

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Banyak jenis tanaman yang dapat dijadikan sumber bahan baku biodiesel. Salah satunya adalah minyak jarak dan minyak jelantah. Minyak jarak adalah minyak yang dihasilkan dari tanaman jarak (*Jatropha Curcas*) melalui proses ekstraksi. Minyak jarak berpotensi dijadikan sebagai produk biodiesel dikarenakan buah jarak memiliki kandungan minyak 30%-50%. Buah jarak tidak berpotensi untuk dijadikan pemanfaatan lain dikarenakan mengandung zat beracun (Pudjiatmoko, 2008). Berikut ini adalah sifat sifat yang dimiliki oleh minyak jarak dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat Sifat Minyak Jarak (Indrayati, 2009)

Sifat	Satuan	Nilai
Densitas	$^{\circ}\text{C}$	240
Viskositas	mm^2/detik (30°C)	17,1-52
Nilai Kalor	g/cm^3 (15°C)	0,920
Kadar Air	%	0,07

Minyak jarak juga memiliki asam lemak yang tinggi, seperti asam linoleat, asam oleat, asam palmitat, dan asam stearat. Komposisi asam lemak pada minyak jarak pagar akan mempengaruhi karakteristik biodiesel yang dihasilkan seperti cloud point, titik nyala, viskositas, indeks setana, dan bilangan iod (Taroza, 2011). Komposisi asam lemak yang terdapat pada minyak jarak dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Jarak (Hoekman dkk, 2012)

Komposisi Asam Lemak	Persentase (%)
Asam Linoleat	36,2
Asam Oleat	40,4
Asam Palmitat	14,9
Asams Stearat	6,1

Penelitian yang dilakukan oleh Mardiansyah (2012), minyak jarak sebagai bahan bakar energi alternatif menghasilkan metil ester sebagai biodiesel, tetapi metil ester yang dihasilkan masih mengandung gliserida, monogliserida, digliserida, trigliserida, dan gliserol. Maka dari itu, perlu dilakukan pemurnian kembali. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sihotang (2011), dengan kondisi reaksi 4% polistirane sulfonat (PSS) pada suhu reaksi 80⁰C dan waktu reaksi 6 jam, dengan menggunakan 50 g minyak jarak hanya menghasilkan 36 g hasil reaks, dari hasil reaksi tersebut menghasilkan biodiesel 65,6%, trigliserida 19,9%, digliserida 8,8%, dan monogliserida 1,2%. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Seperti dengan menaikkan katalis menjadi 8%, dengan suhu reaksi 120⁰C dan rasio metanol menjadi 26 ml maka hasil transesterifikasi akan dianalisa. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan membuat natrium metoksida dari metanoldan natrium hidroksida (NaOH). Setelah itu direaksikan dengan minyak jarak dalam wadah lalu dipanaskan pada suhu sesuai variasi. Hasil perbandingan katalis 8% dan 4% dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Hasil Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Pagar dengan Perbandingan Jumlah Metanol 26 g, Jumlah Katalis 8 % dan 4 %, Suhu Reaksi 120⁰C dan Lama Reaksi selama 6 jam (Mardiansyah, 2012)

No	Jml Katalis (%)	Massa Campuran ME, MG, DG, TG (gr)	Campuran ME, MG, DG, TG (%)			
			ME	MG	DG	TG
1	8%	48,13	93,35	0,34	0,44	0,68
2	4%	48,10	91,73	0,80	0	5,61

Catatan : ME = Metil Ester DG = Digliserida
 MG = Monogliserida TG = Trigliserida

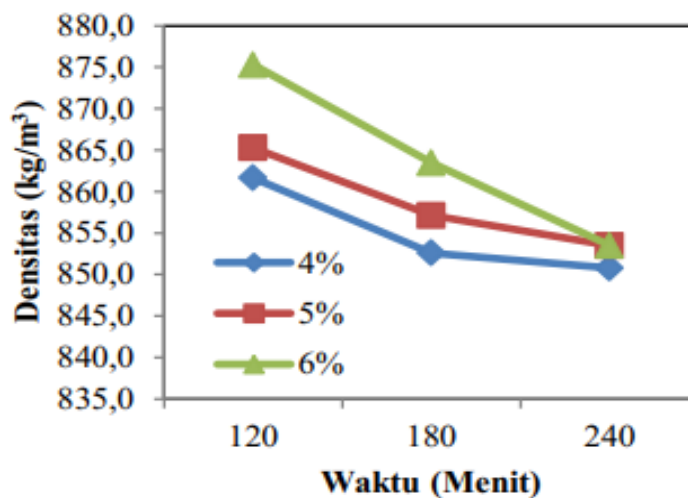
Selain minyak jarak, minyak goreng bekas juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku alternatif pembuatan biodiesel. Minyak goreng bekas bisa didapatkan dari limbah pemakaian rumah tangga maupun industri. Minyak goreng bekas bisa berasal dari minyak jagung, minyak sawit, minyak samin, dan minyak kelapa. Minyak goreng bekas memiliki senyawa antara lain polimer, aldehida, asam lemak, senyawa aromatic dan lakton (Hanif, 2009). Sama seperti minyak

jarak minyak goreng bekas juga memiliki komposisi asam lemak. Berikut asam lemak yang terkandung pada minyak goreng bekas dapat dilihat pada tabel 2.4

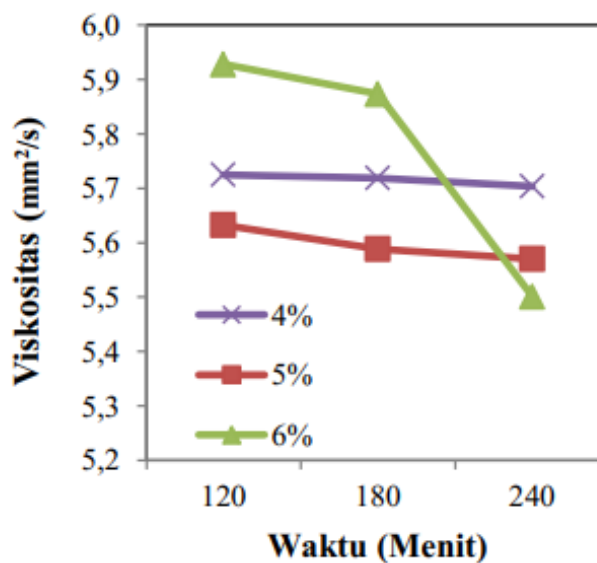
Tabel 2.4 Komposisi Asam Lemak Minyak Goreng Bekas (Turnip dkk, 2017)

Komposisi Asam Lemak	Persentase (%)
Asam Dekanoat	0,0777
Asam Laurat	0,3936
Asam Miristat	0,9550
Asam Palmitat	41,0134
Asam Palmitoleat	0,2126
Asam Stearat	3,9562
Asam Oleat	44,1591
Asam Linoleat	8,7113
Asam Linolenat	0,0189
Asam Arakidat	0,3465
Asam Eikosenoat	0,1559

Penelitian yang dilakukan oleh Turnip dkk (2017), pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan campuran katalis Heterogen K_2O dari limbah kulit Kakao dengan variasi 4%, 5%, dan 6% serta variasi waktu 2 jam, 3 jam, dan 4 jam dengan rasio molar metanol : minyak 12:1, putaran 500 rpm. Sebelum melakukan pembuatan biodiesel minyak jelantah, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan menyaring bahan baku menggunakan kertas Whatman no.42. Setelah itu, bahan baku ditampung dan didiamkan selama beberapa hari dan kemudian ditimbang. Dari proses di atas, maka terbentuklah dua lapisan emulsi minyak dan air. Emulsi yang dihasilkan kemudian dipanaskan dengan suhu $110^{\circ}C$ menggunakan *hot plate* untuk menghilangkan kandungan air selama 30 menit, dari penelitian tersebut maka telah dihasilkan grafik hubungan antara waktu reaksi dan persentase katalis dapat dilihat pada (gambar 2.1 & gambar 2.2).



Gambar 2.1 Hubungan antara Waktu Reaksi dan Persentase Katalis terhadap Densitas Biodiesel (Turnip dkk, 2017)



Gambar 2.2 Hubungan antara Waktu Reaksi dan Persentase Katalis terhadap Viskositas Biodiesel (Turnip dkk, 2017)

Gambar 2.1 dan gambar 2.2 didapat hasil kesimpulan dengan semakin lama waktu reaksi maka densitas dan viskositas juga akan semakin menurun, akan tetapi dengan semakin bertambahnya katalis maka densitas akan semakin meningkat dan viskositas akan semakin menurun.

Berdasarkan penelitian Anisah dkk (2018), pengaruh waktu transesterifikasi terhadap konversi minyak jelantah menjadi biodiesel. Pada penelitian tersebut dilakukan dengan metode reaksi satu tahap, yaitu dengan reaksi transesterifikasi.

Bahan baku yang digunakan ialah minyak jelantah pecel lele, minyak jelantah rumah tangga, minyak jelantah penjual gorengan, metanol, dan katalis basa natrium hidroksida (NaOH). Pada proses Transesterifikasi minyak jelantah variasi jumlah katalis NaOH yang digunakan sebesar 0.75% dan 1% dengan rasio molar minyak dan metanol sebesar 1:3, 1:6, 1:9, 1:12 dan 1:15. Setiap percobaan dilakukan dengan waktu reaksi 60, 90, 120, dan 150 menit untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi transesterifikasi dan memperoleh konversi biodiesel maksimum. Hasil yang didapat konversi biodiesel optimal dari jelantah pecel lele sebesar 85,26%, biodiesel dari jelantah rumah tangga sebesar 82,34%, dan biodiesel dari jelantah penjual gorengan sebesar 82,20% diperoleh pada rasio molar 1:6, jumlah katalis NaOH 1%, dan dalam waktu reaksi 60 menit. Nilai densitas yang dihasilkan 880 kg/m³ dan viskositas sebesar 4,95 cSt.

Elma dkk (2016), melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dari campuran minyak kelapa dan minyak jelantah dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan dengan cara mencampurkan minyak kelapa dengan minyak jelantah dan metanol dengan menggunakan katalis asam (H₂SO₄) dan metanol. Sedangkan proses transesterifikasi dilakukan dengan cara penambahan katalis basa (KOH) dan metanol. Karena katalis basa merupakan jenis katalis yang mempunyai kepekaan terhadap asam lemak bebas sebagai umpan, tetapi secara umum katalis basa merupakan katalis yang sukar untuk pemurnian produk (Su, 2013). Menurut (Demirbas, 2007) penambahan metanol dikarenakan metanol adalah larutan organik. Ketika direaksikan dengan koh maka metanol mempunyai tingkat pH yang akurat, berat jenis yang ideal, dan titik didih yang rendah pada proses *bathc*.

Atqia (2017), melakukan penelitian pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak jarak dan minyak kelapa. Pada proses pembuatan biodiesel kedua minyak tersebut melalui dua tahapan yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi. Minyak jarak dan minyak kelapa dicampur pada temperatur 80⁰C dengan waktu 30 menit dengan variasi campuran : 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10, 100:0 (%). Proses esterifikasi menggunakan katalis asam homogen yaitu (H₂SO₄) dengan waktu reaksi 60 menit dan suhu 80⁰C, dan

pada proses transesterifikasi menggunakan katalis basa homogen yaitu (KOH), menggunakan waktu reaksi 60 menit dan temperatur reaksi 60⁰C. Komposisi campuran minyak jarak dan minyak kelapa yang memberikan sifat paling optimal diperoleh pada komposisi campuran minyak jarak 10 % : minyak kelapa 90 %. Karakteristik yang dihasilkan diantaranya nilai densitas sebesar 852,886 kg/m³, viskositas sebesar 5,9 cSt, dan *flash point* sebesar 117,45 °C. Namun, berbeda dengan nilai kalor yang dihasilkan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan variasi komposisi lainnya yaitu sebesar 9064,68 kal/g. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar SNI 7182-2015.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Atqia (2017), dengan bahan baku minyak jarak dan minyak kelapa melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi. Minyak jarak dan minyak kelapa dicampur pada temperatur 80⁰C dengan waktu 30 menit. Karakteristik yang dihasilkan di antaranya nilai densitas sebesar 852,886 kg/m³, viskositas sebesar 5,9 cSt, dan *flash point* sebesar 117,45 °C. Sedangkan penelitian lain oleh Anisah dkk (2018), menggunakan bahan baku minyak jelantah melalui proses transesterifikasi dengan waktu reaksi 60, 90, 120, dan 150 menit menghasilkan biodiesel optimal pada waktu 60 menit. Konversi biodiesel yang dihasilkan sebesar 85,26%, nilai densitas sebesar 880 kg/m³ dan viskositas sebesar 4.95 cSt. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan waktu reaksi 60 menit dan temperatur reaksi 90⁰C untuk mengetahui perbandingan hasil yang akan diperoleh.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Biodiesel

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang diperoleh dari minyak nabati yang tersusun dari metil ester yang diperoleh melalui proses transesterifikasi trigliserida atau esterifikasi asam lemak. Trigliserida direaksikan menggunakan alkhohol (etanol atau metanol) dan penambahan katalis untuk mendapatkan alkil ester asam lemak (Hoekman dkk, 2012). Biodiesel dapat digunakan secara langsung maupun dicampur dengan petrodiesel yang digunakan pada mesin diesel. Biodiesel dibuat berdasarkan dari minyak nabati maupun

minyak hewani. Minyak nabati adalah sumber potensial bahan baku pembuatan biodiesel, karena keberadaan minyak nabati dapat diperbaharui. Lebih dari 350 jenis tanaman yang berpotensi dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Silitonga dkk, 2013).

Banyak keuntungan penggunaan biodiesel dibandingkan dengan penggunaan petrodiesel. Salah satu keuntungan biodiesel lebih ramah lingkungan. Dengan karakter yang hampir sama dengan petrodiesel, penggunaan biodiesel bisa langsung digunakan pada mesin diesel. Pada tabel 2.5 dapat dilihat perbedaan dari biodiesel dengan petrodiesel.

Tabel 2.5 Perbandingan Sifat Biodiesel dengan Petrodiesel (Budiman dkk, 2018)

Aspek	Biodiesel	Petrodiesel
Sifat pembakaran	Pembakaran lebih sempurna	Emisi gas buang yang sangat tinggi
Emisi CO ₂	78% lebih rendah dibandingkan dengan petrodiesel	Emisi yang sangat tinggi sehingga menimbulkan dapat mencemari lingkungan
Sifat pelumasan	Memiliki sifat pelumasan yang relatif baik	Tidak memiliki sifat pelumas
Nilai cetana	Memilik nilai cetana yang relatif tinggi	Nilai cetana lebih rendah dibandingkan dengan biodiesel
Efek terhadap lingkungan	Dapat diuraikan oleh lingkungan	Sifat biodgradablenya lebih rendah dibandingkan biodiesel, sehingga berdampak mencemari lingkungan

2.2.2 Sifat Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar cair yang terbuat dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi. Biodiesel bersifat mudah terbakar, mengandung racun, dan mempunyai kandungan yang mencemari. Biodiesel mempunyai sifat kimia nilai kalor dan beberapa sifat fisik yaitu: densitas, viskositas, dan *flash poin*.

2.2.2.1 Densitas

Densitas adalah massa jenis persatuan volume yang berhubungan dengan massa dan volume dari suatu zat. Densitas dari suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volume (Dewi, 2015). Nilai densitas dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu, maka kerapatan suatu zat akan semakin rendah (Wahyudi dkk, 2018). Besarnya densitas dari suatu minyak akan mempengaruhi kinerja dari mesin yang menggunakan minyak tersebut, dikarenakan perbandingan jumlah udara dan energi di dalam ruang bakar dari mesin dipengaruhi dari densitas.

Pada dasarnya tingkat densitas dari biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan petrodiesel (Hoekman dkk, 2012). Di Indonesia, standar densitas dari biodiesel mengacu pada Spesifikasi SNI 7182-2015 dengan tingkat densitas 850-890 kg/m³ pada suhu 40⁰C ((BSN) Badan Standardisasi Nasional, 2015). Pada persamaan 2.1 berikut cara perhitungan menentukan densitas.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

ρ : Densitas (g/cm³)

m : Massa (g)

v : Volume (cm³)

2.2.2.2 Viskositas

Viskositas adalah nilai yang menyatakan kekentalan dari suatu cairan. Kekentalan adalah sifat cairan yang berkorelasi dengan hambatan mengalirnya cairan. Kelajuan suatu aliran yang cepat menandakan bahwa viskositas dari cairan tersebut rendah sedangkan bila kelajuan aliran lambat, maka viskositas dari cairan tersebut lebih tinggi (Sutiah dkk, 2008). Nilai dari viskositas bahan bakar sangatlah berperan penting dalam penggunaan mesin diesel. Bila nilai viskositas

terlalu tinggi, maka dapat berpengaruh dalam lajunya kontribusi bahan bakar, menyulitkan pemompaan, dan sulitnya pembakaran dalam mesin diesel (Setiawati & Edwar, 2012) Sebaliknya jika nilai viskositas terlalu rendah maka kualitas bahan bakar dalam pelumasan sangatlah buruk (Martínez dkk, 2014).

Pada umumnya nilai viskositas dari biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas petrodiesel yang lebih rendah. Nilai viskositas dari biodiesel lebih tinggi dikarenakan pengaruh oleh kandungan metil ester yang tinggi (Martinez dkk, 2014). Pada spesifikasi SNI 7182-2015 nilai viskositas biodiesel pada suhu 40⁰C adalah 2.3 - 6 mm²/s (cSt) ((BSN) Badan Standardisasi Nasional, 2015). Untuk menentukan nilai viskositas kinematik (cSt) perhitungan dapat dilihat pada persamaan 2.2 di bawah ini.

$$V = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

V : Viskositas Kinematik (cSt)

μ : Viskositas Dinamik (mPa.s)

ρ : Densitas (kg/m³)

2.2.2.3 Flash Point

Flash Point atau bisa disebut juga titik nyala pada suhu terendah dimana uap dari minyak biodiesel yang bercampur dengan udara akan menyala dengan sekejap. Pada dasarnya titik nyala biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan petrodiesel. Titik nyala biodiesel berada pada angka 110⁰C hingga 180⁰C, bila dibandingkan dengan petrodiesel dengan titik nyala hanya pada angka 55⁰C hingga 66⁰C (Silitonga dkk, 2013).

2.2.2.4 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah nilai energi panas yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar dan oksigen. Minyak biodiesel pada umumnya jika densitas minyak tersebut tinggi maka nilai kalor pada minyak tersebut rendah, sebaliknya demikian jika densitas minyak rendah maka nilai kalor pada minyak

tersebut akan menjadi tinggi. Satuan nilai kalor dinyatakan dalam satuan Cal/g atau bisa dikenal juga dengan satuan Btu/lb (Kholidah , 2014).

2.2.3 Spesifikasi Biodiesel

Biodiesel yang diproduksi harus sesuai dengan standarisasi mutu biodiesel, apakah biodiesel yang telah diproduksi tersebut layak untuk digunakan dari segi keamanan maupun kegunaan. Untuk standarisasi biodiesel di tiap negara berbeda dikarenakan beberapa faktor yaitu, ketersediaan bahan baku yang digunakan, karakteristik bahan bakar yang digunakan, dan peraturan emisi di masing-masing negara. Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah menerbitkan peraturan syarat mutu biodiesel di Indonesia sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu standar yang digunakan ialah SNI- 7182-2015 yang akan ditunjukkan pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Syarat Mutu Biodiesel SNI-7182-2015 (BSN, 2015)

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan Biodiesel	Persyaratan Diesel
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m ³	850 – 890	900 – 920
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0	2,5 - 11,0
3	Angka setana	Min	51	35
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100	60
5	Titik kabut	°C, maks	18	18
6	Korosi lempeng tembaga (3jam pada 50 °C)		nomor 1	nomor 1
7	Residu karbon -dalam percontoh asli; atau -dalam 10% ampas distilasi	%-massa, maks	0,05 0,3	0.30
8	Air dan sedimen	%-volume, maks	0,05	0,25

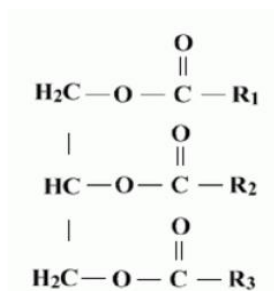
No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan Biodiesel	Persyaratan Diesel
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360	
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50	
12	Fosfor	mg/kg, maks	4	
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5	0,06
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02	
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24	
16	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5	
17	Angka iodium	%-massa (g- I ₂ /100g), maks	115	
18	Kestabilan oksidasi	Menit	480	
	Periode induksi metode rancimat Atau Periode induksi metode petro oksidasi		36	
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8	

2.2.4 Minyak Nabati

Minyak nabati adalah minyak yang dihasilkan dari tumbuhan. Minyak nabati dapat dijadikan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil. Bahan bakar minyak nabati diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu: Biodiesel, Bioetanol, dan Bio Oil. Biodiesel adalah minyak nabati yang banyak diminati saat ini, dikarenakan bahan baku yang mudah didapatkan dan menghasilkan tingkat emisi gas buang yang rendah (Irawan , 2017). Minyak nabati tergolong dari lipid, yakni senyawa organik yang tidak bisa terlarut dengan air, tetapi bisa terlarut dengan pelarut organik non polar seperti hidrokarbon ataupun metil ester. Komposisi dari minyak nabati sebagian besar adalah gliserida

dan asam lemak rantai karbon yang panjang. Gliserida adalah ester yang terbentuk dari gliserol dan asam lemak. Gliserida terdiri dari monogliserida, digliserida, dan trigliserida tergantung dengan jumlah asam lemak yang ada pada gliserol (Wijayanti, 2008).

Pada umumnya minyak nabati memiliki kandungan 90-98% trigliserida, dengan tiga molekul asam lemak yang terkait pada gliserol. Struktur umum pada trigliserida dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Struktur Trigliserida (Budiman dkk, 2018)

2.2.4.1 Minyak Jarak

Minyak jarak adalah minyak nabati yang diperoleh dari biji jarak melalui proses ekstraksi. Tanaman jarak pagar mempunyai nama latin *Jatropha curcas*. Tanaman jarak sendiri termasuk dalam kategori family *Euphorbiaceae*. Buah jarak termasuk tumbuhan yang berbuah musiman dan tumbuh dalam daerah tropik ataupun subtropik dengan ketinggian 0-800 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Ketaren, 1986). Untuk pemanfaatan minyak jarak telah dimanfaatkan diberbagai negara, contohnya di negara India mempunyai program tanaman jarak pagar untuk biodiesel seluas 30 juta hektar area.

Di Indonesia sendiri penanaman jarak pagar telah dimulai pada zaman penjajahan Jepang. Pemanfaatan minyak jarak tersebut digunakan oleh penjajah jepang sebagai bahan bakar pesawat tempur dan tank (Utama, 2013). Minyak jarak mempunyai ciri warna kuning pucat, kadar asam lemak jenuh minyak jarak sebesar 21,1% dengan kadar asam lemak tak jenuh sebesar 78,9% (Budiman dkk, 2018). Pada tabel 2.7 dapat dilihat sifat fisik dari minyak jarak.

Tabel 2.7 Sifat Fisik Minyak Jarak (Budiman dkk, 2018)

Sifat	Satuan	Nilai
Densitas	g/cm ³	860-933
Viskositas (30 ⁰ C)	cSt	37-54,8
Angka setana	-	38-51
Angka iodium	mg I/kg	92-112
Angka asam	mg KOH/g	0,92-6,16
Pour point	⁰ C	-3
Cloud point	⁰ C	3
Titik nyala	⁰ C	210-240

Minyak dari tanaman jarak sangat layak dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, dikarenakan minyak jarak bukan menjadi tanaman yang menjadi sumber pangan. Buah jarak tidak bisa dikonsumsi karena buah jarak mengandung racun *phorbol* ester (Budiman dkk, 2018).

2.2.4.1 Minyak Goreng Bekas

Minyak goreng bekas adalah minyak yang dihasilkan dari limbah pemakaian minyak goreng seperti minyak jagung, minyak sawit, minyak samin, dan minyak kelapa. Senyawa dari minyak goreng bekas antara lain polimer, aldehida, asam lemak, senyawa aromatic, dan lakton (Hanif, 2009). Minyak goreng bekas menjadi limbah yang banyak ditemukan saat ini, dikarenakan pemakaian minyak goreng terjadi terus menerus untuk keperluan rumah tangga maupun usaha industri dalam rumah makan. Pemanfaatan minyak goreng bisa dilakukan dengan cara mengubah minyak goreng bekas menjadi minyak biodiesel dengan cara proses esterifikasi dan transesterifikasi (Hambali dkk, 2008).

Minyak goreng yang dipakai secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan mengandung beberapa zat yang berbahaya (karsinogenik) seperti radikal bebas yang bisa menimbulkan sel kanker di dalam tubuh manusia. Selain dari itu, perubahan yang terjadi selama pemakaian akan menyebabkan perubahan viskositas, warna, bau, dan penurunan titik bakar (Anwar, 2012). Akibat reaksi tersebut, asam lemak jenuh yang terkandung di dalam minyak akan berubah

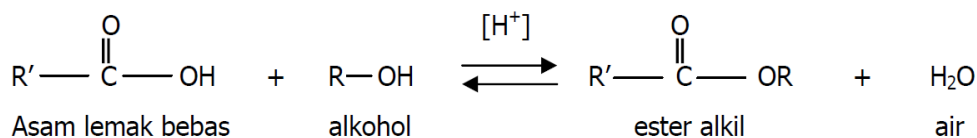
menjadi asam lemak tak jenuh. Dengan tingginya asam lemak jenuh di dalam minyak manandakan semakin menurunnya kualitas dari minyak tersebut (Siswantika dkk, 2013). Kandungan dari minyak jelantah dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kandungan Minyak Jelantah (Anisah dkk, 2018)

Sifat	Satuan	Nilai
Berat jenis	g/l	0,9104
Viskositas kinematis (40 ⁰ C)	cSt	39,07
Bilangan asam	%/volume	1,0037
Bilangan proksida	mg O ₂ /100g	1,24
<i>Flash point</i>	⁰ C	247,7

2.2.5 Esterifikasi

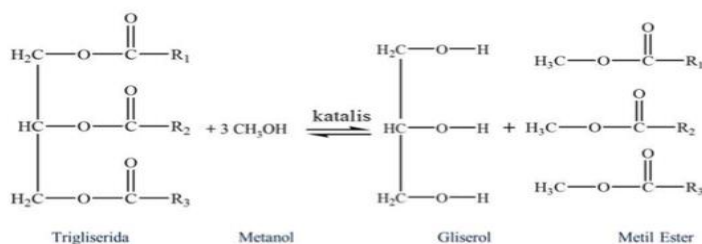
Esterifikasi adalah reaksi yang terjadi pada asam lemak bebas dengan alkohol akan menghasilkan alkil ester dan air. Proses pencampuran minyak dengan alkohol (metanol/etanol) dan dicampur dengan katalis asam phospat atau asam sulfat (H₃PO₄ / H₂SO₄) (Elma dkk, 2016). Proses esterifikasi sangat layak dilakukan untuk kadar asam lemak bebas yang tinggi. Proses pengolahan minyak dengan kadar asam lemak bebas >5mg KOH/g yang langsung dikakukan dengan proses transesterifikasi akan mengakibatkan terjadinya pembentukan sabun. Bila bahan baku memiliki kadar asam lemak bebas >5mg KOH/g maka akan dilakukan dengan proses dua tahap. Dengan tahap yang pertama dilakukan dengan penurunan kadar asam lemak bebas melalui proses esterifikasi dan tahap selanjutnya transesterifikasi (Budiman dkk, 2018). Proses esterifikasi dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini. Reaksi esterifikasi dilakukan pada kisaran suhu 60-70⁰C dikarenakan pada suhu tersebut adalah reaksi titik didih metanol (Budiman dkk, 2018).



Gambar 2.4 Proses Esterifikasi (Budiman dkk, 2018)

2.2.6. Transesterifikasi

Proses transesterifikasi adalah proses pencampuran minyak dengan alkohol dan katalis untuk menghasilkan akil ester dan gliserol (Dewi, 2015). Akil ester dari hasil transesterifikasi inilah yang disebut dengan biodiesel. Karena reaksi ini menggunakan reaktan alkohol maka reaksi ini bisa disebut juga dengan reaksi alkoholis (Budiman dkk, 2018). Reaksi dari transesterifikasi dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.5 Proses Transesterifikasi (Budiman dkk, 2018)

R yang ada pada gambar 2.5 merupakan hidrokarbon rantai panjang dan disebut juga dengan asam lemak. Pada proses transesterifikasi diperlukan katalis untuk mempercepat laju reaksi. Dengan tidak menggunakan katalis dapat menghasilkan konversi yang tinggi, akan tetapi reaksi berjalan dengan lambat (Budiman dkk, 2018).

2.2.7 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi kimia, tetapi tidak mengalami perubahan pada reaksi tersebut. Dalam proses pembuatan biodiesel dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi diperlukan katalis untuk mempercepat laju reaksi. Ada dua macam katalis yang digunakan pada proses pembuatan biodiesel yaitu:

2.2.7.1 Katalis Asam

Katalis asam adalah katalis yang digunakan untuk proses pembuatan biodiesel dengan kadar asam lemak bebas $>5\text{mg KOH/g}$ melalui proses esterifikasi. Jenis katalis basa membutuhkan alkohol lebih banyak dikarenakan efek korosi dari katalis tersebut. Jenis asam yang biasanya digunakan pada katalis ini adalah H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan HCL katalis asam jenis ini lebih efektif untuk digunakan (Budiman dkk, 2018).

2.2.7.2 Katalis Basa

Katalis basa adalah katalis yang digunakan untuk proses transesterifikasi. Katalis basa merupakan jenis katalis yang mempunyai kepekaan terhadap asam lemak bebas sebagai umpan, tetapi secara umum katalis basa merupakan katalis yang sukar untuk pemurnian produk (Su, 2013). Penggunaan katalis basa banyak digunakan pada proses transesterifikasi *edible oil* kerana kadar asam lemak bebas yang rendah. Kebutuhan katalis basa pada proses transesterifikasi berkisar 0,3-1%. Jenis katalis basa yang biasanya digunakan adalah NaOH , KOH , NaOCH_3 , dan KOCH_3 (Budiman dkk, 2018).

2.2.8 Alkohol

Alkohol adalah komponen utama yang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel. Alkohol diperlukan dalam jumlah yang besar untuk menggeser kesetimbangan reaksi ke arah produk. Jenis alkohol yang biasanya digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah metanol, karena metanol memiliki reaktivitas lebih baik dibandingkan dengan jenis alkohol yang lain. Sifat reaktif metanol terkait dengan rantai atom C yang dimilikinya. Rantai atom C alkohol yang pendek akan memperkecil hambatan sterik saat penyerangan gugus karbonil trigliserida berlangsung (Budiman dkk, 2018). Metanol mempunyai rumus kimia CH_3OH . Metanol mempunyai toksisitas yang tinggi. Metanol mempunyai densitas sebesar $0,792\text{ g/ml}$, titik lelehnya -104°C , titik didihnya $64,7^\circ\text{C}$, sedikit larut dalam air, ester, dan etanol dengan kelarutan kurang dari 10%. Metanol murni sangat mudah terbakar dan memiliki fase cair pada suhu 30°C tekanan 1 atm (Budiman dkk, 2018).