penurunan nilai ketersediaan air.

Untuk kasus kedua dijumpai pada fermentasi alkohol dan asam laktat, kasus ketiga dijumpai pada bakteri aerob, dan kasus keempat dijumpai pada fungi.

Pada fase statis, biasanya sel melakukan adaptasi terhadap kondisi yang kurang menguntungkan. Adaptasi itu dapat menghilangkan senyawa yang diinginkan manusia misalnya antibiotika dan antioksidan (Purwoko, 2007).

#### 4. Fase Kematian (*death phase*)

Ketika etanol terakumulasi cukup banyak di dalam medium, maka pertumbuhan sel khamir akan terhambat, sehingga sel akhirnya mati. Meningkatnya konsentrasi etanol dalam medium juga menyebabkan struktur membran sel berubah. Toksisitas dalam etanol mempengaruhi sel melalui perubahan pada membran fosfolipid dan melemahkan struktur membran. Hal tersebut mengakibatkan isi sel merembes keluar dan rusak (Gandjar, *et.al.*, 2006). Penyebab utama kematian adalah autolisis sel dan penurunan energi seluler. Beberapa bakteri hanya mampu bertahan beberapa jam selama fase statis dan akhirnya masuk ke fase kematian (Purwoko, 2007).



Gambar 2.4. Fase Pertumbuhan Mikroba  
(Nester, *et. al.*, 2007)

Menurut Hidayat, dkk (2006) faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan ragi, yaitu sebagai berikut :

### 1. Nutrisi (Zat Gizi)

Dalam kegiatannya khamir memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan, yaitu:

- a. Unsur C, ada faktor karbohidrat.
- b. Unsur N, dengan penambahan pupuk yang mengandung nitrogen, misal ZA, urea, amonia, dan sebagainya.
- c. Unsur P, dengan penambahan pupuk fosfat, misal NPK, TSP, DSP, dan sebagainya.
- d. Mineral-mineral.
- e. Vitamin-vitamin

### 2. Keasaman pH

Untuk fermentasi alkohol, khamir memerlukan media dengan suasana asam, yaitu antara pH 4,8 - 5,0. Pengaturan pH dapat dilakukan dengan penambahan asam sulfat jika substratnya alkalis atau dengan natrium bikarbonat jika substratnya asam.

### 3. Suhu

Suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan adalah 26-30°C. Pada waktu fermentasi terjadi kenaikan panas, karena reaksinya eksoterm. Untuk mencegah agar suhu fermentasi tidak naik, perlu pendinginan agar dipertahankan tetap 26-30°C.

#### 4. Udara

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobik (tanpa udara). Namun demikian udara diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi untuk perkembangbiakan khamir tersebut.

### 2.5. Pemanfaatan Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Al-Quran adalah mukjizat yang tidak pernah habis ilmunya walaupun digali dari berbagai segi dan disiplin ilmu. Anjuran kepada umat untuk mengkaji fenomena alam adalah sebagian kecil dari dimensi mukjizat yang dimiliki Al-Quran yang memang mencakup segala sesuatu. Tumbuhan sebagai bagian dari isi alam adalah fenomena yang harus dikaji.

Allah telah memberikan nikmat dan karunia yang tak terhingga kepada manusia, diantaranya telah diciptakan bermacam-macam tumbuhan untuk kesejahteraan manusia. Allah berfirman dalam Al-Qur'an Surat Az-Zumar (39) ayat 21:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ نُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا  
 أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

*“Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal” (Q.S. Az-Zumar: 21).*

Ayat di atas mengemukakan salah satu bukti tentang kuasa-Nya menumbuhkan tumbuhan dari tanah yang tandus dengan perantara air. Allah berfirman: *“Apakah engkau siapa pun tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air hujan dari langit, lalu Dia mengalirkannya di tanah menjadi mata air-mata air di bumi, kemudian satu hal yang lebih hebat lagi adalah Dia mengeluarkan yakni menumbuhkan dengannya yakni disebabkan oleh air yang turun itu tanam-tanaman pertanian yang bermacam-macam jenis, bentuk, rasa dan warnanya walau air menumbuhkannya sama, lalu Ia menjadi kering atau menguat dan tinggi lalu melihatnya kekuning-kuningan setelah sebelumnya segar kehijau-hijauan, kemudian Dia menjadikannya hancur layu berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu yakni proses yang silih berganti dari satu kondisi ke kondisi yang lain benar-benar terdapat pelajaran yang sangat berharga bagi Ulil Albab (Shihab, 2002).*

Sebagaimana juga firman Allah dalam Al-Qur’an Surat Al-An’am (6) ayat 141:

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرِ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ  
وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ  
حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

*“Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebun yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan”(Q.S. Al-An’am: 141).*

Berdasarkan Tafsir Al-Qurtubi (2009), firman Allah SWT *أَنْشَأَ* artinya *menciptakan*. Lafazh *جَبَّتِ مَعْرُوشَتِ* artinya *kebun-kebun yang kuat dan tinggi*. Lafazh *وَعَيْرُ مَعْرُوشَتِ* artinya *kebun-kebun yang tidak tinggi*. Ada juga yang mengatakan bahwa artinya adalah tanaman yang batang pohonnya tinggi menjulang. Karena makna asal kata *الدَّعْرِيْشِ* adalah terangkat dan tinggi. Dan dalam Tafsir Ibnu Katsir (2007), firman Allah yang artinya “*yang serupa dan yang tidak sama*.” Ibnu Juraij berkata “*yaitu yang serupa dengan pandangan mata tetapi berbeda rasanya*.” Sedangkan mengenai firman-Nya “*Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah*.” Muhammad bin Ka’ab berkata “*yaitu buah kurma dan anggur*.” Menurut Shihab (2002) dalam Tafsir Al-Mishbah, bahwa setiap macam tumbuhan diciptakan Allah untuk kemaslahatan umat manusia, diantaranya sebagai salah satu sumber pangan bagi manusia dan dapat dipetik hasilnya untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah menciptakan buah-buahan yang bermacam-macam tidak hanya pohon kurma, anggur, zaitun dan delima saja, tetapi juga berbagai macam tumbuhan agar bisa dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk kesejahteraan umat manusia. Firman Allah dalam Al-Qur’an Surat Al-Mu’minun (23) ayat 20:

وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ تَنْبُتُ بِالذُّهْنِ وَصَبِغٍ لِلآكِلِينَ ﴿٢٠﴾

“*Dan pohon kayu keluar dari Thursina (pohon zaitun), yang menghasilkan minyak, dan pemakan makanan bagi orang-orang yang makan*” (Q.S. Al-Mu’minun: 20).

Ibnu Durustuwaih berkata, kata *الذُّهْنِ* adalah cairan yang lembut atau licin (minyak), ini diperoleh dari tumbuh-tumbuhan. Yang dimaksud dari ayat tersebut

adalah memerinci nikmat minyak yang diberikan kepada manusia, dan ia termasuk salah satu nikmat yang sangat diperlukan untuk kesehatan tubuh. Dalam hal ini perlu dimaklumi bahwa semua jenis tumbuh-tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak dengan beragam jenisnya akibat perbedaan tempat tumbuhnya, adalah termasuk ke dalam kategori Zaitun. Yang dimaksud dengan صَبِغٍ dalam ayat ini adalah minyak yang dijadikan sebagai lauk ketika makan. Semua lauk atau makanan yang dijadikan lauk adalah صَبِغٍ. Inilah yang diriwayatkan oleh Harawi dan lainnya. Muqatil berkata, “ *Al Udmu* (lauk) adalah buah Zaitun, sedangkan *Ad-Duhnu* (minyak) adalah minyak (buah Zaitun). Dalam hal ini Allah telah menjadikan sesuatu yang dapat dijadikan sebagai lauk dan minyak pada pohon Zaitun ini. Jika berdasarkan pada penakwilan ini, maka yang dimaksud dengan *Ash-Shabgh* adalah buah zaitunnya (Al-Qurthubi, 2007).

Maksud dari Firman Allah SWT “*dan pohon kayu keluar dari Thursina*” air itu bisa menumbuhkan segala macam pohon , diantaranya pohon zaitun “*yang menghasilkan minyak dan dapat dimakan*”, yakni dipakai sebagai lauk pauk sehingga menjadi makanan yang bisa dimakan (Al-Jazairi, 2007).

Sama halnya dengan pohon zaitun yang dapat dimakan, diminum dan dijadikan minyak, beranekaragam jenis tumbuhan yang tersebar luas di bumi ini juga dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia. Misalnya sebagai bahan makanan pokok, produk olahan makanan, bahan bangunan dan bahan obat. Selain itu masih banyak potensi lain dari tumbuh-tumbuhan yang masih perlu digali, misalnya bisa digunakan sebagai bahan bakar atau bahan baku energi yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan.