

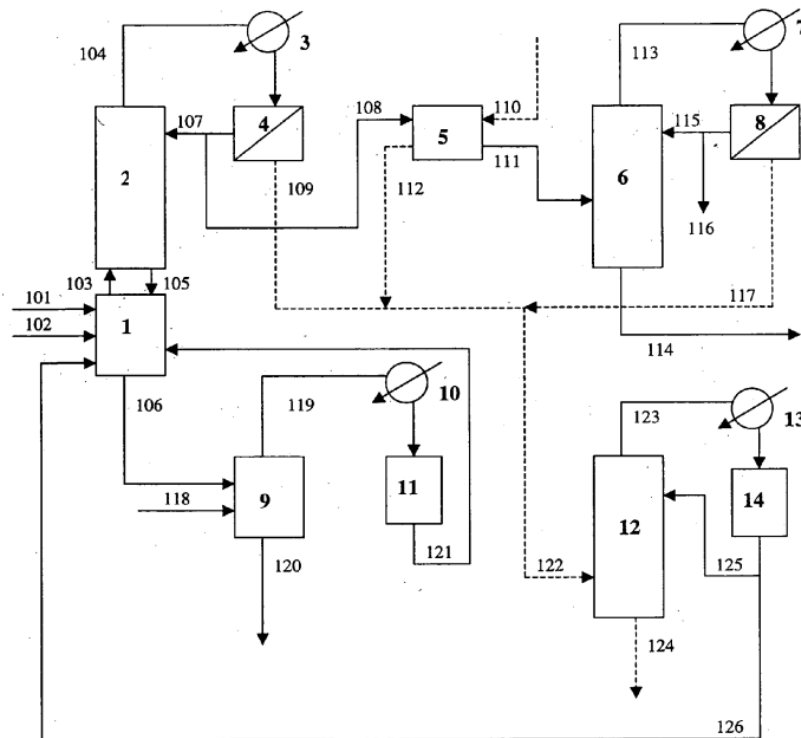
BAB II
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Proses pembuatan etil akrilat didasarkan pada bahan baku yang digunakan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Proses Esterifikasi dari Asam Akrilat dan Etanol
2. Proses Esterifikasi dari Etilen
3. Proses Reppe

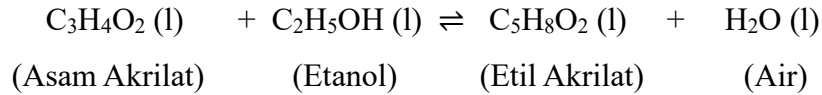
II.1.1 Proses Esterifikasi dari Asam Akrilat dan Etanol



Gambar II.1 Proses Esterifikasi

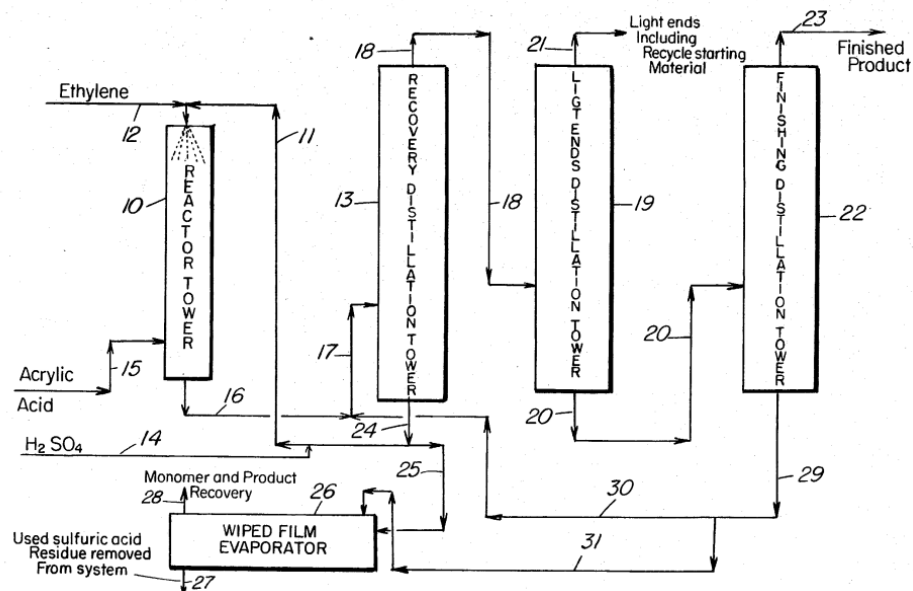
Etil akrilat pada proses ini diperoleh dari reaksi esterifikasi antara asam akrilat dan etanol. Katalis yang digunakan dapat berupa asam sulfat (katalis homogen) atau resin penukar ion (katalis heterogen), dimana reaktor yang digunakan adalah reaktor CSTR (*continuous stirred tank reactor*). Kondisi reaktor

saat reaksi esterifikasi dijaga pada temperatur 85-105°C dan tekanan 0.29-0.42 atm. Pada reaktor, terjadi reaksi esterifikasi berupa :



Proses ini berlangsung secara kontinyu, reaktor secara terus menerus mengkonversi asam akrilat dan etanol menjadi etil akrilat dan secara bersamaan hasil dari reaktor yang berisi campuran dari etil akrilat, sisa etanol dan asam akrilat yang tidak terkonversi disalurkan menuju kolom distilasi untuk dimurnikan hingga diperoleh etil akrilat dengan kemurnian $\geq 99,5\%$. Proses ini memiliki persentase yield sebesar $\geq 95\%$ dengan tingkat konversi asam akrilat sebesar $\geq 90\%$. Asam akrilat dan etanol yang tidak terkonversi akan dimurnikan untuk recycle menuju reaktor esterifikasi (US Patent 0107629A1, 2005, Hal. 1-2). Proses ini juga dapat terjadi pada kondisi 1 atm dengan suhu 65-75 °C, untuk konversi reaksi paling rendah berada pada 85% yang dapat ditingkatkan dengan melakukan variasi reaktan etanol berlebih serta penggunaan katalis asam sulfat dengan memanfaatkan reaktor CSTR (Jyoti, 2016).

II.1.2 Proses Esterifikasi dari Etilen



Gambar II.2 Proses Pembuatan Etil Akrilat dari Etilen

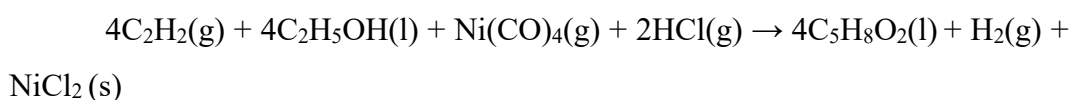


PRA RENCANA PABRIK “Pabrik Etil Akrilat dari Asam Akrilat dan Etanol Melalui Proses Esterifikasi”

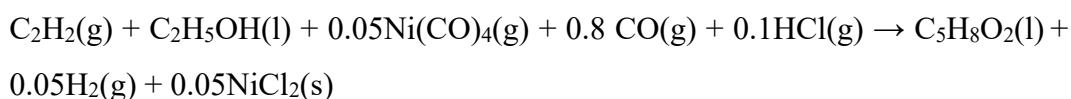
Proses ini merupakan reaksi esterifikasi yang melibatkan etilena dengan asam akrilat, disertai dengan bantuan katalis asam sulfat. Proses ini berlangsung dengan kondisi operasi reaktor pada suhu 100-150°C dan tekanan 9.85-14.6 atm. Etilen yang masuk ke reaktor bereaksi terlebih dahulu dengan asam sulfat dan membentuk beberapa garam sulfat seperti etil hidrogen sulfat. Garam sulfat yang terbentuk ini kemudian bereaksi dengan asam akrilat dengan bantuan pengaduk dan menghasilkan etil akrilat. Hasil dari reaktor dipompa menuju kolom distilasi, dimana produk *overhead* berisikan sisa etilen tidak bereaksi yang akan di *recycle*, sedangkan produk *bottom* berisi etil akrilat yang disalurkan ke menara distilasi akhir untuk diperoleh produk etil akrilat dengan kemurnian $\geq 95\%$. Proses ini menggunakan inovasi baru berupa *wiped film evaporator* untuk memisahkan sisa asam sulfat dalam produk sehingga meningkatkan *recovery* produk (US Patent 449053, 1984, Hal. 1-8).

II.1.3 Proses Reppe

Proses ini ditemukan oleh Walter Reppe, dimana produksi etil akrilat dapat dilakukan dengan mereaksikan asetilena, air atau alkohol, dan nikel karbonil. Proses ini bergantung pada rasio stoikiometri dari asetilena dengan nikel karbonil, reaksi nya berupa :



Reaksi ini kemudian dimodifikasi oleh Rohm dan Haas menjadi proses semikatalis, dimana 60-80% sumber karbon monoksida diperoleh dari umpan lain dan sisanya menggunakan nikel karbonil, dengan reaksi berupa :



Stoikiometri dan reaksi katalitik berlangsung secara bersamaan, proses dimulai dengan jumlah secara stoikiometri, kemudian reaksi katalitik yang melibatkan karbon monoksida, asetilena, dan alkohol berlebih akan menghasilkan lebih banyak etil akrilat. Proses ini menggunakan reaktor berpengaduk yang disertai dengan resirkulasi cairan. Reaksi ini berlangsung pada tekanan atmosfer dengan



PRA RENCANA PABRIK “Pabrik Etil Akrilat dari Asam Akrilat dan Etanol Melalui Proses Esterifikasi”

temperatur sebesar 40°C, hasil dari reaktor dimurnikan dengan distilasi bertekanan rendah dengan yield 80% (Kirk-Othmer, 1991).

II.2 Seleksi Proses

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Etil Akrilat

Parameter	Macam Proses		
	Esterifikasi dengan Etanol	Esterifikasi dengan Etilen	Reppe
Bahan Baku	Asam Akrilat dan Etanol	Etilen dan Asam Akrilat	Asetilen, Alkohol atau Air, dan asam klorida
Katalis	Asam sulfat atau resin penukar ion	Asam sulfat	Nikel Karbonil
Kondisi Operasi	Temperatur 65-105°C dengan tekanan 0.29-1 atm	Temperatur 100-150°C dengan tekanan 9.85-14.6 atm	Temperatur 40°C dengan tekanan mendekati atmosferik
Reaktor	CSTR atau <i>Fixed Bed Reactor</i>	CSTR	Reaktor berpengaduk dengan resirkulasi cairan
Separasi Produk	Sulit karena terbentuk azeotrope air-etanol	Mudah karena tidak membentuk air	Mudah karena tidak membentuk air
Yield	95%	95%	80%
Konversi	85 - 90%	86,8%	80%
Kelebihan	a. Memiliki tingkat konversi dan yield yang tinggi b. Bahan baku mudah didapatkan	a. Pemisahan produk mudah karena tidak membentuk azeotrop b. Memiliki yield yang tinggi	a. Pemisahan produk mudah karena tidak membentuk azeotrope b. Beroperasi pada suhu rendah
Kekurangan	a. Membentuk azeotrope b. Penggunaan asam sulfat dapat menimbulkan korosi	a. Menggunakan temperatur dan tekanan proses yang tinggi b. Bahan etilen tidak ramah lingkungan	a. Menggunakan bahan baku serta katalis yang mahal dan berbahaya b. Memiliki Tingkat konversi dan



PRA RENCANA PABRIK “Pabrik Etil Akrilat dari Asam Akrilat dan Etanol Melalui Proses Esterifikasi”

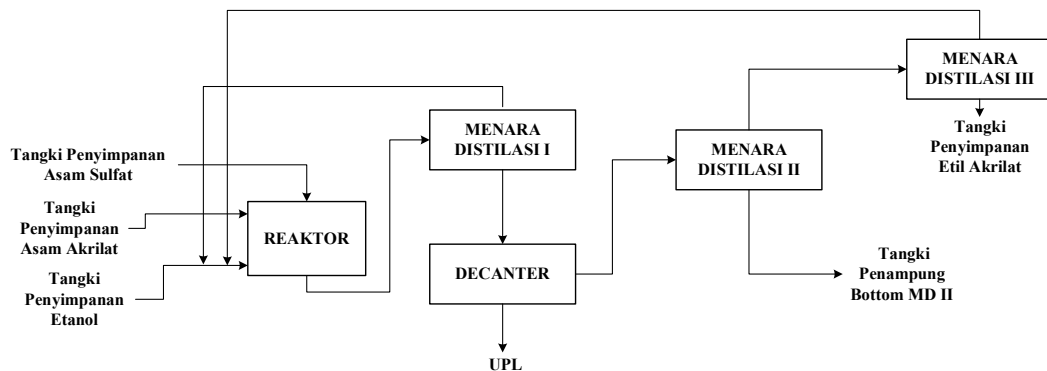
			yield yang rendah
--	--	--	-------------------

Sumber : (US Patent, 1967), (US Patent, 1984), (US Patent 1985), (Jyoti, 2016), dan (Kirk-Othmer, 1991)

Berdasarkan data perbandingan proses pembuatan etil akrilat di tabel, proses yang dipilih adalah proses Esterifikasi. Pemilihan proses tersebut didasarkan atas beberapa pertimbangan, antara lain:

1. Bahan baku lebih aman dan mudah didapat di dalam negeri.
2. Yield yang dihasilkan cukup tinggi yaitu mencapai angka 95% dan memenuhi target pasar dengan kemurnian etil akrilat mencapai 99,5%
3. Proses dapat diatur dengan suhu dan tekanan yang optimal sehingga dapat membantu mengurangi konsumsi energi yang diperlukan untuk mempertahankan kondisi reaksi yang tepat.
4. Bahan baku dapat di recycle, sehingga dapat menghemat biaya bahan baku tiap tahunnya

II.3 Flowsheet Dasar



Gambar II.3 Blok Diagram Pembuatan Etil Akrilat dengan Proses Esterifikasi

II.4 Uraian Proses

Pembuatan etil akrilat dengan bahan baku berupa asam akrilat yang diperoleh dari PT Nippon Shokubai Indonesia dengan kemurnian sebesar 99,7%. Etanol diperoleh dari PT Indolampung Distillery dengan kemurnian sebesar 96,5% dan katalis Asam Sulfat dengan kemurnian 98% yang diperoleh dari PT Timuraya



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Etil Akrilat dari Asam Akrilat dan Etanol Melalui Proses Esterifikasi”

Tunggal. Proses ini diawali dengan memompa asam akrilat dan etanol dengan rasio mol 1:2 menuju reaktor CSTR. Pada reaktor juga dilakukan penambahan asam sulfat sebagai katalis sejumlah 4% dari berat reaktan.

Reaksi esterifikasi yang terjadi di dalam reaktor merupakan reaksi eksotermis. Sebelum masuk reaktor, tiap bahan baku di preheater terlebih dahulu untuk mencapai suhu 75°C. Tekanan yang digunakan dalam reaktor yaitu tekanan 1 atm. Keluaran reaksi berupa campuran etil akrilat, etanol yang tidak bereaksi, asam akrilat yang tidak terkonversi, air, dan katalis asam sulfat. Produk tersebut dipompa menuju kolom distilasi 1 untuk memisahkan komponen berat seperti asam akrilat dan sebagian besar air dari campuran etil akrilat dan etanol. Asam akrilat memiliki titik didih paling tinggi sehingga cenderung keluar sebagai aliran bottom, sedangkan etil akrilat dan etanol lebih banyak terdistribusi ke distilat.

Pada kolom distilasi 1, tekanan terjadi pada 1 atm dengan suhu operasi 92-100°C. Distilat yang diperoleh dari KD1 direcycle, sedangkan produk bottom yang kaya akan etil akrilat di pompa menuju decanter. Pada decanter terjadi pemisahan fase organik yang kaya akan etil akrilat dan sebagian air, asam akrilat, serta etanol. Fase lainnya berupa fase aqueous yang dominan asam sulfat, air, dengan sebagian etanol dan asam akrilat, serta etil akrilat yang larut terbatas. Fase organik decanter dipompa menuju heater untuk preheating sebelum masuk kolom distilasi 2, sedangkan fase aqueous dipompa menuju unit pengolahan limbah.

Pada kolom distilasi 2 digunakan untuk memisahkan etanol dari etil akrilat. Karena etanol memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan etil akrilat, etanol lebih mudah menguap dan keluar sebagai produk atas, sedangkan etil akrilat terkonsentrasi pada produk bawah. Distilat yang diperoleh akan dialirkan ke kolom distilasi 3 setelah dikondensasi, sedangkan bottom kemudian dipompa menuju tangki penampungan untuk memungkinkan regenerasi dan recovery di masa mendatang sebelum direcycle kembali ke proses. Selanjutnya pada kolom distilasi 3, dilakukan pemurnian produk etil akrilat dari etanol, dimana etanol menjadi distilat yang kemudian di recycle sebagai reaktan. Etil akrilat menjadi produk bottom yang memiliki kemurnian 99%, lalu produk ini dipompa menuju tangki penyimpanan produk setelah melalui pendinginan.