

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Iqbal (2022) melakukan penelitian bahwa biodiesel yang melebihi ketentuan SNI 04-7182-2006 akan menjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Berat jenis yang tinggi disebabkan oleh pemanasan atau pemaianan yang berulang dan telah tercampur dengan bahan lain. Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini Kajian penelitian terdahulu banyak memanfaatkan minyak jelantah sebagai biodiesel. Seperti pada penelitian Efendi *et al.*, (2015) minyak jelantah digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi guna membuktikan bahwa minyak jelantah dalam penggunaan tertentu dapat digunakan menjadi biodiesel dan mengetahui kuitas yang dihasilkan. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa jumlah pemaianan minyak jelantah dapat mengubah karakteristik dari minyak goreng tersebut.

Berdasarkan Prihanto & Bambang (2017) peningkatan suhu saat proses transesterifikasi sangat berpengaruh pada peningkatan *yield* biodiesel. Semakin meningkatnya suhu saat proses transesterifikasi maka semakin meningkat pula *yield* yang dihasilkan dalam proses pembuatan biodiesel tersebut serta konsentrasi KOH sebagai katalis juga berpengaruh terhadap peningkatan laju reaksi. Semakin tinggi laju reaksi maka semakin banyak jumlah minyak yang terkonversi menjadi biodiesel. Merujuk pada N. Pratiwi & Prihatiningtyas (2016) semakin banyak katalis yang digunakan maka akan memperbesar nilai densitas dari biodiesel dikarenakan katalis basa yang berlebih dapat memicu reaksi penyabunan. Reaksi penyabunan dapat membentuk zat-zat pengotor dari reaksi yang tidak dikonversi menjadi metil ester sehingga menyebabkan densitas membesar.

Bilangan asam merupakan milligram yang digunakan untuk menetralkan karboksil bebas dari setiap gram sampel. Semakin kecil bilangan asam biodiesel maka semakin baik pula kualitasnya dikarenakan keasaman biodiesel dapat menyebabkan korosi dan kerusakan mesin. Dilihat dari penelitian N. Pratiwi &

Prihatiningtyas, (2016) bilangan asam pada tahap esterifikasi terlampau tinggi dikarenakan pada proses tersebut hanya menggunakan katalis asam yaitu H_2SO_4 sedangkan proses transesterifikasi dilanjutkan menggunakan katalis basa sehingga kadar asam yang dihasilkan turun. Hasil biodiesel yang diuji hampir seluruhnya memenuhi standar SNI terkecuali viskositas dan kadar air. Viskositas yang terbentuk pada proses esterifikasi yaitu sebesar $40.224 \text{ mm}^2/\text{s}$ dan saat transesterifikasi sebesar $40.834 \text{ mm}^2/\text{s}$ Dimana menurut SNI, viskositas pada biodiesel minimal $2.0 \text{ mm}^2/\text{s}$ sampai $4.5 \text{ mm}^2/\text{s}$, menurut (N. Pratiwi & Prihatiningtyas, 2016) viskositas yang tinggi dikarenakan oleh kandungan trigliserida yang tidak bereaksi dengan metanol serta senyawa lain seperti monogliserida dan digliserida yang memiliki polaritas serta bobot molekul yang cukup tinggi kemudian juga kontaminan gliserin dapat mempengaruhi tingginya viskositas biodiesel. Kadar air yang dihasilkan pada proses esterifikasi sebesar $0,184\%$ dan pada tahap esterifikasi-transesterifikasi yaitu $0,076\%$ yang mana kadar air maksimal sesuai SNI adalah $0,05\%$. Kadar air yang cukup tinggi dikarenakan oleh proses pencucian yang menggunakan *bubble* dengan aquades sebagai bahan pencucinya.

Menurut Oko *et al.*, (2023) pembuatan biodiesel menggunakan daya microwave menggunakan katalis fly ash yang dilakukan dengan mengayak fly ash menggunakan ayakan 200 mesh kemudian dipanaskan dalam furnace. Impregnasi fly ash menggunakan NaOH dengan rasio 1:1,2. Pada penelitian tersebut proses esterifikasi menambahkan 52 mL metanol terhadap bahan baku yang telah dipreparasi serta menambahkan 1 mL asam sulfat dan dipanaskan dengan suhu 50-60 C sedangkan proses transesterifikasi pada penelitian tersebut dilakukan dengan mengaduk 15 gram katalis Fly Ash dengan 150 mL etanol dan dipanaskan. Minyak hasil esterifikasi dicampur dengan campuran katalis dan metanol dengan variasi daya microwave yang digunakan adalah 180, 300, 450, 600, dan 800 wattt dalam waktu 4 menit. Uji densitas, viskositas dan kadar asam dihasilkan yaitu densitas sebesar 0,8660 sedangkan kadar viskositas dihasilkan cukup tinggi 2,3-6,0 yang belum memenuhi SNI.

Berdasarkan Murni *et al.* (2016) minyak jelantah yang digunakan untuk pembuatan biodiesel memiliki kandungan asam lemak bebas (ALB) sebesar 7,93% dan densitas sebesar 907,5 Kg/m³. Asam lemak bebas yang lebih dari 2% diturunkan menggunakan metode esterifikasi. Perbandingan rasio methanol dengan katalis yaitu 6:1. Kandungan asam lemak bebas setelah esterifikasi menjadi 0,77%. Pengaruh rasio mol dan suhu seperti pada penelitian tersebut bahwa semakin tinggi suhu dan rasio molar methanol terhadap minyak maka konversi semakin meningkat. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar SNI seperti densitas 875 kg/m³, viskositas 5,67 cSt, *flash point* 158°C, terkecuali kadar air yang masih belum memenuhi standar SNI.

Berdasarkan Rhofita (2017) kandungan asam lemak bebas dipengaruhi oleh banyaknya pemakaian dan jenis bahan yang digoreng. Kandungan *free fatty acid* (FFA) yang terdapat pada minyak jelantah sebesar 9,67% hal tersebut tidak dapat langsung dilakukan proses esterifikasi, kandungan FFA diturunkan terlebih dahulu melalui proses esterifikasi dengan bantuan katalis H₂SO₄. Pada penelitian ini terjadi selama 90 menit dengan suhu 60°C dengan pengadukan 600 rpm. Setelah esterifikasi kadar FFA turun menjadi 1,87% dan dapat dilanjutkan proses transesterifikasi, pada reaksi transesterifikasi satu mol trigliserida membutuhkan tiga mol methanol guna menghasilkan tiga mol FAME dan satu mol gliserol. Proses transesterifikasi dilakukan dengan lima variasi suhu dengan menghasilkan *Yield* yang berbeda beda, semakin meningkatnya *Yield* biodiesel terjadi saat adanya penambahan suhu yang digunakan, suhu yang disarankan saat proses transesterifikasi adalah <65,5°C atau dibawah titik didih methanol. Meningkatnya *Yield* biodiesel juga dipengaruhi oleh lama waktu reaksi..

Menurut penelitian Rahkadima & Putri Abdi (2016) dijelaskan bahwa kandungan asam lemak bebas yang tinggi pada minyak jelantah akan berpengaruh pada reaksi transesterifikasi, proses esterifikasi digunakan untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas. Proses esterifikasi mengubah asam lemak bebas menjadi metil ester.

Pada penelitian Darmawan & Susila (2013) biodiesel yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus dikarenakan titik nyala yang tinggi dikarenakan

menurut SNI-04-7182-2006 titik nyala biodiesel minimum adalah 100°C sedangkan pada penelitian tersebut memiliki titik nyala diatas 100°C. Sesuai SNI-04-7182-2006 biodiesel memiliki batas *pour point* maksimal 18°C sedangkan sesuai penelitian *pour point* yang dihasilkan berada dibawah 18°C yaitu berada pada rentang 2-9°C. menurut Darmawan & Susila, (2014) biodiesel dengan *pour point* 2-9°C dapat digunakan pada negara bersuhu rendah dan tetap aman digunakan pada negara tropis.

Pada penelitian S. W. Pratiwi *et al.*, (2022) menjelaskan bahwa semakin banyak penambahan natrium metoksi maka pada proses transesterifikasi akan menurunkan bilangan asam dikarenakan reaksi yang sempurna dengan trigliserida. Bilangan asam yang tinggi berakibat pada trigliserida yang tidak terurai menjadi metil ester, bilangan asam yang tinggi juga dapat membentuk endapan dan menurunkan kualitas biodiesel. Densitas pada penelitian ini memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu 850-890 kg/m³ hal tersebut dikarenakan penggunaan NaOH yang cukup banyak pada proses transesterifikasi, semakin banyak penggunaan NaOH maka semakin sedikit gliserol yang terbentuk sedikit. S. W. Pratiwi *et al.*, (2022) menjelaskan bahwa semakin kecil nilai densitas maka nilai viskositas juga relative turun, hal tersebut dikarenakan lamanya waktu reaksi dan tingginya suhu yang digunakan. Kadar *Yield* yang dihasilkan berbanding terbalik dengan kandungan asam lemak bebas, semakin tinggi kandungan asam lemak bebas maka semakin kecil *Yield* yang dihasilkan.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
1.	Iqbal, (2022)	Mengetahui bagaimana pembuatan, pemanfaatan, dan kualitas biodiesel yang dihasilkan.	Berat jenis yang dihasilkan dalam proses pembuatan biodiesel masih cukup tinggi dikarenakan penggunaan minyak yang berulang. Rasio konsentrasi penggunaan metanol dan NaOH sangat berpengaruh pada pembentukan angka asam.	Bahan yang digunakan yaitu etanol dan asam sulfat. Suhu yaitu 60°C
2.	Prihanto & Bambang, (2017)	Mengkaji pengaruh temperatur terhadap <i>yield</i> biodiesel, pengaruh konsentrasi katalis terhadap <i>yield</i> biodiesel, pengaruh rasio molar metanol-minyak goreng	Peningkatan suhu saat proses transesterifikasi menghasilkan <i>yield</i> biodiesel semakin meningkat. Konsentrasi KOH sebagai katalis berpengaruh pada laju reaksi, semakin banyak jumlah katalis	bahan etanol untuk proses transesterifikasi, metode yang digunakan

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
		terhadap <i>yield</i> biodiesel melalui proses netralisasi menggunakan air hangat dengan suhu 70°C dan transesterifikasi. Menggunakan KOH	KOH meningkatkan laju reaksi, semakin tinggi laju reaksi meningkatkan jumlah minyak yang terkonversi menjadi biodiesel.	
3.	Efendi <i>et al.</i> , (2015)	Membuktikan bahwa minyak jelantah dengan variasi jumlah pemakaian sebelumnya yang berbeda beda dapat diolah Kembali menjadi biodiesel menggunakan metode esterifikasi dengan katalis H ₂ SO ₄ - transesterifikasi menggunakan katalis NaOH.	densitas rata-rata yang dihasilkan adalah 0,86988 Kg/mm ³ sesuai dengan standar SNI 0,85-0,89 Kg/mm ³ . Pengaruh terhadap viskotas kinematik adalah semakin banyak pemakaian minyak jelantah maka semakin kecil nilai viskositas biodiesel yang dihasilkan, viskositas kinematik rata-rata sebesar 4.5440 CSt	Variasi konsentrasi koagulan.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
			sesuai dengan standar SNI yaitu 2,3-6,0 CSt.	
4.	Rhofita, (2017)	Mengetahui pengaruh suhu dan waktu reaksi esterifikasi dengan bantuan katalis asam H ₂ SO ₄ dan transesterifikasi dengan katalis KOH terhadap pembuatan biodiesel	Kadar FFA yang diperoleh melebihi ketentuan yaitu 9,67%. Semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak hasil <i>Yield</i> dikarenakan kemungkinan molekul minyak saling bertumbukan dan menghasilkan energi potensial. Pada waktu 30 menit <i>Yield</i> yang dihasilkan 80% dan pada waktu 60 menit dihasilkan <i>Yield</i> sebesar 90%	Variasi yang digunakan, koagulan yang dipakai, metode yang digunakan.
5.	Rahkadima & Putri Abdi, (2016)	Mempelajari pengaruh suhu reaksi dan waktu reaksi terhadap nilai viskositas	Waktu reaksi mempengaruhi terbentuknya <i>yield</i> . Semakin bertambahnya waktu reaksi maka	Katalis yang digunakan dan variasi konsentrasi katalis.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
		dan <i>yield</i> biodiesel.	semaki tinggi pula <i>yield</i> yang dihasilkan. <i>Yield</i> menurun apabila temperature diatur pada 55 C dan 60 C	
6.	N. Pratiwi & Prihatiningtyas, (2016)	Membandingkan proses esterifikasi dengan katalis H ₂ SO ₄ dan proses transesterifikasi dengan katalis NaOH	Viskositas pada tahap esterifikasi sebesar 40.224 mm ² /s sedangkan pada tahap esterifikasi-transesterifikasi yaitu 40.834 mm ² /s	Katalis yang digunakan, pengujian FFA,
7.	Murni <i>et al.</i> , (2016)	Membuat biodiesel menggunakan metode gelombang ultrasonik. Reaksi esterifikasi dengan katalis H ₂ SO ₄ menggunakan rasio 6:1 dengan jumlah katalis 1% dari jumlah minyak.	Kandungan asam lemak bebas sebesar 0,77% (<2%) terjadi penurunan dari awal 7,93%. Gelombang 20 kHz dengan amplitude 50% dan jumlah katalis 1% menggunakan waktu reaksi 40 menit biodiesel	Katalis yang digunakan Konsentrasi katalis yang digunakan

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
			yang dihasilkan memenuhi SNI.	
8.	(Busyairi <i>et al.</i> , 2020)	mengetahui pengaruh variasi waktu reaksi dan katalis terhadap kualitas biodiesel yang sesuai SNI 7182: 2015, mengetahui variasi waktu reaksi dan katalis terbaik terhadap parameter <i>Yield</i> , kadar air, viskositas, densitas, flash point, dan kadar metil ester dari biodiesel yang dihasilkan	kualitas biodiesel yang didapatkan tiap parameter sudah memenuhi baku mutu SNI 7182: 2015 kecuali untuk parameter kadar air yang masih melewati batas baku mutu.	Proses yang digunakan, katalis yang digunakan, waktu proses.
9.	(Oko <i>et al.</i> , 2023)	Mengetahu pengaruh variasi daya alat microwave terhadap <i>Yield</i> , densitas, viskositas dan	Densitas pada biodiesel yang dihasilkan adalah 0,8660 g/mL yang telah memenuhi standar. Kandungan trigliserida dan	Metode yang digunakan, alkohol yang dipakai yaitu ethanol.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
		kadar air berdasarkan SNI 7182-2015 dengan esterifikasi(H_2SO_4) dan transesterifikasi (Na_2O)	asam lemak bebas yang tinggi mengakibatkan viskositas yang belum memenuhi standar SNI yaitu 16,57 cSt. <i>Yield</i> yang dihasilkan 90,5% dengan daya microwave yang digunakan 450 watt. Semua karakteristik biodiesel yang dihasilkan berada di luar standar SNI 7182-2015.	
10.	(S. W. Pratiwi <i>et al.</i> , 2022)	Tujuan mengetahui jumlah natrium metoksi yang optimal terhadap biodiesel yang dihasilkan menggunakan proses transesterifikasi	Proses transesterifikasi menggunakan variasi 0 mL; 1 mL; 1,5 mL; 2 mL; 2,5 mL; 3 mL; 4 mL dan 4,5 mL. bilangan asam yang didapat memenuhi yaitu 0,28-0,56 dengan kadar	Metode yang digunakan yaitu esterifikasi-transesterifikasi, koagulan yang digunakan yaitu buttom ash dan variasi basa

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan Penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
		dengan natrium metoksida	maksimal sesuai SNI 04-7182-2006 yaitu 0,8. Viskositas yang dihasilkan juga memenuhi standar SNI yaitu 2,30-6,0 dengan hasil viskositas yaitu 2,30-3,80. <i>Yield</i> yang dihasilkan dari penambahan natrium metoksi 1,5-4 mL yaitu 80%.	yang digunakan.

2.2 Teori-teori yang relevan

2.2.1 Minyak Jelantah

Alamsyah *et al.*, (2017) Mengatakan bahwa minyak jelantah merupakan minyak yang sudah digunakan beberapa kali penggorengan dan dikategorikan limbah dikarenakan minyak jelantah dapat merusak alam atau lingkungan serta dapat memicu penyakit yang cukup berbahaya salah satunya yaitu penyakit hati yang disebabkan oleh jamur aflatoksin yang sangat menyukai minyak jelantah. Minyak dapat diperoleh dari sumber nabati maupun hewani, minyak yang diperoleh dari sumber nabati seperti minyak zaitun, minyak kelapa, minyak biji bunga matahari dan minyak kelapa sawit, sedangkan minyak yang diperoleh dari sumber hewani adalah minyak ikan sarden atau minyak ikan paus. (Lubis & Mulyati, 2019)

Minyak jelantah yang telah digunakan berulang kali serta penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu dapat merusak struktur dari minyak jelantah

tersebut. Kerusakan minyak jelantah diawali oleh terbentuknya acrolein yang dapat menyebabkan gatal pada tenggorokan dan terjadi perubahan bau menjadi bau tengik, bau tengik menjadi tanda bahwa terjadi perpecahan dari trigliserida menjadi gliserol dan *free fatty acid* (FFA) atau biasa disebut asam lemak jenuh. (Lubis & Mulyati, 2019)

2.2.2 Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu alternatif bahan bakar pengganti yang terbarukan dan termasuk dalam bahan bakar nabati atau biofuel yang dapat menggantikan petroleum diesel (solar). Petroleum diesel (solar) mempunyai komponen utama berupa hidrokarbon yang berbeda dengan biodiesel, biodiesel komponen utamanya adalah alkil ester atau metil ester dengan rantai panjangnya 12 sampai 20. Baku mutu kualitas biodiesel memiliki Sembilan standar mutu kualitas bahan bakar yang dijelaskan pada SNI 7182:2015 mengenai biodiesel. Baku mutu kualitas biodiesel ini dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Baku mutu kualitas Biodiesel

Parameter	Satuan	Nilai
Berat jenis	Kg/m ³	874-880
viskositas	cSt	5.77-6.06
Kadar air	%	0.01-0.16
Bilangan asam	mgKOH/g	0.39-1.84
Gliserol bebas	%	0,01-0,02
Kadar ester alkil	%	96,5-101,2
Bilangan iod	Ppm	39-115
Kalor pembakaran	kJ/kg	36.744-38.500
Bilangan cetana	-	51-55

(*Sumber: SNI 7182-2015)

2.2.3 Katalisator

Katalisator merupakan zat yang sangat penting pada proses pembuatan biodiesel menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi. Katalisator ditambahkan dalam proses esterifikasi-transesterifikasi guna mempercepat atau menambah kecepatan reaksi. Katalisator dibagi menjadi dua jenis yaitu katalisator heterogen yang berbeda fase dengan pereaksinya dan katalisator homogen yang memiliki fase sama dengan pereaksinya.

2.2.4 Esterifikasi

Esterifikasi merupakan salah satu metode pembuatan biodiesel dengan reaksi dari asam karboksilat dengan alkohol yang akan membentuk ester. Ester asam karboksilat yang terbentuk merupakan turunan dari asam karboksilat yang sudah bereaksi dengan alkohol. Ester asam karboksilat merupakan senyawa dengan gugus CO₂ dan R yang berupa alkil. Pada proses esterifikasi dikatalisasi dengan senyawa asam (Rahman *et al.*, 2016).

Proses atau reaksi esterifikasi sesuai untuk mengolah minyak atau lemak karena minyak atau lemak mengandung asam lemak bebas yang cukup tinggi. Reaksi esterifikasi mengkonversi asam lemak bebas yang dikandung dalam trigliserida menjadi metil ester. Reaksi esterifikasi yang berlangsung pada pembuatan biodiesel dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Reaksi Esterifikasi pada Proses Pembuatan Biodiesel (Chandra, 2022)

2.2.5 Transesterifikasi

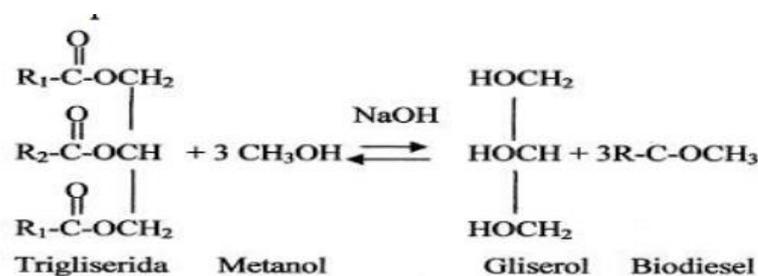
Transesterifikasi merupakan proses perubahan molekul trigliserida yang besar dari minyak nabati dan lemak menjadi molekul kecil dan berantai lurus yang hampir sama dengan molekul yang ada pada bahan bakar diesel. Hasil dari proses

transesterifikasi berupa alkil ester yang dihasilkan dari reaksi alcohol dengan minyak nabati dengan dibantu oleh katalis basa.

Bahan baku katalis yang digunakan sangat penting pada proses ini, proses transesterifikasi dapat dikatalisasi dengan asam maupun basa, namun penggunaan basa lebih banyak digunakan karena dapat mempercepat reaksi, sedangkan pada esterifikasi hanya dapat dikatalisasi oleh asam seperti pada Hadrah *et al.*, (2018). Transesterifikasi memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi reaksi seperti pada penelitian (Arpiwi, 2015):

1. Lama reaksi
2. Perbandingan penggunaan alkohol
3. Jenis katalis yang digunakan
4. Suhu
5. Pengadukan
6. Waktu pengendapan
7. Kadar air

Proses transesterifikasi yang terjadi didalam proses pembuatan biodiesel dapat dijelaskan pada gambar 2.1 dimana etil ester direaksikan dengan etanol dengan bantuan katalis asam (H₂SO₄) sehingga menghasilkan etil sester ditambah dengan gliserol. Berikut merupakan gambar 2.2 yang menjelaskan proses atau reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel.



Gambar 2. 2 Reaksi Tranesterifikasi pada Proses Pembuatan Biodiesel (S. W. Pratiwi *et al.*, 2022)

2.2.6 FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy)

FTIR adalah instrument yang berguna untuk mengidentifikasi gugus fungsi. FTIR menghasilkan grafik yang memperlihatkan hubungan antara nilai absorbansi dan bilangan gelombang (cm^{-1}). Prinsip dasar dari spektroskopi FTIR adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas penyerapan radiasi inframerah oleh sampel. Teknik ini bertujuan untuk identifikasi berbagai gugus fungsi dalam molekul berdasarkan pola serapan yang unik pada spektrum inframerah. *Spektrofotometri Fourier Transform Infrared* (FT-IR) adalah metode spektroskopi yang sangat berguna dalam mendeteksi dan menganalisis struktur molekul suatu senyawa. Dalam proses ini, spektrum inframerah yang diperoleh memberikan informasi mengenai ikatan kimia dan struktur molekul. Setiap gugus fungsi dalam molekul memiliki frekuensi serapan yang khas, sehingga dapat digunakan untuk identifikasi senyawa secara kualitatif dan kuantitatif menurut Subamia *et al.*, (2023). Spektrum FTIR merupakan hasil interaksi antara senyawa-senyawa kimia dalam matriks sampel yang kompleks. Spektrum FTIR menunjukkan informasi struktur molekular dengan serangkaian pita serapan yang spesifik untuk masing-masing molekul sehingga dapat digunakan untuk membedakan suatu senyawa yang memiliki kemiripan (Nurfitriyana *et al.*, 2022).

Pada pengujian ini menggunakan FTIR secara modern seperti ATR-FTIR (*Attenuated Total Reflection-Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) yaitu spesimen dapat langsung digunakan atau dideteksi dengan meletakkannya di meja specimen seperti pada Sulistyani, (2018). ATR-FTIR dapat memberikan informasi dan mengidentifikasi gugus fungsional pada spesimen. Sinar yang terpancar dari alat FTIR ditransmisikan sebagai fungsi panjang gelombang, yang dapat menggambarkan langsung senyawa yang spesifik tentang komposisi senyawa suatu material. Teknik ini memiliki kelebihan karena hanya memerlukan sedikit spesimen dan termasuk dalam uji non destruktif sehingga pengujian relatif singkat dan pengujian dengan tidak merusak spesimen. ATR-FTIR dapat digunakan secara luas pada material berbentuk bubuk, cairan, gel, pasta, pellet, serat, material lunak, bubur (*slurry*) (Arsista *et al.*, 2021).

Pembuatan biodiesel dengan metode esterifikasi (H_2SO_4) dan transesterifikasi (KOH) dapat dianalisis menggunakan FTIR guna mengetahui gugus fungsi yang ada di dalamnya. Senyawa yang diharapkan ada pada biodiesel ini berupa ester dan etil ester yang menandakan biodiesel sudah terbentuk. Etil ester merupakan produk hasil dari transesterifikasi dari trigliseridan dan etanol. Berikut merupakan tabel interpretasi spektrum gugus fungsi biodiesel

Tabel 2. 3 Spektrum Gugus Fungsi Biodiesel

Sumber	Gugus Fungsi	Rentang Gelombang (cm^{-1})
(Joko Susanto , Muhammad Shobirin, 2016)	O-H	3300-3700
	C-H	2925-2854
	-CO-O	1743
	C=C	1600-1650
	C-O ester	1170
Mostafa & El-Gendy (2017)	C-H alifatik	2850-2950
	C-O-C	1183
	O-CH ₃	1739-1172
	-OH karboksilat	3000
Salawali <i>et al.</i> , (2023)	O-H	3000-3700
	C-H	3010-3095
	C=O ester	1740-1760
	C-O ester	1110-1300
Made <i>et al.</i> , (2020)	C-H Alkuna	1400-1450
	C-O alifatik	1740
	C-O ester	1171
	-C-H alifatik	2855-3008

2.3 Hipotesis

Hipotesis atau dugaan sementara dari rumusan masalah yang terdapat didalam penelitian pembuatan biodiesel dengan metode esterifikasi (H_2SO_4) dan

transesterifikasi (KOH) dari minyak jelantah yang dijerap menggunakan koagulan *bottom ash* adalah sebagai berikut:

- a. Karakteristik minyak jelantah yang telah dilakukan proses koagulasi *bottom ash* asam (H_2SO_4) yang optimal memiliki densitas $850 - 890 \text{ kg/m}^3$, kadar air maksimal 0,15%, dan kadar FFA maksimal sebesar 2,8%. gugus fungsi, O – H, C = O, C = C, dan C – N, dan korosi lempeng tembaga terdapat lapisan dengan sedikit noda.
- b. Karakteristik minyak jelantah yang telah dilakukan proses koagulasi *bottom ash* basa (NaOH) yang optimal memiliki densitas $850 - 890 \text{ kg/m}^3$, kadar air maksimal 0,15%, dan kadar FFA maksimal sebesar 2,8%. gugus fungsi, O – H, C = O, C = C, dan C – N, dan korosi lempeng tembaga terdapat lapisan dengan sedikit noda.
- c. Karakteristik biodiesel esterifikasi (H_2SO_4) dan transesterifikasi (KOH) dari minyak jelantah dengan pemurnian menggunakan koagulan *bottom ash* yang optimal memiliki densitas $850 - 890 \text{ kg/m}^3$, viskositas $2,3 - 6,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt), angka asam, maksimal 0,5 mg-KOH/g kadar air maksimal 0,05 %-volume gugus fungsi, O – H, C = O, C = C, dan C – N, dan korosi lempeng tembaga nomor 1 (terdapat lapisan dengan sedikit noda).