

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHAN

### 4.1. Bahan Baku Minyak Kelapa

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan baku minyak kelapa VCO (*coconut oil*). Minyak kelapa diuji karakteristik diantaranya pengujian densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor (Cal/g). Data yang dihasilkan setelah pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Karakteristik Minyak Kelapa Murni VCO (*Coconut Oil*)

<b>Propertis</b>	<b>Minyak kelapa VCO (<i>Coconut oil</i>)</b>
Densitas(40°C) kg/m <sup>3</sup>	889,585
Viskositas(40°C) cSt	22,3
<i>Flash point</i> (°C)	259
Nilai kalor (Cal/g)	8957,163

Hasil penelitian dari minyak kelapa murni sebelum dilakukan transesterifikasi, yang sudah diuji menunjukkan nilai-nilai yang ditunjukkan pada tabel 4.1. Untuk mengetahui karakteristik bahan baku yang akan digunakan untuk bahan bakar biodiesel melalui tahap – tahap pengujian yang sudah ditentukan.

Kandungan pada minyak kelapa VCO setelah dilakukan pengujian asam lemak jenuh dan tak jenuh, hasil data tersebut ini dihasilkan dari lab UGM mendapatkan hasil seperti pada tabel 4.2. Hampir separuh dari komposisi zat-zat yang terkandung dalam VCO adalah asam laurat.

Tabel 4. 2 Hasil Analisis Asam Lemak Jenuh Dan Tak Jenuh Dalam Sampel

Asam lemak	Minyak kelapa ( <i>Coconut oil</i> ) (%)
M Butyrate	1,94
M Hexanoate	0,35
M Octanoate	6,48
M Decanoate	5,8
M Laurate	47,7
M Tetradecanoate	18,2
M Palmitate	8,99
M Octadecanoate	3,14
Cis-9-Oleic Methyl ester	6,1
M Linoleate1	1,16
gamma-Linolenic acid methyl ester	0,16

Minyak nabati yang akan diproses dengan cara ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1%. Minyak Kelapa mempunyai kadar asam lemak bebas yaitu 0,37 % b/v dari hasil tersebut dapat disimpulkan minyak tersebut memenuhi persyaratan untuk melalui proses transesterifikasi. Dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Kandungan Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa VCO

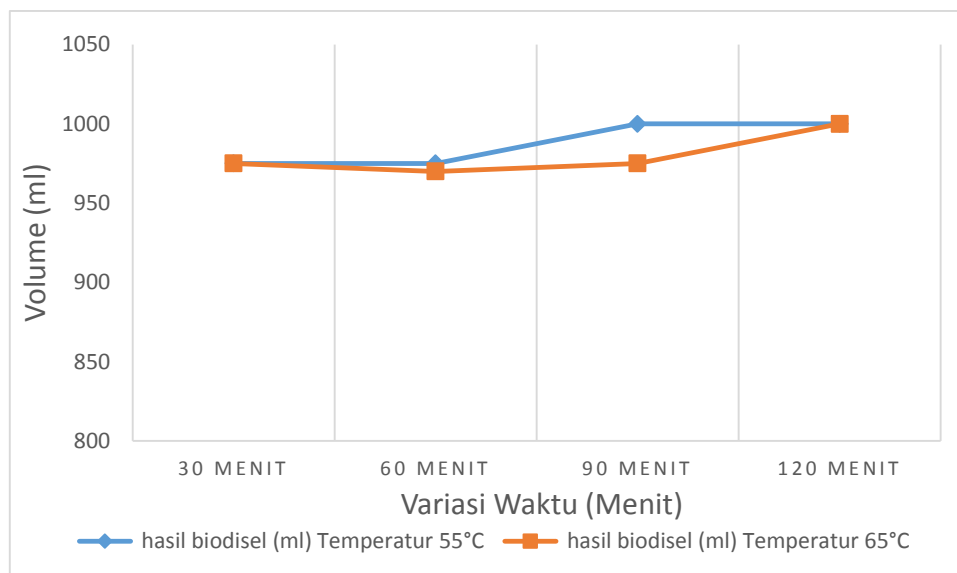
Propertis	Asam lemak bebas	Satuan	Metode
Minyak Kelapa ( <i>Coconut oil</i> )	0,37	% b/v	Volumetri

#### 4.2 Hasil Biodiesel Minyak Kelapa.

Hasil biodiesel yang diperoleh setelah melalui proses pencucian dan proses pemanasan selama 15 menit dengan suhu 100°C, dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Biodiesel Minyak Kelapa

No	Nama Sampel	Hasil Biodisel (ml)
1	BK55°30	975
2	BK55°60	975
3	BK55°90	1000
4	BK55°120	1000
5	BK65°30	975
6	BK65°60	970
7	BK65°90	975
8	BK65°120	1000



Gambar 4. 1 Hasil Biodiesel Minyak Kelapa

Berdasarkan teori semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu reaksi transesterifikasi, maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar (Susilowati., 2006). Dalam penelitian ini dapat dilihat gambar 4.1, diperoleh hasil biodiesel kelapa yang sudah melalui proses pencucian dimana yang mempunyai hasil paling banyak pada reaksi suhu 65°C dan waktu 120 menit sehingga variasi waktu dan suhu berpengaruh pada hasil biodiesel kelapa yang didapatkan. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu reaksi maka akan semakin meningkatkan hasil (Luthfiyati, dkk, 2008).

### 4.3. Karakteristik Biodiesel Kelapa

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapat beberapa karakteristik dari biodiesel Kelapa, dengan melakukan beberapa macam pengujian diantaranya:

#### 4.3.1. Densitas Biodiesel Kelapa

Densitas merupakan perbandingan massa terhadap volume, semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Hasil pengujian densitas terhadap variasi waktu dan temperatur proses pembuatan biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Densitas Pengaruh Variasi Waktu Dan Temperatur Reaksi Terhadap Sifat Biodiesel Kelapa

No	Nama Sampel	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	SNI 04-7182-2006
1	BK55°30	865,14	850 - 890
2	BK55°60	865,342	
3	BK55°90	863,887	
4	BK55°120	862,438	
5	BK65°30	864,496	
6	BK65°60	862,272	
7	BK65°90	861,433	
8	BK65°120	859,014	

Nilai densitas diperoleh dari persamaan seperti terlihat dibawah ini:

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

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

$m$  = massa biodiesel (kg)

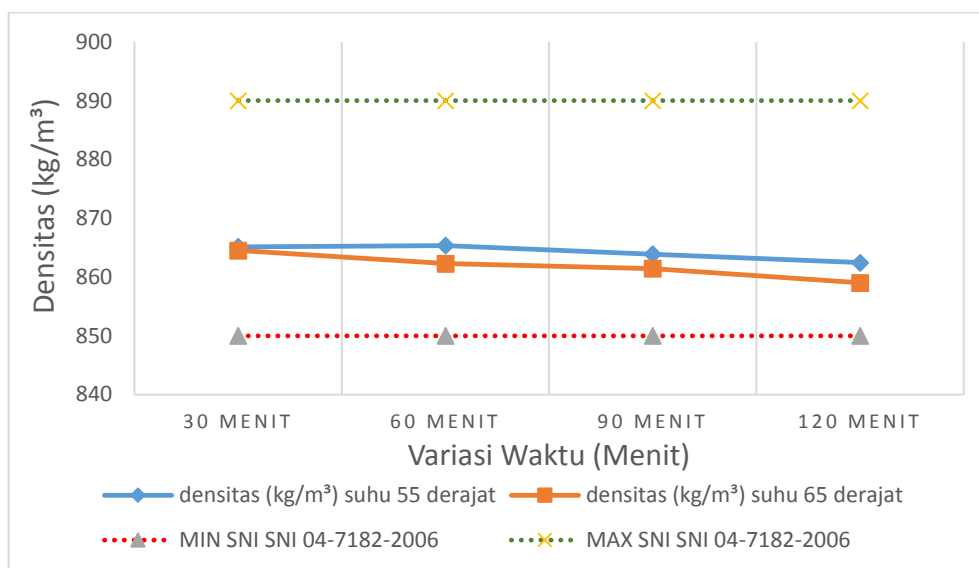
$v$  = volume biodiesel (m<sup>3</sup>)

Pada reaksi pembuatan biodiesel dengan temperatur 65°C dan waktu 120 menit memiliki massa = 42,9507 g dan Volume = 50 ml. Jadi dapat diperoleh perhitungan dengan persamaan:

$$\rho = \frac{42,9507(\text{g})}{50(\text{ml})} = 0,859014 \text{ g/ml} = 859,014 \text{ kg/m}^3$$

Jadi densitas yang diperoleh pada reaksi waktu 120 menit dan temperatur 65°C biodiesel kelapa adalah 859,014 kg/m<sup>3</sup>

Dari pengujian biodiesel kelapa dengan direaksi perbedaan waktu dan suhu yang sudah ditentukan menghasilkan densitas yang beragam diantara 861,290 kg/m<sup>3</sup> – 864,711 kg/m<sup>3</sup> dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Pengujian densitas pengaruh waktu dan temperatur reaksi terhadap biodiesel minyak kelapa

Bisa dilihat pada gambar 4.2 dari nilai densitas bahwa pada suhu 55°C memiliki nilai lebih tinggi dari suhu 65°C, dan menunjukkan grafik hasil pengujian densitas yang mengalami penurunan, bila mana semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu reaksi transesterifikasi, massa jenis biodiesel kelapa semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya waktu reaksi transesterifikasi berkisar 30 menit menyebabkan reaksi belum mencapai kesetimbangan karena menurut penelitian (Encinar, dkk, 2005) waktu optimum yang dapat menghasilkan konversi terbesar terjadi waktu 60 menit dan reaksi telah berlangsung sempurna. Faktor lain yang mempengaruhi hasil konversi kecil proses transesterifikasi yaitu kualitas metanol dan NaOH sehingga berpengaruh terhadap kualitas biodiesel yang

dihasilkan juga (Satriana, dkk, 2012). Dari semua sampel yang sudah diuji memenuhi standar SNI 04-7182-2006, dari pengujian sebelumnya Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa suhu, waktu dan interaksi antara suhu dan waktu reaksi tidak terlalu berpengaruh atau tidak berbeda signifikan pada taraf 95 %. Parameter seperti densitas atau berat jenis minyak atau biodiesel dipengaruhi oleh panjang rantai asam lemak, ketidakjenuhan, dan temperatur lingkungan (Formo, 1979). Keberadaan gliserol dalam biodiesel mempengaruhi densitas biodiesel karena gliserol memiliki densitas yang cukup tinggi ( $1,26 \text{ g/cm}^3$ ), sehingga jika gliserol tidak terpisah dengan baik dari biodiesel, maka densitas biodieselpun akan meningkat (Sudradjat, 2010).

#### 4.3.2. Viskositas Biodiesel Kelapa.

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari suatu bahan cair. Makin tinggi viskositasnya, makin kental dan semakin sukar mengalir. Diperoleh hasil seperti pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil pengujian viskositas kinematik pengaruh variasi waktu dan temperatur reaksi terhadap sifat biodiesel kelapa.

No	Nama Sampel	Viskositas Dinamik (mPa.s)	Viskositas Kinematik (cSt)	SNI : 04-7182-2006
1	BK55°30	5,2	6,0	2,3–6 cSt
2	BK55°60	5,4	6,2	
3	BK55°90	5,2	6,0	
4	BK55°120	5	5,8	
5	BK65°30	5,2	6,0	
6	BK65°60	5	5,8	
7	BK65°90	4,9	5,7	
8	BK65°120	4,6	5,3	

Nilai viskositas diperoleh dari persamaan seperti terlihat dibawah ini.

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

$\nu$  = viskositas kinematik (cSt)

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

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

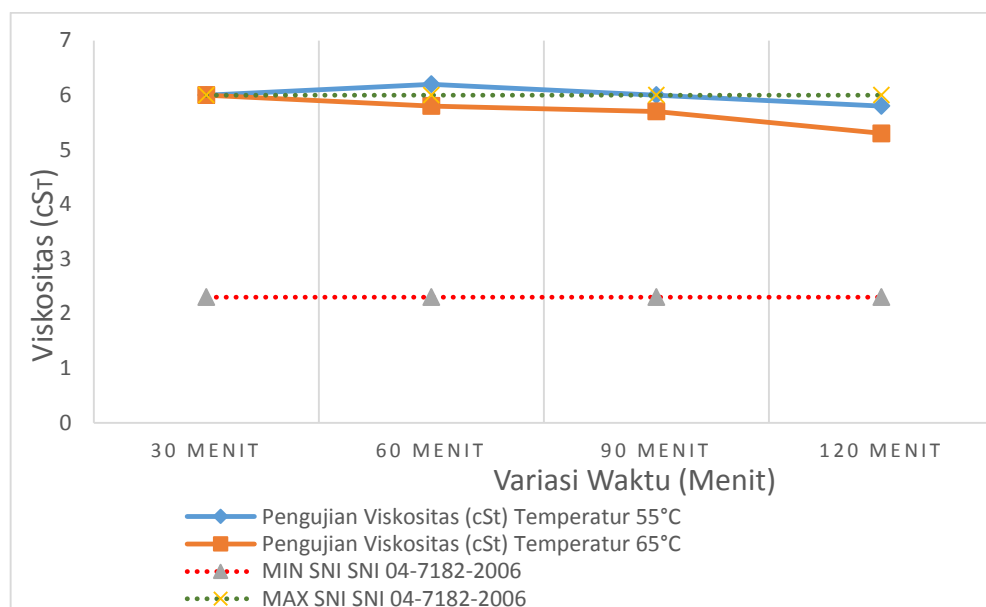
Biodiesel kelapa yang dipengaruhi pada waktu 120 dan temperatur  $65^\circ\text{C}$  menghasilkan viskositas dinamik 4.6 mPa.s dan densitas  $859,014 \text{ kg/m}^3$ . Jadi dapat dihitung dengan rumus untuk merubah viskositas dinamis menjadi kinematik:

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

$$\nu = \frac{4,6 \text{ (mPa.s)}}{859,014 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,00535 \times 1000 = 5,3 \text{ cSt}$$

Jadi viskositas kinematik yang diperoleh dari variasi waktu 120 dan temperatur  $65^\circ\text{C}$  adalah 5,3 cSt

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara suhu dan waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel dan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Pengujian viskositas kinematik pengaruh waktu dan temperatur reaksi terhadap biodiesel minyak kelapa.

Viskositas sangat erat kaitannya dengan laju aliran suatu fluida, Makin kental suatu cairan, makin besar gaya yang dibutuhkan untuk membuatnya mengalir pada kecepatan tertentu. Nilai viskositas kinematik juga dipengaruhi oleh nilai densitas, bilamana nilai densitas semakin rendah maka nilai viskositas kinematik juga mempunyai nilai yang rendah begitu pula sebaliknya. Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa viskositas pada variasi temperatur 55°C memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dari temperatur 65°C dan juga viskositas kinematik semakin menurun tetapi perbedaannya tidak terlalu signifikan. Nilai viskositas kinematik yang paling rendah dan memenuhi syarat standar mutu viskositas SNI yaitu 2,3–6 cSt pada biodiesel kelapa dengan suhu 65°C dan waktu 120 menit mempunyai nilai 5,3 cSt. Dikarenakan variasi suhu dan waktu untuk pembuatan biodiesel semakin kecil maka nilai viskositas besar, berbanding terbalik dengan reaksi variasi suhu dan waktu semakin besar maka nilai viskositas rendah. Disebabkan pada suhu dan waktu yang kecil pencampuran antara minyak kelapa dengan campuran metanol dan katalis belum mencapai kesetimbangan atau belum sempurna untuk memisahkan antara biodiesel dan gliserol. Menurut penelitian (Encinar, dkk, 2005) waktu optimum yang dapat menghasilkan konversi terbesar terjadi waktu 60 menit dan reaksi telah berlangsung sempurna.

Semakin tinggi konversi biodiesel maka viskositas kinematik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin sedikit kadar asam lemak bebas yang masih berada pada biodiesel yang dihasilkan tersebut atau kemungkinan masih terdapat air dalam biodiesel akibat proses pencucian. Viskositas kinematik akan semakin turun ketika terjadi peningkatan nilai ketidakjenuhan dari biodiesel (Hanif., 2009.). Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa suhu, waktu dan interaksi antara suhu dan waktu reaksi tidak berpengaruh atau tidak berbeda signifikan pada taraf 95 % (Sinaga, dkk, 2014).

Jika Rata-rata viskositas yang diperoleh lebih besar dari standar, hal ini dimungkinkan karena pemisahan (*setling*) tidak efektif dan kurang sempurna. Untuk mengatasi hal itu bisa dilakukan alternatif cara pemisahan yang lain seperti cara sentrifugasi atau dengan pemisahan vakum (Sudradjat, 2010). Alkohol bercabang tidak mempengaruhi viskositas secara signifikan dibandingkan rantai



lurus, sedangkan adanya asam lemak bebas akan meningkatkan viskositas secara nyata. Viskositas kinematik akan meningkat seiring dengan panjang rantai asam lemak (Knothe, dan Steidley,, 2005)

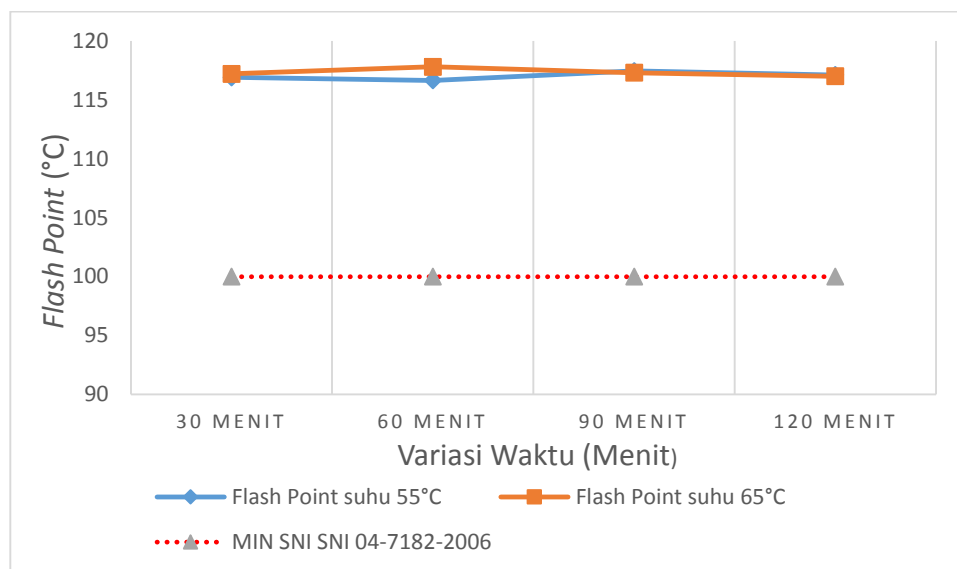
#### 4.3.3. *Flash Point* Biodiesel Kelapa

*Flash point* adalah suatu angka yang menyatakan tercapainya temperatur titik nyala dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api. Nilai *flash point* ini didapat dengan menggunakan alat buatan sendiri. Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil pengujian *flash point* pengaruh waktu dan temperatur terhadap sifat minyak biodiesel minyak kelapa

No	Nama Sampel	<i>Flash Point</i> (°C)	SNI : 04-7182-2006
1	BK55°30	116,9	Min 100°C
2	BK55°60	116,65	
3	BK55°90	117,45	
4	BK55°120	117,1	
5	BK65°30	117,2	
6	BK65°60	117,8	
7	BK65°90	117,3	
8	BK65°120	117	

*Flash point* yang dihasilkan setelah penelitian dapat ditunjukkan pada gambar 4.3 dengan variasi reaksi waktu dan suhu terhadap biodiesel kelapa. Nilai *flash point* pada grafik di bawah ini mengalami penurunan yang tidak signifikan dikedua variasi suhu pada suhu 55°C dan 65°C.



Gambar 4. 4 Pengujian *flash point* pengaruh waktu dan temperatur terhadap sifat biodiesel minyak kelapa.

Perbedaan nilai pada grafik tidak terlalu signifikan, dari 8 sampel yang sudah diuji semuanya memenuhi standar mutu biodiesel SNI: 04-7182-2006 ( $<100^{\circ}\text{C}$ ). Dari gambar 4.4 dapat dilihat rata-rata *flash point* bahan bakar diesel dari minyak kelapa dihasilkan berturut-turut sebesar  $117^{\circ}\text{C}$ . Nilai viskositas juga berpengaruh pada titik nyala api pada biodiesel kelapa semakin rendah nilai viskositas yang didapat maka semakin rendah juga suhu untuk mencapai nilai titik nyalanya biodiesel. Nilai yang paling tinggi ditunjukkan pada biodiesel kelapa BK65°C dan 60 menit memiliki *flash point*  $117,8^{\circ}\text{C}$ .

Titik nyala sangat erat kaitannya 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 Kelapa

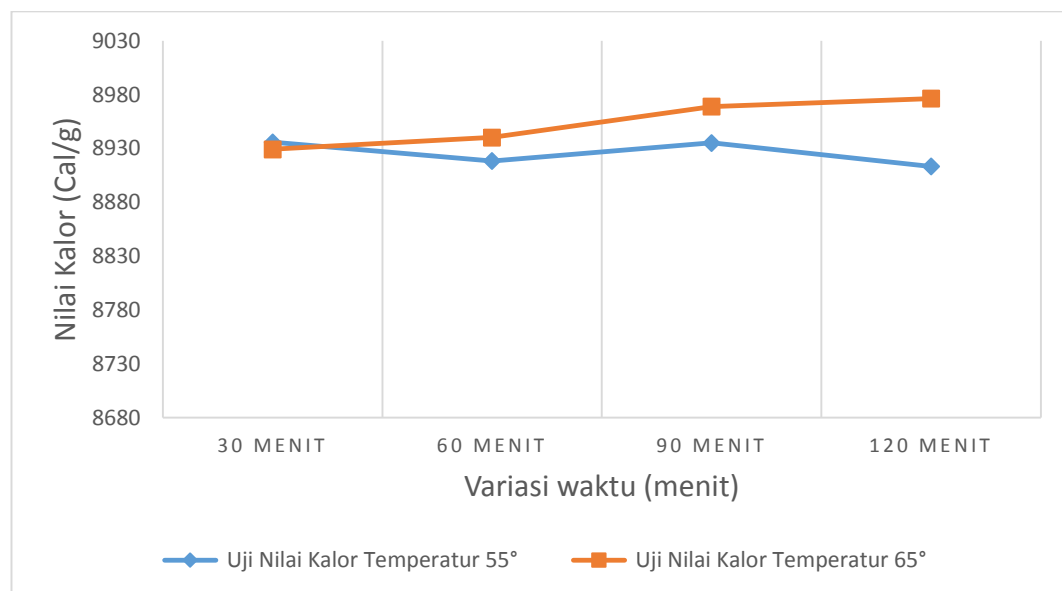
Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/oksigen.

Hasil dari nilai kalor tersebut menggunakan alat *Bom Kalorimeter*. Dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil pengujian nilai kalor pengaruh waktu dan temperatur terhadap sifat biodiesel minyak kelapa

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (Cal/g)
1	BK55°30	8935.8319
2	BK55°60	8918.5129
3	BK55°90	8935.2497
4	BK55°120	8913.3533
5	BK65°30	8929.253
6	BK65°60	8940.2477
7	BK65°90	8968.9564
8	BK65°120	8976.4232

Nilai kalor pada grafik menunjukkan kenaikan hingga pada reaksi variasi waktu 90 menit perbedaan pada grafik tidak signifikan dapat dilihat pada gambar gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Pengujian nilai kalor pengaruh waktu dan temperatur terhadap sifat biodiesel minyak kelapa

Kemungkinan besar diakibatkan karena reaksi antara minyak dengan campuran metanol dan katalis belum sempurna jadi kandungan metanolnya masih terkandung dalam biodiesel, dikarenakan nilai kalor metanol lebih rendah dari pada minyak kelapa jadi nilai kalor dengan reaksi lebih kecil maka nilai kalor lebih rendah. Ada kemungkinan yang lain yang mempengaruhi nilai kalor karena masih adanya kandungan air yang terdapat pada biodiesel kelapa setelah melalui proses pencucian. Pada proses transesterifikasi dengan variasi waktu dan suhu paling rendah nilai kalor biodiesel juga rendah. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya waktu reaksi berkisar 30 menit menyebabkan reaksi belum mencapai kesetimbangan karena menurut penelitian (Encinar, dkk, 2005) waktu optimum yang dapat menghasilkan konversi terbesar terjadi waktu 60 menit dan reaksi telah berlangsung sempurna. Semakin besar kandungan metanolnya, berakibat nilai kalornya akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena tidak terjadi pemisahan antara biodiesel dengan gliserin pada proses transesterifikasi sehingga kandungan metanolnya masih tinggi (Sinarep & Mirmanto, 2011)