

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Sektor industri di negara Indonesia terus bertumbuh sejalan dengan berkembangnya teknologi dan sistem produksi pada industri, khususnya industri kimia yang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Industri kimia memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat, karena banyak memproduksi barang mentah maupun barang jadi untuk mencukupi kebutuhan manusia. Salah satu bahan kimia yang banyak dijadikan sebagai bahan baku pada proses industri kimia adalah asam stearat. Asam stearat adalah salah satu golongan dari asam lemak yang diperoleh dari proses hidrolisis minyak nabati maupun hewani.

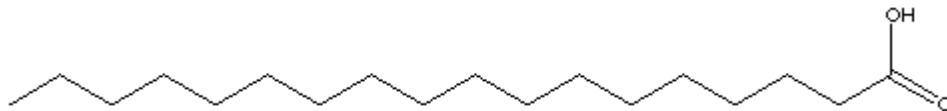
Crude Palm Oil (CPO) adalah salah satu bahan baku untuk pembuatan asam stearat, yang mana pada CPO memiliki kandungan Trigliserida yang dapat dirubah menjadi asam lemak melalui proses hidrolisis, kandungan asam lemak inilah yang digunakan untuk pembuatan asam stearat. Sehingga Indonesia berpotensi memproduksi asam staerat sendiri dari bahan baku produk pertanian Indonesia yaitu CPO.

Asam stearat memiliki rumus kimia $C_{18}H_{36}O_2$ dengan nama IUPAC asam oktadekanoat. Asam stearat memiliki banyak sekali kegunaan, diantaranya digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan deterjen, sabun, kemasan makanan, kosmetik, shampo, pembuatan lilin, suplemen makan dan pelumas. Banyaknya kegunaan dari asam stearat sebagai bahan baku mengakibatkan

permintaan pasar terhadap kebutuhan asam stearat meningkat. Sehingga perlu dilakukan perancangan pabrik asam stearat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan juga meningkatkan nilai ekspor.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Asam oktadekanoat adalah nama IUPAC dari asam stearat yang merupakan asam lemak jenuh yang dapat diperoleh dari lemak hewani maupun lemak dan minyak tumbuhan seperti pada CPO. Kata stearat berasal dari bahasa Yunani *stear* yang artinya “lemak padat”. Asam stearat memiliki rumus molekul $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ dan struktur molekulnya adalah



Gambar 1.1. Struktur molekul asam stearat

Asam stearat mempunyai nama lain yaitu *n* – oktadekanoat, 1-heptadekanekarboksilat, *n* – oktadecylik dan asam stearophanat. Asam stearat adalah suatu asam lemak dengan rantai yang panjang memiliki 18 atom karbon tanpa ikatan rangkap. Asam stearat diklasifikasikan sebagai suatu asam lemak jenuh. Asam stearat dapat diperoleh dari lemak hewan seperti pada sapi, babi dan biri – biri sekitar 9% – 12% serta unggas sekitar 6%. Umumnya minyak goreng memiliki kandungan asam stearat yang sangat sedikit sekitar 2% - 4%, walaupun demikian hidrogenasi dari minyak goreng dapat meningkatkan kadar asam stearat.

Sebelum pada tahun 1974, satu-satunya peraturan yang melibatkan asam stearat adalah penggunaannya sebagai bahan tambahan makanan. Sejarah pengaturan asam stearat dapat dibagi menjadi dua bagian: yang terkait dengan

penggunaan asam stearat sebagai bahan tambahan makanan dan yang terkait dengan pelabelan makanan. Asam stearat murni dari asam lemak telah disetujui untuk digunakan sebagai bahan dalam pembuatan makanan salah satunya seperti permen karet. Peran asam stearat dalam peraturan pelabelan makanan telah terkait dengan lemak total dan tetap konsisten dengan asam lemak jenuh rantai panjang lainnya.

1.3. Kegunaan Produk

Penggunaan asam stearat telah banyak digunakan pada sintesis surfaktan karena asam stearat dapat diperoleh dalam jumlah besar dari turunan minyak nabati seperti minyak kelapa sawit. Selain itu minyak nabati merupakan bahan yang paling sering ditemukan dan murah (Syukri dan Masyithah, 2018).

Dalam bidang industri asam stearat dipakai sebagai bahan pembuatan lilin, sabun, plastik, kosmetik, dan untuk melunakkan karet. Asam stearat digunakan untuk mengeraskan sabun terutama yang terbuat dari minyak nabati. Asam stearat juga digunakan sebagai bahan pemisah campuran ketika membuat plaster tuang dari potongan cetakan plaster atau pun cetakan sisa dan ketika membuat cetakan dari tanah liat asli, tepung asam stearat dilarutkan dalam air dan larutan disemprotkan ke permukaan untuk dipisahkan setelah dituang.

Ester – ester dari asam stearat pada etilen glikol, glikol stearat dan glikol distearat digunakan untuk menghasilkan efek mutiara pada sampo, sabun, dan produk kosmetik yang lain. Ester tersebut ditambahkan ke dalam produk dalam bentuk cairan dan membentuk kristal dibawah kondisi yang dikontrol.

1.4. Macam-macam Proses Pembuatan

Proses pembuatan asam stearat menggunakan bahan baku minyak kelapa sawit atau CPO terdiri dari 3 tahap utama, yaitu tahap hidrolisis minyak kelapa sawit dengan menggunakan bantuan air, selanjutnya proses hidrogenasi asam lemak tak jenuh menjadi asam stearat dengan bantuan hidrogen, kemudian tahap terakhir yaitu pemisahan produk asam stearat dari produk samping dengan destilasi.

1. *Fat Splitting* (Hidrolisis)

Hidrolisis minyak dan lemak merupakan suatu proses industri yang penting. Produk dari proses tersebut yang berupa asam lemak dan gliserol adalah bahan baku dasar untuk berbagai aplikasi. *Fat Splitting* atau hidrolisis minyak adalah proses pemisahan asam lemak dari trigliserida dengan menggunakan air pada suhu tinggi dan tekanan tinggi atau dengan reaksi katalitik, dimana air berada dalam keadaan suhu yang relatif rendah. Reaktan dalam hidrolisis minyak atau lemak terdiri dari dua fase cair. Menurut George, T. Austin pada bukunya yang berjudul "*Shreve's Chemical Process Industries*" tahun 1984, ada 3 proses yang dapat digunakan dalam proses *fat splitting* diantaranya adalah sebagai berikut :

a. *Twitchell*

Cara ini yang paling tua dalam *fat splitting*, yang mana *splitting* dilakukan pada tangki terbuat dari logam monel yang dioperasikan secara *batch*, dengan kondisi operasi pada suhu 100°C sampai dengan 105°C dan pada tekanan atmosferik. Minyak dicuci terlebih dulu dengan asam kemudian bersama-sama air (20-25% dari berat minyak) dan katalis (0,1-1,25% dari berat minyak) diumpankan ke dalam tangki. Katalis (*reagent twitchell*) yang digunakan merupakan asam-asam

alkil-alkil sulfonat atau asam-asam sikloalifatik sulfonat. Hidrolisis dilakukan dengan menggunakan steam selama 12-48 jam. Pada cara ini dapat diperoleh konversi sebesar 85-98%.

b. *Autoclave sistem batch*

Proses ini adalah metode komersial tertua yang digunakan untuk memisahkan asam lemak tanpa merusak warna. Proses ini lebih cepat dibandingkan dengan proses *Twitchell*, waktu yang dibutuhkan sekitar 6-10 jam. Proses ini menggunakan katalis, biasanya zink, magnesium, atau kalsium oksida. Biasanya digunakan katalis zink karna paling aktif dan digunakan sekitar 2-4%. Autoklaf berbentuk silinder panjang, diameter dalamnya 1220-1829 mm dan tingginya 6-12 m, terbuat dari logam tahan korosi dan bersekat. Dalam proses ini, autoklaf diisi dengan minyak, air yang ditambahkan sekitar setengah dari minyak, serta katalis. *Steam* dialirkan terus menerus guna untuk menghilangkan udara terlarut, kemudian autoklaf ditutup. *Steam* dialirkan sampai tekanan naik menjadi 1135 kPa dan diinjeksikan secara terus menerus melalui bagian bawah. Konversi yang dihasilkan setelah 6-10 jam adalah lebih dari 95%. Kemudian ditransfer menuju tangki pengendapan dimana terbentuk dua lapisan yaitu lapisan atas asam lemak dan bagian bawah *sweet water*. Lapisan asam lemak yang terpisah, ditambahkan dengan asam untuk memisahkan sabun yang terbentuk, dan terakhir dicuci untuk menghilangkan asam mineral yang terikut.

c. *Autoclave sistem continue*

Proses ini berlawanan arah, menggunakan tekanan yang tinggi, dan merupakan proses hidrolisis yang sangat efisien. Suhu dan tekanan yang tinggi digunakan untuk waktu yang singkat. Aliran minyak dan air yang berlawanan arah

menghasilkan derajat *splitting* yang tinggi tanpa menggunakan katalis. Bagaimanapun, katalis mungkin digunakan juga. Menara *splitting* adalah jantung proses tersebut. Biasanya menara yang digunakan dengan diameter dalam 508-1220 mm dan tingginya 18-25 m serta terbuat dari bahan ini yang tahan korosi seperti baja 316 atau logam *inconel* dengan tekanan operasinya sekitar 5000 kPa. Suhu yang tinggi sekitar 250-260°C menjamin fase air terlarut pada minyak. Prosesnya merupakan fase lemak dan minyak diumpankan melalui bawah lalu akan menuju atas, sedangkan air diumpankan melalui bagian atas lalu menuju bawah, sehingga akan berkontak langsung antara kedua fase tersebut dan terbentuk asam lemak. Derajat *splitting* dapat mencapai 99%. Proses kontinu ini dengan tekanan tinggi lebih efisien dibandingkan dengan proses lain, karena waktu reaksinya hanya 2-3 jam, perubahan warna asam lemak yang sedikit.

2. Hidrogenasi

a. Hidrogenasi Asam Lemak Tak Jenuh

Hidrogenasi adalah penambahan hidrogen secara langsung pada ikatan rangkap yang ada di asam lemak tak jenuh dan memutuskan ikatan rangkapnya sehingga menjadi asam lemak jenuh. Pada reaksi hidrogenasi proses penambahan sepasang atom hidrogen pada ikatan rangkap asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh dibantu adanya katalis. Penggunaan katalis diperlukan agar reaksi berjalan cepat dan efisien sehingga dapat dihasilkan *yield* yang tinggi.

Hidrogenasi katalitik dipilih karena menghasilkan konversi reaksi yang lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan katalis. Selain itu biaya operasinya lebih murah, mudah dalam pengoperasiannya, sangat selektif, efisien dan penggunaan dalam skala besar akan menguntungkan karena penggunaan

katalisnya dapat di-*recycle*. Apabila dipilih proses hidrogenasi non-katalitis maka alat yang digunakan harus tahan terhadap suhu tinggi (biaya mahal), karena hidrogenasi non- katalitis hanya bisa dioperasikan pada suhu yang sangat tinggi yaitu 480 °C. Secara umum, proses hidrogenasi katalitik dari asam lemak menggunakan peralatan yang tahan korosi berupa vessel dengan pengaduk, dan katalis yang digunakan bisa bermacam-macam. Material penyusun reaktor ini harus tahan korosi dan tahan terhadap tekanan tinggi.

b. Hidrogenasi Transfer

Proses hidrogenasi umumnya memanfaatkan gas hidrogen, namun ada juga yang menggunakan sumber lain yang memiliki atom hidrogen di dalamnya. Namun tujuannya sama, yaitu menambahkan atom hidrogen dalam suatu senyawa. Hidrogenasi perpindahan atau transfer yaitu proses hidrogenasi yang tidak menggunakan gas hidrogen (H₂) sebagai sumber hidrogen, namun memakai hidrogen yang terkandung dalam suatu senyawa lain seperti larutan kalium format sebagai pendonor hidrogen.

Proses hidrogenasi minyak lemak bergugus siklopropenoid sebaiknya dilakukan pada temperatur yang tidak terlalu tinggi, karena pada temperatur yang tinggi gugus *siklopropenoid* menjadi tidak stabil dan dapat mengalami polimerisasi dan dimerisasi. Reaksi pembukaan cincin pada hidrogenasi gugus siklopropenoid merupakan reaksi yang eksoterm sehingga temperaturnya perlu dijaga agar tidak terjadi polimerisasi (Zarins, dkk.,1982). Kendala dalam proses hidrogenasi minyak lemak bergugus siklopropenoid yaitu belum diketahuinya jumlah katalis yang benar-benar sesuai dan temperatur operasi yang cocok untuk hidrogenasi gugus siklopropenoid ini.

1.6. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan dan Produk

Sifat fisika dan sifat kimia bahan baku, katalis dan produk merupakan salah satu informasi dalam desain pabrik.

1.6.1. Bahan Baku

1. *Crude Palm Oil* (CPO)

Sifat Fisika

Berwarna	: Jingga kemerahan
Densitas	: 900 kg/m (pada kondisi lingkungan)
Titik leleh	: 21-24°C
Titik didih	: 369 °C

Sifat Kimia

Bilangan iod	: 50 – 55 g I/100 g minyak
Bilangan asam	: 6,9 mg KOH/g minyak
Bilangan penyabunan	: 224-249 mg KOH/g minyak

(Sumber : Krischenbauer, 1960)

2. Hidrogen

Sifat Fisika

Fasa	: Gas
Melting Point (°C)	: -259.2
Temperatur Kritis (°C)	: -250
<i>Boiling Point</i> (1 atm, °C)	: -252.8
Densitas, 30°C (kg/m ³)	: 0.8130
Berat Molekul (mol/kg)	: 2.016
Rumus Molekul	: H ₂

(Sumber : Perry, 2008)

Sifat Kimia

Hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, sangat mudah terbakar, akan terbakar pada konsentrasi serendah 4% di udara bebas.

(Sumber : Lentina Sihotang, 2017)

3. Larutan asam fosfat 85% (H_3PO_4)

Sifat Fisika

Titik Leleh	: 10,31 °C
Titik Didih	: 336,85 °C
Sifat	: Korosif
<i>Fase</i>	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Tekanan uap (mmHg)	: 146°C
Berat jenis cairan	: 1,84 (100 persen)
Berat jenis uap	: 3,4 (udara = 1)
Massa molekul relative	: 98,079 gram/mol

(Sumber : Perry, 2008)

Sifat Kimia

Senyawa ini larut.dalam air, berupa cairan.bening.

(Sumber : Aura, 2019)

4. Air (H₂O)

Sifat fisika

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18 kg/kmol
Kenampakan	: Cairan tak berwarna
Titik didih (1 atm)	: 100°C
Titik beku	: 0°C
Densitas (500C)	: 1.000 kg/m ³
Temperatur kritis	: 647,2 K
Tekanan kritis	: 220,60 Bar

Sifat kimia Air

Air bersifat normal pada pH 7, adalah *reagent* penghidrolisa pada proses hidrolisa. senyawa kimia berbentuk cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan tak ada rasanya.

(Sumber : Susana, 2003)

1.6.2. Produk

1. Asam Stearat

Sifat Fisika

Rumus molekul	: C ₁₈ H ₃₆ O ₂
Massa molekul	: 284,48 gr/mol
Titik Didih	: 648,34 K

Titik Beku	: 68,8°C
Densitas	: 980 kg/m ³
Temperatur Kritis	: 805,09 ± 3,5 K
Tekanan Kritis	: 1326,58 ± 85 kPa
Volume Kritis	: 1,069 m ³ /kmol
Fase	: padatan (25°C, 1 atm)

Warna : putih

Sifat Kimia

Asam stearat sedikit larut dalam air, sangat larut dalam eter, dan sedikit berbau, serta memiliki rasa seperti lemak.

2. *Glycerol*

Gliserol mempunyai sifat-sifat, antara lain:

Sifat Fisika

Rumus molekul	: C ₃ H ₅ (OH) ₃
Berat molekul	: 92 kg/kmol
Titik didih	: 290°C
Titik lebur	: 17,9°C
Densitas, (pada 50°C, 1 atm)	: 1.014 kg/m ³

Sifat Kimia

Tidak berwarna, tidak berbau, mudah larut air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air, cairan kental yang memiliki rasa manis, dan menurunkan aktivitas air.

(Sumber : Wahyuni, 2016)