



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri di Indonesia terus mengalami peningkatan yang pesat, salah satunya adalah industri kimia. Industri kimia merupakan salah satu bagian industri yang mengolah dan memproduksi bahan baku menjadi bahan setengah jadi maupun bahan jadi yang memiliki nilai ekonomis lebih tinggi melalui serangkaian proses kimia yang siap untuk dipasarkan. Untuk memenuhi kebutuhan industri kimia sektor dalam negeri, saat ini Indonesia masih melakukan impor baik bahan baku maupun bahan penunjang dari luar negeri. Bahan baku yang dibutuhkan dalam industri kimia sebenarnya telah dimiliki oleh Indonesia yang saat ini memiliki banyak potensi sumber daya alam. Kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia dapat dikembangkan melalui pengolahan bahan alam tersebut menjadi bahan baku dan bahan penunjang dalam industri kimia.

Indonesia merupakan negara importir berbagai produk, diantaranya yaitu produk Asetaldehid. Untuk memenuhi kebutuhan industri kimia sektor dalam negeri, saat ini Indonesia masih melakukan impor baik bahan baku maupun bahan penunjang dari luar negeri. Bahan baku yang dibutuhkan dalam industri kimia sebenarnya telah dimiliki oleh Indonesia yang saat ini memiliki banyak potensi sumber daya alam. Kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia dapat dikembangkan melalui pengolahan bahan alam tersebut menjadi bahan baku dan bahan penunjang dalam industri kimia. Untuk menghilangkan ketergantungan terhadap impor dan menciptakan kemandirian industri kimia di Indonesia, maka diperlukan usaha untuk memproduksi asetaldehid dengan cara pendirian pabrik baru. Sehubungan dengan hal tersebut, pendirian pabrik asetaldehid di Indonesia akan membantu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Asetaldehid atau *ethanal* dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{CHO}$  merupakan senyawa organik aldehyd yang cukup penting yang diproduksi dan dikonsumsi secara global untuk aplikasi industri yang berbeda. Asetaldehid mempunyai kegunaan yang sangat luas dalam industri kimia. Produk ini digunakan dalam industri kimia sebagai bahan *intermediate* yaitu untuk menghasilkan bahan kimia yang lain, seperti



bahan baku pembuatan asam asetat, n- butanol, asetat anhidrid, asam laktat, *ethyl acetate*, *2-ethylhexanol*, *pentaerythrytol*, *trimethylolpropane*, *pyridine*, *paracetic acid*, *cratonaldehyde*, *chloral*, dan *1,3- butylene glycol* (McKetta, 1976).

Bahan baku yang digunakan untuk membuat asetaldehid adalah etanol dan oksigen dengan katalis perak (Ag) melalui reaksi oksidasi etanol. Bahan baku etanol yang digunakan diperoleh dari PT Indolampung Distillery dengan kapasitas 69.300 kL/tahun yang berkedudukan di Lampung Tengah, provinsi Lampung (PT Indolampung Distillery, 2017). Bahan baku oksigen diperoleh dari udara yang ada di sekitar pabrik. Katalis perak diperoleh dari Zibo Hanyu International Trade Co., Ltd.

## **1.2 Sejarah Perkembangan Pabrik**

Asetaldehid pertama kali dibuat oleh Scheele pada tahun 1774, dengan menambahkan mangan dioksida dan asam sulfat pada etanol. Struktur asetaldehid dibuat oleh Liebig pada tahun 1835 dari sampel murni yang dibuat dengan mengoksidasi etil alkohol dengan asam kromat. Liebig menamai senyawa "aldehida" yang berasal dari kata Latin. Pembentukan asetaldehida dengan penambahan air menjadi asetilena diamati oleh Kutscher pada tahun 1881 (Kirk-Orthmer, 1982).

## **1.3 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk**

### **1.3.1 Spesifikasi Bahan Baku**

#### **1. Etanol**

Etanol disebut juga etil alkohol adalah larutan yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tidak berwarna. Untuk lebih jelasnya berikut adalah uraian sifat fisik dan kimia etanol:

##### **a. Sifat Fisik**

Fase	: Cair
Rumus Molekul	: C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Berat Molekul	: 46,053 g/mol
Titik didih	: 78,32°C
Titik Beku	: -114,1°C
Titik Nyala	: 14°C



Temperature Kritis	: 243,1°C (469,4 F)
Specifik Graviti	: 0,789
Tekanan uap	: 5,7 kPa
Densitas gas	: 1,59 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas pada 20°C	: 1,17 cP
Densitas Cair	: 0,7893 g/cm <sup>3</sup>

(Kirk-Orthmer, 1982)

Spesifikasi bahan baku etanol yang didapatkan dari PT Indolampung Distillery yaitu etanol dengan kemurnian 96,3% dengan densitas 0,78 gr/cm<sup>3</sup>.

b. Sifat Kimia

Etanol merupakan alkohol alifatik yang reaktifitasnya ditentukan oleh gugus hidroksilnya. Reaksi terjadi melalui pecahnya ikatan C – O atau O – H dan bercirikan reaksi substitusi dari gugus –H atau –OH.

Reaksi-reaksi dengan etanol adalah:

- Reaksi esterifikasi

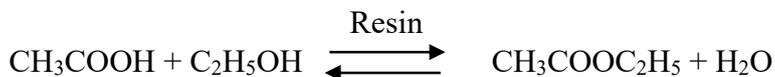
Reaksi antara alkohol dan asam asetat dengan katalis asam kuat.

Reaksi yang terjadi:



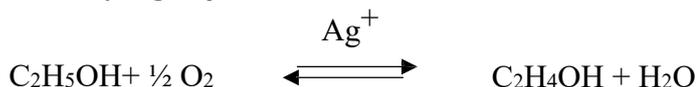
Reaksi antara alkohol dan asam asetat dengan katalis resin.

Reaksi yang terjadi:



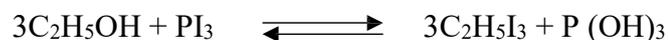
- Reaksi Oksidasi

Reaksi yang terjadi:



- Reaksi dengan fosfor iodide menghasilkan etil iodide.

Reaksi yang terjadi:





- Reaksi dehidrasi

Reaksi yang terjadi:



(Kirk-Orthmer, 1982)

## 2. Udara (Oksigen dan Nitrogen)

Udara merupakan campuran gas yang terdapat pada permukaan bumi. Udara tidak tampak mata, tidak berbau, dan tidak berasa. Kandungan gas penyusun udara yaitu berupa oksigen, nitrogen, dan gas lainnya.

- Oksigen

Oksigen pada suhu dan tekanan standar berupa gas tak berwarna dan tak berasa.

Berikut adalah sifat fisik dari oksigen:

### a. Sifat Fisik

Rumus Molekul	: O <sub>2</sub>
Berat Molekul	: 32
Berat jenis gas	: 1,35 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis relatif	: 1,105
Titik didih	: -183°C
Suhu Kritis	: -118,8°C

(Science Lab, 2017)

- Nitrogen

Nitrogen pada suhu dan tekanan standar berupa gas tak berwarna dan tak berasa. Berikut adalah sifat fisik dari nitrogen:

### a. Sifat Fisik

Fase	: Gas
Rumus Molekul	: N <sub>2</sub>
Berat Molekul	: 28,013
Berat jenis gas	: 1,170 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis relatif	: 0,967
Titik didih	: -195,8°C
Suhu Kritis	: -147,1°C

(Science Lab, 2017)



### 3. Katalis Silver

Katalis silver digunakan untuk mempercepat reaksi pembentukan asetaldehid. Berikut ini adalah karakteristik sifat fisik dari silver:

#### a. Sifat Fisik

Fase	: Padat
Rumus molekul	: Ag
Berat molekul	: 107,87g/mol
Titik didih	: 2212°C
Titik beku	: 961°C
Spesifik graviti	: 10,4

### 1.3.2 Spesifikasi Produk

Produk utama yang dihasilkan dari proses oksidasi etanol dengan udara yaitu berupa asetaldehid dan air.

#### 1. Asetaldehid

Asetaldehid atau menurut nama sistematisnya etanal, adalah sebuah senyawa organik dari kelompok aldehyd. Senyawa ini mudah terbakar dengan aroma buah-buahan. Sifat fisik dan sifat kimia dari asetaldehid yaitu sebagai berikut:

#### a. Sifat Fisik

Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> CHO
Berat molekul	: 44,053 g/mol
Densitas	: 0,8045 kg/L
Titik didih	: 21°C
Titik beku	: -123,5°C
Temperatur kritis	: 188°C
Tekanan uap	: 101,3 kPa (20°C)
Densitas gas	: 1,52 kg/m <sup>3</sup>

(Kirk-Orthmer, 1982)

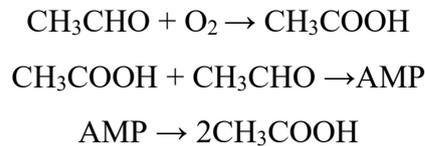


b. Sifat Kimia

Asetaldehid adalah senyawa yang sangat reaktif, yang secara umum dipakai pada bidang manufaktur. Reaksi oksidasi, reduksi, kondensasi, polimerisasi, dan adisi adalah contoh-contoh reaksi kimia dari asetaldehid.

- Reaksi Oksidasi

Oksidasi Asetaldehid fase cair dengan udara (oksigen) merupakan yang penting dalam industri. Kebanyakan asam asetat banyak diproduksi melalui cairan ini. Reaksi oksidasi adalah reaksi rantai dimana asam perasetat dihasilkan dan kemudian bereaksi dengan Asetaldehid untuk menghasilkan asam asetat melalui monoperasetat (AMP). Reaksi:



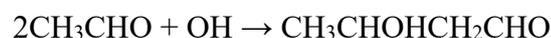
(Groggins, 1958).

- Reduksi

Reduksi terhadap gugus karbonil (C=O) menjadi alkohol mudah terjadi. Banyak jenis katalis yang mungkin digunakan, diantaranya platina dan asam kloroplatinat atau dari ammonium kloroplatinat, raney nikel, paladin (Groggins, 1958).

- Reaksi Kondensasi

Larutan basa encer menyebabkan asetaldehid mengalami kondensasi aldol menjadi asetadol. Kondensasi aldol adalah reaksi yang sangat umum dari asetaldehid. Berikut reaksi kondensasi:



Asetadol adalah intermediate penting dalam pembuatan 1-3 butanol dan *butyraldehyde* yang melalui asetaldehid dan juga dalam pembuatan 1,3-butana- di-ol. Reaksi penting yang lain adalah aldol asetaldehid dengan formaldehyde berlebih yang merupakan bagian dari pembuatan pentarythritol  $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$  secara komersial (Groggins, 1958).

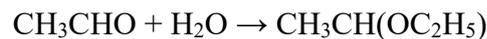


- Polimerisasi

Sedikit asam mineral akan mengkatalisasi rimetrisasi aldehida menjadi garaidehid pada suhu ruang. Jika asetaldehid dititrasi dengan HCl kering pada suhu rendah tetiamer, metasetaldehid atau metaldehid akan terbentuk. Kemudian akan berubah kembali menjadi Asetaldehid dan paraldehid dengan membiarkannya pada 60-65°C selama beberapa hari. Peristiwa ini dinamakan depolimerisasi. Depolimerisasi akan sempurna dengan pemanasan pada tabung seal (Groggins, 1958).

- Reaksi Adisi

Meskipun sedikit asetaldehid (kecuali cloral dan halogenased aldehid yang lain) yang membentuk idrat yang dapat diisolasikan, suatu larutan encer Asetaldehid mengandung hidrat asetaldehid (gem-diol) dalam keseimbangannya. Reaksi:



Dengan cara yang sama asetaldehid sedikit terbentuk dan bereaksi dengan glycol dan dengan senyawa polihidraksi yang lain. Reaksi adisi merkaptal terhadap asetaldehid akan membentuk merkaptal  $(\text{CH}_3\text{CHCSR})_2$  dimana suffat analog dengan asefial juga dibuat dengan mereaksikan asetaldehid, dengan alkohol pada fase uap tanpa katalis (Groggins, 1958).

## 2. Air

Air tersusun oleh dua atom hidrogen yang berikatan secara kovalen dengan satu atom oksigen. Pada tekanan dan suhu standard air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Sifat fisik dari air adalah sebagai berikut:

### a. Sifat Fisik

Fase	: Cair
pH	: 7 (Netral)
Rumus Molekul	: $\text{H}_2\text{O}$
Berat Molekul	: 18,02 g/mol
Titik didih	: 100°C
Spesifik Graviti	: 1
Tekanan Uap	: 2,3 kPa (20°C)



Densitas Gas : 0,62 kg/m<sup>3</sup>

(Science Lab, 2017)

#### **I.4 Kapasitas Produk**

Dalam perancangan suatu pabrik, kapasitas produksi harus ditentukan dengan cara memperhatikan segi pemasaran, konsumsi dalam negeri, ketersediaan bahan baku dalam negeri serta kapasitas minimal dan kapasitas maksimal pabrik asetaldehid yang sudah ada. Dari segi pemasaran, asetaldehid mempunyai peluang besar, hal ini dapat diketahui dari jumlah impor asetaldehid di Indonesia yang selalu meningkat.

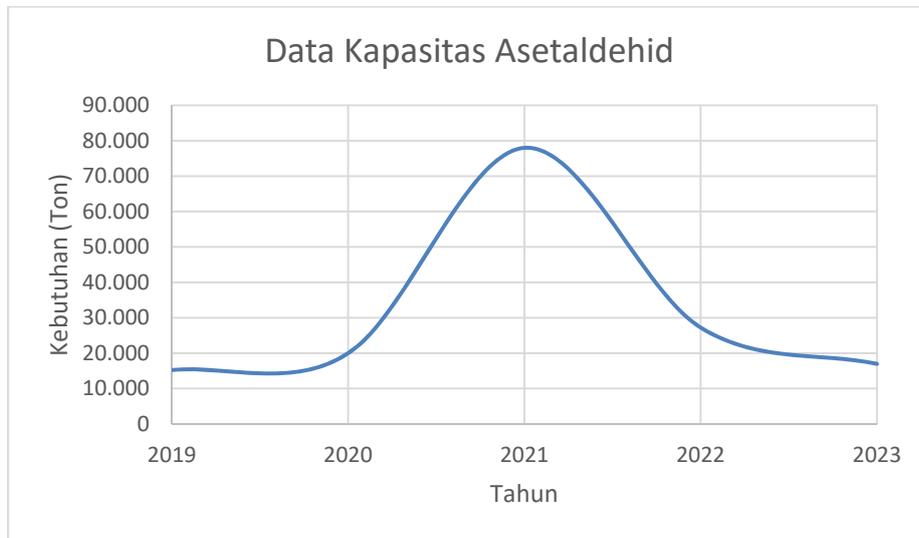
Asetaldehid merupakan bahan baku utama untuk pembuatan asam asetat, n-butanol, asam anhidridat dan piridin. Kebutuhan asetaldehid di Indonesia selama ini cukup banyak. Pemenuhan kebutuhan asetaldehid dalam negeri sampai saat ini dengan melakukan impor dari beberapa negara di belahan dunia. Hal ini dikarenakan di Indonesia tidak memproduksi asetaldehid sendiri sehingga belum bisa memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan asetaldehid di Indonesia dapat dilihat dari jumlah impor yang cenderung naik. Data jumlah impor asetaldehid di Indonesia ditinjau dari 5 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor Asetaldehid di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Kapasitas (ton/th)</b>
2019	15.214
2020	19.973
2021	78.002
2022	27.235
2023	16.981

*Sumber : Badan Pusat Statistika*

Berdasarkan data impor pada Tabel di atas, diketahui bahwa impor asetaldehid di Indonesia dalam 5 tahun terakhir relatif cukup banyak. Hal ini menunjukkan kebutuhan asetaldehid di Indonesia relatif meningkat tiap tahunnya. Untuk memperoleh perkiraan kebutuhan asetaldehid selama 5 tahun berikutnya, maka data impor pada tabel diintegrasikan dalam bentuk kurva linear seperti pada Gambar 1.1.



Dari grafik di atas diperkirakan kebutuhan asetaldehid pada tahun 2027 mencapai 36879 ton/tahun. Dapat juga digunakan metoda *Least Square* untuk mencari kebutuhan asetaldehid pada tahun 2027 :

$$y = a + b(x)$$

Dimana :

$$a = \frac{\sum y}{n}$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

**Tabel. 1.2 Perhitungan persamaan kebutuhan Asetaldehid di Indonesia**

Tahun	Jumlah Import (Ton)	x	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
2019	15.214	-2	4	231.465.796	-30428
2020	19.973	-1	1	398.920.729	-19973
2021	78.002	0	0	6.084.312.004	0
2022	27.235	1	1	741.745.225	27235
2023	16.981	2	4	288.354.361	33962
Jumlah	157.405	0	10	7.744.798.115	10796



$$\begin{aligned} a &= \frac{\sum y}{n} \\ &= \frac{157405}{5} \\ &= 31481 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{\sum xy}{\sum x^2} \\ &= \frac{10796}{10} \\ b &= 1079,6 \end{aligned}$$

Dari perhitungan, maka diperoleh persamaan sebagai berikut:  $y = a + b(x)$

$$y = 31481 + 1079,6(x)$$

Contoh Perhitungan untuk tahun 2027 :

$$y = 31481 + 1079,6 x$$

$y$  = kebutuhan asetaldehid (ton/tahun)

$x$  = tahun ke- 5

$$y = 31481 + 1079,6(5)$$

$$y = 36879 \text{ ton/tahun}$$