

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh

Minyak sawit dan minyak jagung mengandung asam lemak jenuh dan tak jenuh. Pada tabel 4.2 didapatkan hasil pengujian komposisi zat-zat asam lemak yang terkandung pada minyak sawit dan minyak jagung.

Tabel 4.1. Hasil pengujian asam lemak penyusun minyak sawit dan minyak jagung

Asam Lemak	Minyak Sawit (%)	Minyak Jagung (%)
Methyl Butyrate	1,21	1,70
Methyl Palmitate	35,27	10,40
Cis-9-Oleic Methyl Ester (Methyl Oleate)	43,82	29,50
Methyl Lenoleate	12,51	49,44
Methyl Cis-11-eicocenoate	0,41	1,41
Methyl Lenolenate	0,26	0,52
Methyl Docosanoate	0,54	1,92
Methyl Cis-5-8-11-14-17-Eicosapentaenoate	0,40	0,12

Berdasarkan hasil pengujian asam lemak, sebagian besar asam lemak penyusun minyak sawit adalah asam palmitate (C16:0) 35,27%, asam oleat (C18:1)

43,82% dan asam linoleat (C18:2) 12,51%. Sedangkan minyak jagung sebagian besar penyusunnya adalah asam linoleat (C18:2) 49,50%, asam oleat (C18:1) 29,50% dan asam palmitate (C16:0) 10,40%. Berdasarkan presentase hasil pengujian kandungan asam lemak tersebut, maka minyak jagung memiliki rantai karbon dan ikatan rangkap yang lebih banyak dibandingkan minyak sawit.

Ikatan rangkap yang banyak menyebabkan densitas campuran minyak sawit dan jagung menjadi meningkat sedangkan viskositas serta *flash point* campuran minyak sawit dan jagung menjadi menurun. Kemudian, rantai karbon yang panjang menyebabkan nilai kalor campuran minyak sawit dan minyak jagung menjadi lebih tinggi.

4.2 Densitas Sampel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Jagung

Densitas merupakan perbandingan massa terhadap volume, semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya.

Nilai densitas diperoleh dari persamaan seperti terlihat dibawah ini:

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

ρ = massa jenis (kg/m³)

m = massa sampel minyak (kg)

V = volume sampel minyak (m³)

Pada sampel minyak sawit 100% (S100) didapatkan massa = 44,1187 g dengan volume = 50 ml.

Jadi dapat diperoleh perhitungan dengan persamaan:

$$\rho = \frac{44,1187(g)}{50(ml)} = 0,882374 \text{ g/ml} = 882,374 \text{ kg/m}^3$$

Jadi densitas yang diperoleh pada sampel minyak sawit 100% (S100) adalah 882,374 kg/m³.

Dari perhitungan tersebut, maka hasil pengujian densitas dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

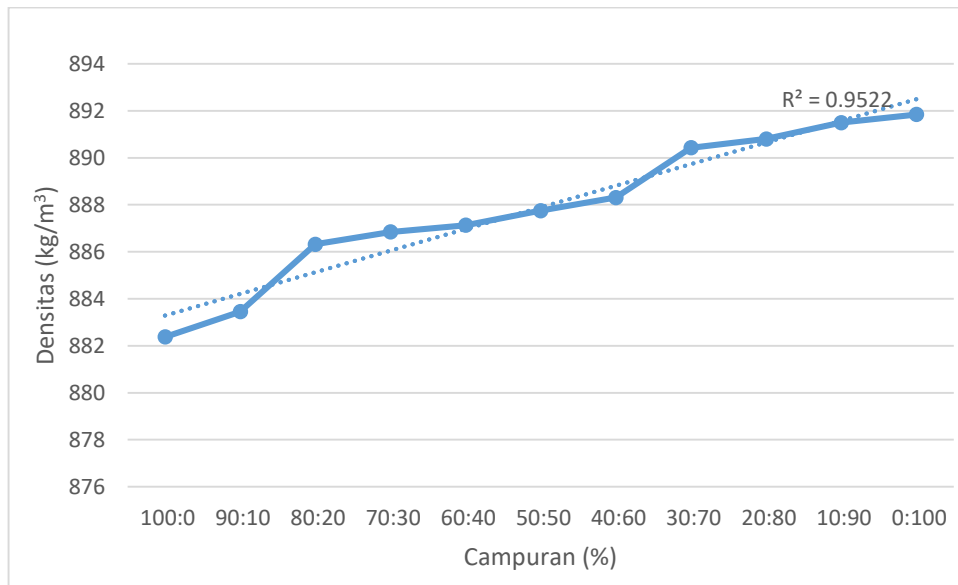
Tabel 4.2. Hasil pengujian densitas sampel minyak variasi komposisi campuran

No	Nama Sampel	Densitas (kg/m ³)
1	S100	882,374
2	S90J10	883,448
3	S80J20	886,320
4	S70J30	886,842
5	S60J40	887,126
6	S50J50	887,746
7	S40J60	888,310
8	S30J70	890,428
9	S20J80	890,800
10	S10J90	891,494
11	J100	891,844

Tabel 4.3. Hasil pengujian densitas sampel minyak variasi waktu

No	Nama Sampel	Densitas (kg/m ³)
1	S50J50 30m	887,746
2	S50J50 60m	887,792
3	S50J50 90m	888,374

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara variasi campuran dan waktu terhadap densitas yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1. Grafik pengujian densitas sampel minyak sawit dan jagung dengan variasi campuran

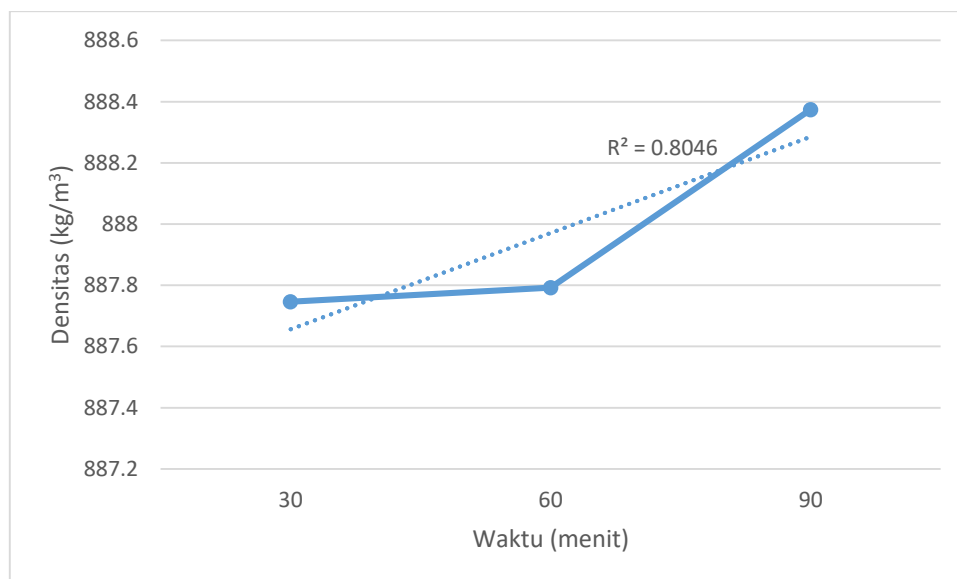
Grafik pengujian densitas variasi campuran ini meningkat dari 882,374 kg/m³ menjadi 891,844 kg/m³. Densitas campuran minyak sawit dan jagung semakin meningkat seiring dengan semakin banyak presentase minyak jagung. Hal ini disebabkan karena minyak jagung memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan minyak sawit, sehingga semakin banyak campuran minyak jagung, maka densitasnya akan semakin tinggi.

Perbedaan nilai densitas antar sampel disebabkan oleh asam lemak yang dikandung. Densitas akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah ikatan rangkap pada asam lemak. Semakin tidak jenuh minyak yang digunakan, maka densitas minyak tersebut akan semakin tinggi (Tazora, 2011). Pernyataan Tazora sesuai dengan penelitian yang dilakukan, presentase kandungan asam lemak tidak jenuh minyak jagung lebih besar dibandingkan asam lemak tidak jenuh minyak

sawit, sehingga minyak jagung memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan minyak sawit.

Berdasarkan syarat mutu bahan bakar minyak nabati murni SNI 7431:2015, densitas yang memenuhi kriteria berkisar antara 870-910 kg/m³. Dari pengujian densitas variasi campuran yang dilakukan, maka seluruh sampel minyak campuran variasi komposisi telah memenuhi kriteria bahan bakar minyak nabati murni.

Berdasarkan syarat mutu biodiesel SNI 7182:2015 dari Badan Standarisasi Nasional, densitas bahan bakar yang memenuhi kriteria syarat mutu biodiesel berkisar antara 850-890 kg/m³. Dari pengujian densitas minyak variasi komposisi, maka minyak yang memenuhi kriteria syarat mutu biodiesel adalah dari sampel minyak sawit murni S100 sampai dengan campuran minyak sawit dan minyak jagung S40J60.



Gambar 4.2. Grafik pengujian densitas sampel campuran minyak sawit dan jagung perbandingan 50:50 dengan variasi waktu

Grafik hasil pengujian densitas variasi waktu tersebut menunjukkan kenaikan yaitu dari 887,746-888,374 kg/m³. Kenaikan tersebut disebabkan karena terjadi oksidasi selama pemanasan. Oksidasi menyebabkan presentase zat yang

mempunyai berat molekul tinggi bertambah (Ketaren, 2012), sehingga semakin lama waktu pemanasan, maka densitas minyak akan semakin besar.

Berdasarkan syarat mutu bahan bakar minyak nabati murni SNI 7431:2015, densitas yang memenuhi kriteria berkisar antara 870-910 kg/m³. Dari pengujian densitas variasi waktu yang dilakukan, maka seluruh minyak campuran telah masuk standar mutu bahan bakar nabati murni.

Berdasarkan syarat mutu biodiesel SNI 7182:2015 dari Badan Standarisasi Nasional, densitas bahan bakar yang memenuhi kriteria syarat mutu biodiesel berkisar antara 850-890 kg/m³. Dari pengujian densitas minyak variasi waktu, maka seluruh minyak campuran variasi waktu telah memenuhi kriteria bahan bakar.

4.3 Viskositas Sampel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Jagung

Viskositas merupakan angka yang menyatakan besar hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir. Makin tinggi viskositasnya, makin kental dan semakin sulit mengalir.

Nilai viskositas kinematik diperoleh dari persamaan seperti terlihat dibawah ini.

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

v = viskositas kinematik (cSt)

μ = viskositas dinamik (mPa.s)

ρ = Densitas (kg/m³)

Sampel minyak sawit 100% (S100) memiliki viskositas dinamik sebesar 35 mPa.s dan densitas 882,374 kg/m³. Jadi dapat dihitung dengan rumus untuk merubah viskositas dinamis menjadi kinematik:

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

$$v = \frac{35 \text{ (mPa.s)}}{882,374 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0.0039666 \times 1000 = 39,666 \text{ cSt}$$

Jadi viskositas kinematik yang diperoleh dari variasi waktu 120 dan Temperatur 65°C adalah 39,666 cSt.

Dari perhitungan tersebut, maka hasil pengujian viskositas kinematik yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

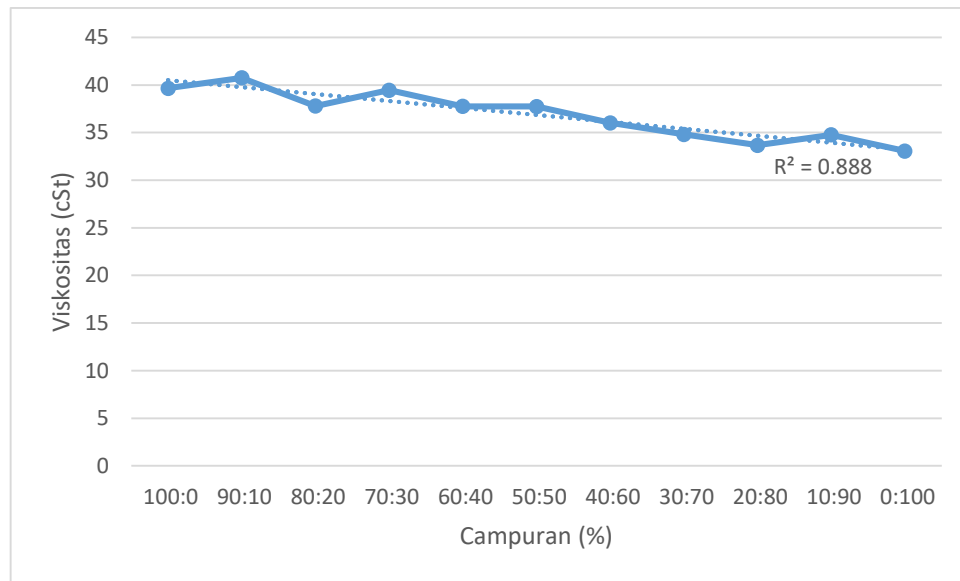
Tabel 4.4. Hasil pengujian viskositas kinematik sampel minyak variasi komposisi Campuran.

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	Viskositas Dinamik (mPa.s)
1	S100	39,666	35
2	S90J10	40,749	36
3	S80J20	37,797	33,5
4	S70J30	39,466	35
5	S60J40	37,762	33,5
6	S50J50	37,736	33,5
7	S40J60	36,023	32
8	S30J70	34,815	31
9	S20J80	33,678	30
10	S10J90	34,773	31
11	J100	33,078	29,5

Tabel 4.5. Hasil pengujian viskositas kinematik sampel minyak campuran variasi waktu

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	Viskositas Dinamik (mPa.s)
1	S50J50 30m	37,736	33,5
2	S50J50 60m	37,734	33,5
3	S50J50 90m	39,398	35

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara variasi campuran dan waktu terhadap viskositas kinematik yang dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3. Grafik pengujian viskositas kinematik sampel minyak sawit dan jagung dengan variasi campuran

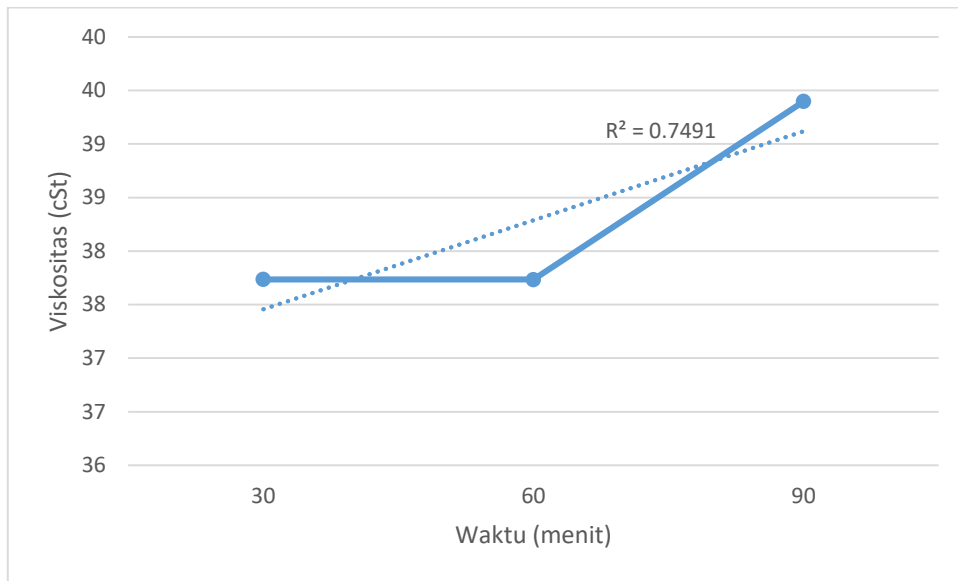
Grafik pengujian viskositas kinematik tersebut menunjukkan penurunan seiring dengan semakin banyak campuran minyak jagung, yaitu dari 39,666-33,078 cSt. Viskositas campuran minyak sawit dan jagung semakin menurun seiring dengan semakin banyak presentase minyak jagung. Hal ini disebabkan karena minyak jagung memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan minyak sawit, sehingga semakin banyak campuran minyak jagung, maka viskositasnya akan semakin rendah.

Densitas berbanding terbalik dengan viskositas. Densitas yang lebih tinggi menyebabkan viskositas semakin rendah (Hoekman, 2011). Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil pengujian densitas yang dilakukan, dimana minyak jagung memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan minyak sawit, sehingga, viskositas minyak jagung lebih rendah dibandingkan minyak sawit.

Semakin banyak ikatan rangkap maka minyak akan semakin tidak jenuh. Viskositas berkaitan erat dengan tingkat ketidakjenuhan, dengan ketidakjenuhan yang semakin tinggi, maka viskositas semakin rendah (Hoekman, 2011). Berdasarkan hasil pengujian asam lemak, minyak jagung memiliki ikatan rangkap yang lebih banyak dibandingkan minyak sawit. Jadi, minyak jagung memiliki tingkat ketidakjenuhan yang lebih tinggi, sehingga viskositas campuran minyak sawit dan minyak jagung akan semakin rendah seiring dengan makin banyaknya campuran minyak jagung.

Berdasarkan syarat mutu bahan bakar minyak nabati murni SNI 7431:2015, viskositas yang memenuhi kriteria bernilai maksimal 36 cSt. Dari pengujian viskositas variasi campuran yang dilakukan, sampel minyak yang memenuhi kriteria bahan bakar minyak nabati murni adalah sampel minyak S30J70, S20J80, S10J90 dan J100.

Berdasarkan syarat mutu biodiesel SNI 7182:2015 dari Badan Standarisasi Nasional, viskositas bahan bakar yang memenuhi kriteria syarat mutu biodiesel berkisar antara 2,3-6 cSt. Dari pengujian viskositas variasi campuran yang dilakukan, maka tidak ada sampel minyak variasi komposisi campuran yang memenuhi kriteria bahan bakar biodiesel.



Gambar 4.4. Grafik pengujian viskositas kinematik sampel campuran minyak sawit dan jagung perbandingan 50:50 dengan variasi waktu

Grafik pengujian viskositas kinematik tersebut menunjukkan kenaikan dari 37,735 cSt menjadi 39,398 cSt. Kenaikan tersebut disebabkan karena terjadi oksidasi selama pemanasan berlangsung. Selama oksidasi terjadi, terdapat proses polimerisasi pada minyak yang ditandai dengan naiknya viskositas (Ketaren, 2012), sehingga, semakin lama pemanasan yang dilakukan, maka dapat menghasilkan nilai viskositas yang semakin besar.

Berdasarkan syarat mutu bahan bakar minyak nabati murni SNI 7431:2015, viskositas yang memenuhi kriteria bernilai maksimal 36 cSt. Dari pengujian viskositas variasi waktu yang dilakukan, maka tidak ada sampel minyak campuran variasi waktu yang masuk dalam standar kriteria bahan bakar nabati murni.

Berdasarkan syarat mutu SNI 7182:2015 dari Badan Standarisasi Nasional, viskositas bahan bakar yang memenuhi kriteria syarat mutu biodiesel berkisar antara 2,3-6 cSt. Maka, tidak ada sampel minyak variasi waktu yang memenuhi kriteria bahan bakar biodiesel.

4.4 *Flash point* Sampel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Jagung

Flash point adalah temperatur minimal fluida pada waktu uap yang keluar dari permukaan fluida langsung akan terbakar dengan sendirinya oleh udara disekililingnya disertai kilatan cahaya. Berdasarkan pengujian *flash point* yang telah dilakukan, maka hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6 dan tabel 4.7.

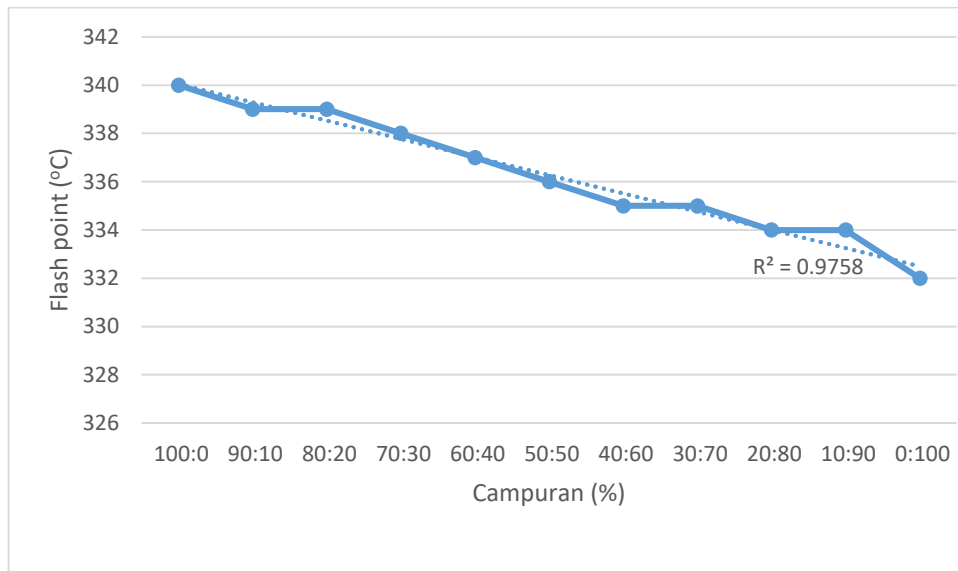
Tabel 4.6. Hasil pengujian *flash point* sampel minyak variasi komposisi campuran.

No	Nama Sampel	<i>Flash point</i> (°C)
1	S100	340
2	S90J10	339
3	S80J20	339
4	S70J30	338
5	S60J40	337
6	S50J50	336
7	S40J60	335
8	S30J70	335
9	S20J80	334
10	S10J90	334
11	J100	332

Tabel 4.7. Hasil pengujian *flash point* sampel minyak variasi waktu

No	Nama Sampel	<i>Flash point</i> (°C)
1	S50J50 30m	336
2	S50J50 60m	339
3	S50J50 90m	340

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara variasi campuran dan waktu terhadap *flash point* yang dapat dilihat pada gambar 4.5 dan 4.6.



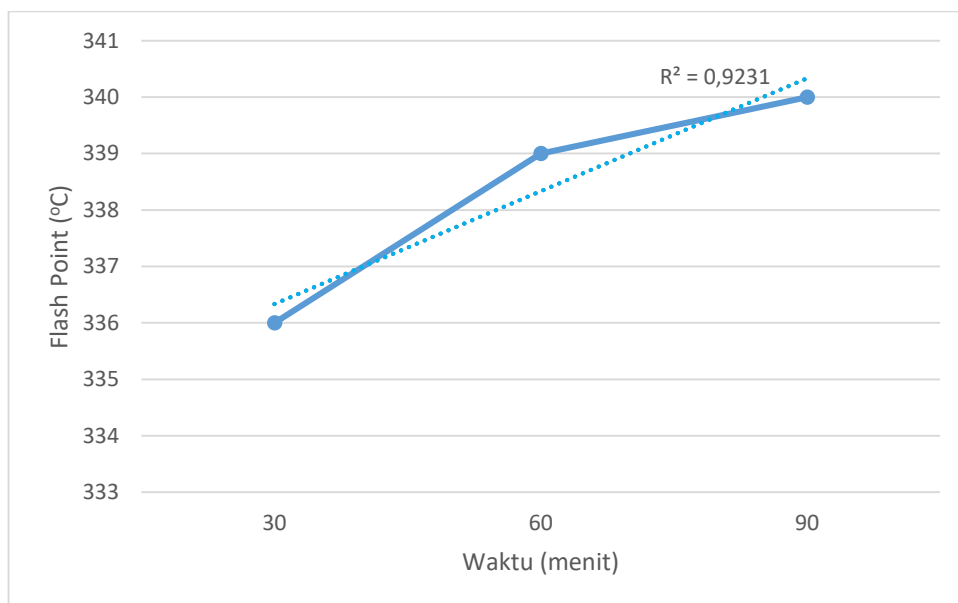
Gambar 4.5. Grafik pengujian *flash point* sampel minyak sawit dan jagung dengan variasi campuran

Grafik pengujian *flash point* pada campuran minyak sawit dan minyak jagung menurun dari 340°C menjadi 332°C. Titik nyala (*Flash point*) campuran minyak sawit dan jagung semakin menurun seiring dengan semakin banyak presentase minyak jagung. Hal ini disebabkan karena minyak jagung memiliki titik nyala (*Flash point*) yang lebih rendah dibandingkan minyak sawit, sehingga semakin banyak campuran minyak jagung, maka *flash point*-nya akan semakin rendah.

Semakin viskos atau kental suatu cairan hidrokarbon khususnya minyak atau *crude oil* maka titik nyala dan titik bakarnya akan semakin besar, sehingga minyak akan sukar untuk terbakar (Kurniadi, 2015). Dari hasil pengujian viskositas didapatkan bahwa minyak sawit memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dibandingkan minyak jagung. Jadi, nilai *flash point* minyak jagung lebih rendah dibandingkan minyak jagung, sehingga semakin tinggi campuran minyak jagung maka nilai *flash point*-nya semakin rendah.

Berdasarkan syarat mutu bahan bakar minyak nabati murni SNI 7431:2015, *flash point* yang memenuhi kriteria bernilai minimal 100 °C. Dari pengujian viskositas variasi komposisi campuran yang dilakukan, maka seluruh sampel minyak variasi komposisi campuran masuk dalam standar kriteria bahan bakar nabati murni.

Berdasarkan syarat mutu SNI 7182:2015 dari Badan Standarisasi Nasional, titik nyala (*flash point*) bahan bakar yang memenuhi kriteria syarat mutu biodiesel minimal 100°C. Dari pengujian viskositas variasi waktu yang dilakukan, maka seluruh sampel minyak campuran variasi komposisi masuk dalam standar kriteria bahan bakar nabati murni.



Gambar 4.6. Grafik pengujian *flash point* sampel campuran minyak sawit dan jagung perbandingan 50:50 dengan variasi waktu

Grafik pengujian *flash point* pada sampel variasi waktu menunjukkan peningkatan dari 336°C menjadi 340°C. Dalam pengujian *flash point* tersebut didapatkan semakin lama minyak dipanaskan, maka nilai *flash point* akan semakin tinggi.

Semakin viskos atau kental suatu cairan hidrokarbon khususnya minyak atau *crude oil* maka titik nyala dan titik bakarnya akan semakin besar, sehingga minyak

akan sukar untuk terbakar (Kurniadi, 2015). Dari hasil pengujian viskositas variasi waktu didapatkan bahwa viskositas campuran minyak sawit dan jagung meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu pemanasan, sehingga semakin lama pemanasan maka *flash point* campuran minyak sawit dan jagung semakin meningkat karena viskositasnya meningkat.

Berdasarkan syarat mutu bahan bakar minyak nabati murni SNI 7431:2015, *flash point* yang memenuhi kriteria bernilai minimal 100°C. Dari pengujian viskositas variasi waktu pencampuran yang dilakukan, maka seluruh sampel minyak variasi waktu pencampuran masuk dalam standar kriteria bahan bakar nabati murni.

Berdasarkan syarat mutu bahan bakar biodiesel SNI 7182:2015 dari Badan Standarisasi Nasional, titik nyala (*flash point*) bahan bakar yang memenuhi kriteria syarat mutu biodiesel minimal 100°C, sehingga dapat dikatakan seluruh sampel minyak variasi waktu yang telah diuji *flash point*, memenuhi kriteria bahan bakar.

4.5 Nilai Kalor Sampel Campuran Minyak Sawit dan Minyak Jagung

Nilai kalor merupakan angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar dengan oksigen. Nilai kalor berkaitan erat dengan densitas. Semakin besar densitas suatu minyak, maka semakin kecil nilai kalornya, begitupula sebaliknya semakin kecil densitasnya maka semakin besar nilai kalornya. Hasil pengujian nilai kalor yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

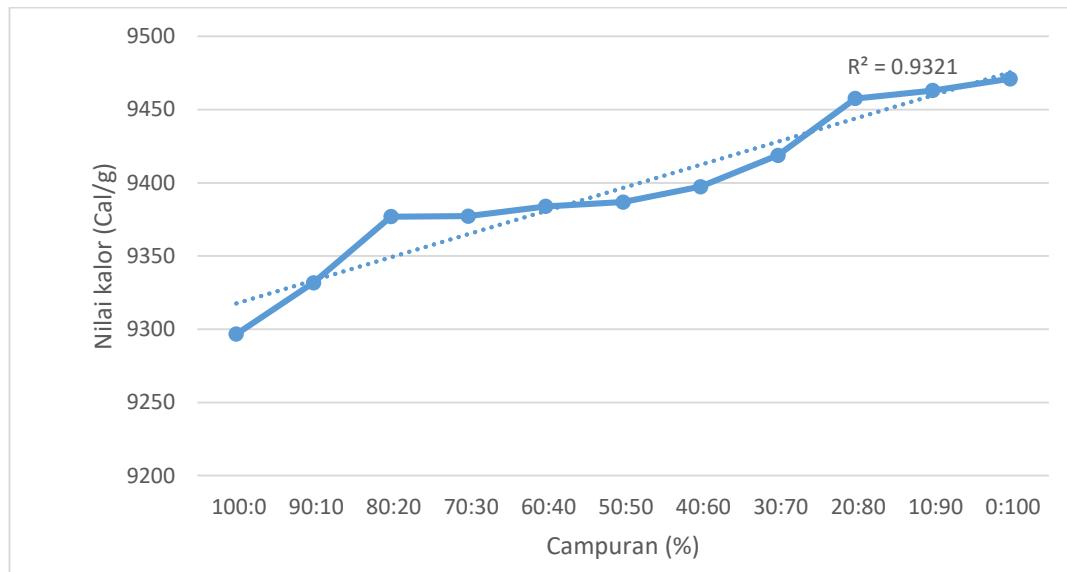
Tabel 4.8. Hasil pengujian nilai kalor sampel minyak variasi komposisi campuran

No	Nama Sampel	Uji Nilai Kalor (Cal/g)
1	S100	9296,7260
2	S90J10	9331,7242
3	S80J20	9376,9807
4	S70J30	9377,2526
5	S60J40	9383,9615
6	S50J50	9386,8496
9	S40J60	9397,4088
10	S30J70	9418,7779
11	S20J80	9457,6484
12	S10J90	9463,0581
13	J100	9471,0863

Tabel 4.9. Hasil pengujian nilai kalor sampel minyak variasi waktu

No	Nama Sampel	Uji Nilai Kalor (Cal/g)
1	S50J50 30m	9386,8496
2	S50J50 60m	9353,2118
3	S50J50 90m	9344,3610

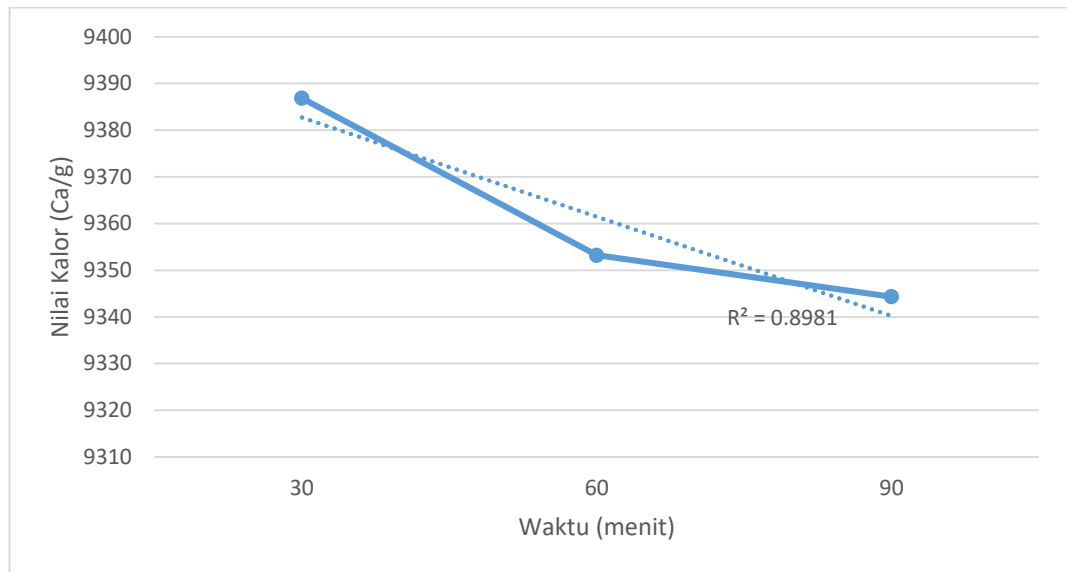
Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara variasi campuran dan waktu terhadap nilai kalor yang dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8.



Gambar 4.7. Grafik pengujian nilai kalor sampel minyak sawit dan jagung dengan variasi campuran

Grafik hasil pengujian nilai kalor menunjukkan kenaikan dari 9296,7260 Cal/g menjadi 9471,0863 Cal/g. Nilai kalor campuran minyak sawit dan jagung semakin meningkat seiring dengan semakin banyak presentase minyak jagung. Hal ini disebabkan karena minyak jagung memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan minyak sawit, sehingga semakin banyak campuran minyak jagung, maka nilai kalornya akan semakin tinggi.

Semakin panjang rantai karbon akan mengurangi massa oksigen, sehingga nilai kalor meningkat (Hoekman, 2011). Berdasarkan hasil pengujian asam lemak, didapatkan bahwa minyak jagung memiliki rantai karbon yang lebih panjang dibandingkan minyak sawit, sehingga, campuran minyak sawit dan jagung memiliki nilai kalor yang meningkat seiring dengan semakin banyak presentase minyak jagung.



Gambar 4.8. Grafik pengujian nilai kalor sampel campuran minyak sawit dan jagung perbandingan 50:50 dengan variasi waktu

Grafik hasil pengujian nilai kalor menunjukkan sedikit penurunan dari 9368,8496 Cal/g menjadi 9344,3610 Cal/g. Tingkat ketidakjenuhan memiliki pengaruh yang cukup kuat pada nilai kalor (Hoekman, 2011). Maka selama pemanasan, kandungan rantai karbon pada campuran minyak sawit dan jagung berkurang karena putus dan ikatan rangkap semakin besar, sehingga, semakin lama dipanaskan maka nilai kalor campuran minyak sawit dan jagung akan semakin menurun.