

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak Jarak dan minyak Kelapa. Minyak jarak dan minyak kelapa tersebut memiliki beberapa karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor yang dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Karakteristik bahan baku biodiesel

Properties	Minyak Jarak (<i>castor oil</i>)	Minyak Kelapa (<i>coconut oil</i>)
Densitas (40°C) kg/m ³	933,594	889,585
Viskositas (40°C) cSt	226,4	5,1
<i>Flash point</i> (°C)	275,7	259
Nilai Kalor (Cal/g)	8861.487	8957.163

Dari tabel diatas terlihat minyak kelapa memiliki densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak jarak, karena alasan tersebut minyak kelapa dipilih sebagai bahan baku pencampur, agar dapat memberikan perubahan terhadap karakteristik biodiesel campuran.

Pengolahan bahan baku yang mengandung asam lemak bebas >1% melalui reaksi transesterifikasi memicu terjadinya reaksi penyabunan, sehingga dilakukan proses esterifikasi sebelum proses transesterifikasi (Budiman dkk, 2014). Kandungan asam lemak bebas dari minyak jarak dan minyak kelapa dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Kandungan asam lemak bebas minyak jarak dan minyak kelapa

Propertis	Asam lemak bebas	Satuan	Metode
Minyak Jarak (<i>Castor oil</i>)	0,70	% b/v	Volumetri
Minyak Kelapa (<i>Coconut oil</i>)	0,37	% b/v	Volumetri

4.2 Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh

Asam lemak jenuh yaitu asam lemak yang semua ikatan atom karbon pada rantai karbonnya berupa ikatan tunggal (jenuh). Sedangkan asam lemak tidak jenuh adalah asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Berdasarkan hasil analisis asam lemak jenuh dan tidak jenuh dari pengujian yang dilakukan di laboratorium praktikum di LPPT – UGM dapat dilihat di tabel 4.3 dan 4.4 dibawah ini :

Tabel 4. 3 Asam lemak jenuh dan tidak jenuh minyak kelapa

Kode sampel	Deskripsi		Konsentrasi (% Relatif)
Minyak Kelapa VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>)	1	M Butyrate	1,94
	2	M Hexanoate	0,35
	3	M Octanoate	6,48
	4	M Decanoate	5,80
	5	M Laurate	47,68
	6	M Tetradecanoate	18,20
	7	M Palmitate	8,99
	8	M Octadecanoate	3,14
	9	Cis-9-Oleic Methyl ester	6,10
	10	M Linoleate	1,16
	11	gamma-Linolenic acid methyl ester	0,16

Tabel 4. 4 Asam lemak jenuh dan tidak jenuh minyak jarak

Kode Sampel	Deskripsi		Konsentrasi (% Relatif)
Minyak Jarak (<i>Castor oil</i>)	1	M Palmitate	8,73
	2	Trans-9-Elaidic acid Methyl ester	13,68
	3	Linolelaidic Acid Methyl Ester	31,66
	4	M Linoleate	41,59
	5	M Linolenate	4,34

Dari hasil pengujian yang dilakukan di LPPT-UGM maka dihasilkan deskripsi dari pengujian asam lemak jenuh dan tidak jenuh dari kedua minyak antara minyak kelapa dan minyak jarak. Kandungan terbesar pada minyak kelapa adalah M Laurate dan untuk minyak jarak adalah M Linoleate.

4.3 Karakteristik Biodiesel Jarak Dan Biodiesel Kelapa

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapat beberapa karakteristik dari Biodiesel Jarak dan Biodiesel Kelapa yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel kelapa

Nama Sampel	Densitas (kg/m ³)	Viskositas Kinematik (cSt)	Flash Point (°C)	Nilai Kalor (Cal/g)
Biodiesel Jarak	913,44	43,4	207,6	8820,82
Biodiesel Kelapa	852,796	5,3	105,55	9060,50

Pada tabel 4.5 dapat dilihat perbandingan karakteristik antara biodiesel Jarak dan biodiesel Kelapa. Biodiesel Jarak tidak memenuhi standar pada nilai densitas (913,44 kg/m³), dan viskositas kinematik (43,4 cSt), namun *flash point* biodiesel jarak memenuhi standar SNI 7182-2015 (>100°C). Sedangkan biodiesel kelapa telah memenuhi standar SNI 7182-2015 baik densitas (848,242 kg/m³), viskositas kinematik (5,3 cSt), *flash point* (105,55 °C) dan nilai kalor (9060,50).

4.4 Densitas Biodiesel Campuran Minyak Jarak Minyak Kelapa

Densitas merupakan pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Nilai densitas dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu, maka kerapatan suatu zat akan semakin rendah, sehingga molekul-molekul yang saling berkaitan akan terlepas. Hasil pengujian densitas terhadap variasi komposisi biodiesel campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5. dan Gambar 4.1.

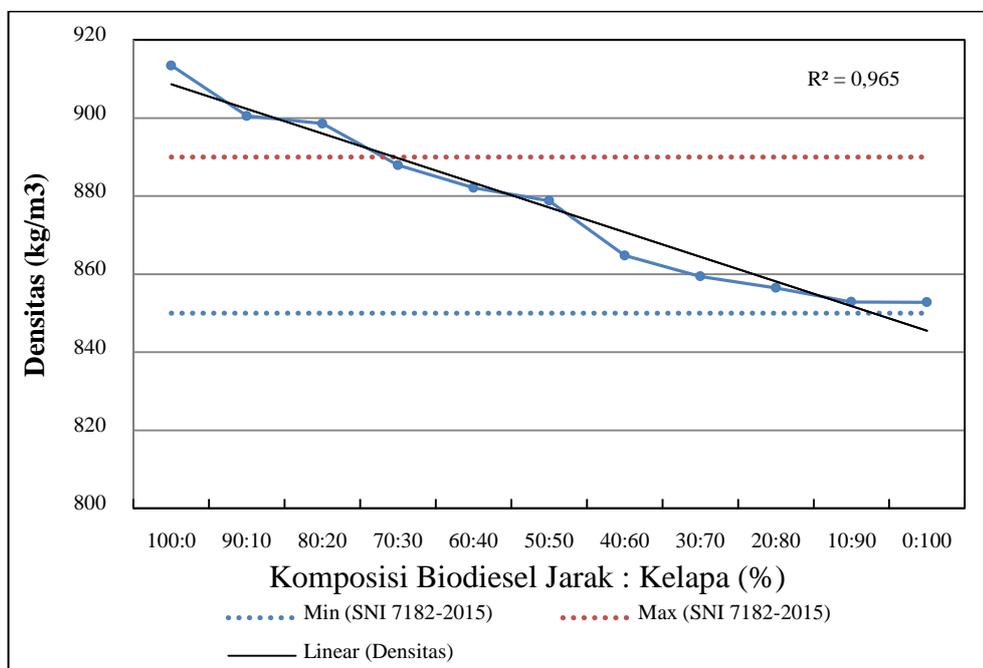
Biodiesel campuran minyak Jarak dan minyak Kelapa pada komposisi 90:10 (%) memiliki massa = 45,026 g dan Volume = 50 ml. Jadi dapat diperoleh perhitungan dari persamaan 2.1 :

$$\rho = \frac{45,026}{50} = 0,90052 \frac{g}{ml} = \frac{900,52 \text{ kg}}{m} \dots\dots\dots (4.1)$$

Densitas yang diperoleh dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa pada komposisi 90:10 (%) adalah 900,52 kg/m³.

Tabel 4. 6 Hasil pengujian densitas terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

NO	Nama Sampel	Densitas (kg/m ³)	SNI 7182-2015
1	BJ	913,440	850 – 890
2	BJK 91	900,520	
3	BJK 82	898,555	
4	BJK 73	887,930	
5	BJK 64	882,099	
6	BJK 55	878,799	
7	BJK 46	864,754	
8	BJK 37	859,397	
9	BJK 28	856,486	
10	BJK 19	852,886	
11	BK	852,796	



Gambar 4. 1 Grafik pengujian densitas terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

Biodiesel campuran yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki densitas yang beragam yaitu kisaran $852,796 \text{ kg/m}^3$ - $913,440 \text{ kg/m}^3$ yang berarti ada beberapa variasi campuran yang tidak memenuhi standar SNI 7182-2015 (850 kg/m^3 - 890 kg/m^3) yaitu pada komposisi BJK 82 dan BJK 91. Sementara standar yang dikeluarkan oleh Pertamina untuk bahan bakar solar/biosolar nilai densitas (15°C) adalah (815 kg/m^3 - 860 kg/m^3), sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Indrayati nilai densitas yang dihasilkan dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa, lebih baik yaitu kisaran $805,0$ - $879,0 \text{ kg/m}^3$, semua variasi telah memenuhi standar SNI 7182-2015.

Hasil pengujian densitas terhadap berbagai variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa menunjukkan bahwa semakin tinggi komposisi minyak kelapa maka semakin rendah densitas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan biodiesel minyak kelapa memiliki massa jenis yang lebih rendah dibandingkan biodiesel minyak jarak sehingga mempengaruhi secara signifikan karakteristik berbagai variasi komposisi biodiesel campuran.

Perbedaan densitas dipengaruhi oleh komposisi asam lemak dan kemurnian bahan baku. Densitas akan meningkat seiring peningkatan jumlah ikatan rangkap pada asam lemak dan semakin tidak jenuh minyak yang digunakan (Tazora, 2011).

4.5 Viskositas Biodiesel Campuran Minyak Jarak Minyak Kelapa

Viskositas merupakan salah satu parameter yang penting dalam pembuatan biodiesel. Viskositas merupakan suatu ukuran kekentalan pada fluida. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa untuk berbagai variasi komposisi, diperoleh hasil viskositas kinematik yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.2.

Biodiesel campuran minyak Jarak dan minyak Kelapa pada komposisi 90:10 (%) memiliki viskositas dinamik sebesar $15,1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ dan densitas sebesar $900,52 \text{ kg/m}^3$. Jadi dapat diperoleh perhitungan dari persamaan 2.2:

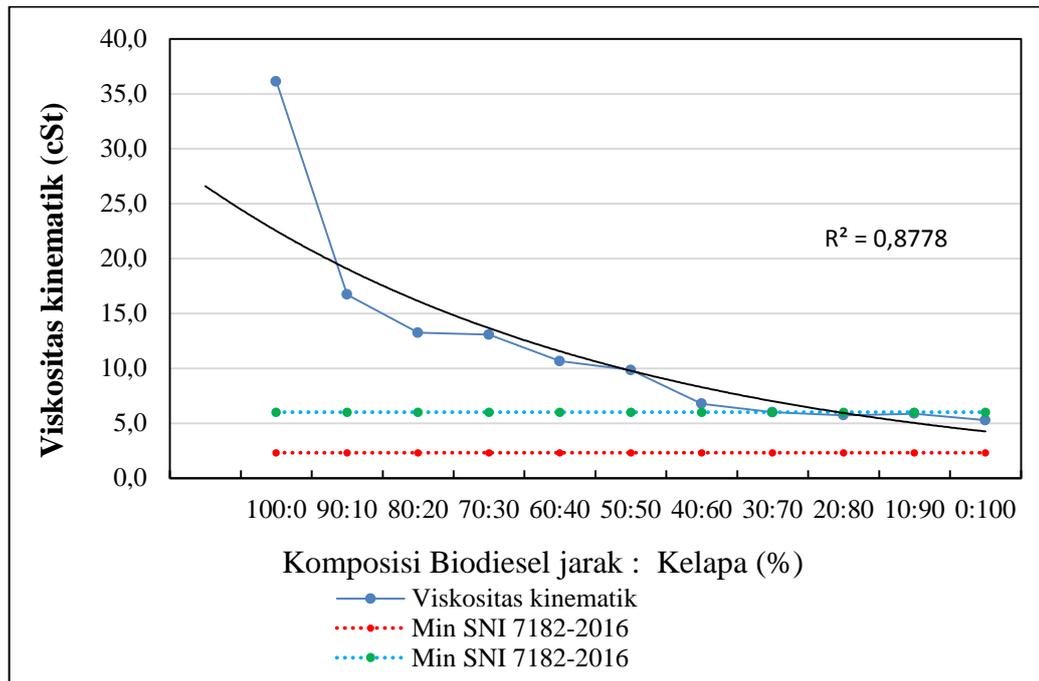
$$1 \text{ mPa.s} = 1 \text{ cP}$$

$$v = \frac{15,1 \text{ (mPa.s)}}{900,52 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,167 \times 1000 = 16,7 \text{ cSt} \dots\dots\dots(4.2)$$

Viskositas kinematik yang diperoleh dari biodiesel campuran minyak Jarak dan minyak Kelapa pada komposisi 90:10(%) adalah 16,7 cSt.

Tabel 4. 7 Hasil pengujian viskositas terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

No	Nama Sampel	Viskositas Dinamik Data (Mpa.S)	Viskositas Kinematik (Cst)	SNI 7182-2015	ASTMD 6751
1	BJ	33,0	36,1	2,3 – 6,0	1,9 – 6,0
2	BJK 91	15,1	16,7		
3	BJK 82	11,9	13,2		
4	BJK 73	11,6	13,1		
5	BJK 64	9,4	10,7		
6	BJK 55	8,7	9,8		
7	BJK 46	5,9	6,8		
8	BJK 37	5,2	6,0		
9	BJK 28	4,9	5,7		
10	BJK 19	5,0	5,9		
11	BK	4,5	5,3		



Gambar 4. 2 Grafik pengujian viskositas terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

Viskositas sangat erat kaitannya dengan laju aliran suatu fluida. Makin kental suatu cairan, makin besar gaya yang dibutuhkan untuk membuatnya mengalir pada kecepatan tertentu. Biodiesel campuran yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki viskositas kinematik yang beragam yaitu kisaran 5,3 cSt – 43,4 cSt yang berarti hanya ada beberapa variasi campuran yang memenuhi standar SNI 7182-2015, yaitu pada komposisi campuran BJK 19, BJK 28, dan BJK 37, sisanya tidak memenuhi standar SNI 7182-2015. Sementara untuk standar yang dikeluarkan oleh Pertamina pada bahan bakar solar/biosolar nilai viskositas (40°C) adalah (2,0 cSt – 4,5 cSt). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Indrayati nilai densitasnya lebih baik karena semua variasi telah memenuhi standar SNI 7181-2015 yaitu pada kisaran 2,8 – 5,7 cSt.

Hasil pengujian viskositas biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa menunjukkan tren grafik yang menurun, semakin tinggi komposisi minyak kelapa maka semakin rendah viskositas yang dihasilkan. Pada komposisi biodiesel jarak 100% awalnya memiliki nilai viskositas sebesar 43,4 cSt, setelah

ditambahkan campuran minyak kelapa viskositas yang dihasilkan mengalami penurunan, menjadi 16,7 cSt pada komposisi BJK 91.

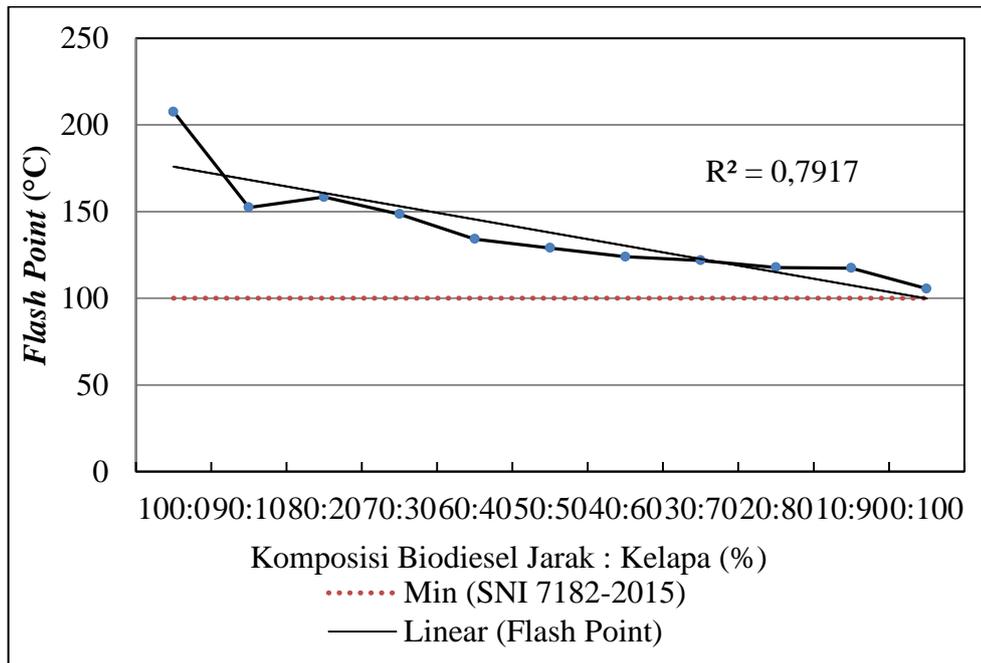
Viskositas kinematik berhubungan dengan komposisi asam lemak bahan baku, jumlah ikatan rangkap, dan kemurnian produk akhir. Viskositas kinematik berbanding lurus dengan panjang rantai karbon dan berbanding terbalik dengan jumlah ikatan rangkap. Semakin panjang rantai karbon asam lemak dan alkohol maka viskositas semakin besar. Sebaliknya viskositas semakin tinggi jika minyak semakin jenuh (Tazora, 2011).

4.6 *Flash Point* Biodiesel Campuran Minyak Jarak Minyak Kelapa

Flash point atau titik nyala merupakan suhu terendah dimana minyak (uap minyak) dan produknya dalam campuran dengan udara akan menyala apabila terkena percikan api. Hasil pengujian *flash point* pada biodiesel campuran dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.3.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian *flash point* terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

No	Nama Sampel	Uji Flash Point (°C)	SNI 7182 – 2015	ASTM D6751
1	BJ	207,60	>100	>93
2	BJK 91	152,40		
3	BJK 82	158,40		
4	BJK 73	148,50		
5	BJK 64	134,20		
6	BJK 55	129,00		
7	BJK 46	123,95		
8	BJK 37	121,80		
9	BJK 28	117,75		
10	BJK 19	117,45		
11	BK	105,55		



Gambar 4. 3 Hasil pengujian *flash point* terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

Berdasarkan hasil pengujian *flash point* yang telah dilakukan menunjukkan tren grafik yang menurun, semakin banyak komposisi minyak kelapa pada setiap sampel maka berbanding lurus dengan penurunan titik nyalanya. Dari 11 sampel yang telah di uji semuanya memenuhi standar baik itu SNI 7182-2015 (>100°C).

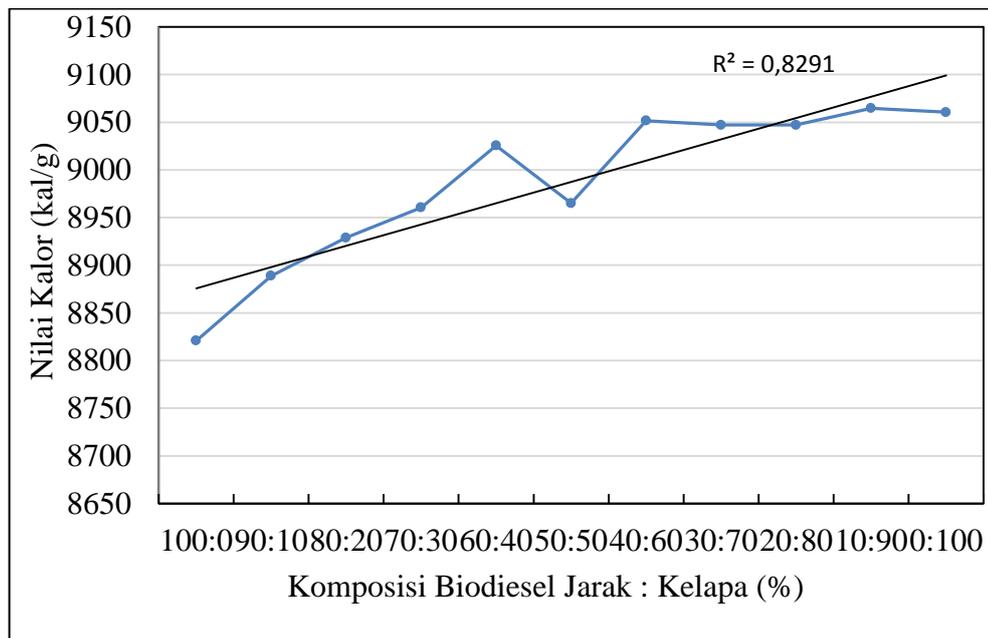
Flash point biodiesel Jarak terus mengalami penurunan seiring dengan peningkatan komposisi campuran minyak Kelapa, hal ini berarti minyak Kelapa secara nyata mengubah karakteristik dari biodiesel dengan menurunkan titik nyalanya. Titik nyala sangat erat kaitannya dengan keamanan dan keselamatan terutama dalam penggunaan dan penyimpanan bahan bakar. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar (Setiawati, 2012).

4.7 Nilai Kalor Biodiesel Campuran Minyak Jarak Minyak Kelapa

Definisi nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Hasil pengujian nilai kalor dari campuran biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.9 dan gambar 4.4.

Tabel 4.9 Hasil pengujian nilai kalor terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (kal/g)
1	BJ	8820,82
2	BJK 91	8888,89
3	BJK 82	8928,78
4	BJK 73	8960,54
5	BJK 64	9025,51
6	BJK 55	8965,08
7	BJK 46	9051,54
8	BJK 37	9047,00
9	BJK 28	9047,00
10	BJK 19	9064,68
11	BK	9060,50



Gambar 4. 4 Grafik pengujian nilai kalor terhadap variasi komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kelapa

Nilai kalor yang dihasilkan pada penelitian ini cenderung mengalami peningkatan dengan seiring bertambahnya komposisi minyak kelapa. Biodiesel jarak awalnya memiliki nilai kalor 8820,82 kal/g, setelah mengalami pencampuran dengan minyak kelapa nilai kalor nya mengalami kenaikan setiap variasianya, namun pada variasi 50:50 nilai kalor nya mengalami penurunan yaitu 8965,08 kal/g.

Perbedaan dan rendahnya nilai kalor ini dikarenakan adanya perbedaan molekul pembentuk senyawa minyak nabati seperti asam palmitat, asam stearat dan asam oleat. Semakin banyak kandungan asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbonnya (C=C) pada biodiesel, maka akan mengurangi nilai kalor dari biodiesel (Hanif, 2012).

Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dilepaskan pada setiap satuan berat bahan bakar apabila terbakar sempurna (dalam satuan kal/g). Sehingga semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka energi yang diepaskan per-satuan berat bahan bakar semakin tinggi (Irvansyah, 2014).