



PRA RANCANGAN PABRIK
PABRIK ETIL ASETAT DARI ETIL ALKOHOL DAN ASAM
ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI

BAB II

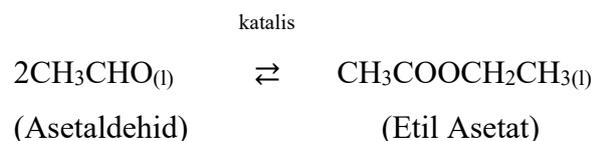
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

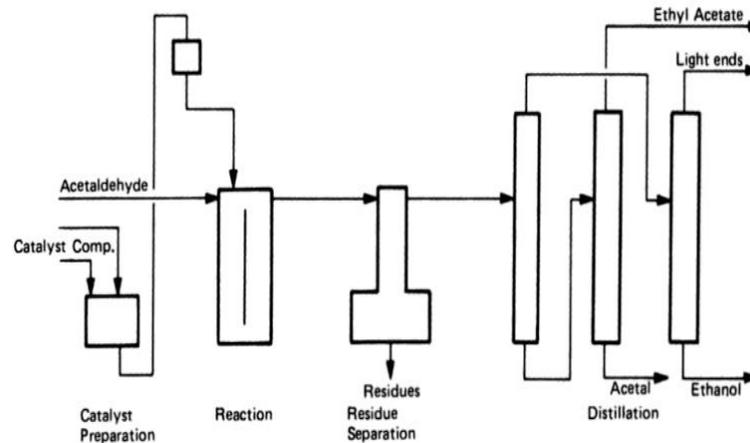
II.1 Macam-Macam Proses

Etil asetat dapat diperoleh sebagai produk komersil melalui beberapa proses. Beberapa macam proses pembuatan etil asetat diantaranya:

1. Proses Tischenco

Reaksi Tischenco digunakan untuk memproduksi ester campuran dari akrialdehida dan isobutiraldehida dengan memaksimalkan produksi etil asetat, isobutil asetat dan isobutil isobutirat, serta meminimalkan produk yang tidak diinginkan seperti etil isobutirat. Proses ini berkaitan dengan sintesis dan pemulihan ester campuran dari aldehida campuran (US Patent 3,714,236, 1973). Proses Tischenco merupakan proses produksi utama dalam pembuatan etil asetat. Proses ini pertama kali dikembangkan oleh Tischenco. Proses tischenco pertama kali dikembangkan pada industri di Eropa dalam kurun waktu satu setengah abad. Konversi yang dihasilkan dari proses ini sebesar 61% dengan menggunakan bahan baku asetaldehid dan bahan pendukung katalis alumina etoksida yang beroperasi di suhu -20°C dan tekanan 1 atm. Reaksi tischenco berlangsung reversibel, dapat dituliskan sebagai berikut :





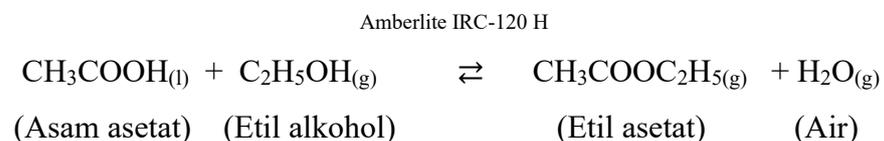
Gambar II. 1 Proses Tischenco

(US Patent 3,714,236, 1973)

2. Proses Esterifikasi

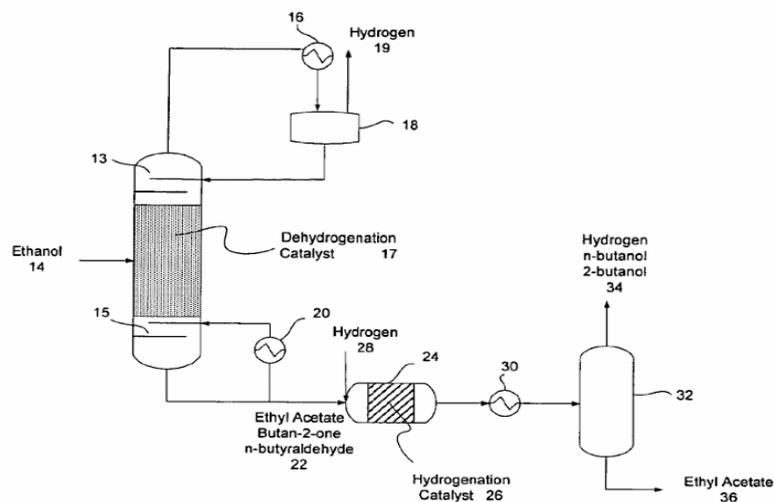
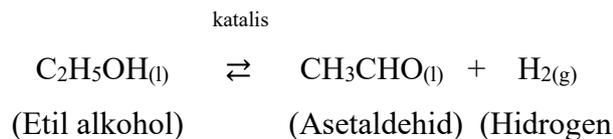
A. Katalis Heterogen

Proses esterifikasi merupakan proses konvensional dalam pembuatan etil asetat. Proses esterifikasi dalam industri dapat dilakukan secara kontinyu maupun batch. Pemilihan kedua macam proses tersebut tergantung pada kapasitas produksinya. Proses ini melibatkan pencampuran antara etil alkohol dan asam asetat dengan bantuan katalis Amberlite IRC-120 H. Reaksi esterifikasi berlangsung reversibel, dimana didapatkan konversi etil alkohol sebesar 96%. Kondisi operasi pada proses ini dijalankan di suhu 110°C. Reaksi yang terjadi pada proses esterifikasi :



3. Proses Dehidrogenasi dan Dimerisasi

Proses dehidrogenasi dan dimerisasi pada pembuatan etil asetat diproduksi dengan menggunakan bahan baku berupa etil alkohol. Proses ini dilakukan di dalam *Reactive Distillation Column (RDC)* dengan kondisi operasi di suhu 211°C dan tekanan 20 atm. Proses dehidrogenasi dan dimerisasi menggunakan bahan baku pendukung untuk mempercepat reaksi menggunakan katalis CuO/ZnO/Al₂O₃. Pada proses dehidrogenasi akan terbentuk asetaldehid dan hidrogen. Sedangkan pada proses dimerisasi, etil alkohol akan bereaksi dengan asetaldehid membentuk etil asetat dan hidrogen. Pada proses ini didapatkan konversi etil asetat sebesar 98,5%. Reaksi yang berlangsung selama proses dehidrogenasi dan dimerisasi bersifat reversibel :



Gambar II. 4 Proses Dehidrogenasi dan Dimerisasi

(US Patent 9,447,018 B2, 2016)



PRA RANCANGAN PABRIK
PABRIK ETIL ASETAT DARI ETIL ALKOHOL DAN ASAM
ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI

II.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan macam-macam proses produksi etil asetat, dapat diperoleh beberapa perbandingan dari beberapa proses yang ditampilkan pada Tabel II.1

Tabel II. 1 Perbandingan Macam Proses Produksi Etil Asetat

Parameter	Proses			
	Tischenco	Esterifikasi (Katalis Heterogen)	Esterifikasi (Katalis Homogen)	Dehidrogenasi dan Dimerisasi
Bahan baku	Aldehid	Etil Alkohol dan Asam Asetat	Etil Alkohol dan Asam Asetat	Etil Alkohol
Katalis	Alumina etoksida	Amberlite IRC- 120 H ⁺	Asam Sulfat	CuO/ZnO/Al ₂ O ₃
Suhu operasi	-20°C	110°C	80-100°C	211°C
Tekanan operasi	1 atm	1 atm	1 atm	20 atm
Produk samping	-	Air	Air	Hidrogen
Konversi	61%	96%	67%	98%
Biaya operasi	Tinggi (diperlukan alat khusus untuk pemisahan,	Relatif kecil (karena alat yang digunakan sedikit, bahan mudah	Sedang (bahan mudah diperoleh dan relatif murah, butuh	Tinggi (diperlukan alat khusus yang beroperasi di



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETIL ASETAT DARI ETIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI

	subtrat dan katalis yang mahal)	diperoleh, dan tidak menyebabkan korosi pada alat)	tambahan alat relatif banyak untuk pemurnian produk)	suhu dan tekanan ekstrem)
--	---------------------------------	--	--	---------------------------

Dari beberapa pertimbangan diatas dipilih proses esterifikasi dengan menggunakan katalis padat yaitu Amberlite IRC-120 H⁺ karena:

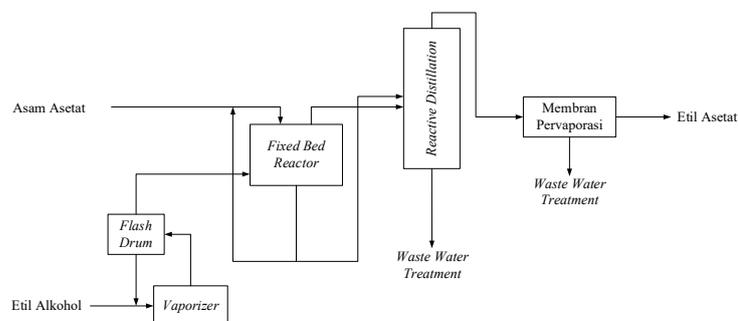
1. Ketersediaan bahan baku di pasar cukup banyak.
2. Konversi yang dihasilkan tinggi yaitu 96%.
3. Penambahan alat yang relatif sedikit untuk memurnikan produk hingga 99%.
4. Memungkinkan digunakan dalam proses produksi skala besar.
5. Bekerja pada kondisi operasi yang sedang, yaitu suhu 110°C.
6. Biaya operasi yang dibutuhkan relatif kecil.

II.3 Uraian Proses

Pada pra rencana pabrik ini, dibagi menjadi tiga unit yaitu:

1. Unit Pre-Reaction, kode unit: 100
2. Unit Reaction-Separation, kode unit: 200
3. Unit Separation, kode unit: 300

Adapun diagram alir dari proses pembuatan etil asetat dengan proses esterifikasi yaitu sebagai berikut:



Gambar II. 5 Blok Diagram Alir Produksi Etil Asetat Proses Esterifikasi



PRA RANCANGAN PABRIK

PABRIK ETIL ASETAT DARI ETIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI

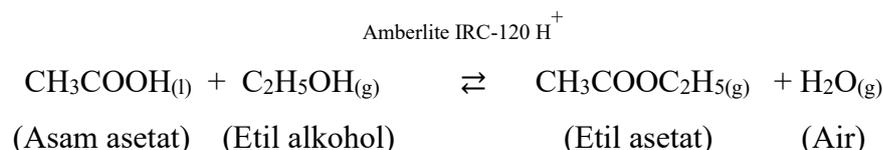
Proses produksi etil asetat dari etil alkohol dan asam asetat dengan katalis Amberlite IRC-120 H⁺. Proses pengolahan sampai produk akhir melewati beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap Pre-Reaction

Bahan baku etil alkohol 99% dan asam asetat 99% disimpan pada tangki penyimpanan (F-110) dan (F-120) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dalam fase cair. Dari tangki penyimpanan (F-120) akan dialirkan asam asetat menuju *heater* (E-121) untuk dipanaskan menjadi 110°C untuk mempercepat reaksi. Kemudian dialirkan menuju *Fixed Bed Reactor* (R-210) dan bercampur dengan *recycle* asam asetat dari *Fixed Bed Reactor* (R-210). Etil alkohol akan dipompa menuju *Vaporizer* (V-130) untuk diubah fasa menjadi uap. *Vaporizer* (V-130) berjalan pada kondisi operasi suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Kemudian uap dialirkan menuju *Flash Drum* (H-140) dengan kondisi operasi tekanan 0,7 atm dan suhu 80°C, untuk memisahkan uap yang masih mengandung liquid, liquid akan *directly* kembali ke *Vaporizer* (V-130), dimana penurunan tekanan *Flash Drum* (H-140) dilakukan oleh *Jet Ejector* (G-141) dan uap yang bebas dari liquid kemudian akan dialirkan dengan *Compressor* (G-142) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 1,1 atm untuk mendorong uap dari bagian atas *Fixed Bed Reactor* (R-210) dan menyesuaikan kondisi operasi dari *Fixed Bed Reactor* (R-210). Rasio mol dari asam asetat/etil alkohol yaitu 1,5.

2. Tahap Reaction-Separation

Feed yang masuk ke *Fixed Bed Reactor* (R-210) yaitu asam asetat (cair), etil alkohol (gas), dan air (gas). Reaktan harus berdifusi terlebih dahulu sebelum mengenai permukaan katalis. *Fixed Bed Reactor* (R-210) dijaga kondisi operasinya pada suhu 110 °C dan tekanan 1 atm supaya asam asetat dalam fasa cair dan etil alkohol serta air dalam fase gas. Konversi dari etil alkohol sebesar 96%. Berikut reaksi yang terjadi:





PRA RANCANGAN PABRIK

PABRIK ETIL ASETAT DARI ETIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI

Asam asetat yang belum habis bereaksi akan *direcycle* ke *Fixed Bed Reactor* (R-210) dan hasil reaksi berupa etil asetat, air dan etanol yang belum habis bereaksi dalam fasa gas akan dialirkan menggunakan *Blower* (G-211) menuju *Reactive Distillation* (D-220) yang sebelumnya diturunkan suhunya menggunakan *Heater* (E-212) dan (E-214) menjadi 87,5 °C.

Pada *Reactive Distillation* (D-220) akan dilakukan reaksi lanjutan sehingga etanol habis bereaksi. Asam asetat keluaran *Fixed Bed Reactor* (R-210) *excess* 50% dialirkan menuju bagian top *Reactive Distillation* (D-220) namun tidak terlalu atas (dekat dengan bagian zona reaksi) untuk direaksikan kembali. Campuran etil asetat, etil alkohol, dan air masuk ke bagian *bottom Reactive Distillation* (D-220) dekat dengan bagian zona reaksi. Pada zona reaksi terdapat katalis yang sama seperti di *Fixed Bed Reactor* (R-210) yaitu Amberlite IRC-120 H⁺. Asam asetat (cair) akan bereaksi dengan etil alkohol (gas) membentuk etil asetat dan air dalam fasa gas. Asam asetat yang belum habis bereaksi akan menuju ke kolom *stripping* untuk dipisahkan komponen yang volatilitasnya lebih tinggi yaitu air akan dipanaskan dengan *Reboiler* (E-223) pada suhu 100,3 °C dan tekanan 1 atm. Kemudian asam asetat dan air menjadi produk bottom akan dibuang menuju *Waste Water Treatment*. Hasil reaksi berupa etil asetat dan air dari *Fixed Bed Reactor* (R-210) dan zona reaksi *Reactive Distillation* (D-220) akan diuapkan menuju kolom *rectifying* pada suhu 84,3°C dan tekanan 1 atm untuk dipisahkan komponen yang lebih volatil akan menuju ke kondensor (E-221) untuk dikondensasi pada suhu 60 °C kemudian masuk *Accumulator* (F-222). Liquid sebagian akan *direflux* dan sebagian akan dialirkan menuju Membran Pervaporasi (H-310).

3. Tahap Separation

Feed berupa etil asetat akan dipisahkan dari air menggunakan membran *poly vinyl alcohol* (PVA). Membran tersebut dipilih karena selektif terhadap air, sehingga etil asetat akan tertahan di lapisan atas membran dan air akan lolos ke bawah lapisan membran. Lapisan bawah yang melewati membran kemudian akan menguap karena adanya perbedaan tekanan yang diciptakan oleh *Vacuum*



PRA RANCANGAN PABRIK

PABRIK ETIL ASETAT DARI ETIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI

Pump (G-312) yang akan menarik uap air keluar dari membran dan kemudian dikondensasi dengan Kondensor (E-311) menuju ke *Waste Water Treatment*, sementara uap air yang tidak terkondensasi akan keluar sebagai residu ke lingkungan. Setelah itu produk etil asetat 99% akan didinginkan dengan *Cooler* (E-314) sampai suhu 30 °C dan dipompa menuju tangki penyimpanan produk (F-410).