



BAB II

URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

N-butil oleat merupakan ester dari asam organik yang tidak larut dalam air, sehingga berwarna dan sedikit berbau. Reaksi esterifikasi antara alkohol dan asam dibedakan menjadi beberapa macam

II.1.1 Esterifikasi Fase Cair dengan Katalisator H_2SO_4

Katalisator H_2SO_4 lebih disukai pemakaiannya dalam industri karena biaya yang relatif murah dengan kondisi operasi suhu 80-150°C dan tekanan atmosferis, konversi mencapai 99%, mempunyai keaktifan tinggi, dan mudah didapat kembali setelah reaksi. Kelemahannya adalah adanya kemungkinan reaksi polimerisasi pada kondisi yang tidak sesuai (Othmer and Rao, 1950).

II.1.2 Esterifikasi Fase Cair dengan Katalisator HCL

Katalisator HCl secara luas banyak digunakan dalam industri. Katalisator HCl mempunyai sifat korosif yang tinggi, sehingga dibutuhkan alat-alat proses yang relatif mahal. Secara ekonomis, penggunaan katalisator HCl dalam industri kurang menguntungkan karena konversi yang dihasilkan hanya mencapai 50-70% dengan kondisi operasi suhu 70-120°C dan tekanan atmosferis, disamping itu penggunaan katalisator HCl akan menyebabkan reaksi samping alkil klorida (Mc Ketta, 1977). c. Esterifikasi dengan katalis pada.

II.1.3 Esterifikasi Fase Cair dengan Katalisator Padat (H-Zeolit)

Esterifikasi asam oleat dan butanol dapat menggunakan katalis padat. Katalis yang digunakan berupa H-Zeolite dengan suhu reaksi 108-112°C waktu reaksi 6 jam



PRA RANCANGAN PABRIK
“Butil Oleat dari Butanol dan Asam Oleat dengan Proses Esterifikasi dan Katalis Asam Sulfat”

dengan konversi sebesar 69,51%. Penggunaan katalis padat memudahkan pemisahan karena tidak perlu dilewatkan pada netralizer (Rindanda, 2015). Asam oleat dan butanol dengan rasio molar 1:12 direaksikan menggunakan katalis H-Zeolit selama 12 jam disertai proses pengadukan. Komposisi katalis H-Zeolit yang digunakan sebesar 15% dengan suhu reaksi 108-112 oC. Hasil konversi yang dihasilkan dalam pembetulan asam oleat dengan proses ini yaitu 76,73% (Selly, 2015).

Tabel II.1 Macam-Macam Proses Esterifikasi

| Parameter | Macam proses Esterifikasi | | | |
|-----------------|---|--|------------------------------------|-------------------------------|
| | Katalisator H_2SO_4 | Katalisator HCl | Katalisator $H - Zeolit$ | Imobilisasi Lipase |
| Kondisi operasi | 80 – 150 ⁰ C, 1 atm | 70 – 120 ⁰ C, 1 atm | 108 – 112 ⁰ C, 1 atm | 37 ⁰ C, 1 atm |
| Konversi | ≥ 98,7% | 50 – 70% | 69,51% | 91% |
| Katalis | 0,9365% | – | 15% | 50% |
| Kelebihan | 1.Konversi yang diperoleh besar. 2.Jumlah katalis yang | Harga katalis murah dan tersedia dalam jumlah banyak | Katalis padat dapat bertahan lama | Konversi yang diperoleh besar |



PRA RANCANGAN PABRIK “Butil Oleat dari Butanol dan Asam Oleat dengan Proses Esterifikasi dan Katalis Asam Sulfat”

Dari uraian berbagai macam proses yang ada serta membandingkan kelebihan dan kekurangannya, maka pada prancangan pabrik n-butil oleat dipilih proses esterifikasi fase cair dengan katalisator asam sulfat karena katalis H_2SO_4 mudah didapatkan dengan harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan HCl. Dari segi ekonomis penggunaan HCl sebagai katalis kurang menguntungkan karena tidak menghasilkan konversi yang tinggi. Keuntungan dari proses ini adalah:

1. Aspek teknis, reaktor yang digunakan beroperasi pada suhu $120^{\circ}C$ selama 2 jam dengan tekanan 1 atm.
2. Aspek ekonomi, proses yang digunakan lebih sederhana sehingga biaya proses lebih murah. Katalis yang digunakan 0,9365%. Produk yang dihasilkan mempunyai yield tinggi mencapai 98,77%.
3. Aspek lingkungan, produk samping yang dihasilkan adalah Na_2SO_4 tidak dibuang sebagai limbah, tetapi dapat diolah kembali.

II.2 Seleksi Proses

Bahan baku berupa n-butil oleat dan asam oleat serta katalis asam sulfat dipompa menuju reaktor untuk direaksikan membentuk n-butil oleat dan air. Reaktor yang digunakan dalam perancangan pabrik n-butil oleat dari n-butanol dan asam oleat adalah reaktor alir tangki berpengaduk. Pemilihan jenis reaktor ini dikarenakan fase reaksinya cair. Reaksi ini berlangsung eksotermis. Proses ini berlangsung pada tekanan 1,013 bar dan suhu reaktor dijaga pada suhu $100^{\circ}C$ dengan konversi 90%. Persamaan reaksi pembuatan n-butil oleat dari asam oleat dan n-butanol sebagai berikut:

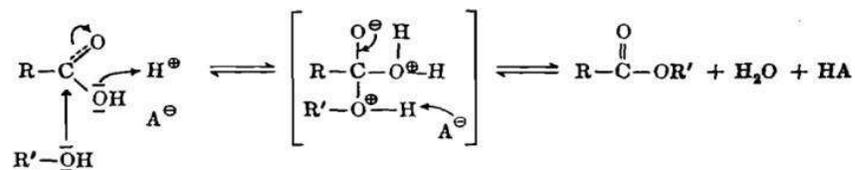




PRA RANCANGAN PABRIK
“Butil Oleat dari Butanol dan Asam Oleat dengan Proses Esterifikasi dan Katalis Asam Sulfat”

Asam Oleat n-Butanol n-Butil Oleat Air

Mekanisme reaksi esterifikasi antara asam oleat dengan n-butanol diawali dengan lepasnya ion hidrogen (proton) pada asam sulfat sebagai katalis. Proton akan menyerang elektron yang ada pada atom oksigen sehingga oksigen akan bermuatan positif. Ikatan rangkap pengikat antara atom karbon dengan atom oksigen akan menjadi ikatan tunggal dan menyalurkan elektron ke atom oksigen. Hal ini menyebabkan atom karbon menjadi positif dan akan mengikat elektron dari atom oksigen n-butanol. Terikatnya atom oksigen dari n-butanol ke atom karbon pada asam oleat menyebabkan ion positif pada sistem dan akan melepas air. Mekanisme reaksi esterifikasi asam oleat dengan n-butanol disajikan pada Gambar 2.1. (Groggins, 1958) .



Gambar II.1 Mekanisme Reaksi Esterifikasi Asam Oleat dengan n
Butanol

Keluaran reaktor kemudian masuk Netralizer untuk menetralkan asam sulfat dengan menggunakan natrium hidroksida. Hasil dari netralizer selanjutnya menuju ke dekanter. Dekanter digunakan untuk memisahkan fraksi berat dan fraksi ringan dari larutan. Fraksi berat keluaran dekanter menuju ke unit pengolahan limbah sedangkan fraksi ringan dekanter dimurnikan menggunakan dua unit menara distilasi. Menara distilasi pertama bertujuan untuk memisahkan n-butanol dari n- butil oleat dan asam oleat. Hasil atas menara distilasi yang berupa n-butanol dipompa menuju reaktor sebagai arus recycle. Hasil bawah menara distilasi pertama dipompa menuju menara distilasi kedua. Menara distilasi kedua bertujuan untuk memisahkan n-butil oleat dengan asam oleat



agar diperoleh produk dengan kemurnian minimal 99%. Hasil bawah menara distilasi kedua berupa asam oleat dipompa menuju reaktor sebagai arus recycle. Hasil atas menara distilasi kedua berupa n-butil oleat dipompa menuju tangki penyimpanan sebagai produk.

II.3 Uraian Proses

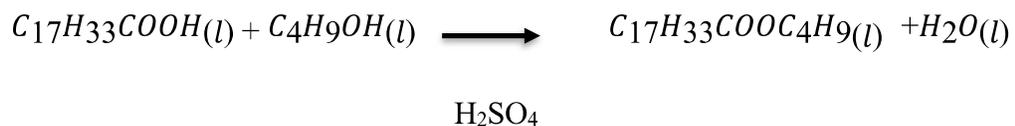
Proses pembuatan n-butil oleat dikelompokkan dalam tiga tahapan proses sebagai berikut:

1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan n-butil oleat yaitu asam oleat, n-butanol, katalis asam sulfat yang disimpan di dalam tangki pada fase cair suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Bahan-bahan tersebut dipompa menuju reaktor dan dicampur dengan recycle dari produk atas menara distilasi dan produk bawah menara distilasi sehingga didapatkan perbandingan mol reaktan asam oleat dengan n-butanol adalah 1:5.

2. Tahap Pembuatan n-Butil Oleat

Reaktan yang sudah siap selanjutnya dialirkan menuju reaktor sehingga terjadilah esterifikasi. Reaksi pembentukan n-butil oleat yang terjadi di dalam reaktor disajikan pada persamaan 2.11.



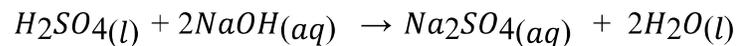
Reaksi terjadi di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan bantuan katalis H_2SO_4 . Reaktor dirancang untuk beroperasi pada suhu 100°C dan tekanan 1,013 bar dengan konversi reaksi pembentukan n-butil oleat sebesar 90%. Karena reaksi berjalan eksotermis maka untuk menjaga suhu



operasi diperlukan air sebagai pendingin.

3. Tahap Pemurnian Produk

Produk dari reaktor didinginkan dengan cooler hingga suhu 40°C. Selanjutnya, dialirkan ke netralizer untuk menetralkan asam sulfat menggunakan natrium hidroksida sehingga terbentuk larutan garam natrium sulfat dan air. Reaksi netralisasi berjalan sesuai dengan persamaan



Selanjutnya, produk keluar dipisahkan menggunakan decanter. Dalam decanter terjadi pemisahan fraksi ringan dan fraksi berat menggunakan prinsip perbedaan densitas dan kelarutan. Produk atas mengandung fraksi ringan yang meliputi n-butanol, n-butil oleat, asam palmitat, dan asam oleat. Produk bawah mengandung air, garam natrium sulfat serta sedikit n-butanol yang kemudian dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL). Fraksi ringan berupa produk dialirkan menuju heat exchanger untuk dipanaskan dari suhu 51,41°C sampai 211°C dengan media pemanas dowtherm-A dengan suhu 385°C dan tekanan 2,5 bar. Hasil keluaran kemudian diumpakan ke menara distilasi pertama yang berfungsi untuk memisahkan sisa reaktan dengan produk. Komponen light key (LK) dan heavy key (HK) pada berturut-turut yaitu n-butanol dan n-butil oleat. Hasil atas berupa n-butanol dan sedikit n-butil oleat dipompa sebagai arus recycle. Hasil bawah berupa n-butil oleat, asam palmitat, asam oleat serta sedikit butanol akan dimurnikan pada menara distilasi kedua Hasil bawah dengan suhu 239,2 °C dialirkan menuju menara distilasi kedua yang berfungsi untuk memisahkan asam oleat dan asam palmitat dengan n-butil oleat. Komponen light key (LK) dan heavy key (HK) berturut-turut yaitu n-butil oleat dan asam oleat. Hasil atas adalah n-butil oleat dengan kemurnian 99,15%



PRA RANCANGAN PABRIK “Butil Oleat dari Butanol dan Asam Oleat dengan Proses Esterifikasi dan Katalis Asam Sulfat”

berat dan impuritas berupa 0,83% berat asam palmitat. n-Butil oleat sebelum disimpan akan diturunkan suhunya terlebih dahulu dari 235,18 °C menjadi 35°C. n-Butil oleat dari kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan sebagai produk utama pada suhu 35 °C dan tekanan 1,29 bar. Hasil bawah berupa asam oleat, asam palmitat, dan sedikit n-butil oleat dipompa sebagai arus recycle.