



## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Macam – Macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan epiklorohidrin dapat dilakukan dengan beberapa cara atau proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula. Adapun proses yang dapat digunakan dalam pembuatan epiklorohidrin adalah:

1. Pembuatan epiklorohidrin dengan mereaksikan diklorohidrin dan natrium hidroksida
2. Pembuatan epiklorohidrin dari alil klorida
3. Pembuatan epiklorohidrin dari gliserol dan asam klorida

#### II.1.1 Pembuatan Epiklorohidrin dengan Mereaksikan Diklorohidrin dan Natrium Hidroksida

Pada proses ini, epiklorohidrin diproduksi dari reaksi antara diklorohidrin dan natrium hidroksida sehingga membentuk epiklorohidrin dan natrium klorida. Reaksi dijalankan dalam suatu Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Suhu reaksi yang terjadi di dalam reaktor pada kisaran suhu 40 – 90 °C dan reaksi dijalankan pada tekanan atmosferis (Patrick Gilbeau, 2010).

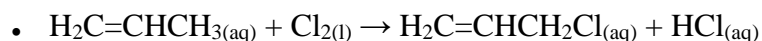
Reaksi:



Reaksi melibatkan 1064 gram 1,3-dichloro-2-propanol (8,25 mol) dengan menambahkan 1752 gram 18% w/w natrium hidroksida (7,9 mol) dengan waktu tinggal di dalam reaktor dalam rentang waktu 1 detik – 180 menit. Waktu tinggal dalam reaktor paling efektif dan banyak digunakan adalah 60 menit. Konversi yang terjadi sebesar 93,5% (Dirix *et al.*, 2015).

#### II.1.2 Pembuatan Epiklorohidrin dari Alil Klorida

Pembuatan epiklorohidrin dari alil klorida dengan tiga langkah reaksi utama, yaitu:





- $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{HOCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{ClCH}_2\text{CHClCH}_2\text{OH}_{(\text{aq})} + \text{ClCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{Cl}_{(\text{aq})}$
- $\text{ClCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{ClO}_{(\text{aq})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

Epiklorohidrin diproduksi dari klorohidrinasi alil klorida. Alil klorida diperoleh dengan kloronasi propena. Propena dipanaskan dan klorida diumpankan ke reaktor, dimana bereaksi pada suhu tinggi dan tekanan sedang. Alil klorida diperoleh dengan distilasi. Hidrogen klorida yang dihasilkan dapat diperoleh kembali dalam penyerap gas buang.

Alil klorida kemudian direaksikan dengan asam hipoklorit yang menghasilkan diklorohidrin (2,3-dikloro-1-propanol dan 1,3-dikloro-2-propanol). Setelah itu diklorohidrin direaksikan dalam reaktor tipe kolom dengan natrium hidroksida. Kondisi reaksi adalah 70 – 100 °C dan tekanan atmosfer. Hasil epiklorohidrin adalah 60% dan 65% terhadap propilena dan klorida yang diumpankan ke reaksi alil klorida (Faith, *et al.*, 1975).

### II.1.3 Pembuatan Epiklorohidrin dari Gliserol dan Asam Klorida

Pembuatan epiklorohidrin dari gliserol dan asam klorida terdiri dari 2 tahap utama, yaitu:

- Pembentukan diklorohidrin dari gliserol dan klorin
$$\text{OHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})_{(\text{l})} + 2\text{HCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{ClCH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_2\text{OH}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$
- Pembentukan epiklorohidrin dari diklorohidrin dan basa
$$\text{ClCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{ClCH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CHOH}_{(\text{aq})} + 2\text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_5\text{ClO}_{(\text{aq})} + 2\text{NaCl}_{(\text{aq})}$$

Reaksi dilakukan dalam dua reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang disusun seri. Reaksi dilakukan pada fase cair dimana reaktor pertama beroperasi pada tekanan rendah (1 – 4 bar) sedangkan reaktor kedua beroperasi pada tekanan sedang (5 – 20 bar) serta suhu pada masing-masing reaktor dijaga pada suhu 90 – 130 °C. Pada kedua reaktor digunakan kombinasi katalis berupa asam asetat 3% dan asam maleat 8% untuk memperoleh selektivitas tinggi dan waktu reaksi yang lebih singkat.



Hasil reaksi pada reaktor kedua yang berupa campuran uap-cair gliserol, HCl, kloropropanadiol dan sedikit diklorohidrin dialirkan pada vaporizer. Hasil uap yang kaya air dan HCl dialirkan pada kolom *recovery* deklorinasi, sedangkan hasil cairan tersisa dialirkan pada reaktor pertama sehingga dapat dikonversi menjadi diklorohidrin. Produk reaktor pertama kemudian dilewatkan pada rangkaian vaporizer untuk mengambil HCl yang terikut sebagai uap, sedangkan cairan menuju kolom *recovery* diklorohidrin. Hasil bawah yang berupa produk yang kaya akan kloropropanadiol sebagian besar dikembalikan pada reaktor pertama dan Sebagian dilakukan *purging* untuk membuang komponen berat.

Diklorohidrin yang dihasilkan kemudian dicampurkan dengan larutan NaOH sehingga terbentuk ECH dan garam. Reaksi pembentukan ECH dan pemisahan produk ECH dilakukan sekaligus dengan metode *reactive distillation*, sehingga dapat diperoleh produk berupa *crude* ECH pada sesi atas dan campuran diklorohidrin, garam klorida dan pengotor lain pada sesi bawah kolom. Hasil *crude* ECH ini perlu dimurnikan untuk memperoleh spesifikasi produk ECH yang diinginkan. Konversi diklorohidrin mencapai 99,2% (Cassarino *et al.*, 2009).

## II.2 Seleksi Proses

Dari ketiga proses maka dipilih proses pembuatan epiklorohidrin dengan mereaksikan diklorohidrin dan natrium hidroksida karena berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang mudah diperoleh
2. Peralatan yang dipakai lebih sedikit dan mudah didapat atau mudah dirancang di Indonesia
3. Proses yang digunakan lebih sederhana sehingga biaya proses lebih murah
4. Produk yang dihasilkan mempunyai konversi cukup tinggi, yaitu mencapai 93,5%
5. Produk samping yang dihasilkan adalah NaCl yang mempunyai banyak kegunaan



PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Epiklorohidrin dari Diklorohidrin dan Natrium Hidroksida”

Kondisi operasi tiap proses untuk menghasilkan epiklorohidrin berbeda-beda sehingga dilakukan perbandingan antara berbagai proses berdasarkan faktor teknis.

**Tabel II.1** Perbandingan antara Berbagai Proses berdasarkan Faktor Teknis

Spesifikasi	Proses 1	Proses 2	Proses 3
Reaktor	RATB (****)	<i>Reactive Distillation Reactor</i> (**)	2 RATB seri (****)
Jumlah reaksi	1 (****)	3 (**)	2 (***)
Fase reaksi	Cair (****)	Cair (****)	Cair (****)
Suhu (°C)	40 – 90 °C (****)	70 – 100 °C (***)	90 – 130 °C (**)
Tekanan	Atmosferik (****)	Atmosferik (****)	Reaktor I: 1 – 4 bar Reaktor II: 5 – 20 bar (**)
Konversi	93,5% (***)	60-65% (**)	99,2% (****)
Nilai	23	17	19

Keterangan:

Kurang = (\*)

Cukup = (\*\*)

Baik = (\*\*\*)

Sangat baik = (\*\*\*\*)

Dari tinjauan secara teknis, dapat disimpulkan bahwa proses yang paling baik adalah proses 1 yaitu proses pembentukan epiklorohidrin dengan mereaksikan



diklorohidrin dan natrium hidroksida dengan nilai pertimbangan pemilihan proses terbesar.

### II.3 Uraian Proses

Pada prarencana pabrik epiklorohidrin dapat dibagi menjadi 3 unit proses, yaitu:

1. Unit Pengendalian Bahan Baku
2. Unit Proses Epiklorohidrin
3. Unit Pemurnian Produk

#### II.3.1 Unit Pengendalian Bahan Baku

Proses persiapan bahan baku dalam industri epiklorohidrin diawali dengan mengalirkan NaOH 98% w/w menggunakan *screw conveyor* (J-112) dari silo (F-111) menuju *mixer-01* (M-110) untuk dilarutkan menjadi NaOH 18% w/w. Setelah itu larutan NaOH 18% w/w keluar dari *mixer* (M-110) dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 80 °C di *heater-01* (E-114) sebelum masuk reaktor alir tangki berpengaduk (R-210). Kemudian diklorohidrin dari tangki penyimpanan (F-211) dipanaskan di *heater-2* (E-213) sampai suhu 80 °C sebelum masuk reaktor alir tangki berpengaduk (R-210).

#### II.3.2 Unit Proses Epiklorohidrin

Reaksi pembentukan epiklorohidrin antara diklorohidrin dan natrium hidroksida terjadi pada suhu 80 °C dan tekanan 1 atm pada reaktor alir tangki berpengaduk (R-210). Di dalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut:



(Diklorohidrin) (Natrium Hidroksida) (Epiklorohidrin) (Natrium Klorida) (Air)

Reaksi dehidrokloronasi di atas bersifat *irreversible*. Reaksi yang terjadi juga merupakan reaksi yang bersifat endotermis, sehingga untuk menjaga suhu reaksi reaktor pada suhu reaksi yang ditetapkan maka reaktor perlu dilengkapi dengan pemanas. Konversi optimum yang dihasilkan dari reaksi ini sebesar 93,5% w/w, terhadap NaOH.



### II.3.3 Unit Pemurnian Produk

Produk keluar reaktor berupa air, natrium klorida, natrium hidroksida, diklorohidrin, dan epiklorohidrin. Selanjutnya, produk keluaran reaktor tersebut didinginkan terlebih dahulu di *cooler* (E-215) sampai suhu 65 °C sebelum dipompakan menuju dekanter (H-220) untuk dipisahkan fase berat dan fase ringannya yang ditentukan dari densitas masing-masing fase. Fase berat yang terdiri dari natrium hidroksida, natrium klorida, sedikit diklorohidrin dan sedikit epiklorohidrin dan sebagian air didinginkan terlebih dahulu di *cooler* (E-222) untuk dipompakan menuju Unit Pengolahan Lanjut (UPL). Sedangkan fase ringan yang terdiri dari sebagian besar diklorohidrin dan epiklorohidrin dan sedikit air dipanaskan terlebih dahulu di *heater* (E-224) sampai suhu 85 °C sebelum dipompakan menuju evaporator (V-310) untuk memisahkan air dari campurannya. Dalam evaporator, campuran dipanaskan hingga suhu 110°C untuk menguapkan seluruh air yang ada di dalam campuran. Hasil atas evaporator (V-310) berupa uap air dialirkan menuju Unit Pengolahan Lanjut (UPL). Sedangkan hasil bawah evaporator (V-310) berupa diklorohidrin dan epiklorohidrin dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *heater-4* (E-313) dari suhu 110 °C menjadi 168 °C sebelum dialirkan ke menara distilasi (D-410). Terjadi pemisahan antara diklorohidrin dan epiklorohidrin di menara distilasi (D-410), dimana produk distilat berupa epiklorohidrin dan produk bottom berupa diklorohidrin. Produk distilat terkondensasi di kondensor (E-414) sebelum dialirkan menuju tangki penyimpanan epiklorohidrin (F-420). Sedangkan produk bottom didinginkan di *cooler-4* (E-412) sebelum dialirkan menuju Unit Pengolahan Lanjut (UPL).