



BAB II

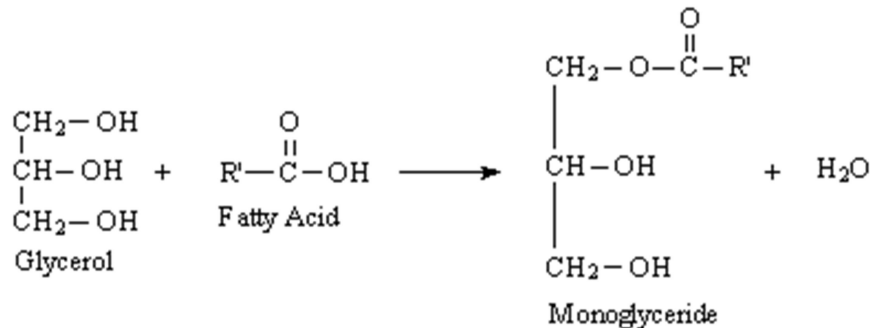
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Gliserol Monostearat (GMS) dapat diproduksi melalui dua macam proses, yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi. Dalam pemilihan proses perlu dipertimbangkan beberapa aspek seperti bahan baku, konversi, dan kondisi operasi. Pemilihan proses sangat penting dilakukan untuk memperoleh produk bernilai jual tinggi dengan bahan baku yang murah dan biaya produksi yang rendah.

II.1.1 Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi dalam pembuatan Gliserol Monostearat menggunakan bahan baku utama berupa Gliserol dan Asam Stearat. Pada proses ini menggunakan katalis yang bersifat asam ataupun basa. Umumnya digunakan katalis yang bersifat basa. Asam stearat akan teresterifikasi secara sempurna dengan gliserol ketika kondisi suhu dalam campuran pada rentang 230 – 400°C. Namun, jika kondisi suhu dalam campuran lebih rendah, maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama. Berdasarkan stoikiometri reaksi, untuk membentuk 1 mol gliserol monostearat dibutuhkan 1 mol gliserol (Hui, Bailey's Industrial Oil and Fat Products Fifth Edition Volume 4 Edible Oil and Fat Products : Processing Technology, 1996).



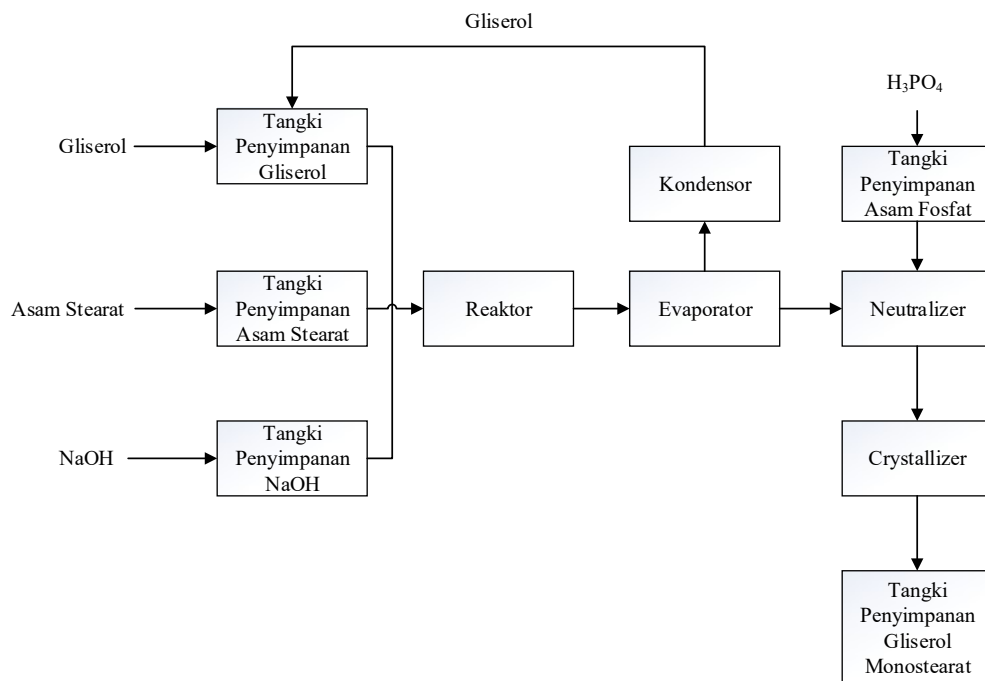
Gambar II.1 Reaksi Esterifikasi Pembentukan Gliserol Monostearat



Pembuatan Gliserol Monostearat dalam dunia industri untuk katalis yang sering digunakan yaitu Kalium Hidroksida ataupun Natrium Hidroksida. Gliserol Monostearat dapat dibuat melalui proses esterifikasi dengan berbagai macam katalis, antara lain yaitu :

1.) Proses esterifikasi dengan katalis Natrium Hidroksida

Proses esterifikasi dengan katalis Natrium Hidroksida tidak membutuhkan pemisahan awal, dikarenakan asam stearat yang digunakan memiliki kemurnian tinggi. Namun, dalam proses ini membutuhkan penetralan katalis, yaitu dengan menggunakan asam (asam fosfat) di akhir proses. Rangkaian proses pembuatan gliserol monostearat dengan proses esterifikasi dapat dilihat pada Gambar II.2



Gambar II.2 Blok Diagram Produksi Gliserol Monostearat dengan Proses Esterifikasi dengan Katalis NaOH

Bahan baku utama dan pendukung berupa asam stearat, gliserol, dan NaOH dicampur dengan perbandingan tertentu sebelum dialirkan menuju reaktor esterifikasi. Campuran bahan baku tersebut akan dialirkan menuju reaktor dengan



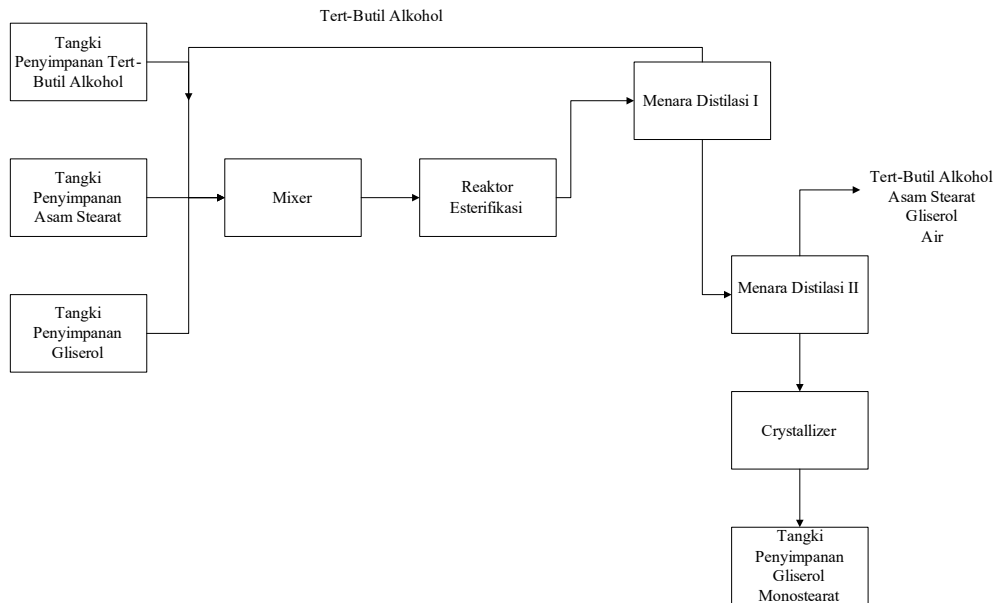
kondisi operasi pada suhu 240 - 250 °C dan tekanan 1 atm konversi yang didapatkan dalam proses pembentukan gliserol monostearat ini yaitu dalam rentan 90 – 95 %. Kemudian produk yang keluar dari reaktor akan dialirkan menuju evaporator untuk menguapkan gliserol dan air yang masih terdapat dalam campuran, dimana gliserol yang menguap akan di recycle kembali sedangkan air akan dibuang ke lingkungan dalam fase uap. Produk bawah dari evaporator berupa campuran gliserol monostearat dan katalis NaOH akan dialirkan menuju neutralizer untuk menetralkan katalis NaOH yang masih terdapat dalam campuran. Penetralkan ini menggunakan asam fosfat dengan kadar 85%. Produk bawah dari neutralizer akan diumpukan menuju crystallizer, untuk membentuk kristal gliserol monostearat. Padatan gliserol monostearat hasil kristalisasi akan disimpan dalam tangki penyimpanan.

2.) Proses Esterifikasi dengan Katalis Enzim Novozyme 435

Pada proses ini sama seperti proses esterifikasi sebelumnya, namun dalam proses ini katalis yang digunakan yaitu Novozyme 435. Novozyme merupakan katalis yang stabil pada suhu tinggi dan pelarut organik. Novozyme juga digunakan sebagai esterase untuk memproduksi spesifik ester seperti yang digunakan di industri kosmetik pada kondisi suhu yang rendah. Kondisi operasi dalam proses ini yaitu reaksi dijalankan pada suhu 50-60 °C dan pada tekanan 1 atm, dengan waktu tinggal selama 10 menit. Konversi yang didapatkan dalam proses ini yaitu sebesar 94% (*Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 2017). Rangkaian proses pembuatan gliserol monostearat dengan katalis Novozyme dapat dilihat pada Gambar II.3 dibawah ini :



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Gliserol Monostearat dari Gliserol dan *Stearic Acid* dengan
Proses Esterifikasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”



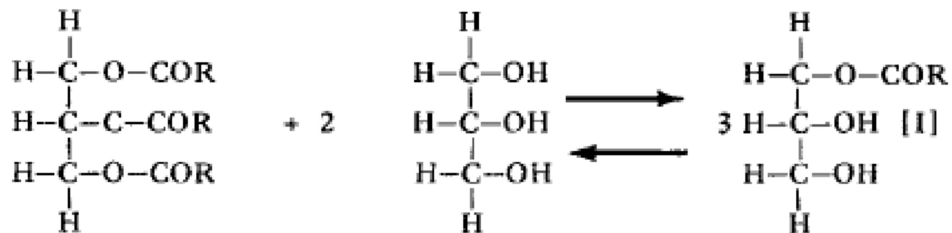
Gambar II.3 Blok Diagram Produksi Gliserol Monostearat dengan Proses Esterifikasi dengan Katalis Novozyme 435

Bahan baku berupa asam stearat dialirkan menuju mixer untuk proses pencampuran dengan Tert-Butil Alkohol dan gliserol. Kemudian campuran akan dipompa menuju reaktor esterifikasi dengan kondisi operasi pada suhu 60 °C dan tekanan 1 atm. Campuran akan dijaga suhunya agar tetap stabil dalam reaktor. Perbandingan mol antara asam stearat dan gliserol dalam proses ini yaitu sebesar 1: 3. Selanjutnya, hasil keluaran dari reaktor akan diumpankan menuju menara distilasi I untuk proses pemisahan. Produk atas dari menara distilasi berupa tert-butyl alkohol dan air diumpankan kembali menuju mixer. Sedangkan produk bawah dari menara distilasi I akan diumpankan menuju menara distilasi II. Pada menara distilasi II akan dipisahkan antara produk dengan kandungan tert-butyl alkohol, asam stearat, gliserol, dan air yang masih terkandung dalam produk. Produk atas dari menara distilasi II akan dialirkan menuju unit pembuangan limbah. Sedangkan, produk bawah berupa gliserol monostearate dengan sedikit kandungan gliserol dan asam stearate akan diumpankan menuju *crystallizer*. Selanjutnya hasil dari proses kristalisasi akan diumpankan menuju tempat penyimpanan produk.



II.1.2 Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan reaksi pembentukan ester dari suatu senyawa ester lain melalui pertukaran gugus alkil dari ester yang bereaksi dengan suatu alcohol. Pada proses transesterifikasi, bahan baku utama berupa trigliserida dan gliserol. Namun sebelum diumpungkan menuju reaktor, kandungan asam stearate yang terdapat dalam trigliserida harus dipisahkan terlebih dahulu. Pada proses ini menggunakan katalis basa seperti NaOH. Kondisi operasi dalam proses ini membutuhkan suhu yang tinggi untuk mencapai reaksi sempurna, apabila rasio gliserol terhadap trigliserida semakin tinggi. Produk yang dihasilkan juga akan berwarna lebih gelap, dikarenakan kondisi operasi menggunakan suhu yang tinggi. Hal ini tentu tidak diinginkan jika produk digunakan dalam industri makanan.

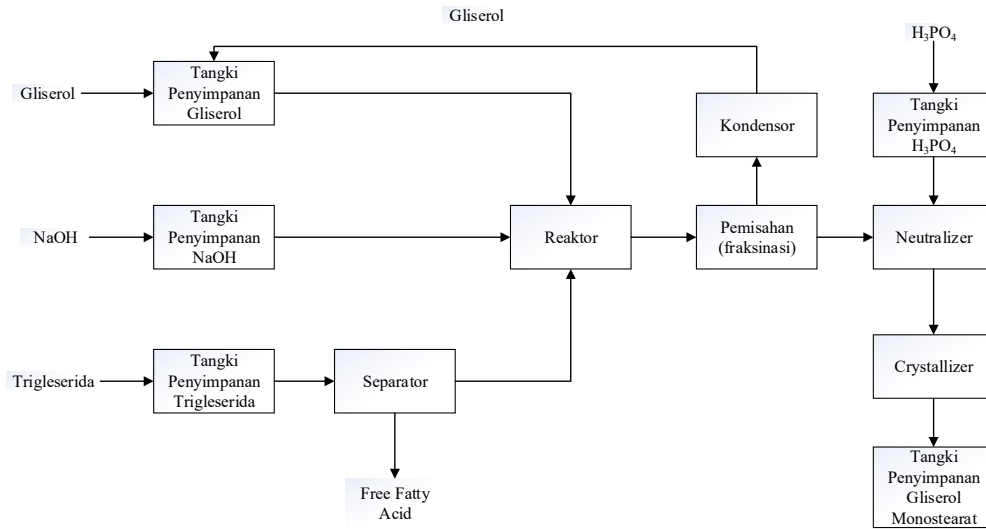


Gambar II.4 Reaksi Transesterifikasi Pembentukan Gliserol Monostearat

Berdasarkan stoikiometri reaksi, untuk membuat 3 mol gliserol monostearate membutuhkan 2 mol gliserol. Namun, pada reaksi transesterifikasi dapat terbentuk gliserol distearat sehingga mengurangi konversi produk GMS. Di akhir proses, dibutuhkan penetralan katalis oleh asam seperti asam fosfat.



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Gliserol Monostearat dari Gliserol dan *Stearic Acid* dengan
Proses Esterifikasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”



Gambar II.5 Blok Diagram Produksi Gliserol Monostearat dengan Proses Transesterifikasi

Bahan baku berupa trigliserida akan diumpangkan menuju separator untuk memisahkan kandungan asam lemaknya. Asam lemak hasil pemisahan tersebut akan diumpangkan menuju reaktor bersama gliserol dan katalis NaOH. Konversi produksi gliserol monostearat yang didapatkan dengan proses ini yaitu dalam rentan 90-92%. Selanjutnya campuran tersebut akan dipisahkan dengan menggunakan distilasi molekuler/fraksinasi. Pemisahan ini bertujuan untuk memisahkan produk monogliserida dan digliserida. Selanjutnya produk utama berupa gliserol monostearat akan dinetralisasi dengan asam fosfat. Kemudian campuran produk akan dipisahkan dari garam dan air yang masih tersisa sebelum diumpangkan menuju kristalisasi. Akhir proses produk berupa gliserol monostearat akan disimpan dalam tangki penyimpanan.

II.2 Seleksi Proses

Proses esterifikasi maupun transesterifikasi memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri. Jika ditinjau dari bahan baku utama yang digunakan, proses transesterifikasi lebih ekonomis dibandingkan dengan proses esterifikasi, hal ini dikarenakan pada proses transesterifikasi menggunakan trigliserida sebagai bahan baku utama. Namun, produk yang dihasilkan tidak dapat semurni produk



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Gliserol Monostearat dari Gliserol dan *Stearic Acid* dengan
Proses Esterifikasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”

dari proses esterifikasi. Hal ini dikarenakan proses esterifikasi menggunakan asam 7tearate dengan kemurnian tinggi sehingga kualitas produk yang didapatkan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan proses transesterifikasi.

Tabel II.1 Perbandingan Macam Proses Produksi Gliserol Monostearat

No	Parameter	Macam Proses		
		Esterifikasi		Transesterifikasi
		Katalis NaOH	Katalis Novozyme 435	
Aspek Teknis				
1.	Bahan Baku	Gliserol	Gliserol	Gliserol
		Asam Stearat	Asam Stearat	Trigleserida
		NaOH	Novozyme 435	NaOH
			Tert-Butil Alkohol	
2.	Rasio Bahan Baku	1:1	3:1	2:3
3.	Konversi	90 %	94 – 98%	90 %
Aspek Operasi				
4.	Suhu (°C)	240 – 250	60	260
5.	Tekanan (atm)	1	1	1

Pada pendirian pabrik gliserol monostearate, dipilih proses esterifikasi dengan menggunakan katalis Novozyme 435, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Kemurnian gliserol monostearate yang dihasilkan lebih tinggi
2. Rangkaian proses lebih sederhana karena tidak memerlukan separator di awal proses
3. Tidak memerlukan kondisi operasi yang tinggi

II.2 Uraian Proses Terpilih

Proses produksi gliserol monostearat dari asam stearat dan gliserol dengan proses esterifikasi menggunakan katalis novozyme 435 terbagi menjadi beberapa tahap proses utama, yaitu :



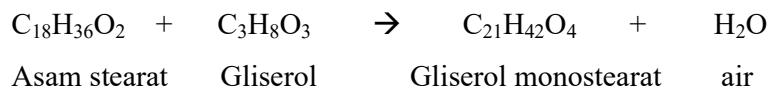
1. Tahap *Pre-treatment*

Pada tahap ini, umpan berupa asam stearat yang disimpan di dalam Silo diangkat menuju mixer dan dicampur dengan pelarut tersier butil alkohol, dan gliserol dari tanki. Kemudian larutan dipompa menuju reaktor esterifikasi pada suhu 60 °C dan tekanan 1 atm.

2. Tahap Esterifikasi

Larutan yang telah diumpankan menuju reaktor esterifikasi dioperasikan pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Asam stearat diesterifikasi oleh gliserol membentuk gliserol monostearat dengan bantuan katalis Novozyme 435. Reaksi yang berlangsung di dalam reaktor adalah sebagai berikut.

Pembentukan Gliserol Monostearat



Perbandingan mol gliserol dengan asam stearat adalah 3:1 dan didapatkan konversi sebesar 0,94. Selanjutnya produk keluaran dari reaktor berupa campuran gliserol monostearat, tert-butyl alkohol, air, gliserol, dan asam stearat akan diumpankan menuju menara distilasi I untuk proses pemisahan.

3. Tahap Pemurnian

Produk keluaran dari reaktor esterifikasi akan diumpankan menuju menara distilasi I, namun sebelumnya dipanaskan terlebih dahulu menggunakan heater sampai mencapai suhu 90 °C. Kemudian dalam menara distilasi I dengan kondisi tekanan 1 atm akan memisahkan antara tert butil alkohol dan air yang masih terkandung dalam campuran. Produk atas dari menara ditilasi I yang berupa tert-butyl alkohol dan air tersebut akan memasuki kondensor untuk mengubah fasenya dari gas menjadi cair, lalu ditampung di akumulator, dan dialirkan kembali menuju mixer. Sedangkan untuk produk bawah dari menara ditilasi I akan diumpankan menuju menara distilasi II yang sebelumnya didinginkan terlebih dahulu menggunakan *cooler* sampai mencapai suhu 68 °C. Selanjutnya, dalam menara ditilasi II dengan kondisi tekanan 0,1 atm akan memisahkan antara gliserol dan asam stearat serta gliserol monostearat. Produk atas dari proses pemisahan tersebut adalah gliserol yang akan dikondensasikan lalu direcycle



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Gliserol Monostearat dari Gliserol dan *Stearic Acid* dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”

menuju mixer. Sedangkan untuk produk bawah dari menara distilasi II yang bersuhu 300°C berupa gliserol monostearate, dan sedikit gliserol dan asam stearat akan diumpankan menuju *crystallizer* yang sebelumnya didinginkan terlebih dahulu hingga suhunya mencapai 80°C. Hasil keluaran dari *crystallizer* dengan temperatur 30°C akan diumpankan ke dalam centrifuge untuk dipisahkan antara kristal dan liqournya. Kristal gliserol monostearat hasil dari pemisahan dalam centrifuge disimpan dalam tangki penyimpanan gliserol monostearat dengan bantuan *screw conveyor* dan *bucket elevator*.