

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Pabrik ini dirancang untuk membuat produk etanol 96,5% yang diutamakan untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri, dan khusus etanol sebagian di ekspor. Sasaran utama produk etanol yang dihasilkan untuk memenuhi industri minuman, makanan, kosmetik, obat-obatan dan lain-lain.

Spesifikasi produk etanol disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Sifat Fisika dan Kimia Etanol

Sifat fisika dan kimia	
Rumus kimia	$C_2H_5OH$
Massa molar	46,06844 g/mol
Penampilan	Cairan tak berwarna/bau khas
Densitas	0,7893 g/cm
Titik lebur	-114,14
Titik didih	78,29
Kelarutan dalam air	Tercampur penuh
Tekanan uap	58 kPa (20°C)
Keasaman ( $pK_a$ )	15,9
Viskositas	1,200 cP (20°C)
Momen dipol	1,69 D (gas)

Etanol adalah cairan tak berwarna yang mudah menguap dengan aroma khas, etanol terbakar tanpa asap dengan lidah api berwarna biru yang kadang tidak terlihat pada cahaya biasa. Sifat fisik etanol utamanya dipengaruhi oleh keberadaan gugus hidroksil dan pendeknya rantai karbon etanol. Gugus hidroksil dapat berpartisipasi ke dalam ikatan hidrogen, sehingga membuatnya cair dan lebih sulit menguap dari pada senyawa organik lainnya dengan massa molekul yang sama.

Etanol adalah pelarut yang serba guna, larut dalam air maupun pelarut organik lainnya meliputi asam asetat, aseton, benzana, karbon tetraklorida, kloroform, dietil, etilena, glikol, gliserol, nitrometana, piridina dan toluena. Etanol juga larut dalam hidrokarbon alifatik yang ringan, seperti pentana dan heksana dan juga larut dalam senyawa klorida alifatik seperti trikloroetana dan tetrakloroetilana. Campuran etanol dan air memiliki volume yang lebih kecil dibanding jumlah kedua cairan tersebut secara terpisah, campuran etanol dan air dengan volume yang sama akan menghasilkan volume 1,92 kali dari jumlah volume awal (Encyclopedia of chemical technology, 9, 1991, hal 81). Pencampuran etanol dan air bersifat eksotermik dengan energi sekitar 777 J/mol dibebaskan pada 298 K. Campuran etanol dan air akan membentuk *azeotrop* dengan membandingkan kira-kira 89 mol% etanol dan 11 mol% air. (Lei Z, Wang H, Zhou R, dan Z, 2002) Perbandingan tersebut juga dapat dinyatakan sebagai 96% volume etanol dan 4% volume air pada tekanan normal dan  $T = 351$  K. Komposisi ini sangat tergantung pada suhu dan tekanan. Ia akan menghilang pada temperatur dibawah 303 K.

(Pemberton RC, Mash CJ, 1978). Ikatan hidrogen menyebabkan etanol murni sangat higroskopis sehingga ia akan menyerap air dari udara. Sifat gugus hidroksil yang polar etanol dapat larut dalam banyak senyawa ion. Etanol juga memiliki sifat nonpolar sehingga akan mudah larut dalam senyawa nonpolar meliputi minyak atsiri, perasa, pewarna dan obat. Penambahan beberapa persen etanol dalam air akan menurunkan tegangan permukaan air secara drastis. Campuran etanol dengan air yang lebih dari 50% etanol bersifat mudah terbakar dan mudah menyala. Campuran yang kurang dari 50% etanol juga dapat menyala apabila larutan tersebut dipanaskan terlebih dahulu. Indeks refraksi etanol adalah 1,36242 (pada  $\lambda=589,3$  nm dan  $18,35^{\circ}\text{C}$ ).

Berikut manfaat etanol yang dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari (manfaat.co.id), yaitu:

#### 1. Industri Minuman

Etanol banyak digunakan sebagai bahan baku campuran minuman khususnya golongan minuman beralkohol seperti beer dan minuman-minuman keras lainnya yang penjualannya diatur oleh pemerintah.

#### 2. Industri Parfum

Etanol juga digunakan untuk mempertahankan wangi di dalam botol kosmetik. Selain itu etanol juga digunakan sebagai campuran agar pakaian yang diberi parfum tidak meninggalkan bekas noda. Oleh karena itu suatu produk parfum selalu dilengkapi peringatan larangan untuk terkena mata dan masuk mulut, dan karena sifatnya

mudah terbakar maka membawa parfun dalam kabin pesawat juga dilarang.

### 3. Pewarna Makanan

Pewarna makanan sebagian menggunakan etanol sebagai bahan bakunya, hal ini karena kemampuan etanol yang dapat mempertajam warna pada pewarna makanan.

### 4. Pembersih Luka

Pembersih luka banyak yang menggunakan bahan baku etanol, hal ini karena sifat etanol yang mudah menguap dan terasa dingin dikulit. Etanol pembersih ini biasanya berupa alkohol 70 %.

### 5. Obat-obatan

Banyak industri obat-obatan menggunakan bahan etanol sebagai bahan pelarut, hal ini karena etanol merupakan bahan pelarut yang baik. Namun demikian mengingat etanol yang digunakan untuk obat-obatan sudah berstandar foodgrade sehingga aman untuk

dikonsumsi.

### 6. Cat

Salah satu pelarut yang digunakan oleh industri cat adalah etanol, pelarut ini juga berfungsi untuk mempertajam warna pada cat sehingga jika diaplikasikan pada benda maka dapat memperindah warna benda tersebut.

### 7. Pernis

Etanol juga digunakan untuk pelarut pembuatan pernis, hal ini karena mudah larut dalam berbagai medium seperti air, eter, gilserol, kloroform, asam asetat, piridna, benzana, aseton dan sebagainya.

#### 8. Pencuci Mulut

Pencuci mulut atau obat kumur juga menggunakan etanol agar apabila dipakai terasa segar dimulut, kandungan pada obat kumur ini berkisar 5-30%.

#### 9. Penganti MTBE dalam Bensin

Etanol dapat digunakan sebagai pengganti metil tertiar butil eter (MTBE) pada bensin, penambahan etanol pada bensin dapat menambah efisiensi pembakaran mesin, dan disamping itu juga untuk mengurangi pencemaran.

#### 10. Bahan Bakar Mobil

Saat ini di Indonesia telah mewajibkan penggunaan campuran bioetanol sebesar 10% sebagai bahan bakar mobil. Hal ini dicanangkan pemerintah karena banyak bahan baku berupa kelapa sawit dan yang lainnya sehingga dapat mengurangi impor BBM

#### 11. Spirtus

Spirtus adalah cairan berwarna biru dimana bahan bakunya adalah etanol, spirtus banyak digunakan untuk lampu penerangan, namun demikian keberadaanya sudah jarang.

#### 12. Cairan Pencuci Tangan

Etanol juga di manfaatkan sebagai campuran cairan antiseptik yang diunakan sebagai pencuci tangan. Penggunaan pencuci tangan saat ini telah sangat luas baik di rumah sakit, restoran, fasilitas umum dan rumah tangga.

### 13. Deodorant

Deodorant mengandung anti perspirant yang mencegah keluarnya keringat, adapun etanol yang dicampurkan berfungsi sebagai pembunuh bakteri sehingga bau tidak sedap dapat dicegah.

### 14. Pembasmi Serangga

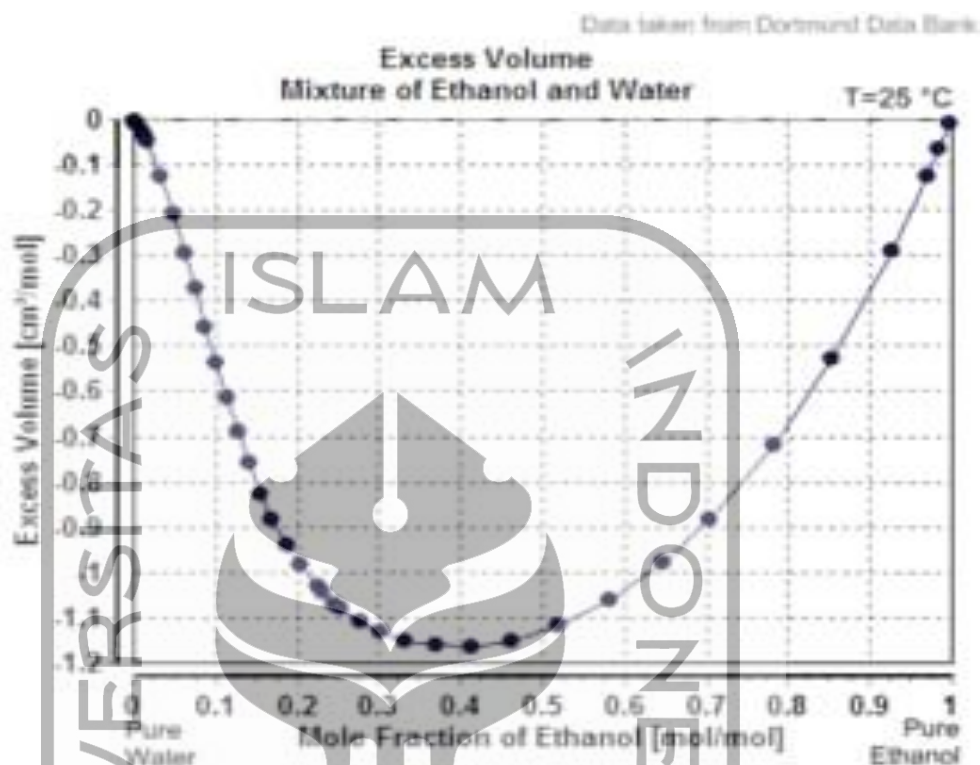
Etanol memiliki kemampuan membunuh serangga karena sifatnya yang beracun sehingga menjadikan etanol dimanfaatkan oleh industri pembasmi serangga sebagai bahan campuran.

### 15. Pembersih wajah dan Alat kosmetik

Alat kosmetik banyak menggunakan bahan yang mengandung lemak untuk memperkuat daya rekat kosmetik, sehingga untuk membersihkan diperlukan toner yang mana mengandung etanol. Alkohol juga dapat digunakan untuk skincare dan makeup.

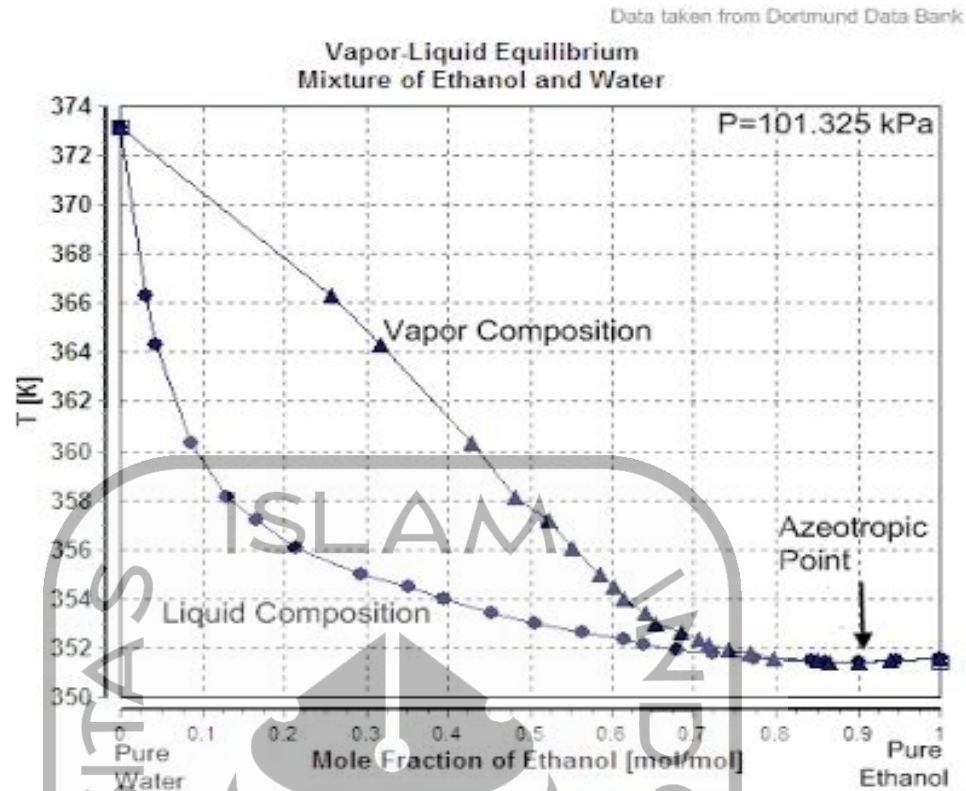
Dengan banyaknya manfaat akan etanol, khususnya untuk bahan dasar obat-obatan, makanan, minuman dan kecantikan sehingga perancangan pabrik etanol dengan standar foodgrade 96,5% memiliki prospek yang sangat baik.

Berikut grafik keseimbangan komposisi uap air (vapor) dan cairan (liquid) dan eksese volume dalam campuran etanol dan air :



Gambar 2.1 Eksese Campuran etanol dan air

الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية



Gambar 2.2 Keseimbangan Komposisi uap air dan cairan dalam pencampuran etanol dan air.

## 2.2 Spesifikasi Bahan

### 2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi bahan baku akan disajikan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2. Kandungan Tetes Tebu/molasses

Nilai gizi per 100 g (3,5 oz)	
Energi	1,213 kJ (290 kcal)
Karbohidrat	74,73 g
- Gula	74,72 g
- Serat makanan	0 g
Lemak	0,1 g



Tabel 2.2. Kandungan Tetes Tebu/molasses (lanjut)

Nilai gizi per 100 g (3,5 oz)		
Protein	0 g	
Vitamin	Kuantitas	%DV (% Nilai Harian)
- Tiamin (B <sub>1</sub> )	0,041 mg	4%
- Riboflavin (B <sub>2</sub> )	0,002 mg	0%
- Niasin (B <sub>3</sub> )	0,93 mg	6%
- Asam pantotenat (B <sub>5</sub> )	0,804 mg	16%
- Vitamin B <sub>6</sub>	0,67 mg	52%
- Kolina	13,3 mg	3%
Mineral	Kuantitas	%DV (% Nilai Harian)
- Kalsium	205 mg	21%
- Besi	4,72 mg	36%
- Magnesium	242 mg	68%
- Mangan	1,53 mg	73%
- Fosforus	31 mg	4%
- Kalium	1464 mg	31%
- Natrium	37 mg	2%
- Seng (Zn)	0,29 mg	
Konstituen lainnya	Kuantitas	
- Air	21,9 g	

## 2.2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

Spesifikasi bahan baku akan disajikan pada Tabel 2.3. sampai

Tabel 2.6.

Tabel 2.3. Sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat

Sifat fisika dan kimia	
Rumus kimia	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Massa molar	98,08 g/mol
Penampilan	Cairan higroskopis, berminyak, tak berwarna, tak berbau
Densitas	1,84 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	10 °C
Titik didih	337 °C
Kelarutan dalam air	Tercampur penuh
Tekanan uap	<10 Pa pada 20 °C (diabaikan)
Keasaman (pK <sub>a</sub> )	1,98 pada 25 °C
Viskositas	26,7 cP (20 °C)

Tabel 2.4. Klasifikasi Ilmiah Ragi (*Yeast*)

Sifat	
Kingdom	Fungi
Filum	Ascomycota
Subfilum	Saccharomycotina

Tabel 2.4. Klasifikasi Ilmiah Ragi (*Yeast*) (lanjut)

Sifat	
Kelas	Saccharomycetes
Ordo	Saccharomycetales
Famili	Saccharomycetaceae
Genus	Saccharomyces
Spesies	<i>S. cerevisiae</i>
Nama ilmiah	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Nama lain	Brewer's yeast, Ale yeast, Top-fermenting yeast, Baker's yeast, Ragi yeast, Budding yeast
Persyaratan nutrisi	Glukosa, Amonia

Tabel 2.5. Sifat Fisika dan Kimia Asam Fosfat

Sifat fisika dan kimia	
Rumus kimia	$H_3O_4P$
Massa molar	97,99 g/mol
Penampilan	Putih kental atau tidak berwarna, cairan kental (>42 °C)
Bau	Tidak berbau
Densitas	1.885 g/mL (cair) 1.685 g/mL (85% larutan) 2.030 g/mL (kristal pada 25 °C)

Tabel 2.5. Sifat Fisika dan Kimia Asam Fosfat (lanjut)

Sifat fisika dan kimia	
Titik lebur	42,35 °C (anhidrat)
	29,32 °C (hemihidrat)
Titik didih	158 °C
	213 °C (terurai)
Kelarutan dalam air	392,2 g/100 g (-16,3 °C)
	369,4 g/100 mL (0,5 °C)
	446 g/100 mL (14,95 °C)
	Bercampur aduk (42,3 °C)
Kelarutan	Larut dalam etanol
Tekanan uap	0,03 mmHg (20 °C)
Keasaman (pK <sub>a</sub> )	pK <sub>a1</sub> = 2.148
	pK <sub>a2</sub> = 7.198
	pK <sub>a3</sub> = 12.319
Suspektibilitas magnetik ( $\chi$ )	-43,8*10 <sup>-6</sup> cm <sup>3</sup> /mol
Indeks bias (n <sub>D</sub> )	1,34203
Viskositas	2,4-9,4 cP (85% aq. solution)
	147 cP (100%)

Tabel 2.6. Sifat Fisika dan Kimia Urea

Sifat fisika dan kimia	
Rumus kimia	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O
Massa molar	60,06 g/mol

Tabel 2.6. Sifat Fisika dan Kimia Urea (lanjut)

Sifat fisika dan kimia	
Penampilan	Padatan putih
Densitas	1,32 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	133-135 °C
Kelarutan dalam air	1079 g/L (20 °C)
	1670 g/L (40 °C)
	2510 g/L (60 °C)
	4000 g/L (80 °C)
Kelarutan	500 g/L gliserol
	50 g/L etanol
	~4 g/L asetonitril
Kebasaan (pK <sub>b</sub> )	13,9
Suspektibilitas magnetik ( $\chi$ )	-33,4*10 <sup>-6</sup> cm <sup>3</sup> /mol

### 2.3. Pengendalian Kualitas

#### 2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Molase sebagai bahan baku pembuatan etanol dengan kualitas foodgrade biasanya berbentuk cairan kental berwarna coklat yang dipisahkan dari gula yang dilakukan dengan alat pemutar dan penyaring khusus. Molase yang dipisahkan adalah bagian nira yang tidak dapat dikristalkan lagi karena terdiri atas glukosa dan fruktosa yang tidak bisa mengkristal. Kandungan molase terdiri 48 % - 55% adalah sukrosa gula dan kandungan

lainnya adalah mineral-mineral esensial, seperti kalsium, seng, kobalt, sodium, potasium, iodium, copper, boron dan mangan. Selain itu molase mengandung vitamin B kompleks, vitamin yang larut dalam air, protein kasar (3,1%), serat kasar (0,6%), lemak kasar (0,9%), air (15%-25%) dan abu (11,9%)

### 2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian proses adalah rekayasa yang melibatkan mekanisme dan algoritme untuk mengendalikan keluaran dari suatu proses sesuai hasil yang diinginkan. Pengendalian proses yang digunakan dalam industri untuk menjaga konsistensi produk massal baik secara kuantitas maupun kualitas seperti pada industri pengilangan minyak, pembuatan kertas, bahan kimia, pembangkit listrik dan lainnya. Biasanya industri dalam upaya menghasilkan produk yang konsisten diperlukan otomasi sehingga dapat mengurangi human error dalam hal diperlukan pengoperasian yang cukup kompleks. Dalam pengoperasiannya pabrik kimia akan banyak mengalami gangguan eksternal, sehingga dibutuhkan beberapa persyaratan antara lain (Wikipedia):

1. Keamanan, keamanan dalam operasi pabrik merupakan kebutuhan primer baik bagi karyawan maupun kelangsungan perusahaan. Untuk itu berbagai kondisi operasi pabrik seperti temperatur, tekanan operasi, konsentrasi bahan kimia dan lain-lain tetap dijaga dalam batas-batas tertentu.

2. Spesifikasi produksi, pabrik harus menghasilkan produk dengan jumlah dan kualitas tertentu sesuai yang diinginkan, untuk itu dibutuhkan suatu sistem pengendali baik sistem manual maupun sistem otomatisasi agar produk yang dihasilkan konsisten dan terjaga kualitasnya.
3. Kendala Operasional, menjaga peralatan proses dapat berfungsi dengan baik sesuai desain peralatan yang digunakan dalam produksi, sebagai contoh ruang distilasi harus dijaga agar tidak terjadi flooded, isi tangki tidak boleh luber atau kering, pompa harus dipertahankan nilai net positive suction head dan sebagainya.
4. Keekonomian, menjaga agar operasi pabrik tetap ekonomis dan dapat memberikan keuntungan yang maksimal
5. Peraturan lingkungan, memenuhi persyaratan lingkungan, analisa Amdal dan sebagainya.

Untuk dapat memenuhi persyaratan tersebut diatas, diperlukan pengawasan terus menerus melalui serangkaian peralatan antara lain alat ukur, pengendali, komputerisasi, intervensi manusia yang secara bersama sama membentuk suatu control system.

### 2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk merupakan usaha untuk meminimalisir produk yang cacat yang berakibat menimbulkan kerugian besar bagi perusahaan. Penyimpangan-penyimpangan yang tidak segera diketahui akan semakin menimbulkan kerugian

yang berkelanjutan. Untuk itu pengendalian kualitas produk yang dilakukan sedini mungkin dan berkelanjutan dapat bermanfaat untuk proses produksi dimasa yang akan datang. Dalam situasi persaingan yang sangat tajam pengendalian kualitas produk sangat penting untuk mendukung pemasaran produk dan dapat mempengaruhi maju mundurnya perusahaan.

Pengendalian kualitas produk melibatkan pengembangan suatu sistem untuk memastikan bahwa produk dirancang dan diproduksi untuk memenuhi atau melampaui persyaratan dari pelanggan ataupun produsen itu sendiri.

