

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Etanol atau *Etil Alcohol* (lebih dikenal dengan alkohol, dengan rumus kimia C_2H_5OH) dan berat molekul 46,07 gram/mol adalah cairan tidak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. (*Krik Othmer : 1962*)

Bioethanol mempunyai kegunaan sebagai pengganti bahan bakar alternative yang dapat diperbaharui. Selain itu kualitas dari bioethanol yang lebih unggul dibanding bensin antara lain lebih aman, memiliki titik nyala yang tiga kali lebih tinggi dibanding bensin, dan menghasilkan emisi gas hidrokarbon lebih sedikit. Bioetanol juga dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar dengan bensin atau yang biasa disebut dengan gasohol yang merupakan kependekan dari gasoline (bensin) dan alcohol (etanol), dengan komposisi yang pas campuran gasohol ini akan mempunyai nilai oktan yang setara dengan pertamax yaitu 92. Sehingga dalam hal ini kegunaan etanol dalam campuran yaitu sebagai peningkat oktan (Octan Enhancer).

Tidak seimbangnya jumlah pasokan dan permintaan BBM di Indonesia berimbas pada kebijakan untuk mengimpor minyak bumi yang dimulai pada tahun 2004. Ironisnya, kebijakan impor tersebut masih berlangsung hingga saat ini, mengingat kapasitas produksi BBM di Indonesia diperkirakan dibawah 1.000.000 barrel/hari sedangkan laju konsumsi sekitar 1.400.000 barel/hari (Kementrian Riset dan Teknologi, 2013)

1.2 Sejarah Perkembangan Fermentasi Bioethanol

- Akhir 1970-an, bahan gula yang paling banyak digunakan untuk fermentasi etanol adalah molase blackstrap (42-53) yang mengandung sekitar 35-40% sukrosa, 15-20% gula gula seperti glukosa dan fruktosa, dan 28-35 % padat padatan nonsugar.

- Etanol dalam minuman beralkohol di Amerika banyak diproduksi melalui fermentasi dari bahan biji-bijian seperti jagung. Proses fermentasi minuman beralkohol ini sudah diketahui sejak jaman mesir 5000 tahun yang lalu
- Akibat banyaknya limbah selulosa pada industri maka dikajilah teknologi untuk mengolah selulosa menjadi produk etanol. Pada pertengahan 1978, para peneliti Gulf Oil menggambarkan hidrolisis enzimatik selulosa secara simultan dan fermentasi glukosa yang dihasilkan menjadi etanol

1.3 Kegunaan Bioethanol

Dalam beberapa industri kegunaan asam nitrat, antara lain sebagai berikut:

- Pembuatan amonium nitrat
Penggunaan asam nitrat terbesar skitar 74% dari total produksi untuk pembuatan amonium nitrat dalam produksi pupuk.
- Industri bahan peledak
Kegunaan lain asam nitrat adalah dalam pembuatan bahan peledak (trinitrotoluene, nitrogliserin, dll)
- Perlakuan logam (misalnya, pengawetan baja tahan karat dan penggoresan logam)
- Sebagai propelan roket, dan untuk pemrosesan bahan bakar nuklir
- Sebagai pemurnian logam mulia, yaitu emas dan platina.
- Sebagai menghilangkan atau membersihkan peralatan proses dari kerak kalsium dan magnesium (*Othmer, 1962*).

1.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

1.4.1 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

a. Jerami padi (*Oryza Sativa*)

Jerami merupakan limbah pertanian terbesar yang belum sepenuhnya dimanfaatkan karena adanya factor teknis dan ekonomis. Sebagian petanisering menggunakan jerami sebagai mulsa pada saat menanam palawija. Hanya sebagian kecil petani menggunakan jerami sebagai pakan ternak alternatif di kala musim kering karena sulitnya mendapatkan hijauan.

Tabel 1.1 Kandungan Jerami Padi

Komponen	Kandungan (%)
Hemiselulosa	40
Selulosa	30
Lignin	15
Silika	15

Potensi etanol dari jerami padi menurut Kim dan Dale (2004) adalah sebesar 0,28L/Kg jerami dan menurut Badger (2002) adalah sebesar 0,20 L/Kg jerami. Jerami padi dipilih karena:

- Ketersediaannya yang cukup banyak dan tidak digunakan
- Mengurangi limbah
- Sebagai pengganti bahan fermentasi yang berbahan dasar sumber makanan (pati)

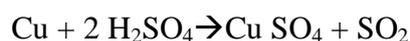
b. AsamSulfat

Sifat fisika

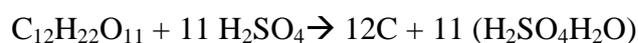
- Rumus molekul : H_2SO_4
- Bentuk : Cairan tidak berwarna
- Berat molekul : 98,078 g/gmol
- Kemurnian (berat) : 98 % H_2SO_4 , 2% H_2O
- Densitas : 1.84 g/cm^3
- Titik lebur : $10,49 \text{ }^\circ\text{C}$
- Titik didih : $340 \text{ }^\circ\text{C}$

Sifat Kimia

1. Asam sulfat pekat adalah zat pengoksidasi yang kuat. Reaksi yang terjadi:



2. Asam sulfat pekat dapat digunakan untuk menghilangkan air suatu zat, reaksi yang terjadi:



3. Asam sulfat dapat bereaksi dengan natrium klorida, dengan reaksi yang terjadi: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaSO}_4 + 2\text{HCl}$

c. Air

Sifat fisika:

- Rumus molekul : H₂O
- Berat molekul : 18,016 g/mol
- Bentuk : cair
- Warna : tidak berwarna
- Specific gravity : 1,00
- Titik didih : 100 °C

Sifat kimia:

- Mudah larut
- Tidak korosif

d. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae dengan nama lain Khamir merupakan kelompok ragi (*yeast*). Ragi ini banyak digunakan di dalam industri. Pada kondisi tertentu, ragi membentuk fase hidup *yeast-mould dimorphism*. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki bentuk fisik bulat atau mendekati *elipsoidal* dan ukuran bervariasi dari lebar 1-7 um dan panjang 5-10 um. Media biakan ini dapat dibentuk butiran-butiran kecil atau cairan nutrient. Ragi yang digunakan dalam prancangan pabrik ini adalah ragi roti jenis *dry yeast Saccharomyces cerevisiae*. Alasan digunakannya ragi jenis ini karena kemampuan fermentasi yang tinggi terhadap glukosa dan sukrosa dengan menghasilkan alkohol (10-12%), tahan dengan alcohol berkadar tinggi sampai 15%, tentunya ketersediaanya yang mudah dan murah. (Waites, 2001)

- pH : 3,5 – 5
- Suhu media : 30 – 40 °C
- Bersifat aerob

1.4.2 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

1. Ethanol

Sifat fisika

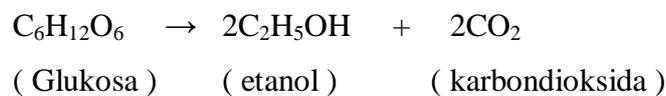
- Rumus molekul : C₂H₅OH
- Bentuk : Cairan tidak berwarna
- Berat Molekul : 46,07 gram/mol
- Titik didih : 78,4 °C

- Titik beku : - 112°C
- Densitas : 0,789 gr/ml pada 20°C
- Kelarutan dalam 100 bagian
 - Air : sangat larut
 - eter : sangat larut

(Perry, 1984).

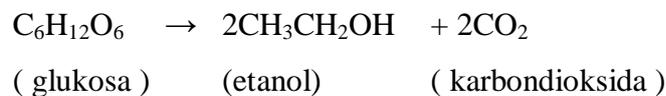
Sifat kimia

1. Dihasilkan dari fermentasi glukosa



2. Untuk minuman diperoleh dari peragian karbohidrat, ada dua tipe yaitu tipe pertama mengubah karbohidratnya menjadi glukosa kemudian menjadi etanol, tipe yang lain menghasilkan cuka (asam asetat).

3. Pembentukan etanol



4. Pembakaran etanol

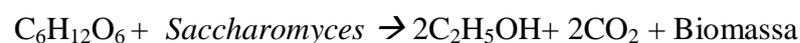


(Fessenden, 1982)

1.5 Analisa Pasar

Pemasaran produk bioetanol untuk memenuhi kebutuhan industry dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat terpenuhi, maka pemasaran diarahkan keluar Indonesia. Untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi pembentukan bioethanol :



Analisa kebutuhan dan hasil reaksi pembuatan bioethanol konversi 96%

Tabel 1.2. Analisa kebutuhan dan hasil reaksi pembuatan bioethanol

Reaksi	Komponen				
	C ₆ H ₁₂ O ₆	<i>Saccharomyces</i>	2C ₂ H ₅ OH	2CO ₂	Biomassa
1	-1	-1	+1.925	+1.925	+0.9625
Total	-1	-1	+1.925	+1.925	+0.9625

Analisa ekonomi pada pembuatan bioethanol

Tabel 1.3. Analisa ekonomi pada pembuatan bioethanol

Bahan	BM (g/gmol)	Harga (\$/kg)
Jerami padi		0.034
Asam Sulfat	98,078	0.20
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		0.28
C ₂ H ₅ OH	46,07	0.75

Maka, perhitungan ekonomi pasarnya adalah :

$$\begin{aligned}
 EP &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= [(1.925 \times 46.07 \times 0.75)] - [(0.034) + (0.28) + (1 \times 98.078 \times 0.20)] \\
 &= [66.514] - [(0.034) + (0.28) + (19.616)] \\
 &= [66.514] - [19.930] \\
 &= \$ 46.584 / \text{kgmolC}_2\text{H}_5\text{OH}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Bioethanol dapat memperoleh keuntungan sebesar \$ 46.584 / kgmol C₂H₅OH dan dapat didirikan tahun 2023

1.6 Perkiraan Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan pabrik tentu diperlukan kapasitas produksi agar produksi yang dihasilkan sesuai dengan permintaan dan kebutuhan di pasar, dengan berdirinya pabrik

Bioethanol diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga untuk mengurangi impor bioethanol.

Tabel 1.4. Data impor bioetanol beberapa tahun terakhir

No	Tahun	Import	
		Jumlah Import (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2010	11213,583	-
2	2011	11971,205	0,067562837
3	2012	13834,247	0,155626967
4	2013	14398,734	0,040803587
5	2014	15509,101	0,077115594
6	2015	16918,905	0,090901728
7	2016	17732,269	0,048074246
8	2017	19528,577	0,101301691
Rata – rata pertumbuhan per tahun (%)			0,083055236
Kenaikan rata – rata setiap tahun (i)			0,000830552

Berdasarkan data impor bioethanol di Indonesia, rata – rata kenaikan impor dapat dihitung untuk dapat memperkirakan kapasitas produksi di tahun 2023, maka menggunakan persamaan :

$$M_1 = P ((1+i)^n)$$

Dimana: P = Data besarnya Impor pada tahun 2017

M_1 = Konsumsi dalam negeri pada tahun 2023

i = Rata-rata kenaikan Impor tiap tahun

n = Selisih tahun 2017 dan 2023 (6 tahun)

Menghitung nilai konsumsi dalam negeri (M_1) tahun 2023

$$M_5 = P ((1 + i)^n)$$

$$= 19528,577 ((1 + (0,000830552))^6)$$

$$= 19.626,097 \text{ ton/tahun}$$

Pabrik berdiri sehingga impor diberhentikan, maka

$$M_1 = 0$$

Karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi, maka

$$M_2 = 0$$

Kapasitas ekspor diasumsi 60% dari kapasitas pabrik baru

$$M_4 = 0,6 M_3$$

Untuk menghitung kapasitas pabrik baru yang didirikan pada tahun 2023 maka dapat digunakan persamaan berikut:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana : M_1 = Nilai import (ton)

M_2 = Produksi pabrik dalam negeri (ton)

M_3 = Kapasitas produksi pabrik baru (ton)

M_4 = Nilai eksport (ton)

M_5 = Konsumsi dalam negeri (ton)

Sehingga kapasitas pabrik Bioetanol yang didirikan pada tahun 2023 adalah

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (0,6 M_3 + 19.626,097) - (0 + 0)$$

$$0,4 M_3 = 49.065,242 \text{ ton/tahun} \approx 50.000 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, kapasitas pabrik Bioetanol dari jerami padi yang akan dibangun pada tahun 2023 sebesar 50.000 ton/tahun.

1.7 Lokasi Pabrik Bioethanol

Faktor-faktor pemilihan untuk menentukan lokasi pabrik sangat penting karena berhubungan dengan perkembangan ekonomi pabrik dan hubungan sosial

dengan masyarakat di masa yang akan datang sehingga hal itu juga mempengaruhi kelangsungan hidup pabrik serta kedudukan pabrik dalam persaingan.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi untuk menentukan apakah lokasi yang akan dipilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik khususnya Pabrik Bioetanol dapat dibagi menjadi dua aspek, yaitu : faktor utama dan faktor khusus.

- **Faktor Utama**

a. Bahan baku

Tersedianya bahan baku merupakan penentu pemilihan lokasi suatu pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada bahan baku adalah : Letak sumber bahan baku.

- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat dilakukan pengadaannya.
- Cara memperoleh dan membawanya ke pabrik.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu syarat penting dalam suatu pabrik atau industri kimia karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri atau pabrik tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Daerah dimana produk akan dipasarkan.
- Daya serap pasar dan prospek yang akan datang.
- Pengaruh saingan yang ada.
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut.

c. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai tenaga listrik dan bahan bakar adalah :

- Adanya tenaga listrik dan bahan bakar.
- Kapasitas persediaan pada saat sekarang dan yang akan datang.
- Harga listrik dan bahan bakar.

Untuk kebutuhan listrik direncanakan akan disupply dari Kawasan Industri PIER Pasuruan < Jawab Timur dan dari generator unit utilitas pabrik.

d. Sumber air

Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan mengenai :

- Kualitas air yang ada.
- Persediaan air setiap saat.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air.
- Kapasitas air.
- Ongkos (harga air dan biaya pengolahan air).

e. Iklim dan alam sekitar

- Keadaan alam yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan.
- Kelembaban dan temperatur udara.
- Sering tidaknya terjadi bencana alam.

- **Faktor Khusus**

1. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran perbekalan (suplay) bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan yang bermuatan besar.
- Sungai yang dapat dilayari kapal atau perahu.
- Lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan yang memadai.

2. Tenaga kerja

Dalam menentukan lokasi pabrik harus memperhatikan mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja buruh dan tenaga kerja ahli di sekitar lokasi pabrik. Tempat tinggal tenaga kerja serta kondisi sosial lingkungannya.

3. Undang-undang dan peraturan

Undang-undang dan peraturan yang perlu diperhatikan antara lain :

- Ketentuan tentang daerah industry.
- Ketentuan tentang penggunaan jalan umum yang ada.
- Ketentuan umum lain bagi industri di daerah lokasi pabrik.

4. Karakteristik dan lokasi

Dalam memilih lokasi pabrik, maka harus memperhatikan karakteristik sebagai berikut :

- Struktur tanah, daya dukung pondasi bangunan pabrik dan pengaruh air.
- Daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dsb.
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau pembangunan unit baru.

5. Lingkungan sekitar pabrik

Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Adat istiadat atau kebudayaan daerah lokasi pabrik.
- Fasilitas perumahan, sekolah dan tempat ibadah.
- Fasilitas kesehatan dan rekreasi.

6. Limbah

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai limbah antara lain :

- Jenis buangan yang dapat berupa padatan, cairan, slurry maupun gas.
- Ada tidaknya tempat pembuangan.

Pengolahan pembuangan. Limbah yang dihasilkan dari proses produksi bioetanol akan langsung ditangani oleh pihak ketiga.

Atas pertimbangan beberapa faktor yang telah dijabarkan diatas maka Pabrik Bioetanol berbahan baku jerami akan didirikan di Kawasan Industri PIER (*Pasuruan Industrial Estate Rembang*) yang berada di Jl. Rembang Industri Raya No. 26, Rembang, **Pasuruan** 67152 Jawa Timur.



Gambar 1.1 Peta lokasi Pabrik Bioetanol