

PRARANCANGAN PABRIK ASAM LEMAK (*FATTY ACID*) BERBAHAN
BAKU CPO KAPASITAS 77.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

OLEH:

Irma Yunita

431 20 031

Andi Aflah Solihatin

431 20 032

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini dengan judul “**Prarancangan Pabrik Asam Lemak (*Fatty Acid*)
Berbahan Baku CPO Kapasitas 77.000 Ton/Tahun**” oleh Irma Yunita NIM
43120031 dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 4 Oktober 2024



Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

A blue ink signature of Octovianus SR Pasanda, consisting of a long horizontal stroke followed by a vertical stroke and a smaller flourish.

Octovianus SR Pasanda, S.T., M.T
NIP. 19651005 199303 1 001

A blue ink signature of Muallim Syahrir, featuring a stylized, cursive script.

Muallim Syahrir, S.T., M.T.
NIP. 19911118 201803 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan

A blue ink signature of Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng, written over a circular official stamp of Politeknik Negeri Ujung Pandang. The stamp contains the text 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA' and 'POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG'.

Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng
NIP. 197304092003122002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	x
RINGKASAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Kapasitas Rancangan	17
1.2.1 Kapasitas Pabrik.....	17
1.2.2 Perhitungan Kebutuhan Asam Lemak di Indonesia	21
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	23
1.3.1 Faktor Primer	25
1.3.2 Faktor Sekunder	27
1.4 Tinjauan Pustaka	28
1.4.1 Tinjauan Pustaka Bahan Baku	28
1.4.2 Tinjauan Pustaka Produk.....	30
1.4.3 Hidrolisis.....	32

1.4.4 Penggunaan Produk.....	33
1.4.5 Macam-Macam Proses.....	36
1.4.6 Pertimbangan Pemilihan Proses.....	39
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Spesifikasi Produk.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Konsep Proses.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Tinjauan Termodinamika	Error! Bookmark not defined.
2.3 Langkah Proses	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tangki (<i>Crude Palm Oil</i>) CPO.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Tangki Air	Error! Bookmark not defined.
3.3 Reaktor.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Flash Tank.....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Decanter	Error! Bookmark not defined.
3.6 Destilasi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS	Error! Bookmark not defined.
4.1 Heater 01 CPO	Error! Bookmark not defined.
4.2 Heater 02 Air.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Reaktor.....	Error! Bookmark not defined.

4.4 Expansion Valve.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Flash Tank.....	Error! Bookmark not defined.
4.6 Cooler 01.....	Error! Bookmark not defined.
4.7 Destilasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.8 Cooler 02.....	Error! Bookmark not defined.
4.9 Vaporizer.....	Error! Bookmark not defined.
4.10 Cooler 03.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT	Error! Bookmark not defined.
5.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku CPO (Crude Palm Oil) (T-101)	Error! Bookmark not defined.
5.2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Air (T-102).....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Tangki Penyimpanan Produk Asam Lemak (T-103)	Error! Bookmark not defined.
5.4 Tangki Penyimpanan Produk Gliserol (T-104).....	Error! Bookmark not defined.
5.5 Pompa 101 (P-101)	Error! Bookmark not defined.
5.6 Pompa 102 (P-102)	Error! Bookmark not defined.
5.7 Pompa 103 (P-103)	Error! Bookmark not defined.
5.8 Pompa 104 (P-104)	Error! Bookmark not defined.
5.9 Pompa 105 (P-105)	Error! Bookmark not defined.
5.10 Pompa 106 (P-106)	Error! Bookmark not defined.
5.11 Pompa 107 (P-107)	Error! Bookmark not defined.
5.12 Pompa 108 (P-108)	Error! Bookmark not defined.

5.13 Pompa 109 (P-109)	Error! Bookmark not defined.
5.14 Pompa 110 (P-110).....	Error! Bookmark not defined.
5.15 Pompa 111 (P-111).....	Error! Bookmark not defined.
5.16 <i>Heater</i> Crude Palm Oil (HE-101)	Error! Bookmark not defined.
5.17 <i>Heater</i> Air (HE-102).....	Error! Bookmark not defined.
5.18 <i>Cooler</i> 1 (CO-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.20 <i>Cooler</i> 3 (CO-103).....	Error! Bookmark not defined.
5.21 Reaktor (R-101)	Error! Bookmark not defined.
5.22 <i>Expansion Valve</i> (EV-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.23 <i>Decanter</i> (DC-101)	Error! Bookmark not defined.
5.24 <i>Vaporizer</i> (VP-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.24 <i>Flash Tank</i> (FT-101)	Error! Bookmark not defined.
5.25 Destilasi (D-101).....	Error! Bookmark not defined.
5.26 Kondensor Destilasi (KD-101)	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS	Error! Bookmark not defined.
6.1. Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
6.2. Air	Error! Bookmark not defined.
6.2.1 Pengolahan Air	Error! Bookmark not defined.
6.2.2 Produksi Steam	Error! Bookmark not defined.
6.3 Pengolahan Limbah.....	Error! Bookmark not defined.
6.4 Spesifikasi Alat Utilitas.....	Error! Bookmark not defined.

BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA..... **Error! Bookmark not defined.**

7.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Instrumentasi... **Error! Bookmark not defined.**

7.1.1 Keselamatan Kerja**Error! Bookmark not defined.**

BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN..... **Error! Bookmark not defined.**

8.1 Bentuk Perusahaan..... **Error! Bookmark not defined.**

8.2 Struktur Organisasi **Error! Bookmark not defined.**

8.2.1 Tugas dan Wewenang..... **Error! Bookmark not defined.**

8.2.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan **Error! Bookmark not defined.**

8.2.3 Status Karyawan dan Sistem Gaji **Error! Bookmark not defined.**

8.2.4 Jaminan Sosial **Error! Bookmark not defined.**

BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK..... **Error! Bookmark not defined.**

9.1 Tata Letak Alat Proses..... **Error! Bookmark not defined.**

9.1.1 Lokasi Pabrik **Error! Bookmark not defined.**

BAB X ANALISA EKONOMI..... **Error! Bookmark not defined.**

10.1 Total Capital Investment (TCI) **Error! Bookmark not defined.**

10.2 Total *Production Cost* (TPC) **Error! Bookmark not defined.**

10.3 Analisa Profitability **Error! Bookmark not defined.**

BAB XI PENUTUP 42

DAFTAR PUSTAKA..... 44

LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSALA-Error! Bookmark not defined.

LAMPIRAN B NERACA PANAS LB-Error! Bookmark not defined.

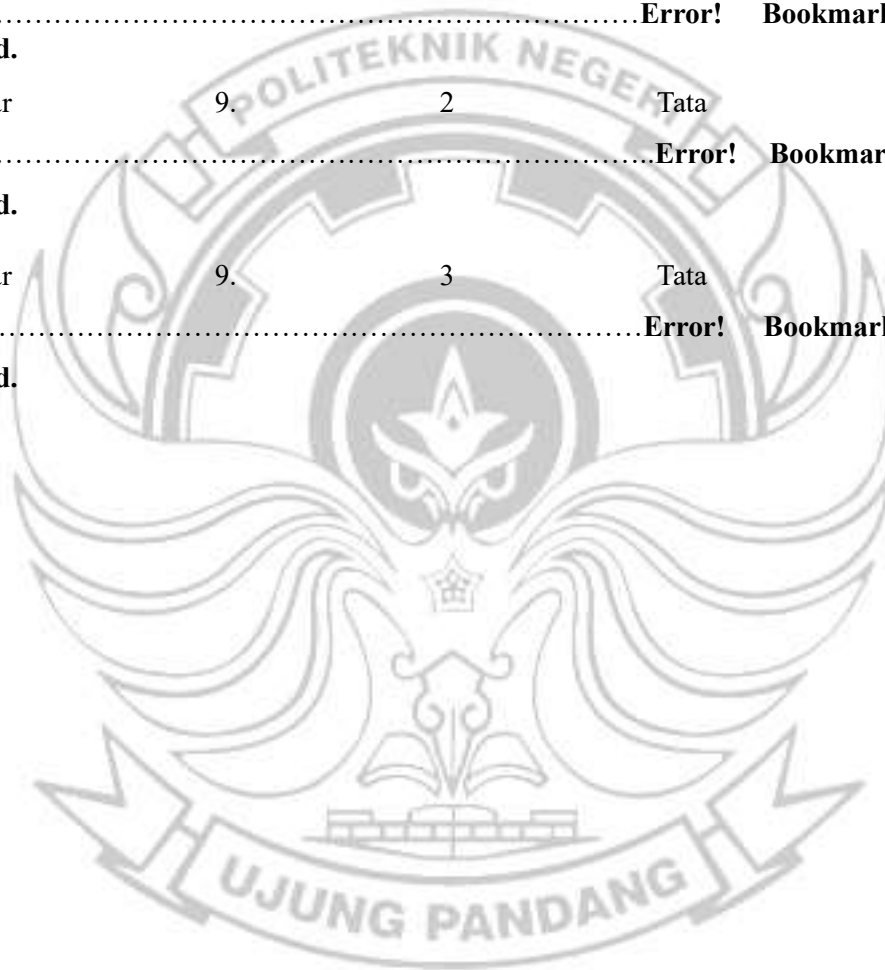
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT LC-Error! Bookmark not defined.

LAMPIRAN D UTILITAS LD-Error! Bookmark not defined.

LAMPIRAN E ANALISA EKONOMI LE-Error! Bookmark not defined.



Gambar Pabrik..... defined.	9.	1	Peta	Lokasi
			Error!	Bookmark not
Gambar Pabrik..... defined.	9.	2	Tata	Letak
			Error!	Bookmark not
Gambar Alat..... defined.	9.	3	Tata	Letak
			Error!	Bookmark not



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irma Yunita

NIM : 43120031

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi prarancangan pabrik ini, yang berjudul "Prarancangan Pabrik Asam Lemak (*Fatty Acid*) Berbahan Baku CPO Kapasitas 77.000 Ton/Tahun" merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah juga diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi prarancangan pabrik ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 4 Oktober 2024



Irma Yunita

431 20 031

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Aflah Solihatin

NIM : 43120032

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi prarancangan pabrik ini, yang berjudul "Prarancangan Pabrik Asam Lemak (*Fatty Acid*) Berbahan Baku CPO Kapasitas 77.000 Ton/Tahun" merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah juga diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka skripsi prarancangan pabrik ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 4 Oktober 2024



PRARANCANGAN PABRIK ASAM LEMAK (*FATTY ACID*) BERBAHAN BAKU CPO KAPASITAS 77.000 TON/TAHUN

RINGKASAN

Kebutuhan asam lemak di Indonesia semakin meningkat, hal ini dikarenakan Asam lemak digunakan sebagai bahan baku untuk produksi oleokimia seperti alkohol lemak, amin lemak, dan ester lemak. Asam lemak juga digunakan dalam penyusunan berbagai macam produk, seperti sabun, deterjen, surfaktan, pelumas, plasticizers, cat, coating, obat-obatan, makanan, produk perawatan pertanian, industri dan pribadi.

Prarancangan pabrik asam lemak dengan kapasitas 77.000 ton/tahun didirikan menggunakan bahan baku Crude Palm Oil (CPO) sebanyak 10.583 kg/jam. Proses pembuatan asam lemak menggunakan proses hidrolisis yang dilakukan dalam reaktor CSTR (Continued Stirrer Tank Reactor). Pada reaksi ini berlangsung pada fase cair-cair, reversible, endotermis dengan suhu 255 °C dan tekanan 54 atm. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 161.298,0196 kg/jam, penyediaan kebutuhan steam sebesar 15.106,2099 kg/jam, penyediaan listrik sebesar 1.126,034 kW, dan kebutuhan bahan bakar solar sebesar 0,9848 m³ /jam. Pabrik ini direncanakan berdiri daerah Tolada, Kec. Malangke, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Pabrik ini beroperasi secara kontinu selama 24 jam sehari dari 330 hari dalam setahun dengan jumlah karyawan pabrik sebanyak 143 orang dengan bentuk Perusahaan adalah persero Terbatas (PT) dengan menggunakan struktur organisasi garis dan staf.

Hasil analisis ekonomi menunjukkan: Fixed Capital Investment (FCI) sebesar Rp664.153.203.680, Working capital Investment (WCI) sebesar Rp664.153.203.680, Total Capital Investment (TCI) sebesar Rp1.288.306.407.361, Break Even Point (BEP) sebesar 48,08%, Pay Out Time After Taxes (POT) selama 1,23 tahun; Internal Rate Return (IRR) sebesar 12%. Berdasarkan hasil kajian ini, maka rencana pendirian pabrik layak untuk dilaksanakan karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

PREDESIGN OF FATTY ACID FACTORY USING CPO RAW MATERIAL WITH CAPACITY OF 77,000 TONS/YEAR

ABSTRACT

The need for fatty acids in Indonesia is increasing, this is because Fatty acids are used as raw materials for the production of oleochemicals such as fatty alcohols, fatty amines, and fatty esters. Fatty acids are also used in the preparation of various products, such as soap, detergents, surfactants, lubricants, plasticizers, paints, coatings, medicines, foods, agricultural, industrial and personal care products.

The preliminary design of a fatty acid plant with a capacity of 77,000 tons/year was established using 10,583 kg/hour of Crude Palm Oil (CPO) raw materials. The process of making fatty acids uses a hydrolysis process carried out in a CSTR (Continued Stirrer Tank Reactor) reactor. This reaction takes place in the liquid-liquid, reversible, endothermic phase with a temperature of 255 °C and a pressure of 54 atm. Supporting process utilities include water supply of 161,298.0196 kg/hour, steam supply of 15,106.2099 kg/hour, electricity supply of 1,126.034 kW, and diesel fuel requirement of 0.9848 m³/hour. This factory is planned to be built in Tolada area, Malangke District, North Luwu Regency, South Sulawesi. This factory operates continuously for 24 hours a day out of 330 days a year with 143 factory employees in the form of a Limited Liability Company (PT) using a line and staff organizational structure.

The results of the economic analysis show: Fixed Capital Investment (FCI) of Rp664,153,203,680, Working capital Investment (WCI) of Rp664,153,203,680, Total Capital Investment (TCI) of Rp1,288,306,407,361, Break Even Point (BEP) of 48.08%, Pay Out Time After Taxes (POT) for 1.23 years; Internal Rate Return (IRR) of 12%. Based on the results of this study, the plan to establish a factory is feasible to be implemented because it is a profitable factory and has a good future.



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara produsen dan eksportir minyak sawit terbesar di dunia. Minyak sawit Indonesia memegang peranan penting sebagai produsen terbesar minyak sawit dunia untuk memenuhi konsumsi dunia. Kelapa sawit juga salah satu komoditas ekspor Indonesia yang cukup penting sebagai penghasil devisa negara. Kelapa sawit menjadi populer setelah revolusi industri pada akhir abad ke-19 yang menyebabkan tingginya permintaan minyak nabati untuk bahan pangan dan industri sabun (Lembar, 2021). Dalam proses produksi maupun pengolahan industri, perkebunan kelapa sawit juga mampu menciptakan kesempatan dan lapangan pekerjaan khususnya bagi masyarakat pedesaan sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Kelapa sawit merupakan tumbuhan tropis golongan plasma yang termasuk tanaman tahunan (Masykur, 2013). Pohon kelapa sawit terdiri dari dua spesies yaitu *elaeis guineensis* dan *elaeis oleifera* yang digunakan untuk pertanian komersil dalam pengeluaran minyak sawit (Ihsan & Adi, 2017). Kelapa sawit menghasilkan dua macam minyak, yaitu minyak yang berasal dari daging buah (*Crude Palm Oil*) yang berwarna kuning dan minyak yang berasal dari biji/inti buah sawit (*Palm Kernel Oil*) yang tidak berwarna (jernih). Produk CPO inilah yang menjadi komoditas berharga karena dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai macam industri karena memiliki susunan dan kandungan gizi yang cukup lengkap.

Industri yang banyak menggunakan hasil olahan CPO sebagai bahan baku diantaranya pada industri pangan dengan menjadikan suatu produk seperti minyak

goreng, margarin serta bahan untuk membuat kue. Sedangkan untuk industri non pangan seperti industri farmasi dan industri oleokimia (hasil olahan CPO secara kimia) (Hakiki, 2010).

Salah satu produk yang dihasilkan oleh industri oleokimia adalah asam lemak (*Fatty acid*). *Fatty acid* mendominasi atau sekitar 58% dari total ekspor oleokimia. Asam lemak digunakan sebagai bahan baku untuk produksi oleokimia seperti alkohol lemak, amin lemak, dan ester lemak. Asam lemak juga digunakan dalam penyusunan berbagai macam produk, seperti sabun, deterjen, surfaktan, pelumas, plasticizers, cat, coating, obat-obatan, makanan, produk perawatan pertanian, industri dan pribadi (Satyarthi et al, 2011).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) 2024 konsumsi *fatty acid* cukup meningkat, dan mengingat juga ketersediaan bahan baku yang melimpah sehingga menjadi faktor yang membuat industri memproduksi *fatty acid*, meskipun ekspor dan impor berubah. Namun peningkatan harga *fatty acid* di pasar internasional tinggi. Menurut Sekretaris Jenderal Apolin, Rapolo Hutabarat menyatakan, bahwa peningkatan nilai ekspor produk oleokimia ini akan didorong oleh permintaan yang diperkirakan dapat mencapai US\$ 54 miliar pada tahun 2030.

Peranan asam lemak sangat penting, khususnya bagi industri oleokimia. Dampak positif lain dengan didirikannya pabrik asam lemak ini adalah dapat menghemat devisa negara dan tercipta lapangan kerja baru sehingga mengurangi masalah pengangguran di Indonesia, khususnya petani sawit yang dapat memberikan dampak terhadap pendapatan masyarakat pada umumnya mengolah CPO menjadi produk yang bernilai jual terhadap komoditas ini. Maka dalam hal

inilah alasan untuk mendirikan pabrik asam lemak dari minyak sawit mentah (CPO) sebagai industri intermediable (antara) bagi industri-industri lain.

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kapasitas Pabrik

Pabrik Asam Lemak direncanakan berdiri pada tahun 2029. Penentuan kapasitas perancangan pabrik ini direncanakan dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

a. Kapasitas Pabrik Asam Lemak di Indonesia

Tabel 1. 1 Kapasitas Poduksi Asam Lemak di Indonesia

Nama Industri	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT Cisudane Raya Chemicals	Banten	960.000
PT Ecogreen Oleochemicals	Medan, Sumatera Utara	45.000
PT Energi Sejahtera Mas	Riau	123.500
PT Musim Mas	Medan, Sumatera Utara	980.000
PT Soci Mas	Medan, Sumatera Utara	199.000
PT Sumi Asih	Bekasi, Jawa Barat	189.000
PT Unilever Oleochemical Indonesia	Sei Mangkei, Sumatera	191.365
PT Wilmar Nabati Indonesia	Gresik, Jawa Timu	472.000
PT Apical Kao Chemicals	Dumai, Riau	300.000
PT Domas Agrouinti Prima	Sumatera Utara	59.500

Sumber: Apolin, 2019



b. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi asam lemak adalah CPO (*Crude Palm Oil*) dan air. Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar pertama di dunia, kemudian diikuti posisi kedua Malaysia. Dari total produksi yang dihasilkan, kebanyakan digunakan untuk ekspor dalam bentuk *Crude Palm Oil* (CPO) dan sebagian lagi diolah menjadi minyak makan untuk keperluan dalam negeri. Data ketersediaan bahan baku di Indonesia dari tahun 2018 – 2022 (Statistik, 2022).

Tabel 1. 2 Data Ketersediaan Bahan Baku CPO di Indonesia

Tahun Produksi	Produksi CPO di Indonesia
2018	42.883.631
2019	47.120.247
2020	45.741.845
2021	45.121.480
2022	46.819.672

Sumber: BPS, Publikasi Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2022

c. Data Perkiraan Kebutuhan Asam Lemak di Indonesia

Dalam menentukan kapasitas perancangan dapat ditinjau dari beberapa pertimbangan, antara lain:

1. Data Impor dan Ekspor Asam Lemak

Data impor dan ekspor di Indonesia dari tahun 2019-2023 dapat dilihat pada tabel 1.3 di bawah ini:

Tabel 1. 3 Data Impor dan Ekspor Asam Lemak di Indonesia

Tahun	Impor (Ton)	Pertumbuhan (%)	Ekspor (Ton)	Pertumbuhan (%)
2019	15.570,895	0	763.475,7808	0
2020	12.400,844	-0,203588233	712.523,5077	-0,066737249
2021	12.689,774	0,023299221	897.723,2704	0,259920916
2022	10.500,719	-0,172505436	1.006.107,921	0,120732807
2023	8.315,145	-0,208135652	1.151.707,665	0,144715831
Total	59.477,377	-0,560930101	4.531.538,145	0,458632306
Rata- Rata	11.895,4754	-0,11218602	906.307,629	0,091726461

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

2. Data Konsumsi Asam Lemak

Data konsumsi dan pertumbuhan asam lemak di Indonesia tahun 2017-2021 dapat dilihat pada tabel 1.4 di bawah ini:

Tabel 1. 4 Data Konsumsi dan Pertumbuhan Asam Lemak di Indonesia

Tahun	Konsumsi (Ton)	Pertumbuhan (%)
2017	2.197,25	0
2018	554,8	-0,74750256
2019	1.255,63	1,263211968
2020	780,113	-0,3787079
2021	6.003,781	6,696040189
Total	10.791,574	6,833041698
Rata- Rata	2.158,3148	1,36660834

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

3. Data Produksi Asam Lemak

Data Konsumsi dan pertumbuhan asam lemak di Indonesia tahun 2016-2020 dapat dilihat pada tabel 1.5 di bawah ini:

Tabel 1. 5 Data Produksi dan Pertumbuhan Asam Lemak di Indonesia

Tahun	Produksi (Ton)	Pertumbuhan (%)
2016	1.810.000	0
2017	1.810.000	0
2018	1.800.000	-0,005524862
2019	1.800.000	0
2020	1.850.000	0,027777778
Total	9.070.000	0,022252916
Rata- Rata	1.814.000	0,004450583

Sumber: Palm Oil Agribusiness Strategic Policy Institute, 2021

1.2.2 Perhitungan Kebutuhan Asam Lemak di Indonesia

Penentuan kapasitas produksi dari data produksi, konsumsi, ekspor impor di Indonesia tahun 2019-2023. Pabrik Asam Lemak ini direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2029, dengan mengacu pada pemenuhan kebutuhan domestik dan peningkatan nilai ekspor. Maka dapat diperkirakan jumlah kapasitas produksi asam lemak pada tahun 2029 dengan menggunakan *discounted method* menggunakan persamaan berikut ini (Ulrich, 1984):

$$F = P (1 + i)^n$$

Dimana:

F = Nilai kebutuhan pada tahun ke-n

P = Besarnya data pada tahun terakhir dalam sumber data (ton/tahun)

\dot{i} = Kenaikan data rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Sehingga:

Perkiraan impor asam lemak pada tahun 2029 (F_1) sebagai berikut:

$$F_1 = 8.415,145 (1 + (-0,11218602))^6$$

$$F_1 = 4.071,943$$

Perkiraan produksi asam lemak pada tahun 2029 (F_2) sebagai berikut:

$$F_2 = 1.850.000 (1 + (0,004450583))^6$$

$$F_2 = 1.899.954,409$$

Perkiraan ekspor asam lemak pada tahun 2029 (F_4) sebagai berikut:

$$F_4 = 1.151.538,665 (1 + (0,091726461))^6$$

$$F_4 = 1.949.958,093$$

Perkiraan konsumsi asam lemak pada tahun 2029 (F_5) sebagai berikut:

$$F_5 = 6.003,781 (1 + (1,36660834))^6$$

$$F_5 = 1.054.831,731$$

Peluang kapasitas produksi asam lemak pada tahun 2029 (F_3) dapat ditentukan dengan persamaan (Max et al, 1999):

$$F_1 + F_2 + F_3 = F_4 + F_5$$

Keterangan:

F_1 = Nilai impor 2029 (ton/tahun)

F_2 = Nilai produksi pabrik dalam negeri (ton/tahun)

F_3 = Proyeksi kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2029 (ton/tahun)

F_4 = Nilai ekspor tahun 2029 (ton/tahun)

F_5 = Nilai konsumsi tahun 2029 (ton/tahun)

Sehingga:

$$F_3 = ((F_4 + F_5) - (F_1 + F_2)) \text{ ton/tahun}$$

$$F_3 = ((1.949.958,093 + 1.054.831,731) - (4.071,943117 + 1.899.954,409))$$

ton/tahun

$$F_3 = 1.100.763,472 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data-data sebelumnya, proyeksi kemungkinan kapasitas pabrik asam lemak pada tahun 2029 di Indonesia untuk skala lokal, menunjukkan bahwa tersedianya bahan baku CPO di Indonesia yang akan mencukupi kebutuhan untuk memproduksi asam lemak, maka akan diambil alternatif 7% dari peluang proyeksi kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2029.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pra rancangan} &= 7\% \times 1.100.763,472 \text{ ton/tahun} \\ &= 77.053,44 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

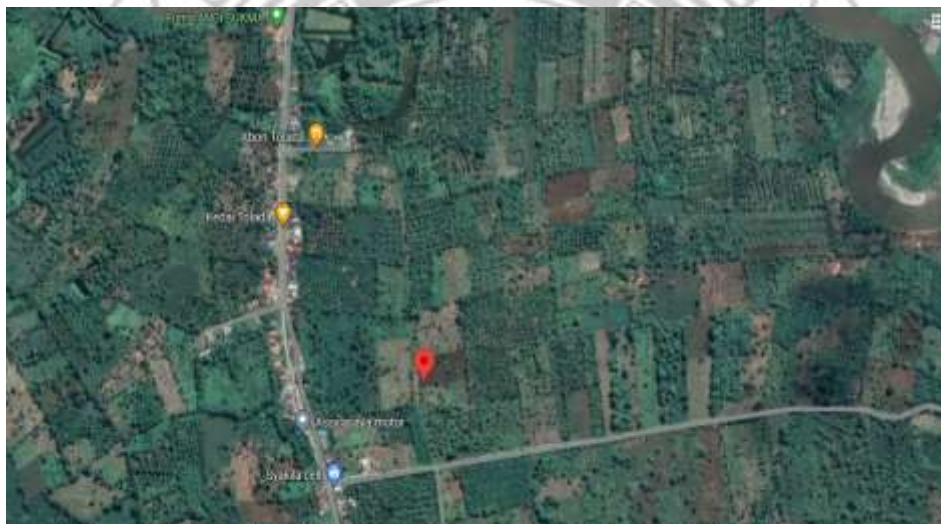
Sehingga diprediksi prarancangan pabrik Asam Lemak ini akan dibangun dengan kapasitas sebesar 77.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu masalah pokok yang menunjang keberhasilan suatu pabrik dan akan mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan pabrik tersebut. Untuk memilih lokasi pabrik, harus mempertimbangkan beberapa faktor yang diklasifikasi sebagai berikut:

- a. Faktor primer, meliputi letak pabrik terhadap bahan baku, pasar untuk pemasaran produk, sarana transportasi, utilitas, sarana pendidikan, tempat ibadah dan tenaga kerja yang tersedia.
- b. Faktor sekunder, meliputi luas area untuk memperluas pabrik, karakteristik lokasi untuk mendirikan pabrik, kebijakan pemerintah dan sosial masyarakat daerah setempat.

Atas pertimbangan tersebut, pabrik Asam Lemak akan didirikan di daerah Tolada, Kec. Malangke, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan.



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Pabrik

1.3.1 Faktor Primer

1. Pemasaran Produk

Berdasarkan dengan letaknya, lokasi pabrik berdekatan dengan jalan sehingga akses pemasaran menuju pelabuhan Munte di Kec. Bone-Bone dan pelabuhan Tanjung Ringgit di Palopo dapat terjangkau. Lokasi konsumen pabrik yang membutuhkan produk asam lemak cukup banyak, sehingga lebih baik dipasarkan di dalam maupun di luar daerah Sulawesi.

2. Letak Pabrik Terhadap Bahan Baku

Secara geografis Kabupaten Luwu Utara terletak pada koordinat antara $2^{\circ}30'45''$ sampai $2^{\circ}37'30''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}41'15''$ sampai $121^{\circ}43'11''$ Bujur Timur dibagian utara Provinsi Sulawesi Selatan dengan wilayah terluas di Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas mencapai $7.502,58 \text{ km}^2$ atau sekitar 16,39% dari Luas Wilayah Provinsi.

Bahan baku merupakan faktor utama dalam kelangsungan operasi suatu pabrik. Bahan baku utama Asam Lemak adalah CPO (*Crude Palm Oil*). Wilayah Sulawesi secara signifikan berkontribusi terhadap produk CPO nasional termasuk Sulawesi Selatan. Produksi Perkebunan Besar Negara di Sulawesi Selatan pada tahun 2020 produksi kelapa sawit mencapai 3.223 ton CPO, kemudian meningkat menjadi 3.531 ton CPO pada tahun 2021. Produksi kelapa sawit pada tahun 2022 diperkirakan meningkat menjadi 3.626 ton CPO. Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebuna (TPHP) mencatat, jumlah produktivitas kelapa sawit di Luwu Utara mencapai 24.000 kg per hektar, dengan total produksi 335 ton per tahun.

3. Sarana Transportasi

a. Transportasi Darat

Untuk transportasi darat berupa jalan raya sudah cukup memadai karena berdekatan dengan lokasi pabrik. Sehingga distribusi produk melalui darat dapat dilakukan terutama untuk pemasaran produk Asam Lemak ke daerah-daerah yang dapat dijangkau dengan jalur darat.

b. Transportasi laut

Sulawesi Selatan memiliki Pelabuhan laut, yaitu Pelabuhan Munte di Kec. Bone-Bone dan pelabuhan Tanjung Ringgit di Palopo yang letaknya tidak terlalu jauh dari lokasi pabrik. Adanya Pelabuhan ini memudahkan untuk distribusi produk Asam Lemak.

c. Transportasi Udara

Fasilitas transportasi udara yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan adalah Bandar Udara Sultan Hasanuddin yang berada di Ibu Kota Provinsi Sulawesi Selatan. Dengan memanfaatkan fasilitas tersebut dapat juga memperlancar distribusi produk Asam Lemak.

4. Utilitas

Utilitas suatu pabrik meliputi energi (listrik), steam, dan air. Kebutuhan air dapat diperoleh dari air sungai. Di Kabupaten Luwu Utara memiliki sungai-sungai utama seperti Sungai Gontang, Sungai Baliase, Sungai Likupangi, dan Sungai Tamboke. Sedangkan unit pengadaan listrik diambil dari PLN setempat dan generator cadangan.

5. Tenaga Kerja

Tingkat penyerapan tenaga kerja di Kabupaten Luwu Utara tidak kalah baik dibandingkan dengan kabupaten lain yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan. Dan pemerintah Kabupaten Luwu Utara telah melakukan pelatihan kompetensi keahlian untuk menyiapkan tenaga kerja yang berdaya saing dalam mencari kerja sekaligus membuka lapangan pekerjaan. Dan juga dengan didirikannya pabrik ini akan mengurangi tingkat pengangguran baik dari penduduk sekitar ataupun penduduk urban. Selain itu, tenaga ahli juga dapat diambil dari luar daerah.

1.3.2 Faktor Sekunder

1. Karakteristik Lokasi

Menyangkut iklim di daerah tersebut serta kondisi sosial dan sikap masyarakat yang sangat mendukung bagi sebuah kawasan industri oleokimia. Maka dari itu Kabupaten Luwu Utara bisa digunakan sebagai lokasi pendirian pabrik Asam Lemak.

2. Perluasan Area Pabrik

Kabupaten Luwu Utara memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena masi banyaknya lahan yang kosong dan areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk, akan menuntut adanya perluasan pabrik.

3. Sosial Masyarakat

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di kabupaten Luwu Utara dirasa tepat untuk didirikan pabrik Asam Lemak.

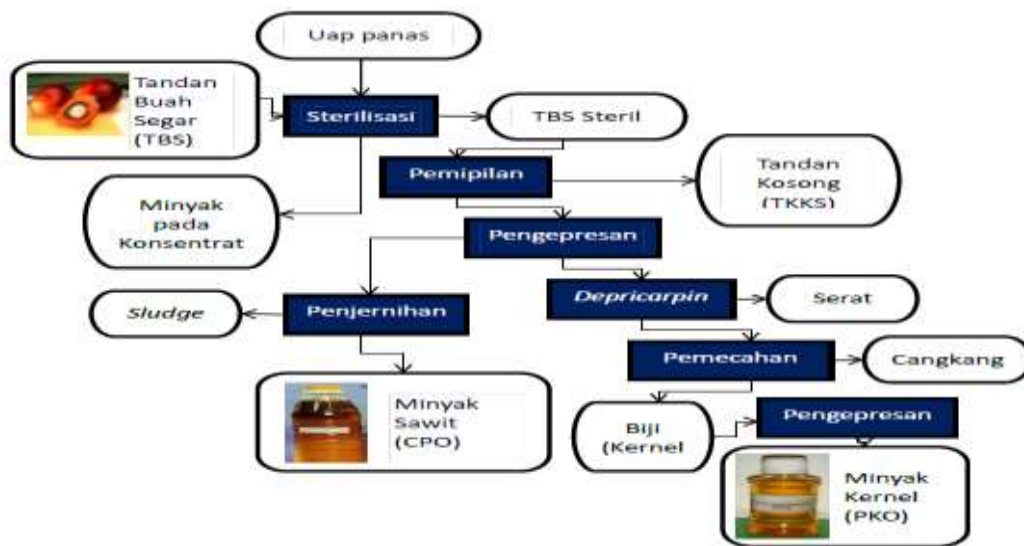
4. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak, dan lain-lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik. Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, maka lokasi pabrik akan didirikan di wilayah Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Tinjauan Pustaka Bahan Baku

Buah sawit menghasilkan produk utama berupa *Crude Palm Oil* (CPO) atau Minyak Kelapa Sawit. CPO adalah minyak kasar berbentuk semi padat, berserat halus, dan mengandung sedikit air berwarna kuning jingga kemerah-merahan. CPO merupakan minyak sawit mentah yang dihasilkan dari mesocarp buah sawit yang diperoleh melalui beberapa proses, yaitu sterilisasi, pengepresan, dan penjernihan. Minyak sawit mengandung 41% lemak jenuh. Keberadaan sedikit air dan serat halus berwarna kuning jingga kemerah-merahan disebabkan oleh lemak jenuh yang tinggi pada CPO, mengakibatkan minyak kelapa sawit kasar tidak dapat langsung digunakan sebagai bahan pangan maupun non pangan.



Gambar 1. 2 Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

Sumber: Jaizuluddin Mahmud, dkk., 2019

Komposisi asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh pada CPO relative sama, kandungan asam lemak jenuh sebesar 49,9% dan asam lemak tidak jenuh sebesar 49,3%. Asam lemak dominan pada CPO adalah palmitat 32% - 59% dan oleat sebesar 27% - 52%. Berikut ini merupakan tabel komponen penyusun CPO dan komposisi asam lemak berdasarkan jenis asam lemak yang terdapat pada CPO.

Tabel 1. 6 Komposisi Penyusun CPO

Senyawa	Kandungan (%)
Trigliserida	95
Asam Lemak Bebas	3
Air	2

Sumber: Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI), 2024

Tabel 1. 7 Komposisi Asam Lemak pada Minyak Sawit Mentah (CPO)

Komposisi Asam Lemak	Kandungan (%)
Oleat	27% - 52%
Palmitat	32% - 59%
Linoleat	5% - 14%
Stearat	1,5% - 8%
Miristat	0,5% - 5,9%

Sumber: Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI)

1.4.2 Tinjauan Pustaka Produk

1.4.2.1 Asam Lemak

Asam lemak merupakan golongan senyawa asam karboksilat dengan gugus -COOH yang pada umumnya terdiri atas 4-24 buah atom karbon. Asam lemak merupakan asam organik yang terdapat sebagai ester trigliserida atau lemak, baik yang bersala dari hewan maupun tumbuhan. Berdasarkan struktur kimianya, asam lemak dibedakan menjadi 2 yaitu:

a. Asam lemak jenuh

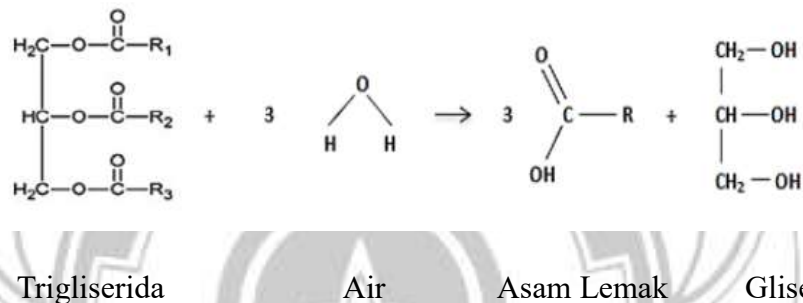
Asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap. Dikatakan bahwa asam lemak yang dijenuhkan ketika setiap atom karbon yang terdapat dalam rantai hidrokarbon berikatan dengan atom hidrogen yang ada (atom karbon dijenuhkan dengan hidrogen). Asam lemak jenuh berbentuk padat pada suhu kamar.

b. Asam lemak tak jenuh

Asam lemak tak jenuh merupakan asam lemak yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap pada rantai karbon. Asam lemak dengan satu ikatan rangkap disebut

sebagai *monounsaturated*. Jika memiliki dua atau lebih ikatan rangkap disebut *polyunsaturated*. Asam lemak tak jenuh berbentuk cairan pada suhu kamar.

Proses pembuatan asam lemak dapat dilakukan dengan cara hidrolisa. Pada proses hidrolisa minyak, air memecah gugus alkil dalam trigliserida minyak dan gliserol. Berdasarkan persamaan reaksi yang hasilnya adalah asam lemak dan gliserol.



Reaksi hidrolisis minyak dapat dilakukan pada tekanan rendah dan suhu rendah, akan tetapi reaksinya berlangsung lambat sehingga dibutuhkan katalisator. Katalisator tidak diperlukan jika hidrolisis dilakukan pada tekanan dan suhu tinggi, hal ini disebabkan kelarutan air dalam minyak makin meningkat pada suhu yang tinggi sehingga mampu memecah trigliserida dalam minyak (Widiana, 2010).

1.4.2.2 Gliserol

Gliserol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) adalah golongan alkohol polihidrit dengan gugus hidroksil (-OH) berjumlah tiga buah gugus. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua, tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida, dan trigliserida. Gliserol merupakan cairan kental yang tidak berwarna, tidak berbau dan memiliki rasa manis.

Gliserol bersama asam karboksilat (asam lemak) diperoleh dari hidrolisis suatu lemak atau minyak. Lemak dan minyak adalah trigliserida, atau *triasilgliserol*, kedua istilah ini berarti “triester (dari) gliserol). Kebanyakan lemak atau minyak yang terdapat dalam alam merupakan trigliserida campuran. Artinya, ketiga bagian lemak dari gliserida itu tidaklah sama, seperti trigliserida dengan kombinasi banyak asam lemak seperti stearate, oleat. Sehingga apabila minyak dihidrolisis akan menghasilkan tiga molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol (Fessenden, 1986).

Gliserol alami pada dasarnya diperoleh sebagai produk samping di dalam produksi asam lemak, yaitu dihasilkan melalui pemecahan minyak sawit atau minyak inti sawit. Gliserol yang dihasilkan dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis, larut dalam air dan tidak larut dalam eter (Poedjiadi, 2006).

1.4.3 Hidrolisis

Apabila minyak kelapa dihidrolisis, maka akan dihasilkan asam lemak bebas penyusunnya. Reaksi hidrolisis CPO menjadi asam lemak ini merupakan reaksi dua arah (*irreversible*) heterogeny, karena fasa minyak dan fasa air tidak saling larut. Reaksi hidrolisis terjadi di fasa minyak, dan untuk mencapai fasa minyak molekul air harus berdifusi dahulu ke fasa minyak. Pada reaksi hidrolisis CPO ini peristiwa difusi dahulu ke fasa minyak berlangsung relatif lebih cepat dibandingkan reaksi yang terjadi, sehingga laju reaksi secara keseluruhan dikendalikan oleh laju reaksi kimia. (Mahargani, 2003).

Reaksi hidrolisis dapat dikatalisasi dengan asam, basa, atau lipase, tetapi juga dapat direaksikan tanpa katalisasi yaitu antara lemak dan air yang dilarutkan dalam fasa lemak pada suhu dan tekanan yang sesuai. Hidrolisis lemak dan minyak berhubungan dengan pemisahan *triasilgliserol* menjadi unsur asam lemak dan gliserol yang direaksikan dengan air. Hidrolisis *triasilgliserol* menjadi asam lemak dan gliserol ini dibagi menjadi tiga jenis yaitu *splitting* dengan tekanan yang tinggi, hidrolisa dengan menggunakan basa (*saponifikasi*), dan hidrolisis enzim.

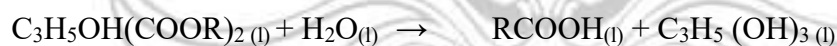
Adapun proses hidrolisis trigliserida tersebut adalah sebagai berikut:



Trigliserida Air *Fatty acid* + Digliserida

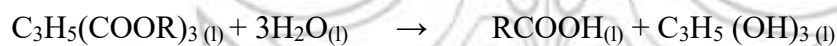


Trigliserida Air *Fatty acid* + Monogliserida



Monogliserida Air *Fatty acid* + Gliserol

Dari ketiga reaksi di atas, dapat disimpulkan reaksi tersebut menjadi reaksi:



Trigliserida Air *Fatty acid* + Gliserol

1.4.4 Penggunaan Produk

1. Asam Lemak

Kegunaan Asam Lemak, antara lain (Kirk-Othmer, 1993):

a. Industri Karet

Asam lemak dalam proses pembuatan karet digunakan sebagai *softening* dan *plasticizing effect*.

b. Industri Lilin

Dalam industri lilin, asam lemak digunakan sebagai campuran bahan untuk pembuatan lilin yang fungsinya untuk mempermudah melepaskan lilin dari cetaknya. Selain itu, dengan ditambahkan asam lemak dalam proses pembuatan lilin, akan menjadikan produk lilin yang dihasilkan tidak cepat meleleh ketika dinyalakan, asap yang dihasilkan lebih sedikit mengurangi timbulnya tetesan-tetesan lilin.

c. Industri Kosmetik

Asam lemak dalam industri kosmetik digunakan sebagai bahan campuran pembuatan produk-produk kosmetik yang fungsinya untuk memberikan keharuman dan kemilauan.

d. Industri Sabun

Digunakan untuk memproduksi sabun. Selain itu, memberikan busa sabun lebih banyak serta keharuman dan kemilauan.

e. Bila direaksikan dengan H_2 (hidrogenasi) akan menghasilkan *fatty alcohol*. Adapun kegunaan *Fatty Alcohol* adalah untuk:

- pembuatan *surfactant anionic*
- sebagai emulsifier dalam produk-produk pembersih dan lantai

f. Bila direaksikan dengan ester (*esterifikasi*) akan menghasilkan asam lemak.

Adapun kegunaan dari ester asam lemak adalah untuk:

- bahan campuran dalam industri-industri tekstil
- untuk substitute biodiesel
- industri farmasi (obat-obatan)

- g. Bila direaksikan dengan nitrogen akan menghasilkan *Fatty Nitrogen*.

Produk-produk *Fatty Nitrogen* ini banyak digunakan dalam pengolahan limbah yang fungsinya untuk mengurangi limbah-limbah yang bersifat *unbiodegradable* sehingga menjadi *biodegradable*.

- h. Dapat digunakan sebagai *lubricants* (minyak pelumas).

2. Gliserol

Kegunaan gliserol, antara lain (Kirk Othmer, 1966):

- a. Peledak

Digunakan untuk membuat nitrogliserin sebagai bahan dasar peledak.

- b. Industri Makanan dan Minuman

Digunakan sebagai *solven, emulsifier, conditioner, freeze, preventer and coating* serta dalam industri minuman anggur.

- c. Industri Logam

Digunakan untuk *pickling, quenching, stripping, electroplating, dan Galvanizing*.

- d. Industri Kertas

Digunakan sebagai *humectant, plasticizer, dan softening agent*.

- e. Industri Farmasi

Digunakan untuk antibiotik dan kapsul.

- f. Fotografi

Digunakan sebagai *plasticizing*.

g. Resin

Digunakan untuk *polyurethanes, epoxies, phthalic acid dan maleic acid resin*.

h. Industri Tekstil

Digunakan untuk *lubricating, antishrink, waterproofing dan flameproofing*.

i. Tobacco

Digunakan sebagai *humectant, softening agent dan flavour enhancer*.

1.4.5 Macam-Macam Proses

Dalam melakukan tahap seleksi proses, tentunya proses yang baik harus dipilih untuk memperoleh produk yang baik pula. Proses hidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- a. *Splitting* dengan tekanan yang tinggi
- b. Hidrolisa dengan menggunakan basa (saponifikasi)
- c. Hidrolisis enzim

Tabel 1. 8 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Lemak

Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
Fat Splitting	<ul style="list-style-type: none"> • Konversi asam lemak $\pm 99\%$ -Tanpa katalis, bereaksi langsung antara air dan lemak • Proses tidak terlalu rumit 	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi operasi pada tekanan dan suhu tinggi (55 bar dan 260°C)
Katalis Basa	<ul style="list-style-type: none"> • Cara yang sederhana • Cukup banyak menghasilkan asam lemak (konversi asam lemak mencapai $80\% - 95\%$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan katalis berupa basa dengan cara hidrolisis • Membutuhkan tahap pemurnian dan bahan pembantu yang banyak
Katalis Enzim	<ul style="list-style-type: none"> • Konversi $\pm 90\%$ • Suhu atau tekanan yang rendah • Produk asam lemak tak jenuh cukup tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Katalis berupa enzim lipase cukup mahal • Waktu proses cukup lama

(Sumber: Shahidi and Zhong, 2005)

a. Fat Splitting

Fat Splitting adalah sebuah reaksi homogen yang terjadi secara bertahap. Asam lemak berpindah dari trigliserida satu persatu dari tri ke di mono. Selama tahap awal, reaksi berlangsung perlahan-lahan, terbatas dengan kelarutan air dalam minyak yang rendah. Pada tahap kedua, reaksi berlangsung lebih cepat karena kelarutan air yang lebih besar dalam asam lemak. Tahap akhir ditandai dengan laju

reaksi berkurang sebagai asam lemak bebas dan gliserin mencapai kondisi kesetimbangan. *Fat splitting* merupakan reaksi *reversible* (Bailey, 1951). Pada Proses *fat splitting* terbagi menjadi 3 metode, yaitu: *Twitchell*, *Batch Autoclave*, dan *Continuous Fat Splitting*.

Tabel 1. 9 Perbandingan 3 Proses dalam Pembuatan Asam lemak

Karakteristik	<i>Twitchell</i>	<i>Batch Autoclave</i>	<i>Continous Fat Splitting</i>
Kondisi Operasi	T = 100°C - 105°C P = Atmosferik Instalasi dan operasi mudah	T = 150°C - 175°C (menggunakan katalis) P = 52 atm – 100 atm (menggunakan katalis) T = 220°C - 240°C (tanpa katalis) P = 29 atm – 31 atm (tanpa katalis)	T = 250°C - 260°C P = 55 atm
Konversi	85% - 98%	±95%	98% - 99% terhidrolisis
Katalis	Asam sulfat	- Seng Oksida (ZnO) - Kalsium Oksida (CaO) - Magnesium Oksida (MgO)	Tanpa katalis
Waktu	36 – 48 jam	5-10 jam (menggunakan katalis)	2 – 3 jam

Sumber: Marcell and Allen, 1982

b. Hidrolisis Katalis Basa

Pada umumnya, sabun diproduksi melalui hidrolisis asam lemak dimana proses ini dikenal dengan reaksi *saponifikasi*. Sabun dihasilkan melalui netralisasi asam lemak yang berasal dari *Fat Splitting*. Pada skala laboratorium, hidrolisis alkali ini direaksikan dengan kelebihan basa, misalnya kalium hidroksida 1 M dalam etanol 95%, direfluks selama satu jam, dan asam lemak diperoleh kembali setelah asidifikasi campuran tersebut. Ini merupakan salah satu cara yang sederhana yang cukup banyak menghasilkan asam lemak (Shahidi & Zhong, 2005).

c. Hidrolisis Katalis Enzim

Hidrolisa CPO secara enzimatik dilakukan dengan cara immobilized enzim lipase. Pada proses ini, kebutuhan energi yang diperlukan relatif kecil jika dibandingkan dengan proses hidrolisa CPO dengan H₂O pada suhu dan tekanan tinggi. Pada proses ini, pemakaian enzim lipase dilakukan dengan cara berulang-ulang (*reuse*), karena harga enzim lipase yang sangat mahal. Reaksi yang terjadi pada proses hidrolisa secara enzimatik sama seperti reaksi hidrolisis yang terjadi pada proses hidrolisis lemak atau minyak dengan menggunakan temperatur dan tekanan tinggi. Reaksi ini dilakukan pada kondisi optimum aktifitas enzim lipase yaitu pada suhu 35°C dan pH 4,7-5. Derajat pemisahan pada proses ini mampu mencapai 90% (Gervajio, 2005).

1.4.6 Pertimbangan Pemilihan Proses

Berdasarkan perbandingan pada tabel 1.8 maka dipilih proses *fat splitting* Karena pada prosesnya menggunakan air yang merupakan bahan yang ketersediaannya melimpah dan murah, serta kemurnian produk akhir mencapai

±99%. Adapun pada proses *fat splitting* terdiri dari 3 metode, maka dibandingkan lagi pada tabel 1.9. Berdasarkan perbandingan tersebut, maka dipilih proses *continuous fat Splitting* karena waktu reaksi yang relatif singkat (2-3 jam) dan dapat berlangsung tanpa adanya katalis.

Proses *Continuous Fat Splitting*

Proses pemisahan minyak dengan tekanan tinggi secara kontinyu dan counter current, lebih dikenal dengan proses *Colgate-Emery*. Yaitu metode yang paling efisien dari pemisahan minyak. 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. Biasanya menara tersebut berdiameter 508-1220 mm dan tinggi 18-25 m, terbuat dari bahan anti korosi seperti stainless steel 316 atau paduan inconel yang didesain khusus untuk kondisi operasi 55 atm. 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 pemisahan yang tinggi (250-260°C) 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 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, 1951).



BAB XI PENUTUP

Dari uraian proses pabrik Asam Lemak (*Fatty Acid*) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas pabrik Asam Lemak berbahan baku CPO adalah 77.000 ton/tahun.
2. Bahan baku yang digunakan adalah CPO dengan kebutuhan CPO sebesar 102.163,09 ton/tahun.
3. Lokasi pendirian pabrik Asam lemak berbahan baku CPO direncanakan di Kabupaten Luwu Utara dengan mempertimbangkan persediaan bahan baku, persediaan air, tenaga kerja, dan sarana transportasi.
4. Proses pembuatan Asam lemak berbahan baku CPO terdiri atas beberapa tahap, yaitu:
 - a. Tahap persiapan bahan baku
 - b. Tahap pembuatan produk
 - c. Tahap pemurnian produk
5. Pendirian pabrik Asam Lemak kapasitas 77.000 ton/tahun berbahan baku CPO diperlukan:
 - Total modal investasi sebesar Rp1.288.306.407.361
 - Total biaya produksi sebesar Rp2.061.929.411.566
 - Estimasi hasil penjualan per tahun sebesar Rp2.716.611.315.205

Estimasi umur pabrik 10 tahun dengan waktu pengembalian pinjaman selama 1,23 tahun, dengan IRR sebesar 12% dan BEP sebesar 48,01%



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2024. Ekspor dan Impor Asam Lemak di Indonesia. <https://www.bps.go.id/> diakses pada tanggal 22 Februari 2024.
- Badan Pusat Statistik, 2024. Konsumsi Asam Lemak di Indonesia. <https://www.bps.go.id/> diakses pada tanggal 02 Maret 2024.
- Bailey, A. E. 1951. *Industrial Oil and Fat*. New York: Interscolastic Publishing Inc.
- Brownell, L.E and Young, E.H, 1983, "Process Equipment Design", JohnWiley and Sons. Inc, New York.
- Coulson, J.J and Richardson, J.F, 1983, "Chemical Equipment Design", vol 6, PergamonPress, Oxford.
- Fessenden, R. J. 1986. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Processes and Unit Operation 3rd edition*. New York: Allyn & Bacon.
- Gervajio, G. C. 2005. *Fatty Acids and Derivatives from Coconut Oil dalam Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 6 th ed., vol. 6. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Kern, D.Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Ketaren, S. 1986. *Minyak dan Lemak Pangan. Edisi Pertama*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kirk Othmer, "Encyclopedia of Chemical Technology", Volume 25, Edition 4.
- Kirk Othmer, 1966, "Encyclopedia of Chemical Technology", 2nd. ed. Vol. 7. Interscience Willey.
- Kirk R.E. and Othmer, D.F., 1993, "Encyclopedia of Chemical Technology", vol.5, fourth edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons Co., New York.
- Matche. 2024. Equipment Cost. <https://www.matche.com/> diakses pada tanggal 19 September 2024.
- Perry, R.H and Chilton, C.H, "Chemical engineering's Hand Book", 6th ed, McGrawHill Book Kogakusha, Tokyo.

- Perry, R.H. and Green, D. 1997. *Perry's Chemical Engineer Handbook 7th edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th ed., Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1999, "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1991, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Petters, Max S. and Klaus D. Timmerhaus, "*Plant Design and Ekonomi for Chemical Engineerss*". McGrawHill Book.
- Speight, J.G., 2005, "Chemical and Process Design Handbook", McGraw-Hill, New York.
- Statistik, B. P. (2022). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2022. Subdirektorat Statistik Tanaman Perkebunan. BPS. Indonesia. ISSN, 16(1)*.
- Swern, D., 1964, "*Bailey's Industrial Oil and Fat Products*", 3 Edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons Co., New York, pp. 931- 940.
- Treybal, R.E., 1981, *Mass Transfer Operation*, 3rd ed., Mc. Graw-Hill Book Company, Singapore
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw Hill Companies Inc. USA.

