



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Etil Asetat merupakan senyawa organik berumus molekul $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ adalah zat sintesis dari ethanol dan asam asetat dengan katalis asam sulfat melalui proses esterifikasi. Etil asetat atau juga sering disebut sebagai EtOAc mempunyai massa molar 88,12g/mol. Senyawa ini berwujud cairan tidak berwarna dan memiliki aroma yang khas (Dutia, 2004).

Sifat etil asetat adalah pelarut volatil, biasanya sebagai pelarut organik, pelarut dalam makanan dan ekstraksi produk farmasi. Dalam industri, etil asetat digunakan sebagai pelarut untuk memproduksi resin, tinta dll (Chien *et al.*, 2005).

Kebutuhan etil asetat di Indonesia akhir-akhir ini mengalami peningkatan yang cukup signifikan di iringi dengan perkembangan pasarnya. Maka berencana akan mendirikan pabrik etil asetat dengan kapasitas 50.000 ton per tahun. Kapasitas tersebut diperoleh dari referensi kapasitas minimum pabrik yang sudah ada, dan kebutuhan etil asetat di Indonesia dari data Badan Pusat Statistik. Pendirian pabrik etil asetat ini merupakan peluang untuk mengembangkan industri di Indonesia guna memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kebutuhan ekspor.

Ada beberapa faktor yang mendorong pendirian pabrik etil asetat di Indonesia diantara lain :

- Memenuhi kebutuhan etil asetat dalam negeri
- Menurunkan tingkat pengangguran dengan membuka lapangan pekerjaan baru
- Mengurangi beban impor.
- Adanya kemungkinan ekspor ke negara lain
- Mendukung usaha pemerintah dalam pengembangan industri kimia yang menggunakan etil asetat sebagai bahan baku.



1.2 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas prarancangan didasarkan atas beberapa aspek, yaitu kebutuhan etil asetat dalam negeri, ketersediaan bahan baku serta kapasitas minimum yang sudah ada.

1.2.1 Kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan Badan Pusat dan Statistik(BPS), akhir-akhir ini Indonesia mengalami peningkatan kebutuhan Etil asetat. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan kebutuhan etil asetat.

Tabel 1.1. Data impor etil asetat

Tahun	Kebutuhan(ton)
2004	11.862,336
2005	9.677,926
2006	12.402,308
2007	11.988,311
2008	14.278,380
2009	7.936,195
2010	10.054,766
2011	17.171,801
2012	34.079,649

1.2.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku diharapkan berjarak dekat dari pabrik, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis. Bahan yang dibutuhkan yaitu etanol yang diperoleh dari PT Molindo Raya Industrial di Malang, asam asetat dari PT Indo Acidatama Solo, dan asam sulfat dari PT Petrokimia Gresik.

1.2.3 Kapasitas Minimum

Di Indonesia, kapasitas minimum etil asetat yang sudah berdiri adalah di PT Indo Acidatama berkapasitas 7.500 ton per tahun dan PT Showa Esterindo kapasitas 60.000 ton per tahun (Dwi, 2009). Kapasitas pabrik yang didirikan harus



berada diatas kapasitas komersial atau sama dengan kapasitas yang sudah berjalan.

Berikut ini beberapa pabrik etil asetat yang sudah berdiri secara global.

Tabel 1.2. Daftar Perusahaan Etil Asetat Di Dunia

Perusahaan	Kapasitas (ton)	Negara
Aliachem	12.000	Pardubice, Czech Republic
Chiba Ethyl Acetate	50.000	Ichihara, Jepang
Eastman	27.000	Kingsport, Tennessee, US
Ercros	60.000	Tarragona, Spain
International Ester	75.000	Ulsan, Korea Selatan
Jubilant Organosys	32.000	Gajraula and Nira, India
Korea Alcohol Industrial	25.000	Ulsan, Korea Selatan
Shanghai Jinyimeng Chemical	30.000	Wujing, Cina
Showa Esterindo Indonesia	60.000	Merak, Indonesia

Berdasarkan pertimbangan dari kapasitas pabrik yang sudah berdiri dan kebutuhan impor etil asetat yang semakin naik, maka untuk perancangan pabrik etil asetat yang akan didirikan berkapasitas 50.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi suatu pabrik sangat mempengaruhi biaya produksi dan keuntungan jangka panjang. Sehingga diharapkan memilih lahan yang cocok dan strategis. Dari hal-hal diatas direncanakan pabrik etil asetat akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur, dengan pertimbangan :

a. Ketresediaan lahan yang memadai

Kondisi lahan yang relatif luas dan jauh dari pemukiman penduduk ramai, sangat menguntungkan, karena untuk menghindari keresahan dengan masyarakat dan menimbulkan dampak yang akan ditanggung masyarakat. Disisi lain juga mempertimbangkan perluasan wilayah jika terjadi perkembangan pabrik dimasa yang akan datang.



b. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah, Gresik merupakan kawasan industri berkembang, sehingga pemerintah memberi kemudahan untuk perizinan dan hal-hal yang berhubungan dengan pendirian suatu pabrik.

c. Penyediaan bahan baku

Pemilihan pembelian bahan baku di antaranya dari PT Indo Acidatama Tbk (Solo), PT Molindo Raya (Malang), dan PT Petrokimia (Gresik). Sumber bahan baku merupakan hal paling pokok dalam memilih lokasi pabrik. Hal ini dapat mempengaruhi ke efektifan pabrik dalam memproduksi dan pembiayaan yang ekonomis.

d. Tenaga Kerja

Daerah Jawa Timur merupakan daerah yang padat penduduk, Sehingga akan mempermudah untuk memperoleh tenaga kerja, baik tenaga ahli maupun tenaga buruh.

e. Transportasi

Sarana transportasi merupakan salah satu penunjang berkembangnya suatu pabrik. Daerah Gresik sendiri memiliki akses jalur transportasi yang lengkap seperti pelabuhan, bandara dan stasiun. Sehingga dapat dengan mudah mengirim ataupun menerima barang dari dan ke luar.

f. Komunikasi

Sekarang ini sudah banyak kemudahan dalam mengakses informasi dikota-kota besar, salah satunya di Gresik. Karena setiap kota yang berpenduduk padat membutuhkan jalur komunikasi besar, sehingga perusahaan komunikasi akan memberikan kemudahan bagi konsumen.

g. Utilitas

Lokasi pabrik yang dekat dengan sumber air akan mempermudah proses, sehingga pabrik yang akan didirikan dekat dengan sungai bengawan solo. Dan untuk listrik diambil dari Perusahaan Listrik Negara(PLN).



h. Pemasaran Produk

Pertimbangan tata letak pabrik dengan pemasaran sangat strategis, karena di daerah Jawa Timur sendiri banyak perusahaan yang membutuhkan etil asetat. Selain itu dekat dengan pelabuhan dan bandara akan mempermudah untuk mengeksport produk.

i. Iklim

Indonesia merupakan Negara yang dilalui garis khatulistiwa yang beriklim tropis dan memiliki 2 musim, yaitu musim hujan dan kemarau. Dengan adanya dua musim, merupakan keuntungan tersendiri, karena jika musim panas hanya perlu menambahkan pendingin.

j. Kondisi Tanah dan Daerah

Tanah yang luas dan rata merupakan kemudahan untuk mendirikan suatu pabrik. Dengan demikian akses jalur keluar masuk pabrik pun akan lancar.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Proses Pembuatan Etyl asetat

a. Proses Esterifikasi

Pemnbuatan ethyl asetat dengan proses esterifikasi terbagi menjadi dua, yaitu proses esterifikasi batch dan proses esterifikasi kontinyu.

1. Proses Esterifikasi Kontinyu

Proses esterifikasi kontinyu biasanya digunakan pada kapasitas yang relatif besar. Karena produk yang diperoleh harus maksimal, sehingga menggunakan prinsip *azeotrop* yang direaksikan pada reaktor berpengaduk.

Ketika komponen sudah mengalami kesetimbangan, maka dialirkan ke plate coloumn pada menara destilasi dengan preheater yang diatur dengan temperatur 80°C dan menghasilkan uap yang akan dikondensasikan.

Setelah kesetimbangan reaksi tercapai, campuran dipompa menuju tangki penampungan sementara dan campuran dialirkan menuju *bubblecap plate column* melewati *preheater*. Temperatur atas kolom diatur 80°C dan uap yang terbentuk



dikondensasikan. *Recovery column* yang pertama dioperasikan dengan temperatur *top* 70°C untuk menghasilkan 83% ester, 9% alkohol, dan 8% air. Campuran tersebut dimasukkan ke *static mixer* dilanjutkan pemisahan di dekanter. Setelah itu dimasukkan ke *distillation column*. Hasil atas dari kolom tersebut berupa 95-100% etil asetat yang nantinya dialirkan ke *cooler* kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan (Kirk and Othmer, 1982).

2. Proses *batch* produksi etil asetat

Proses produksi etil asetat secara *batch* terjadi di dalam reaktor berbentuk silinder dan dipanaskan menggunakan *closed coil steam pipe*. Umpan terdiri dari asam asetat, etanol 95%, dan asam sulfat dengan konsentrasi tertentu. Temperatur atas kolom fraksinasi diatur 70°C agar diperoleh komposisi 83% etil asetat, 9% etanol dan 8% air. Uap yang terbentuk dikondensasikan, sebagian dikembalikan ke atas *plate column* sebagai refluks dan sisanya ditampung di tangki penyimpanan. Untuk membebaskan etil asetat dari air dan alkohol perlu dilakukan purifikasi (Kirk and Ortmer, 1982).

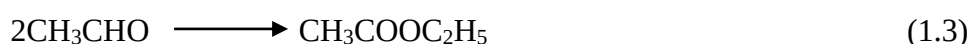
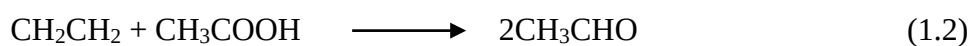
b. Reaksi Tischenko

Proses produksi etil asetat dengan cara mengubah etanol menjadi aetaldehid menggunakan katalis *aluminum alkoxide* (Rahman *et al.*, 2003). *Yield* pada reaksi ini berkisar 61%. Reaksi yang terjadi (McKetta and Chunningham, 1994):



c. Sintesis etil asetat dari asam asetat dan etilena

Etil asetat disintesis dari asam asetat dan menggunakan katalis asam padat, etilen misalnya zeolit. Reaksinya dituliskan:



Reaksi di atas, tidak menghasilkan produk samping, sehingga dapat meminimalkan energi dalam pemurnian produk (Crane *et al.*, 2011).



Berdasarkan pertimbangan ketiga macam reaksi tersebut pada perancangan pabrik ini digunakan proses esterifikasi kontinyu karena memiliki kelebihan sebagai berikut :

- a. Dapat dilakukan proses dengan skala besar
- b. Proses lebih sederhana dan mudah dibanding proses lainnya
- c. Mengha lebih cepat.

Adapun kekurangan proses kontinyu sebagai berikut:

- a. Sulit mencapai konversi maksimum
- b. Waktu tinggalnya tidak lama
- c. Tidak dapat digunakan untuk waktu proses yang lama.

1.4.2 Kegunaan produk

Kegunaan etil asetat dalam industri antara lain (Dutia, 2004):

- a. Kebutuhan industri tinta cetak dan cat
- b. Untuk zat aditif
- c. Industri pengepakan dan *laminating*
- d. Digunakan pada industri farmasi
- e. *Treatment* pada pembuatan *alumunium foil*
- f. Produksi bahan-bahan elektronik
- i. Berbagai macam kegunaan seperti industri tekstil, dan bahan peledak.



1.4.3 Sifat Bahan Baku dan Produk

a. Bahan baku

1. Etanol

Rumus molekul	C ₂ H ₅ OH
Berat molekul	46,069 kg/kmol
Titik didih	78,29°C (1 atm)
Titik beku	-114,1°C
Flash point	14°C (bubble cup)
Suhu kritis	243,1°C
Tekanan kritis	6383,48 kPa
Viskositas pada 20°C	1,17 cP
Densitas cair	789,3 kg/m ³
Kelarutan dalam air	Mempunyai kelarutan tinggi
$\Delta G^{\circ}f$ pada 25°C fase cair	-174,78. 10 ³ kJ/kmol
$\Delta H^{\circ}f$ pada 25°C fase gas	234,81.10 ³ kJ/kmol

(Kirk and Othmer, 1982)

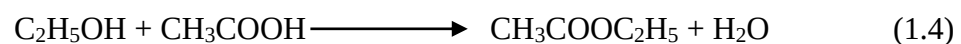
- Sifat kimia

Beberapa reaksi yang terjadi dengan etanol :

a. Reaksi esterifikasi

Pembentukan ester terdiri dari reaksi antara etanol dengan asam organik.

Reaksi yang terjadi antara etanol dengan asam asetat :

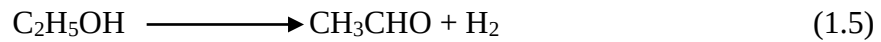




etanol asam asetat etil asetat air

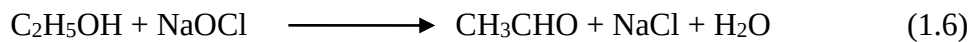
b. Reaksi dehidrogenasi

Dehidrogenasi etanol menjadi asetaldehid :



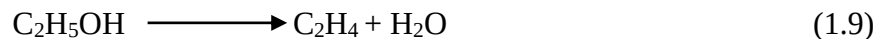
c. Reaksi *haloform*

Etanol direaksikan dengan sodium hipoklorit menghasilkan kloroform, seperti reaksi dibawah ini :



d. Reaksi dehidrasi

Etanol mengalami dehidrasi menjadi etilen atau etil eter, dimana reaksinya :



(Kirk and Othmer, 1982)

2. Asam asetat

Rumus Molekul	CH_3COOH
Berat molekul(BM)	60,053 kg/kmol
<i>Melting point</i>	16,6°C
Suhu kritis	321,3°C
Viskositas pada 110°C	0,42 cP
Fase	Cair



Titik didih	117,9°C
Tekanan kritis	5785,7 Pa
Volume kritis	$2,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kgmol}$
Densitas (cair)	$1043,92 \text{ kg/m}^3$
ΔG°_f pada 25°C	-6484,782 kJ/kg
ΔH°_f pada 25°C	-8062,99 kJ/kg
s.g pada 20°C	1,051
Panas spesifik pada 5°C	2,03761 kJ/kg.K

(McKetta and Chunningham, 1994)

- Sifat kimia

Sifat kimia asam asetat antara lain :

- a. Reaksi dekomposisi

Acetic anhydride terbentuk ketika asam asetat kering didistilasi. Tanpa katalis, kesetimbangan naik setelah 7 jam penguapan, tetapi dengan katalis asam kesetimbangan terjadi selama 20 menit. Pada saat kesetimbangan, 4,2 mmol anhidrid terbentuk dalam 1 L asam asetat meskipun temperaturnya 80°C.

- b. Reaksi asam basa

Asam asetat terdisosiasi dalam air dengan nilai $pK_a = 4,76$ (25°C). Asam ini merupakan asam lemah yang dapat digunakan untuk analisis basa sangat lemah di dalam air.

- c. Reaksi asetilasi

Alkohol mengalami reaksi asetilasi tanpa bantuan katalis, tetapi menggunakan kelebihan dari asam asetat. Reaksinya dinyatakan sebagai berikut:



Kecepatan reaksi ditingkatkan menggunakan agen-agen seperti heksana, benzena, toluen/ sikloheksana, tergantung dari alkoholnya untuk menghilangkan pembentukan air. (McKetta and Chunningham, 1994)

3. Katalis asam sulfat

- Sifat fisis

Rumus Molekul	: H_2SO_4
Berat Molekul	98,08 kg/kmol
Fase	cair
Densitas pada 25°C	1835,7 kg/m ³
Titik didih, 1atm	274°C
Titik leleh, 1atm	10,31°C
Suhu kritis	651,85°C
Tekanan kritis	63,1631 atm
Viskositas pada 25°C	23,5509 cP

(Kirk and Othmer, 1982)

- Sifat kimia

Beberapa sifat kimia asam sulfat :

- a. H_2SO_4 pekat digunakan sebagai *sulfoning agent* pada reaksi organik, untuk menggantikan hidrogen.

Reaksi :



- b. Sulfatasi, reaksi pembentukan gugus $-\text{OSO}_2\text{OH}$ pada karbon.

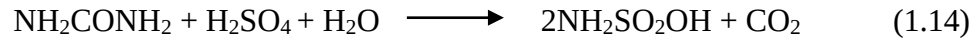
Reaksi :





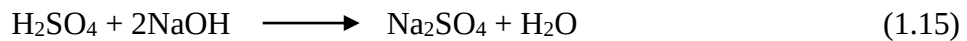
c. Sulfamatisasi, reaksi penggabungan -SOOH dengan nitrogen.

Reaksi :



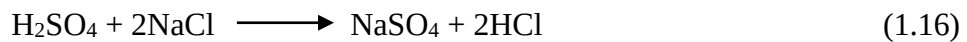
d. Reaksi asam sulfat + basa membentuk garam dan air.

Reaksi :



e. Reaksi asam sulfat + garam membentuk garam dan asam lainnya.

Reaksi :



f. Reaksi asam sulfat + alkohol membentuk eter, air dan sulfit.

Reaksi :



(Kirk and Othmer, 1982)

4. Etil asetat

- Sifat fisis

Rumus molekul	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
Berat molekul	88,1 kg/kmol
Titik didih pada 760 mmHg	77,15°C
Flash point	-4°C
Melting point	- 83,6°C
Suhu kritis	250,1°C
Tekanan kritis	37,8 atm



Viskositas pada 20°C	0,455 cP
<i>Specific gravity</i> pada 20°C	0,883
Kelarutan dalam air	1,6% berat pada 25°C
<i>Entalphy</i> pada 25°C fase gas	-442.920 kJ/kmol
Energi <i>Gibbs</i> pada 25°C fase cair	-327.400 kJ/kmol
Refraktif indek	1,372 n_d^{20}
Densitas	902 kg/m ³
Panas spesifik (20°C)	1,92046 kJ/kgK
Panas laten	368,192 kJ/kg

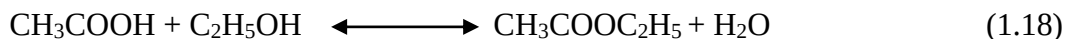
(McKetta and Chunningham, 1994)

- Sifat Kimia

Reaksi yang terjadi pada etil asetat yaitu reaksi transesterifikasi membentuk etanol dan asam asetat.

1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Produksi etil asetat menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan katalis asam sulfat. Reaksi berlangsung pada suhu 70°C dan tekanan atmosferis. Reaksinya yaitu (Faith *et al.*, 1957):



Tahapan untuk memperoleh etil asetat murni setelah keluar dari reaktor :

- Pemisahan asam asetat dan asam sulfat di menara distilasi 01, kemudian di-*recycle* ke reaktor
- Me-recycle sisa asam asetat dan sisa asam sulfat di hasil bawah menara distilasi 02 yang tidak ikut terpisahkan pada menara distilasi 01



- *Mixer*, untuk mengambil etanol dengan cara melarutkannya dengan air yang kemudian didiamkan dalam dekanter
- Untuk mengambil etanol dari decanter diproses melalui menara distilasi 04, hasil atasnya kemudian di-*recycle* ke reaktor dan untuk hasil bawahnya untuk hasil samping.
- Dari hasil atas dekanter diproses pada menara distilasi 03, dimurnikan hingga diperoleh etil asetat dengan kemurnian 99%.