

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Bahan Baku Minyak

Penelitian ini menggunakan bahan baku minyak nyamplung (*calophyllum inophyllum*) dan minyak jelantah (*waste cooking oil*). Kedua bahan baku ini mempunyai karakteristik dan kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang berbeda. Berikut ini merupakan pembahasan karakteristik dan kandungan asam lemak yang terdapat pada minyak nyamplung dan minyak jelantah.

4.1.1 Karakteristik Bahan Baku

Karakteristik dari minyak nyamplung (*calophyllum inophyllum*) dan minyak jelantah (*waste cooking oil*) meliputi densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Tabel 4.1 merupakan beberapa karakteristik bahan baku biodiesel dari hasil pengujian.

Tabel 4.1 Karakteristik Minyak Nyamplung dan Minyak Jelantah

Karakteristik	Minyak Nyamplung (<i>Calophyllum Inophyllum</i>)	Minyak Jelantah (<i>Waste Cooking Oil</i>)
Densitas (40 °C) kg/m ³	928,532	893,291
Viskositas (40 °C) cSt	61,1	56,15936
<i>Flash Point</i> (°C)	202	305,333
Nilai Kalor (Cal/g)	9054,7663	9224,875

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa karakteristik dari densitas, dan viskositas, dari minyak nyamplung lebih tinggi dari pada minyak jelantah, akan tetapi untuk nilai kalor dan *flash point* minyak jelantah memiliki nilai yang lebih tinggi dari minyak nyamplung. Oleh karena itu pencampuran dari minyak nyamplung dan minyak jelantah diharapkan akan memberi perubahan yang lebih baik pada nilai karakteristik biodiesel sehingga dapat lebih mendekati standar SNI 7182-2015.

4.1.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh

Asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang semua 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 dari asam lemak jenuh maupun asam lemak tak jenuh minyak nyamplung dan minyak jelantah didapat setelah melakukan pengujian di Laboratorium Pengujian dan Penelitian Terpadu (LPPT) UGM dapat dilihat pada tabel 4.2.

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

No	Asam Lemak	Minyak Nyamplung (% Relatif)	Minyak Jelantah (% Relatif)
1	Methyl Butyrate	6,24	14,74
2	Methyl Palmitate	11,67	35,9
3	Methyl Octadecanoate	14,30	3,18
4	Methyl Linoleate	36,59	-
5	Methyl Linolenate	0,52	7,28
6	Cis-9-Oleic Methyl ester	16,30	36,51
7	Linolelaidic Acid Methyl Ester	1,99	-
8	M Cis-5,8,11,14-Eicosatetraenoic	2,27	-
9	Gamma-Linolenic acid methyl ester	10,12	-
10	Methyl Aracehidate	-	0,39
11	Methyl Tetradecanoate	-	0,75
12	Methyl Cis-11-eicocenoate	-	0,3

Dari tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa asam lemak jenuh dan tak jenuh yang terkandung dalam minyak nyamplung methyl butyrate sebesar 6,24%, cis-9-oleic methyl ester sebesar 16,30%, dan methyl linoleate sebesar 36,59%. Sedangkan kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh dalam minyak jelantah methyl linolenate sebesar 7,28%, methyl butyrate sebesar 14,74%, methyl palmitate sebesar 35,90%, dan cis-9oleic methyl ester sebesar 36,51%.

4.2 Karakteristik Biodiesel Nyamplung dan Biodiesel Minyak Jelantah

Dari penelitian yang telah dilakukan, karakteristik dari biodiesel nyamplung dan biodiesel minyak jelantah dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Karakteristik Biodiesel Minyak Nyamplung dan Biodiesel Minyak Jelantah

Karakteristik	Biodiesel Nyamplung	Biodiesel Jelantah	SNI 7182-2015
Densitas (40 °C) kg/m ³	912,7493	857,2713	850 - 890
Viskositas (40 °C)cSt	28,022	4,589	2,3 – 6,0
Flash Point (°C)	223	197,2667	Min. 100
Nilai Kalor (Cal/g)	9387,4805	9311,472	

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat perbandingan karakteristik dari biodiesel nyamplung dan biodiesel jelantah. Hasil pengujian densitas, viskositas kinematik, *flash point* dan nilai kalor menunjukkan ada beberapa yang memenuhi SNI 7182 – 2015 dan ada beberapa yang tidak memenuhi standar. Pengujian densitas biodiesel jelantah telah memenuhi standar yaitu bernilai 857,2713 kg/m³, sedangkan biodiesel nyamplung tidak memenuhi standar yaitu bernilai 912,7493 kg/m³. Pengujian viskositas kinematik biodiesel minyak nyamplung 29,334 cSt hasil tersebut tidak memenuhi standar sedangkan biodiesel minyak jelantah memenuhi standar dengan nilai 4,58 cSt. Pengujian *flash point* biodiesel nyamplung dan biodiesel jelantah keduanya sudah memenuhi SNI 7182-2015 yaitu (>100°C), dimana *flash point* biodiesel nyamplung (223 °C) dan biodiesel jelantah (197,2667 °C).

4.3 Karakteristik Campuran Biodiesel Nyamplung dan Biodiesel Jelantah

Penelitian ini menggunakan campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel jelantah dengan perbandingan komposisi 60 : 40 (%). Karakteristik biodiesel yang diuji meliputi densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor.

4.3.1 Densitas Campuran Biodeisel

Densitas adalah perbandingan massa terhadap volume. Jika suatu benda massa jenisnya semakin tinggi, maka semakin besar pula massa pada setiap volumenya. Tabel 4.4 dan Gambar 4.1 merupakan hasil dari pengujian densitas

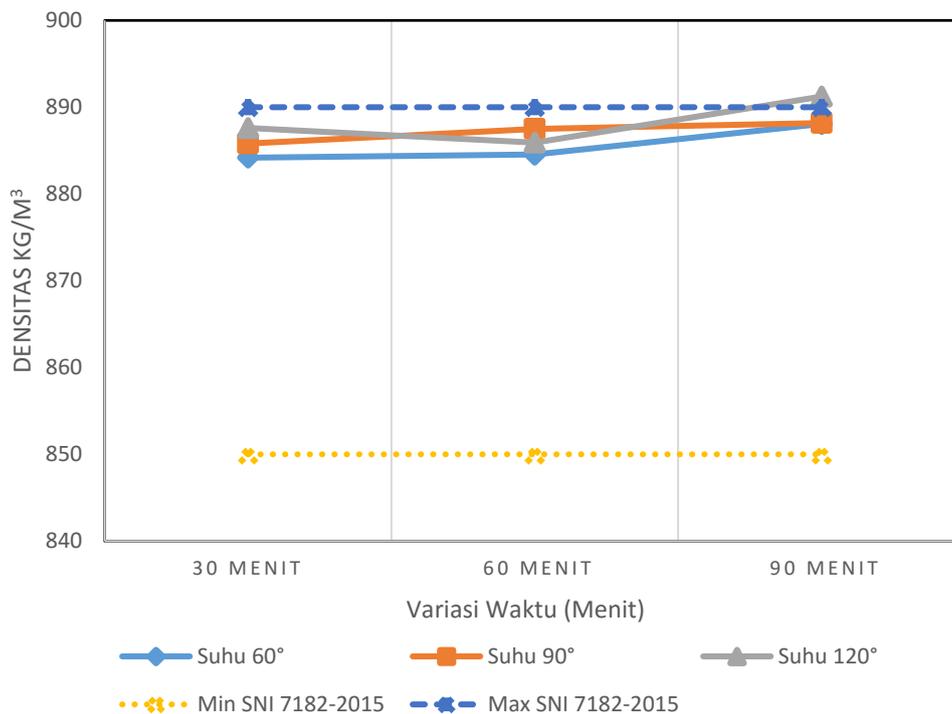
terhadap variasi temperatur dan waktu dari campuran biodiesel. Nilai densitas diperoleh dari persamaan 2.1.

Pada variasi temperatur 60°C dan waktu 30 menit campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel jelantah memiliki massa sebesar 44,2092 g dan volume 50 ml. Densitas dari massa dan volume tersebut dapat diperoleh perhitungan dan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{44,2092(g)}{50(ml)} = 0,884184 \text{ g/ml} = 884,184 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Densitas terhadap Variasi Temperatur dan Waktu Biodiesel Nyamplung dan Biodiesel Jelantah

No	Sample	Temperatur Pencampuran (°C)	Waktu Pencampuran (menit)	Densitas (kg/m ³)	SNI 7182 - 2015
1	MNyMJe60°30M	60	30	884,184	850 - 890
2	MNyMJe60°60M		60	884,537	
3	MNyMJe60°90M		90	888,072	
4	MNyMJe90°30M	90	30	885,812	
5	MNyMJe90°60M		60	887,500	
6	MNyMJe90°90M		90	888,174	
7	MNyMJe120°30M	120	30	887,590	
8	MNyMJe120°60M		60	885,918	
9	MNyMJe120°90M		90	891,230	



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Densitas

Berdasarkan gambar 4.1 nilai densitas terhadap pengaruh waktu dan temperatur campuran biodiesel menunjukkan hasil yang berbeda walaupun tidak signifikan. Pada variasi temperatur 60 °C, 90 °C dan temperatur 120 °C mengalami kenaikan nilai densitas seiring lama waktu pencampuran. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pencampuran panjang rantai karbon mengalami penurunan sedangkan ikatan rangkapnya mengalami kenaikan. Pada variasi waktu 30 menit, memperlihatkan bahwa semakin tinggi temperatur pencampuran semakin tinggi nilai densitas. Hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur pencampuran panjang rantai karbon mengalami penurunan sedangkan ikatan rangkapnya mengalami kenaikan. Dari gambar 4.1 dapat dilihat juga bahwa nilai densitas terendah terjadi pada variasi temperatur 60 °C, 30 menit, sedangkan nilai densitas tertinggi terjadi pada variasi temperatur 120 °C, 90 menit, dan pada variasi 120 °C, 90 menit satu satunya variasi waktu dan temperatur yang tidak memenuhi standar SNI 7182-2015.

Meningkatnya nilai densitas maka panjang rantai karbon akan mengalami penurunan dan peningkatan jumlah ikatan rangkap pada asam lemak. Semakin tidak

jenuh minyak yang digunakan maka densitas pada minyak tersebut akan semakin tinggi (Hoekman dkk, 2012).

4.3.2 Viskositas Kinematik Campuran Biodiesel

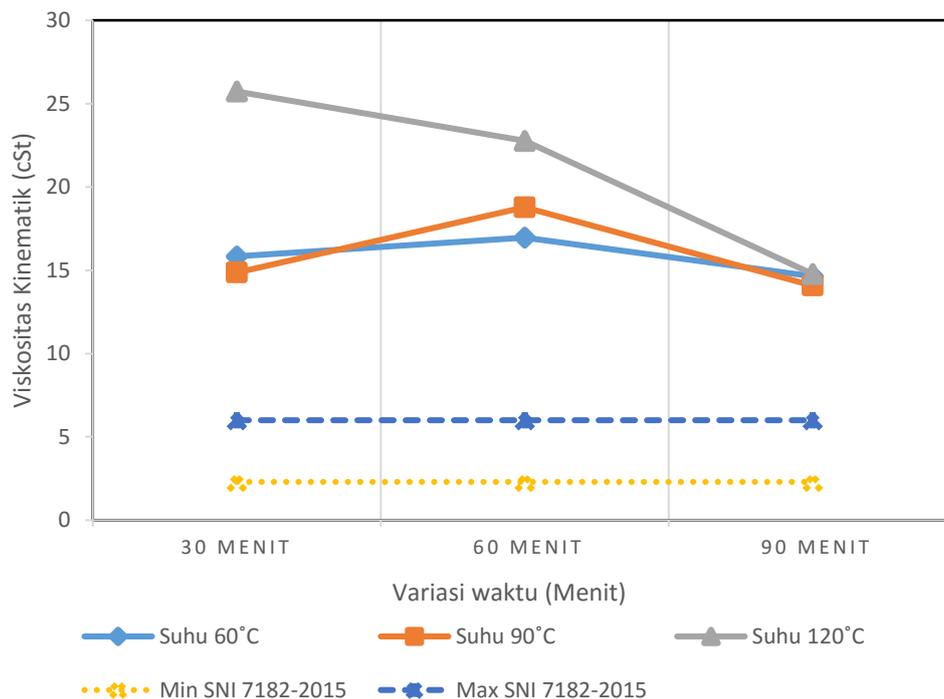
Viskositas merupakan salah satu parameter yang penting dalam pembuatan biodiesel. Viskositas merupakan suatu ukuran kekentalan pada fluida. Semakin tinggi viskositas suatu fluida, maka semakin kental dan semakin sukar mengalir. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel jelantah dari berbagai variasi temperatur dan waktu, diperoleh hasil viskositas kinematik yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan gambar 4.2.

Pada variasi temperatur 60°C dan waktu 30 menit campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel jelantah memiliki viskositas dinamik sebesar 14 mPa.s dan densitas 884,184 kg/m³. Viskositas kinematik dapat diperoleh perhitungan dan persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{13.2 \text{ (mPa.s)}}{888,184 \text{ (kg/m}^3\text{)}} = 0,0158338 \times 1000 = 15,8338 \text{ cSt}$$

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Viskositas terhadap Variasi Temperatur dan Waktu Biodiesel Nyamplung dan Biodiesel Jelantah

No	Sample	Viskositas Dinamik (mPa.s)	Viskositas Kinematik (cSt)	SNI 7182 - 2015
1	MNyMJe60°30M	14	15,833	2,3 - 6 cSt
2	MNyMJe60°60M	15	16,958	
3	MNyMJe60°90M	13	14,638	
4	MNyMJe90°30M	13,167	14,863	
5	MNyMJe90°60M	16,667	18,779	
6	MNyMJe90°90M	12,5	14,073	
7	MNyMJe120°30M	22,833	25,725	
8	MNyMJe120°60M	20,167	22,763	
9	MNyMJe120°90M	13,167	14,773	



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik

Nilai viskositas kinematik sangat dipengaruhi oleh nilai densitas, dimana nilai densitas semakin tinggi maka nilai viskositas kinematik akan semakin rendah begitu pula sebaliknya. Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai viskositas kinematik pada temperatur 120 °C mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu. Pada temperatur 60 °C dan 90 °C cenderung mengalami penurunan nilai viskositas kinematik dengan seiring lamanya waktu pencampuran. Pada variasi waktu 60 menit memperlihatkan pengaruh temperatur dimana semakin tinggi temperatur yang digunakan pada proses pencampuran semakin tinggi juga nilai viskositas yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu reaksi pencampuran terjadi perubahan panjang rantai karbon dan jumlah ikatan rangkap pada kandungan asam lemak. Dari hasil penelitian ini tidak ada nilai viskositas yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6 cSt). Nilai viskositas kinematik tertinggi terjadi pada variasi temperatur 120 °C dan waktu 30 menit dengan nilai 25,725 cSt, sedangkan nilai viskositas terendah terjadi pada variasi temperatur 90 °C dan waktu 90 menit dengan nilai 14,073 cSt.

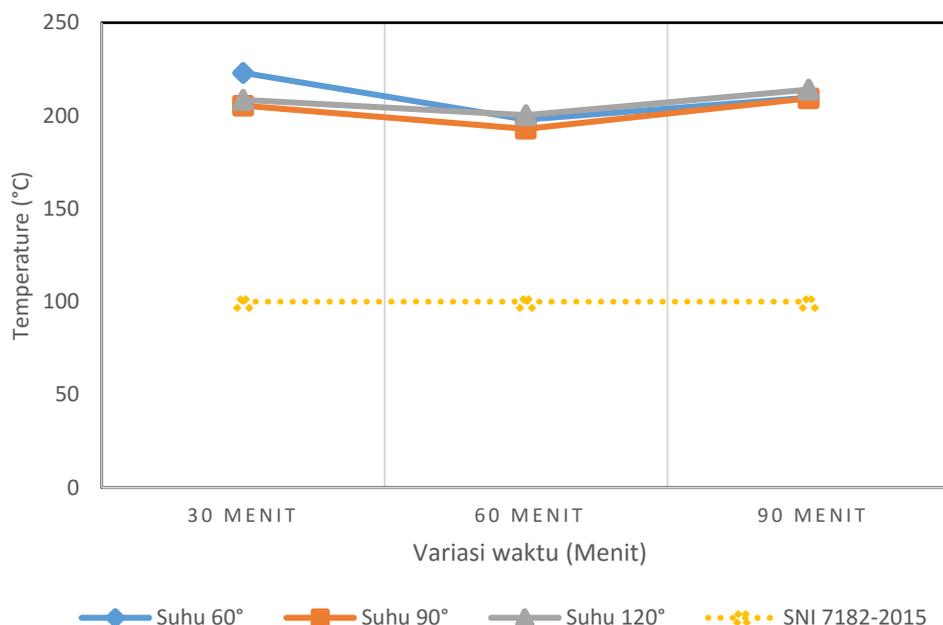
Menurut Tazora (2011) Viskositas kinematik berbanding lurus dengan panjang rantai karbon dan berbanding terbalik dengan jumlah ikatan rangkap. Semakin panjang rantai karbon asam lemak dan alkohol maka viskositas semakin besar.

4.3.3 *Flash Point* Campuran Biodiesel

Nilai *flash point* adalah temperatur terendah dimana biodiesel akan mulai menyala. Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap campuran biodiesel nyamplung dan biodiesel jelantah dari berbagai variasi temperatur dan waktu, diperoleh nilai *flash point* yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan grafik hasil pengujian pada Gambar 4.3.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Flash Point* terhadap Variasi Temperatur dan Waktu Biodiesel Nyamplung dan Biodiesel Jelantah

No	Sample	<i>Flash Point</i> (°C)	SNI 7182 - 2015
1	MNyMJe60°30M	223,0333	>100 °C
2	MNyMJe60°60M	197,9000	
3	MNyMJe60°90M	209,6333	
4	MNyMJe90°30M	205,4000	
5	MNyMJe90°60M	192,9000	
6	MNyMJe90°90M	209,3667	
7	MNyMJe120°30M	208,6000	
8	MNyMJe120°60M	200,3000	
9	MNyMJe120°90M	214,0333	



Gambar 4.3 Hasil Pengujian *Flash Point*

Dari gambar 4.3 hasil pengujian *flash point* dapat dilihat bahwa pada temperatur 60 °C, 90 °C dan 120 °C mengalami penurunan pada variasi waktu 60 menit dan mengalami kenaikan kembali pada variasi waktu 90 menit. Pada tiap variasi waktu nilai *flash point* pada temperatur 90 °C selalu berada paling rendah. Dari pengujian *flash point* memiliki nilai yang beragam yaitu dari 192,900 °C – 223,033 °C, *flash point* tertinggi pada pengujian ini yaitu pada temperatur 60 °C dalam waktu 30 menit sebesar 223,033 °C. Dalam penelitian ini semua sampel biodiesel variasi temperatur dan waktu telah memenuhi standar SNI 7182-2015 dengan nilai minimum 100 °C.

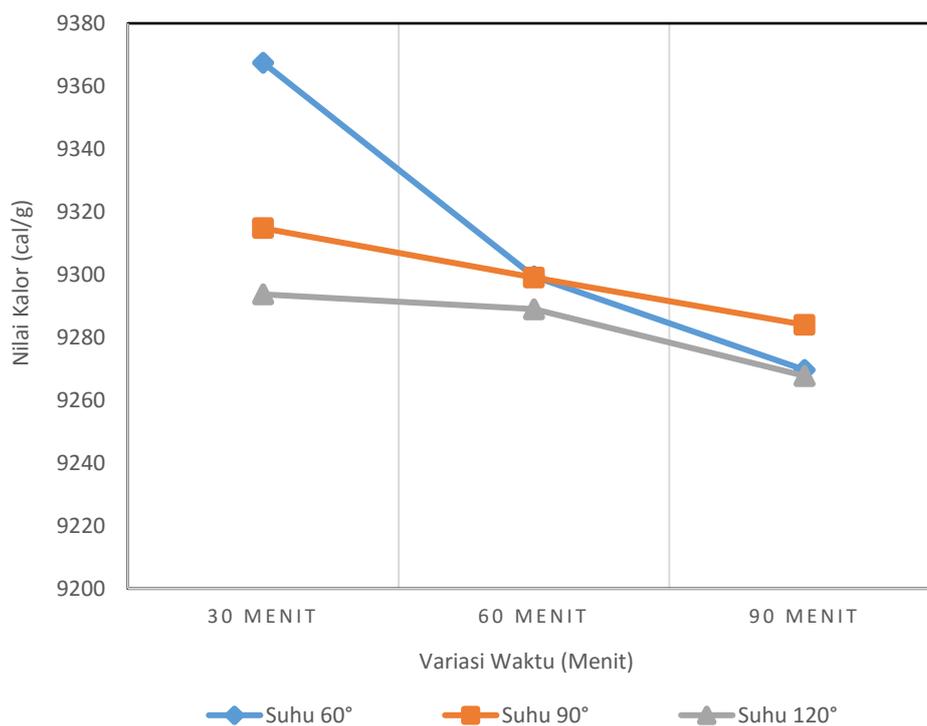
Flash point berkaitan dengan jumlah residu alkohol yang tertinggal di dalam biodiesel dan juga pelarut lain yang memiliki titik didih rendah. Semakin banyak jumlah residu alkohol di dalam biodiesel akan menurunkan nilai *flash point* (Tazora, 2011).

4.3.4 Nilai Kalor Campuran Biodiesel

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/oksigen. Hasil dari nilai kalor tersebut menggunakan alat *Bom Calorimeter*. Hasil pengujian nilai kalor dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Nilai Kalor terhadap Variasi Temperatur dan Waktu Biodiesel Nyamplung dan Biodiesel Jelantah

No	Sample	Nilai Kalor (cal/g)
1	MNyMJe60°30M	9367,4288
2	MNyMJe60°60M	9299,3872
3	MNyMJe60°90M	9269,6312
4	MNyMJe90°30M	9314,7347
5	MNyMJe90°60M	9299,0665
6	MNyMJe90°90M	9283,9950
7	MNyMJe120°30M	9293,6978
8	MNyMJe120°60M	9289,0100
9	MNyMJe120°90M	9267,7268



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Nilai Kalor

Dari gambar 4.4 hasil pengujian nilai kalor dapat dilihat bahwa pengaruh temperatur dan waktu menyebabkan penurunan nilai kalor. Hal ini disebabkan kandungan ikatan rangkap pada asam lemaknya meningkat. Penurunan nilai kalor

terbesar terjadi pada variasi temperatur 60 °C waktu 30 menit ke temperatur 60 °C, waktu 60 menit dengan nilai kalornya dari 9367,4288 cal/g ke 9299,3872 cal/g. Dari pengujian nilai kalor memiliki nilai yang beragam yaitu dari 9267,7268-9367,4288 cal/g, nilai kalor tertinggi pada pengujian ini yaitu pada temperatur 60 °C dalam waktu 30 menit dengan nilai 9367,4288 cal/g. Menurut Irwansyah (2014) nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dilepaskan pada setiap satuan berat bahan bakar apabila terbakar sempurna sehingga semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka energi yang dilepaskan per-satuan berat bahan bakar semakin tinggi. Maka dalam hasil ini menunjukkan nilai kalor terbaik terdapat pada variasi temperatur 60 °C dengan waktu 30 menit.

Perbedaan dari nilai kalor tersebut disebabkan oleh terdapatnya perbedaan antara molekul dari pembentuk senyawa minyak nabati seperti asam palminat, asam linoleat, dan asam oleat. 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, 2009)