

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Seiring dengan perkembangan pembangunan, salah satu industri yang menjanjikan di bidang Teknik Kimia adalah kloroform. Saat ini di Indonesia belum ada pabrik kloroform yang berdiri, maka prospek pembangunan pabrik kloroform menguntungkan. Selain akan menguntungkan, kita juga dapat memasarkan produk-produk yang berasal dari bahan baku kloroform dengan harga yang lebih murah dan dapat mengurangi ketergantungan impor kloroform serta melakukan diversifikasi produk yang bernilai ekonomi tinggi untuk menambah pendapatan negara sekaligus membuka lapangan pekerjaan baru.

Kloroform merupakan salah satu produk yang pertumbuhannya terus meningkat dari waktu ke waktu. Kebutuhan Indonesia terhadap kloroform cukup besar, sampai saat ini kebutuhan kloroform di Indonesia sepenuhnya mengimpor dari luar negeri.

Kloroform atau triklorometana mempunyai rumus molekul  $\text{CHCl}_3$ . Dimana pada tekanan dan suhu normal merupakan cairan bening dan berbau karakteristik. Kloroform lebih dikenal karena kegunaannya sebagai bahan pembius, walaupun pada kenyataannya kloroform lebih banyak digunakan sebagai pelarut nonpolar di laboratorium atau industri. [Amonette dkk., 2009]

#### **1.2 Kapasitas Rancangan Produksi**

Kapasitas produksi dapat diartikan sebagai jumlah maksimal keluar yang diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Pabrik yang didirikan harus mempunyai kapasitas produksi yang optimal yaitu jumlah dan jenis produk yang dihasilkan harus dapat menghasilkan laba yang maksimal dengan biaya minimal.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik kloroform antara lain :

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

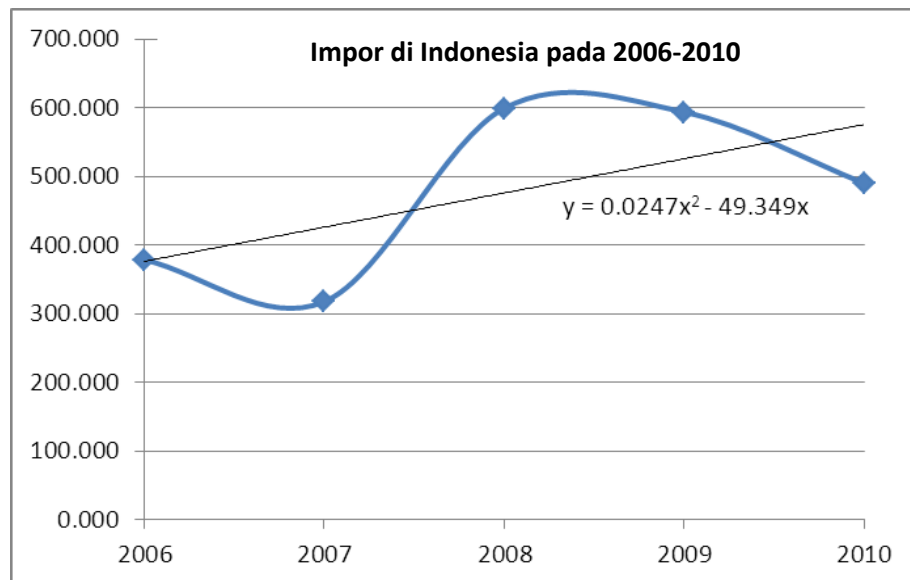
a. Kebutuhan Kloroform di Indonesia

Untuk memenuhi kebutuhan kloroform di Indonesia, selama ini negara kita masih mengimpor kloroform dari berbagai negara. Kebutuhan akan kloroform di Indonesia pada tahun 2006 sampai dengan tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 1.1, dan peningkatan impor kloroform di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor Kloroform di Indonesia Pada Tahun 2006-2010

Tahun	Jumlah impor kloroform (ton)
2006	378,733
2007	317,820
2008	599,266
2009	593,659
2010	490,019

(Badan Pusat Statistik, 2011)



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor Kloroform di Indonesia

Kenaikan impor kloroform sesuai dengan persamaan garis lurus :

$$y = 0,0247 x^2 - 49,349 x$$

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

Dari persamaan tersebut dapat diperkirakan besarnya impor kloroform pada tahun 2017 adalah sebesar 949,8 ton/tahun. Dengan perkiraan kebutuhan kloroform di atas maka ditetapkan kapasitas pabrik sebesar 25.000 ton/tahun. Dengan makin banyaknya kegunaan dari kloroform, maka pangsa pasarnya cukup baik dan dapat juga diekspor ke luar negeri.

b. Kebutuhan Kloroform di Luar Negeri

Kebutuhan kloroform di luar negeri juga makin meningkat, hal ini disebabkan diketahuinya fungsi lain dari kloroform selain sebagai refrigeran, terutama sebagai bahan baku pada pembuatan *polytetraflouroetilene* (PTFE) dan *flourinated etilene propylene* (FEP).

Tabel 1.2 Kebutuhan Kloroform di Luar Negeri Tahun 2006-2010

<b>Tahun</b>	<b>ton</b>
2006	331.791
2007	338.847
2008	345.909
2009	352.979
2010	360.055

(Anonim, 2011)

c. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan kloroform adalah aseton ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) dan kaporit ( $\text{CaOCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). Produksi aseton diperoleh dengan proses dehidrogenasi propanol sedangkan kaporit diperoleh dari interaksi gas klorin dengan kalsium hidroksida. Bahan baku aseton PT. Smartlab Indonesia yang ada di Serpong dengan harga Rp. 141.000/kg, sedangkan bahan baku kaporit dapat diperoleh dari PT. Asahimas Chemical di Cilegon dengan harga Rp 12.000/kg. Harga kloroform dipasaran dapat mencapai Rp 790.000/kg, jadi pembuatan kloroform sangat menguntungkan.

d. Kapasitas Rancang Minimum

Beberapa pabrik yang memproduksi kloroform mempunyai kapasitas minimum 18.000 ton/tahun (Hanlin Group Inc., Moundsville, West Virginia)

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

dan kapasitas maksimum 90.000 ton/tahun (Dow Chemical Co., Plaquemine, Louisiana)

Kapasitas rancangan minimum pabrik kloroform dapat diketahui dari data kapasitas pabrik kloroform yang telah berdiri di luar negeri pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Kapasitas Produksi Pabrik Kloroform di Luar Negeri

Pabrik Kloroform	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
1.Dow Chemical Company, Freeport, Texas	60.750
2.Dow Chemical Company, Plaquemine, Louisiana	90.000
3.Hanlin Group Inc., Moundsville, West Virginia	18.000
4.Vulcan Materials Company, Geismar, Louisiana	40.500
5.Vulcan Materials Company, Wichita, Kansas	72.000

(Amonette, 2009)

Dengan melihat faktor-faktor di atas dan proyeksi berdasarkan perhitungan kenaikan impor kloroform per tahun, maka dipilih kapasitas rancangan produksi pada tahun 2017 sebesar 25.000 ton/tahun dengan harapan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan kloroform dalam negeri
2. Dapat mengurangi ketergantungan impor kloroform
3. Dapat mengekspor kloroform karena mengingat kebutuhan kloroform yang cukup besar di dunia.

### 1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik dibuat dengan perencanaan jangka panjang dengan mempertimbangkan berbagai faktor. Lokasi pabrik ditetapkan di daerah Cilegon, Banten dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut :

1. Sumber Bahan Baku

Proses pembuatan kloroform tergolong dalam proses pengurangan berat, maka pabrik didirikan di dekat sumber bahan baku. Bahan baku utama berupa aseton dan kaporit. Bahan baku aseton dari PT. Smartlab Indonesia di

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

---

Serpong, sedangkan bahan baku kaporit dapat diperoleh dari PT. Asahimas Chemical di Cilegon.

2. Pemasaran Produk

Pemasaran kloroform ini diutamakan untuk bahan baku pembuatan polimer, dimana pabrik polimer sedang berkembang di Indonesia terutama di Cilegon. Kloroform juga digunakan sebagai bahan baku fungisida dan fermisida yang dihasilkan oleh pabrik pupuk Kujang. Selain itu kawasan ini juga dekat dengan pelabuhan Cigading yang memudahkan dalam pemasaran ke luar Jawa maupun ke luar negeri.

3. Sarana Transportasi

Fasilitas transportasi di daerah ini cukup memadai. Untuk penyediaan bahan baku cukup dengan transportasi darat yaitu berada dekat dengan Jalan Raya Cilegon. Sedang untuk pemasaran produk di luar pulau Jawa maupun ke luar negeri menggunakan transportasi laut dimana telah tersedia pelabuhan Cigading yang didukung fasilitas yang memadai.

4. Fasilitas Air

Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga penyediaan utilitas utamanya air untuk proses dan pendingin tidak mengalami kesulitan karena dekat dengan aliran sungai Cidanau dan apabila tidak mencukupi, maka di kawasan industri Cilegon terdapat pabrik penyedia air yaitu PT. Krakatau Tirta Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 2.000 liter/detik. Dimana sekarang PT. Krakatau Tirta Indonesia menjadi penyedia air di Krakatau Stell Grup, PDAM (Perusahaan daerah Air Minum) Cilegon, dan PDAM Seran.

5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja untuk pabrik direkrut dari daerah Cilegon dan sekitarnya, dimana kepadatan penduduknya tinggi sehingga merupakan sumber tenaga kerja yang potensial.

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

---

6. Kemasyarakatan

Keadaan sosial masyarakat sudah terbiasa dengan lingkungan industri sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan mudah dan cepat.

7. Perijinan dan Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan kebijakan pemerintah mengenai pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja.

8. Pembuangan Limbah

Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat, cair dan gas. Limbah padat berupa  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{CaSO}_4$  diangkut dengan truk menuju tanah lapang yang selanjutnya akan dijual ke pabrik-pabrik yang berbahan dasar kalsium. Untuk limbah cair dikumpulkan dan diolah dalam unit sanitasi/bak sedimentasi dengan menggunakan lumpur aktif dan desinfektan Na-hipoklorit. Kemudian untuk menghindari pencemaran udara dari bahan-bahan buangan gas, maka dilakukan dibuat cerobong asap dengan ketinggian tertentu sebagai alat untuk pembuangan asap.

9. Energi

Penyediaan energi merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik diambil dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan dari generator yang telah ada dengan kapasitas 900 Kw.

10. Perpajakan

Pajak yang harus dibayarkan dapat lebih murah karena Cilegon merupakan kawasan industri sehingga pembayaran pajaknya lebih mudah.

11. Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi bisa lebih murah karena kawasan industri Cilegon berada di dekat pelabuhan (Pelabuhan Cigading) sehingga biaya pengangkutan alat ke lokasi dapat lebih mudah dan murah.



*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

## 1.4 Tinjauan Pustaka

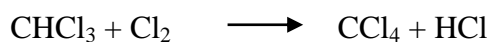
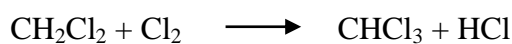
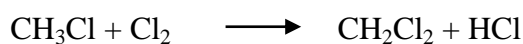
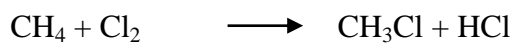
### 1.4.1 Macam-macam proses

Secara Umum kloroform dapat dibuat dengan empat cara yaitu :

#### 1. Klorinasi Metana

Proses klorinasi ini didasarkan pada reaksi klorinasi metana dengan bantuan katalis alumina. Bahan baku yang digunakan adalah metana dengan kemurnian tinggi. Adapun reaktor yang digunakan adalah reaktor *fixed bed* katalitik. Suhu reaksi adalah 275°C sampai 450°C.

Reaksi :



Kelebihan :

- Proses ini termasuk proses panas katalitik dimana suhu juga dapat sebagai katalis sehingga tidak perlu adanya regenerasi katalis.
- Yield yang dihasilkan cukup tinggi, yaitu sekitar 90-95%.

Kekurangan :

- Penggunaan reaktor *fixed bed* tersebut harus mempunyai konstruksi penyangga yang cukup kuat untuk menyangga katalis.
- Reaktor *fixed bed* tersebut harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap pembebasan panas, mengingat reaksi klorinasi adalah reaksi eksotermis tinggi, sehingga reaktor tersebut biayanya cukup mahal.
- Proses ini sensitif dengan adanya impuritas.

(Ketta & Cunningham., 1992)

#### 2. Klorinasi Fotokimia

Proses klorinasi dengan metode klorinasi fotokimia didasarkan pada reaksi klorinasi metana oleh aktivasi dari reaksi massa dengan radiasi sinar. Adapun pemisahan molekul klorin ( $\text{Cl}_2$ ) menjadi radikal Cl adalah dengan meradiasikan reaksi massa dengan sumber sinar yang mempunyai radiasi



*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

3000-5000 A. Bahan baku yang digunakan adalah metana dengan kemurnian tinggi. Yield proses ini adalah 90%. Adapun reaktor yang digunakan adalah reaktor fotokimia.

Keuntungan :

- Mengurangi impuritas pada klorometana yang dihasilkan

Kerugian :

- Penggunaan reaktor fotokimia harus terbuat dari permukaan kaca yang tahan terhadap pembebasan panas, mengingat reaksi klorinasi adalah reaksi eksotermis.
- Tingginya biaya pembuatan dan perawatan.
- Lebih sensitif terhadap impuritas pada umpan, karena terjadi terminasi pada reaksi rantai.
- Adanya masalah transmisi sinar menuju ke reaksi. Kotoran atau karbon pada permukaan kaca atau terkandung dalam kaca akan diserap sehingga akan mengurangi jumlah komponen yang serap, dan juga akan membuang energi.
- Reaktor membutuhkan energi yang cukup besar untuk menghasilkan radiasi sinar dengan kekuatan 3.000-5.000 A.
- Kapasitas per reaktor rendah.
- Sering terjadi akumulasi pada daerah reaktor sehingga dapat mengakibatkan ledakan.

(Ketta & Cunningham., 1992)

### 3. Reduksi Karbon Tetraklorida



Reduksi teratas dari karbon tetraklorida dengan etil alkohol akan menghasilkan kloroform. Reaksi terjadi pada reaktor dengan suhu 200°C selama 25 jam akan menghasilkan kloroform dalam jumlah kecil dan etil klorida. Radiasi ultraviolet pada karbon tetraklorida dengan alkohol menghasilkan kloroform dengan konversi tinggi, tetapi reaksi berjalan sangat lambat.

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

Kelebihan:

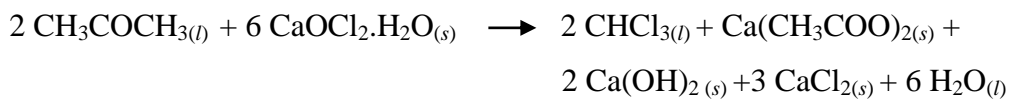
- Yield cukup tinggi yaitu sekitar 70-80%

Kekurangan :

- Reaksinya berjalan sangat lambat

(Faith & Keyes, 1959)

4. Reaksi Aseton Dengan Kaporit



Reaksi kaporit ( $\text{CaOCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) dengan aseton, asetaldehid, atau etil alkohol menghasilkan *crude* kloroform, dimana hasil reaksi dimurnikan dengan penambahan zat kimia dan distilasi. Aseton bereaksi dengan perbandingan 0,045 kg aseton : 0,453 kg kaporit, dan suhu reaksinya dijaga sekitar  $43,3^\circ\text{C}$  dengan menggunakan alat pendingin. Ketika aseton telah ditambahkan semuanya, suhunya dinaikkan menjadi  $56,7^\circ\text{C}$ . Kemudian secara perlahan-lahan suhunya dinaikkan menjadi  $65,5^\circ\text{C}$  dan kloroform mulai terbentuk.

Kelebihan :

- Proses reaksinya cukup sederhana dengan suhu operasi yang relatif rendah.
- Yield yang dihasilkan cukup tinggi, yaitu sekitar 86-91%.

Kekurangan :

- Prosesnya termasuk proses konvensional.
- Proses pembuatannya membutuhkan biaya yang cukup tinggi.

(Faith & Keyes, 1959)

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

### 1.4.2 Kegunaan Produk

Penggunaan kloroform dewasa ini antara lain :

- Sebagai bahan baku pada pembuatan *polytetraflouroetilene*
- Dalam bidang farmasi sebagai zat pengekstrak untuk penisillin
- Sebagai bahan baku fungisida dan germisida
- Dalam bidang kedokteran sebagai obat bius

### 1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia

#### 1.4.3.1 Bahan Baku

##### A. Bahan Baku Utama

##### 1. Aseton

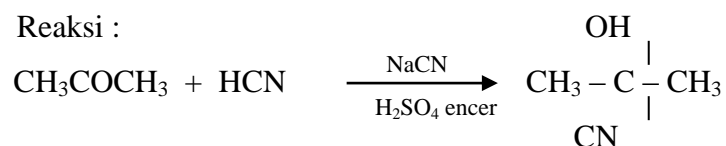
##### a. Sifat fisis :

Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>
Berat molekul	: 58,08 g/gmol
Wujud	: cairan tidak berwarna
Densitas	: 0,79 g/cm <sup>3</sup>
Titik leleh	: -94,9°C
Titik didih	: 56,53°C
Titik kritis	: 235,05°C
Viskositas	: 0,32 cp (20°C)
Larut dalam air dengan berbagai perbandingan	

(Kirk & Othmer, 1998)

##### b. Sifat kimia :

- Ketika aseton ditambah dengan hidrogen sianida dan juga ditambah dengan natrium sianida dan asam sulfat encer dalam proses reaksinya akan dapat menghasilkan aseton sianohidrin.



*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

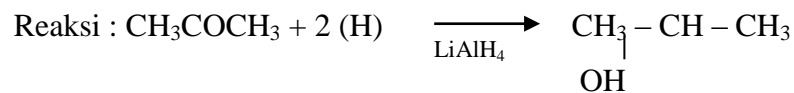
---

- Aseton jika direaksikan dengan iodin dan natrium hidroksida akan dapat menghasilkan iodoform.

Reaksi :



- Aseton dapat direduksi menjadi 2-propanol oleh reaksi dengan bantuan lithium aluminium hidrida.



(Kirk & Othmer, 1998)

## 2. Kaporit

### a. Sifat Fisis :

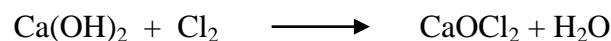
Rumus molekul	: $\text{CaOCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	: 145,01 g/gmol
Wujud	: serbuk putih
Densitas	: 2,35 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	: 100 °C (terdekomposisi)
Kelarutan dalam 100 mL air	: 21 g (20°C)
Bereaksi dengan air dan alkohol	

(Kirk & Othmer, 1998)

### b. Sifat Kimia :

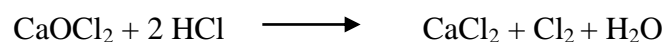
- Kaporit adalah produk hasil interaksi antara gas klorin dengan kalsium hidroksida pada suhu 40°C.

Reaksi :



- Kandungan  $\text{CaOCl}_2$  dalam kaporit direaksikan dengan asam klorida akan dapat menghasilkan kalsium klorida dan klorin.

Reaksi :

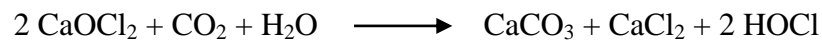


*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

- Kandungan  $\text{CaOCl}_2$  dalam kaporit direaksikan dengan  $\text{CO}_2$  dan air menghasilkan kalsium karbonat, asam hipoklorit, dan juga kalsium klorida.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1998)

## B. Bahan Pembantu

### 1. Asam Sulfat

#### a. Sifat Fisis :

Rumus molekul	: $\text{H}_2\text{SO}_4$
Berat molekul	: 98,08 g/gmol
Wujud	: cairan tidak berwarna
Densitas	: 1,84 g/cm <sup>3</sup>
Titik leleh	: 10°C
Titik didih	: 338°C
Titik kritis	: 654°C
Viskositas	: 26,7 cp (20°C)

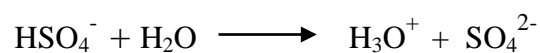
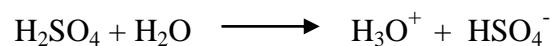
Larut dalam air dengan berbagai perbandingan

(Kirk & Othmer, 1998)

#### b. Sifat Kimia :

- Asam sulfat jika dimasukkan ke dalam air akan terjadi suatu reaksi hidrasi asam sulfat, dimana reaksi yang terjadi adalah pembentukan ion hidronium.

Reaksi :

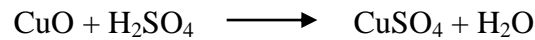


- Asam sulfat jika bereaksi dengan basa akan menghasilkan senyawa sulfat, misalnya tembaga (II) sulfat dibentuk dari reaksi antara tembaga (II) oksida dengan asam sulfat.

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

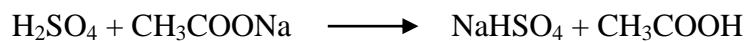
---

Reaksi :



- Asam sulfat juga dapat digunakan untuk mengasamkan garam dan menghasilkan asam yang lebih lemah. Reaksi antara natrium asetat dengan asam sulfat akan menghasilkan asam asetat dan natrium bisulfat.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1998)

## 2. Kalsium Oksida

### a. Sifat Fisis :

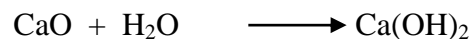
Rumus molekul	: CaO
Berat molekul	: 56,08 g/gmol
Wujud	: serbuk putih kekuningan
Densitas	: 3,35 g/mL
Titik lebur	: 2570°C
Titik didih	: 2850°C
<i>Specific gravity</i>	: 3,32
Kelarutan dalam air	: bereaksi

(Perry & Green, 1999)

### b. Sifat Kimia :

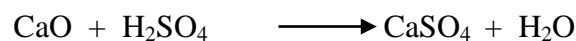
- Reaksi hidrasi CaO akan menghasilkan kalsium hidroksida.

Reaksi :



- Kalsium oksida dapat bereaksi dengan asam untuk menghasilkan garam kalsium, misalnya jika bereaksi dengan asam sulfat akan membentuk kalsium sulfat.

Reaksi :

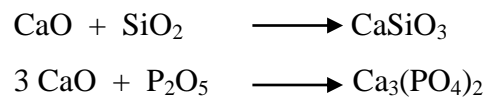


*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

- Kalsium oksida jika bereaksi dengan oksida asam seperti silikon dioksida dan fosfor pentaoksida akan membentuk kalsium silikat dan kalsium fosfat.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1998)

### 1.4.3.2 Produk

#### A. Produk Utama

##### 1. Kloroform

###### a. Sifat Fisis :

Rumus molekul	: CHCl <sub>3</sub>
Berat molekul	: 119,39 g/gmol
Wujud	: cairan bening
Titik didih	: 61,2°C
Titik leleh	: - 63,5°C
Densitas	: 1,48 gr/cm <sup>3</sup>
Suhu kritis	: 264 °C
<i>Specific gravity</i>	: 1,489
Viskositas	: 0,57 cp (20°C)
Kapasitas panas	: 0,234 kal/g.°C , pada 20°C
Tekanan kritis	: 53,8 atm
Suhu kritis	: 263°C
Kelarutan dalam 100 mL air	: 0,8 g (20°C)

(Ketta & Cunningham., 1992)

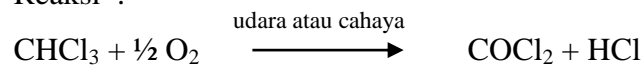
###### b. Sifat Kimia :

- Kloroform jika bereaksi dengan udara atau cahaya secara perlahan-lahan akan teroksidasi menjadi senyawa beracun *phosgene* (karbonil klorida).

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

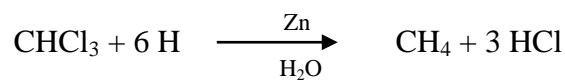
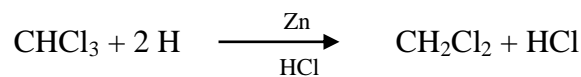
---

Reaksi :



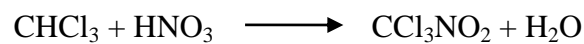
- Kloroform dapat direduksi dengan bantuan seng dan asam klorida untuk membentuk metilen klorida. Jika proses reduksi dilakukan dengan bantuan debu seng dan air akan dapat diperoleh metana.

Reaksi :



- Kloroform dapat bereaksi dengan asam nitrat pekat untuk membentuk nitro kloroform atau kloropikrin.

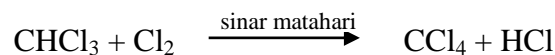
Reaksi :



Kloropikrin biasanya digunakan sebagai insektisida.

- Kloroform dapat mengalami proses klorinasi dengan klorin jika terkena sinar matahari dan menghasilkan karbon tetraklorida.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1998)

## **B. Produk Samping**

### 1. Kalsium Asetat

#### a. Sifat Fisis :

Rumus molekul	: $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
Berat molekul	: 158,17 g/gmol
Wujud	: padat berwarna putih
Densitas	: 1,6 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	: 160°C
Kelarutan dalam 100 mL air	: 34,7 g (20°C)

(Kirk & Othmer, 1998)



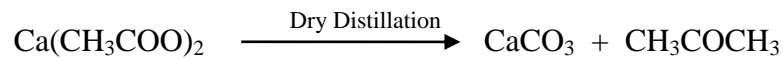
*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

b. Sifat Kimia :

- Jika dilakukan suatu proses distilasi kering terhadap kalsium asetat akan dapat menghasilkan kalsium karbonat dan aseton.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1998)

2. Kalsium Hidroksida

a. Sifat Fisis :

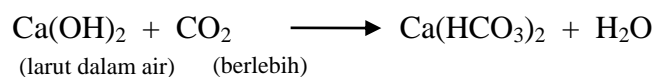
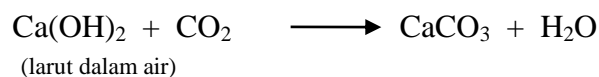
Rumus molekul	: Ca(OH) <sub>2</sub>
Berat molekul	: 74,1 g/gmol
Wujud	: bubuk putih
Titik lebur	: 580°C
Densitas	: 2,211 g/cm <sup>3</sup>
<i>Specific gravity</i>	: 2,2
Kelarutan dalam 100 mL air	: 0,17 g (20°C)

(Perry & Green, 1999)

b. Sifat Kimia :

- Ketika gas karbon dioksida bercampur dengan suatu kalsium hidroksida yang telah larut dalam air akan terbentuk kalsium karbonat. Jika gas karbon dioksida yang bercampur terlalu berlebihan tidak akan menghasilkan kalsium karbonat, tetapi akan membentuk kalsium bikarbonat.

Reaksi :

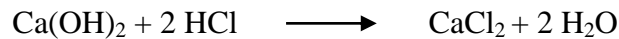


- Kalsium hidroksida dapat bereaksi dengan asam klorida menghasilkan kalsium klorida.

Reaksi :

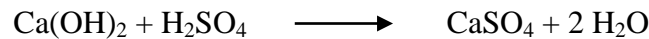
*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---



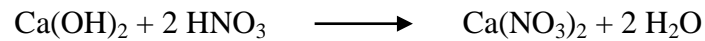
- Kalsium hidroksida jika bereaksi dengan asam sulfat akan membentuk kalsium sulfat.

Reaksi :



- Kalsium hidroksida jika bereaksi dengan asam nitrat akan membentuk kalsium nitrat.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1998)

### 3. Kalsium Klorida

#### a. Sifat Fisis :

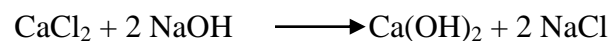
Rumus molekul	: $\text{CaCl}_2$
Berat molekul	: 110,98 g/gmol
Wujud	: padat berwarna putih
Densitas	: 2,15 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	: 772°C
Titik didih	: 193°C
Kelarutan dalam 100 mL air	: 74 gr (20°C)

(Kirk & Othmer, 1998)

#### b. Sifat Kimia :

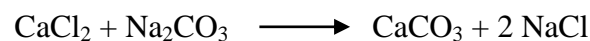
- Kalsium klorida jika bereaksi dengan natrium hidroksida akan membentuk kalsium hidroksida dan natrium klorida.

Reaksi :



- Kalsium klorida jika bereaksi dengan natrium karbonat akan membentuk kalsium karbonat dan natrium klorida.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1998)

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

4. Air

a. Sifat Fisis :

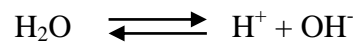
Rumus molekul	: H <sub>2</sub> O
Berat molekul	: 18,02 g/gmol
Wujud	: cairan tidak berwarna
Densitas	: 0,9982 g/cm <sup>3</sup>
Titik beku	: 0°C
Titik didih	: 100°C
Tekanan kritis	: 216,531 atm
Suhu kritis	: 373,98°C

(Perry & Green, 1999)

b. Sifat Kimia :

- Air merupakan elektrolit lemah yang mampu menghantarkan listrik karena terionisasi menjadi ion H<sup>+</sup> dan ion OH<sup>-</sup>.

Reaksi :



- Air dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa (hidrolisis garam).
- Air bersifat netral (pH = 7).
- Air merupakan jenis pelarut yang baik.
- Air merupakan senyawa kovalen polar.
- Air jika bereaksi dengan oksida logam akan membentuk hidroksida yang bersifat basa.
- Air jika bereaksi dengan oksida non logam akan membentuk asam.

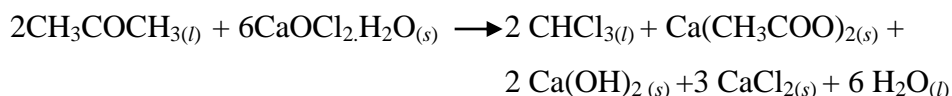
(Pudjaatmaka & Setiono, 1984)

*Prarancangan Pabrik Kloroform  
Dari Aseton dan Kaporit Kapasitas 25.000 ton/tahun*

---

#### 1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Proses pembuatan kloroform adalah mereaksikan aseton dengan kaporit, reaksinya sebagai berikut :



$$\Delta H = -305,634 \text{ KJ/mol}$$

Reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor *batch still* yang dilengkapi pengaduk dan koil pemanas. Perbandingan reaktan adalah 0,045 kg aseton : 0,453 kg kaporit. Reaksi terjadi pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm dengan reaksi berjalan eksotermis. Selain kloroform sebagai produk utama, didalam reaktor *batch still* juga menghasilkan kalsium asetat ( $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ), Kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), dan kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ).

Produk kloroform yang keluar reaktor *batch still* dimurnikan dengan memakai  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat yang berfungsi untuk mengikat air yang ada dalam produk. Penambahan asam sulfat pekat tersebut dilakukan di dalam *acidifier* untuk memisahkan produk dari asam sulfat dan air. Setelah dari *acidifier* masuk ke dekanter. Fase ringan dari dekanter tersebut dihasilkan produk kloroform dan sedikit asam sulfat. Untuk memisahkan asam sulfat tersebut perlu dilakukan dengan cara menambahkan kalsium oksida di dalam tangki netralisasi, karena kalsium oksida akan bercampur dengan asam sulfat membentuk kalsium sulfat. Setelah dari tangki netralisasi masuk ke *filter* 02 untuk memisahkan kalsium sulfat dengan kloroform. Hasil cair dari *filter* 02 berupa kloroform dimasukkan ke dalam menara distilasi untuk memurnikan kloroform tersebut hingga tingkat kemurnian mencapai 99%.

(Faith & Keyes, 1959)