BAB I

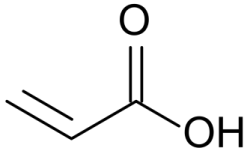
PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Asam vinil formiat (2-propenoic acid/acrylic acid) adalah senyawa yang tidak berwarna dengan fasa cairan (Perry, 2008). Senyawa ini memiliki bau asam yang kuat, bersifat *flammable* dengan *flash point* 50^{o}C dan titik didih 141^{o}C. Aplikasi dari asam vinil formiat ini dapat digunakan sebagai lapisan pelindung, pelapis kertas, pemoles lantai, lapisan penutup tekstil, juga sebagai komponen plastik, perekat, minor dari polimer fiber, bahan tambahan minyak, pengental untuk emulsi encer, dan *superabsorbent polymer*/SAP (McKetta, 1976).

Asam vinil formiat dapat digunakan sebagai bahan baku maupun bahan pendukung seperti ester akrilat, pabrik plastik, pabrik cat, lapisan pelindung dan pelapis kertas, pemoles lantai, perekat, minor dari polimer fiber, dan *Superabsorbent* /SAP (yang terbaru). Wilayah yang bisa dijadikan sasaran pasar yaitu terdapat di daerah sekitaran Balongan, Indramayu, mengingat Indramayu adalah kawasan pabrik yang banyak membutuhkan asam vinil formiat.

Berikut merupakan rumus senyawa asam vinil formiat *(2-prepenoic acid/acrylic acid)* :

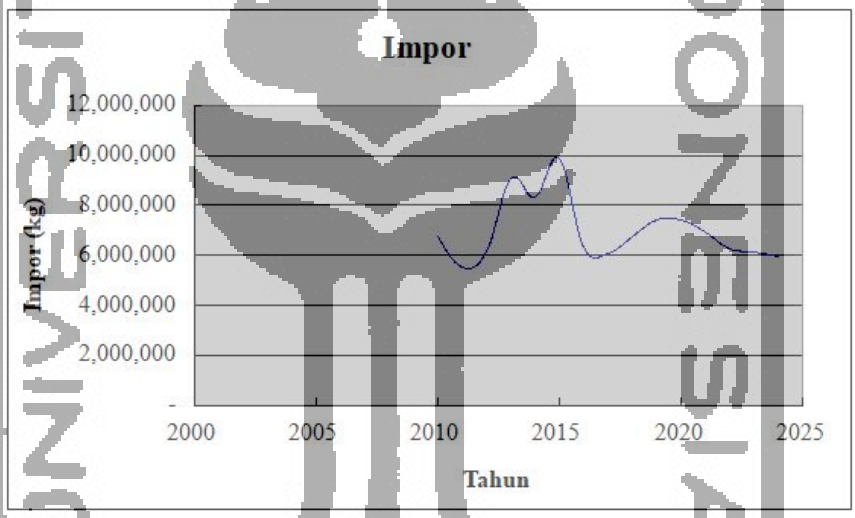


Gambar 1.1 Rumus Struktur Asam Vinil Fromiat

1.2. Kapasitas Perancangan

1.2.1 Data Impor Asam vinil formiat

Berdasarkan data BPS pada tahun 2010 - 2024, import asam vinil formiat mengalami kenaikan dan penurunan yang cukup signifikan, dikarenakan pada kondisi tersebut ada beberapa faktor yang mempengaruhinya seperti turunnya nilai rupiah terhadap dollar US, produk pesaing, harga di pasar domestik dan berbagai kebijakan domestik. Berikut ini adalah data impor asam vinil formiat di Indonesia pada tahun 2010-2018 :



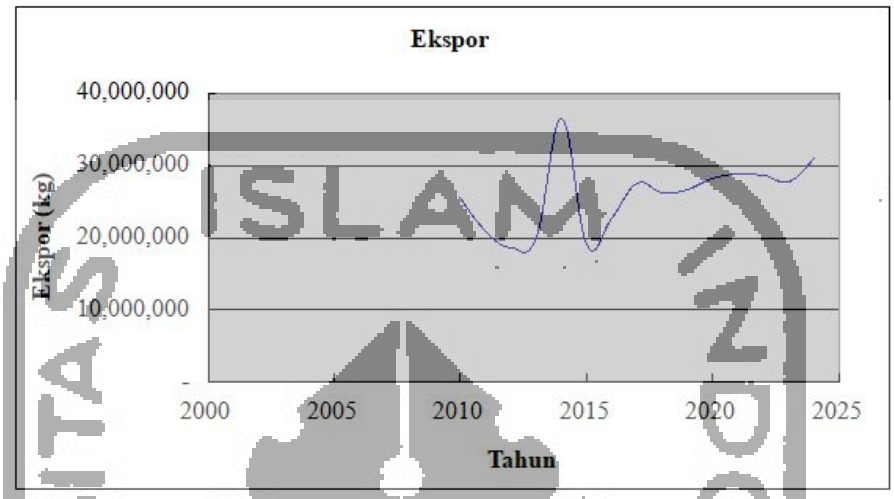
Gambar 1.2. Grafik import asam vinil formiat di Indonesia

(Badan Pusat Statistik, 2017)

1.2.2. Data Eksport Asam vinil formiat

Berdasarkan data BPS pada tahun 2010 - 2024, eksport asam vinil formiat juga mengalami kenaikan dan penurunan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti penurunan nilai rupiah terhadap dollar US, pertumbuhan ekonomi, produk pesaing, selain itu juga pengaruh dari pasar internasional antara lain mencakup

harga di pasar internasional, nilai tukar dan sisi permintaan dari negara importir. Data eksport dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :

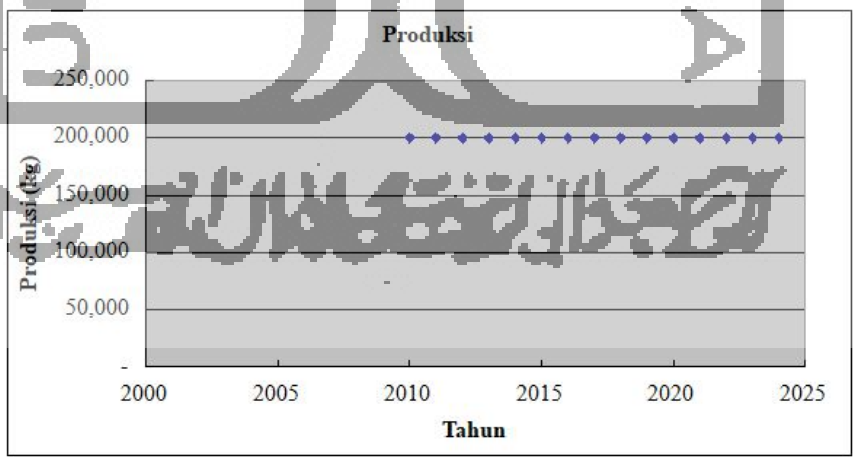


Gambar 1.3. Grafik ekspor asam vinil formiat di Indonesia

(Badan Pusat Statistik, 2017)

1.2.3. Data Produksi Asam vinil formiat

Produksi asam vinil formiat di Indonesia selalu konstan sejak 2010 - 2024, tidak mengalami kenaikan atau penurunan produksi seperti pada grafik :

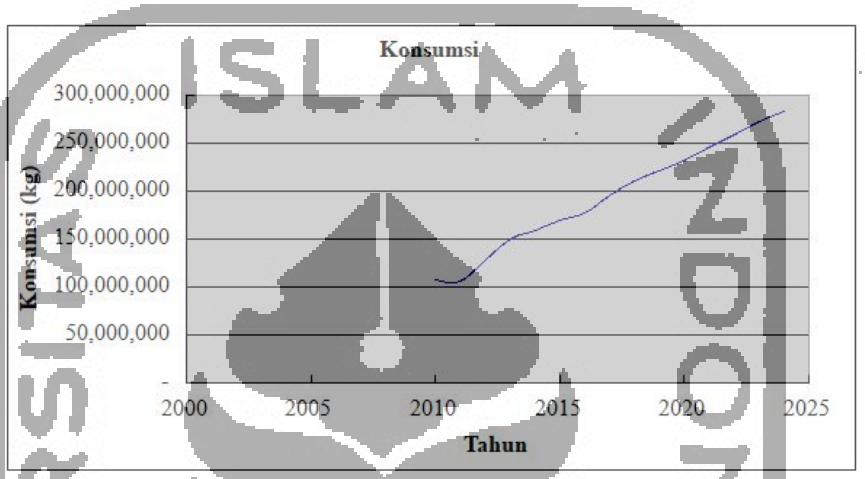


Gambar 1.4. Grafik produksi asam vinil formiat

(Badan Pusat Statistik, 2017)

1.2.4. Konsumsi

Karena konsumsi asam vinil formiat yang terus meningkat maka ini menjadi salah satu alasan didirikannya pabrik asam vinil formiat di Indonesia. Konsumsi asam vinil formiat di Indonesia dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 1.5. Grafik konsumsi asam vinil formiat

(Badan Pusat Statistik, 2017)

1.2.5. Prediksi Kapasitas Minimal

Dari data diatas didapatkan hasil :

Impor = 5.952 ton/tahun

Ekspor = 30.994 ton/tahun

Konsumsi = 283.631 ton/tahun

Produksi = 190.000 ton/tahun

Kapasitas asam vinil formiat = 60% peluang

Supply = produksi + import

= (190.000 + 5.952) ton/tahun

= 195.952 ton/tahun

Demand = konsumsi + eksport

= (283.631 + 30.994) ton/tahun

= 314.625 ton/tahun

Peluang = demand - supply

= (314.625 - 195.952) ton/tahun

= 118.673 ton/tahun

Kapasitas = 60% peluang

= 71.204 ton/tahun

Dari grafik dan perhitungan diatas didapatkan hasil kapasitas hitung yaitu 71.204 ton/tahun.

1.2.6. Produksi asam vinil formiat di dunia

Berdasarkan tabel dibawah ini, di Indonesia khususnya terdapat satu produsen asam vinil formiat, yaitu PT. Nippon shokubai yang berkapasitas 140.000 ton/tahun.

Tabel 1.1. Produksi asam vinil formiat di dunia beserta kapasitasnya

Nama Perusahaan	**Lokasi**	**Kapasitas**
Akrilat	dzerzhinsk russia	25
American Acryl*	Bayport, Texas, US	120
Arkema	Carling, France	275
	Clear Lake, Texas, US	320
BASF	Antwerp, Berlgium	320
	Freeport, Texas, US	230
	Ludwigshafen, Germany	270
BASF Petronas	Kuantan, Malaysia	160
BASF-YPC	Nanjing, China	160

Beijing Estern – Petrochemical	Beijin, China	80
Celanese	Cangrejera, Mexico	40
Dow Chemical	Bohlen, Germany	80
	Deer Park, Texas, US	410
	Taft, Lousiana, US	110
Formosa Plastic	Kaogsiung, Taiway	60
	Mailino, Taiwan	100
	Ningho, China	160
Hexion	Sokolov, Czech Republic	55
Idemitsu – Petrochemical	Aichi, Japan	50
Jiangsu Jurong Chemical	Yancheng, China	205
Jilin Petrochemical	Jilin, China	35
LG Chem	Naju, South Korea	65
	Yeochun, South Korea	128
Mitsubishi Chemical	Yokkaichi Japan	110
Nippon Shokubai	Himeji, Japan	360
Oita Chemical	Oita, Japan	60
Sansel Acrylates	Sasolburg, South Africa	80
Shanghai Huayi	Shanghai, China	200
Singapore Acrylics	Pulau Sakra, Singapore	75
stoHaas Monomer	Deer Park, Texas, US	165
	Marl, Germany	265
TriPolyta Acrylindo	Cilegon, Indonesia	60
Others China	Various, China	280
*Arkema/NA Industries 50:50 JV, Capacity in thousand tones/year		
**60,000 tonnes/year onstream July 2010		
Source: Tecnon OrbiChem		

(etd.repository.ugm.ac.id)

1.3. Tinjauan Proses

1.3.1. Proses Produksi

Pemilihan proses pembuatan Asam Vinil Formiat (kirk-Othmer, 1987) :

1. Asam vinil formiat dari asetilena

$$C_2H_2 + CO + H_2O \rightarrow CH_2 = CH - COOH$$

Asetilena Karbon monoksida Air Asam vinil formiat

Pada proses ini melibatkan senyawa carbon monoksida saat reaksi pembentukan dengan suhu 200^{O}C dan tekanan 2016 psi sehingga berbahaya.

2. Asam vinil formiat dari etilen

$$CH_2 = CH_2 + CO + \tfrac{1}{2} O_2 \rightarrow CH_2 = CH - COOH$$

Etilen Karbon monoksida Udara Asam vinil formiat

Pada proses ini hanya bereaksi dengan konversi 30-70^{o}C dan pada yiled 60-70%.

3. Asam vinil formiat dari oksidasi vinil aldehid

$$CH_2 = CHCHO + \tfrac{1}{2} O_2 \rightarrow CH_2 = CH - COOH$$

Vinil aldehid Udara Asam vinil formiat

$$C_3H_4O + \tfrac{3}{2} O_2 \rightarrow C_3H_4O_2 + CO_2$$

Vinil aldehid Udara Asam asetat Karbondioksida

Pada proses ini membutuhkan penangan keamanan khusus dikarenakan bereaksi pada suhu 280 ^{O}C dan tekanan 6 atm.

Tabel 1.2. Pemilihan Proses

Parameter	Proses 1	Proses 2	Proses 3
Bahan baku	Asetilena Karbonmonoksida	Etilen Karbonmonoksida	Vinil aldehid Udara
Kondisi Operasi: P = T =	 200^{o}C 138 atm	 50-200^{o}C 1 atm	 280-360^{o}C 1 atm
Konversi	85%	30-70%	98,5%
Yield	95-98%	60-70%	90-98%
Katalis	Nikel Bromida dan Copper (II) Bromida	Palladium/Rhenium Chloride	Molibdenum Oxide

Reaksi pembentukan asam vinil formiat berlangsung pada tekanan atmosfer dan suhu antara 280-300^{o}C, tergantung pada rasio pada katalis Molibdenum Oxide (MoO_3), (adams et al, 2004). Selain itu juga yield dari asam vinil formiat meningkat ketika konsentrasi oksigen meningkat (Sooknei et.al, 2012).

1.3.2. Potensial Ekonomi

Tabel 1.3. Harga Bahan Baku dan Produk

Chemical	Cost (usd/kg)
C_3H_4O	1
$C_3H_4O_2$	1,10
C_2H_4	3,40
C_2H_2	10

1.3.3. Profit Kotor

- **Asam Vinil Formiat dari Asitelena**

$$CH2 = CH2 + CO + 1/2O_2 \rightarrow CH_2 = CH - COOH$$

lbmol	1	1	1/2	1
molecular weight	28.05	28.01	16	72.06
lb	28.05	28.01	16	72.06
lb/lb of $C_3H_4O_2$	0.389	0.389	0.222	1
cents/lb	159	0	0	50

Profit Kotor = Produk - Reaktan

= 50 cents/lb (1) − 454 cents/lb (0.361)

= − 113.9 cents/lb

- **Oksidasi karbonil dari Ethylene**

$$C_2H_2 + CO + H_2O \rightarrow CH_2 = CH - COOH$$

lbmol	1	1	1	1
molecular weight	26.04	28.01	18.02	72.06
lb	26.04	28.01	18.02	72.06
lb/lb of $C_3H_4O_2$	0.361	0.389	0.251	1
cents/lb	454	0	0	50

Profit Kotor = Produk - Reaktan

= 50 cents/lb (1) − 159 cents/lb (0.389)

= − 11.851 cents/lb

- **Asam Vinil Formiat from Vinil Aldehid**

$$CH_2 = CHCHO + 1/2O_2 \rightarrow CH_2 = CH - COOH$$

lbmol	1	1/2	1
molecular weight	56.06	16	72.02
lb	56.06	16	72.02
lb/lb of $C_3H_4O_2$	0.778	0.222	1
cents/lb	45	0	50

Profit Kotor = Produk - Reaktan

= 50 cents/lb (1) − 45 cents/lb (0.778)

= 14.99 cents/lbzd

1.3.4 Pemilihan Proses

Berbagai metode untuk pembentukan asam vinil formiat dari yang diatas, pemilihan metode dipilih berdasarkan kajian yang harus diperhatikan seperti biaya bahan baku, pemanfaatan yang rendah, investasi dan biaya operasi tidak berlebihan serta biaya untuk pengolahan limbah yang dapat menjadikan nilai ekonomis kembali untuk perusahaan. Oleh karena itu, pembuatan asam vinil formiat dipilih dengan metode asam vinil formiat dengan vinil aldehid dengan pertimbangan sebagai berikut :

a. Konversi yang diperoleh cukup tinggi yaitu 90-98%.
b. Komposisi dalam bahan baku cukup sederhana sehingga pengendalian proses yang relative lebih mudah.
c. Proses dan peralatan yang digunakan sederhana sehingga biaya pemeliharaan dan pengendalian lebih murah.
d. Ketersediaan bahan baku yang digunakan berupa vinil aldehid dan udara mudah didapatkan dan dalam jumlah besar.

1.3.5. Tinjauan Termodinamika

Reaksi :

$$CH_2 = CHCHO + 1/2O_2 \rightarrow CH_2 = CH - COOH$$
$$\quad A \qquad\quad B \quad \rightarrow \qquad\quad C$$

Kondisi Operasi : T = 280^{o}C = 553 K

Untuk membuktikan reaksi dapat berlangsung pada suhu 25°C, maka dapat dibuktikan dengan perubahan energi bebas Gibbs.

Tabel 1.4. Panas Pembentukan Standar (ΔH_f^0)

Senyawa	Rumus Kimia	$\Delta H_f^o{}_{(298)}$ (kJ/ mol)
Asam Vinil Formiat	($C_3H_4O_2$)	- 363,23
Vinil aldehid	(C_3H_4O)	- 81,00
Udara	(O_2)	0

(Yaws chemical properties)

$$\Delta H_{f\,(298\,K)} = \sum \Delta H_f{}^o{}_{produk} - \sum \Delta H_f{}^o{}_{reaktan}$$

$$= [\Delta H_f{}^o{}_{C_3H_4O_2}] - [\Delta H_f{}^o{}_{C_3H_4O} + \Delta H_f{}^o{}_{O_2}]$$

$$= [-363,23] - [-81,00 + 0]$$

$$= -282,23 \text{ kJ/mol}$$

Jadi, berdasarkan nilai enthalpi yang dihasilkan yaitu negatif, maka proses tersebut berjalan secara eksotermis. Konstanta Kesetimbangan :

$$\Delta G = -RT \ln K$$

R = 8,314.10^{-3} kJ/mol.K

Tabel 1.5. Tabel Perubahan Energi Bebas Gibbs Pembentukan Standar $\Delta G_{(298)}$

Senyawa	Rumus Kimia	$\Delta Gf^o{}_{(298)}$ (kJ/ mol)
Asam Vinil Formiat	($C_3H_4O_2$)	- 286,06
Vinil aldehid	(C_3H_4O)	- 55,98
Udara	(O_2)	0

(Yaws Chemical properties)

$$\Delta G_{f\,(298\,K)} = \sum \Delta G_f{}^{o}{}_{produk} - \sum \Delta G_f{}^{o}{}_{reakta}$$

$$= [\Delta G_f{}^{o}{}_{C_3H_4O_2}] - [\Delta G_f{}^{o}{}_{C_3H_4O} + \Delta G_f{}^{o}{}_{O_2}]$$

$$= [-286{,}06] - [-55{,}98 + 0]$$

= - 230,08 kJ/mol

Dari hasil perhitungan tersebut, sudah dibuktikan bahwa nilai $\Delta G_{(298)}$ bernilai negatif, itu artinya produk dapat terbentuk dan reaksi berlangsung secara spontan.

$\Delta G_{(298)}$ = -RT ln K

ln $K_{(298)}$ = ΔG / -RT

= (230 kJ/mol x 1000 J/kJ) / (8,314 J/mol.K x 298 K)

= 92,8

$K_{(298)}$ = 2.01E+40

Reaksi Irreversible, karena nilai (K>>1)