

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Acrylamide telah diperjual belikan dan menunjukkan pertumbuhan yang stabil pada pertengahan tahun 1950an tetapi sejak saat itu masih dianggap sebagai komoditas skala kecil. *Acrylamide* atau dalam Bahasa Indonesia Akrilamida merupakan fungsi monomer yang mengandung elektron kekurangan ikatan ganda reaktif dan kelompok amida, dan mengalami reaksi khas dari dua fungsi. *Acrylamide* dengan nama dagang 2-propena amida, propenamida dan akrilik amida menunjukkan bahan kimia sederhana, tetapi sejauh ini merupakan anggota yang paling penting dari serangkaian amida akrilik dan metakrilik.

Akrilamida cair dapat berpolimerisasi dengan cepat dengan evolusi panas yang signifikan. Tindakan pencegahan harus diambil saat menangani cairan dalam jumlah kecil sekalipun. akrilamida 50% dalam air adalah produk komersial populer pada tahun 50an.

Akrilamida larut dalam air dan penggunaan terbesar dalam kategori ini adalah sebagai bantuan pengeringan untuk lumpur dalam pengolahan limbah dari kota pabrik pengolahan air limbah dan proses industri. Kegunaan lain termasuk flokulan dalam pengolahan air umpan untuk keperluan industri, industri pertambangan dan berbagai industri proses lainnya, stabilisasi tanah, alat bantu pembuatan kertas dan pengental (Kirk-Othmer 5th ed).

Di Indonesia perkembangan *acrylamide* masih belum populer hal ini dapat dibuktikan dengan pendirian pabrik *acrylamide* di Indonesia yang hanya satu yaitu PT. Tridomain Chemical yang ada di provinsi Cilegon dengan kapasitas 10.000 Ton/tahun. Meskipun ada pabrik di Indonesia tapi kebutuhan dalam negeri masih belum terpenuhi dengan data ekspor *acrylamide* ke Indonesia yang terus meningkat setiap tahunnya dan tidak adanya data impor *acrylamide* ke luar negeri.

1.2. Sejarah dan Perkembangan *Acrylamide*

Acrylamide pertama kali ditemukan pada tahun 1893 dan mulai diproduksi secara komersial setelah ditemukannya akrilonitril pada tahun 1940. *Acrylamide* pertama kali ditawarkan pada tahun 1952 oleh *American Cinamid Company* dan diproduksi secara

komersial mulai tahun 1954. Pada saat ini pabrik *Acrylamide* sudah tersebar di Eropa, USA, Jepang.

Sejak tahun 1960 penggunaan industri nonionic, kationik dan polimer *Acrylamide Amphoteric* telah meningkat karena sifat kimia dan sifat fisik, toksisitas relative rendah dan biaya rendah. Pasar utama untuk polimer ini adalah pengolahan air, pembuatan kertas, pengolahan mineral, minyak pemulihan dan super absorber. Meningkatkan pemulihan minyak mewakili besar pasar potensial, namun harga minyak yang rendah membatasi pertumbuhan pasar selama tahun 1980.

Polyacrylamide memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan yang cepat dalam penggunaan sebagai flokulan dipengolahan limbah yang digunakan untuk mengeringkan lumpur, terhadap masalah lingkungan yang telah terjadi pada tahun 1990. Molekul Polycrylamide kationik berat yang tinggi telah memiliki peran penting dalam perbaikan teknik karakterisasi seperti spektroskopi inframerah, spektroskopi, dan sedimentasi (Kirk-Othmer 5th ed).

1.3. Kegunaan *Acrylamide*

Acrylamide digunakan sebagai bantuan untuk pengeringan lumpur dalam pengolahan limbah kota, pabrik, pengolahan air limbah, dan proses industri. Kegunaan lainya bisa sebagai flokulan dalam pengolahan air umpan untuk keperluan industri, baik di industri pertambangan dan juga sabagai stabilisasi di industri pembuatan kertas yang berfungsi sebagai pengental (Kirk-Othmer 5th ed).

1.4. Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku

Acrylonitrile (Kirk-Othmer 5th ed).

Sifat-sifat Fisika

- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Kemurnian : 99%
- Rumus molekul : C_3H_3N
- Berat molekul : 53,06
- Titik didih : 77,3 °C
- Titik beku : -83,5 °C
- Tekanan kritis : 34,937 atm

- Suhu kritis : 246 °C
- Densitas : 0,806 g/ml
- Viskositas : 0,34 cP

Sifat-sifat Kimia

Reaksi pada *acrylonitrile* terjadi pada ikatan rangkap karbon dan atau bagian nitril. Homopolimer dan kopolimer paling mudah terjadi pada fase cair.

- Hidrolisis parsial menghasilkan *acrylamide* dengan menggunakan katalis tembaga maupun biokatalisator
- Hidrolisis dengan asam sulfat menjadi *acrylamide* sulfat ($C_3H_5NO.H_2SO_4$) dan dapat berubah menjadi *acrylamide* dengan netralisasi menggunakan basa
- Hidrogenasi dengan menggunakan katalis metal menghasilkan propionitrile (C_3H_5N) dan propilamina (C_3H_9N)
- Hidrodimerisasi menghasilkan adiponitrile
- Adisi halogen menghasilkan dihalopropionitrile.

1.4.2.Sifat Bahan Pembantu

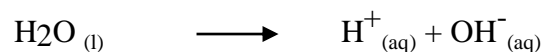
- **Air (H₂O)** (MSDS:Lab Chem)

Sifat-sifat Fisika

- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Bau : Tidak berbau
- Rumus molekul : H₂O
- Berat molekul : 18
- Titik didih : 100 °C
- Titik beku : 0 °C
- Densitas : 0,98 g/ml

Sifat-sifat Fisika

- Merupakan kovalen polar
- Elektrolit lemah, mampu menghantarkan listrik karena terionisasi



- Bereaksi dengan oksida logam membentuk hidroksida yang bersifat ion (basa)

- Bereaksi dengan oksida non logam membentuk asam

Standar air bersih (Depkes RI, 1990).

- Bau : tidak berbau
- Jumlah zat terlarut : 0,0015 kg/L
- Rasa : tidak berasa
- Suhu : 30°C
- pH : 6,5-9,0

1.4.3. Katalis

- Jenis : *Raney Copper* (US Patent No. 3.901.943, 1975)
- Bentuk : Padat (Solid)
- Kadar : Cu 50% dan Al 50%
- Regenerasi: 2 tahun

Katalis *raney copper* terdiri dari 2%-50% berat aluminium dengan diameter 0,002–0,5 inchi ((US Patent No. 4.322.532, 1982) . Katalis *raney copper* memiliki umur aktif hingga 2 tahun (Onuoha & Wainwright, 1984) dan dapat diregenerasi dengan DETEG (diethyl ether of tetraethylene glycol) sebagai pelarut *Acrylonitril* dan Air ((US Patent No. US 4.322.532, 1982).

1.4.4. Sifat Produk (*Acrylamide*) (Kirk-Othmer 5th ed).

Sifat-sifat fisik

- Bentuk : Cair (liquid)
- Warna : Bening
- Rumus molekul : C_3H_5NO
- Berat molekul : 71,06
- Titik didih : 241 °C
- Densitas : 1,122 (gr/mL) 30 °C
- Indeks bias n_x : 1,460
- ny : $1,550 \pm 0,003$
- nz : $1,581 \pm 0,003$
- Spesifik Heat : 3,5 (pada 20-50 °C, larutan 50 %) : 3,5

Sifat-sifat kimia

Acrylamide merupakan monomer yang memiliki ikatan rangkap yang reaktif dan ikatan amida. Sehingga reaksi yang terjadi pada *Acrylamide* juga melibatkan kedua jenis ikatan tersebut.

Berikut ini beberapa jenis ikatan dari *acrylamide* :

- Reaksi nonkatalis *acrylamide* dengan amina primer menghasilkan produk mono atau bis.

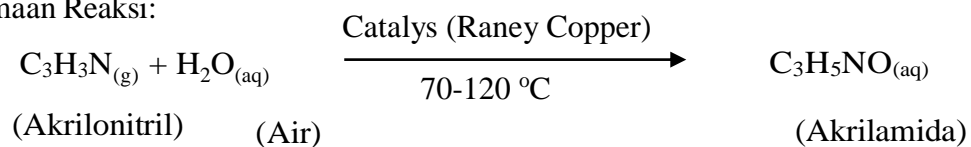
$$\text{RNH}_2 + \text{CH}_2 = \text{CHCONH}_2 \longrightarrow \text{RNHCH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2 \longrightarrow \text{RN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2)_2$$
- Bereaksi dengan keton aktif menghasilkan *adducts* yang akan berubah menjadi *lactam*. *Lactam* dapat terhidrolisis menjadi propionat.
- Pada kondisi asam, *acrylamide* dapat dipisahkan dari air dengan cara klorinasi.
- Bereaksi dengan *Dienes* membentuk *Diels – Alder*.
- *Acrylamide* dapat teroksidasi menggunakan katalis *osmium tetroxide* menghasilkan glikol engan natrium hipoklorit.
- Oksidasi *acrylamide* tanpa katalis menghasilkan N-vinil-N' - akrilolurea.
- Bereaksi dengan asam sulfat berkonsentrasi menghasilkan garam akrilamid sulfat yang apabila reaksi dilanjutkan dengan alkohol akan menghasilkan akrilat ester.
- Dehidrolisis *acrylamide* menggunakan mangaan dioksida atau fospor pentaoksida pada 500 °C menghasilkan *acrylonitrile* (Kirk-Othmer 5th ed).

1.5. Analisis Pasar

1.5.1. Analisis Ekonomi

Pemasaran produk *Acrylamide* untuk memenuhi kebutuhan industri di Indonesia. Jika kebutuhan pasar di indonesia telah terpenuhi maka pemasaran diarahkan ke luar negeri. Berikut merupakan analisis pasar berdasarkan reaksi untuk mengetahui potensi penjualan produk terhadap pasar.

Persamaan Reaksi:



Konversi reaksi = 97% (WHO, 1985)

Tabel 1.2. Analisis pasar

No.	Bahan	Berat Molekul	Harga (US\$/Ton)
1.	C ₃ H ₃ N	53,06	3.000
2.	H ₂ O	18	0.0007
3.	C ₃ H ₅ NO	71,08	18,60

(Sumber : Alibaba.com)

No.	Komponen		
	C ₃ H ₃ N	H ₂ O	C ₃ H ₅ NO
1.	-1	-1	+0,99
Jumlah	-1	-1	+0,99

EP = Produk – Reaktan

$$= (0,97 \times 71,08 \times 20.900) - (18 \times 0,0007)$$

$$= \text{US\$ } 1282,41276 / \text{ ton Acrylamide}$$

Berdasarkan hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Acrylamide* dapat memperoleh keuntungan sebesar US\$ 1282,41276/ton dan dapat didirikan pada tahun 2026.

1.6. Perkiraan Kapasitas Produksi

Tabel 1.3. Data Impor *Acrylamide* tahun 2017-2021

Tahun	Impor (kg)	Kenaikan Impor (%)
2017	2581190	
2018	3707519	43,64 %
2019	6344997	71,14 %
2020	6412020	1,06 %
2021	8505820	32,65 %
Rata-rata		29,70 %

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Tabel 1.4. Pabrik *Acylamide* di Indonesia

Nama Pabrik	Total Produksi
PT. Tridomain Chemical	10.000
Rata-Rata	

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2026. Pada produksi *Acrylamide*, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2017-2021, sehingga perkiraan penggunaan *Acrylamide* pada tahun 2026 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$m = P (1 + i)^n$$

Dimana:

m = Jumlah impor tahun 2026 (kg/tahun)

P = Jumlah kebutuhan tahun 2021 (kg/tahun)

i = Persentase kenaikan rata-rata pertahun

n = Selisih waktu perkiraan

Menghitung perkiraan nilai impor tahun 2026(m_5) sebagai berikut dengan nilai konsumsi rata rata per tahun sebesar 29,70%

$$\begin{aligned} m_5 &= P (1 + i)^n \\ &= 8505820 (1 + 29,70\%)^{(5)} \\ &= 31.215.244 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Menghitung kapasitas pabrik *Acrylamide* (m_3) pada tahun 2026

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \text{ (Kusnarjo, 2010).}$$

Dimana:

m_1 = Nilai impor tahun 2026

m_2 = Produksi pabrik di dalam negeri (=10.000 ton/tahun produksi dari PT.Tridomain Chemical).

m_3 = Kapasitas pabrik yang akan didirikan, (ton/tahun)

m_4 = Nilai ekspor tahun 2026, diperkirakan 50% dari kapasitas pabrik baru (kg/tahun)

m_5 = perkiraan nilai impor tahun 2026 (kg/tahun)

Maka,

$$\begin{aligned} m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ m_3 &= (0,5 M_3 + 31.215.244) - (0 + 10.000) \\ 0,5 m_3 &= 31.205.244 \\ m_3 &= 62.410.489 \text{ ton/tahun} \\ &= 70.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diperkirakan kapasitas produksi pada tahun 2026 adalah 70.000 ton/tahun.

1.7. Lokasi Pembangunan Pabrik *Acrylamide*

Dalam perencanaan pembangunan pabrik, salah satu faktor yang sangat penting yaitu penentuan lokasi pabrik dan letak peralatan pabrik. Karena hal tersebut akan berpengaruh terhadap kelangsungan perkembangan pabrik yang akan didirikan dimasa mendatang. Selain itu tata letak komponen-komponen pabrik itu sendiri juga menentukan koefisien produksi. Untuk itu diperlukan pengaturan yang sedemikian rupa hingga mampu memenuhi kualitas dan kuantitas produk yang akan dicapai.

Pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan keberhasilan suatu perancangan pabrik. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pabrik yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu faktor utama dan faktor khusus.

a. Faktor utama

- Penyediaan bahan baku
- Pemasaran
- Utilitas (air, listrik)
- Iklim dan alam sekitar

b. Faktor khusus

- Transportasi
- Tenaga kerja
- Buangan pabrik (waste disposal)
- Letak dan karakteristik dari lokasi
- Masalah lingkungan

1.7.1. Faktor Utama

a. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama Acrylonitrile diperoleh dari *China Petrochemical Development Corporation, Ltd* yang berada di *No.1 Jingjian Road, Dashe District, Kaohsiung City 815, Taiwan, R.O.C.* sehingga dipilih lokasi yang dekat dengan pelabuhan untuk mempermudah penyediaannya.. Hal-hal yang lain yang perlu dipertimbangkan mengenai harga bahan baku adalah:

- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan berapa lama sumber bahan baku tersebut dapat mencukupi kebutuhan pabrik
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya
- Kuantitas bahan baku yang ada, dan kualitas bahan baku harus sesuai dengan

persyaratan yang berlaku saat ini.

b. Pemasaran

Daerah Cilegon merupakan daerah yang tepat untuk daerah pemasaran karena banyaknya supplier dan distributor bahan kimia acrylamide diantaranya:

- PT. Kimpo Indotama. Supplier, Distributor, Toko Polyacrylamide Mekanik, Water Treatment Plant, Kimia Industri, Laboratorium
- PT.GAEL VADA INDONESIA Supplier, Distributor, Toko Polyacrylamide Bahan Kimia Food Grade, Feed Grade, Water Treatment, Fertilizier, Cosmetic, Solvent

Selain itu, daerah ini juga dekat dengan Pelabuhan Merak yang memudahkan ekspor acrylamide ke industri - industri yang berada di luar negeri.

c. Utilitas (air, listrik dan bahan bakar)

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Bagian daripada utilitas adalah air, listrik dan lain-lain. Adapun uraian dari utilitas adalah sebagai berikut:.

- Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasa, air sungai, dan air dari PDAM. Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air dari sumber akan lebih ekonomis.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memilih lokasi pabrik adalah:

1. Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik
2. Kualitas sumber air yang tersedia
3. Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air yang diperlukan oleh pabrik.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dari air sungai. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan.

Listrik dalam industri merupakan bagian utilitas yang sangat penting, terutama sebagai penggerak peralatan proses, selain sebagai penerangan dan keperluan lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ada atau tidaknya listrik didaerah tersebut.
2. Harga tenaga listrik.
3. Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.

d. Iklim dan alam sekitarnya

Iklim dan alam sekitar merupakan bagian yang tidak dapat diabaikan, selain pabrik diharapkan ramah lingkungan, iklim juga berpengaruh bagi konstruksi bangunan, spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Keadaan alamnya, alam yang menyulitkan konstruksi bangunan dan mempengaruhi spesifikasi peralatan, serta konstruksi peralatan.
- Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.
- Bahaya alam (gempa bumi, banjir) yang pernah terjadi dilokasi pabrik.
- Kemungkinan untuk perluasan di masa yang akan datang.

1.7.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya yang serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti:

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat
- Jalan/rel kereta api
- Adanya pelabuhan

b. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

c. Buangan pabrik (waste disposal)

Apabila buangan pabrik (waste disposal) berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul.

d. Letak dan Karakteristik Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah:

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah rawa, bukit, dan sebagainya.
- Transportasi dan fasilitas lainnya.

e. Masalah lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Lokasi termasuk pedesaan atau perkotaan.
- Fasilitas rumah dan tempat ibadah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, terutama ditinjau dari tersedianya bahan baku acrylonitrile lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik *Acrylamide* dari *acrylonitrile* dan air ini adalah di kec. Purwakarta, Kota Cilegon, Provinsi Banten.

Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut adalah

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku didapatkan di luar negeri. *Acrylonitrile* di peroleh dari *China Petrochemical Developmen Corporation, Ltd* yang berada di *No.1 Jingjian Road, Dashe District, Kaohsiung City 815, Taiwan, R.O.C.*

2. Transportasi

Pemilihan Kawasan di Kec. Purwokerto, Cilegon, Banten, Jawa Barat memenuhi syarat sebagai lokasi berdirinya pabrik *Acrylamide* karena berada di lokasi yang strategis yaitu dekat dengan pelabuhan laut Banten sehingga memudahkan transportasi dari suplayer luar negeri dan pemasaran (distribusi) produk untuk kebutuhan ekspor.

3. Kebutuhan Air (PT. Krakatau Titra Industri)

Tabel 1.5. Data Kualitas air PT. Krakatau Tirta Industri

Parameter	
Sifat Fisika	Nilai
Turbiditas (NTU)	0.25
Warna (PtCo)	2
Jumlah Padatan Terlarut (mg/L)	202.68
Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	229
Sifat Kimia	
pH	7.30
Nilai Permanganat (mg/L)	6.38
Sisa Klorin (mg/L)	0.1
Nitrit (mg/L)	0.003

Air yang digunakan diperoleh dari PT. Krakatau Tirta Industri, air tanah dan air laut. Air tersebut dipilih untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik karena sudah memenuhi standart air bersih sesuai Depkes tahun 1990. Sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air, baik sebagai air proses, air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

4. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Sumber listrik yang digunakan diperoleh dari PLN, akan tetapi tenaga generator sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap apabila setiap saat diperlukan karena sumber listrik dari PLN tidak akan selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik.

5. Tenaga Kerja

Sebagai Kawasan Industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari pekerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang terampil baik tenaga kasar atau tenaga ahli yang produktif dari berbagai tingkatan Pendidikan.

6. Biaya untuk Tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.



Gambar 1.1. Lokasi Pabrik Acrylamide