

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak kelapa dan minyak nyamplung. Kedua minyak tersebut memiliki beberapa karakteristik diantaranya densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Pada tabel 4.1. Hasil pengujian karakteristik bahan baku minyak nabati.

**Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak**

No	Parameter	Nilai	
		Minyak Kelapa	Minyak Nyamplung
1	Densitas (40 °C) kg/m <sup>3</sup>	890,690	915,298
2	Viskositas (40 °C) cSt	20,6	45,4
3	<i>Flash Point</i> ( °C)	289,5	201,9
4	Nilai Kalor (Cal/g)	8468,8623	9227,7663

**Tabel 4.2 Kandungan Asam Lemak Minyak Kelapa dan Minyak Nyamplung**

Minyak Kelapa		Minyak Nyamplung	
Asam lemak	Konsentrasi (%)	Asam lemak	Konsentrasi (%)
M Butyrate	1,94	M Butyrate	6,24
M Hexanoate	0,35	M Palmitate	11,67
M Octanoate	6,48	M Octadecanoate	14,30

Minyak Kelapa		Minyak Nyamplung	
Asam lemak	Konsentrasi (%)	Asam lemak	Konsentrasi (%)
M Decanoate	5,8	Cis-9-Oleic Methyl ester	36,59
M Laurate	47,68	Linolelaidic Acid Methyl Ester	0,52
M Tetradecanoate	18,2	M Linoleate	16,30
M Palmitate	8,99	Gamma-Linolenic acid methyl ester	1,99
M Octadecanoate	3,14	M Linolenate	2,27
Cis-9-Oleic Methyl ester	6,1	M Cis-5,8,11,14-Eicosatetraenoic	10,12

**Tabel 4.3 Kandungan Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa dan Minyak Nyamplung**

Propertis	Asam lemak bebas	Satuan	Metode
Minyak Kelapa	0,37	% b/v	Volumetri
Minyak Nyamplung	3,00	% b/v	Volumetri

Pada penelitian yang telah dilakukan tidak hanya mengetahui kandungan asam lemak yang ada pada minyak kelapa dan minyak nyamplung, tetapi juga dilakukan uji terhadap kandungan asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Pengujian asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh dilakukan di LPPT UGM, kandungan asam lemak minyak kelapa dan minyak nyamplung bisa di lihat pada tabel 4.2 di atas.

Kandungan asam lemak bebas pada minyak nabati yang digunakan harus dengan kadar asam lemak bebas (ALB) yang rendah (<1%), bila lebih, maka perlu

dilakukan pretreatment yang akan berakibat rendahnya kinerja efisiensi dan kalau dilakukan pembuatan biodiesel maka perlu dilakukan proses transesterifikasi, asam lemak yang tinggi akan memicu terjadinya reaksi sampingan antara katalis basa dan asam lemak akan membentuk sabun (Devita, 2015).

Pada penelitian ini minyak nabati yang digunakan adalah minyak kelapa dan minyak nyamplung. Minyak kelapa memiliki angka asam lemak bebas sebesar 0,37 % b/v dan minyak nyamplung memiliki angka asam lemak bebas sebesar 3,00 % b/v. Hasil asam lemak tersebut dapat disimpulkan bahwa kalau proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dapat diproses dengan satu tahap atau proses transesterifikasi karena kadar asam lemak bebas minyak kelapa rendah, sedangkan asam lemak nyamplung lebih tinggi maka harus dilakukan proses dua tahap seperti proses esterifikasi dan transesterifikasi hal ini dikarenakan kadar asam lemak bebas minyak nyamplung lebih tinggi. Proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas yang terkandung pada minyak nyamplung.

#### 4.2 Karakteristik Bahan Bakar Nabati Minyak Kelapa dan Minyak Nyamplung

Hasil penelitian yang telah dilakukan karakteristik minyak kelapa dan minyak nyamplung dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Karakteristik Minyak Kelapa dan Minyak Nyamplung**

<b>Nama Sampel</b>	<b>Densitas (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Viskositas Kinematik (cSt)</b>	<b>Flash Point (°C)</b>	<b>Nilai Kalor (Cal/g)</b>
Minyak Kelapa	890,690	23,128	289,5	8468,8623
Minyak Nyamplung	915,298	49,601	201,9	9227,7663

Pada tabel 4.4. Dapat dilihat perbandingan karakteristik antara minyak kelapa dan minyak nyamplung. Karakteristik minyak kelapa densitas yang dihasilkan adalah 890,690 kg/m<sup>3</sup> belum memenuhi standar SNI 04-7182-2015 (850-890), viskositas kinematik yang dihasilkan adalah 23,128 cSt belum memenuhi standar

SNI 04-7182-2015 (2,3-6,0), dan *flash point* yang dihasilkan adalah 289,5 °C sudah memenuhi standar SNI 04-7182-2015 ( $>100$  °C). Perbedaan penelitian yang dilakukan (Wahyuningsih, dkk 2010) pembuatan biodiesel dari minyak kelapa hasil yang didapatkan lebih baik, karena densitas yang dihasilkan 860 kg/m<sup>3</sup> sudah memenuhi standar SNI, viskositas kinematik yang dihasilkan 2,44 mm<sup>2</sup>/s sudah memenuhi standar SNI, dan *flash point* yang dihasilkan 110 °C sudah memenuhi standar SNI.

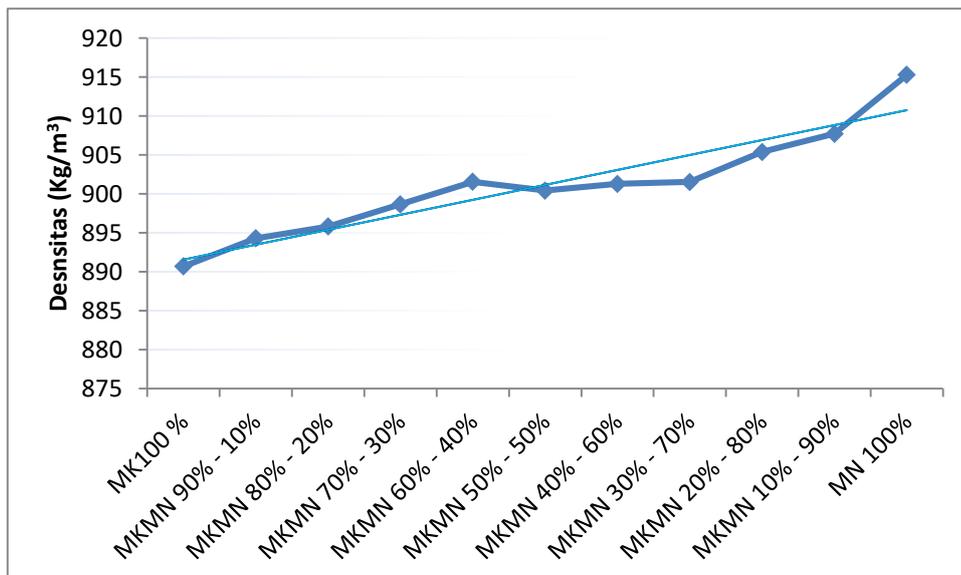
Karakteristik minyak nyamplung densitas yang dihasilkan 915,298 kg/m<sup>3</sup> belum memenuhi standar SNI 04-7182-2015, viskositas kinematik yang dihasilkan 49,601 cSt belum memenuhi standar SNI 04-7182-2015, dan *flash point* yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI 04-7182-2015. Namun, nilai ini masih rendah dibandingkan hasil penelitian Jimmy (2012) densitas minyak nyamplung murni yang dihasilkan 0,9376 g/cm<sup>3</sup>, viskositas kinematik yang dihasilkan 50,825 mm<sup>2</sup>/s, dan *flash point* yang dihasilkan 198 °C. Maka dari penelitian tersebut perbedaan yang didapatkan dari karakteristik minyak nyamplung tidak terlalu jauh antara densitas, viskositas kinematik, dan *flash point*.

### **4.3 Densitas Campuran Minyak**

Densitas merupakan jumlah suatu zat yang tergantung pada suatu unit volume. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Dalam standar SI satuan dari massa jenis adalah (kg/m<sup>3</sup>). Berdasarkan pengujian yang dilakukan proses variasi campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung ditunjukkan pada tabel 4.5 dan gambar 4.1. sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Densitas

No	Nama Sampel	Densitas	SNI 7182-2015
1	MK100	890,690	850-890
2	MKMN 90.10	894,288	
3	MKMN 80.20	895,812	
4	MKMN 70.30	898,670	
5	MKMN 60.40	901,560	
6	MKMN 50.50	900,422	
7	MKMN 40.60	901,294	
8	MKMN 30.70	901,528	
9	MKMN 20.80	905,400	
10	MKMN 10.90	907,726	
11	MN 100	915,298	



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengujian Densitas

Hasil pengujian densitas diperoleh dari perhitungan :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

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

$m$  = massa sampel biodiesel (kg)

$v$  = volume sampel biodiesel (m<sup>3</sup>)

Campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung pada komposisi MKMN 90.10 memiliki massa sebesar 44,7144 g dan Volume sebesar 50 mL dan dapat dihitung :

$$\rho = \frac{44,7144(\text{g})}{50 (\text{mL})} = 0,894288 \text{ g/mL} = 894,288 \text{ kg/m}^3$$

Hasil pengujian densitas yang diperoleh dari campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung pada komposisi MKMN 90.10 sebesar 894,288 kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada minyak kelapa dan minyak nyamplung densitas yang dihasilkan berbeda-beda antara masing-masing temperatur mengalami kenaikan. Hasil penelitian minyak nabati tersebut, baik minyak murni ataupun campuran tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015. Densitas minyak nabati lebih tinggi dibanding densitas biodiesel yang ditetapkan SNI. Untuk memenuhi densitas yang sudah ditetapkan SNI tersebut, maka perlu dilakukan proses transesterifikasi dengan melakukan proses transesterifikasi tersebut dapat menurunkan densitas yang memenuhi standar SNI (850-890).

#### 4.4 Viskositas Campuran Minyak

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap komposisi campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung didapat hasil viskositas kinematik. Viskositas bisa diukur dengan viskositas dinamik dan viskositas kinematik. Berdasarkan pengujian viskositas yang dilakukan campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar 4.2.

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

Keterangan :

$v$  = viskositas kinematik (cSt)

$\mu$  = viskositas dinamik (mPa.s)

$\rho$  = Densitas ( $\text{kg/m}^3$ )

Campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung pada komposisi MKMN 90.10 pada rpm 30, memiliki viskositas dinamik sebesar 23,6 mPa.s dan densitas sebesar  $928,734 \text{ kg/m}^3$ . Jadi dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

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

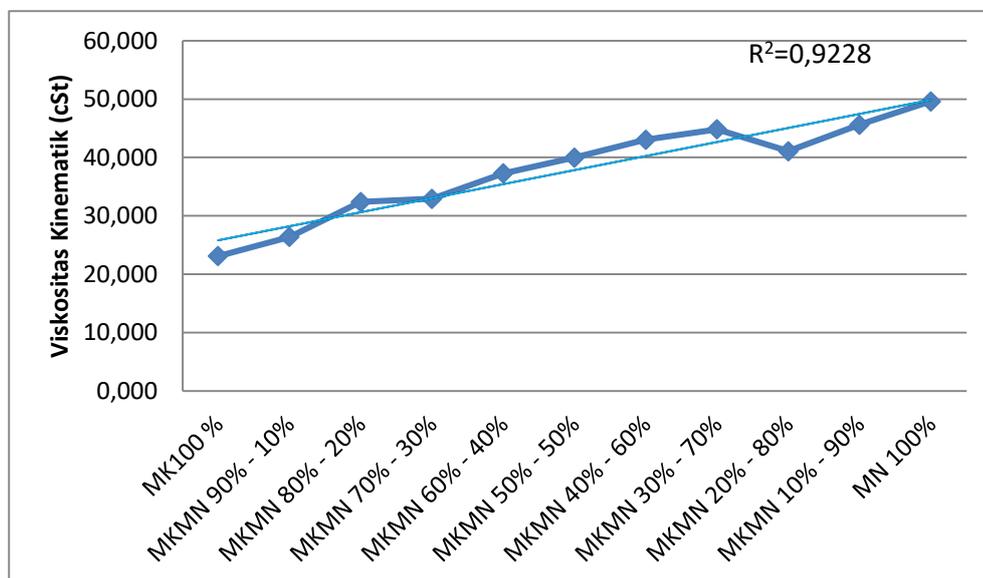
$$v = \frac{23,6 \text{ (mPa.s)}}{928,734 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,0263 \times 1000 = 26,3 \text{ cSt}$$

Jadi viskositas kinematik yang diperoleh dari campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung pada komposisi MKMN 90.10 pada rpm 30 adalah 26,3 cSt.

**Tabel 4.6 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik**

No	Nama sampel	Viskositas dinamik	Viskositas	SNI 7182-2015
			kinematik	
1	MK100	48,5	49,153	2,3-6,0
2	MKMN 90.10	47,4	49,213	
3	MKMN 80.20	39,7	49,051	
4	MKMN 70.30	37,7	48,652	
5	MKMN 60.40	34,2	48,757	

No	Nama sampel	Viskositas dinamik	Viskositas	SNI 7182-2015
			kinematik	
6	MKMN 50.50	32,9	48,915	
7	MKMN 40.60	30,5	47,613	
8	MKMN 30.70	29,9	47,265	
9	MKMN 20.80	27,8	47,265	
10	MKMN 10.90	25,4	46,362	
11	MN 100	23,8	46,426	



**Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Viskositas Kinematik**

Hasil dari campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung pada penelitian ini memiliki viskositas kinematik yang mengalami kenaikan. Viskositas kinematik berhubungan dengan komposisi asam lemak pada bahan baku, jumlah ikatan rangkap, dan kemurnian produk akhir. Semakin panjang rantai karbon asam lemak maka nilai viskositas yang dihasilkan akan lebih besar (Tazora, 2011). Minyak nyamplung memiliki viskositas lebih tinggi dari viskositas minyak kelapa, dari 11 sampel yang digunakan pada penelitian ini nilai viskositas kinematik yang dihasilkan tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6,0). Penelitian yang dilakukan Wahyuningsih, dkk (2010) tentang biodiesel dari minyak kelapa hasil viskositas kinematik yang didapatkan adalah  $2,44 \text{ mm}^2/\text{s}$  sudah memenuhi

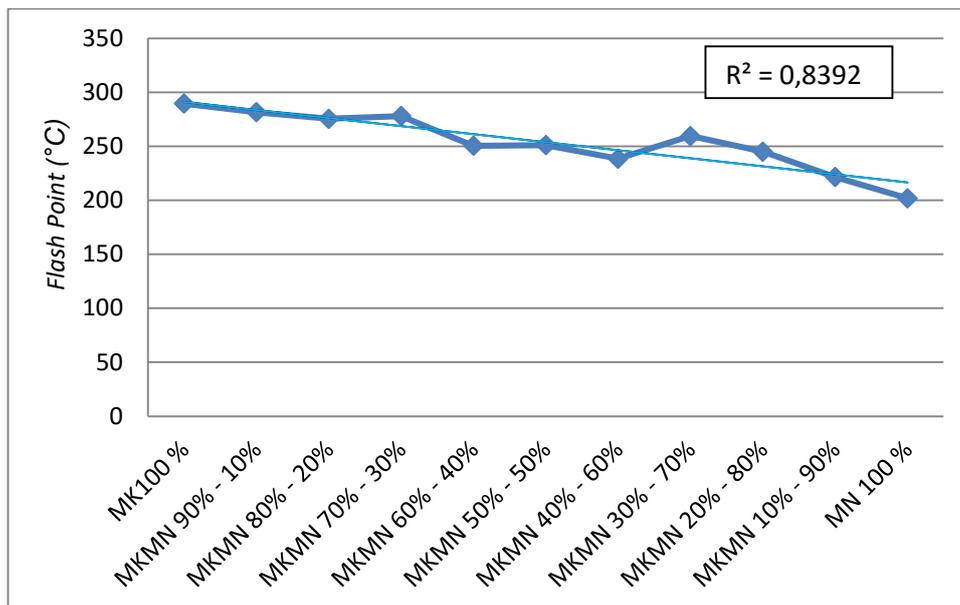
standar SNI 7182-2015. Minyak nabati memiliki viskositas yang sangat tinggi, untuk menurunkan viskositas tersebut maka perlu dilakukan proses transesterifikasi (Prihanto, 2013).

#### 4.5 *Flash Point* Campuran Minyak

*Flash point* merupakan titik nyala bahan yang mudah menguap pada suhu terendah dimana uap minyak terkena percikan api di udara bebas. Mengukur titik nyala membutuhkan sumber pengapian. Berdasarkan hasil pengujian *flash point* yang dilakukan dari proses variasi campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung dapat di lihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.3.

**Tabel 4.7 Hasil Pengujian *Flash Point***

No	Nama Sampel	Uji Flash Point	SNI 7182-2015
		Temperature (°C)	
1	MK100	298,5	>100°C
2	MKMN 90.10	287,5	
3	MKMN 80.20	282,0	
4	MKMN 70.30	279,0	
5	MKMN 60.40	265,0	
6	MKMN 50.50	257,0	
7	MKMN 40.60	248,0	
8	MKMN 30.70	242,0	
9	MKMN 20.80	237,0	
10	MKMN 10.90	226,0	
11	MN 100	215,9	



**Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian *Flash Point***

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada *flash point* campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung dari 11 sampel yang diuji didapatkan hasil yang mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak stabil, karena titik bakar antara minyak kelapa dan minyak nyamplung memiliki perbedaan, minyak kelapa memiliki titik nyala lebih besar dari pada titik nyala minyak nyamplung. Dari 11 sampel yang diuji semuanya sudah memenuhi standar SNI 7182-2015 ( $>100^{\circ}\text{C}$ ). Pengujian *flash point* biodiesel minyak kelapa yang dilakukan (Wahyuningsih, dkk 2010) hasil yang didapatkan lebih rendah, nilai *flash point* yang dihasilkan  $110^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pengujian yang dilakukan pada *flash point* minyak kelapa murni lebih tinggi yang dihasilkan  $289,5^{\circ}\text{C}$ . Titik nyala minyak nabati lebih tinggi dari biodiesel, titik nyala minyak nabati  $200\text{-}300^{\circ}\text{C}$ , sedangkan titik nyala biodiesel  $176^{\circ}\text{C}$  (Jimmy, 2012).

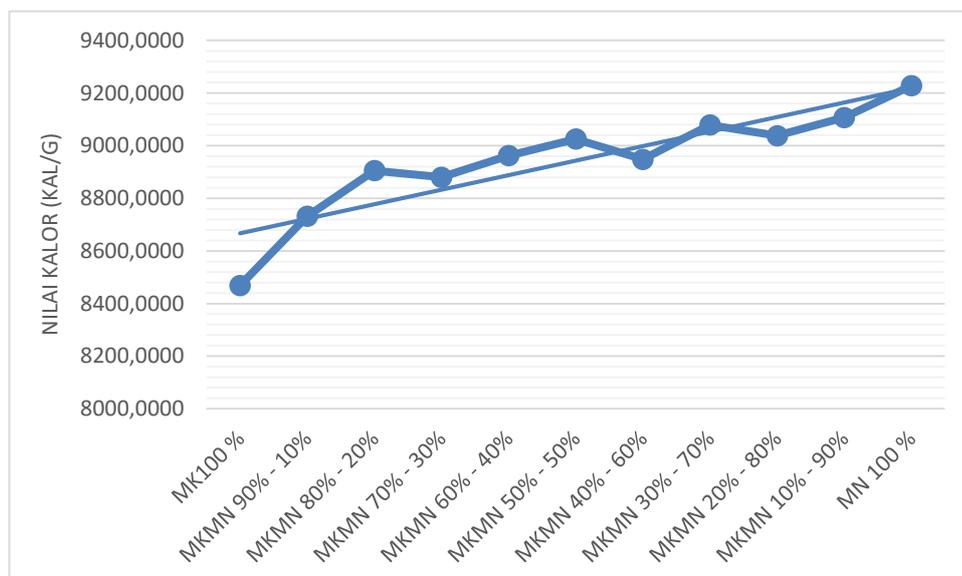
#### 4.6 Nilai Kalor Campuran Minyak

Nilai kalor adalah angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang diperoleh dari proses sebuah pembakaran dengan bahan bakar oksigen. Nilai kalor sangat berkaitan dengan densitas. Semakin besar nilai densitas minyak tersebut maka semakin kecil nilai kalornya, begitupula sebaliknya semakin kecil

densitasnya maka akan semakin besar nilai kalornya. Hasil pengujian nilai kalor yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.8 dan gambar 4.4.

**Tabel 4.8 Hasil Pengujian Nilai Kalor**

No	Nama Sampel	Uji Nilai Kalor
1	MK100	8468,8623
2	MKMN 90.10	8572,3529
3	MKMN 80.20	8722,8961
4	MKMN 70.30	8880,2686
5	MKMN 60.40	8971,3557
6	MKMN 50.50	9025,0518
7	MKMN 40.60	8948,0293
8	MKMN 30.70	9078,7787
9	MKMN 20.80	9037,8727
10	MKMN 10.90	9107,0106
11	MN 100	9227,7663



**Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Nilai Kalor**

Grafik hasil pengujian nilai kalor campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung semakin meningkat seiring dengan semakin banyak presentase minyak nyamplung. Hal ini dikarenakan minyak nyamplung memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa, sehingga semakin banyak campuran minyak nyamplung, maka nilai kalornya semakin tinggi.

Semakin panjang rantai karbon maka akan mengurangi massa oksigen, sehingga nilai kalor akan meningkat (Hoekman, 2012). Berdasarkan hasil pengujian asam lemak, didapatkan bahwa minyak nyamplung memiliki rantai karbon yang lebih tinggi dari minyak kelapa, sehingga campuran minyak kelapa dan minyak nyamplung memiliki nilai kalor yang meningkat seiring dengan semakin banyak presentase minyak nyamplung.