PRARANCANGAN PABRIK GLISEROL DARI BIJI JAGUNG MELALUI PROSES SAPONIFIKASI DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

Clearesta Regina Prastyaningtyas[1], Apriliska Dwi Minarti[1], Melba Agustin Masfufah Putri[1]*, Istiqomah Rahmawati[1] , Merymistika Yufrani Afred[1], Ratri Sekaringgalih[1]

[1]Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Uniiversitas Jember Jl. Kalimantan No. 37, Jember Jawa Timur, 68121
*Corresponding Author: liskaapril0204@gmail.com

Abstrak

Desain pabrik gliserol dari biji jagung dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah biji jagung yang didukung dengan NaOH. Pabrik ini akan didirikan di Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan, Sumatera Utara, dengan waktu produksi 330 hari/tahun. Proses produksi terdiri dari persiapan bahan baku, reaksi saponifikasi, pemisahan dan pemurnian, pengolahan produk samping. Reaksi sponifikasi berlangsung dalam reaktor CSTR dengan kondisi operasi 100°C, tekanan 1 atm, dan waktu reaksi 30 menit. Pemurnian produk dilakukan dalam evaporator untuk mendapatkan kemurnian produk sebesar 89% gliserol. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 192 orang yang terdiri dari karyawan shift dan non shift. Berdasarkan evaluasi ekonomi, Annual Cash Flow (ACF) sebesar 97,86%, Pay Out Time (POT) sebesar 1,1 tahun, dan Break Event Point (BEP) sebesar 58,33%.

Kata kunci: gliserol, biomass, saponifikasi, biji jagung.

1. Pendahuluan

Gliserol merupakan tiga gugus hidroksil yang membentuk senyawa kimia alkohol, yang memiliki rumus kimia $C_3H_5(OH)_3$. Zat ini tidak larut dalam hidrokarbon, larut dalam air dan alkohol, serta sedikit larut dalam dietil eter, etil asetat, dan dioksan. Secara fisik, gliserol adalah cairan kental berwarna putih dengan rasa manis dan sifat higroskopis. Gliserol adalah bahan yang sering digunakan di beberapa industri obat-obatan sebagai ekstaktan, produk kuliner sebagai solvent, pasta gigi sebagai plasticizing, kosmetik sebagai solvent, industri kimia, larutan antibeku, dan tinta printer (Mufsihah and Ikroom 2020; Sarastiwi Handayani Putri and Bella Priscila 2021).

Data ekspor dan impor Gliserol di Indonesia berdasarkan Badan Pusat Statistik (2023) menunjukkan data ekspor lebih besar dibandingkan dengan impor. Data ekspor tahun 2019 hingga 2022 mengalami kenaikan dan tahun 2022 mengalami penurunan. Ekspor tahun 2019 sebesar 239.282.544 ton/tahun dan mengalami kenaikan 20,49% pada tahun 2020, 95,23% pada 2021, 66,04% pada tahun 2022. Penurunan ekspor tahun 2023 mencapai -45,74%. . Indonesia merupakan pemasok biji jagung yang melimpah yang dapat digunakan sebagai bahan baku, hal tersebut karena jagung merupakan salah satu komoditas utama sektor pertanian yang ada di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (2024), provinsi Jawa Timur memproduksi 4.595.792 ton; provinsi Jawa Tengah memproduksi 2.426.509 ton; provinsi Sumatera Utara memproduksi 1.373.900 ton; provinsi Nusa Tenggara Barat memproduksi 1.209.784 ton; provinsi Sulawesi Selatan memproduksi 1.131.504 ton; dan provinsi Lampung memproduksi 1.107.739 ton. Data di atas menunjukkan 6 provinsi di Indonesia yang memproduksi biji jagung terbesar dan provinsi Sumatera Utara menduduki peringkat ketiga. Provinsi ini berpotensi besar dalam pertanian jagung, terutama di daerah Kota Medan.

PT. Fumin Kingdo Bersaudara dengan kapasitas 56.500 ton/tahun; PT. Ciliandra Perkasa dengan kapasitas 36.000 ton/tahun; PT. Cisadane Sawit Raya dengan kapasitas 22.500 ton/tahun; PT. Energi Sejahtera dengan kapasitas 15.000 ton/tahun; PT. Musim Mas dengan kapasitas 99.000 ton/tahun; PT. Pelita Agung Agrindustri dengan kapasitas 19.500 ton/tahun; PT. Sinar Mas Agro Resources And Technology Tbk dengan kapasitas 23.500 ton/ tahun; PT. Soci Mas Oleochemical International dengan

kapasitas 22.000 ton/tahun; PT. Sukajadi Sawit Mekar dengan kapasitas 48.000 ton/tahun; PT. Sumi Asih dengan kapasitas 28.500 ton/tahun; PT. Unilever Oleochemical Indonesia dengan kapasitas 22.512 ton/tahun.

Kapasitas produksi dari suatu pabrik ditentukan berdasarkan analisis data impor, ekspor, produksi dan juga konsumsi pasar dari satu tahun ke tahun yang lain untuk dapat menentukan seberapa besar peluang kapasitas pabrik tersebut. Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2033. Pada penentuan kapasitas ini, data yang digunakan adalah data impor dan ekspor dari tahun 2019 hingga 2023 dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 1 Data Gliserol di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (kg/tahun)	
		Ekspor	Impor
1	2019	239.282.544,75	4.090.679,00
2	2020	288.321.910,67	3.676.528,00
3	2021	562.876.888,20	3.432.659,00
4	2022	934.604.592,42	5.256.117,00
5	2023	507.101.474,99	3.890.000,00

sumber: Badan Pusat Statistik (2024)

Berdasarkan **Tabel 1** di atas, dapat dihitung perkiraan ekspor dan impor produksi gliserol pada tahun 2033. Perkiraan kebutuhan Gliserol pada tahun 2033 yaitu dengan perhitungan *discounted method* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$m = P(1+i)^n \quad (1)$$

Dengan :

m : Jumlah produk pada tahun 2033, (kg, tahun)
P : Data besarnya impor tahun 2023 (kg)
i : Rata 0 rata kenaikan impor tiap tahun (%)
n : Selisih tahun

Penentuan kapasitas dari pabrik dekstrin dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (2)$$

Dengan:
m_1 = nilai impor
m_2 = kapasitas pabrik lama (produksi dalam negeri)
m_3 = kapasitas pabrik baru
m_4 = jumlah ekspor
m_5 = konsumsi dalam negeri

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan data proyeksi peluang kapasitas pabrik baru pada tahun 2033 sebesar 39.722 ton/tahun. Dengan beberapa pertimbangan, direncanakan pabrik gliserol dibangun dengan kapasitas 40.000 ton/tahun pada tahun 2033. Pabrik ini didirikan dengan alasan dapat memenuhi kebutuhan ekspor-impor dan bahan baku yang digunakan sebanyak 1.070.527,26 kg.

2. Deskripsi Proses

Pembuatan gliserol ini melalui tiga tahapan proses yaitu:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku biji jagung dari gudang (G-111) dimasukkan ke dalam Tangki *boiler* (F-113) untuk melunakkan biji jagung dan mengeluarkan minyak, kemudian dialirkan menuju *screw press* (H-115) untuk menghasilkan minyak jagung mentah dengan kandungan trigliserida, FFA, fosfolipid, fitosterol, dan tokoferol dan komponen sisa biji jagung seperti abu. Langkah selanjutnya, minyak jagung mentah dan komponen biji jagung dialirkan menuju *centrifuge* (H-116) untuk memisahkan minyak mentah dengan abu, minyak jagung mentah dialirkan menuju tangki *bleaching* (F-117) yang telah berisi *bleaching earth* (bentonit) dan abu dialirkan menuju limbah. Proses *bleaching* bertujuan untuk memucatkan warna minyak (Hacballah and Siregar 2020). Hasil dari proses tersebut diteruskan menuju *screening* (X-118) untuk dilakukan pemurnian minyak jagung mentah dari *bleaching,* lalu *bleaching* menuju limbah dan minyak jagung mentah menuju reaktor Saponifikasi (R-220).

2. Tahap Reaksi Saponifikasi

Minyak jagung dan larutan NaOH dengan konsentrasi (50%) rasio minyak jagung : Naoh yaitu 1:3 dipompakan ke dalam reaktor Saponifikasi (R-220) untuk dihomogenkan dan sekaligus bereaksi membentuk sabun dan gliserol. Hasil proses Saponifikasi yang berupa campuran gliserol dengan sabun dipompakan ke unit pemisah separator (H-222) yang bekerja dengan prinsip perbedaan densitas. Gliserol yang dihasilkan dialirkan menuju evaporator (V-331). Reaksi kimia yang terjadi pada proses Saponifikasi dan proses Saponifikasi dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Triglycerides (l) Caustic Soda (l) Soap (l) Glycerine (l)

Gambar 1. Reaksi Saponifikasi *(sumber: Tan dkk., 2013)*

3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Gliserol dipompakan ke evaporator (V-331) untuk menguapkan air dari gliserol dengan media pemanas yang digunakan adalah *steam* dengan temperatur 125°C. Agar diperoleh gliserol pada suhu 30°C, maka gliserol tersebut dimasukkan ke dalam *cooler* (E-332) dengan media air pendingin 25°C, kemudian gliserol tersebut dipompakan ke dalam tangki produk (F-333) dengan kondisi temperatur 30°C. Pemurnian gliserol bertujuan untuk memurnikan gliserol dari air yang masih terkandung. Gliserol yang dihasilkan dari proses pemurnian ini adalah 89% yang dapat digunakan untuk industri tekstil.

4. Tahap Pengolahan Produk Samping

Sabun cair yang telah dipisahkan dari gliserol ditampung di dalam tangki berpengaduk (M-227). Kemudian pewarna *tartrazine* sebanyak 0,05% disimpan dalam tangki pewarna (F-221A) dan pewangi *limonene* sebanyak 0,1% disimpan dalam tangki pewangi (F-221B) dipompakan ke dalam tangki berpengaduk untuk dihomogenkan. Selanjutnya sabun cair tersebut dipompakan ke dalam tangki produk samping (F-333A). Sabun cair yang dihasilkan digunakan untuk sabun mandi yang biasa disebut *natural soap*.

3. Analisis Ekonomi

Evaluasi ekonomi pada prancangan pabrik merupakan aspek penting untuk mempertimbangkan kelayakan dan keuntungan dari pendirian suatu pabrik. Dalam hal ini, ada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan terkait kelayakan suatu pabrik yaitu:

a. Keuntungan
b. Lama waktu pengembalian *(Pay Out Time)*
c. Total modal akhir *(Total Capital Investment)*
d. Laju pengembalian modal *(Rate of Return)*
e. Titik impas *(Break Event Point*/BEP)

Hasil evaluasi kelayakan ekonomi pabrik gliserol dapat dilihat pada **Tabel 2**..

Tabel 2. Rangkuman Evaluasi Ekonomi Pabrik

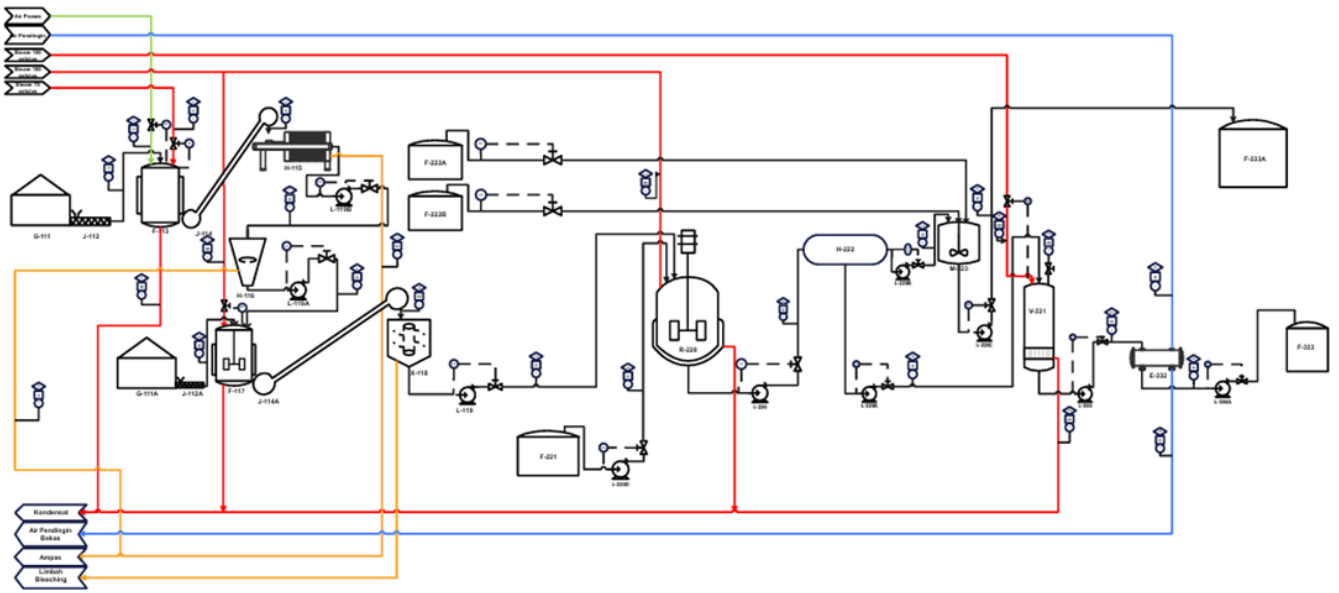
No	Nama Parameter	Nilai	Kesimpulan
1.	*Annual Cash Flow* (ACF)	97,86%	ACF > bunga bank (5,75%), pabrik layak
2.	*Pay Out Time* (POT)	1,1 tahun	POT < 5 tahun, pabrik layak didirikan
3.	*Net Profit Over Total Life of the Project* (NPOTLP)	US$ 44.68 B	NPOTLP > TCI + Jumlah Bunga Pinjaman, pabrik layak didirikan
4.	*Total Capital Sink* (TCS)	US$ 43.34 B	TCI < TCS, pabrik layak didirikan
5.	*Rate of Return (ROR)*	88,86%	ROR > Bunga bank (5,75%), Pabrik layak didirikan
6.	*Break Event Point (BEP)*	58,33%	40% < BEP < 60%, Pabrik layak didirikan

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan perhitungan yang terdapat pada bab sebelumnya, dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pabrik gliserol dari biji jagung akan dibangun Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan, Sumatera Utara;
2. Pabrik gliserol yang dirancang memiliki kapasitas produksi sebesar 40.000 ton/tahun;
3. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari;
4. Bentuk badan usaha yang diterapkan pada pabrik ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan 192 orang;
5. Evaluasi ekonomi diperoleh :
   - *Total Modal (TCI)*: US$ 5.027.668.990,39
   - *Pay out time* (POT) : 1,1 tahun
   - *Ongkos Produksi (TPC)* : US$ 48.680.628.630,70
   - *Keuntungan (Laba bersih)*: US$ 44.677.981.574,41
   - *Laju Pengembalian Modal (ROR)* : 88,86%
   - *Break event point* (BEP) : 58,33%

PRA RANCANGAN PABRIK GLISEROL DARI BIJI JAGUNG MELALUI PROSES SAPONIFIKASI DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus Aliran																					
	1	2	4	6	7	8	9	10	12	14	15	16	18	20	21	23	24	27	29	30	31
Air	112.405,36	-	2.039.354,43	142.754,81	1.896.599,62	132.761,97	1.763.837,65	-	1.763.837,65	1.763.837,65	-	19.598,20	1.783.435,84	35.668,72	1.747.767,13	35.133,69	535,03	535,03	-	-	1.747.767,13
Abu	18.198,96	-	18.198,96	17.099,26	1.287,04	1.196,95	90,09	-	90,09	-	90,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karbohidrat	752.580,66	-	752.580,66	699.900,02	52.680,65	48.993,00	3.687,65	-	3.687,65	-	3.687,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minyak jagung	53.526,36	-	53.526,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Protein	110.264,31	-	110.264,31	102.545,81	7.718,50	7.178,21	540,30	-	540,30	-	540,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Serat Kasar	23.551,60	-	23.551,60	21.902,99	1.648,61	1.533,21	115,40	-	115,40	-	115,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Air proses	-	1.926.949,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Air kondensat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trigliserida	-	-	-	3.694,39	49.082,60	3.435,78	45.646,82	-	45.646,82	45.646,82	-	-	2.282,34	-	2.282,34	-	-	-	-	-	2.282,34
Lilin	-	-	-	1,87	24,89	23,15	1,74	-	1,74	-	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sterol	-	-	-	37,47	497,80	462,95	34,85	-	34,85	-	34,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bleaching Earth	-	-	-	-	-	-	-	25.395,36	25.395,36	-	25.395,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gliserol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.477,59	4.477,59	-	-	4.477,59	4.477,59	-	-	44.727,24
$C_{17}H_{33}COONa$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.727,24	-	44.727,24	-	-	-	-	-	-
NaOH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.598,20	13.757,86	-	13.757,86	-	-	-	-	-	13.757,86
Pewarna ($C_{16}H_8N_4Na_2O_8S_2$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,36	-	22,36
Pewangi ($C_{15}H_{24}$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,73	44,73

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2025

PROCESS FLOW DIAGRAM:
PRA PERANCANGAN PABRIK GLISEROL DARI BIJI JAGUNG MELALUI PROSES SAPONIFIKASI DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh:

Clearesta Regina Prastyaningtyas	211910401001
Aprilinka Dwi Minarti	211910401058
Melba Agustin Masfufah Putri	211910401079

Dosen Pembimbing Utama:
Ir. Istiqomah Rahmawati, S.Si., M.Si,

Nomor Aliran	Steam	FC	Flow Control
Temperatur	Air Pendingin	TC	Temp Control
Tekanan (atm)	Air Proses		

No.	Kode Alat	Keterangan
1	G-111	Gudang Biji Jagung
2	G-111A	Gudang *Bleaching Earth*
3	J-112	*Screw Conveyor I*
4	J-112A	*Screw Conveyor II*
5	F-113	Tangki *Boiler*
6	J-114	*Bucket Elevator* Biji Jagung
7	J-114A	*Bucket Elevator Bleaching Earth*
8	H-115	*Screw Press*
9	H-116	*Centrifuge*
10	F-117	Tangki *Bleaching*
11	X-118	*Screening*
12	L-119	Pompa I
13	L-119A	Pompa II
14	L-119B	Pompa III
15	R-220	Reaktor Saponifikasi
16	F-221	Tangki NaOH
17	F-221A	Tangki Pewarna
18	F-221B	Tangki Pewangi
19	H-222	Separator
20	M-223	*Mixer* Sabun
21	L-224	Pompa IV
22	L-224A	Pompa V
23	L-224B	Pompa VI
24	L-224C	Pompa VII
25	L-224D	Pompa VIII
26	V-331	Evaporator
27	E-332	*Cooler*
28	F-333	Tangki Gliserol
29	F-333A	Tangki Sabun
30	L-334	Pompa XI
31	L-334A	Pompa X

Gambar 1. *Flow Diagram Process Pabrik Gliserol*

6. Berdasarkan evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik gliserol dari biji jagung dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun ini layak didirikan.

Daftar Pustaka

Aqila, 2023, "Pra-Perancangan Pabrik Gliserol dari Crude Palm Oil (CPO) dengan Proses Hidrolisis Kontinu", skripsi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.

Aziz I, Nurbayti S, Luthfiani F, 2017, "Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Pembuatan Biodiesel Menggunakan Bahan Baku Minyak Goreng Bekas".

Brownell LE, Young EH, 1959, "Process Equipment Design", John Wiley & Sons, New York.

Chalidazia I, Alfiani, 2017, "Pabrik Gliserol dari Minyak Kelapa Sawit dengan Proses Continuous Fat Splitting".

Foust AS, 1979, "Principles of Unit Operations", 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., London.

Geankoplis CJ, 1993, "Transport Processes and Unit Operations", 3rd ed., Prentice Hall International, New Jersey.

Hacballah T, Siregar LH, 2020, "Analisa Pemakaian Jumlah BE (Bleaching Earth) terhadap Kualitas Warna DBPO (Degummed Bleached Palm Oil) pada Tangki Bleacher (D202) dengan Kapasitas 2000 Ton/Hari di Unit Refinery PT. SMART Tbk Belawan".

Kern DQ, 1965, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book Company, Tokyo.

Kusnarjo, 2010, "Desain Pabrik Kimia".

McCabe WL, Smith JC, Harriott P, 1956, "Unit Operations of Chemical Engineering", 5th ed., McGraw-Hill International Book Company, New York.

Mufsihah A, Ikroom MH, 2020, "Pra Rancangan Pabrik Kimia Gliserol dari Epichlorohydrin dan Sodium Hydroxide dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun".

Perry RH, Green DW, 1999, "Perry's Chemical Engineering Handbook", 7th ed., McGraw-Hill International Book Company, New Jersey.

Peters MS, Timmerhaus KD, 1991, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", McGraw-Hill International Book Company, New York.

Peters MS, Timmerhaus KD, 2004, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", McGraw-Hill International Book Company, New York.

Putri HSH, Priscila SB, 2021, "Prarancangan Pabrik Gliserol dari Epichlorohydrin dan Natrium Hidroksida dengan Kapasitas 17.500 Ton/Tahun".

Qhatimah DK, Juniar NF, 2024, "Pra Rancangan Pabrik Minyak Jagung (Corn Oil) dengan Metode Wet Rendering Kapasitas Produksi 3.000 Ton/Tahun".

Smith J, Van Ness HC, Abbott MM, 2001, "Chemical Engineering Thermodynamics", 5th ed., McGraw-Hill International Book Company, New York.

Tan HW, Abdul Aziz AR, Aroua MK, 2013, "Glycerol Production and Its Applications as a Raw Material: A Review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 27, 118–127.

Ulrich GD, 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley & Sons, New York.

Wahyuni A, 2013, "Penetapan Kadar Zat Pewarna (Tartrazine dan Sunset Yellow) pada Sirup Kemasan dengan Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi".

Walas SM, 1990, "Chemical Process Design: Equipment, Chemical Process Design, Heterogeneous Reactor", Butterworth-Heinemann, Washington Street.

Yaws CL, 1999, "Chemical Properties Handbook", McGraw-Hill, New York.