

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biodiesel Sebagai Energi Terbarukan**

Sumber-sumber energi konvensional tidak dapat tergantikan dalam waktu singkat, maka dari itu disebut sebagai energi tak terbarukan. Bahan bakar yang banyak digunakan yaitu bahan bakar yang bersumber dari fosil. Bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber energi konvensional yang mengandung hidrokarbon yang berasal dari fosil hewan dan tanaman yang berusia jutaan tahun. Penggunaan bahan bakar fosil secara terus menerus akan memicu beberapa dampak negatif seperti, pencemaran lingkungan, hujan asam, berdampak pada kesehatan, dan bahan bakar fosil yang menipis. Saat sumber bahan bakar tersebut menipis sedangkan keperluan bahan bakar meningkat, maka perlu mencari sumber bahan bakar lain karena terbentuknya fosil memerlukan waktu yang lama. Alternatif yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar tersebut yaitu berasal dari alam.

Energi terbarukan merupakan energi yang bersumber dari alam yang selalu tersedia dan tidak merugikan lingkungan. Contoh energi terbarukan yaitu, biofuel, biomassa, panas bumi, energi air, energi surya. Energi terbarukan lebih ramah lingkungan karena berasal dari alam dan mampu mengurangi pencemaran lingkungan maupun kerusakan lingkungan serta terjangkau. Manfaat dari penggunaan energi terbarukan diantaranya yaitu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, mengurangi sampah, dapat digunakan di tempat terpencil, dan mudah dikembangkan. Pemanfaatan dan penerapan energi terbarukan di Indonesia salah satunya yaitu biofuel.

Biofuel merupakan bahan bakar yang berasal dari sumber energi terbarukan berupa tanaman. Biofuel yang dapat dikembangkan menjadi energi terbarukan yaitu bioetanol dan biodiesel. Indonesia memiliki potensi besar sebagai penghasil biodiesel karena tanaman yang biasa digunakan untuk membuat biodiesel banyak tumbuh di Indonesia. Biodiesel terdiri dari campuran mono-alkil ester dari rantai panjang asam lemak (Haryanto et al.,

2015). Bahan bakar biodiesel ramah lingkungan, tidak memiliki efek negatif terhadap kesehatan dan dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan. Biodiesel merupakan sejenis bahan bakar yang di proses dari sumber yang dapat diperbaharui, biasanya bahan baku yang digunakan dari tumbuhan dan lemak hewan. Biodiesel ini dihasilkan melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. minyak tumbuhan untuk bahan baku biodiesel kelompokkan menjadi minyak pangan dan minyak bukan pangan. Pembuatan biodiesel dari minyak pangan ini akan berdampak pada potensi ketersediaan bahan pangan (Efendi et al., 2012).

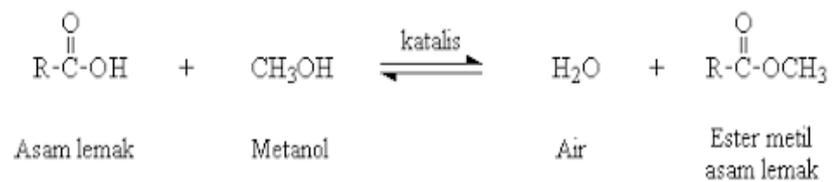
Menurut penelitian Badan Penilaian dan Aplikasi Sains dan Teknologi (BPPT), biodiesel dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar untuk mesin diesel atau campuran bahan bakar diesel dengan konsentrasi minimal 5% (B5). Huruf “B” digunakan untuk mengidentifikasi bahwa biodiesel dicampur dengan bahan bakar diesel. Contohnya :

- B5, bahan bakar biodiesel sebanyak 5% dicampur dengan bahan bakar diesel sebanyak 95%.
- B30, bahan bakar biodiesel sebanyak 30% dicampur dengan bahan bakar diesel sebanyak 70%.
- B50, bahan bakar biodiesel sebanyak 50% dicampur dengan bahan bakar diesel sebanyak 50%.
- B100, bahan bakar biodiesel sebanyak 100% tanpa dicampur dengan bahan bakar diesel.

## **2.2 Proses Transesterifikasi dan Esterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel**

Esterifikasi dapat mereaksikan asam lemak dengan alkohol. Katalis yang biasa digunakan adalah katalis yang berkarakter asam kuat. Peranan esterifikasi ini dilakukan untuk menurunkan kadar FFA tinggi pada minyak jelantah. nilai FFA tinggi memiliki kadar lebih dari 2% dan untuk FFA rendah memiliki kadar kurang dari 2%. jika kadar FFA dalam minyak jelantah lebih dari 2% maka perlu dilakukan proses esterifikasi untuk menurunkan nilai FFA-nya. Kandungan asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) bahan baku merupakan salah satu faktor penentu jenis proses

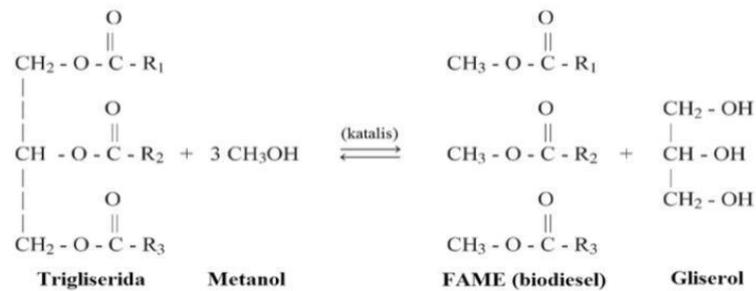
pembuatan biodiesel. Kadar FFA dalam minyak menunjukkan tingkat kerusakan minyak akibat pemecahan *triacilglicerol* dan oksidasi asam lemak. Pada tahap esterifikasi ini asam lemak bebas akan dikonversi menjadi metil ester dan dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi (Efendi et al., 2012). Menurut (Arita et al., 2008) reaksi esterifikasi membutuhkan metanol dan katalis asam untuk mengubah FFA menjadi ester dan air. Penggunaan katalis asam ini dipergunakan agar tidak terjadinya proses saponifikasi dengan kandungan FFA tinggi. Berikut ini merupakan reaksi dari esterifikasi.



Gambar 2.1 Reaksi Esterifikasi

Transesterifikasi disebut juga alkoholisis adalah reaksi kimia pada minyak atau lemak dengan alkohol menggunakan katalis untuk membentuk ester dan gliserol. Transesterifikasi melibatkan tiga reaksi reversibel yaitu trigliserida diubah menjadi digliserida kemudian menjadi monogliserida yang diikuti oleh konversi monogliserida menjadi gliserol. Alkohol yang biasa digunakan pada reaksi ini yaitu metanol, etanol, propanol, butanol dan amil alkohol. Metanol merupakan alkohol yang sering digunakan karena harganya yang cukup murah. Reaksi transesterifikasi merupakan salah satu cara untuk mengurangi berat molekul trigliserida dan menurunkan viskositas, dimana viskositas merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kelayakan penggunaan biodiesel.

Melalui transesterifikasi ini dapat mengubah trigliserida dalam minyak jelantah yang bereaksi dengan alkohol dan menghasilkan biodiesel atau FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) dan produk samping gliserida.



Gambar 2.2 Proses Transesterifikasi

Perbedaan proses esterifikasi dan transesterifikasi adalah pada proses esterifikasi dapat mengkonversi asam lemak menjadi metil ester sedangkan proses transesterifikasi dapat mengubah trigliserida menjadi ester. Transesterifikasi ini dikataliskan asam dan basa sedangkan esterifikasi berkataliskan asam.

### 2.3 Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Biodiesel

Bahan baku biodiesel berasal dari trigliserida yang bersumber dari berbagai minyak nabati, seperti jarak pagar, kedelai, jagung kelapa sawit, dan minyak goreng bekas. Minyak goreng bekas atau biasa disebut minyak jelantah merupakan minyak bekas pakai yang telah digunakan berulang kali. Minyak jelantah mempunyai bilangan asam dan bilangan peroksida yang cenderung tinggi. Bilangan asam merupakan parameter kandungan asam lemak bebas suatu bahan dan bilangan peroksida merupakan indikator tingkat kerusakan pada minyak (Kurniasih, 2020).

Penggunaan minyak goreng untuk membuat makanan dapat dikatakan sangat tinggi, maka minyak jelantah yang dihasilkan jumlahnya melimpah. Pemanfaatan minyak jelantah masih kurang maksimal, hal ini disebabkan karena masyarakat belum banyak mengetahui mengenai cara mengolah minyak jelantah tersebut menjadi suatu produk yang bermanfaat. Salah satu pemanfaatan minyak jelantah yaitu sebagai bahan baku biodiesel, hal ini dapat membantu mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan mengurangi limbah minyak jelantah (Hamsyah Adhari & Putri Utami, 2016).

Minyak jelantah masih digunakan masyarakat terutama pedagang-pedagang. Minyak jelantah ini tidak baik jika digunakan kembali untuk memasak karena minyak jelantah ini banyak mengandung asam lemak bebas dan radikal yang akan membahayakan kesehatan. Minyak jelantah digunakan kembali meskipun minyak ini dapat merugikan kesehatan manusia, hal ini disebabkan karena pedagang tersebut akan merugi jika minyak goreng yang digunakan hanya sekali sampai tiga kali penggorengan saja. Proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah akan melewati tahap berikut (Kurniasih, 2020).

- a. Proses pemurnian minyak jelantah dari pengotor dan *water content*.
- b. Esterifikasi dari asam lemak bebas (*free fatty acids*).
- c. Transesterifikasi molekul trigliserida ke dalam bentuk metil ester.
- d. Pemisahan dan pemurnian.

Minyak jelantah memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki asam lemak yang tinggi. Selain itu ketersediaan minyak jelantah yang sangat melimpah dapat berpotensi mencemari lingkungan dengan nilai kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biology Oxygen Demand*) dalam perairan dan minyak jelantah ini juga dapat menimbulkan bau busuk akibat degradasi biologi (Prasetyo, 2018).

#### **2.4 Peranan Katalis CaO Pada Pembuatan Biodiesel**

Berdasarkan penelitian (Annisa et al., 2017) bahwa penggunaan katalis alkali pada reaksi transesterifikasi dapat menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi atau dapat membentuk sabun. Katalis CaO merupakan katalis yang memiliki ketersediaan melimpah dengan harga yang cukup murah. katalis CaO juga mampu menghalangi terjadinya pembentukan sabun.

Katalis CaO merupakan katalis heterogen dengan aktivitas katalitik dan kebasahan yang cukup tinggi serta memiliki kelarutan yang rendah dalam metanol dan penggunaannya lebih mudah karena tidak membutuhkan air pencucian yang berlebihan. Dari kekurangan katalis CaO maka diperlukan

penambahan zat aktif dengan mengkombinasikan katalis. Kombinasi katalis ini dapat meningkatkan aktivitas katalitik, memperbesar luas permukaan dan dapat mengurangi pembentukan sabun dalam pembuatan biodiesel.

## 2.5 Semikonduktor ZnO-TiO<sub>2</sub> sebagai Fotokatalis

Fotokatalis merupakan suatu proses yang dapat diterapkan untuk pemulihan lingkungan. fotokatalisis ini memerlukan cahaya tampak atau ultraviolet untuk mengaktifkan katalis yang kemudian bereaksi dengan dengan senyawa kimia yang berada pada dekat dengan permukaan katalis (Suiva, 2014). Suatu bahan dapat dijadikan fotokatalis jika memiliki daerah energi kosong yang disebut dengan energi sela (*band gap energy*).

Pada proses fotokatalitik, TiO<sub>2</sub> merupakan bahan semikonduktor tipe *Chalcogenide* yang dapat dimanfaatkan sebagai fotokatalis karena memiliki daerah energi yang kosong yang biasa disebut dengan celah pita energi. Katalis semikonduktor ini berfungsi sebagai katalis jika diiluminasi dengan foton yang memiliki energi yang setara atau lebih dari celah pita energi semikonduktor yang bersangkutan. Induksi oleh sinar akan menyebabkan terjadinya eksitasi elektron.

Semikonduktor merupakan bahan yang dapat berfungsi sebagai fotokatalis karena memiliki *band gap* yang terletak diantara batas pita konduksi dan pita valensi. Semikonduktor oksida logam seperti TiO<sub>2</sub> sering digunakan sebagai fotokatalis dalam penanganan limbah organik. Berdasarkan penelitian (Hao et al., 2015) metode fotokatalisis TiO<sub>2</sub> memiliki kelemahan yaitu penggunaan TiO<sub>2</sub> serbuk yang efisien yang disebabkan oleh beberapa hal seperti TiO<sub>2</sub> yang telah terdispersi sulit untuk diregenerasi, turunnya konsentrasi TiO<sub>2</sub> akibat turbulensi. Selain TiO<sub>2</sub>, ZnO juga merupakan bahan semikonduktor yang aktif. Semikonduktor ZnO memiliki beberapa sifat yang menguntungkan yaitu memiliki celah pita yang lebar, spektrum emisi kuat pada suhu kamar dan bersifat transparan jika dikenai sinar, sehingga banyak diaplikasikan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan aktivitas fotokatalis dari TiO<sub>2</sub>. Menurut (Haryati et al., 2012) penelitian semikonduktor fotokatalis ini dipergunakan untuk membuat lapisan tipis

semikonduktor pada plat kaca dengan menggunakan metode seperti teknik sol gel.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Di bawah ini merupakan penelitian terlebih dahulu dalam pembuatan biodiesel.

Tabel 2.1 *Review* Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Variasi	Hasil
St. Annisa Gani Rachim, Indah Raya, Muhammad Zakir (Annisa et al., 2017)	Modifikasi Katalis CaO Untuk Produksi Biodiesel Dari Minyak Bekas	Katalis CaO – ZnCl <sub>2</sub> rasio WCO 12:1 dengan 3% CaO - ZnCl <sub>2</sub> pada temperatur 65°C selama 4 jam	Yield biodiesel sebesar 77,94% dengan kadar air biodiesel 0,0053%, densitas pada suhu 40 °C adalah 0,9038 kg/m <sup>3</sup> dan bilangan asam 73,38 mg-KOH/g
Muhammad Zaki, Husni Husin, Pocut Nurul Alam, Darmadi, Cut Meurah Rosnelly, Nurhazanah (Zaki et al., 2019)	Transesterifikasi Minyak Biji Buta-Buta menjadi Biodiesel pada Katalis Heterogen Kalsium Oksida (CaO)	Temperatur (55, 60, 65, 70°C) rasio methanol:min yak (3:1, 6:1, 12:1, 15:1) selama 3 jam, 6% wt CaO	Hasil biodiesel terbaik mencapai 96,7% pada rasio 12:1 dan suhu reaksi 65 °C

<p>Nur Hidayati, Tesa Suci Ariyanto, Henri Septiawan (Hidayati et al., 2017)</p>	<p>Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Kalsium Oksida</p>	<p>Rasio molar (9:1, 12:1, 15:1) katalis (1%, 2%, 3%) suhu (30, 45, 60 °C) waktu reaksi (1,5, 2, 2,5 jam)</p>	<p>Yield tertinggi yaitu 53% pada kondisi rasio 15:1 katalis 3% pada suhu 60 °C dan waktu reaksi 2 jam</p>
<p>Mengli Guo, Weiqiang Jiang, Chao Chen, Shaokang Qu, Jie Lu, Weiming Yi, Jincheng Ding (Guo et al., 2021)</p>	<p><i>Process optimization of biodiesel production from waste cooking oil by esterification of free acids using La<sup>3+</sup>/ZnO-TiO<sub>2</sub> photocatalyst</i></p>	<p>Rasio molar etanol:minya k = 8:1, 10:1, 12:1, 14:1, katalis 2 wt%, 3 wt%, 4 wt%, 5 wt%, waktu penyinaran UV 2.5 h, 3 h, 3.5 h, 4 h, waktu reaksi 2 h, 2.5 h, 3 h, 3.5 h</p>	<p>Pada 35 °C, etanol:minyak molar rasio 12:1, katalis 4 wt%, waktu penyinaran UV 3 jam, waktu reaksi 3 jam, konversi FFA mencapai 96.14%. Setelah 5 kali percobaan laju konversi dari FFA mencapai lebih dari 87%</p>
<p>Hamsyah Adhari, Yusnimar, Syelvia Putri Utami</p>	<p>Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis ZnO Presipitan</p>	<p>Mol rasio minyak:meta nol = 1:18, ZnO katalis 0,5%, 0,6% dan 0,7%;</p>	<p>Nilai biodiesel yield tertinggi yaitu 94.31% pada katalis 0.7% w / w minyak</p>

(Hamsyah Adhari & Putri Utami, 2016)	Zinc Karbonat: Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis	serta waktu reaksi 50, 75, and 100 minutes.	jelantah dengan waktu reaksi 100 menit.
Joni Prasetyo (Prasetyo, 2018)	Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel	Jumlah NaOH 10, 20, 40, 55, 70 dan rasio <i>excess</i> etanol 0, 25, 50, 75, 100%	Kondisi optimum didapatkan dengan menggunakan 10 ml NaOH 2M dengan 0% excess ethanol sebesar 196.64 gr/200 gr minyak jelantah dan dapat menurunkan nilai FFA hingga dibawah 0.5%
Rian Efendi, Husna Aulia Nur Faiz, Enrie Risky Firdaus	Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasi- Transesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah	Jumlah pemakaian minyak jelantah	Densitas rata-rata 0.86 kg/mm <sup>2</sup> , visko rata-rata 4.54 cSt, bilangan asam rata-rata 0.372 mg KOH/gr. Nilai rendemen rata-rata 83.268%