

PRARANCANGAN PABRIK STEARAMIDA DARI ASAM STEARAT DAN UREA MENGGUNAKAN PROSES AMIDASI DENGAN KAPASITAS 52.000 TON/TAHUN

Miftahul Jannah^{1,*}, Anita Retnowati¹

¹Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru Kalimantan Selatan
*Corresponding Author: miftamifta33@gmail.com

Abstrak

Stearamida merupakan salah satu asam lemak amida primer yang dapat dibuat dalam skala besar dan biasanya tersedia dalam bentuk butiran berbentuk tepung. Stearamida banyak digunakan pada industri pembuatan karet. Bahan baku utama dalam pembuatan stearamida adalah asam stearat dan urea. Prarancangan pabrik direncanakan beroperasi dengan kapasitas 52.000 Ton/Tahun dan akan didirikan pada tahun 2026 di Medan, Sumatera Utara.

Stearamida dibuat dari asam stearat dan urea dengan proses amidasi. Urea dan asam stearat yang sebelumnya dileburkan dan direaksikan dalam reaktor dengan proses batch selama 5 jam dengan suhu 160°C dan tekanan 1 atm. Stearamida hasil reaksi yang masih bercampur dengan sisa bahan baku maupun bahan lainnya dimurnikan dengan pelarut. Pemurnian menggunakan kloroform dilakukan untuk memisahkan produk dari urea yang tersisa dan pemurnian asam stearat yang tersisa dengan menggunakan pelarut etanol. Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari shift and non shift dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 126 orang. Adapun hasil analisa ekonomi memberikan hasil Total Capital Investment (TCI) adalah sebesar Rp 1.210.686.985.440 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp 7.280.000.000.000. Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 65,63% dan sesudah pajak sebesar 42,7%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak yaitu 1,36 tahun dan sesudah pajak 2 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 47,53% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 40%. Berdasarkan pertumbuhan hasil pertimbangan dan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik stearamida dengan kapasitas 52.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata Kunci: asam stearat, kloroform, stearamida, amidasi, urea.

1. Pendahuluan

Industri kimia di Indonesia terus berkembang dari tahun ke tahun mengakibatkan kebutuhan akan bahan baku, bahan baku pendukung dan tenaga kerja juga semakin meningkat. Pemenuhan bahan baku melalui impor merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan di setiap tahunnya. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan industri kimia baik yang menghasilkan produk jadi ataupun setengah jadi. Salah satu bahan baku industri kimia yang sangat diperlukan adalah stearamida.

Stearamida merupakan salah satu asam lemak amida primer berbentuk *powder*. Stearamida dapat dibuat dengan proses amidasi antara asam stearat dan urea. Stearamida banyak digunakan pada industri pembuatan karet (Syukri dan Masyithah, 2018). Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan dapat dilihat dari data impor stearamida dan besarnya kebutuhan stearamida di Indonesia pada masa mendatang. Berdasarkan data impor

stearamida dari tahun 2015 sampai 2019 dapat dilihat pada **Tabel 1**. (UNComtrade, 2020) berikut.

Tabel 1. Data Impor Stearamida

Tahun	Impor (Ton)	Pertumbuhan (%)
2015	28641,263	0,04
2016	29516,614	0,03
2017	36387,376	0,19
2018	35815,607	-0,02
2019	39277,028	0,09
Rata-rata		0,07

Berdasarkan data di atas, jika pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2026 maka perkiraan kebutuhan stearamida dapat dihitung menggunakan metode *discounted* dengan rumus:

$$F = P(1 + i)^n \quad \dots(1.2)$$

Keterangan:



F = Nilai pada tahun ke-n
 P = Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)
 i = Kenaikan data rata-rata
 n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Pada tahun 2026 direncanakan pendirian pabrik stearamida dalam negeri dengan perkiraan konsumsi (m_5) sebanyak:

$$m_5 = P(1 + i)^n \quad \dots(1.3)$$

Keterangan:

P = Besarnya impor tahun 2019 (ton/tahun)
 i = Kenaikan data impor rata-rata
 n = Selisih tahun (tahun ke-n)

sehingga:

$$m_5 = 39277,028 (1 + (0,07))^7 \\ = 59.058,45 \text{ ton/tahun}$$

Setelah pabrik mulai beroperasi, kegiatan tidak dihentikan namun diperkirakan nilai impor akan berkurang hingga 80%. Sehingga nilai m_1 adalah:

$$m_1 = 20\% \times m_5 \\ = 0,2 \times 59.058,45 \\ = 7.855,41$$

Peluang kapasitas produksi pada tahun 2026 (m_3) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad \dots(1.4)$$

Keterangan:

m_1 = nilai impor 2026 (ton/tahun) diambil 20% dari nilai impor pada data terakhir,
 m_2 = produksi pabrik dalam negeri (ton/tahun), karena belum ada pabrik yang memproduksi stearamida di Indonesia maka m_2 diasumsikan 0
 m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2026 (ton/tahun)
 m_4 = nilai ekspor tahun 2026 (ton/tahun)
 m_5 = nilai konsumsi tahun 2026 (ton/tahun)

$$\text{Jadi, } m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ m_3 = (0 + 59.058,45) - (7855,41 + 0) \\ = 52.214,92 \text{ Ton/Tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas perancangan pabrik stearamida pada tahun 2026 akan dibangun dengan kapasitas 52.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan stearamida dalam negeri.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proseses

Stearamida dapat dibuat dengan beberapa proses dan untuk oerbedaannya dpat dilihat pada **Tabel 2.** Berikut

No	Komponen	Proses		
		Reaksi Enzimatis	Reaksi Amidasi	Reaksi Amonolisis
1	Bahan baku	Asam stearat dan amonium anhidrat	Asam stearat dan urea	Amonia dan metil ester
2	Suhu reaksi	200°C	140°C - 190°C	220°C
3	Tekanan reaksi	345-690 kPa (50-100 psi)	1 atm (14,7 psi)	12 Mpa (1800 psi)
4	Waktu reaksi	10-12 jam	± 5 jam	± 7 jam
5	Konversi reaksi	70-75%	90-95%	80-85%

Setelah memperhatikan aspek reaksi dari beberapa proses sintesis stearamida, dipilih reaksi antara asam dengan urea berdasarkan suhu dan tekanan yang lebih rendah, waktu yang diperlukan dalam reaksi asam dan urea lebih cepat. Konversi yang dihasilkan dari proses amidasi dengan reaksi asam dan urea

lebih besar dibandingkan 2 proses yaitu sebesar 90-95%

2.2 Proses Amidasi Pembuatan Stearamida

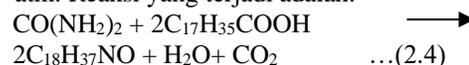
Proses pembuatan stearamida dari asam stearat dan urea dilakukan dalam 3 tahap, yaitu :

1) Tahap Pengolahan Bahan Baku

Pada tahap pengolahan awal ini bahan baku urea dan asam stearat masing-masing dimasukkan ke dalam melter urea (F-130) dan melter asam stearat (F-140) untuk dicairkan dengan pemanas *steam* pada suhu 160°C sambil diaduk.

2) Tahap Reaksi

Pada tahap reaksi, urea dan asam stearat yang telah melebur dipompakan ke dalam reaktor tangki berpengaduk (R-210) untuk direaksikan selama ± 5 jam pada suhu 160°C tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah:



Setelah terjadi reaksi, dihasilkan gas CO₂ yang akan keluar melalui aliran atas reaktor, sedangkan produk yang mengandung stearamida selanjutnya dipompakan menuju *cooler* (E-212) untuk tahap pendinginan awal sebelum dimasukkan ke dalam tangki pemurnian I (M-310).

3) Tahap Pemurnian Produk

Produk luaran reaktor (R-210) berupa stearamida, asam stearat dan urea yang sudah melalui tahap pendinginan di *cooler* (E-212) dimasukkan ke dalam tangki pemurnian I (F-130) dengan menambahkan kloroform 10 kali dari volume total stearamida yang masuk dan dilakukan pengadukan sampai homogen. Kloroform berfungsi sebagai pelarut murni untuk memurnikan stearamida dari urea yang tersisa. Selanjutnya, campuran stearamida dan kloroform dipompakan ke *rotary drum vacuum filter* (H-320) untuk memisahkan filtrat dengan residu. Pada proses pemisahan ini, residu dibuang sebagai urea dan filtrat dipompakan ke dalam evaporator (V-330) untuk dipisahkan, aliran atas berupa uap kloroform sedangkan aliran bawah adalah stearamida basah. Stearamida basah kemudian dialirkan ke tangki pemurnian II (M-340) untuk memisahkan stearamida dengan asam stearat dengan melarutkan asam stearat dengan etanol yang ditambahkan sebanyak 10 kali volume asam stearat yang tersisa. Kemudian stearamida beserta asam stearat yang terlarut dengan etanol diumpahkan ke *centrifuge* (H-350) sehingga fase yang lebih ringan berupa asam stearat dan etanol akan dialirkan ke WWTP. Kemudian, untuk fase yang lebih berat dari *centrifuge* (H-350) yang berupa stearamida diumpahkan ke *crystallizer* (X-360) untuk dipadatkan. Stearamida berbentuk padatan basah dimasukkan ke *rotary dryer* (B-370) untuk dikeringkan. Keluaran atas dari *rotary dryer* (B-370) dimasukkan ke siklon (H-374) untuk dipisahkan antara uap kloroform dengan stearamida. Produk bawah *rotary dryer* (B-370) dan hasil bawah siklon (H-374) berupa stearamida kering diumpahkan ke *cooling conveyor* (J-375), diangkut sekaligus diturunkan suhunya. Stearamida dihaluskan di *ball mill* (C-380) diayak dengan *screen* (H-382) untuk menyeragamkan ukuran (100 mesh) yang akan ditampung dalam bin stearamida (F-383). Setelah itu, produk dimasukkan ke gudang produk (F-390).

3. Utilitas

Sumber air yang digunakan diperoler dari Sungai Deli. Air yang diperlukan sebanyak 98594,5141 kg/jam. Kebutuhan listrik disuplai dari PLN dan 2 buah generator sebagai cadangan.

Keperluan keseluruhan utilitas yang diperlukan untuk beroperasinya pabrik stearamida dapat dilihat pada **Tabel 3**. sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Pabrik Stearamida

Kebutuhan	Jumlah
Steam	4301,5738 kg/jam
Air untuk <i>cooler</i>	78811,5262 kg/jam
Listrik	1435,2917 kW
Bahan bakar	32,1924 liter/jam

4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi perlu dilakukan agar mengetahui berapa besar keuntungan yang didapatkan oleh pabrik ini sehingga bisa dikategorikan layak atau tidaknya suatu pabrik didirikan. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik stearamida dapat dilihat pada **Tabel 4**. sebagai berikut.

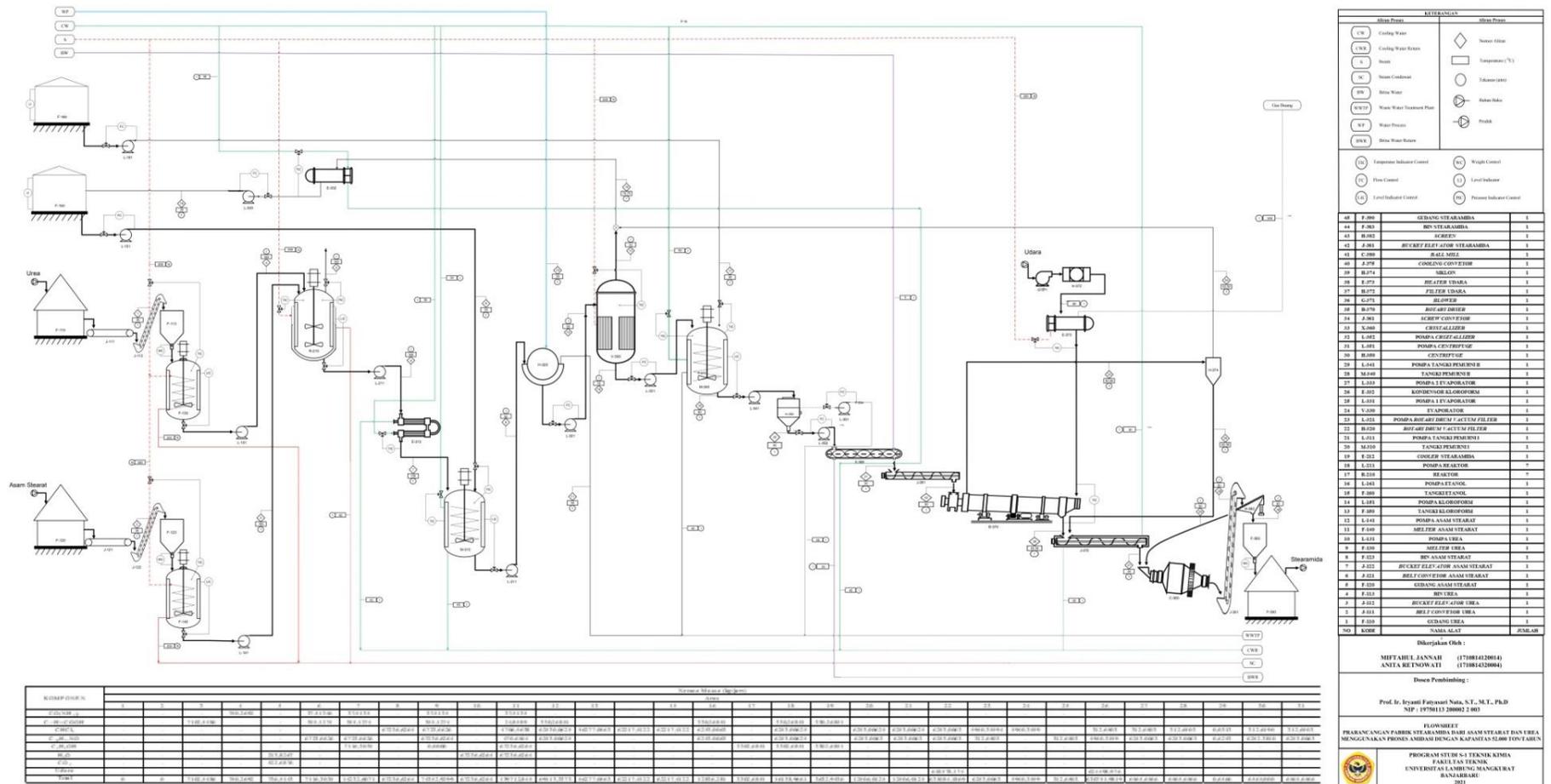
Tabel 4. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	42,7%	Min. 11%	Layak
POT	2 tahun	Max. 5 tahun	Layak
BEP	47,5%	40-60%	Layak
SDP	40%	20-40%	Layak

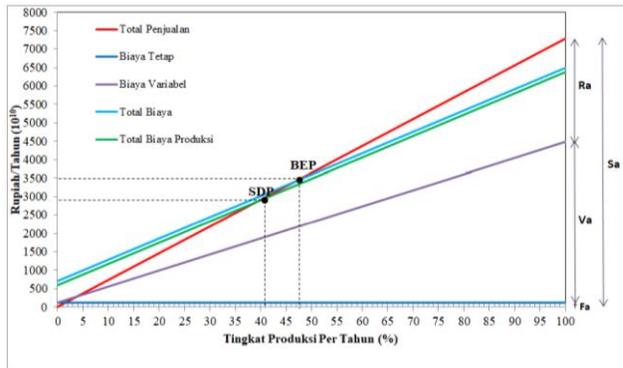
Return on Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang didapatkan dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. *Pay Out Time* (POT) adalah *payback periode* atau waktu pengembalian modal (uang investasi) yang dihasilkan menurut profit yang dicapai. Sedangkan *Break Even Point* (BEP) merupakan titik yang menunjukkan tingkat biaya dan penghasilan sama. Titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan disebut *Shut Down Point* (SDP). SDP terjadi umumnya karena *variable cost* yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen akibat tidak ekonomis suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan laba). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik stearamida dapat dilihat pada gambar berikut



DIAGRAM ALIR PROSES PRARANCANGAN PABRIK STEARAMIDA DARI ASAM STEARAT DAN UREA MENGGUNAKAN PROSES AMIDASI DENGAN KAPASITAS 52.000 TON/TAHUN



Gambar 1. Diagram Alir Proses Prarancangan Pabrik Stearamida Kapasitas 52.000 Ton/Tahun



Gambar 2. Grafik Break Event Point dan Shut Down Point pada Analisa Ekonomi

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa secara teknis dan ekonomis yang dilakukan pada Prarancangan Pabrik Stearamida dari Asam Stearat dan Urea menggunakan Proses Amidasi dengan Kapasitas 52.000 Ton/Tahun dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di Medan, Sumatera Utara pada tahun 2026. Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi berupa *line and staff*. Sedangkan total karyawan yang diperlukan sebanyak 126 orang. Berdasarkan perhitungan ekonomi diperoleh nilai evaluasi ROI sebanyak 42,7%; POT selama 2 tahun, BEP sebesar 47,5% dan SDP sebesar 40% sehingga dari hasil analisa yang diperoleh dapat disimpulkan pabrik asam asetat ini layak untuk didirikan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Aisyah, S. (2011): Produksi Surfaktan Alkil Poliglikosida (APG) dan Aplikasinya Pada Sabun Cuci Tangan Cair [tesis]. *Bogor: Institut Pertanian Bogor*.
- Aries, R. S. dan Newton, R. D. (1955): *Chemical Engineering Cost Estimation* New York. Mc. Graw Hill Book Co. Inc
- Brown, G. G. (1950): *Unit Operations* Charles E. Tuttle Co. Tokyo, Jepang
- Brownell, L. E. dan Young, E. H. (1959): *Process Equipment Desain : Vessel Desain* John Willey and Sons Inc. New Delhi, India
- Coulson, J. M., Richardson, J. F., Backhurst, J. R. dan Harker, J. H. (1954): *Chemical Engineering: Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*. Pergamon Press. Oxford
- Dogra, S. (1990): *Dogra S. Kimia fisik dan soal-soal*. Jakarta. UI-press.
- Fessenden, R. G. dan Fessenden, J. S. (1986): *Kimia Organik Dasar Edisi 3* Erlangga. Jakarta
- Geankoplis, C. J. (2003): *Transport Processes and Separation Process Principles: (Includes Unit Operation)*. Prantice Holl Inc. New Delhi, India
- Hesse, H. C. dan Rusthon, J. H. (1981): *Process Equipment Desain* Van Nostrad Co. New Jersey
- Hiley, C. R. dan Hoi, P. M. (2007): Oleamide: A Fatty Acid Amide Signaling Molecule in the Cardiovascular System. *Journal Compilation*. 25(1). 46-60
- Himmeblau, D. N. dan Riggs, J. B. (2012): *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. FT Press.
- Kern, D. Q. (1988): *Process Heat Transfer*. Mc. Graw Hill Inc. Singapore
- Kirk, R. F. dan Othmer, D. F. (1981): *Encyclopedia of Chemical Technology* John Willey and Sons Inc. New York, USA
- Kirk.Othmer (1981): *Encyclopedia Of Chemical Tecnology Volume 2 Fourth Edition. Alkanolamines To Antibiotics. 2*.
- Lide, D. R. (2009): *CRC handbook of chemistry and physics*. 85. CRC press.
- Patent, U. (2006): Process for Deproduction of Fatty Acidamides. *Malaysian Palm Oil Board*.
- Perry, R. H. (1999): *Perry's Chemical Engineering Handbook Ed. 7*. Mc. Graw Hill Book Company. Singapore
- Perry, R. H. dan Green, D. W. (1997): *Perry's Chemical Engineer Hand Book. 7*. Mc. Graw Hill Book Company Inc. Singapore
- Peters, M. S. dan Timmerhaus, K. D. (1991): *Plane Desain and Economics for Chemical Engineers* Mc. Graw Hill Book Co. New York
- PubChem. (2021): *Pubchem Compound Summary for CID 5283387*.
- Salsabila, T. (2018): Prarancangan Pabrik Urea Formaldehid Proses Db Western Dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun.
- Syukri, M. dan Masyithah, Z. (2018): Sintesis Stearamida Dari Asam Stearat Dan Urea Menggunakan Pelarut Campuran: Pengaruh Temperatur Dan Waktu Reaksi. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 7. 5-8
- Ulmann (2002): *Eencyclopedia of Industrial Chemistry* Germany
- Ulrich, G. D. (1984): *A Guide to Chemical Engineering Desain and Economics*. John Willey and Sons. New York
- UNComtrade. (2020): *Stearamide*.





- US.Patent. (2006): *Process For The Production Of Fatty Acidamides*. Malaysian Palm Oil Board, (MY)
- Wang, X., Han, Z., Chen, Y., Jin, Q. dan Wang, X. (2016): Scalable synthesis of oleoyl ethanolamide by chemical amidation in a mixed solvent. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 93. 125-131
- Yaws, C. L. (1999): *Chemical properties handbook*. McGraw-Hill Education.
- Yuan, C., Xu, Z., Fan, M., Liu, H., Xie, Y. dan Zhu, T. (2014): Study on characteristics and harm of surfactants. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 6. 2233-2237

