

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya zaman, kebutuhan bahan kimia mengalami peningkatan. Oleh karena itu, industri kimia juga berkembang dengan pesat, baik yang memproduksi bahan kimia hulu maupun hasil olahannya. Etanol merupakan salah satu bahan kimia yang sering digunakan. Etanol telah banyak diproduksi dari berbagai macam bahan baku, seperti , tetes tebu, limbah kakao, biji sorgum, singkong, ubi, dan lain sebagainya.

Pada industri kimia, etanol digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam asetat, ester, etilen, dan bahan bakar. Etanol juga digunakan pada industri kosmetik, industri farmasi, dan kedokteran. Sehingga, keberadaan pabrik etanol sangat dibutuhkan oleh industri kimia. Untuk memenuhi kebutuhan etanol dalam negeri, maka perlu dipertimbangkan untuk pendirian pabrik bioetanol skala industri di Indonesia. Etanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan biokimia yang berasal dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme, karena pembuatannya melibatkan proses biologis, produk etanol yang dihasilkan diberi nama bioetanol. Bioetanol merupakan sumber energi alternatif pengganti BBM yang terbuat dari proses fermentasi bahan-bahan alami oleh mikroorganisme (Jeon, 2007). Bioetanol memiliki perbedaan dengan etanol. Etanol dibuat dengan cara hidrasi etena, sedangkan bioetanol dibuat dengan cara fermentasi biomassa.

Berdasarkan bahan bakunya, bioetanol dibagi menjadi 3 generasi, yaitu :

#### 1. Bioetanol Generasi Pertama

Bioetanol generasi pertama merupakan bioetanol yang dibuat dari bahan baku yang mengandung pati, seperti jagung, tebu, nira, ubi kayu, ubi jalar, dan sebagainya.

#### 2. Bioetanol Generasi Kedua

Bioetanol generasi kedua merupakan bioetanol yang dibuat dari limbah biomassa yang mengandung lignoselulosa. Bahan yang mengandung lignoselulosa merupakan bahan yang mengandung selulosa dan hemiselulosa tinggi yang terdapat pada limbah padat agroindustri seperti jerami, padi, batang sawit, tongkol dan batang jagung.

#### 3. Bioetanol Generasi Ketiga

Bioetanol generasi ketiga merupakan bioetanol yang dibuat menggunakan bahan baku dari kelompok alga, yaitu mikroalga dan makroalga (rumput laut).

Pada perancangan pabrik bioethanol ini , bahan baku yang digunakan adalah molase. Molase merupakan sisa dari proses pengkristalan gula pasir yang masih mengandung gula dan asam-asam organik sehingga merupakan bahan baku yang baik untuk pembuatan bioetanol. Dibandingkan bahan baku lain, molase mempunyai keunggulan yaitu selain harganya murah juga mengandung 50% gula sederhana yang dapat difermentasi langsung oleh *yeast* menjadi etanol tanpa *pretreatment* (Murtagh, 1995).

Berikut ini adalah data produksi molase di Indonesia.

Tabel 1.1 Kapasitas produksi molase di Indonesia

<b>Nama Pabrik Gula (PG)</b>	<b>Lokasi Pabrik</b>	<b>Kapasitas (Ton/tahun)</b>
PG. Gunung Madu	Lampung Tengah	292.000
PG. Gula Putih Mataram	Lampung Tengah	219.000
PG. Sweet Indo Lampung	Tulang Bawang	182.500
PG. Indo Lampung Perkasa	Tulang Bawang	182.500
PG. Bunga Mayang	Lampung Utara	182.500
PG. Jatiroto	Lumajang	182.500
PG. Tolangohula	Gorontalo	146.000
PG. Semboro	Jember	127.750
PG. Kribet Baru 1	Malang	118.625
PG. Gempolkrep	Mojokerto	118.625
PG. Pesantren Baru	Kediri	114.062,5
PG. Ngadirejo	Kediri	113.150
<b>Total</b>		<b>1.979.213</b>

Sumber: <http://www.kppbumn.depkeu.go.id>, 2017

Berikut ini adalah data konsumsi bioetanol di Indonesia.

Tabel 1.2 Konsumsi bioetanol di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah (Ton)</b>
2011	57.920
2012	61.750
2013	64.120
2014	68.380
2015	73.510
<b>Total</b>	<b>325.680</b>

Sumber: <https://indexmundi.com>, 2017

Tabel 1.3 Perhitungan regresi linier konsumsi bietanol di Indonesia

n	X	Y	x <sup>2</sup>	Xy
1	2.011	57.920	4.044.121	116.477.120
2	2.012	61.750	4.048.144	124.241.000
3	2.013	64.120	4.052.169	129.073.560
4	2.014	68.380	4.056.196	137.717.320
5	2.015	73.510	4.060.225	148.122.650
	10.065	325.680	20.260.855	655.631.650

$$y = a_0 + a_1 x$$

dimana ;

y = konsumsi bioethanol (ton/tahun)

$$a_0 = \frac{\sum(xi - yi)}{\sum xi^2}$$

$$a_1 = \frac{\sum yi - na_0}{\sum xi}$$

x = tahun ke (n)

$$y = -7546,017 + 3781X$$

$$= 99.165 \text{ ton}$$

Pabrik bioetanol ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2022.

Dengan menggunakan metode regresi linier, diperkirakan konsumsi bioetanol pada tahun 2022 sebesar 99.165 Ton.

Berikut ini adalah data impor bioetanol di Indonesia.

Tabel 1.4 Impor bioetanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton)
2012	106,43
2013	229,44
2014	1.134,50
2015	1.262,20
2016	1.632,40
<b>Total</b>	<b>4.364,97</b>

Sumber: BPS. 2017

Tabel 1.5 Perhitungan regresi linier impor bioetanol di Indonesia

n	x	Y	x <sup>2</sup>	Xy
1	2.012	106,43	4.048.144	214.137
2	2.013	229,44	4.052.169	461.863
3	2.014	1.134,50	4.056.196	2.284.883
4	2.015	1.262,20	4.060.225	2.543.333
5	2.016	1.632,40	4.064.256	3.290.918
	10.070	4.364,97	20.280.990	8.795.134

$$y = a_0 + a_1 x$$

dimana ;

y = impor bioetanol (ton/tahun)

$$a_0 = \frac{\sum(x_i - y_i)}{\sum x_i^2}$$

$$a_1 = \frac{\sum y_i - n a_0}{\sum x_i}$$

x = tahun ke (n)

$$y = -821785,6 + 408,47X$$

$$= 4.141 \text{ ton}$$

Dengan menggunakan metode regresi linear, dapat diperkirakan jumlah impor bioetanol pada tahun 2022 sebesar 4.141 Ton/Tahun.

Berikut ini adalah data Ekspor bioetanol di Indonesia.

Tabel 1.6 Ekspor bioetanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton)
2012	391,48
2013	478,05
2014	488,14
2015	720,37
2016	687,25
<b>Total</b>	<b>2.765,30</b>

Sumber: BPS, 2017

Tabel 1.7 Perhitungan regresi linier ekspor bioetanol di Indonesia

n	x	y	x <sup>2</sup>	xy
1	2.012	391,48	4.048.144	787.654
2	2.013	478,05	4.052.169	962.323
3	2.014	488,14	4.056.196	983.106
4	2.015	720,37	4.060.225	1.451.554
5	2.016	687,25	4.064.256	1.385.502
	10.070	2.765,30	20.280.990	5.570.138

$$y = a_0 + a_1 x$$

dimana ;

y = ekspor bioethanol (ton/tahun)

$$a_0 = \frac{\sum(xi - yi)}{\sum xi^2}$$

$$a_1 = \frac{\sum y_i - na_0}{\sum x_i}$$

$$x = \text{tahun ke (n)}$$

$$y = 167.388,359 + 83.387X$$

$$= 1.220,16 \text{ ton}$$

Dengan menggunakan metode regresi linear, dapat diperkirakan jumlah ekspor bioetanol pada tahun 2022 sebesar 1.220,16 ton.

Berikut ini adalah kapasitas produksi bioetanol di Indonesia

Tabel 1.8 Kapasitas produksi pabrik bioetanol di Indonesia

No	Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Madukismo	3.300
2	Indo Acidatama	40.000
3	Indo Lampung Distillery	16.000

Sumber: BPPT,2015

Dari data informasi diatas digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan bioetanol sebagai perhitungan lanjutan didalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kebutuhan} &= (\text{Konsumsi} - \text{Produksi}) + (\text{Impor} - \text{Ekspor}) \\ &= (99.165 - 59.300) + (4.141 - 1.220,16) \text{ ton/tahun} \\ &= 42.785,84 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dari persamaan diatas diketahui jumlah kebutuhan bioetanol di Indonesia pada tahun 2022 sebesar 42.785,84 ton/tahun. Dengan analisa potensi ketersediaan

bahan baku molase di Indonesia dan persaingan industri bioetanol pada tahun 2022, maka kapasitas pabrik bioetanol yang akan didirikan diputuskan sebesar 50% dari kebutuhan bioetanol nasional, yakni 21.000 ton/tahun.

Pendirian pabrik etanol memiliki beberapa keuntungan diantaranya, mengurangi impor etanol, mengurangi jumlah pengangguran, menambah devisa Negara, dan menjadikan etanol sebagai alternatif pengganti bahan bakar bebas polusi.

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Etanol adalah cairan yang memiliki sifat-sifat mudah terbakar, mudah menguap, apabila dicampur dengan air akan terjadi peristiwa kontraksi atau penyusutan volume, mempunyai bau dan rasa yang khas, dapat bercampur dengan, metil alkohol, air, kloroform, aseton dan eter. Etanol mempunyai rumus molekul  $C_2H_5OH$ . Etanol masuk dalam golongan alkohol rantai tunggal. Etanol masuk dalam golongan rantai tunggal. Alkohol adalah isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol dimanfaatkan sebagai pelarut bermacam macam bahan kimia yang digunakan untuk keperluan konsumsi manusia. Pada industri kimia, etanol dijadikan sebagai bahan antara untuk memproduksi bahan kimia lainnya. Etanol dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Etanol merupakan senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Alkohol dapat dipandang sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil. Dalam perdagangan yang dimaksud dengan alkohol adalah etil alkohol atau etanol. Sifat-sifat alkohol pada umumnya adalah:



1. Merupakan zat cair yang tidak berwarna.
2. Mudah menguap dan terbakar, serta tidak berjelaga.
3. Berat jenis lebih kecil dari air.
4. Mudah larut dalam air.
5. Mempunyai bau yang spesifik.
6. Merupakan senyawa polar karena adanya ikatan hydrogen.

Sifat fisis alkohol yang lain adalah :

- |                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| 1. Titik didih                | : 78°C         |
| 2. Titik nyala                | : 25°C         |
| 3. Titik leleh                | : -115°C       |
| 4. Temperatur Kritis          | : 243 °C       |
| 5. Tekanan Kritis             | : 63840 hPa    |
| 6. Tekanan uap (50°C)         | : 43 mmHg      |
| 7. Panas spesifik (23°C)      | : 0,618 kal/gr |
| 8. Spesifik gravity (15,56°C) | : 0,816        |
| 9. Viskositas (20°C)          | : 0,0141 poise |

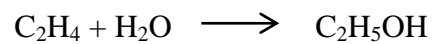
(<http://www.labchem.com/tools/msds/msds>)

Pada umumnya alkohol digunakan sebagai bahan dasar pembuatan eter, etilen, asam asetat, dan sebagainya. Selain itu alkohol digunakan sebagai pelarut, bahan baku spiritus, campuran minuman, dan bahan campuran pada bahan bakar minyak alternatif.

Pembuatan etanol dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain :

### 1. Metode Sintesis

Metode sintesis dilakukan dengan menggunakan reaksi kimia yang mengubah bahan baku menjadi alkohol, contohnya reaksi hidrasi etilen. bahan dasar yang dipakai adalah gas etilen yang diperoleh dari gas cracking minyak bumi. Reaksi:



### 2. Metode Fermentasi

Produksi etanol melalui fermentasi tergolong memiliki selektivitas tinggi kecilnya akumulasi produk samping, tingginya yield etanol), laju fermentasi yang tinggi, toleransi yang tinggi terhadap penambahan konsentrasi substrat dan konsentrasi etanol serta stabilitas konversi pada suhu tinggi juga diinginkan. Walaupun demikian, Yeast yang mempunyai semua karakter seperti ini masih dalam pengembangan.

Tabel 1.9 Parameter – parameter pada pembuatan bioetanol

<b>Parameter</b>	<b>Metode Fermentasi</b>	<b>Metode Sintesis</b>
Suhu	25 °C - 37°C	300°C
Tekanan	1 atm	60 – 70 atm
Konversi	90%	

Tabel 1.10 Kelebihan dan kekurangan metode fermentasi dan metode sintesis

Metode	Kelebihan	Kekurangan
<b>Fermentasi</b>	Etanol dari metode fermentasi dibuat dari bahan yang dapat diperbarui.	Menghasilkan karbon dioksida.
	Bahan baku murah dan mudah didapatkan.	Menggunakan proses batch.
	Tidak membutuhkan energi yang besar karena fermentasi dilakukan pada temperatur 40 C. Temperatur yang rendah menyebabkan biaya produksi rendah.	
<b>Sintesis</b>	Menggunakan proses kontinyu.	Menggunakan bahan baku yang berasal dari turunan produk petroleum, yang ketersediaanya semakin terbatas seiring berjalannya waktu.
	Tidak menggunakan bahan baku dari tanaman pangan.	Membutuhkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan metode fermentasi

Metode yang dipilih pada perancangan pabrik bioetanol ini adalah metode fermentasi, karena fermentasi merupakan proses yang paling baik menurut segi kondisi operasi. Pertimbangan bahan baku juga mengarah pada proses fermentasi, yaitu gula. Proses produksi etanol dari gas sintetis ataupun etilen masih berasal dari turunan produk petroleum, yang ketersediaanya semakin terbatas seiring waktu.

Fermentasi merupakan proses mikrobiologi yang dikendalikan oleh manusia untuk memperoleh produk yang berguna, dimana terjadi

pemecahan sukrosa menjadi glukosa. Penguraian dari senyawa kompleks menjadi sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi. Salah satu mikroorganisme yang sering digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan organisme yang berasal dari kingdom fungi dengan genus *Saccharomyces* dan *S. cerevisiae* sebagai spesiesnya .

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Subfilum : Saccharomycotina

Kelas : Saccharomycetes

Ordo : Saccharomycetates

Famili : Saccharomycetaceae

Genus : *Saccharomyces*

Spesies : *S. Cerevisiae*

Fermentasi berdasarkan atas kebutuhan O<sub>2</sub> dibedakan menjadi dua yaitu:

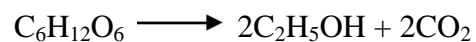
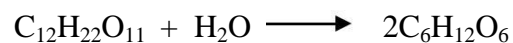
a. Fermentasi Aerob (Proses Respirasi)

Fermentasi aerob adalah disimilasi bahan-bahan yang disertai dengan pengambilan oksigen. Bahan energi yang paling banyak

digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa menghasilkan air, karbondioksida, dan sejumlah besar energi.

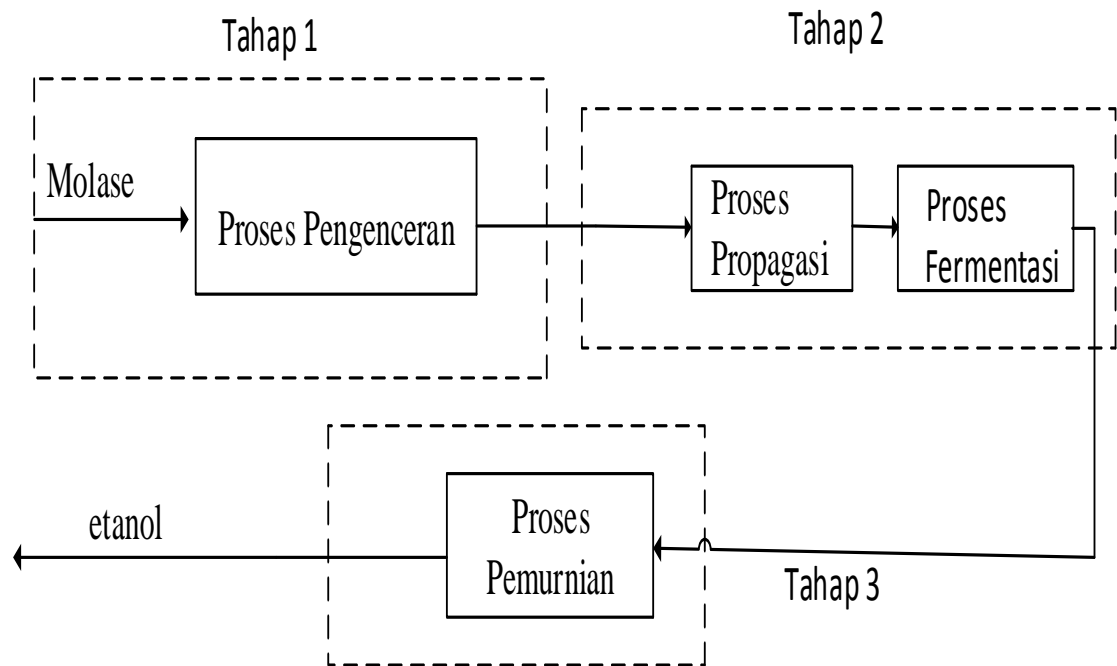
#### b. Fermentasi Anaerob

Fermentasi anaerob adalah fermentasi yang tidak membutuhkan adanya oksigen, beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen. Dari fermentasi tersebut hanya sebagian energi yang dipecah dan sebagian energi yang dihasilkan yaitu air, termasuk asam laktat, asetat, etanol, asam, volatil, alkohol dan ester. Proses yang paling berpengaruh pada terbentuknya bioetanol adalah proses fermentasi, karena proses fermentasi merupakan proses perubahan gula yang dilakukan ragi atau bakteri *Saccharomyces Cerevisiae* berupa proses pelepasan ikatan kimia rantai karbon dari glukosa, dan sukrosa.



(Litya, J., Iskandar, R., 2014)

Proses Pembuatan Bioethanol Secara Umum



Gambar 1.1 Proses pembuatan bioetanol secara umum

(Winardi, S 2017)