PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN METODE ESTERIFIKASI – TRANSESTERIFIKASI KAPASITAS 180.000 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

ANDI SAKIAH SABILAH 431 20 006
IIN ELMI SARI 431 20 020

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO) dengan Metode Esterifikasi – Transesterifikasi Kapasitas 180.000 Ton/Tahun** oleh Andi Sakiah Sabilah NIM 43120006 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 10 Oktober 2024

Mengesahkan,

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Joice Manga, S.T., M.T	Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc
NIP. 197312152003122001	NIP. 199004022019032028

Mengetahui

Koordinator Program Studi

D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan

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

NIP. 19730409 200312 2002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PENERIMAAN iv
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
SURAT PERNYATAAN xii
RINGKASAN xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Kapasitas Rancangan 3
1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Beridiri 3
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku 4
1.2.3 Kapasitas Produksi 5
1.2 Penentuan Lokasi Pabrik 7
1.3 Tinjauan Proses 9
1.3.1 Proses Pembuatan Biodiesel 9
BAB II DESKRIPSI PROSES 15
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk 15
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku 15
2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku Tambahan 16
2.1.3 Spesifikasi Produk 18
2.2 Langkah Proses 20
BAB III NERACA MASSA 24
3.1 Neraca Massa 24
BAB IV NERACA PANAS 28
4.1 Neraca Panas 28
BAB V SPESIFIKASI ALAT 32

5.1 Spesifikasi Alat 32
BAB VI UTILITAS 51
6.1 Kebutuhan *Steam* 51
6.2 Kebutuhan Air 51
6.2.1 Sistem pengolahan Air 52
6.2.2 Spesifikasi Alat Utilitas 54
6.3 Kebutuhan Listrik 57
6.4 Kebutuhan Bahan Bakar 57
6.5 Pengolahan Limbah 57
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA 60
7.1 Instrumentasi 60
7.1.1 Tujuan Pengendali 61
7.1.2 Pengendali Otomatis 62
7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup 63
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI 71
8.1 Bentuk Perusahaan 71
8.2 Struktur Organisasi 72
8.2.1 Pembagian Tugas dan Wewenang 75
8.2.2 Jadwal Kerja Karyawan 82
8.2.3 Jumlah Karyawan 84
8.2.4 Sistem Penggajian Karyawan 85
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK 88
9.1 Lokasi Pabrik 88
9.1.2 Faktot Khusus 91
9.2 Tata Letak Pabrik 93
BAB X ANALISA EKONOMI 98
10.1 Total Capital Investment (TCI) 99

10.2 Dasar Perhitungan 100
10.3 Perhitungan Biaya 101
10.3.1 Penaksiran modal industry (Total Capital Investement) 101
10.3.2 Manufacturing Cost 101
10.3.3 General Expense 101
10.4 Analisa Kelayakan Ekonomi 101
10.5 Hasil Perhitungan 103
BAB XI KESIMPULAN 106
DAFTAR PUSTAKA 108
LAMPIRAN 111

PRA RANCANGAN PABRIK BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DENGAN METODE ESTERIFIKASI DAN TRANSESTERIFIKASI KAPASITAS 180.000 TON/TAHUN

RINGKASAN

Pra rancangan pabrik biodiesel dari *crude palm oil* (CPO) dengan kapasitas 180.000 ton per tahun. Pabrik ini diharapkan akan menghasilkan biodiesel untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di Kabupaten Pasangkayu, Sulawesi Barat. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan menggunakan 2 metode yakni esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dan transesterifkasi direncanakan akan beroperasi pada suhu 65˚C dan pada tekanan 1 atm menggunakan reaktor alir tangki berpengadukdengan masing-masing hasil konversi sebesar 92% dan 98% biodiesel. Perusahaanberbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan bentuk organisasi type garis dan staff dimana jumlah karyawan sebanyak 141 orang. Pabrik beroperasi selama 24 jam tiap hari, dan 330 hari tiap tahun dengan pembagian jam kerja dilakukan berdasarkan sistem shift untuk karyawan operasional.

Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi untuk pendirian pabrik biodiesel diatas total investasi yang dibutuhkan Rp.616.866.728976,94 terdiri dari modal pinjaman Rp.267.543.384.452,67 dan modal sendiri sebesar Rp.349.323.344.524,27 dengan keuntungan sebelum dan sesudah pajak sebesar 37% dan 26%. Waktu pengembalian modal POT yaitu selama 4,3 tahun. Break Event Point (BEP) sebesar 49 % dan Shut Down Point sebesar 20%.

Berdasarkan hal tersebut maka Prarancangan pabrik biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO) ini cukup layak dan dapat dilanjutkan ketahap perancangansesuai prosedur yang telah direncanakan.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia, menghadapi peningkatan konsumsi energi yang signifikan. Peningkatan ini dipicu oleh pertumbuhan penggunaan kendaraan. Konsumsi energi di Indonesia terus meningkat seiring waktu. Namun, sumber daya minyak bumi di dunia semakin menipis, sementara penggunaan minyak bumi berkualitas rendah dengan kandungan sulfur tinggi dapat menyebabkan polusi udara yang merugikan kesehatan. Penting untuk mencari sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk masa depan. Sumber energi ini diharapkan tidak mencemari udara dan hasil pembakarannya tidak mengandung gas seperti COx, NOx, dan SOx. (Ningsih dan Suparto, 2017).

Indonesia masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil sebagai sumber utama energi. Cadangan minyak bumi Indonesia mencapai 4,17 miliar barel,dengan cadangan terbukti sebanyak 2,44 miliar barel. Diperkirakan bahwa cadangan tersebut akan habis dalam kurun waktu 9,5 tahun ke depan (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021). Selain itu juga, cadangan minyak bumi di Indonesia semakin terbatas. Ketergantungan pada bahan bakar fosil dalam jangka panjang tidak bisa dipertahankan lagi (Suhardono, 2006). Diperlukan peningkatan dalam pemanfaatan bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan.

Salah satu alternatif yang sangat potensial untuk mengatasi krisis energi adalah penggunaan biodiesel. Biodiesel adalah sumber energi alternatif yang

dapat menggantikan solar yang diproduksi dari minyak nabati, memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut. Bahan bakar biodiesel dinilai ramah lingkungan karena memiliki emisi gas buang yang lebih baik, termasuk rendahnya kandungan sulfur dan angka asap, angka setana yang tinggi (>57) pada biodiesel meningkatkan efisiensi pembakarannya dan menjadikannya lebih unggul dibandingkan minyak diesel, dan dapat dianggap sebagai sumber energi terbarukan karena berasal dari minyak nabati yang dapat diperbarui atau diproduksi secara berkelanjutan (Setiawan dkk, 2017). Biodiesel dapat diproduksi dari minyak tumbuhan seperti minyak kelapa sawit, jarak pagar dan beberapajenis minyak tumbuhan lainnya (Dimawarnita dkk., 2021).

Menurut data Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (Aprobi), sepanjang 2023 Indonesia memproduksi biodiesel sekitar 13,15 juta kiloliter. Produksinya bertambah sekitar 1,3 juta kiloliter dibanding 2022. Biodiesel dapat diaplikasikan sebagai 100% (B100) atau dicampur dengan minyak solar dalam kadar tertentu, misalnya biodiesel 20% dicampur dengan solar 80% (B20) dan biodiesel 30% dicampur dengan solar 70% (B30) (Zuhri dan Hernawan, 2022). Mendirikanpabrik biodiesel bertujuan untuk meningkatkan produksi biodiesel dan juga untuk memenuhi tingkat konsumsi bahan bakar yang tinggi akibat perkembangan industri dan kemajuan teknologi. Ketersediaan yang besar akan biodiesel belum mencukupi kebutuhan dalam negeri, perlu adanya penambahan produksi biodiesel untuk mengimbangi banyaknya permintaan pasar dalam negeri maupun luar negeri, sehingga dibuat pra rancangan pabrik biodiesel dengan metode esterifikasi

- transesterifikasi kapasitas 180.000 ton/tahun.

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Beridiri

Tabel 1.1 Kapasitas Pabrik Biodiesel di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Bayas Biofuels	Riau	370
PT. SMART Tbk	Jawa Barat	124.583
PT. Kutai Refinery Nusantara	Balikpapan, Kalimantan Timur	140.898
PT. Energi Unggul Persada	Pontianak, Kalimantan Barat	660.000
PT. Sinarmas Bio Energy	Jawa Barat	330.000
PT. Jhonlin Agro Raya Tbk	Tanah Tumbu	450.000
PT. Batara Elok Semesta Terpadu	Jawa Timur	738.000
PT. Wilmar Bioenergi Indonesia	Kota Dumai, Riau	1.300.000
	Total	3.743.851

Sumber: Kementerian ESDM, 2024

Pada Tabel 1.1 menunjukkan bahwa ada beberapa pabrik biodiesel tidak tercantum dalam sumber yang diambil sehingga hasil data kapasitas pabrik yang berdiri di Indonesia dengan data produksi biodiesel tidak sinkron.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama untuk pembuatan biodiesel di pabrik yang akan didirikan adalah *Crude Palm Oil* (CPO). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024, data produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Produksi CPO (*Crude Palm Oil*) di Indonesia

Tahun	Produksi (Ton)
2017	34.940,3
2018	42.883,5
2019	47.120,2
2020	48.296,9
2021	46.223,3
2022	46.819,7
2023	46.986,1
Total	313.270

Sumber: BPS, 2024

Bahan baku ini diambil dari Perkebunan Provinsi Sulawesi Barat, Kabupaten Pasangkayu dengan total jumlah produksi CPO sebesar 138.564 ton pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistika).

Permintaan untuk biodiesel dari tahun ke tahun terus meningkat. Diperkirakan bahwa permintaan akan biodiesel akan terus meningkat di masa mendatang seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan yang menggunakan solar serta perkembangan industri yang menggunakan biodiesel sebagai pengganti solar. Dengan semakin banyaknya kendaraan yang menggunakan solar sebagai

bahan bakar, diperkirakan permintaan terhadap biodiesel juga akan semakin meningkat.

1.2.3 Kapasitas Produksi

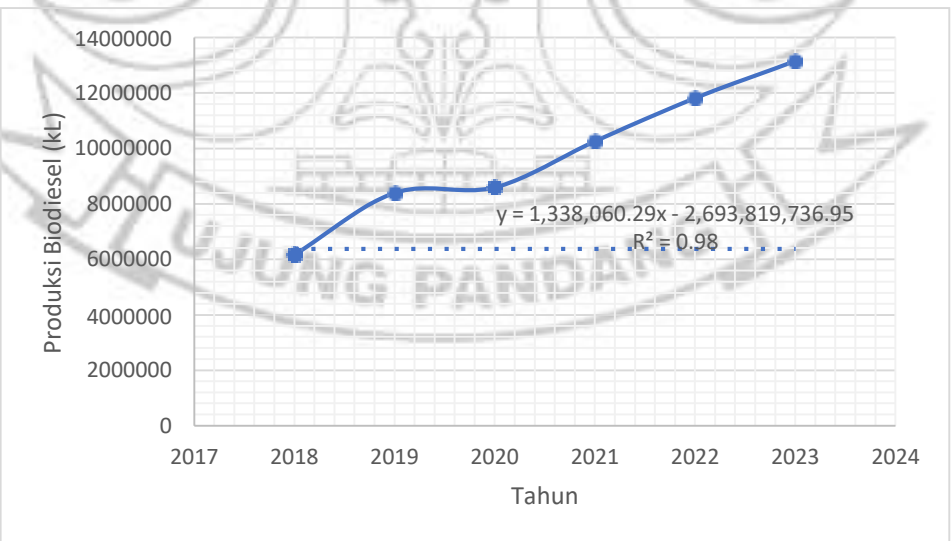
Pada tahun 2027 direncanakan akan dibangun sebuah pabrik untuk memproduksi biodiesel dari CPO. Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik ini, terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan antara lain adalah ketersediaan bahan baku dan kebutuhan biodiesel dalam negeri.

1.2.3.1 Produksi Biodiesel

Tabel 1.3 Data Produksi Biodiesel di Indonesia

Tahun	Produksi di Indonesia (kL)
2018	6.168.000
2019	8.399.000
2020	8.594.000
2021	10.258.000
2022	11.816.000
2023	13.151.422
Total	58.386.422

Sumber: Aprobi, 2022



Gambar 1.1 Grafik Produksi Biodiesel

Persamaan hasil regresi linier yang diperoleh yaitu:

y = 1.338.060,29x – 2.693.819.736,95. .....(1)

Dari persamaan yang didapatkan pada Gambar 1.1 perkiraan Produksi Pabrik Biodiesel yang direncanakan didirikan pada tahun 2027 adalah sebagai berikut:

Produksi Biodiesel (kL) = 1.338.060,29x – 2.693 819.736,95

= 1.338.060,29 (2027) – 2.693.819.736,95

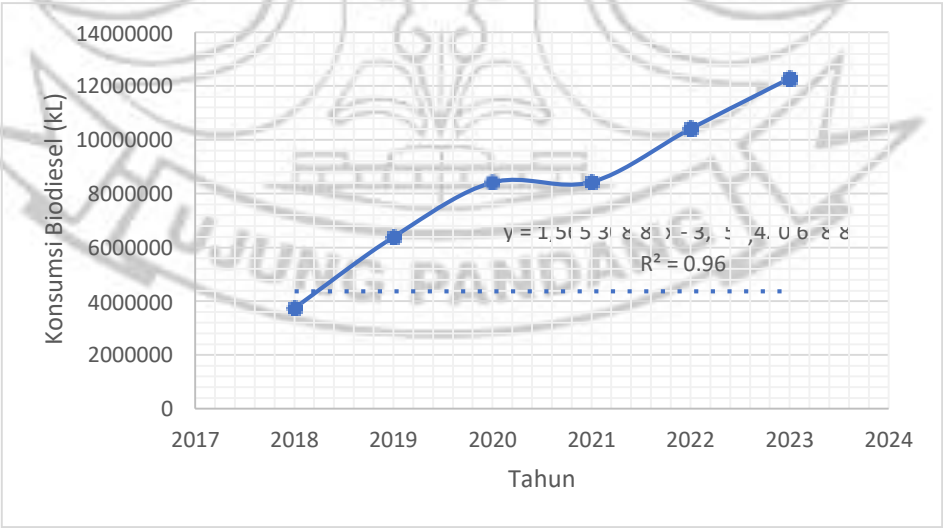
= 18.428.470,88 kL/Tahun

1.2.3.2 Konsumsi Biodiesel

Tabel 1.4 Data Konsumsi Biodiesel di Indonesia

Tahun	Konsumsi di Indonesia (kL)
2018	3.750.000
2019	6.396.000
2020	8.400.000
2021	9.296.000
2022	10.430.000
2023	12.289.562
Total	50.561.562

Sumber: Aprobi, 2022



Gambar 1.2 Grafik Konsumsi Biodiesel

Persamaan hasil regresi linier yang diperoleh yaitu:

y = 1.591.308,86x – 3.206.812.618,86. .....(2)

Dari persamaan yang didapatkan pada Gambar 1.2 perkiraan Konsumsi Pabrik Biodiesel yang direncanakan didirikan pada tahun 2027 adalah sebagai berikut:

Konsumsi Biodiesel (kL) = 1.591.308,86x – 3.206 812.618,86

= 1.591.308,86 (2027) – 3.206.812.618,86

= 18.770.440,36 kL/Tahun

Peluang Kapasitas Produksi = Produksi - Konsumsi

= (18.428.470,88 - 18.770.440,36) kL/Tahun

= - 341.969,48 kL/Tahun

= - 300.933,14 Ton/Tahun

Melihat pesatnya perkembangan industri biodiesel di Indonesia serta mempertimbangkan bahan baku CPO yang tersedia, maka dapat ditetapkan kapasitas produksi pabrik biodiesel yang akan dirancang 60% dari peluang kapasitas produksi biodiesel pada tahun 2027 yaitu 180.000 Ton/Tahun.

1.2 Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang paling penting dalam pendirian suatu pabrik untuk kelangsungan operasi pabrik tersebut. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor. Lokasi yang dipilih harus dapat memberikan kemudahan dalam pengadaan bahan baku serta kemungkinan memperluas atau memperbesar pabrik dan memberikan

keuntungan untuk jangka panjang. Lokasi pabrik yang dipilih adalah Sulawesi Barat. Beberapa pertimbangan penentuan lokasi pabrik, yaitu :

1. Sumber bahan baku

   Lokasi pendirian pabrik dipilih di Sulawesi Barat merupakan daerah penghasil kelapa sawit terbesar kedua di Indonesia Timur, yang menghasilkanbahan baku CPO sebagai pembuatan Biodiesel terutama di Kabupaten Pasangkayu.

2. Tenaga kerja

   Kabupaten Pasangkayu merupakan salah satu daerah perkebunan terbesar di Sulawesi Barat, sehingga penyediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat daerah tersebut, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik ataupun memberikan kesempatan pada masyarakat diluar daerah.

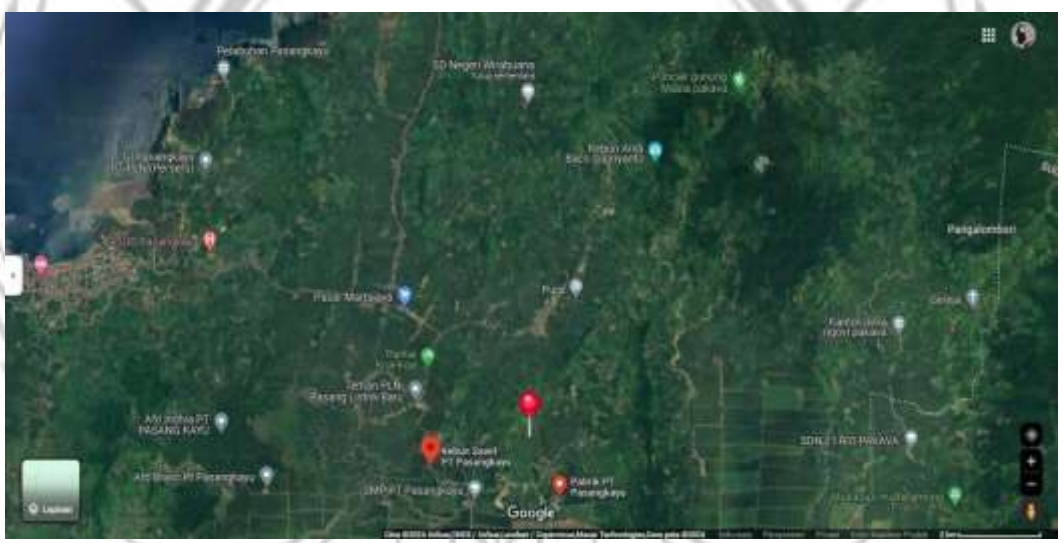
3. Utilitas

   Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN pasangkayu . Sedangkan untuk penyediaan air diambil dari air tanah.

4. Lokasi pabrik

   Lokasi pabrik harus mempunyai iklim dan letak geografis yang baik dan stabil. Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim yang rata-rata cukup baik. Seperti daerah lain di indonesia yang beriklim tropis dengan suhu 20 – 30º C. Dengan posisi astronomisSulawesi Barat terletak antara 118°43’15” — 119°54’03” Bujur Timur dan 0°12’ — 03°38’ Lintang Selatan serta memiliki luas wilayah 16.787,18 Km^2.

5. Pendirian pabrik di pasangkayu dilakukan dengan pertimbangan sarana transportasi darat seperti jalan raya trans Sulawesi dan transportasi laut seperti pelabuhan Pasangkayu.
6. Lokasi pabrik harus mendekati keberadaan konsumen dikarenakan untuk mempermudah pendistribusian dan pemasaran produk. Berdasarkan pemasaran lokasi pabrik relatif strategis karena dekat dengan konsumen yang membutuhkan bahan bakar Biodiesel seperti SPBU dan pabrik yang ada di wilayah Sulawesi Barat.



Gambar 1.3 Peta Lokasi Pendirian Pabrik Biodiesel
(Sumber: Google Maps, 2024)

1.3 Tinjauan Proses

1.3.1 Proses Pembuatan Biodiesel

1.3.3.1 Proses Esterifikasi

Biodiesel dapat disintesis melalui proses esterifikasi antara bahan baku metanol dan asam lemak dalam bentuk *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas (Asri dan Dewantoro, 2018). Katalis yang umum digunakan adalah asam

kuat seperti asam sulfat, asam sulfonat organik, atau resin penukar anion asam kuat. Namun, penggunaan katalis yang bersifat asam kuat tidak direkomendasikankarena dapat menyebabkan korosi pada peralatan (Pratiwi, 2016).

Proses ini dimulai dengan mencampur biodiesel yang mengandung *Free Fatty Acid* (FFA) dengan metanol dan katalis asam sulfat 98%. Campuran kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi yang ditentukan, sehingga menghasilkan biodiesel dan air sebagai produk. Suhu reaksi dan tekanan dibuat konstan 65°C pada tekanan 1 atm (Asri dan Dewantoro, 2018). Reaksi Esterifikasi dari Asam Lemak Menjadi Metil Ester dapat dilihat pada Gambar 1.4.

Gambar 1.4 Reaksi Esterifikasi

Dalam pembuatan biodiesel dari minyak dengan kadar asam lemak bebas tinggi, proses esterifikasi sering digunakan. Pada tahap ini, asam lemak bebas akan diubah menjadi metil ester. Sebelum produk esterifikasi dimasukkan ketahap transesterifikasi, air dan sebagian besar katalis asam yang terkandung di dalamnya harus disingkirkan terlebih dahulu (Pratiwi, 2016).

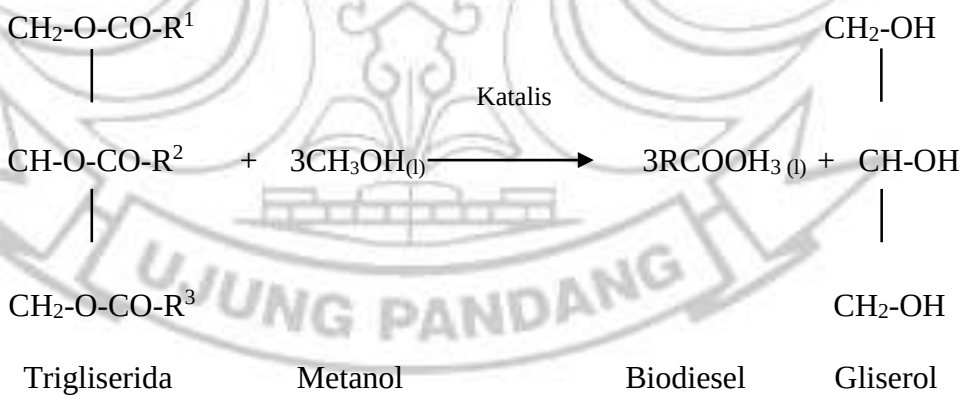
1.3.3.2 Proses Transesterifikasi

Dalam proses transesterifikasi minyak nabati direaksikan dengan alkohol sehingga menghasilkan 3 molekul, yaitu metil ester, asam lemak, dan gliserol. Metil ester asam lemak ini lebih dikenal sebagai biodiesel. Sifat biodiesel sangat mirip dengan minyak diesel dan tidak menyebabkan dampak negatif pada

penggunaan jangka panjang, sehingga menjanjikan sebagai pengganti atau pencampur minyak diesel.

Proses pembuatan biodiesel melibatkan reaksi transesterifikasi antara *Crude Palm Oil* (CPO) dari minyak sawit dan metanol dengan menggunakan katalisator berbasis logam, asam, atau basa. Namun, katalisator yang paling umum digunakan adalah NaOH. Dalam reaksi ini, gliserol dihasilkan sebagai produk sampingan (Santoso, 2014).

Alkohol yang digunakan sebagai reagen untuk minyak nabati biasanya adalah metanol, meskipun etanol, isopropanol, atau butyl juga dapat digunakan. Namun, perlu diperhatikan kandungan air dalam alkohol yang digunakan. Jika kandungan air tinggi hal ini dapat mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan, karena dapat menyebabkan peningkatan kandungan sabun, asam lemak bebas (ALB), dan trigliserida dalam produk akhir (Pratiwi, 2016). Reaksi transesterifikasi dari trigliserida menjadi metil ester dapat dilihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Reaksi Transesterifikasi

Reaksi dalam proses ini biasanya berjalan lambat namun dapat dipercepat dengan bantuan katalis. Katalis yang umum digunakan adalah katalis basa

meskipun katalis asam juga dapat digunakan, terutama pada minyak nabati dengan kadar asam lemak bebas yang tinggi. Katalis basa dinilai lebih unggul daripada katalis asam karena mampu mempercepat reaksi pada suhu yang lebih rendah, bahkan pada suhu ruangan. Beberapa contoh katalis basa yang sering digunakan adalah NaOH, KOH, karbonat, serta antioksidan dari natrium dankalsium (Pratiwi, 2016). Pada proses transesterifikasi CPO dengan methanol berlangsung pada suhu 65^{o}C dan tekanan 1 atm.

1.3.3.3 Proses Esterifikasi – Transesterifikasi

Proses ini digunakan pada minyak nabati yang mengandung FFA sebesar 4%. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mereaksikan FFA menjadi metil ester dengan proses esterifikasi, kemudian setelah FFA berkurang hingga 1% dilanjutkan proses transesterifikasi. Dalam produksi biodiesel dengan bahan baku CPO digunakan proses 2 tahap esterifikasi - transesterifikasi. Karena FFA yang terkandung pada CPO 4%. FFA pada CPO dan metanol direaksikan terlebih dahulu dengan reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam hingga menghasil metil ester, air dan FFA sisa sebesar 1%. Batas FFA 1% tersebut dengan tujuan agar tidak terjadi penyabunan pada proses transesterifikasi. Karena apabila dalam reaksi transesterifikasi masih terdapat FFA lebih dari 1%, FFA akan bereaksi dengan katalis basa transesterifikasi dan dapat berakibat meningkatnya perolehan sabun di reaksi transesterifikasi. Sabun yang diperoleh tersebut akan menyebabkan emulsi yang dapat menambah panjang waktu reaksi dan mengurangi kecepatan pencampuran.

Setelah kadar FFA berkurang hingga 1%, proses dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi, yaitu mereaksikan trigliserida pada CPO dan metanol menggunakan katalis basa dan menghasilkan metil ester dan gliserol (Subyanita, 2012).

1.3.3.4 Metode Ultrasonik

Metode ultrasonik merupakan metode pembuatan biodiesel dalam reaktor dengan bantuan gelombang suara dengan frekuensi antara 20-100 MHz yangdapat memberikan energi mekanik dan energi aktifasi pada proses reaksi. Nilai tersebut jauh diatas ambang batas frekuensi suara yang dapat didengar oleh manusi yang hanya 16-18 kHz. Metode ultrasonik menghasilkan biodiesel dengan waktu yang lebih singkat daripada metode konvensional dan perbandingan molar antara bahan baku dan metanol lebih rendah. Akan tetapi, keberadaan katalis cenderung menyebabkan reaksi penyabunan dan tertinggal pada biodiesel dan gliserol sehingga menyebabkan kenaikan biaya pada proses pemurnian (Syafiq dan Ihsan, 2019).

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Biodiesel

Pembanding	Metode Produksi Biodiesel			
	Esterifikasi	Transesterifikasi	Esterifikasi - Transesterifikasi	Ultrasonik
Bahan Baku	Asam Lemak	Trigliserida (Minyak Nabati)	Asam Lemak dan Trigliserida	Asam lemak dan Trigliserida
Kondisi	Suhu 60-70°C; Waktu reaksi 30-120 menit; Tekanan 1 atm	Suhu 60-70°C; Waktu reaksi 30-60 menit; Tekanan 1 atm	Suhu 60-90°C; Waktu reaksi 2 jam; Tekanan 1 atm	Suhu 40-70°C; Waktu reaksi 1 jam; Tekanan 1 atm
Katalis	H_2SO_4, HCl	NaOH, KOH	NaOH, HCl	Na_2O
Konversi	92%	98%	Reaksi Esterfikasi 92% Reaksi Transesterifikasi 98%	89,53%
Produk	Metil ester dan Air	Metil ester dan Gliserol	Metil ester dan Gliserol	Metil ester dan Gliserol
Kelebihan	Suhu operasi rendah; Waktu operasi cepat; Konversi asam lemak sempurna	Konversi trigliserida sempurna; Waktu operasi cepat; Penggunaan katalis lebih ekonomis	Bahan baku yang tidak bereaksi dapat digunakan kembali; dan FAME yang dihasilkan tinggi	Mempersinggat waktu reaksi; dan Mengurangi jumlah katalis metanol yang berlebih
Kekurangan	Dibutuhkan lebih banyak metanol; dan Tidak dapat menggunakan katalis basa	Bisa terjadi saponikasi atau pembuatan sabun	Terjadinya saponikasi	Suhu cenderung terus meningkat, sehingga diperlukan aplikasi pada industri untuk mengontrol temperatur agar tidak terjadi kebakaran

Sumber: Kurniawan dan Setiawan, 2021

POLITEKNIK NEGERI
UJUNG PANDANG