

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kelapa sawit dan minyak nyamplung. Karakteristik yang diuji pada kedua minyak tersebut yaitu densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor. Karakteristik bahan baku minyak dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak

<i>Properties</i>	Minyak Sawit	Minyak Nyamplung
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	889,302	915,13
Viskositas (40°C) cSt	30,586	49,224
<i>Flash Point</i> (°C)	189	264
Nilai Kalor (Kal/g)	93,795,791	90,547,663

Tabel 4.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

Asam Lemak	Minyak Kelapa Sawit	Minyak Nyamplung
Methyl Butyrate	1,21	6,24
Methyl Palmitate	35,27	11,67
Methyl Octadecanoate	3,84	14,3
Cis-9-Oleic Methyl Ester	43,82	36,59
Methyl Linoleate	12,51	16,3
gamma-Linolenic acid methyl ester	0,33	1,99
M Cis-5,8,11,14-Eicosatetraenoic	0,4	10,12
Linolelaidic Acid Methyl Ester	<0,1	0,52
Methyl Lenolenate	0,26	2,27

Tabel 4.3 Kandungan Asam Lemak Bebas

<i>Properties</i>	<b>Asam Lemak Bebas</b>	<b>Satuan</b>	<b>Metode</b>
Minyak Sawit	0,06	% b/v	Volumetri
Minyak Nyamplung	3,00	% b/v	Volumetri

Pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa didalam minyak sawit maupun minyak nyamplung memiliki asam lemak jenuh dan tak jenuh yang memiliki nilai berbeda – beda. Sedangkan pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak sawit memiliki kadar 0,06% (b/v) sedangkan bahan baku minyak nyamplung memiliki kandungan asam lemak bebas 3,00% (b/v). Tingginya asam lemak pada minyak nyamplung berkurangnya efisiensi kerja dan akan menimbulkan sabun pada saat proses transesterifikasi (Devita, 2015). Oleh karena itu minyak nyamplung yang telah dicampur dengan minyak sawit harus dilakukan proses *degumming* dan esterifikasi sebelum dijadikan biodiesel. *Degumming* digunakan untuk memurnikan campuran minyak sedangkan esterifikasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebasnya.

#### 4.2 Karakteristik Biodiesel Sawit dan Biodiesel Nyamplung

Hasil yang diperoleh dari penelitian dan pengujian biodiesel sawit maupun biodiesel nyamplung dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Karakteristik Biodiesel Sawit dan Biodiesel Nyamplung

<i>Properties</i>	<b>Biodiesel Sawit</b>	<b>Biodiesel Nyamplung</b>
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	857,883	909,841
Viskositas (40°C) cSt	5,362	30,115
<i>Flash Point</i> (°C)	176	223,7
Nilai Kalor (Kal/g)	9552,6568	9217,3144

Tabel 4.4 menunjukkan nilai karakteristik biodiesel sawit dan biodiesel nyamplung memiliki nilai yang berbeda. Nilai densitas biodiesel sawit telah

memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu sebesar 857,883 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan biodiesel nyamplung belum memenuhi standar SNI 7182-2015 karena densitas yang tinggi yaitu sebesar 909,841 kg/m<sup>3</sup>. Nilai viskositas dan *flash point* biodiesel sawit telah memenuhi standar SNI 7182-2015 dan untuk biodiesel nyamplung nilai viskositasnya belum memenuhi standar SNI 7182-2015 yakni berkisar 2,3 – 6,0 (cSt). Sedangkan untuk nilai *flash point* dan nilai kalor telah memenuhi standar SNI 7182-2015.

#### 4.3 Densitas Biodiesel Campuran

Densitas merupakan perbandingan antara massa minyak dibanding volume minyak. Jika massa jenis suatu minyak lebih tinggi maka semakin besar massa pada setiap volumenya. Dalam SI densitas dinyatakan dalam satuan (kg/m<sup>3</sup>). Nilai densitas dapat ditulis dengan persamaan massa jenis yaitu :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(4.1)$$

$\rho$  = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)

m = massa (kg)

v = volume (m<sup>3</sup>)

Berdasarkan pengukuran massa dan volume biodiesel yang telah dilakukan, maka diperoleh data untuk biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan variasi komposisi MS70MN30 memiliki masa sebesar 43,770 g dan memiliki volume 50 ml. Dengan data tersebut maka densitas dapat dihitung dengan persamaan massa jenis :

$$\rho = \frac{43,770 \text{ (g)}}{50 \text{ (ml)}} = 0,875401 \text{ (g/ml)} = 875,401 \text{ kg/m}^3$$

Nilai karakteristik densitas biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan variasi komposisi MS70MN30 adalah 857,401 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian densitas dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Densitas Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

No	Nama Sampel	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	SNI 7182-2015
1	MS100MN0	857,883	850-890
2	MS90MN10	861,004	
3	MJS80MN20	867,349	
4	MS70MN30	875,401	
5	MS60MN40	893,594	
6	MS50MN50	895,791	
7	MS40MN60	897,503	
8	MS30MN70	900,717	
9	MS20MN80	905,271	
10	MS10MN90	904,463	
11	MS0MN100	909,841	

Keterangan :

MS100MN0 : Minyak Sawit 100% Minyak Nyamplung 0%

MS90MN10 : Minyak Sawit 90% Minyak Nyamplung 10%

MS80MN20 : Minyak Sawit 80% Minyak Nyamplung 20%

MS70MN30 : Minyak Sawit 70% Minyak Nyamplung 30%

MS60MN40 : Minyak Sawit 60% Minyak Nyamplung 40%

MS50MN50 : Minyak Sawit 50% Minyak Nyamplung 50%

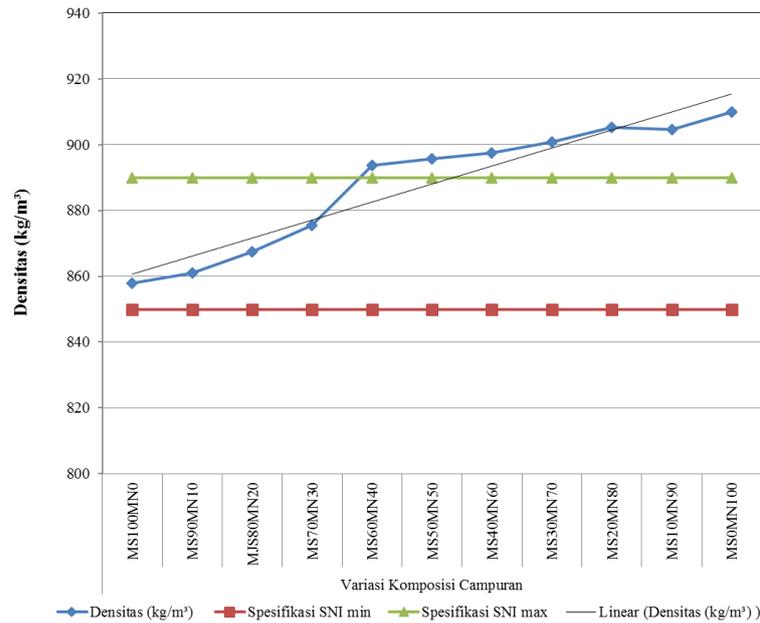
MS40MN60 : Minyak Sawit 40% Minyak Nyamplung 60%

MS30MN70 : Minyak Sawit 30% Minyak Nyamplung 70%

MS20MN80 : Minyak Sawit 20% Minyak Nyamplung 80%

MS10MN90 : Minyak Sawit 10% Minyak Nyamplung 90%

MS0MN100 : Minyak Sawit 0% Minyak Nyamplung 100%



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Densitas Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa setiap minyak dengan komposisi tertentu memiliki nilai densitas yang berbeda – beda. Dapat dilihat bahwa nilai densitas yang memiliki penambahan minyak nyamplung lebih banyak mengakibatkan naiknya nilai densitas. Sedangkan semakin banyak komposisi sawit didalam biodiesel menyebabkan penurunan densitas dari biodiesel. Hal ini selaras dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Khaidir, 2015) densitas biodiesel dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan dan berat molekul rata – rata asam lemak penyusunnya, karena asam lemak merupakan komponen penyusun terbesar dalam minyak dan lemak. Berat jenis minyak atau lemak akan naik sebanding dengan naiknya berat molekul asam -asam lemak penyusunnya dan berbanding terbalik dengan kenaikan derajat ketidakjenuhan asam-asam lemak penyusunnya. Minyak nyamplung memiliki asam lemak bebas yang tinggi daripada minyak sawit.

Nilai karakteristik densitas biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai yang berbeda – beda yaitu 857,883 - 909,841 (kg/m<sup>3</sup>). Variasi komposisi campuran minyak yang memenuhi standar SNI yaitu pada komposisi MS100MN0, MS90MN10, MS80MN20 dan MS70MN30. Sedangkan pada

komposisi MS60MN0, MS50MN50, MS40MN60, MS30MN70, MS20MN80, MS10MN90, MS0MN100 tidak memenuhi standar SNI.

#### 4.4 Viskositas Biodiesel Campuran

Viskositas adalah ukuran hambatan cairan untuk mengalir secara gravitasi, untuk aliran gravitasi di bawah tekanan hidrostatis, tekanan cairan sebanding dengan kerapatan cairan (Mahfud dkk, 2012). Nilai viskositas kinematik dapat diperoleh menggunakan persamaan :

$$V = \frac{\mu}{\rho} \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan :

$V$  = viskositas kinematik (cSt)                       $\mu$  = viskositas dinamik (mPa.s)  
 $\rho$  = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)

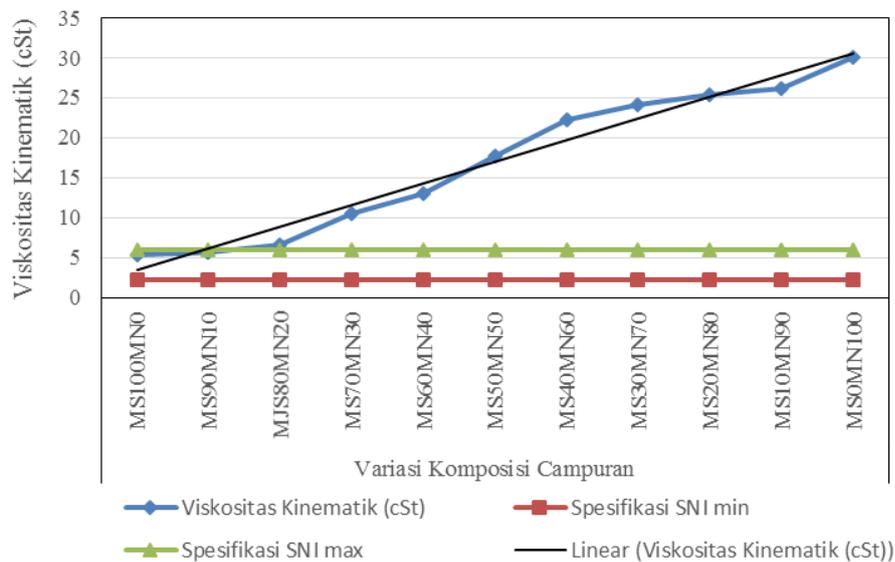
Biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan komposisi MS70MN30 memiliki viskositas dinamik sebesar 9,267 mPa.s dan memiliki densitas sebesar 875,401 kg/m<sup>3</sup>. Sehingga dapat dihitung :

$$V = \frac{9,267 \text{ (mPa.s)}}{875,401 \text{ (}\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{)}} = 0,0105856 \times 1000 = 10,586 \text{ cSt}$$

Nilai karakteristik viskositas kinematik biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan variasi komposisi MS70MN30 didapatkan sebesar 10,586 cSt. Hasil pengujian viskositas kinematik dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	SNI 7182-2015
1	MS100MN0	5,362	2,3-6
2	MS90MN10	5,730	
3	MJS80MN20	6,610	
4	MS70MN30	10,586	
5	MS60MN40	13,056	
6	MS50MN50	17,712	
7	MS40MN60	22,210	
8	MS30MN70	24,129	
9	MS20MN80	25,333	
10	MS10MN90	26,093	
11	MS0MN100	30,115	



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa setiap campuran minyak dengan komposisi yang berbeda – beda juga memiliki viskositas kinematik yang beragam. Nilai karakteristik biodiesel campuran yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu

mulai dari 5,362 - 30,11 (cSt). Dapat dilihat viskositas kinematik yang tertinggi diperoleh dari biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan variasi komposisi MS0MN100. Penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Wahyuni dkk, 2015) menyatakan bahwa ketika nilai densitas tinggi maka nilai viskositas juga tinggi.

Tingginya nilai densitas akan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Sedangkan tingginya viskositas akan mempengaruhi kecepatan aliran bahan bakar melalui injektor yang dapat mempengaruhi proses atomisasi bahan bakar yang ada di ruang bakar sehingga terjadinya penurunan daya mesin (Xue dkk, 2011). Pada penelitian ini viskositas kinematik yang memenuhi standar SNI yaitu pada biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan variasi komposisi MS0MN100, MS10MN90. Selain kedua variasi tersebut tidak memenuhi standar SNI.

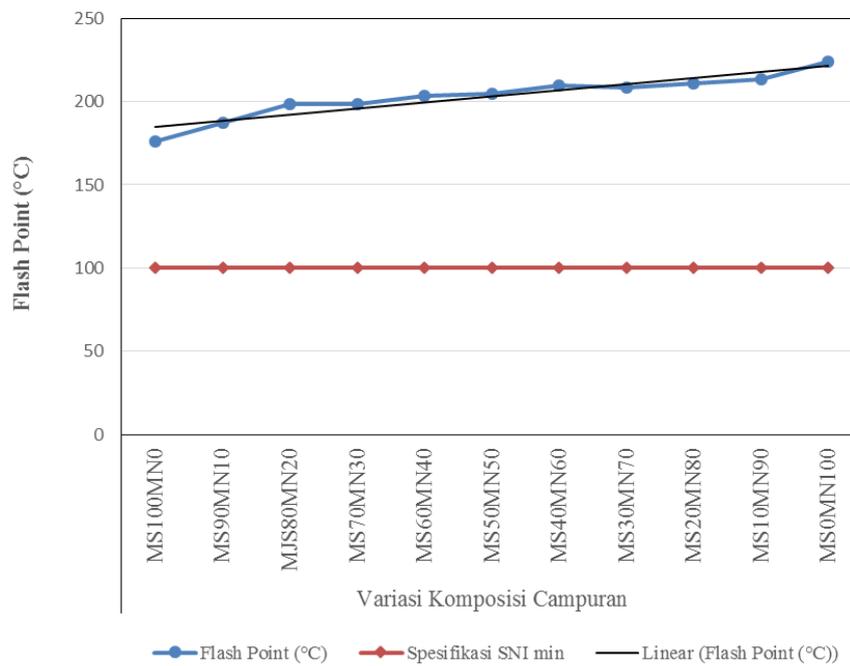
Seiring dengan penambahan minyak nyamplung pada komposisi biodiesel campuran mengakibatkan viskositas kinematik semakin naik. Sedangkan campuran minyak yang memiliki komposisi sawit yang lebih banyak memiliki viskositas kinematik yang lebih rendah. Hal tersebut dipengaruhi oleh minyak nyamplung yang memiliki kandungan getah, resin, protein fosfasida maupun zat pengotor tidak terpisah secara maksimal ketika proses pemurnian.

#### 4.5 Flash Point *Biodiesel Campuran*

Titik nyala merupakan suhu terendah dimana uap bahan bakar dapat terbakar karena terkontaminasi oleh udara dan percikan api (Kinast dan Tyson, 2003). Berdasarkan standar SNI 7182-2015 biodiesel harusnya memiliki titik nyala ( $>100^{\circ}\text{C}$ ). Hasil dari pengujian titik nyala dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini :

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Titik Nyala Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

No	Nama Sample	Flash Point (°C)	SNI 7182-2015
1	MS100MN0	176,00	min. 100 (°C)
2	MS90MN10	187,40	
3	MJS80MN20	198,33	
4	MS70MN30	198,70	
5	MS60MN40	203,33	
6	MS50MN50	204,67	
7	MS40MN60	209,67	
8	MS30MN70	208,33	
9	MS20MN80	210,67	
10	MS10MN90	213,33	
11	MS0MN100	223,67	



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Flash Point Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

Berdasarkan gambar 4.3 hasil pengujian *flash point* di atas menunjukkan bahwa grafik semakin meningkat. Biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan penambahan minyak nyamplung yang banyak memiliki *flash point* yang tertinggi. Nilai karakteristik yang didapatkan dari pengujian *flash point* memiliki nilai yang beragam yaitu 176 – 223,7 (°C) Nilai karakteristik *flash point* dari keseluruhan sampel memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu >100 (°C).

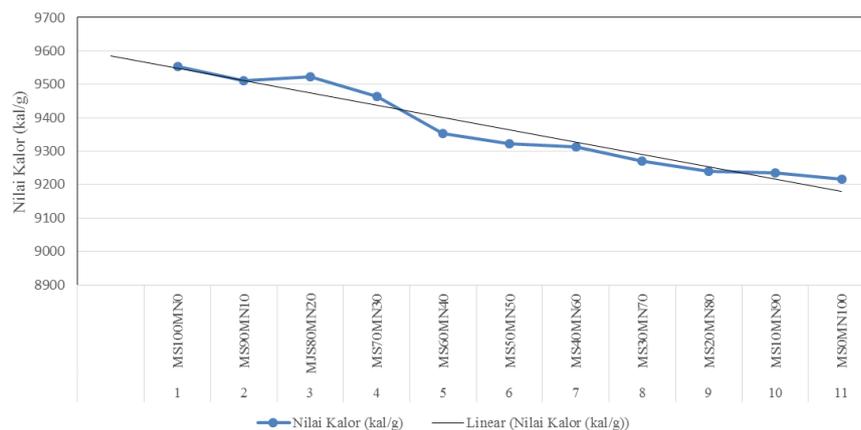
Nilai *flash point* dipengaruhi oleh jenis minyak yang digunakan karena minyak sawit memiliki nilai karakteristik *flash point* yang rendah yaitu sekitar 189°C Sedangkan minyak nyamplung memiliki nilai karakteristik *flash point* yang tinggi yaitu 264°C. Titik nyala yang terlalu tinggi mengakibatkan keterlambatan penyalaan apabila titik nyala terlampau rendah akan menyebabkan timbulnya denotasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar. Hal tersebut dapat meningkatkan resiko keselamatan saat penyimpanannya karena mudah terbakar. Semakin tinggi titik nyala suatu bahan bakar maka semakin aman penyimpanannya (Widyastuti, 2007).

#### 4.6 Nilai Kalor Biodiesel Campuran

Nilai kalor merupakan banyaknya energi yang terdapat pada suatu bahan bakar yang didapatkan ketika terjadinya proses pembakaran bahan bakar dengan oksigen/udara. Hasil dari pengujian nilai kalor dapat dilihat dari tabel 4.8 di bawah ini :

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Nilai Kalor Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (kal/g)
1	MS100MN0	9552,6568
2	MS90MN10	9510,9871
3	MJS80MN20	9523,2475
4	MS70MN30	9463,4900
5	MS60MN40	9354,0698
6	MS50MN50	9322,3959
7	MS40MN60	9312,6375
8	MS30MN70	9270,9002
9	MS20MN80	9240,4557
10	MS10MN90	9234,3117
11	MS0MN100	9217,3144



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Nilai Kalor Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa campuran minyak memiliki nilai kalor yang berbeda – beda yaitu mulai 9552,6568 - 9217,314 (Kal/g). Secara garis besar

nilai karakteristik dari nilai kalor semakin menurun seiring dengan penambahan minyak nyamplung dalam komposisi biodiesel. Dapat diketahui bahwa densitas (massa jenis) dari biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan variasi komposisi MS100MN0 memiliki densitas yang rendah namun memiliki nilai kalor yang tinggi. Sedangkan pada biodiesel campuran minyak sawit dan minyak nyamplung dengan variasi komposisi MS0MN100 memiliki densitas yang tertinggi sedangkan memiliki nilai kalor yang terendah. Penelitian ini juga selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kholidah, 2014) menyatakan bahwa nilai kalor berkaitan dengan massa jenis. Semakin besar massa jenis suatu fluida (minyak) maka semakin kecil nilai kalornya begitupula sebaliknya semakin kecil massa jenis suatu minyak maka semakin besar nilai kalornya.