

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia adalah negara berkembang yang saat ini sedang giat melaksanakan perkembangan di berbagai bidang. Diantaranya adalah pembangunan di bidang industri yang salah satunya industri kimia. Pembangunan Indonesia bertumpu pada sektor migas yang menjadi andalan perolehan devisa. Mengingat bahwa migas merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui serta memerlukan waktu lama untuk memulihkannya kembali, sehingga persediaannya semakin menipis, maka pemerintah mengeluarkan kebijaksanaan untuk melepaskan ketergantungan dari sektor migas. Kebijakan itu memberi dampak positif mendorong berdirinya berbagai macam pabrik kimia yang berorientasi untuk mengolah bahan baku menjadi bahan perantara maupun bahan jadi. Plastik merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh industri kimia, karena mempunyai peran yang penting bagi masyarakat, maka pemakaiannya cenderung meningkat. N-butyl oleat merupakan bahan yang mempunyai peranan penting dalam pabrik plastik, yaitu berfungsi sebagai *plasticizers*. *Plasticizers* adalah bahan yang berfungsi untuk menaikkan kemampuan kerja dan fleksibilitas plastik. Penambahan *plasticizers* dapat menurunkan viskositas leburan dan modulus elastisitas plastik. Manfaat lain dari n-butyl oleat digunakan pada pabrik pembuatan karet sintetis, pabrik cat, pabrik pembuat pelumas, pabrik poliester bahkan sebagai bahan tambahan pada kosmetik dan pabrik lainnya. Oleh karena itu, disadari bahwa n-butyl oleat semakin dibutuhkan saat ini seiring bertambahnya pabrik-pabrik baru khususnya pabrik plastik.

Bahan dasar n-butyl oleat adalah n-butanol dan asam oleat. Bahan dasar pembuatan asam oleat banyak terdapat di Indonesia, misalnya : biji kapuk, biji bunga matahari, minyak kelapa sawit dan lain-lain.

Diharapkan pabrik ini nantinya akan mempunyai prospek yang cerah dimasa depan dalam hal pemenuhan kebutuhan *plasticizers*. Pemilihan untuk mendirikan pabrik ini karena alasan sebagai berikut :

1. Tidak perlu mengimpor kebutuhan *plasticizers* bagi pabrik plastik lagi, sehingga akan menghemat devisa.
2. Mendorong berdirinya pabrik lain, yang mengolah bahan dasar dari tanaman yang banyak terdapat di Indonesia menjadi asam oleat dan pabrik yang mengolah n-butyl oleat menjadi produk jadi.

B. Tinjauan Pustaka

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

1. Esterifikasi fase cair

- a. Esterifikasi fase cair dengan katalisator H_2SO_4

Katalisator H_2SO_4 lebih disukai pemakaiannya dalam industri, meskipun adanya kemungkinan reaksi polimerisasi pada kondisi yang tidak sesuai. Katalisator H_2SO_4 merupakan salah satu katalisator yang banyak digunakan karena pertimbangan sebagai berikut: biaya yang relatif murah, mempunyai keaktifan tinggi, dan mudah didapat kembali setelah reaksi.

- b. 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, disamping itu penggunaan katalisator HCl akan menyebabkan reaksi samping alkil klorida.

2. Esterifikasi fase uap

Reaksi esterifikasi fase uap merupakan salah satu alternatif yang menjadi perhatian, karena pada fase ini umumnya lebih besar, dibandingkan esterifikasi fase cair. Hal ini kemungkinan karena terjadinya tumbukan antara zat pereaksi pada fase uap jauh lebih besar dibanding pada fase cair. Mengingat reaksi dijalankan pada fase uap maka diperlukan perancangan reaktor yang rumit dan membutuhkan teknologi yang tinggi dalam penanganannya. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka penerapannya dalam industri tidak pernah dilaksanakan. Dalam perancangan pabrik n-butyl oleat dari asam oleat dan n-butanol, dipilih reaksi esterifikasi fase cair dengan katalisator H_2SO_4 . reaktor yang digunakan adalah reaktor tangki berpengaduk.

Reaksi pembentukan n-butyl oleat dari n-butanol dan asam oleat, adalah reaksi dapat balik, oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang besar diusahakan kesetimbangan tidak cepat tercapai atau reaksi bergeser ke kanan. Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk memperbesar hasil :

1. Karena reaksinya dapat balik, maka untuk mendapatkan konversi maksimum adalah dengan mengeluarkan salah satu atau kedua hasil yang terbentuk.
2. Salah satu zat yang bereaksi dibuat berlebih, sehingga akan memperbesar kecepatan reaksi rata-rata. Pada reaksi dapat balik perbandingan pereaksi yang lebih besar daripada kebutuhan stokiometri akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kanan, akibatnya kecepatan reaksi rata-rata akan bertambah besar dan produk yang didapatkan juga besar. Pada pembuatan n-butyl oleat, perbandingan n-butanol terhadap asam oleat yang diperkenankan antara 1:1 sampai 10:1.

Variabel-variabel yang berpengaruh pada pembuatan n-butyl oleat :

1. Temperatur reaksi

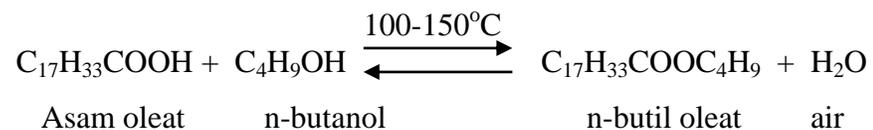
Reaksi antara n-butanol dan asam oleat merupakan reaksi dapat balik orde 2 dalam kisaran suhu 100-150°C. Pada suhu 80°C, kecepatan reaksi lebih lambat daripada yang diharapkan, sedangkan pada suhu 80-100°C, terjadi kenaikan konstanta kecepatan reaksi yang sangat cepat, sehingga reaksi tidak terkendali dan pada suhu 150°C, terjadi reaksi samping dan reaksi balik yang tidak diharapkan. Oleh karena itu suhu reaksi yang diperkenankan untuk pembuatan n-butyl oleat antara 100-150°C (Othmer and Rao, 1950).

2. Perbandingan pereaksi

Perbandingan molar n-butanol terhadap molar asam oleat berpengaruh pada konversi. Harga konversi akan turun seiring dengan naiknya perbandingan molar n-butanol terhadap asam oleat. Untuk itu dicari harga perbandingan pereaksi yang memberikan konversi optimum. Konversi yang baik pada perbandingan molar n-butanol terhadap asam oleat (2:1) (Othmer and Rao, 1950)

3. Jumlah katalisator H₂SO₄

Jika reaksi n-butanol dan asam oleat tanpa menggunakan katalisator H₂SO₄, hasil yang diperoleh hanya 22,86%, jumlah n-butanol dan asam oleat akan meningkatkan hasil yang diperoleh. Jumlah H₂SO₄ di atas 1,2% akan menyebabkan reaksi samping dan reaksi balik. Reaksi pembentukan n-butyl oleat adalah reaksi dapat balik dan orde 2, persamaan reaksinya adalah sebagai berikut :



Pengujian secara grafis dengan *ploting* berbagai fungsi terhadap waktu, untuk reaksi orde 2 akan didapat persamaan kecepatan reaksi sebagai berikut (Othmer and Rao, 1950) :

$$k.t = \frac{X}{A_0(A - X)}$$

Dimana : k = konstanta kecepatan reaksi, $\left(\frac{1}{\text{mol.menit}}\right)$

A_0 = asam oleat mula-mula, (mol/l)

A = asam oleat sisa, (mol/l)

X = jumlah asam oleat yang berubah dalam interval waktu t (mol/l)

Jika $\frac{X}{A_0(A - X)}$ diplotkan terhadap waktu (t) akan diperoleh garis lurus.

Konstanta kecepatan reaksi merupakan fungsi linier dari konsentrasi katalisator asam sulfat (% berat) dan perbandingan molar n-butanol terhadap molar asam oleat. Pada perbandingan molar n-butanol terhadap molar oleat dibawah 10, konsentrasi asam sulfat antara (0,5-1,2%) dan pada suhu reaksi 100-150°C, didapatkan rumus empiris sebagai berikut (Othmer and Rao, 1950).

$$k_r = \left(0,0007 - 0,048.C + 0,05435 \frac{B}{A}\right) \left(10^{7,522 - 15,83/T}\right)$$

dimana : k_r = prediksi konstanta laju reaksi $\left(\frac{1}{\text{mol.menit}}\right)$

C = asam sulfat (% berat)

B = n-butanol (mol)

A = asam oleat (mol)

T = suhu (K)

Turunan persamaan empiris akan memprediksi laju reaksi dengan akurasi $\pm 4\%$ untuk rasio molar n-butanol/asam oleat tidak lebih dari 10, untuk konsentrasi katalis 0,5-1,2% dan suhu reaksi di atas 100°C . Sedangkan konstanta kesetimbangan adalah sebagai berikut (Othmer and Rao, 1950) :

$$K = \frac{\text{konsentrasi butil oleat} \times \text{konsentrasi air}}{\text{konsentrasi asam oleat} \times \text{konsentrasi butanol}}$$

Pemilihan Proses

Ditinjau dari macam-macam proses yang ada serta membandingkan kelebihan dan kekurangannya, maka pada pra rancangan pabrik n-butyl oleat dipilih proses esterifikasi fase cair dengan katalisator asam sulfat karena :

1. Dengan proses esterifikasi fase cair perancangan reaktor akan lebih murah dan sederhana bila dibandingkan menggunakan proses esterifikasi fase uap.
2. Bila menggunakan proses esterifikasi fase uap akan membutuhkan suatu konversi yang besar sehingga ditinjau dari segi ekonomi kurang menguntungkan.
3. Katalisator H_2SO_4 mudah didapatkan dipasaran dengan harga yang relatif murah bila dibandingkan dengan HCl. Selain itu bila kita menggunakan HCl akan menimbulkan korosi pada alat-alat proses karena sifat HCl yang korosif. Dari segi ekonomis penggunaan HCl sebagai katalisator kurang menguntungkan karena dalam proses pemilihan peralatan yang tahan korosi yang membutuhkan dana yang besar.

C. Kapasitas

Permintaan asam oleat di seluruh dunia bertambah sekitar 4 % setiap tahun dalam kurun waktu 10 tahun dan telah mencapai sekitar 3.000.000 ton setiap tahun, dan baru sekitar 100.000 ton asam oleat digunakan untuk membuat n-butyl oleat, saat ini Indonesia masih mengimpor dari luar negeri.

Penentuan kapasitas pabrik n-butyl oleat mengacu kepada pabrik yang telah berdiri di dunia serta kebutuhan impor Indonesia.

Tabel 1.1 Daftar pabrik n-butyl oleat yang telah berdiri di dunia(<http://www.the-innovation-group.com>).

Nama pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Victorian Chemicals	9.000
Megachem	7.000
Lambent Technologies Corp	10.000
Mohini Organics Pvt. Ltd	9.000
Anar Soap & Chemical Co.	10.000

Dari data impor yang diperoleh dari BPS, diketahui bahwa Indonesia masih mengimpor n-butyl oleat. Seperti terlihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1.2 Data impor N-butyl oleat (Biro Pusat Statistika Indonesia, 2008-2012)

Produk	Tahun	Impor (kg/tahun)
N-butyl oleat	2008	422.141
	2009	853.786
	2010	512.746
	2011	1.256.971
	2012	1.352.193

Setiap tahunnya, antara tahun 2008 sampai tahun 2012 impor n-butyl oleat mengalami peningkatan. Hal ini dapat digunakan sebagai representasi bahwa kebutuhan n-butyl oleat dari tahun ke tahun semakin meningkat dan diprediksikan kebutuhan n-butyl oleat di tahun-tahun yang akan datang masih terus meningkat. Ditinjau dari makin bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan dunia maka perlu untuk menambah jumlah produksi n-butyl oleat untuk memenuhi kebutuhan pasar dunia yang makin meningkat.

Sehingga pabrik n-butyl oleat yang akan dibangun direncanakan berkapasitas 20.000 ton/tahun.

D. Lokasi Pabrik

Pabrik direncanakan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur.

Pemilihan ini berdasarkan pertimbangan, antara lain :

1. Faktor primer

a. Kemudahan penyediaan bahan baku

Sebagai bahan baku pabrik n-butyl oleat adalah n-butanol yang akan diimpor dari Halifax Chemical Enterprise Amerika Serikat dan asam oleat diimpor dari Recochem Inc Australia melalui pelabuhan Tanjung Perak. Sedangkan bahan baku asam sulfat dibeli dari PT Petrokimia Gresik, sodium hidroksida dibeli dari PT Sulfindo Adiusaha Serang, Na_2SO_4 dibeli dari PT Aneka Kimia Inti dan asam palmitat diimpor dari Shanghai Worldyang Chemical Co.,Ltd China melalui pelabuhan Tanjung Perak.

b. Pemasaran

Pemasaran produk adalah untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan sisanya diekspor keluar negeri.

c. Tenaga kerja

Daerah industri Gresik merupakan daerah industri dengan jumlah penduduk yang cukup tinggi selain itu dekat dengan daerah Surabaya dan Jawa Tengah sehingga kebutuhan tenaga kerja, baik tenaga kerja kasar maupun ahli dapat dengan mudah terpenuhi.

d. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah tenaga listrik, air dan udara. Kebutuhan tenaga listrik didapat dari PLN setempat dan generator pembangkit tenaga listrik yang dibangun sendiri. Bahan bakar dapat diperoleh dari PT Kaltim Prima Coal (KPC) sebagai pemasok bahan bakar batubara.

e. Pengelolaan Limbah

Limbah pabrik sebelumnya diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan standar baku mutu lingkungan. Setelah nilai BOD, COD, TSS limbah memenuhi syarat baku mutu lingkungan maka limbah pabrik dapat dibuang ke aliran sungai Bengawan Solo.

2. Faktor Sekunder

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tata letak ruang pabrik adalah :

a. Perluasan pabrik

Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan di masa mendatang. Perluasan pabrik harus sudah masuk dalam perhitungan awal sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi masalah besar di kemudian hari. Sejumlah areal khusus harus disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik bila dimungkinkan pabrik menambah peralatan untuk menambah kapasitas atau menambah peralatan guna mengolah bahan baku sendiri.

b. Harga tanah

Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal. Bila harga tanah tinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruangan. Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan areal yang tersedia. Bila perlu ruangan harus dibuat bertingkat, sehingga dapat menghemat tempat.

c. Kualitas, kuantitas dan letak bangunan

Kualitas, kuantitas dan letak bangunan harus memenuhi standar sebagai bangunan pabrik baik dalam arti kekuatan bangunan fisik maupun perlengkapannya, misalnya ventilasi, insulasi dan instalasi. Keteraturan penempatan bangunan akan membantu kemudahan kerja dan perawatan.

d. Faktor keamanan

Faktor yang paling penting adalah faktor keamanan. Meskipun telah dilengkapi dengan alat-alat pengaman, seperti hydrant, reservoir air yang mencukupi, penahan ledakan dan juga asuransi pabrik. Faktor-faktor pencegah harus tetap disediakan misalnya tangki bahan baku, produk dan bahan bakar harus ditempatkan di areal khusus dengan jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat yang rawan akan bahaya ledakan dan kebakaran.

e. Fasilitas jalan

Jalan raya untuk pengangkutan bahan baku, produk dan bahan-bahan lainnya sangat diperlukan. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilalui.