



## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Pemilihan Proses

Proses pembuatan gliserol pada dasarnya adalah hasil samping dari proses pengolahan lemak dan minyak, baik nabati maupun hewani. Terdapat beberapa metode dalam proses pembuatan gliserol, yaitu:

1. Proses Saponifikasi
2. Proses Transesterifikasi
3. Proses Fat Splitting

##### II.1.1 Saponifikasi

Proses saponifikasi merupakan salah satu proses pembuatan gliserol dari lemak dan minyak yang direaksikan dengan soda kaustik (NaOH) menghasilkan sabun dan *lye soap* yang mengandung 8-12% gliserol. Berikut ini adalah reaksi yang terjadi pada proses saponifikasi:



Lemak/minyak      Soda Kaustik                      Sabun      Gliserol

Lemak dan minyak dapat disabunkan melalui proses *full-boiling*. Proses saponifikasi dapat dijelaskan secara singkat sebagai berikut. Campuran lemak dan minyak diumpankan ke dalam ketel bersama soda kaustik dengan konsentrasi tertentu, dan beserta penambahan garam. Campuran dipanaskan dengan energi tinggi, menggunakan *closed steam coils*, hingga proses saponifikasi selesai. Jumlah soda kaustik yang ditambahkan sengaja dibuat kurang dari kebutuhan stoikiometri, untuk memastikan pengurangan sabun alkali yang mengandung gliserol agar memiliki alkalinitas minimum. Soda kaustik dalam sabun alkali dinetralkan selama treatment selanjutnya.

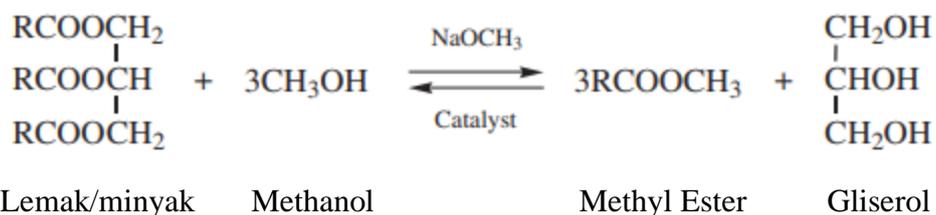


PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

Garam yang digunakan dalam alkali diperlukan untuk menjaga sabun pada daerah butir dan memudahkan pemisahan sabun dan alkali. Tahap terakhir adalah pengambilan setelah pengendapan dan dipindahkan ke bagian pengolahan gliserol. Sementara itu, sabun mengalami pendidihan lebih lanjut dan *multiple washing* secara *counter current* untuk menyelesaikan proses saponifikasi dan disertai proses pengambilan gliserol. Pendidihan sabun secara kontinyu yang secara luas dipraktekkan adalah menggunakan *multiple washing coloumn* atau sentrifugal. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan *recovery* gliserol.

### II.1.2 Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan proses pembuatan gliserol dari lemak dan minyak direaksikan dengan metanol berlebih. Berikut ini adalah reaksi transesterifikasi:



Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara batch pada tekanan atmosfer dan pada suhu 60-70°C dengan metanol berlebih dan dengan katalis basa. Kondisi reaksi ringan, namun, memerlukan penghilangan asam lemak bebas dari minyak dengan penyulingan atau pre-esterifikasi sebelum transesterifikasi. Pretreatment ini tidak diperlukan jika reaksi dilakukan di bawah tekanan tinggi (9000 kPa) dan suhu tinggi (240°C). Dengan kondisi tersebut, esterifikasi simultan dan transesterifikasi berlangsung. Campuran pada akhir reaksi diendapkan. Pada bagian bawah yaitu lapisan gliserol diambil sedangkan lapisan metil ester pada bagian atas dicuci untuk menghilangkan gliserol yang tertahan kemudian diproses lebih lanjut. Kelebihan metanol direcover dalam kondensor, dikirim ke kolom rektifikasi untuk pemurnian, dan daur ulang. Transesterifikasi kontinyu cocok untuk kebutuhan kapasitas besar. Dengan berdasarkan pada kualitas bahan baku, unit dapat dirancang untuk

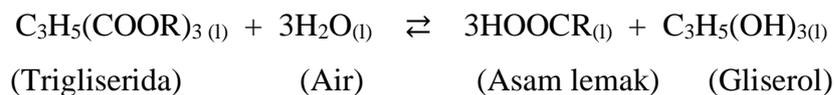


PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

beroperasi pada tekanan tinggi dan suhu tinggi atau pada tekanan atmosfer dan sedikit kenaikan suhu.

### II.1.3 *Fat Splitting*

*Fat splitting* merupakan hidrolisis trigliserida dari lemak dan minyak dengan kenaikan temperatur dan tekanan menghasilkan asam lemak dan gliserol. Berikut adalah reaksi hidrolisis trliserida:

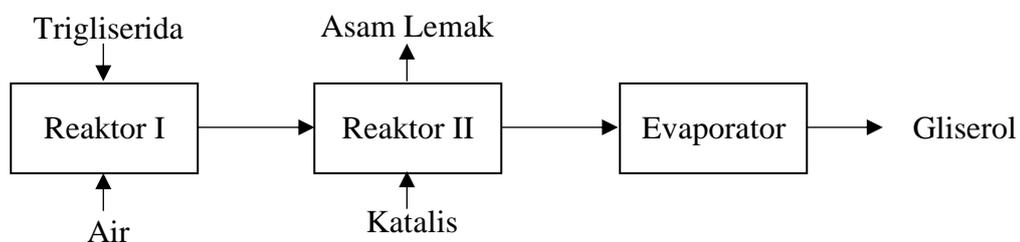


Terdapat beberapa metode dalam proses pembuatan gliserol dengan proses *fat splitting*, yaitu :

1. Proses *Twichell Fat Splitting*
2. Proses *Batch Autoclave Fat Splitting*
3. Proses *Continuous Fat Splitting*
4. Proses *Enzymatic*

#### II.1.3.1 Proses *Twichell*

Pada proses *Twichell*, minyak dihidrolisa dengan menggunakan proses *batch* pada suhu 100-105°C, tekanan vakum, konversi yang diperoleh 85-98% dan waktu tinggal 12-48 jam. Proses *Twichell* menggunakan katalis alkyl aryl sulfonic acid atau cycloaliphatic sulfonic acid. Dalam proses ini, proses hidrolisis dilakukan dengan 2 stage *countercurrent*, menggunakan reaktor tangki berpengaduk.



Gambar II.1 Diagram alir proses pembuatan gliserol dari CPO dengan Proses *Twichell*

(Goerge, 1984)

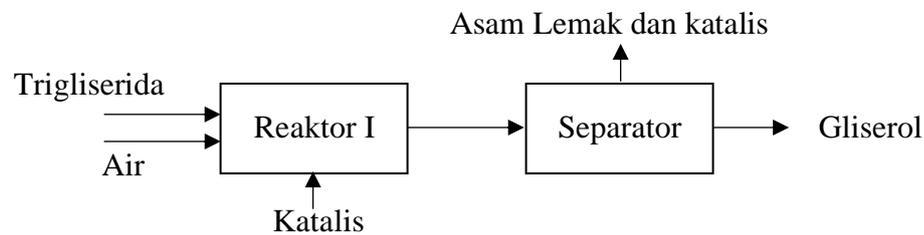


PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

Pada proses *Twitchell* di mana lemak dibawa untuk berkontak dengan air dengan reagen *Twitchell*, yang merupakan katalis asam yang memiliki sifat-sifat pengemulsi lemak dan melarutkan sampai batas tertentu dalam lemak pada titik didih air (US Patent, 1944).

### II.1.3.2 Proses *Batch Autoclave*

Proses *Batch Autoclave* meliputi hidrolisis asam lemak dengan air pada fase cair dengan menggunakan katalis Seng Oksida (ZnO) dan Magnesium Oksida (MgO). Proses ini memberikan konversi sebesar 85-98%. Reaksi hidrolisis dengan menggunakan katalis berlangsung pada suhu 150-175°C dan tekanan 52-100 atm dengan waktu tinggal 5-10 jam. Pada proses ini membutuhkan lebih dari satu tahapan untuk mendapatkan hasil maksimal serta gliserol yang mempunyai konsentrasi tinggi.



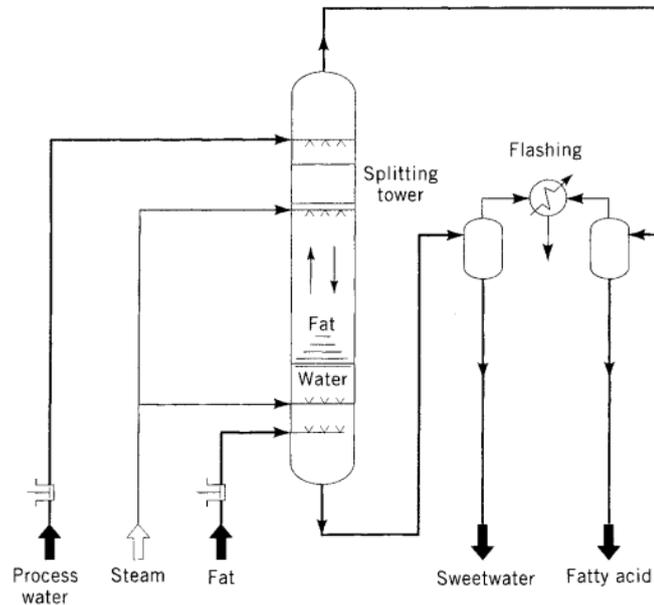
Gambar II.2 Diagram alir proses pembuatan gliserol dari CPO dengan Proses *Batch Autoclave*

(Goerge, 1984)

Dalam operasinya, *autoclave* diisi minyak, air (sekitar separuh dari jumlah minyak), dan katalis, lalu *autoclave* ditutup. Steam diinjeksikan untuk menghilangkan udara terlarut dan untuk menaikkan tekanan, injeksi steam dilakukan secara kontinyu pada bagian bawah untuk mendapatkan pengadukan dan tekanan operasi yang diinginkan. Setelah reaksi selama 5-10 jam. Isi dari *autoclave* dipindahkan dalam pengendap, dimana terbentuk 2 lapisan (lapisan atas asam lemak dan lapisan bawah gliserol). Asam lemak dikeluarkan dan gliserol yang tertinggal ditambahkan dengan asam mineral untuk memisahkan sabun yang

terbentuk, dan selanjutnya dibilas untuk menghilangkan sisa asam mineral (Bailey’s, 1951)

### II.1.3.3 Proses *Continuous Fat Splitting*



Gambar II.1 Flowsheet dasar pembuatan gliserol dari CPO dengan Proses *Continuous*

Tekanan dan suhu tinggi digunakan untuk waktu reaksi yang relatif lebih singkat. Aliran minyak dan air secara berlawanan arah menghasilkan pemisahan berderajat tinggi tanpa menggunakan katalis. Katalis dapat pula digunakan untuk mempercepat reaksi. Menara pemisahan tergantung dari kapasitasnya. Minyak dimasukkan melalui saluran yang berada pada bagian bawah menara dengan menggunakan pompa bertekanan tinggi. Air masuk melalui puncak kolom dengan rasio 40-50% berat minyak. Suhu dan tekanan pemisahan yang tinggi yaitu 250°C dan 50 atm akan dapat memastikan pelarutan air ke dalam minyak, sehingga tidak lagi diperlukan pengontakan kedua fase tersebut secara mekanik. Volume kosong dalam menara digunakan untuk terjadinya reaksi. Feed minyak masuk melalui dasar kolom menuju ke atas, sementara air masuk pada bagian atas kolom dan mengalir melewati fase minyak menuju ke bawah. Derajat pemisahan pada proses ini mencapai 99%. Proses ini lebih efisien bila dibandingkan dengan proses lain karena



PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

waktu reaksi yang relatif singkat yaitu hanya sekitar 2-3 jam. Dalam reaksi ini terjadi pemudaran warna asam lemak. Karena pertukaran panas internal yang cukup efisien proses ini cukup ekonomis dalam penggunaan steam (Bailey’s, 1951).

#### II.1.3.4 Proses *Enzymatic*

Lemak dan minyak dapat terhidrolisis dengan adanya bahan alami enzim. Pemecahan lemak melalui penggunaan enzim lipolitik telah dilakukan dalam uji coba eksperimental. Namun, saat ini, proses ini masih diragukan pentingnya karena biayanya yang tinggi dan waktu reaksi yang lama. Pemisahan lemak dan minyak secara enzimatik oleh lipase dari *Candida Rugosa*, *Asper gillus niger*, dan *Rhizopus arrhizus* telah dipelajari pada kisaran suhu 26–46 °C selama jangka waktu 48–72 jam. Sekitar 98% pemisahan dimungkinkan.

## II.2 Seleksi Proses

Untuk menentukan proses yang akan dipilih dalam pembuatan gliserol dapat dilakukan dengan membandingkan kelebihan dan kekurangan dari masing-masing proses seperti pada Tabel II.1 dan Tabel II.2 berikut :

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Gliserol

Parameter	Nama Proses		
	Saponifikasi	Transesterifikasi	<i>Fat Splitting</i>
Bahan Baku	Lemak/minyak, NaOH	Lemak/minyak, Methanol	Lemak/minyak, Air
Produk	Gliserol, Sabun	Gliserol, Methyl ester	Gliserol, Asam lemak
Kemurnian Produk Akhir	90%	90%	99%

Berdasarkan perbandingan pada Tabel II.1 maka dipilih proses *Fat Splitting* karena prosesnya menggunakan bahan baku berupa air yang merupakan bahan yang



PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

ketersediaannya melimpah dan ekonomis, produk samping berupa asam lemak yang memiliki nilai jual tinggi, serta konversinya yang mencapai 99%.

Tabel II.2 Perbandingan Proses Fat Splitting

Parameter	Nama Proses			
	<i>Twitchell</i>	<i>Batch Autoclave</i>	<i>Enzymatic</i>	<i>Continuous</i>
Temperatur	100-105°C	150-175°C	24-46°C	250°C
Tekanan	<1 atm	52-100 atm	1 atm	50 atm
Katalis	Alkyl aryl sulfonic acids, cycloaliphatic sulfonic	Zinc, calcium, magnesium oxides	Enzim lipase	-
Konversi	85-95%	85-98%	98%	97-99%
Waktu Reaksi	12-48 jam	5-10 jam	48-72 jam	2-3 jam
Proses	Batch	Batch	Continuous	Continuous

(Goergo, 1984)

Berdasarkan perbandingan pada Tabel II.2 maka dipilih proses *Continuous Fat Splitting* karena konversinya mencapai 99%, waktu reaksi yang relatif singkat (2-3 jam), dan dapat berlangsung tanpa adanya katalis.

### II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan gliserol dari crude palm oil terdiri dari beberapa unit, yaitu:

1. Tahap Persiapan bahan baku
2. Tahap Fat Splitting
3. Tahap Pemurnian gliserol



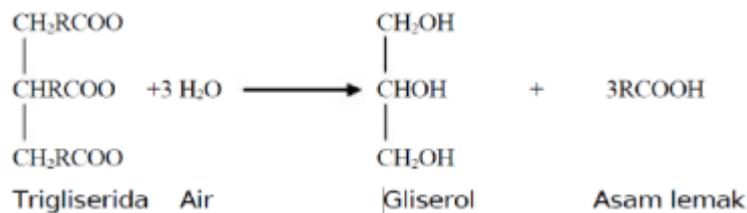
PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

### II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah *crude palm oil* dan air proses. kedua bahan baku diatas perlu dipanaskan terlebih dahulu dalam *heater* sampai mencapai suhu 240°C dan selanjutnya dipompakan ke dalam menara *fat splitting*. Air proses perlu dipanaskan sampai mencapai suhu 240°C dan juga dipompa ke dalam menara *fat splitting*. Selain itu, reaksi hidrolisis juga dibantu dengan injeksi steam bertekanan 50 atm.

### II.3.2 Proses *Continuous Fat Splitting*

Tahap ini merupakan tahap reaksi antara *crude palm oil* dan air dengan menggunakan bantuan *steam* di dalam menara fat splitting. *Crude palm oil* masuk pada bagian bawah menara pada suhu 240°C, sedangkan air proses masuk pada bagian atas menara pada suhu 240°C. Di dalam reaktor reaksi berlangsung pada suhu 250°C dengan tekanan 50 atm dan waktu reaksi 2–3 jam. *Steam* diinjeksikan ke dalam reaktor agar tekanan operasi tetap terjaga dan reaksi dapat berjalan dengan sempurna. Dari proses reaksi ini akan dihasilkan gliserol dan asam lemak. Reaksinya:



Produk yang terbentuk akan terpisah berdasarkan perbedaan berat jenis, gliserol akan keluar melalui bagian bawah kolom *Splitting* berupa *Sweet Water* (Gliserol dengan kadar 10-30%) bersama dengan air sedangkan asam lemak yang memiliki berat jenis lebih rendah akan keluar melalui bagian atas *fat splitting coloumn*. Pemisahan kedua fase yang terbentuk dalam menara *splitting*, dilakukan sesaat setelah reaksi berlangsung agar konversi reaksi sebesar 99% dapat tercapai. Produk hasil reaksi dipisahkan menjadi produk atas (asam lemak) dan produk bawah (gliserol). Pemisahan ini tetap berlangsung dalam reaktor tersebut dengan mengeluarkan produk bawah (gliserol) secara kontinyu. Produk yang keluar dari



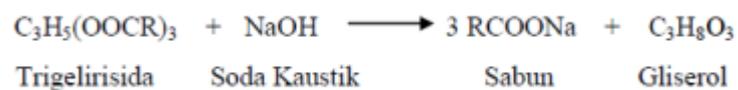
PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

---

menara *splitting* selanjutnya dipisahkan dengan menggunakan *flash tank* berdasarkan perbedaan tekanan yang diatur dengan *throttle valve* sehingga tekanan operasinya turun dari 50 atm menjadi 1 atm dan menyebabkan menjadi 2 fase yakni fase uap dan fase liquid. Penurunan tekanan ini terjadi dalam 2 buah *flash tank* yang berbeda, yaitu *flash tank* I untuk produk atas (asam lemak) dan *flash tank* II untuk produk bawah (gliserol). Selain itu tujuan dari *flashing* juga dimaksudkan agar diperoleh gliserol dengan kemurnian yang lebih tinggi dengan cara mengurangi kadar air sisa reaksi yang ikut terbawa oleh gliserol. Hasil *flashing* produk atas menara *splitting* yaitu asam lemak, langsung disimpan ke dalam tangki penampung asam lemak yang selanjutnya dijual sebagai bahan baku pada industri lain (seperti: pabrik sabun). Sedangkan hasil *flashing* produk bawah menara *splitting* yaitu gliserol dimasukkan ke dalam unit pemurnian.

### II.3.3 Tahap Pemurnian Gliserol

Produk bawah *flash tank* II yang berupa gliserol dipompa ke dalam tangki netralisasi untuk memperoleh gliserol yang lebih murni dengan cara menetralkan kandungan trigliserida yang tidak bereaksi pada menara *fat splitting* dengan menggunakan NaOH dan akan menghasilkan produk sabun dan gliserol, sesuai dengan reaksi saponifikasi berikut :



Sebelum dinetralkan, gliserol perlu didinginkan terlebih dahulu sampai mencapai suhu 95°C dengan menggunakan *cooler*. Setelah reaksi terjadi produk sabun yang terbentuk harus dipisahkan terlebih dahulu. Tahap selanjutnya campuran gliserol dan sabun dipompa menuju *filter press* I untuk memisahkan gliserol dengan padatan sabun. Sabun yang memiliki ukuran partikel yang lebih besar dari gliserol akan tertahan pada *frame* dan selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpanan sabun, sedangkan gliserol yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil akan lolos dari filter dan menuju tangki penyimpanan sementara untuk menstabilkan tekanannya. (Bailey, 2005).



PRA RENCANA PABRIK  
“Pabrik Gliserol Dari *Crude Palm Oil*  
Dengan Proses *Continuous Fat Splitting*”

---

Produk gliserol dari tangki penyimpanan sementara kemudian dipompa ke dalam tangki *bleaching* untuk mengikat kandungan zat warna dalam gliserol yang berasal dari komponen *crude palm oil*. *Bleaching agent* yang dipergunakan adalah karbon aktif dengan ratio karoten dan karbon aktif yang digunakan sebesar 1:3. (Irvan, 2016). Setelah tahap *bleaching*, karbon aktif yang ditambahkan harus dipisahkan dengan menggunakan alat pemisah berupa *filter press*. Selanjutnya gliserol dipompakan ke dalam evaporator untuk menguapkan kandungan airnya hingga konsentrasinya sebesar 99% . (Ulman, 2003).

Selanjutnya gliserol dipompakan ke dalam tangki deodorasi yang bertujuan untuk menghilangkan bau yang tidak dikehendaki . Dipanaskan pada suhu 250 °C pada tekanan vacuum yaitu 1 atm dan selanjutnya dialiri uap panas. (Ketaren, 1986). Kemudian dipompa ke dalam *cooler* untuk menurunkan suhu hingga 32 °C dan selanjutnya ditampung dalam tangki penyimpanan gliserol.



## II.4 Blok Diagram Alir

