

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Kelapa Sawit (*Crude Palm Oil*)

Crude Palm Oil (CPO) merupakan salah satu alternatif minyak nabati yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar dalam bentuk biodiesel. Sifat CPO mempunyai sifat membeku pada suhu kamar dan mencair jika dipanaskan pada suhu diatas 65°C, Jika didiamkan akan terbentuk dua lapisan yakni lapisan minyak (*olein*) dan lapisan padat (*stearin*) (Popang dkk,2021). CPO memiliki karakteristik sebagai berikut:

Rumus Kimia: $C_3H_5(COOR)_3$

Berat Molekul: 847,28 g/mol

Titik Didih: 298°C

Titik Beku : 5°C

Spesific Gravity : 0.9

Densitas : 0,895 g/cm³

Panas Jenis : 0,497 kal/g°C

Kenampakan : Cairan Kuning Jingga

Kemurnian : 98%

CPO diperlukan tahapan transesterifikasi yang bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas karena produksi biodiesel asam lemak biasanya kecil dari 2%.

Tabel 2.1 Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit

Jenis asam Lemak	Kandungan (%)
Asam Lemak	-
Asam Kaproat	-
Asam Laurat	-
Asam Miristat	1,1-2,5
Asam Palmitat	40-46
Asam Stearat	3,6-4,7
Asam Oleat	39-45
Asam Linoleat	7-11

(Lopresto dkk, 2015)

2.2 Metanol

Metanol (*methyl alcohol*) dengan rumus molekul CH_3OH adalah zat kimia yang tidak berwarna, berbentuk cair pada suhu kamar, mudah menguap dan sedikit berbau ringan. Metanol merupakan zat kimia yang beracun dan menyebabkan efek berbahaya bila dihirup atau tertelan. Secara sintesis methanol dibuat dari hydrogen dan karbon dioksida (Putra dkk, 2014)

Sifat fisik methanol:

Titik beku : $-97,8^\circ\text{C}$

Titik didih : $64,7^\circ\text{C}$

Densitas : $0,782 \text{ g/ml}$

Indeks bias : $1,3287$

Viskositas : $0,5142 \text{ cP}$

Suhu kritik: 240°C

Tekanan kritik : $78,5 \text{ atm}$

Panas spesifik, liquid (pada suhu $25-30^\circ\text{C}$) : $0,605-0,609 \text{ kal/g}$

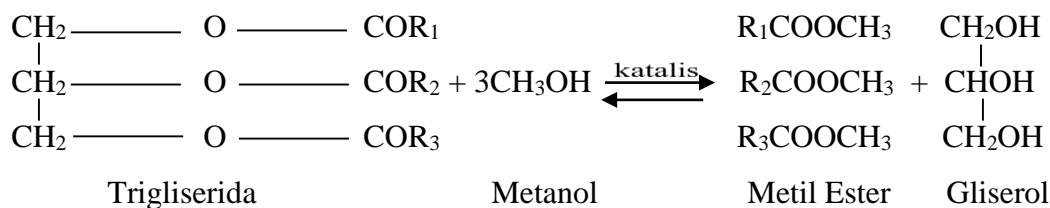
Panas spesifik uap (pada suhu $100-200^\circ\text{C}$) : $12,2-14,04 \text{ kal/g.mol}$

Flash point, $^\circ\text{C}$: $16:11$ (wadah terbuka: wadah tertutup)

Kelarutan dalam air : *miscible*

2.3 Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi adalah proses yang mereaksikan trigliserida ataupun digliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol (Musta dkk, 2017). Berikut reaksi trigliserida:



Gambar 2.1 Reaksi Transesterifikasi

RCOOR adalah fatty acid methyl ester (biodiesel). Produk yang diinginkan dari reaksi Selain merupakan reaksi yang berjalan tiga tahap, reaksi transesterifikasi juga merupakan reaksi reversible (dapat balik) dimana monogliserida dan digliserida terbentuk sebagai intermediate. Terdapat beberapa cara agar kesetimbangan reaksi lebih ke arah produk (pembentukan biodiesel), yaitu:

1. Menambahkan metanol berlebih ke dalam reaksi
2. Memisahkan gliserol
3. Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksotermis).

Reaksi transesterifikasi menggunakan enzim termasuk kedalam reaksi transesterifikasi langsung. Keuntungan dari proses transesterifikasi langsung yaitu produk ester yang dihasilkan dapat langsung diambil tanpa perlu melalui tahap pemurnian terlebih dahulu. Reaksi transesterifikasi mempunyai dua cara, menggunakan katalis dan tanpa menggunakan katalis. Katalis yang digunakan adalah katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis merupakan suatu zat untuk mempercepat laju reaksi (Musta dkk, 2017).

2.4 Enzim Lipase

Enzim Lipase adalah salah satu biokatalis yang dibutuhkan saat ini karena kemampuannya dalam mempercepat berbagai reaksi. Lipase mampu memecah ikatan ester dari trigliserida menjadi asam lemak bebas, digliserida, monogliserida dan gliserol. Lipase juga dapat mengkatalis reaksi pembentukan ester pada kondisi dengan kadar air rendah. Meskipun pembentukan ester dapat dilakukan secara kimiawi dengan katalis asam atau basa, penggunaan teknologi enzim lebih menguntungkan pada kondisi normal (tidak asam dan tidak basa) dan dapat mengurangi terbentuknya reaksi samping (Kareem dkk, 2017).

Biodiesel yang menggunakan katalis enzim lipase dapat terpisahkan dengan produk secara mudah karena perbedaan fasa antara reaktan dengan enzim baik dalam kondisi terimmobilisasi maupun pada kondisi *free enzyme* (tanpa terimmobilisasi) serta mampu mengarahkan reaksi secara spesifik tanpa adanya reaksi samping. Beberapa

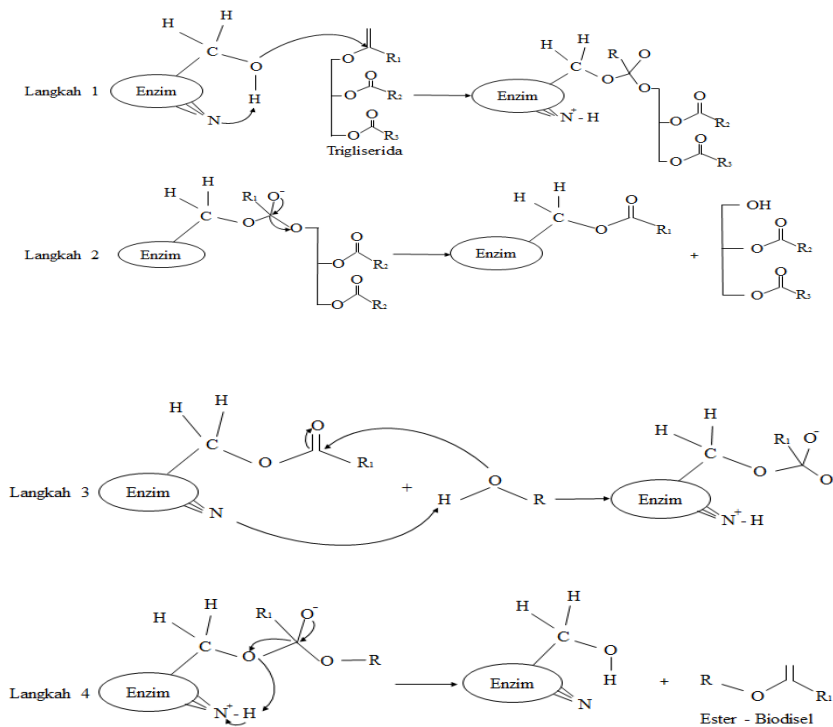
penelitian mengenai penggunaan lipase pada produksi biodiesel telah banyak dilakukan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja enzim yaitu konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, suhu dan pH, dan pengaruh inhibitor (Rachmadona dkk, 2017).

Penggunaan lipase memiliki keuntungan yang relevan dibandingkan katalis alkali konvensional. yang paling relevan adalah tidak adanya pembentukan sabun dalam reaktor, ketidakpekaan terhadap kadar air dan nilai keasaman, kondisi reaksi sedang, rentang substrat yang luas, kemurnian biodiesel yang baik setelah transesterifikasi dan tidak adanya polutan, terutama ketika mengolah limbah minyak goreng yang mengandung sejumlah besar minyak goreng asam lemak bebas. Sebaliknya, ada juga kerugian penting seperti biaya enzim yang tinggi, stabilitas enzim yang buruk, dan penonaktifan enzim oleh alkohol dan sebagian oleh gliserol yang dihasilkan (Bandikari dkk, 2018). Amobilisasi enzim bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan produktivitas enzim tersebut sehingga lipase dapat digunakan kembali. Keuntungan dari enzim lipase amobil ini adalah dapat diperoleh kembali setelah proses produksi untuk kemudian digunakan lagi (Susanty dkk, 2013).

2.5 Mekanisme Enzim

Minat dalam sintesis biodiesel terus meningkat, khususnya dalam hal produksi biofuel. Enzim yang aktif untuk reaksi transesterifikasi tipikal saat ini adalah lipase yang diperoleh dari mikroorganisme. Reaksi dimulai dengan serangan nukleofilik gugus hidroksil residu asam amino (serin) pada atom karbon gugus karbonil, menghasilkan kompleks enzim-substrat. Kemudian atom oksigen gliserol diprotonasi dengan proton yang berasal dari gugus amino enzim, menghasilkan pemutusan ikatan CO dan pembentukan molekul diasilgliserida dan hasil enzim intermediet. Selanjutnya, zat antara enzim asil diserang oleh alkohol, menghasilkan kompleks enzim terasilasi alkohol. Pada langkah terakhir, enzim dilarutkan, dan molekul ester (biodiesel) diproduksi. Dalam reaksi kation transesterifikasi lipase juga mengkatalisis esterifikasi asam karboksilat, yang berarti bahwa lipase bertindak secara sinergis

sebagai katalis untuk dua proses pada adopsi rasio molar alkohol/air yang sesuai, menghasilkan hasil yang baik (Batista,2013).



Gambar 2.2 Mekanisme reaksi untuk reaksi transesterifikasi yang dilakukan dengan katalisis enzimatik (Batista,2013)

2.6 Arang aktif

Karbon aktif atau arang aktif adalah suatu bahan hasil proses pirolisis arang pada suhu 600-900°C. Karbon aktif adalah bentuk dominan amorf karbon yang memiliki luas permukaan yang luar biasa besar dan volume pori.

Fungsi karbon aktif yaitu dapat menyerap zat-zat atau mineral yang mencemari biodiesel dan karbon aktif disini berfungsi untuk filtrasi air sebagai penyerap bau, warna, klorin dan lainnya. Produksi karbon aktif dilakukan dengan dua metode aktivasi yakni aktivasi secara fisik dan kimia. Aktivasi fisik dilakukan dengan pemanasan suhu tinggi (*karbonisasi*) dengan tujuan untuk mengurangi kandungan

volati lebanan sumber untuk mengubahnya menjadi bentuk yang sesuai untuk aktivasi (Amelia dkk, 2013).

2.7 Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari bahan alami yang terbarukan seperti minyak nabati dan hewani. Karena memiliki sifat fisis yang sama dengan minyak solar, biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti untuk kendaraan mesin diesel. Biodiesel tidak mengandung bahan bakar minyak bumi, tapi dapat di campur sesuai perbandingan tertentu. Biodiesel mudah digunakan, dapat diuraikan secara alami, dan tidak beracun. Standar mutu biodiesel telah dikeluarkan dalam bentuk SNI No. 7182-2015. Standar mutu biodiesel tersebut sebagai berikut:

Tabel 2.2 Standar mutu biodiesel berdasarkan SNI No. 7182-2015

No	Parameter	Satuan	Nilai	Metode Uji
1	Massa jenis pada 40°C	Kg/m ³	850-890	ASTM D 1298
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	Mm ² /s (cSt)	2,3- 6,0	ASTM D 445
3	Angka Setana		Min. 51	ASTM 613
4	Titik Nyala	°C	Min. 100	ASTM 93
5	Titik kabut	°C	Maks.18	ASTM D 2500
6	Korosi Lempeng Tembaga		Maks. No.3	ASTM D 130
7	Residu Karbon	%-massa	Maks 0,05	ASTM 2709 874
8	Air dan sedimen	%-vol	Maks 0,05	ASTM 2709 atau ASTM D1266
9	Temperatur Distilasi 90%	°C	Maks. 360	ASTM 1160
10	Abu tersulfatkan	%-massa	Maks 0,02	ASTM 874
11	Belerang	Ppm-m (mg/kg)	Maks.100	ASTM D 5453 atauASTM D 1266
12	Fosfat	Ppm (mg/kg)	Maks.10	AOCS Ca 12-55

13	Angka Asam	Mg- KOH/Kg	Maks. 0,8	AOCS Cd 3d-63 atau ASTM D 664
14	Gliserol bebas	%-massa	Maks 0,2	AOCS Ca 14-56
15	Gliserol total	%-massa	Maks 0,024	AOCS Ca 14-56
16	Kadar ester alkil	%-massa	Min. 96,5	Dihitung*
17	Angka Iodium	%-massa	Maks. 115	AOCS Cd 1-25
18	Uji halphen	%-massa	Negatif	AOCS Cd 1-25

Tabel 2.3 Perbandingan biodiesel dari berbagai bahan baku

Bahan Baku	Katalis	% Konversi	Refrensi
Minyak Sawit	Pacific white shrimp	97,01%	Kepethkaew dkk, 2016
Minyak Biji Carica	Enzim Lipase	65,86%	Istiningratrum dkk, 2018
Minyak Jelantah Batch	Enzim Lipase Amobil	99,71 %	Chourasia dkk, 2015
Minyak Kacang Kedelai	Enzim Eversa Transform	97,5%	Nielsan dkk, 2016
Minyak Biji Karet	Enzim Lipase	67,4%	Arifan dkk, 2009