

LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK

PRARANCANGAN PABRIK METIL SALISILAT

DARI METANOL DAN ASAM SALISILAT

KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



Oleh:
Juliana
D 500 090 012

Dosen Pembimbing:
Dr. M. Mujiburohman, ST, MT
Emi Erawati, ST, M.Eng

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/tugas akhir:

Nama : Dr. M. Mujiburohman, ST, MT

NIP/NIK : 794

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : Juliana

NIM : D 500 090 012

Program studi : Teknik Kimia

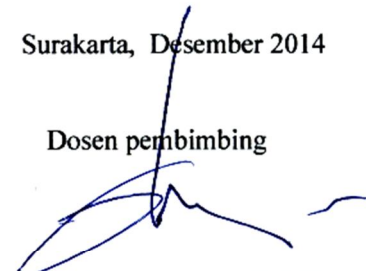
Judul skripsi : Prarancangan Pabrik Metil Salisilat dari Metanol dan Asam Salisilat Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

Naskah artikel tersebut layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, Desember 2014

Dosen pembimbing


Dr. M. Mujiburohman, ST, MT

NIK. 794

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Bismillahirrohmaanirrohiim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Juliana

Nim : D 500 090 012

Fakultas/jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Jenis : Skripsi

Judul : Prarancangan Pabrik Metil Salisilat dari Metanol Dan Asam
Salisilat Kapasitas 20.000 Ton/tahun

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk:

1. Memberikan hak bebas royalti kepada perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan atau mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, November 2014

Yang menyatakan



Juliana

INTISARI

Metil salisilat atau *2-hydroxy benzoid acid methyl ester* dengan rumus bangun $C_8H_8O_3$, di alam bahan ini banyak terdapat dalam daun tanaman *gaultheria procumbens*, batang tanaman *betulalenta.l*, *sweet birch* dan berupa *glucoside* pada bermacam tanaman lainnya. Metil salisilat berfungsi sebagai meringankan penyakit otot, rematik, dan sakit kepala, Pemberi aroma dan pengharum pada parfum dan kosmetik, Aditif pada pembuatan pasta gigi dan kosmetik, dan Pembawa zat warna dan *stabilizer* sinar UV dalam resin akrilat.

Proses pembuatan metal salisilat dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) . Pada reactor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, *reversible, endotermis, isothermal non adiabatic* pada suhu $63^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan 1 atm. Jumlah bahan baku metanol yang digunakan untuk pabrik ini yaitu sebesar 4.721,6293 kg/jam dan kebutuhan bahan baku asam salisilat sebesar 2.544,1682 kg/jam, sedangkan produk yang berupa metal salisilat yang dihasilkan sebesar 2.525,2525 kg/jam. Unit utilitas sebagai pendukung dalam proses ini yaitu berupa penyediaan air sebesar 35.301,7858 kg/jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan *saturated steam* sebesar 1.377,1618 kg/jam kebutuhan udara tekan sebesar $56,07\ m^3/jam$, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan 1 buah generator set sebesar 500 kW, bahan bakar sebanyak 49,7399 L/jam. Pabrik ini didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan luas tanah $20.000\ m^2$ dan jumlah karyawan 104 orang.

Pabrik metil salisilat ini menggunakan modal (*Fixed Capital Investmen*) sebesar Rp 679.736.411.457,57 dan menggunakan modal kerja (*Working Capital*) sebesar Rp 149.981.652.421,01. Dari analisis ekonomi yang telah ditunjukkan di atas menunjukkan bahwa pabrik ini mempunyai keuntungan sebelum pajak sebesar 196.265.168.450,72/tahun dan setelah dipotong pajak 30% keuntungan mencapai Rp 137.385.617.915,50/tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 36,84% dan setelah pajak 25,79%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 2,1 tahun dan setelah pajak 2,7 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 45,03%, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 24,32%. *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 41,44%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan berkembangnya industri di Indonesia, semakin banyak pula pendirian pabrik atau perusahaan industri di Indonesia. Banyak bahan mentah maupun bahan setengah jadi yang diolah menjadi produk jadi atau produk *intermediate*, sehingga mengurangi ketergantungan kita akan produk impor.

Pertumbuhan industri kimia di Indonesia patut dibanggakan. Tentu saja banyak alasan mengapa pemerintah begitu bersemangat untuk mengembangkan industri tersebut. Bukan hanya karena jumlah bahan baku yang cukup memadai di tanah air maupun wilayah pemasaran yang luas melainkan prospek kelanjutan akan industri kimia yang cukup cerah. Salah satu industri yang mempunyai kegunaan yang cukup penting dan memiliki prospek yang bagus diantaranya adalah industri metil salisilat atau nama lainnya yaitu *2-hydroxy benzoid acid methyl ester* yang memiliki rumus kimia $C_8H_8O_3$. Di alam metil salisilat ini banyak ditemukan, salah satu diantaranya adalah pada daun tanaman *Gaultheria Procumbens*, batang tanaman *betula lenta.l*, *Sweet Birch* dan berupa *glucoside* pada bermacam tanaman lainnya. Secara sintesis metil salisilat dapat diperoleh dengan proses esterifikasi antara metanol dengan asam salisilat dengan bantuan katalis.

Reaksi pembentukan esterifikasi merupakan reaksi yang berjalan lambat dengan penambahan asam kuat seperti asam sulfat sebagai katalis. Penambahan katalis ini bertujuan untuk mempercepat proses reaksi tersebut (Groggins, 1985).

Tingkat konsumsi metil salisilat di Indonesia masih cukup besar, akan tetapi sampai saat ini belum ada perusahaan yang memproduksinya, sehingga untuk memenuhi kebutuhan akan bahan kimia ini masih mengimpor dari negara lain.

Agar kebutuhan metil salisilat di Indonesia dapat tercukupi tanpa mengandalkan impor dari luar negeri maka sangat tepat jika didirikan pabrik metil salisilat dan tidak menutup kemungkinan untuk dapat diekspor.

1.2. Tujuan

Dengan pendirian pabrik metil salisilat ini adalah untuk memenuhi kebutuhan akan metil salisilat dalam negeri sehingga mengurangi impor dalam negeri yang diharapkan dapat memberi keuntungan dan menambah jumlah devisa negara, selain itu dapat membantu pemerintah dalam mengatasi masalah tenaga kerja dan sekaligus dapat mendukung berkembangnya industri-industri di Indonesia dan memacu tumbuhnya industri baru terutama diversifikasi industri metil salisilat.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pemilihan proses

Macam-macam proses produksi metil salisilat yaitu:

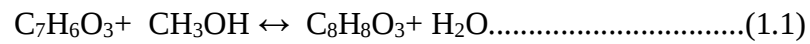
a. Ekstraksi

Metil salisilat dapat diambil dari tanaman *Wintergreen* dan *Sweet Birch* dengan ekstraksi karena tanaman tersebut banyak mengandung *Glucoside*. Bahan yang telah disortasi atau batang dari tanaman *sweet birch* yang telah direduksi ukurannya direndam dalam air suling di dalam alat penyuling pada suhu sekitar 49°C (120°F) selama semalam, kemudian didistilasi secara batch selama 5 atau 6 jam. Distilat dipisahkan menjadi lapisan minyak (atas) dan air (bawah). Lapisan air dikembalikan ke alat penyuling. Operasi distilasi dihentikan apabila air sudah tidak mengandung suspensi minyak. Proses ekstraksi bahan alam ini harus memenuhi *range specificgravity* sebesar 1,176 – 1,182 dan titik didih 219 – 284°C untuk mendapatkan yield sebesar 99%. Yield minyak yang banyak hanya dapat diperoleh dari bahan yang segar, sehingga masa penyimpanan bahan maksimal hanya 2 minggu dan untuk proses batch membutuhkan waktu sekitar 30 jam (Guenther, 1949).

b. Esterifikasi dengan katalis asam sulfat

Asam salisilat, alkohol berlebih, dan katalis ditambahkan ke dalam reaktor. Panas ditambahkan ke reaktor sampai mencapai suhu reaksi. Ketika konsentrasi asam telah berkurang sesuai dengan tingkatan yang diinginkan (konversi), produk dipisahkan. Karena esterifikasi antara alkohol dan asam organik merupakan reaksi kesetimbangan dapat balik, maka untuk mencapai konversi yang tinggi perlu pemisahan salah satu produk yang terbentuk (ester dan air) metil salisilat merupakan ester *non volatile*, dimana alkoholnya secara nyata tidak larut dalam air, sehingga metode distilasi dapat digunakan untuk memindahkan dari air dari reaksi (Kirk & Othmer, 1979).

Adapun reaksi yang terjadi dalam pembentukan metil salisilat dari metanol dan asam salisilat adalah sebagai berikut:



Asam salisilat metanol metil salisilat air

(Chandavas, 1997)

c. Esterifikasi dengan *membrane-integrated reactor*

Pemisahan air selain menggunakan distilasi, dapat juga menggunakan *membrane reactor*, dimana air yang dihasilkan dipindahkan melalui *permselective membrane* dari zona reaksi, proses reaksi akan terus berlangsung sehingga dapat tercapai konversi yang tinggi.

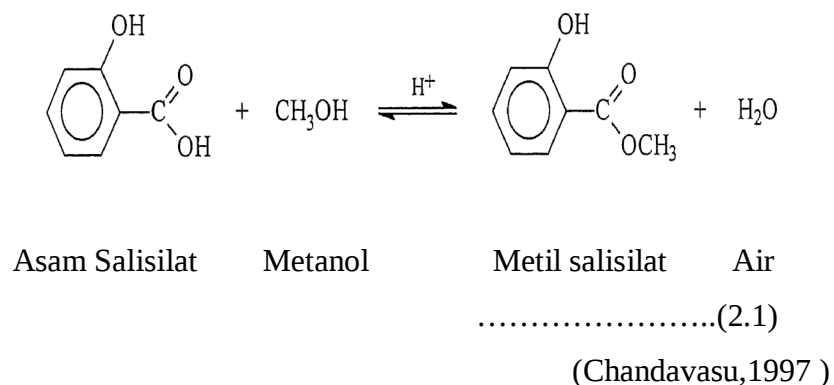
(Chandavas, 1997)

METODE PENELITIAN

2.1. Konsep Reaksi

2.2.1. Dasar Reaksi

Proses pembuatan metil salisilat dari metanol dan asam salisilat dengan katalisator asam sulfat pekat dilakukan melalui esterifikasi dengan reaksi sebagai berikut:



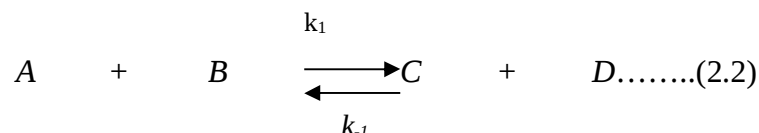
2.2.2. Kondisi Operasi

Kondisi operasi pada proses pembuatan metil salisilat dari asam salisilat dan metanol dijalankan pada suhu 63°C dan tekanan 1 atm. Pada kondisi ini fasenya adalah cair sehingga akan mempermudah dalam pengendalian reaksi. Reaksi ini adalah *reversible* (dapat balik). Agar reaksi berjalan ke arah kanan maka salah satu reaktan dibuat berlebih yaitu metanol. Perbandingan mol reaktan metanol dan asam salisilat masuk reaktor adalah 8 : 1. Pada kondisi ini konversi yang dicapai adalah 95,95% (Chandavas, 1997) dan untuk konversi reaksinya diambil 95% dari konversi kesetimbangan maka diperoleh konversi reaksi sebesar 91,02% (Smith, 1985).

2.2.3. Tinjauan Kinetika

Konversi kesetimbangan yang dicapai pada kondisi operasi $T = 63^\circ\text{C}$, $P = 1 \text{ atm}$ dengan perbandingan mol metanol : mol asam salisilat = 8 : 1 dan konsentrasi katalis asam sulfat 1,1 mol/L adalah sebesar $X_{Ae} = 0,9581$ (Chandavas, 1997). Untuk reaksi *reversible*, konversi reaksi diambil 95% dari konversi kesetimbangan, maka diperoleh konversi reaksi $X_A = 0,9102$ (Smith, 1985).

Secara umum reaksi esterifikasi metanol dan asam salisilat dapat disimpulkan sebagai berikut:



dimana : A = asam salisilat
 B = metanol
 C = metil salisilat
 D = air

Persamaan kecepatan reaksinya:

$$(-r_A) = k_1 \cdot C_A \cdot C_B - k_{-1} \cdot C_C \cdot C_D \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan : k_1 = konstanta kecepatan reaksi esterifikasi
 k_{-1} = konstanta kecepatan reaksi hidrolisa
 C_A = konsentrasiasam salisilat
 C_B = konsentrasi metanol
 C_C = konsentrasi metil salisilat
 C_D = konsentrasi air

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A = C_{A0} \cdot (M_1 - X_A), \text{ dengan } M_1 = \frac{C_{B0}}{C_{A0}} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$C_C = C_{C0} + C_{A0} \cdot X_A = C_{A0} \cdot (M_2 + X_A), \text{ dengan } M_2 = \frac{C_{C0}}{C_{A0}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$C_D = C_{D0} + C_{A0} \cdot X_A = C_{A0} \cdot (M_3 + X_A), \text{ dengan } M_3 = \frac{C_{D0}}{C_{A0}} \dots \dots \dots (2.7)$$

Persamaan kecepatan reaksinya menjadi :

$$(-ra) = k_1 \cdot C_{A0}^2 \cdot (1-X_A) \cdot (M_1-X_A) - k_{-1} \cdot C_{A0}^2 \cdot (M_2+X_A) \cdot (M_3+X_A) \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan : C_{A0} = konsentrasi asam salisilat awal

X_A = konversi reaksi

k_1 = 0,0233 L/mol.jam

k_{-1} = 0,007482L/mol.jam

(Chandavas, 1997)

2.2.4. Tinjauan Termodinamika

Entalpi reaksi (ΔH) dapat digunakan untuk menentukan reaksi apakah reaksi endotermis atau eksotermis. Entalpi reaksi metanol dan asam salisilat dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\ln K_e = - \frac{\Delta H^\circ}{RT} + \frac{\Delta S^\circ}{R} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dari hasil plot antara $\ln K_e$ Vs $1/T$ diperoleh persamaan $y = -7797,26 + 24,33$. Maka dengan mensubstitusi nilai $R = 0,00831447$ KJ/mol.K pada slope diperoleh nilai $\Delta H = 64,83$ KJ/mol.

(Chandavas, 1997)

Karena entalpi reaksinya positif, maka reaksi antara metanol dan asam salisilat merupakan reaksi endotermis. Untuk reaksi endotermis, makakenaikan suhu akan mengakibatkan kenaikan harga konstanta kesetimbangan (K). Pada kondisi suhu reaksi 63°C diperoleh konstanta kesetimbangan sebesar $K_e = 3,114$ (Chandavas, 1997). Harga K kecil, menunjukkan bahwa reaksi pembuatan metil salisilat merupakan reaksi *reversible*.

2.2.Langkah proses

Secara umum proses pembentukan metil salisilat dari metanol dan asam salisilat dapat dibagi menjadi 2 tahap, yaitu:

1. Tahap reaksi
2. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

Untuk lebih jelasnya tahapan-tahapan proses tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tahap Reaksi

Bahan baku Asam salisilat disimpan sementara pada suhu 30°C di dalam tangki penyimpanan (SI-1) dan tekanan 1 atm. Sedangkan penyimpanan metanol dilakukan pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm di dalam tangki metanol (F-1.1). Metanol dari tangki penyimpan (F-1.1) dialirkan dengan pompa (L-1.2) melewati *heat exchanger* (E-1.1) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 63°C menuju reaktor (R-1). Asam salisilat dari tangki penyimpanan (Silo-01), diangkut dengan *screw conveyor* menuju reaktor (R-1). Di dalam reaktor, bahan-bahan tersebut dicampur bersama *recycle* metanol dari hasil atas menara distilasi 1 (D-1.1) dan *recycle* katalis asam sulfat dari hasil bawah menara distilasi 2 (D-1.2), sehingga diperoleh perbandingan mol asam salisilat dan metanol 1 : 8.

Esterifikasi dilakukan di dalam reaktor *batch* yang bekerja secara *isothermal non adiabatic*. Reaktor dioperasikan pada suhu 63°C dengan tekanan 1 atm. Untuk menjaga suhu reaksi dilakukan pemanasan menggunakan *steam* jenuh dengan suhu 290°C dan tekanan 73,49 atm. Sedangkan untuk mempercepat reaksi ditambahkan katalisator asam sulfat pekat dari *recycle* hasil bawah menara distilasi 2 (D-1.2). Produk keluar reaktor (R-1) pada suhu 63°C dialirkan dengan pompa (L-1.5) menara distilasi 1 (D-1.1)

2. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

Produk keluar tangki keluar reaktor (R-1) dipompa (L-1.6) ke menara distilasi 1 (D-1.1) untuk memisahkan metanol. Hasil atas berupa metanol dan sedikit air dengan suhu 64,76°C sebagian dikembalikan ke kolom distilasi dan sebagian lagi *direcycle* ke reaktor (R-01) untuk diproses kembali. Hasil bawah dipompa (L-1.6) ke menara distilasi 2 (D-1.2) untuk memisahkan asam sulfat.

Hasil atas berupa campuran metanol, air, metil salisilat dan asam salisilat sebagian dikembalikan ke kolom distilasi dan sebagian lagi dipompa (L-1.9) menuju menara distilasi 3 (D-1.3) untuk dipisahkan kembali. Hasil bawah menara distilasi 2 (D-1.2) berupa campuran metil salisilat, asam salisilat dan asam sulfat *direcycle* ke reaktor (R-01) untuk diproses kembali. Hasil atas menara distilasi 3 (D-1.3) berupa campuran metanol, air dan sedikit metil salisilat sebagai produk samping dipompa menuju Unit Pengolahan Limbah sedangkan hasil bawah berupa metil salisilat dengan kemurnian 99% diambil sebagai produk dan disimpan dalam tangki penyimpan produk (F-1.3).

HASIL PENELITIAN

Dari analisis ekonomi, pabrik metil salisilat ini membutuhkan modal tetap dan modal kerja, modal tetap yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp 679.736.411.457,57 sedangkan modal kerja sebesar Rp 149.981.652.421,01. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 196.265.168.450,72/tahun sedangkan keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 137.385.617.915,50/tahun. Analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 36,84% dan setelah pajak sebesar 2579%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,1 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 2,7 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 45,03% kapasitas, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24,32% kapasitas. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 41,44%. Berdasarkan data–data di atas maka pabrik metil salisilat dari metanoldanassam salisilat layak untuk didirikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan kondisi operasinya. Pabrik Metil Salisilat dari Metanol dan Asam salisilat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun digolongkan sebagai pabrik dengan resiko rendah.

Hasil kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak Rp 196.265.168.450,72 dan Keuntungan setelah pajak Rp 137.385.617.915,50.
2. Return On Investment (ROI) sebelum pajak 36,84% dan ROI setelah pajak 25,79%.
3. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 2,1 tahun sedangkan POT setelah pajak 2,7 tahun.
4. Break Event Point (BEP) adalah 45,03% dan Shut Down Point (SDP) adalah 24,32% Discounted Cash Flow (DCF) adalah 41,44%.

Dari perhitungan analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik Metil Salisilat layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2014, *Pricing Information*, www.icis.com
- Anonim, 2014, *Chemical Product*, www.petrokimia-gresik.com
- Anonim, 2014, *Equipment Cost*, www.matche.com
- Anonim, 2014, *Kurs Bank Mandiri*, www.detikFinance.com
- Anonim, 2014, *Methyl Salicylate*, www.made-in-china.com
- Anonim, 2014, *Product Directory*, www.made-in-china.com
- Anonim, 2014, *Product Service: Metanol*, www.kaltimmetanol.com
- Anonim, 2014, *Salicylic Acid*, www.made-in-china.com
- Aries, R.S and Newton R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Austin, George T, 1984, *Shreve's Chemical Process Industries*, Mc Graw Hill, Inc, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2014, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*, www.bps.go.id, Indonesia.
- Branan, C.R., 1994, *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, Gulf Publishing Company, Houston.
- Brown, G.G, 1978, *Unit Operation*, John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Brownell, L.E., and Young, E. H. 1979, *Process Equipment Design*, Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- Chandavas, C, 1997, *Pervaporation-assisted Esterification of Salicylic acid*, New Jersey Institute of Technology, Newark, New Jersey
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering Design*, 1st ed., Vol. 6, Pergamon Press, New York.
- Groggins, P.H., 1958, *Unit Processes in Organic Synthesis*, McGraw-Hill, New York.