

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring berkembangnya dunia dan zaman yang semakin canggih ini terdapat banyak industri-industri yang berkembang pesat dalam pengolahan bahan baku atau bahan setengah jadi (*intermediate*). Salah satu industri tersebut adalah industri kimia, baik dalam memproduksi bahan kimia hulu maupun hasil olahannya. Indonesia merupakan negara dengan hasil perkebunan yang cukup melimpah. Pengembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia berjalan sangat pesat. Hal ini yang membuat Indonesia menduduki peringkat ke-2 sebagai negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia setelah Malaysia. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan bangsa Indonesia yang memberikan peran yang sangat signifikan dalam pembangunan perekonomian bangsa Indonesia, khususnya para pengembangan agroindustri (Singarimbun, 2010). Tanaman kelapa sawit (*Elaeis Guinensis* Jack) adalah tanaman berkeping satu yang termasuk dalam familia palmae berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Kelapa sawit dapat tumbuh subur di daerah beriklim tropis dengan curah hujan 2000 mm/tahun dengan suhu kisaran 22-32°C, daerah penanaman kelapa sawit di Indonesia yang paling baik adalah di daerah Jawa Barat (Lebak dan Tangerang), Riau, Lampung, Sumatera utara, Sumatera Barat, dan Aceh (Ketaren, 1986). Industri yang paling banyak menggunakan olahan CPKO sebagai bahan baku adalah industri pangan dan industri non pangan (Aufari dkk, 2013). Industri oleokimia merupakan industri yang strategis karena keunggulan komparatif yaitu ketersediaan bahan baku yang melimpah juga memberikan nilai tambah produksi yang cukup tinggi dari nilai bahan bakunya yakni RBDPS dan CPKO. Salah satu produk yang dihasilkan dari industri oleokimia adalah asam lemak (*fatty acid*). Asam lemak ini mempunyai nilai jual yang tinggi, dikarenakan merupakan bahan baku bagi industri hulu seperti industri pembuatan sabun, cat, lilin, farmasi, kosmetik, dan lain-lain. Mengingat bahwa peranan asam lemak sangat penting khususnya bagi industri oleokimia

sebagai industri *intermediate* (antara) bagi industri-industri lain. Dampak positif lain dengan didirikannya pabrik asam lemak ini adalah dapat mengurangi jumlah impor asam lemak sehingga menghemat devisa negara, memenuhi kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) dunia sehingga bisa meningkatkan devisa negara. Selain itu juga akan merangsang industri-industri lain sehingga akan tercipta lapangan kerja baru yang dapat mengurangi masalah pengangguran di Indonesia dan dapat menjadikan penambahan nilai devisa negara.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Asam lemak digunakan sebagai bahan baku pada industri kimia seperti sabun, deterjen, *fatty alcohol*, *intermediate*, plastik, karet, ban, lubricant, coating, personal care, makanan, dan lilin. Oleh karena itu diperlukan suatu perancangan pendirian pabrik asam lemak (*fatty acid*), sehingga dapat memaparkan bagaimana merancang suatu pabrik asam lemak (*fatty acid*) dari bahan baku CPKO (*Crude Palm Kernel Oil*).

## **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Tujuan dari prarancangan pabrik *fatty acid* ini adalah:

1. Sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik kimia.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu teknik kimia yang telah dipelajari selama di bangku perkuliahan.

## **1.4 Manfaat Perancangan**

Manfaat dari perancangan ini agar mahasiswa lebih memahami dan mampu merealisasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan dalam bentuk prarancangan pabrik asam lemak (*fatty acid*) dengan kapasitas dan hasil produksi yang lebih baik. Selain alasan tersebut pendirian pabrik asam lemak (*fatty acid*) juga memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan asam lemak (*fatty acid*) di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara.

2. Dapat meningkatkan devisa negara dari hasil produk asam lemak yang di ekspor.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.
4. Merangsang industri-industri hulu yang berbahan baku asam lemak.

### 1.5 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik asam lemak (*fatty acid*) ini, penyusun membatasi hanya pada *flowsheet (steady state)* pabrik asam lemak, *dynamic mode*, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, analisa ekonomi, unit utilitas, P&ID, Aspen Hysys, Autodesk Plant 3D dan tugas khusus.

### 1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan produksi dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lainnya. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan kapasitas pabrik yaitu data kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) di Indonesia hingga dunia.

#### 1.6.1 Kapasitas Pabrik Asam Lemak (Fatty Acid) yang Sudah Beroperasi

Besarnya kapasitas produksi asam lemak disesuaikan dengan jumlah kebutuhan dalam negeri maupun kebutuhan ekspor. Adapun data-data pabrik asam lemak yang sudah beroperasi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1

**Tabel 1.1** Data Pabrik *Fatty Acid* di Indonesia

| No | Perusahaan              | Lokasi  | Kapasitas<br>(Ton/Tahun) |
|----|-------------------------|---------|--------------------------|
| 2  | PT. Musim Mas Medan     | Medan   | 450.000                  |
| 2. | PT. Ecogreen Batam      | Batam   | 419.000                  |
| 3. | PT. Nubika Jaya Kisaran | Kisaran | 150.000                  |

|   |                             |               |         |
|---|-----------------------------|---------------|---------|
| 4 | PT. Wilmar Nabati Indonesia | Gresik        | 132.000 |
| 5 | PT. Domba Mas               | Kuala Tanjung | 104.600 |
| 6 | PT. Sumi Asih               | Bekasi        | 101.000 |
| 7 | PT. Cisadane Raya           | Tangerang     | 100.000 |
| 8 | PT. Soci Mas                | Medan         | 88.000  |
| 9 | PT. Flora Sawita            | Medan         | 55.100  |

**Sumber:** (Kemenprin, 2014)

#### 1.6.2 Data Kebutuhan Asam Lemak (*Fatty Acid*) di Indonesia

Data kebutuhan fatty acid di Indonesia dilihat dari peninjauan data impor dan ekspor negara Indonesia terhadap *fatty acid*. Adapun data impor dan ekspor *fatty acid* pada tahun 2021-2025 dapat dilihat pada Tabel 1.2 dan Tabel 1.3. Menurut data komoditi impor dari Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan asam lemak di Indonesia menunjukkan yang rendah. Ini dikarenakan kebutuhan asam lemak untuk Indonesia sudah terpenuhi. Data ekspor menunjukkan peningkatan, hal ini dikarenakan kebutuhan asam lemak dunia yang meningkat.

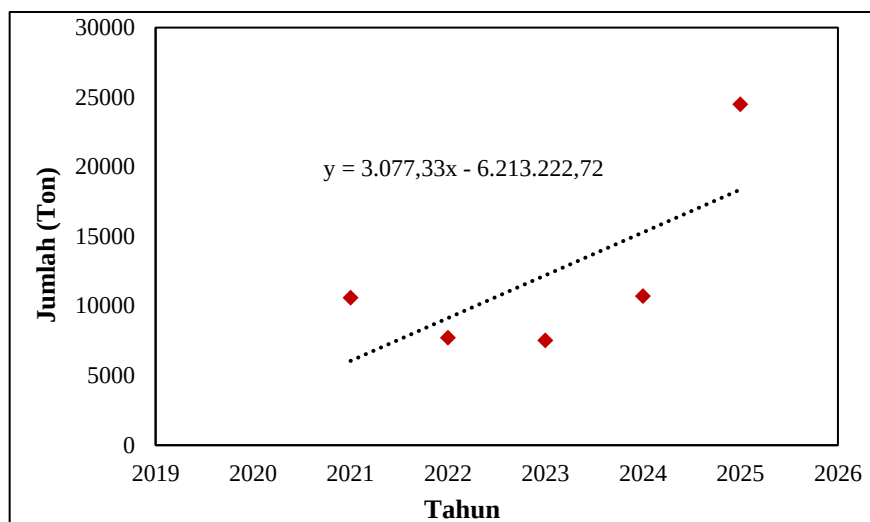
**Tabel 1.2** Data Impor *Fatty Acid* di Indonesia

| Tahun | Barang yang di Import (Ton/Tahun) |                      |                      |                      |                  |
|-------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|
|       | <i>Lauric Acid</i>                | <i>Myristic Acid</i> | <i>Palmitic Acid</i> | <i>Linoleic Acid</i> | Total Fatty Acid |
| 2021  | 4551,673                          | 1536,367             | 2987,658             | 1522,013             | 10597,71         |
| 2022  | 1915,142                          | 1915,142             | 2654,831             | 1235,102             | 7720,217         |
| 2023  | 1785,45                           | 1785,45              | 2300,862             | 1665,463             | 7537,225         |
| 2024  | 4434,497                          | 1244,48              | 3035,106             | 2004,936             | 10719,02         |
| 2025  | 6455,354                          | 2599,249             | 12653,3              | 2777,049             | 24484,95         |

**Sumber:** (BPS., 2026)

Dari Tabel 1.2 dapat dilihat untuk kebutuhan asam lemak Indonesia yang berbahan baku CPKO terbilang cukup kecil. Adapun hasil persamaan garis lurus

untuk memperkirakan data impor asam lemak di tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Kurva Impor Asam Lemak Tahun 2015

Persamaan garis lurus yang didapatkan adalah sebagai berikut:

$$Y = 3.077,33(x) - 6.213.222,72 \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana x adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2031 sampai tahun yang akan dihitung, sedangkan Y adalah kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) pada tahun tertentu dalam satuan ton. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka perkiraan kebutuhan impor asam lemak di Indonesia pada tahun 2031 sebanyak 33.088 ton/tahun. Selain berdasarkan nilai impor, nilai ekspor asam lemak Indonesia juga mengalami peningkatan, hal itu dikarenakan Indonesia merupakan pengeksport terbesar asam lemak di dunia (LMC International, 2019). Adapun data ekspor asam lemak dari Indonesia yang berbahan baku CPKO dapat dilihat pada Tabel 1.3 dibawah ini

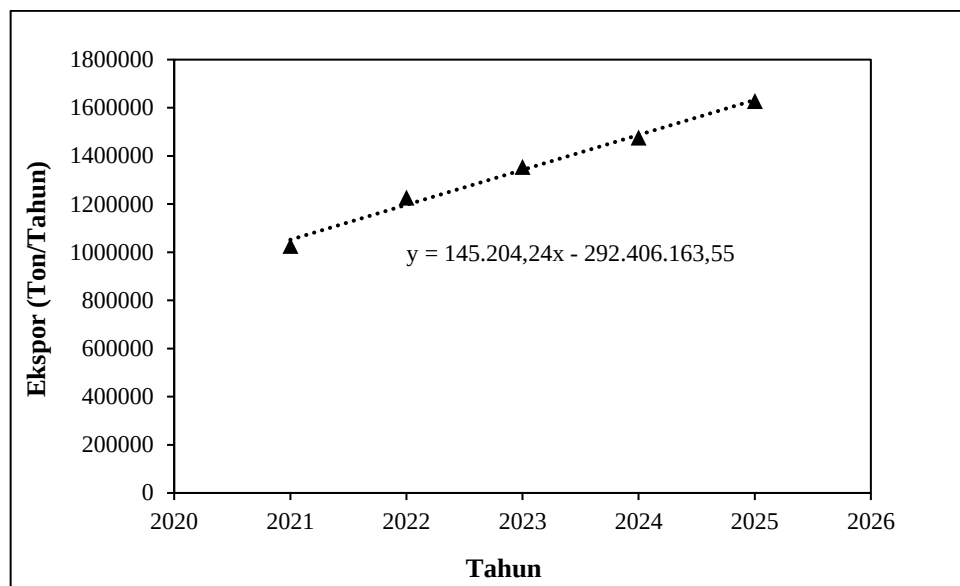
**Tabel 1.3** Data Ekspor *Fatty Acid* Indonesia

| Tahun | Barang yang di Ekspor (Ton) |                      |                      |                      |                         |
|-------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
|       | <i>Lauric Acid</i>          | <i>Myristic Acid</i> | <i>Palmitic Acid</i> | <i>Linoleic Acid</i> | <i>Total Fatty Acid</i> |
| 2021  | 738202,7                    | 108036,6             | 173653,9             | 6444,084             | 1026337                 |
| 2022  | 676531,8                    | 138810,2             | 201639,4             | 2962,263             | 1226567                 |
| 2023  | 732250                      | 168088,8             | 223770,3             | 1894,114             | 1353691                 |

|      |          |          |          |          |         |
|------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 2024 | 659683,9 | 158688,6 | 324329,3 | 3337,251 | 1475730 |
| 2025 | 689207   | 213540,2 | 360072,1 | 1430,481 | 1627777 |

**Sumber:** (Badan Pusat Statistik, 2026)

Dari Tabel 1.3 dapat dilihat ekspor asam lemak Indonesia yang berbahan baku CPKO . Adapun hasil persamaan garis lurus untuk memperkirakan data impor asam lemak di tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 1.2



**Gambar 1.2** Kurva Impor Asam Lemak Tahun 2025

Persamaan garis lurus yang didapatkan adalah sebagai berikut  $Y = 145.204,24x - 292.406.163,55$  dimana  $x$  adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2021 sampai tahun yang akan dihitung, sedangkan  $Y$  adalah kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) pada tahun tertentu dalam satuan ton. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka perkiraan kebutuhan ekspor Indonesia pada tahun 2031 sebanyak 2.503.161 ton/tahun.

### 1.6.3 Data Kebutuhan Asam Lemak di Dunia

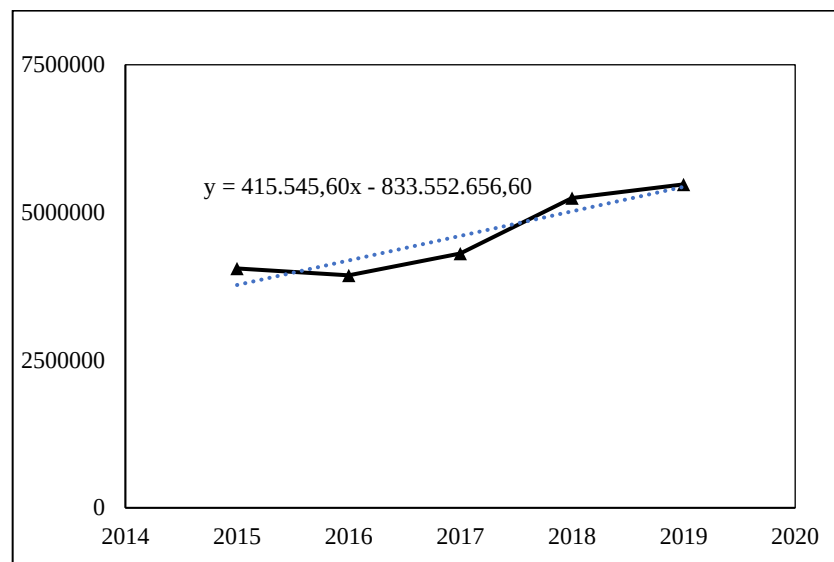
Asam lemak merupakan bahan intermediate yang banyak digunakan oleh industri hulu di dunia. Menurut lembaga riset *LMC International* pangsa pasar *fatty acid* di dunia paling banyak terdapat di Eropa, China, India, United State dan beberapa negara di Asia seperti Jepang dan Korea Selatan. Adapun Data kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.4.

**Tabel 1.4** Data Kebutuhan Asam Lemak di Dunia

| NEGARA        | TAHUN     |           |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      | 2019      |
| China         | 766.890   | 758.990   | 821.679   | 1.000.820 | 1.044.414 |
| Eropa         | 1.286.150 | 1.242.310 | 1.368.217 | 1.666.512 | 1.739.102 |
| Singapura     | 505.400   | 488.600   | 535.296   | 652.000   | 680.400   |
| Korea         | 393.840   | 375.460   | 414.319   | 504.648   | 526.630   |
| United States | 365.950   | 347.150   | 383.807   | 467.484   | 487.847   |
| Malaysia      | 334.680   | 339.720   | 363.466   | 442.708   | 461.992   |
| India         | 195.230   | 198.170   | 210.371   | 256.236   | 267.397   |
| Jepang        | 135.900   | 123.360   | 139.712   | 170.172   | 177.584   |
| Indonesia     | 67.950    | 61.680    | 69.588    | 84.760    | 88.452    |

**Sumber:** (LMC International, 2019)

Berdasarkan dari data Tabel 1.4 dibuat persamaan garis lurus untuk memperkirakan kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) di Dunia pada tahun 2031

**Gambar 1.3** Kurva Kebutuhan Asam Lemak Dunia Tahun 2031

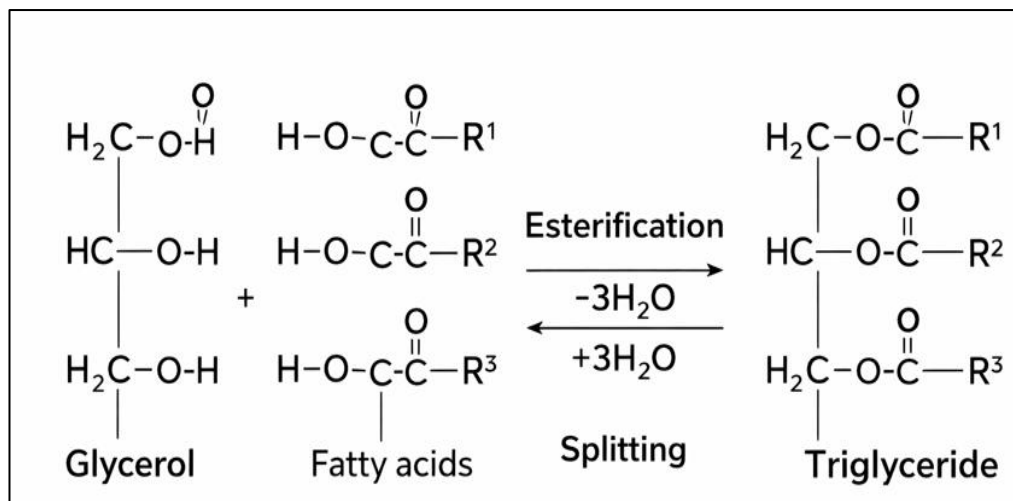
Kebutuhan asam lemak (*fatty acid*) dunia dari Tahun 2015 sampai 2019  
 Persamaan garis lurus yang didapatkan adalah sebagai berikut :  
 $Y = 415546x - 833.552.656,60$  dimana  $x$  adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2017 sampai tahun yang akan dihitung, sedangkan  $Y$  adalah kebutuhan asam

lemak (*fatty acid*) pada tahun tertentu dalam satuan ton. Dengan menggunakan persamaan tersebut maka perkiraan kebutuhan asam lemak dunia pada tahun 2031 sebanyak 10.419.239 ton/tahun.

Pada tahun 2031, impor *fatty acid* Indonesia diproyeksikan sebesar 33.088 ton/tahun, sementara ekspor mencapai 2.503.161 ton/tahun, yang menegaskan dominasi pasar ekspor sekaligus masih adanya kebutuhan domestik. Berdasarkan kondisi tersebut, ditetapkan kapasitas pabrik sebesar 100.000 ton/tahun, dengan alokasi 35% (35.000 ton/tahun) untuk memenuhi pasar dalam negeri dan 65% (65.000 ton/tahun) untuk ekspor. Kapasitas ini strategis dan proporsional, karena mampu menekan impor tanpa mengganggu keseimbangan pasar, serta memiliki peluang besar terserap di pasar global yang jauh lebih besar

#### 1.7 Seleksi Pemilihan Proses

Proses pembuatan *fatty acid* pada dasarnya terbentuk melalui proses pemisahan trigliserida (fat splitting) dengan prinsip hidrolisis menjadi *fatty acid* dan gliserol. Reaktan dalam hidrolisis lemak membentuk suatu sistem heterogen yang terdiri dari dua fase cairan. Fase air dispersi terdiri dari air dan gliserol dan fase lipid homogen mengandung gliserida dan asam lemak. Hidrolisis minyak menjadi gliserol dan asam lemak pada dasarnya sebagai reaksi homogen dari air yang terlarut di dalam fase lipid. Total reaksi dapat dilihat pada Gambar 1.3



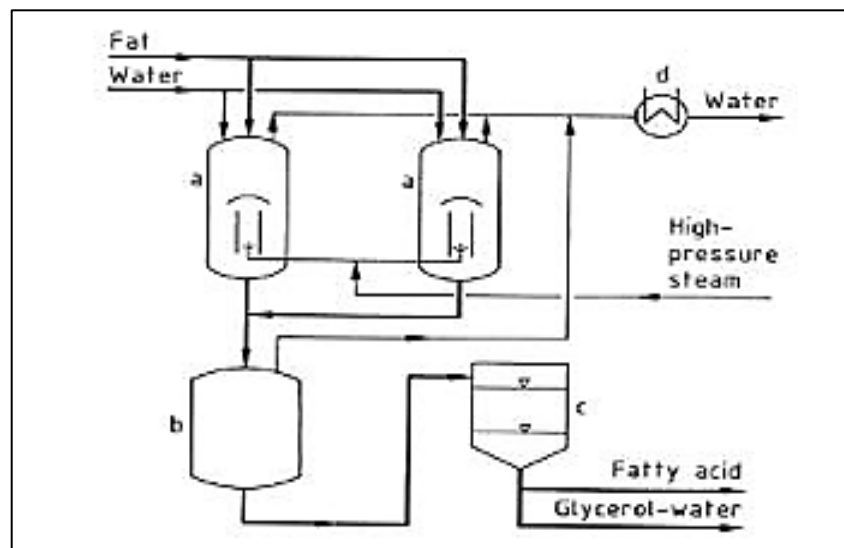
**Gambar 1.4** Susunan dan Pemisahan dari Trigliserida



Proses hidrolisis terdiri atas high-pressure fat splitting dan *enzymatic hydrolysis processes*. Masing-masing proses hidrolisis tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Ullman's food and feed).

#### 1.7.1 Metode High-Pressure Fat Splitting

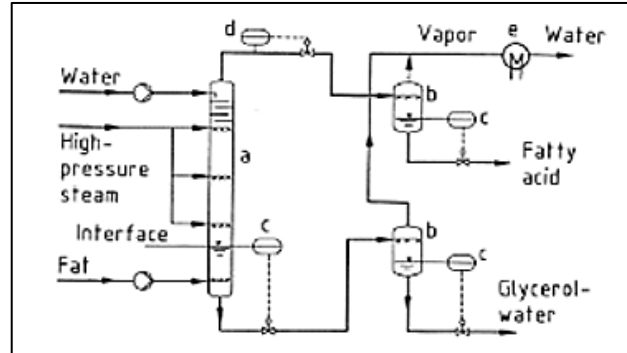
Suhu hidrolisis lemak hanya terjadi diatas 210°C. Perkembangan teknik tekanan tinggi adalah langkah yang menentukan dalam pembuatan hidrolisis lemak yang merupakan proses manufaktur skala besar. Awalnya, operasi ini berjalan dalam batch autoclave pada tekanan medium dari 0.6-1.2 MPa. Pemisahan tekanan tinggi bisa dilakukan dalam autoclaves, dimana prosesnya digunakan dalam operasi *batch*. Dengan baterai autoklaf secara paralel, proses satu tahap bisa dilakukan dalam siklus. Proses *high-pressure batch fat splitting* dapat dilihat pada Gambar 1.4



**Gambar 1.5** Batch fat splitting di two parallel autoclaves dengan pemanas langsung; a) Splitting autoclaves; b) flash tank; c) Separation tank; d) kondensor

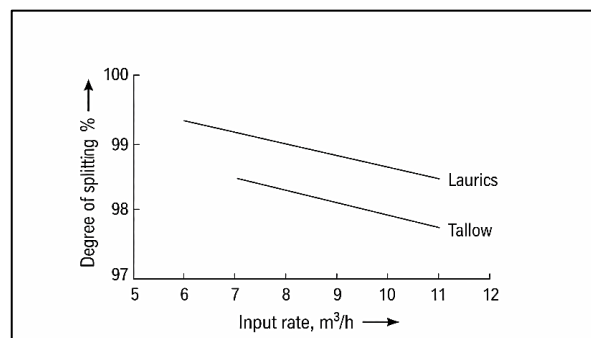
Pada saat ini sudah populer metode *modern continuous fat splitting*, unit operasi berjalan pada temperatur 210-260°C dan tekanan 1.9-6.0 MPa. Laju pemisahan pada pabrik tekanan tinggi (high-pressure plant) sudah cukup cepat tanpa menggunakan katalis. Trigliserida dan air proses (terutama kondensat dari konsentrasi air gliserol) dipompa ke kolom splitting dengan tekanan tinggi. Trigliserida dimasukkan melalui bagian bawah kolom sekitar 0.5 m di bawah antarmuka. Sedangkan air dimasukkan di bagian atas. Zona reaksi, terletak antara pertukaran panas atas dan bawah zona yang dipanaskan hingga 250°C dengan

memberikan umpan dari steam bertekanan tinggi. Adapun continuous fat splitting dapat dilihat pada Gambar 1.5 (Ullman's food and feed).



**Gambar 1.6** Continuous fat splitting; a) splitting column; b) flash tank; c) Level controller; d) Pressure control; e) condenser

Pemisahan berkelanjutan memiliki konsumsi uap bertekanan tinggi (high pressure steam) sekitar 200 kg uap per ton minyak atau lebih rendah. Rasio tingkat pemberian minyak ke air biasanya sekitar 2:1. Selain itu, kondensat uap pemanas langsung (direct heating steam) menjadi tambahan umpan air karena akan berubah ke fasa air. Laju alir minyak per unit volume splitter (kolom kosong) dapat ditentukan sekitar  $200 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ , yang sesuai dengan waktu tinggal (resident time) dari fase lipid sekitar 2 jam. Dalam kondisi normal, derajat pemisahan (*splitting degree*) menunjukkan hampir linear yang bergantung pada laju masuk minyak (trigliserida). Untuk kolom yang sama pada temperatur yang konstan untuk kolom splitting, plot untuk minyak dan lemak memiliki perbedaan posisi. Derajat pemisahan (*splitting degree*) menurun dengan meningkatnya laju masuk umpan. Adapun grafik derajat pemisahan (*splitting degree*) dapat dilihat pada Gambar 1.6.



**Gambar 1.7** Splitting degree of continuous splitting column. Typical dependence from input rate.

### 1.7.2 *Enzymatic Hydrolysis Processes*

Temperatur tinggi bekerja untuk steam splitting membuat proses ini tidak sesuai untuk trigliserida yang sensitif, sistem konjugat, lemak dan minyak terhidroksilasi, dan minyak ganda tak jenuh dengan bilangan iodin tinggi. Ada juga yang terkait dengan hidrolisis alkali, yaitu biaya yang tinggi dan kebutuhan asam untuk mengubah sabun pada tahap kedua untuk memperoleh produk asam lemak. Tujuan dari teknologi pada abad ke-21 adalah untuk menjadikan lebih ramah lingkungan. Untuk alasan ini, industri teknologi katalis enzim berdasarkan konsep kimia ramah lingkungan sangat diperlukan. Proses enzimatik adalah sebuah alternatif untuk memproduksi asam lemak, dimana hidrolisis dengan katalis enzim (*enzyme catalyzed hydrolysis*). Dilakukan dalam kondisi yang lebih ringan yang membatasi reaksi sekunder ke tingkat yang sangat rendah. Misalnya pada pewarnaan dan gangguan isomer trans dari asam lemak yang diproses berkurang karena selektivitas enzim yang tinggi. Hidrolisis minyak dan lemak dikatalisis oleh lipase, yang memutuskan ikatan ester dari asigliserida. Lipase diproduksi oleh tumbuhan, hewan dan mikroba. Namun, eznim tumbuhan dan hewan tidak di pergunakan secara komersial, sedangkan enzim mikroba digunakan secara ekstensif.

## 1.8 Perbandingan Proses Pembuatan *Fatty Acid* (Asam Lemak)

Berdasarkan ketiga proses yaitu *proses high pressure fat splitting*, *high preusse autoclave* dan *enzymatic hydrolysis processes*. Ketiga proses tersebut memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan perbedaan parameter-parameter tersebut sistem pembuatan *fatty acid* yang dipilih Adalah proses *continuous fat splitting* yang ada sebagaimana dilihat pada Tabel 1.5.

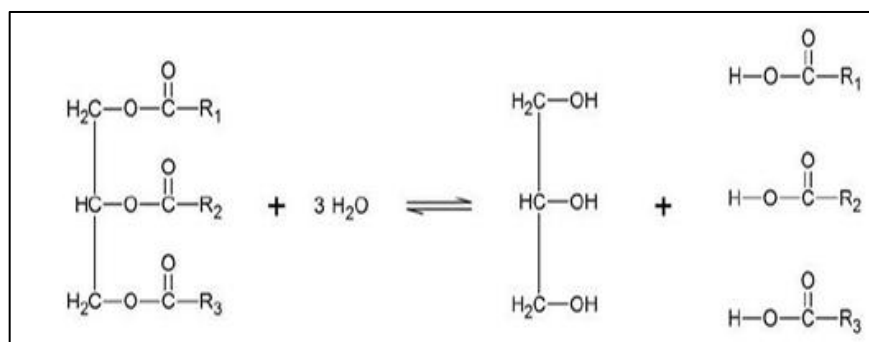
**Tabel 1.5** Perbandingan Proses Pembuatan *fatty acid*

| Parameter | Proses <i>high-pressure batch</i> | Proses <i>continuous fat splitting</i> | <i>Enzymatic Hydrolysis</i> |
|-----------|-----------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| Konversi  | 95%                               | 99.6%                                  | 90%                         |
| Suhu      | 210-260°C                         | 250-260°C                              | 35°C                        |
| Tekanan   | 0.6-1.2 MPa                       | 1.9-6.0 MPa                            | 1 atm                       |

|                |                      |                      |                      |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Reaksi         | Endotermis           | Endotermis           | -                    |
| Katalis        | -                    | -                    | Enzim lipase         |
| Bahan Baku     | Trigliserida dan air | Trigliserida dan air | Trigliserida dan air |
| Produk Samping | Gliserin             | Gliserin             | Gliserin             |

1. Proses pembentukan di kolom *splitting* berjalan secara kontinyu, sehingga menghemat waktu dan biaya produksi.
2. Proses pemisahan lebih mudah.
3. Bahan baku lebih sedikit dari pada proses yang lain.
4. Konversi yang menghasilkan yield yang tinggi.
5. Teknologi alat yang lebih modern. Sehingga untuk sistem kendali lebih aman dan proses pemeliharaan tidak terlalu sering dilakukan karena kondisi alat yang baik.

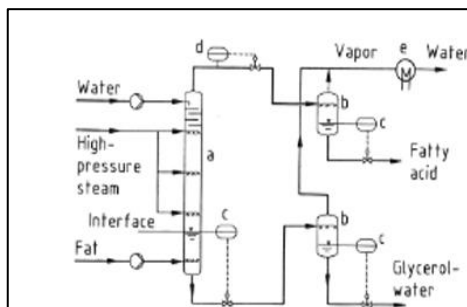
### 1.9 Uraian Proses



**Gambar 1.8** Reaksi Hidrolisa *Fatty Acid*

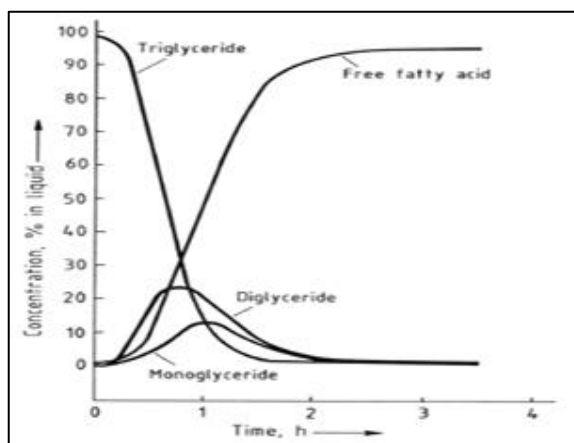
Proses pembuatan asam lemak dengan metode *continuous fat splitting*, unit operasi berjalan pada temperatur 210-260°C dan tekanan 50-55 bar. Laju pemisahan pada pabrik tekanan tinggi (*high-pressure plant*) sudah cukup cepat tanpa menggunakan katalis. Trigliserida dan air proses (terutama kondensat dari konsentrasi air gliserol) dipompa ke kolom *splitting* dengan tekanan tinggi. Trigliserida dimasukkan melalui bagian bawah kolom sekitar 0.5 m di bawah antarmuka. Sedangkan air dimasukkan di bagian atas. Zona reaksi, terletak antara

pertukaran panas atas dan bawah zona yang dipanaskan hingga 250°C dengan memberikan umpan dari steam bertekanan tinggi. Adapun flowsheet dasar pembuatan asam lemak dapat dilihat pada Gambar 1.7.



**Gambar 1.9** *Continuous fat splitting; a) splitting column; b) flash tank; c) Level controller; d) Pressure control; e) condenser*

Proses *continuous fat splitting* memiliki konsumsi uap bertekanan tinggi (*high-pressure steam*) sekitar 200 kg uap per ton minyak atau lebih rendah. Rasio tingkat pemberian minyak ke air biasanya sekitar 2:1. Selain itu, kondensat dari direct heating steam menjadi tambahan umpan air karena akan berubah ke fasa air. Proses *continuous fat splitting* berjalan secara efisien dalam waktu reaksi 2- 4 jam. Adapun grafik hubungan antara splitting time dengan konsentrasi produk yang dapat dilihat pada Gambar 1.8.



**Gambar 1.10** Proses khas dari reaksi hidrolisis pada temperatur 253°C dengan tekanan 3.5 MPa menggunakan perbandingan 1:2

Nilai konstanta laju  $k$  sangat tinggi, optimasi proses ini dengan teknik kimia bergantung pada suhu karena peningkatan kelarutan air dalam fasa lemak. Derajat

pemisahan (*splitting degree*) menurun dengan meningkatnya laju masuk umpan. Adapun persamaan penentuan *splitting degree* adalah sebagai berikut.

$$H = 100 - 0,8 \cdot C_g \dots\dots\dots(1.1)$$

(*C<sub>g</sub> in the range from 0 - 20%*)

Dimana:  $H = \text{Splitting degree (\%ffa = acid value/saponifikasi value} \times 100\%)$

$C_g = \text{glycerol concentration wt\% in the water phase)}$

Persamaan 1.1 digunakan untuk mengetahui keberhasilan pemecahan trigliserida dengan air untuk membentuk *fatty acid* dan gliserol.

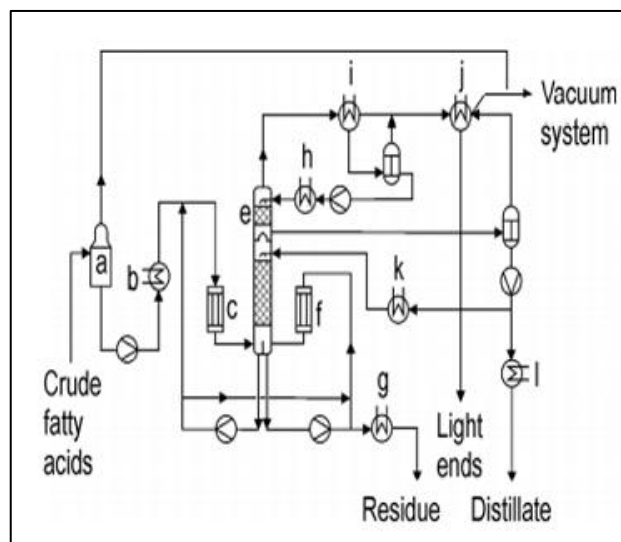
#### 1.9.1 Proses Pemurnian Crude Fatty Acid

*Crude fatty acid* hasil pemecahan mengandung impurities dengan titik didih lebih tinggi daripada komponen. Impurities harus dihilangkan dengan distilasi. Sebelumnya, *Crude fatty acid* dihilangkan kadar air dengan kondisi vakum. Setelah itu, dialirkan ke dalam kolom distilasi, dimana di dalamnya terdapat *dua structure packing*, pada bagian bawah kolom berisi ruang kosong yang dilengkapi dengan sebuah baffle yang berfungsi untuk memisahkan fraksi berat. Steam diperluas dalam volume yang besar pada ruang vakum, sirkulasi cairan antara pemanas dan baffle dengan bantuan pompa menuju *pitch stage*, asam lemak dipompa ke dalam kolom kembali hingga bertabrakan dengan baffle sehingga *heavy ends* teruapkan diatas permukaan cairan. Pada bagian yang tidak menguap terakumulasi di bagian bawah dan disirkulasi menuju *falling film* evaporator. *Falling film* evaporator digunakan untuk mengurangi tekanan termal pada produk. Sistem pemulihan panas opsional dapat diterapkan di kondensor atas.

Di bagian atas kolom distilasi asam lemak terkondensasi dalam kondensor. Untuk menghilangkan komponen *light end* (komponen ringan) volatilitas rendah yang menyebabkan bau dan warna, utamanya distilat dikeluarkan sebagai fraksi tengah, dan *light end* sebagai fraksi atas. Untuk *heavy ends*, terutama pembawa warna, dapat ditarik secara terpisah atau didaur ulang secara langsung untuk distilasi ulang lengkap atau sebagian. Fitur positif yang disebutkan di atas dari evaporator *falling film* untuk distilasi campuran asam lemak dieksploitasi dalam proses pembuatan *cognis*. Campuran asam lemak mentah dihilangkan lemaknya dan dikeringkan, dipanaskan terlebih dahulu, dan kemudian diuapkan dalam

evaporator film jatuh. Uap melewati kolom distilasi dilengkapi dengan kemasan terstruktur modern dan memadatkan bertahap di bagian atas kolom dalam dua kondensor yang dihubungkan secara seri.

Titik didih yang lebih rendah komponen dikeluarkan dari kondensor total kedua. Kondensat dari kondensor pertama (parsial) dikembalikan sebagai refluks kurang dingin ke perbaikan bagian dari kolom distilasi. Fraksi utama ditarik di atas bagian *tripping* dari kolom distilasi. Evaporator film jatuh kedua memusatkan residu di ruang samping penyangga. Dengan pengaturan ini, efek fraksionasi yang kuat tercapai, di mana zat berbau dengan titik didih rendah dan titik didih tinggi bahan berwarna dihapus. Adapun proses pemisahan dan pemurnian asam lemak dapat dilihat pada Gambar 1.9.

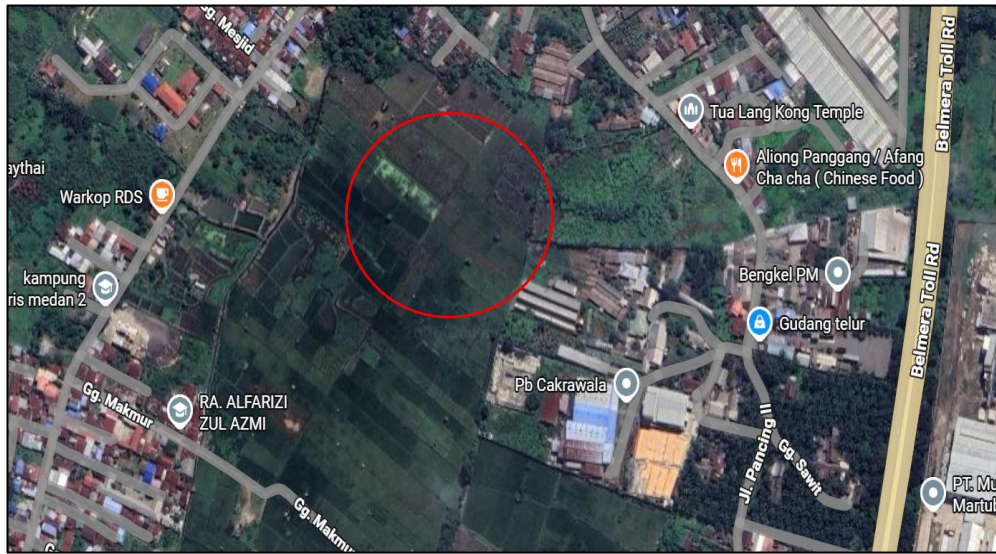


**Gambar 1.11** *Continuous fatty acid distillation (Cognis Deutschland GmbH)*

a) Dryer and degasser; b) feed preheater; c) Falling-film evaporator; d) Distillation column; e) Internal Condensation section; f) Falling-film evaporator; g) Residue cooler; h) reflux cooler; i) Reflux condenser; j) Light ends condenser; k) cooler for main distillate reflux; l) Distillate cooler

### 1.10 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik *Fatty Acid* yang akan didirikan berada di Medan Deli, terletak di Kawasan Industri Medan Provinsi Sumatera Utara. Peta lokasi pabrik ditunjukkan pada Gambar 1.10



**Gambar 1.12** Rencana Lokasi Rancangan Pabrik

Pabrik *Fatty Acid* dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini direncanakan dibangun di daerah Medan Deli, Kawasan Industri Medan, Sumut atas dasar pertimbangan sebagai berikut :

1. Lokasi berada dekat dengan sumber bahan baku CPKO di Sumatera Utara yang merupakan pusat industri kelapa sawit, dengan keberadaan perusahaan seperti PT SOCIMAS, Wilmar International, dan Musim Mas Group sehingga menjamin kontinuitas pasokan dan menekan biaya transportasi.
2. Memiliki akses yang sangat baik terhadap jalur distribusi dan ekspor karena dekat dengan Pelabuhan Belawan yang terhubung dengan jalur perdagangan internasional.
3. Berada di Kawasan Industri Medan yang telah menyediakan infrastruktur lengkap seperti listrik, air, jalan, dan fasilitas pengolahan limbah sehingga mengurangi kebutuhan investasi awal.
4. Ketersediaan air industri yang memadai dari sumber seperti Sungai Deli dan Sungai Belawan yang mendukung kebutuhan proses produksi seperti boiler, pendinginan, dan hidrolisis.
5. Tersedianya tenaga kerja yang cukup dan terampil karena Medan merupakan kota industri dengan banyak lulusan teknik dan tenaga kerja berpengalaman.
6. Kedekatan dengan industri hilir oleokimia seperti sabun, deterjen, dan kosmetik yang memudahkan distribusi dan integrasi produk *fatty acid*.