

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Asam akrilat adalah bahan kimia yang terbilang penting karena merupakan intermediate dari banyak bahan kimia yang lain dan juga aplikasinya yang sangat luas. Asam akrilat dengan tata nama IUPAC *propeoniuc acid* dan rumus kimia $\text{CH}_2\text{CHCO}_2\text{H}$ lebih dikenal sebagai bentuk sederhana dari asam karboksilat tak jenuh. Asam akrilat ialah salah satu produk industri kimia yang kebutuhannya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini berdasar dari *The United Nations Commodity Trade Statistics Database* yang menunjukkan angka peningkatan data impor asam akrilat untuk Indonesia.

Asam akrilat terutama digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan ester akrilat, sebagai monomer untuk asam poliakrilat dan garamnya, sebagai komonomer dengan akrilamida untuk polimer yang digunakan sebagai flokulen dan dengan etilen untuk polimer resin penukar ion. Berdasarkan aplikasinya asam akrilat merupakan bahan untuk industri pelapis, perekat, aditif plastik, surfaktan, flokulan, tekstil, kosmetik, cat, dan sebagai bahan aditif pada minyak pelumas.

Selain itu asam akrilat juga digunakan sebagai bahan baku produk *Super Absorbent Polymer* (SAP) yang merupakan turunan dari asam akrilat. SAP adalah salah satu bahan baku dalam produksi diapers (popok sekali pakai) di mana saat ini sudah di produksi di empat wilayah yaitu Jepang, Amerika, Eropa dan China. Permintaan global untuk asam akrilat diperkirakan meningkat 4,5% per tahun dengan didorong oleh pertumbuhan *Super Absorbent Polymer* (SAP) sebesar

5,5% per tahun dan ester akrilat sebesar 4% per tahun selama 2016-2021 (Markit, 2017).

Dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) tahun 2015 – 2035, akrilik merupakan jenis industri hulu di Indonesia yang termasuk ke dalam industri prioritas pembangunan yang sedang dikembangkan oleh pemerintah. Hal tersebut didukung dengan adanya Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 dan disusun sebagai pedoman bagi pemerintah dan pelaku industri dalam perencanaan dan pembangunan industri (Kemenperin, 2015).

Semakin meningkatnya permintaan asam akrilat bagi industri kimia di banyak negara di dunia, termasuk salah satunya di Indonesia maka prospek untuk mendirikan pabrik asam akrilat akan terbuka semakin lebar. Selain itu, pendirian pabrik asam akrilat di Indonesia bertujuan mengoptimalkan perolehan nilai tambah melalui pemanfaatan bahan baku

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Pembuatan asam akrilat skala komersial dimulai pada 1930 dan telah berkembang menjadi pasar dunia lebih dari dua juta ton per tahun. Untuk pembuatan asam akrilat pertama kali yaitu menggunakan metode Acetylene Route. Dimana proses ini ditemukan oleh Walter Reppe. Penemu mereaksikan nikel karbonil dengan asetilen dan air untuk menghasilkan asam akrilat. Kemudian proses Reppe ini dimodifikasi oleh Rohm dan Hass di Houston pada tahun 1976 dan menghasilkan proses Oksidasi Propilen. Asam akrilat secara komersial tersedia dalam dua macam yaitu asam akrilat teknis dan glasial. Sekitar dua pertiga dari asam akrilat yang diproduksi digunakan untuk menghasilkan

akrilik ester-metil akrilat, butil akrilat, etil akrilat dan 2-ethylexyl akrilat yang digunakan sebagai pengikat untuk aplikasi dalam cat, perekat, dan dalam cat, perekat dan larutan yang digunakan untuk industri pelapis. Pada pra-rancang pabrik pembuatan asam akrilat dari formaldehid dan asam asetat ini menggunakan proses kondensasi Aldol yang mana proses ini adalah proses yang baru dikembangkan oleh para peneliti. Penggunaan asam akrilat sangat banyak baik di Indonesia maupun di dunia, dan berikut adalah tabel pabrik-pabrik asam akrilat yang ada di dunia.

Tabel 1.1. Kapasitas Global Asam Akrilat

No	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Dow Chemical	Deer Park, Texas, US	410.000
2	Nippon Shokubai	Himeji, Japan	360.000
3	BASF	Antwerp, Belgium	320.000
4	BASF	Clear Lake, Texas, US	320.000
5	Arkema	Carling, France	275.000
6	Arkema	Ludwigshafen, Germany	270.000
7	StoHaas Monomer	Marl, Germany	265.000
8	BASF	Freeport, Texas, US	230.000
9	Jiangsu Jurong Chemical	Yangcheng, China	205.000
10	Shanghai Huayi	Shanghai, China	200.000
11	StoHaas Monomer	Deer Park, Texas, US	165.000
12	BASF Petronas	Kuantan, Malaysia	160.000
13	BASF-YPC	Nanjing, China	160.000
14	Formosa Plastics	Ningbo, China	160.000
15	LG Chem	Yeochun, South Korea	128.000
16	American Acryl	Bayport, Texas, US	120.000
17	Dow Chemical	Taft, Louisiana, US	110.000
18	Mitsubishi Chemical	Yokkaichi, Japan	110.000
19	Formosa Plastics	Mailiao, Taiwan	100.000
20	Dow Chemical	Bohlen, Germany	80.000
21	Sasol Acrylates	Sasolburg, South Afrika	80.000
22	Singapore Acrylics	Pulau Sakra, Singapore	75.000
23	LG Chem	Naju, South Korea	65.000
25	Formosa Plastics	Kaohsiung, Taiwan	60.000
26	Oita Chemical	Oita, Japan	60.000
27	Nippon Shokubai Indonesia	Cilegon, Indonesia	100.000

28	Hexion	Solokov, Czech Republic	55.000
29	Idemitsu Petrochemical	Aichi, Japan	50.000
30	Celanese	Cangrejera, Mexico	40.000
31	Jilin Petrochemical	Jilin, China	35.000
32	Akrilat	Dzerhinsk, Russia	25.000

1.3. Kegunaan Produk

Kegunaan asam akrilat antara lain :

- a. Asam akrilat merupakan bahan baku utama pada pembuatan ester akrilat, yang merupakan monomer untuk asam poliakrilat dan garamnya.
- b. Digunakan dalam industri plastik.
- c. Digunakan dalam pembuatan penggosok lantai (*floor polishes*).
- d. Sebagai bahan intermediate untuk pembuatan etil akrilat, n-butyl akrilat, metil akrilat dan 2-etil heksil akrilat.
- e. Larutan polimernya untuk pelapisan, pembuatan cat, pernis, finishing kulit dan pelapisan kertas.
- f. Asam akrilat monomer digunakan dalam pembuatan kertas sintesis.
- g. Sebagai bahan adiktif pada minyak pelumas.
- h. Sebagai flokulan pada pengolahan limbah.

1.4. Macam-Macam Proses Pembuatan

Proses pembuatan asam akrilat dapat dilakukan dengan berbagai cara

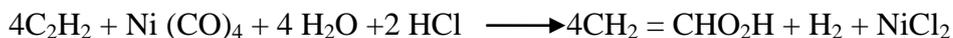
(Krik – Othmer, 1985) :

1.4.1. *Acetylene Route*

Pada proses ini, pembuatan asam akrilat dilakukan dengan memisahkan nikel chloride dan mengembalikannya ke reaksi sintesa *nikel carbonyl*. Proses ini

menghasilkan produk samping berupa *propionic acid* yang sangat susah untuk di pisahkan dari asam akrilat.

Reaksi :



1.4.2. *Acrylonitrile Route*

Proses ini merupakan proses hidrolisa sulfuric acid dan akrilonitril. Akrilonitril direaksikan dengan asam sulfat dan air yang berlebih pada suhu 100°C menghasilkan asam akrilat. Tetapi pada proses ini memiliki kelemahan yaitu bahan baku yang digunakan relatif mahal.

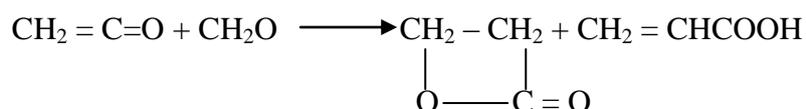
Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



1.4.3. *Ketene Route*

Proses ini menggunakan bahan baku asam asetat atau aseton yang dipirolisis menjadi ketene, kemudian ketene direaksikan dengan formaldehida menghasilkan β -propiolakton. Lakton ini diubah menjadi asam akrilat.

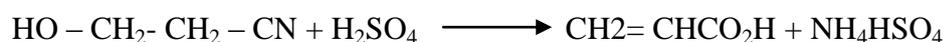
Reaksi yang terjadi seperti berikut:



1.4.4. *Ethylene Cyanohidrin Route*

Proses ini merupakan proses hidrolisa antara etilen sianohidrin dan asam sulfat dengan produk samping amonium sulfat dari 85% asam sulfat.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



1.4.5. *Propylene Oxidation Route*

Proses oksidasi propylene fasa gas untuk menghasilkan asam akrilat menggunakan katalis dan temperatur optimum. Pada pembuatan asam akrilat menggunakan proses propylene didasarkan pada dua tahap yaitu pertama menghasilkan akrolein kemudian dioksidasi menjadi asam akrilat. Menggunakan katalis Molybdeum Oxide, dengan konversi yang terjadi pada tahap pertama adalah 97,10% dan tahap kedua adalah 98,30%.

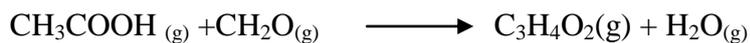
Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



1.4.6. *Condensation Acetic Acid and Formaldehyde atau Condensation Aldol*

Proses ini merupakan proses yang baru dikembangkan oleh para ahli. Proses ini dilakukan melalui reaksi kondensasi aldol antara asam asetat dan formaldehida dengan bantuan katalis untuk membentuk asam akrilat.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Tabel 1.2. Tabel Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat

No	Proses	Bahan Baku	Katalis	Suhu Operasi	Produk Samping
1	<i>Ethylene Cyanohydrin Route</i>	Etilen oksida, hidrogen sianida asam sulfat			NH_4HSO_4
2	<i>Acrylonitrile Route</i>	Akronitril, Asam sulfat dan air		100°C	
3	<i>Ketene Route</i>	Asam asetat	Asam sulfat		
4	<i>Propylene Oxidation Route</i>	Propilen, udara, steam	<i>Molibdenum Oxide</i>	200-400 °C	Asam asetat, air
5	<i>Condensation Acetic Acid and Formaldehyde</i>	Asam asetat dan Formaldehid	<i>Vanadium oksida dan Titanium Pyrophosphate</i>	250-400°C	Air

1.5. Sifat Fisik dan Sifat Kimia Bahan dan Produk

Sifat fisika bahan baku, katalis dan produk merupakan salah satu informasi dalam desain suatu pabrik.

1.5.1. Bahan Baku

1. Asam asetat

Sifat Fisika:

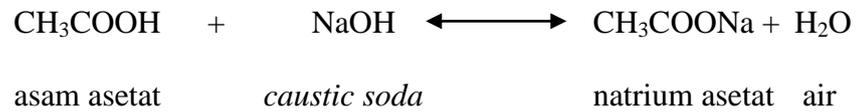
Rumus molekul	: CH ₃ COOH
Berat molekul	: 60,053 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik beku	: 16,66 °C
Titik didih	: 117,9°C
Temperatur kritis	: 319,56°C
Tekanan kritis	:57,9 bar
Kemurnian	: 99,8%
Spesifik gravity	: 1,0271
Densitas (25°C	: 1, 043 gr/cm ³ (<i>Perry, 1997</i>)

Sifat kimia

Asam asetat mengandung tidak kurang dari 36% b/b dan tidak lebih dari 37% b/b C₂H₄O₂. Asam asetat mudah menguap di udara terbuka, mudah terbakar, dan dapat menyebabkan korosif pada logam. Asam asetat larut dalam air dengan suhu 20°C, etanol (9,5%) pekat dan giserol pekat. Asam asetat jika di encerkan tetap bereaksi asam (*DepkesRI, 1994*)

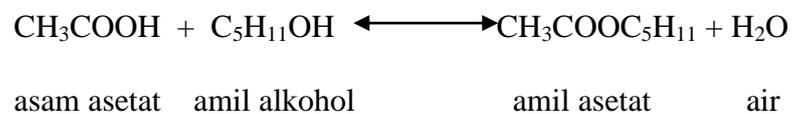
a. Reaksi penyabunan

Asam asetat bila direaksikan dengan *caustic soda* menghasilkan Natrium asetat.



b. Esterifikasi

Asam asetat bila direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester.



(Kirk & Othmer, 1952)

2. Formaldehida

Sifat Fisika :

Rumus molekul : CH₂

Berat molekul : 30,026 gr/mol

Fase pada suhu kamar : Liquid

Titik beku : -92°C

Titik didih : -19,1°C

Temperatur kritis : 137,2 – 141,2°C

Tekanan kritis : 6,784 – 6,637 Mpa (66,95 – 65,5 atm)

Densitas (25°C) : 0,736 g/cm³

Kelarutan : larut dalam air, alkohol, dan pelarut polar lain

Sifat Kimia

a. Dapat terdekomposisi menjadi CO dan H₂

b. Dapat membentuk CH₂OH melalui proses hidrogenasi

- c. Pada temperatur 80-100°C relatif stabil tetapi perlahan-lahan akan terjadi polimerisasi pada temperatur rendah
- d. Dapat teroksidasi membentuk CO₂, H₂O, asam format dan metanol.
- e. Dapat terkondensasi dengan macam-macam senyawa membentuk turunan *methylol* dan *methylen*.

(Kirk dan Othmer, 1994)

3. Air

Sifat Fisik :

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18,0152 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Warna	: Tidak berwarna
Titik leleh	: 0°C
Titik didih	: 100°C
Titik beku	: 13,5°C
Temperatur kritis	: 373,85°C
Tekanan kritis	: 218,3 atm
Densitas	: 1 gr/cm ³

Sifat Kimia

Satu molekul air terdiri atas 2 atom Hidrogen yang berikatan kovalen dengan Oksigen. Air memiliki efek netral terhadap lakmus seperti saat ia terionisasi. Air tidak akan terurai menjadi unsur pembentuknya (hidrogen dan oksigen) di bawah kondisi normal. Kemampuan terionisasinya lemah

yang memberi ion hidrogen positif dan ion hidroksida negatif. (*Perry, 1997*)

4. Methanol

Sifat Fisik:

Rumus molekul	: CH ₄ O
Berat molekul	: 32,042 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik leleh	: -97,7°C
Titik didih	: 64,6°C
Titik beku	: -97,7°C
Temperatur kritis	: 341,85°C
Tekanan kritis	: 28,4 atm
Densitas (25°C)	: 0,7918 g/cm ³
Kelarutan dalam air	:Sangat larut dalam air

Sifat Kimia

- a. Mudah terbakar
- b. Beracun
- c. Mudah menguap
- d. Tida berwarna
- e. Bau yang khas (berbau lebih ringan dari pada etanol)

(*Yaws, 1999*)

1.5.2. Produk

1. Asam Akrilat

Sifat Fisik :

Rumus molekul	: $C_3H_4O_2$
Berat molekul	: 72,0637 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik leleh	: $14^{\circ}C$
Titik didih	: $142^{\circ}C$
Titik beku	: $13,5^{\circ}C$
Temperatur kritis	: $341,85^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 56,7 atm
Densitas ($25^{\circ}C$)	: 1,04 kg/L

Sifat Kimia

Asam akrilat sangat reaktif terhadap asam kuat dan oksien

(Perry, 1997)

2. Air

Sifat Fisik :

Rumus molekul	: H_2O
Berat molekul	: 18,0152 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Warna	: Tidak berwarna
Titik leleh	: $0^{\circ}C$
Titik didih	: $100^{\circ}C$
Titik beku	: $13,5^{\circ}C$
Temperatur kritis	: $373,85^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 218,3 atm
Densitas	: 1 gr/cm^3

Sifat Kimia

Satu molekul air terdiri atas 2 atom Hidrogen yang berikatan kovalen dengan Oksigen. Air memiliki efek netral terhadap lakmus seperti saat ia terionisasi. Air tidak akan terurai menjadi unsur pembentuknya (hidrogen dan oksigen) di bawah kondisi normal. Kemampuan terionisasinya lemah yang memberi ion hidrogen positif dan ion hidroksida negatif.

(Perry, 1997)

1.5.3. Katalis

Katalis yang digunakan adalah katalis vanadium oksida (V_2O_5). Katalis adalah suatu senyawa yang ditambahkan didalam suatu reaksi kimia yang dengan tujuan untuk mempercepat reaksi.

Sifat Fisik

- a. Memiliki fasa solid, selalu ditemukan dalam bentuk senyawa.
- b. Memiliki jari-jari atom 0,14 nm
- c. Memiliki titik leleh $1900^{\circ}C$
- d. Memiliki titik didih $3400^{\circ}C$
- e. Memiliki kerapatan $6,1 \text{ g/cm}^3$
- f. Kalor peleburannya sebesar $21,5 \text{ KJ/mol}$
- g. Kapasitas kalornya sebesar $24,89 \text{ KJ/mol}$

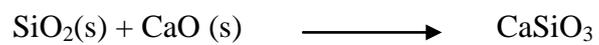
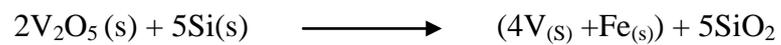
Sifat Kimia

- a. Dapat membentuk ion kompleks dengan kation (ion logam vanadium) mengikat beberapa anion dan molekul netral. Selanjutnya kation ini

disebut ion pusat dan anion atau molekul netral yang berikatan pada ion pusat disebut ion ligan.

- b. Dalam vanadium secara umum terdapat dalam bentuk oksida.
- c. Dihasilkan dari mereduksi V_2O_5 dengan pereduksi campuran silicon dan besi.

Reaksinya adalah sebagai berikut :



Selanjutnya ferrovanadium ($4V_{(s)} + Fe_{(s)}$) dipisahkan hingga menjadi Vanadium dengan $CaSiO_3$.