

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Bahan Baku Minyak

##### 4.1.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jarak dan minyak sawit. Minyak jarak dan minyak sawit tersebut memiliki karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor yang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku Biodiesel

Karateristik	Minyak Jarak	Minyak Sawit
Densitas (40°C) $\text{kg/m}^3$	937,743	862,653
Viskositas (40°C)cSt	193,549	46,6
Flash point (°C)	311,666	305,333
Nilai Kalor (Cal/g)	8896,47	9410,45

Tabel 4.1 menunjukkan karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point* minyak sawit lebih rendah dari pada minyak jarak. Dimana minyak sawit akan digunakan sebagai bahan campuran dari minyak jarak, yang dimana mampu memberikan perubahan pada karakteristik biodiesel campuran.

##### 4.1.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh Dan Tak Jenuh

Asam lemak jenuh yaitu asam lemak yang dimana terdapat ikatan atom karbon pada rantai karbonnya yang berupa ikan tunggal (jenuh). Sedangkan pada asam lemak tak jenuh adalah asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang terdapat dalam minyak sawit dan minyak jarak dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Jarak

No	Asam Lemak	Karakteristik (% Ralatif)
1	Methyl Butyrate	36,08
2	Methyl Palmitate	6,1
3	Cis-9-Oleic Methyl Ester	18,83
4	Linolelaidic Acid Methyl Ester	0,99
5	Methyl Linolcate	26,8
6	Methyl Cis-11-eicocenoate	2,62
7	Methyl Linolenate	1,42
8	Methyl Octadecanoate	6,68
9	Cis-4-10-13-19-docosahexacnoate	0,49

Tabel 4.3 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Sawit

No	Asam Lemak	Karakteristik (% Ralatif)
1	Methyl Butyrate	1,12
2	Methyl Palmitate	35,27
3	Cis-9-Oleic Methyl Ester	43,82
4	Methyl Linolcate	12,51
5	Methyl Cis-11-eicocenoate	0,41
6	Methyl Linolenate	0,26
7	Methyl Octadecanoate	3,84

Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 di atas menunjukkan bahwa asam lemak yang terkandung pada minyak jarak *methyl butyrate* sebesar 36.08%, *cis-9-oleic methyl ester* sebesar 18.83 dan *methyl linoleate* sebesar 26.80%. Sedangkan kandungan asam lemak pada minyak kelapa sawit *methyl linolenate* sebesar 0,26%, *methyl butyrate* sebesar 1,12%, *methyl palmitate* sebesar 35,27%, dan *cis-9oleic methyl ester* sebesar 43,82%.

## 4.2 Karakteristik Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel minyak sawit yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Karakteristik Biodiesel Jarak dan Biodiesel Minyak Sawit.

Karakteristik	Minyak Jarak	Minyak Sawit
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	874,98	841,77
Viskositas (40°C)cSt	12,6	3,3
<i>Flash point</i> (°C)	202,6	179
Nilai Kalor (Cal/g)	8685,5	9197,53

Tabel 4.4 menunjukkan perbandingan karakteristik antara biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit. Karakteristik biodiesel pada viskositas kinematik sebesar 12,6 cSt belum memenuhi SNI 7182-2015 yakni antara 2,3-6,0 cSt, selanjutnya untuk densitas biodiesel minyak jarak dengan nilai sebesar 874,98 kg/m<sup>3</sup> sudah memenuhi nilai standar SNI7182-2015 yakni antara 850-890 kg/m<sup>3</sup>, pada *flash point* biodiesel jarak sebesar 202,6 °C memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 yaitu harus di atas 100 °C. Sedangkan karekteristik untuk biodiesel minyak sawit pada viskositas kinematik sebesar 3,3 cSt sudah memenuhi standar SNI 7182-2015, berikutnya untuk densitas sebesar 841,77 belum memenuhi nilai standar SNI 7182-2015 dan *flash point* sebesar 179 sudah memenuhi nilai standar SNI 7182-2015.

## 4.3 Karakteristik Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

### 4.3.1 Densitas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Densitas merupakan pengukuran massa setiap volume benda. Dimana semakin tinggi massa jenis suatu benda maka semakin besar massa setiap volumenya. Hasil pengujian yang dilakukan pada densitas terhadap variasi komposisi biodiesel campuran dapat dilihat pada Tabel 4.5, dan Gambar 4.1.

Campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit pada komposisi 50:50 (%) yang dimana memiliki massa = 42,963 g dan volume = 50 ml.

Dengan menggunakan persamaan 2.1 maka diperoleh perhitungan sebagai berikut

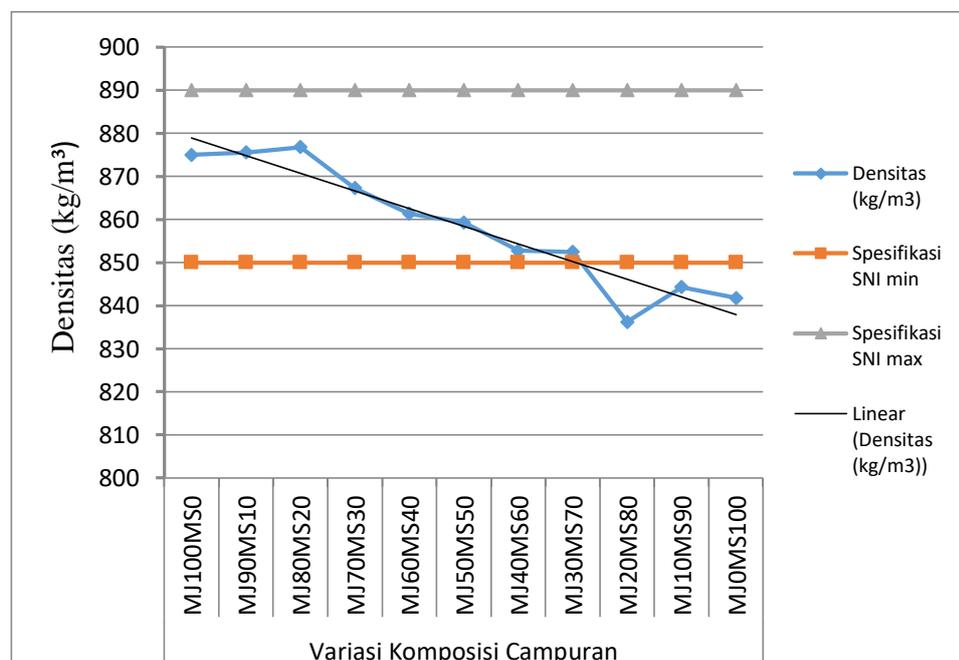
:

$$p = \frac{42,963(g)}{50 (ml)} = 0,85927 g/ml = 859,27 kg/m^3 \dots\dots\dots(4.1)$$

Densitas yang dihasilkan dari campuran biodiesel minyak jarak dan minyak sawit pada komposisi 50:50 (%) yaitu  $859,27 kg/m^3$ .

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Densitas Terhadap Komposisi Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

No	Nama Sampel	Densitas ( $kg/m^3$ )	Min SNI 7182-2015 ( $kg/m^3$ )	Max SNI 7182-2015 ( $kg/m^3$ )
1	BJ	874,98	850	890
2	BJBS 91	875,52	850	890
3	BJBS 82	876,75	850	890
4	BJBS 73	867,24	850	890
5	BJBS 64	861,36	850	890
6	BJBS 55	859,27	850	890
7	BJBS 46	852,74	850	890
8	BJBS 37	852,46	850	890
9	BJBS 28	836,20	850	890
10	BJBS 19	844,32	850	890
11	BS	841,77	850	890



Gambar 4.1 Densitas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit.

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan densitas pada setiap variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit dan pada grafik 4.1 dapat dilihat bahwa densitas campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit mengalami penurunan yang berbanding lurus dengan penurunan komposisi campuran biodiesel minyak jarak, semakin sedikit biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit maka densitasnya semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Mahmud dkk, (2010) besarnya kuantitas biodiesel minyak jarak maka semakin tinggi nilai densitas pada komposisi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit. Bahan baku biodiesel minyak sawit memiliki massa jenis yang lebih rendah ( $841,77 \text{ kg/m}^3$ ) dari pada biodiesel minyak jarak ( $874,98 \text{ kg/m}^3$ ).

Standar SNI 7182-2015 untuk densitas biodiesel adalah  $850 \text{ kg/m}^3 - 890 \text{ kg/m}^3$ , terdapat beberapa variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit yang memenuhi standar SNI yaitu variasi BJ/BS 91 ( $875,52 \text{ kg/m}^3$ ), BJ/BS 82 ( $876,75 \text{ kg/m}^3$ ), BJ/BS 73 ( $867,24 \text{ kg/m}^3$ ), BJ/BS 64 ( $861,36 \text{ kg/m}^3$ ), BJ/BS 55 ( $859,27 \text{ kg/m}^3$ ), BJ/BS 46 ( $852,74 \text{ kg/m}^3$ ), BJ/BS 37 ( $852,46 \text{ kg/m}^3$ ), sedangkan pada variasi campuran BJ/BS 28 ( $836,20 \text{ kg/m}^3$ ), BJ/BS 19 ( $844,32 \text{ kg/m}^3$ ) belum memenuhi standar SNI 7182-2015 karena nilai densitasnya masih berada diluar batas minimum standar tersebut.

#### **4.3.2 Viskositas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit**

Viskositas merupakan parameter yang sangat penting dalam biodiesel, dimana viskositas sangat mempengaruhi proses dalam pembakaran pada biodiesel. pada saat penelitian diperoleh visikositat kinematik yang bisa dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.2.

Biodiesel campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit dengan komposisi 50:50 (%) yang memiliki hasil visikositat dinamik sebesar  $5 \text{ mPa.s}$  dan densitas sebesar  $859,272 \text{ kg/m}^3$ , sehingga menghasilkan perhitungan dari persamaan 2.2 sebagai berikut :

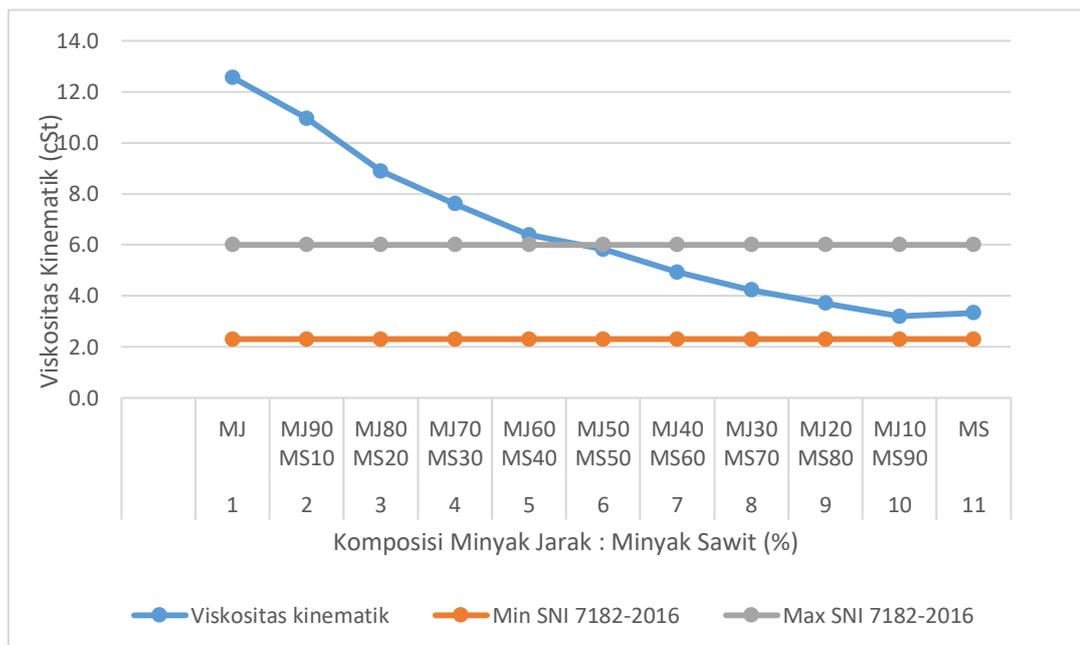
$$1 \text{ mPa. s} = 1 \text{ cp}$$

$$v = \frac{5 \text{ (Mpa.s)}}{859,272} = 0,005818 \times 1000 = 5,8 \text{ cSt}$$

Viskositas kinematik yang dihasilkan dari campuran biodiesel minyak jarak dan minyak sawit dengan komposisi 50:50 (%) adalah 5,8 cSt.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Viskositas Terhadap Komposisi Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit.

No	Nama sampel	Viskositas kinematik (cSt)	Min SNI 7182-2016 (cSt)	Max SNI 7182-2016 (cSt)
1	100:0	12,6	2,3	6
2	90:10	11,0	2,3	6
3	80:20	8,9	2,3	6
4	70:30	7,6	2,3	6
5	60:40	6,4	2,3	6
6	50:50	5,8	2,3	6
7	40:60	4,9	2,3	6
8	30:70	4,2	2,3	6
9	20:80	3,7	2,3	6
10	10:90	3,2	2,3	6
11	0:100	3,3	2,3	6



Gambar 4.2 Viskositas Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Sawit.

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan viskositas pada setiap campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit dan grafik 4.2 dapat dilihat bahwa viskositas campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit mengalami penurunan yang berbanding lurus dengan penurunan komposisi campuran biodiesel minyak jarak, semakin sedikit biodiesel minyak jarak dalam campuran biodiesel biodiesel minyak sawit maka viskositas semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Mahmud dkk, (2010) besarnya kuantitas biodiesel minyak jarak maka semakin tinggi nilai viskositas pada komposisi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit. Biodiesel minyak sawit memiliki kekentalan yang lebih rendah (3,3 cSt) dibandingkan biodiesel minyak jarak (12,6 cSt).

Standar SNI 7182-2015 untuk viskositas biodiesel sebesar 2,3 – 6,0 cSt, variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit yang memenuhi standar tersebut yaitu pada variasi BJBS 50:50 (5,8 cSt), sedangkan variasi campuran yang lain masih belum memenuhi standar SNI karena nilai viskositasnya masih diluar batas maksimal standar SNI. Viskositas kinematik didapatkan secara signifikan yang diperoleh dari struktur pembentukan minyak seperti panjang rantai, posisi, jumlah serta ikatan rangkapnya (Martinez 2014). Viskositas kinematik sangat berbanding lurus terhadap panjang rantai karbon dan sangat berbanding terbalik dengan hasil jumlah ikatan rangkapnya. Dimana semakin panjang rantai karbon asam lemak dan alkohol maka viskositas yang dihasilkan semakin besar. Dan sebaliknya jika viskositas semakin tinggi maka minyak yang dihasilkan semakin jenuh (Tazora 2011).

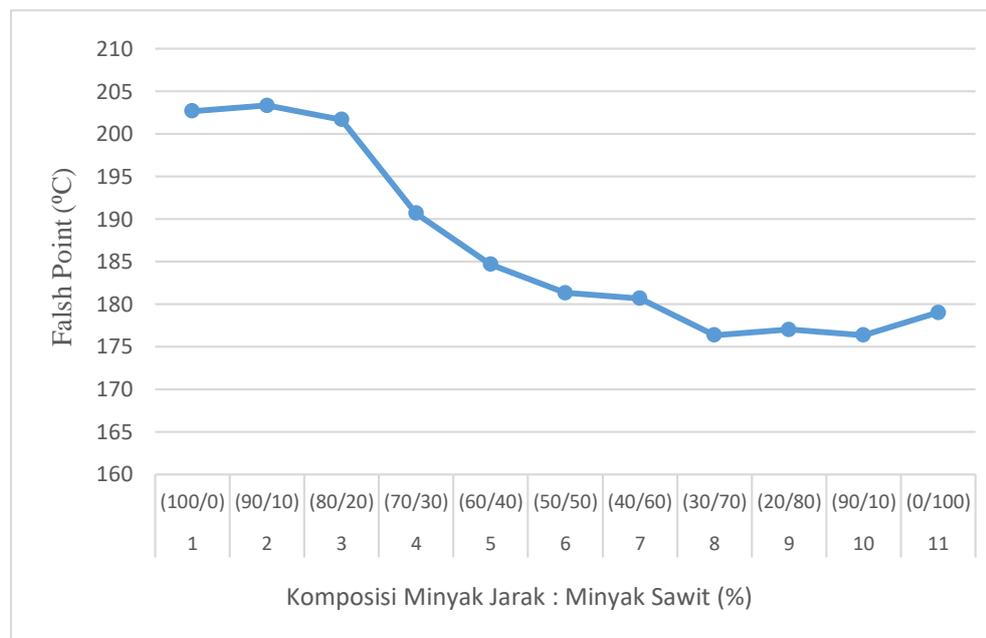
#### **4.3.4 *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Sawit**

*Flash Point* atau titik nyala merupakan suhu terendah dimana minyak (uap minyak) dan produknya dalam campuran dengan udara akan nyala apabila terkena percikan api (Azka 2017). *Flash Point* menjadi salah satu parameter penting karena menjadi ukuran seberapa mudah biodiesel dapat terbakar pada suhu tertentu.

Setiap bahan variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit memiliki nilai *flash point* yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 4.7. Grafik perbandingan nilai *flash point* campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Tabel 4.7 *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Sawit

No	Nama Sampel	Uji Flash Point	
		Temperature (°C)	SNI 7182-2015 (°C)
		Pengujian rata-rata	
1	BJ	202,66	100
2	BJBS 91	203,33	100
3	BJBS 82	201,66	100
4	BJBS 73	190,66	100
5	BJBS 64	184,66	100
6	BJBS 55	181,33	100
7	BJBS 46	180,66	100
8	BJBS 37	176,33	100
9	BJBS 28	177	100
10	BJBS 19	176,33	100
11	BS	179	100



Gambar 4.3 *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Sawit

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa adanya perbedaan *flash point* setiap variasi campuran pada biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit pada grafik 4.3 dapat dilihat *flash point* campuran pada biodiesel minyak jarak dan minyak sawit mengalami penurunan yang sangat berbanding lurus dengan hasil penurunan komposisi campuran biodiesel minyak jarak, dimana semakin sedikit biodiesel minyak jarak pada campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit maka temperaturnya akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Mahmud dkk, (2010) besarnya kuantitas biodiesel minyak jarak maka semakin tinggi nilai *flash point* pada komposisi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit. Biodiesel minyak sawit memiliki nilai *flash point* lebih rendah (179 °C) dibandingkan dengan biodiesel minyak jarak (202,66 °C),

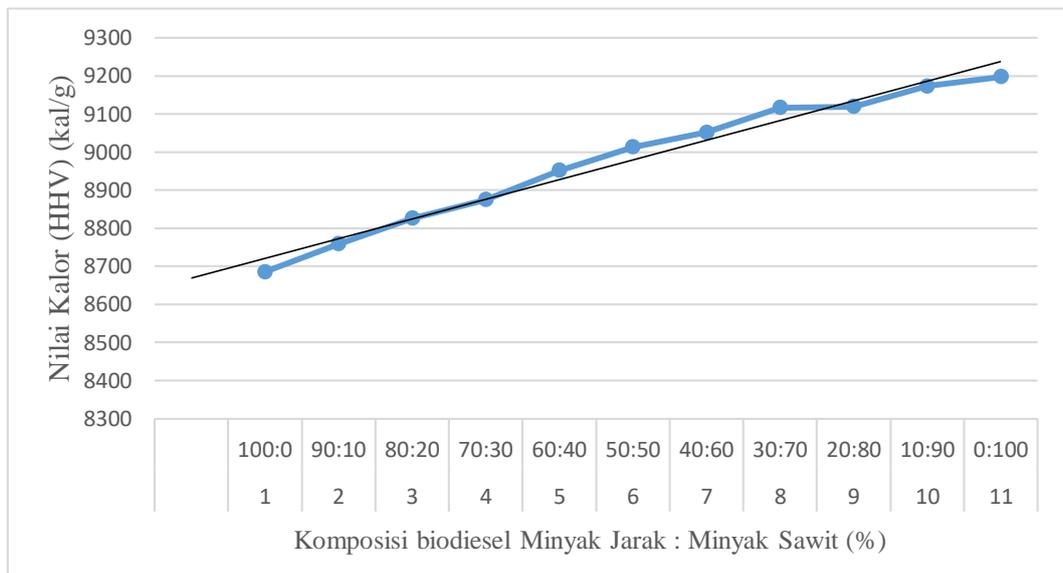
Temperatur minimal pada *flash point* biodiesel menurut SNI 7182-2015 adalah diatas 100 °C, dimana semua variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit telah memenuhi standar *flash point* tersebut karena keseluruhan variasi campuran ini memiliki nilai *flash point* diatas 100 °C. Yang menyebabkan terjadinya penurunan temperatur pada *flash point* seiring dengan peningkatan pada komposisi campuran minyak sawit, berarti biodiesel minyak sawit tersebut dapat mengubah karakteristik dari hasil campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit secara nyata serta menurunkan titik nyalanya.

#### **4.3.5 Nilai Kalor (HHV) Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Biodiesel Minyak Sawit**

Nilai kalor (HHV) merupakan jumlah hasil energi yang dilepaskan bahan bakarnya pada saat oksidasi unsur-unsur kimia yang terdapat dalam biodiesel. Hasil pengujian yang dilakukan pada nilai kalor dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak sawit dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.8 Hasil Dari Pengujian Nilai Kalor (HHV) Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (kal/g)
1	100:0	8685.49
2	90:10	8758.52
3	80:20	8825.73
4	70:30	8874.53
5	60:40	8951.53
6	50:50	9013.33
7	40:60	9051.7
8	30:70	9116.78
9	20:80	9119.65
10	10:90	9173.04
11	0:100	9197.53



Gambar 4.4 Pengujian Nilai Kalor (HHV) Terhadap Variasi Komposisi Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai kalor pada setiap variasi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit mengalami kenaikan yang berbanding lurus dengan kenaikan komposisi campuran biodiesel minyak sawit, semakin sedikit biodiesel minyak jarak dalam campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit maka nilai kalornya semakin tinggi.

Dibanding penelitian Mahmud dkk, (2010) nilai kalor belum dilakukan pengujian sehingga pada penelitian ini dilakukan pengujian nilai kalor dengan hasil nilai kalor Biodiesel minyak sawit memiliki nilai kalor yang lebih tinggi (9197.53 kal/g) dibanding biodiesel minyak jarak (8685.49 kal/g), hal ini yang menyebabkan nilai kalor campuran biodiesel semakin tinggi jika campuran biodiesel minyak sawit semakin banyak.

Perbedaan dari nilai kalor (HHV) tersebut disebabkan oleh terdapatnya perbedaan antara molekul dari pembentuk senyawa minyak nabati seperti asam palminat, asam linoleat, dan asam oleat. Dimana semakin banyak terdapat kandungan asam lemak yang terdapat ikatan rangkap pada rantai karbonnya ( $C=C$ ) pada biodiesel, maka sangat mengurangi hasil nilai kalor dari biodiesel tersebut (Hanif 2012). Nilai kalor dapat juga dipengaruhi oleh densitas yang terdapat dari biodiesel kalornya, dan sebaliknya juga yang dimana semakin rendah suatu densitas minyak maka akan semakin tinggi hasil nilai kalornya (Kholidah 2014).

