

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Bahan Baku Minyak

4.1.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak

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

Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak

Karakteristik	Minyak Jarak (<i>Castor oil</i>)	Minyak Sawit (<i>Palm oil</i>)
Densitas (40°C)	937,743	862,653
Viskositas (40°C) cSt	193,549	46,6
<i>Flash Point</i> (°C)	311,666	305,333
Nilai Kalor (Cal/g)	8896,47	9410,45

Densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor minyak sawit lebih rendah dibandingkan dengan minyak jarak. Oleh sebab itu, minyak sawit dipergunakan untuk bahan campuran dengan minyak jarak, diharapkan dapat memberikan perubahan pada karakteristik campuran biodiesel.

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

Asam Lemak	Rumus	Minyak Sawit (<i>Palm Oil</i>) (%)	Minyak Jarak (<i>Castor Oil</i>) (%)
<i>Methyl Butyrate</i>	C5:0	1,12	-
<i>Methyl Laurate</i>	C13:0	0,26	-
<i>Methyl Tetradecanoate</i>	C15:0	0,76	-
<i>Methyl Palmitoleate</i>	C17:1	0,26	-
<i>Methyl Heptadecanoate</i>	C18:0	0,13	-
<i>Methyl Octadecanoate</i>	C19:0	3,84	-
<i>Cis-9-Oleic Methyl Ester</i>	C19:1	43,82	-
<i>Gamma-Lenolenic Acid Methyl Ester</i>	C18:3	0,33	-
<i>Methyl Cis-11Eicocenoate</i>	C21:1	0,41	-

Asam Lemak	Rumus	Minyak Sawit (<i>Palm Oil</i>) (%)	Minyak Jarak (<i>Castor Oil</i>) (%)
<i>Methyl Docosanoate</i>	C23:0	0,54	-
<i>Methyl Cis-5-8-11-14-17Eicosapentaenoic</i>	C21:5	0,4	-
<i>Methyl Palmitate</i>	C17:0	35,27	8,73
<i>Methyl Lenoleate</i>	C19:2	12,51	41,59
<i>Methyl Lenolenate</i>	C19:3	0,26	4,34
<i>Trans-9-Elaidic Acid Methyl Ester</i>	C19:1	-	13,68
<i>Lenolelaidic Acid Methyl Ester</i>	C19:2	-	31,66

Tabel 4.2 menunjukkan kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit didominasi oleh *methyl palmitate* sebesar 35,27% dan *cis-9-oleic methyl ester* sebesar 43,82%. Kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak jarak didominasi oleh *lenolelaidic acid methyl ester* sebesar 31,66% dan *methyl lenoleate* sebesar 41,59%.

Tabel 4.3 Kandungan Asam Lemak Bebas Minyak Jarak dan Minyak Sawit

<i>Properties</i>	Asam Lemak Bebas	Satuan	Metode
Minyak jarak (<i>castor oil</i>)	0,70	% b/v	Volumetri
Minyak Sawit (<i>Palm oil</i>)	0,06	% b/v	Volumetri

Dalam proses pembuatan biodiesel, minyak nabati harus mempunyai asam lemak bebas < 2%. Jika asam lemak bebas dalam minyak nabati di atas >2%, maka perlu dilakukan proses *esterifikasi* (Indrayati, 2009). Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa minyak jarak memiliki kadar asam lemak bebas 0,70 % b/v dan minyak Sawit 0,06 % b/v. Dari perolehan tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua bahan nabati tersebut memenuhi syarat untuk dilangsungkan proses *transesterifikasi*.

4.2 Karakteristik Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan diperoleh karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel sawit, sebagai berikut:

Tabel 4.4 Karakteristik Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Karakteristik	Biodiesel Minyak Jarak	Biodiesel Minyak Sawit
Densitas (40°C) kg/m ³	871,7	826,1
Viskositas (40°C) cSt	17,0	4,6
<i>Flash point</i> (°C)	202	176,3
Nilai Kalor (Cal/g)	8742,55	9315,04

Dilihat dari Tabel 4.4 diatas menunjukkan perbandingan antara karakteristik biodiesel jarak dan sawit. Karakteristik biodiesel jarak untuk nilai densitas (871,7 kg/m³) memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu antara (850-890 kg/m³), untuk viskositas kinematik yaitu (17,0 cSt) belum memenuhi standar biodiesel SNI 7182-2015 yaitu antara (2,3-6,0 cSt) dan *Flash point* biodiesel jarak dengan nilai (202°C) memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu diatas 100°C. Karakteristik biodiesel sawit untuk nilai densitas (826,094 kg/m³) belum memenuhi SNI 7182-2015 yaitu antara (850-890 kg/m³), nilai viskositas kinematik (4,6 cSt) memenuhi SNI 7182-2015 dan untuk *flash point* dengan nilai (176,3°C) sudah sesuai dengan SNI 7182-2015.

4.3 Karakteristik Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

4.3.1 Densitas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada densitas terhadap variasi waktu dan temperatur bisa dilihat pada Tabel 4.5, dan Gambar 4.1. Biodiesel campuran antara minyak jarak dengan minyak sawit pada variasi suhu pemanasan 60° selama 60 menit yang memiliki massa = 43.17 g dan volume = 50 ml. Dengan mempergunakan persamaan 4.1.

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

$$\rho = \frac{42.7179 \text{ (g)}}{50 \text{ (ml)}} = 0,854357 \text{ g/ml} = 854,357 \text{ kg/m}^3$$

Keterangan:

ρ = massa jenis (kg/m^3)

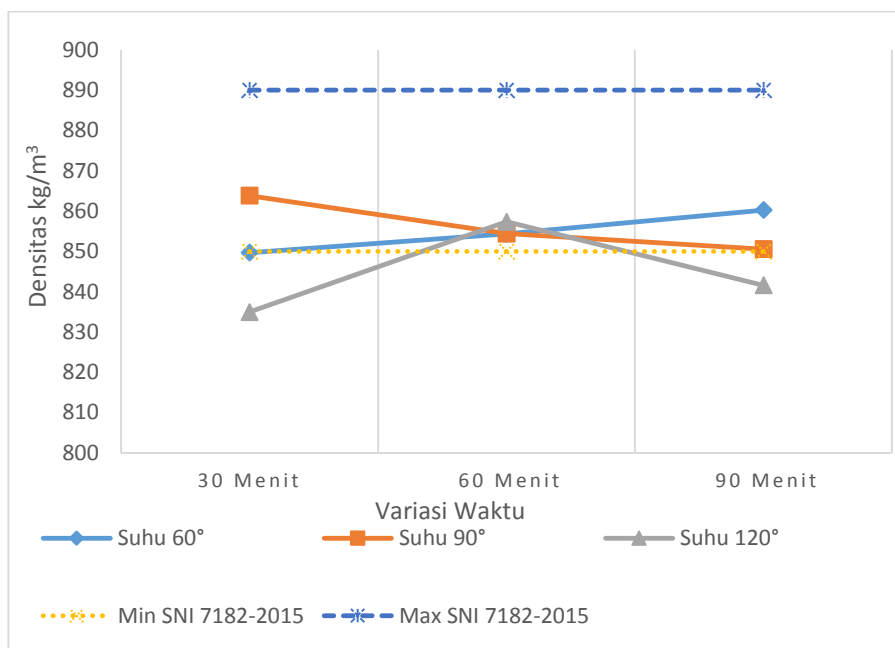
m = massa (kg)

v = volume (m^3)

Jadi, densitas yang dihasilkan dari biodiesel campuran minyak jarak dan minyak sawit pada variasi suhu pemanasan 60°C selama 60 menit yaitu $854,357 \text{ kg/m}^3$.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Densitas Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Sifat Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak sawit

No	Nama Sampel	Densitas (kg/m^3)	SNI 7182-2015
1	BjrBsw60°30M	849,69	850-890 kg/m^3
2	BjrBsw60°60M	855,19	
3	BjrBsw60°90M	860,24	
4	BjrBsw90°30M	863,81	
5	BjrBsw90°60M	854,35	
6	BjrBsw90°90M	850,57	
7	BjrBsw120°30M	834,96	
8	BjrBsw120°60M	857,34	
9	BjrBsw120°90M	841,57	



Gambar 4. 1 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap Densitas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Berdasarkan Gambar 4.1 nilai pengujian densitas variasi suhu 60°C semakin lama waktu pemanasan semakin tinggi nilai densitasnya. Untuk densitas variasi suhu 90°C semakin lama waktu pemanasan saat pencampuran massa jenis biodiesel semakin rendah nilainya. Untuk densitas variasi suhu 120°C mengalami kenaikan pada waktu 60 menit dan kemudian mengalami penurunan dalam waktu 90 menit. Untuk campuran minyak jarak dan minyak sawit memiliki beberapa campuran yang memenuhi SNI 7182-2015 (850 – 890 kg/m³ yaitu: BjrBsw60°C60M, BjrBsw60°C90M, BjrBsw90°C30M, BjrBsw90°C60M, BjrBsw90°C90M, BjrBsw120°C60M).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil konversi densitas biodiesel ialah pada saat proses transesterifikasi kualitas bahan metanol dan NaOH yang digunakan juga bisa berpengaruh terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan (Satriana, dkk, 2012).

4.3.2 Viskositas Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Dalam penelitian viskositas biodiesel yang telah diuji dapat diperoleh nilai viskositas dinamik dan viskositas kinematik yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan

grafik viskositas kinematik pada Gambar 4.2. Biodiesel campuran minyak jarak (*castor oil*) dan minyak sawit (*palm oil*) dengan variasi waktu 90 menit dan temperatur 120°C menghasilkan viskositas dinamik 6 mPa.s dan densitas 841.57 kg/m³. Untuk merubah viskositas dinamik menjadi viskositas kinematik dapat dihitung dengan rumus yang dapat dilihat pada persamaan 4.2

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad (4.2)$$

$$v = \frac{6}{841,57} = 0,007129 \times 1000 = 7,1 \text{ cSt}$$

Keterangan:

v = viskositas kinematik (cSt)

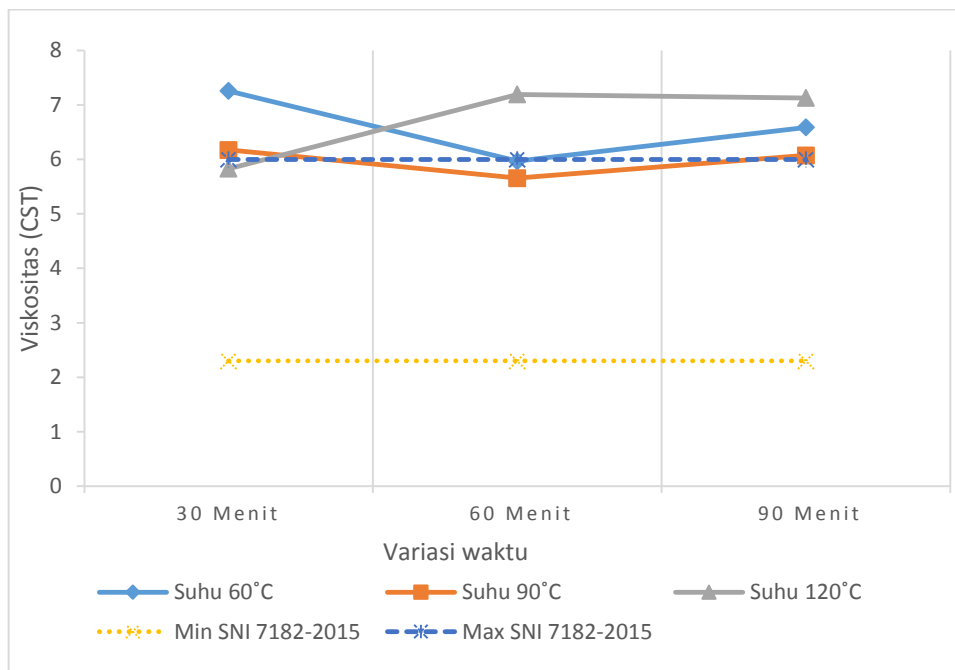
μ = viskositas dinamik (mPa.s)

ρ = massa jenis (kg/m³)

Jadi viskositas kinematik yang dihasilkan dari variasi waktu 90 dan temperatur 120°C adalah 7,1 cSt.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Viskositas Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Sifat Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

No	Nama Sampel	Viskositas Dinamik (mPa.s)	Viskositas Kinematik (cSt)	SN1 7182-2015
1	BjrBsw60°30M	6,1	7,2	2,3-6 cSt
2	BjrBsw60°60M	5,1	5,9	
3	BjrBsw60°90M	5,6	6,5	
4	BjrBsw90°30M	5,3	6,1	
5	BjrBsw90°60M	5,1	5,9	
6	BjrBsw90°90M	5,1	6,0	
7	BjrBsw120°30M	4,8	5,8	
8	BjrBsw120°60M	6,1	7,1	
9	BjrBsw120°90M	6,0	7,1	



Gambar 4.2 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap Viskositas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

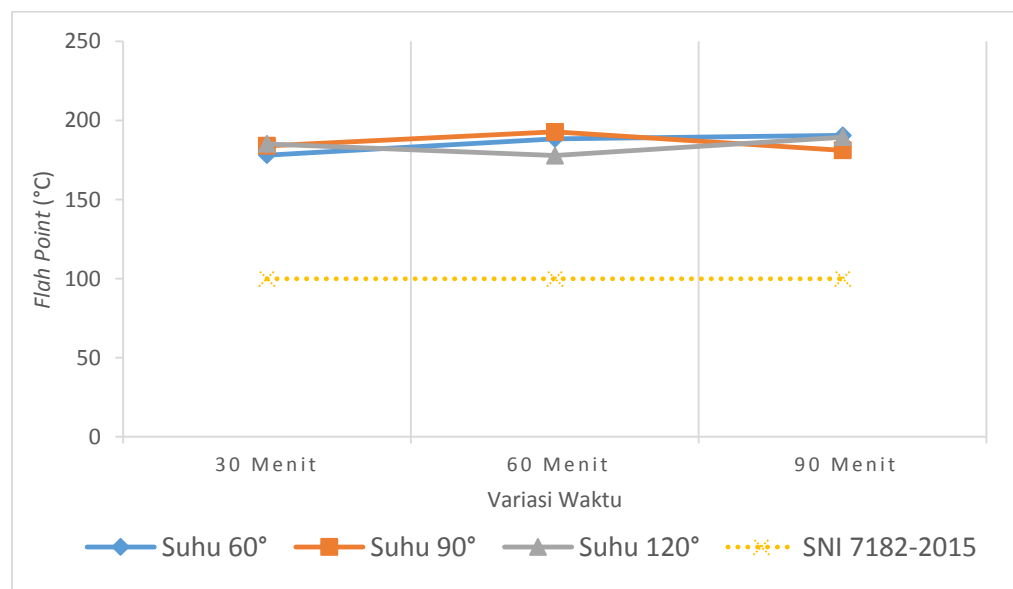
Gambar 4.2 menunjukkan bahwa grafik viskositas campuran biodiesel pada suhu 60°C dan 90°C mengalami penurunan pada waktu 60 menit, kemudian mengalami kenaikan dalam waktu 90 menit, tetapi perbedaannya tidak terlalu signifikan. Untuk suhu 120°C mengalami kenaikan dan kestabilan pada waktu 60 menit dan 90 menit. Hal ini disebabkan karena minyak sawit memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan minyak jarak. Densitas berbanding terbalik dengan viskositas, densitas yang lebih tinggi menyebabkan viskositas semakin rendah (Hoekman, 2012). Untuk pengujian viskositas memiliki beberapa campuran biodiesel pada variasi temperatur dan waktu yang sudah memenuhi standar diantaranya BjrBsw60⁰60M (5,9 cSt), BjrBsw90⁰60M (5,6 cSt), dan BjrBsw90⁰90M (6 cSt), BjrBsw120⁰30M (5,8 cSt). Untuk viskositas biodiesel memiliki standar SNI 7182-2015 (2,3-6 cSt).

4.3.3 Flash Point Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Pengujian *flash point* dilakukan untuk mengetahui titik nyala (*flash point*) pada campuran minyak dan biodiesel. Hasil uji *flash point* yang diperoleh pada penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.3.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian *Flash Point* Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Sifat Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

No	Nama Sampel	<i>Flash Point</i> (°C)	SNI 7182-2015
1	BjrBsw60°30M	178,1	100
2	BjrBsw60°60M	188,4	100
3	BjrBsw60°90M	190,6	100
4	BjrBsw90°30M	184,0	100
5	BjrBsw90°60M	188,0	100
6	BjrBsw90°90M	181,1	100
7	BjrBsw120°30M	185,2	100
8	BjrBsw120°60M	177,8	100
9	BjrBsw120°90M	189,4	100



Gambar 4.3 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa grafik *Flash point* pada suhu 60°C semakin lama waktu pemanasan semakin tinggi nilainya. Untuk variasi suhu 90°C mengalami kenaikan pada waktu 60 menit, kemudian mengalami penurunan dalam waktu 90 menit. Untuk variasi suhu 120°C mengalami penurunan pada waktu 60 menit, kemudian mengalami kenaikan dalam waktu 90 menit. Perbedaan nilai pada setiap variasi yang tidak terlalu signifikan, dari semua sampel yang telah diuji sudah memenuhi standar mutu biodiesel SNI 7182-2015 (<100°C). Nilai *flash point* dapat dipengaruhi oleh viskositas dimana semakin rendah nilai viskositas yang

didapatkan, maka semakin rendah juga suhu untuk memperoleh nilai titik nyalanya biodiesel.

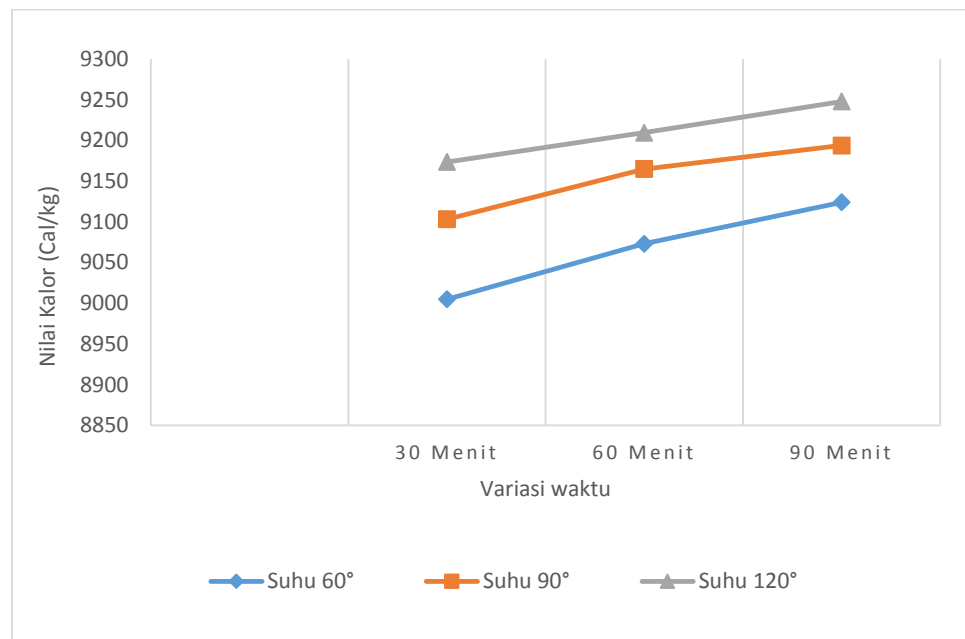
Titik nyala sangat erat hubungannya dengan keamanan dan keselamatan terutama dalam penggunaan dan penyimpanan bahan bakar. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar (Setiawati, 2012).

4.3.4 Nilai Kalor Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Nilai kalor digunakan untuk mengetahui besar kecilnya nilai kalor yang terkandung dalam campuran minyak pada biodiesel. Hasil uji nilai kalor yang diperoleh pada penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Nilai Kalor Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Sifat Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Sawit

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (kal/g)
1	BjrBsw60°30M	9004,88
2	BjrBsw60°60M	9073,23
3	BjrBsw60°90M	9124,08
4	BjrBsw90°30M	9103,41
5	BjrBsw90°60M	9165,01
6	BjrBsw90°90M	9194,04
7	BjrBsw120°30M	9173,76
8	BjrBsw120°60M	9209,83
9	BjrBsw120°90M	9248,21



Gambar 4.4 Pengaruh Waktu dan Temperatur Reaksi Terhadap Nilai Kalor Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Sawit

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa grafik Pengujian nilai kalor yang diperoleh pada pengujian biodiesel minyak jarak dan minyak sawit ialah semakin lama waktu pemanasan yang dilakukan, maka semakin tinggi nilainya, dan semakin tinggi juga temperaturnya, maka semakin tinggi juga nilainya. Hal ini disebabkan karena karakteristik biodiesel sawit memiliki nilai kalor lebih tinggi dibanding biodiesel jarak. Selain itu, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh panjang rantai karbon asam lemak dari minyak sawit. Semakin panjang rantai karbon, maka akan semakin tinggi nilai kalor (Hoekman, 2012).