

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 jagung dan juga minyak jarak. Dari pengujian yang telah dilakukan, minyak jarak dan minyak jagung tersebut mempunyai karakteristik seperti viskositas, densitas, nilai kalor dan *flash point* yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Karakteristik Bahan Baku Minyak

| Karakteristik | Minyak Jarak (<i>Jathropa Curcas</i>) | Minyak Jagung (<i>Corn Oil</i>) |
|-------------------------|--|-----------------------------------|
| Densitas (40°C) | 930,53 | 881,93 |
| Viskositas (40°C)cSt | 265,25 | 27,21 |
| <i>Flash point</i> (°C) | 285 | 326 |
| Nilai Kalor (Cal/g) | 8889,78 | 9484,17 |

Pada tabel di atas dapat dilihat karakteristik densitas dan viskositas minyak jagung lebih rendah dari pada minyak jarak, sedangkan *flash point* dan nilai kalor minyak jagung lebih tinggi dibandingkan dengan minyak jarak, karena dari itu minyak jagung digunakan sebagai bahan baku campuran dengan minyak jarak, diharapkan bisa memberikan perubahan terhadap karakteristik biodiesel campuran.

4.1.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh

Kandungan asam lemak merupakan asam lemak yang semua ikatan atom karbonnya memiliki ikatan tunggal (jenuh). Sedangkan asam lemak tak jenuh ialah asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Kandungan dari asam lemak jenuh maupun asam lemak tak jenuh minyak jarak dan minyak jagung didapat setelah melakukan pengujian di Laboratorium Pengujian dan Penelitian Terpadu (LPPT) UGM dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Jarak

| No | Asam Lemak | Karakteristik (% Relatif) |
|----|---------------------------------|---------------------------|
| 1 | Methyl Butyrate | 36,08 |
| 2 | Methyl Palmitate | 6,1 |
| 3 | Cis-9-Oleic Methyl Ester | 18,83 |
| 4 | Linolelaidic Acid Methyl Ester | 0,99 |
| 5 | Methyl Linolcate | 26,8 |
| 6 | Methyl Cis-11-eicocenoate | 2,62 |
| 7 | Methyl Linolenate | 1,42 |
| 8 | Methyl Octadecanoate | 6,68 |
| 9 | Cis-4-10-13-19-docosahexacnoate | 0,49 |

Tabel 4.3 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Jagung

| No | Asam Lemak | Karakteristik (% Relatif) |
|----|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Methyl Butyrate | 8,85 |
| 2 | Methyl Palmitate | 10,85 |
| 3 | Methyl Octadecanolate | 1,40 |
| 4 | Cis-9-Oleic Methyl Ester | 29,64 |
| 5 | Methyl Linoleate | 47,86 |
| 6 | Methyl Arachidate | 0,43 |
| 7 | Methyl Cis-11-eicosenoate | 0,72 |
| 8 | Methyl Octadecanoate | 0,24 |

Dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3 diatas bahwa asam lemak yang dimiliki pada minyak jarak methyl butyrate sebesar 36,08%, cis-9-oleic methyl ester sebesar 18,83% dan methyl linoleate sebesar 26,80% . Sedangkan asam lemak yang dimiliki minyak jagung didominasi oleh methyl palmitate sebesar 10,85%, cis-9-oleic methyl ester sebesar 29,64% dan methyl linoleate sebesar 47,86%.

4.2 Karakteristik Biodiesel Jarak dan Jagung

Dari penelitian yang telah dilakukan dan didapatkan karakteristik biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak jagung dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Karakteristik Biodiesel jarak dan Biodiesel Jagung

| Karakteristik | Biodiesel Jarak | Biodiesel Jagung |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|
| Densitas (40°C) kg/m ³ | 900 | 820 |
| Viskositas (40°C) cSt | 16,5 | 6,6 |
| <i>Flash point</i> (°C) | 202,33 | 174,23 |
| Nilai Kalor (Cal/g) | 8905,61 | 9591,57 |

Pada tabel 4.4 dapat dilihat perbandingan karakteristik antara biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak jagung. Pada biodiesel minyak jarak karakteristik viskositas kinematiknya sebesar 16,5 cSt belum memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu antara 2,3-6,0 cSt, kemudian untuk densitas biodiesel minyak jarak bernilai 900 kg/m³ juga belum memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu antara 850-890 kg/m³, sedangkan untuk *flash point* biodiesel minyak jarak dengan nilai 202,33 °C memenuhi standar SNI 7182-2015 yaitu 100 °C. Sedangkan untuk karakteristik biodiesel minyak jagung nilai viskositas kinematiknya (6,6 cSt) belum memenuhi standar SNI 7182-2015, untuk *flash point* biodiesel minyak jagung bernilai 174,23 °C dan nilai densitasnya (820 kg/m³) sudah memenuhi standar SNI 7182-2015 .

4.3 Karakteristik Campuran Biodiesel Minyak jarak dan Minyak jagung

4.3.1 Densitas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Densitas atau kerapatan merupakan pengukuran massa setiap benda. Semakin tinggi massa jenis dari suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Hasil pengujian densitas yang dilakukan terhadap variasi waktu dan temperatur dapat dilihat pada tabel 4.5, dan gambar 4.1 di bawah ini. Nilai densitas dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

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

Keterangan:

ρ = massa jenis (kg/m³)

V = Volume (m³)

m = massa (kg)

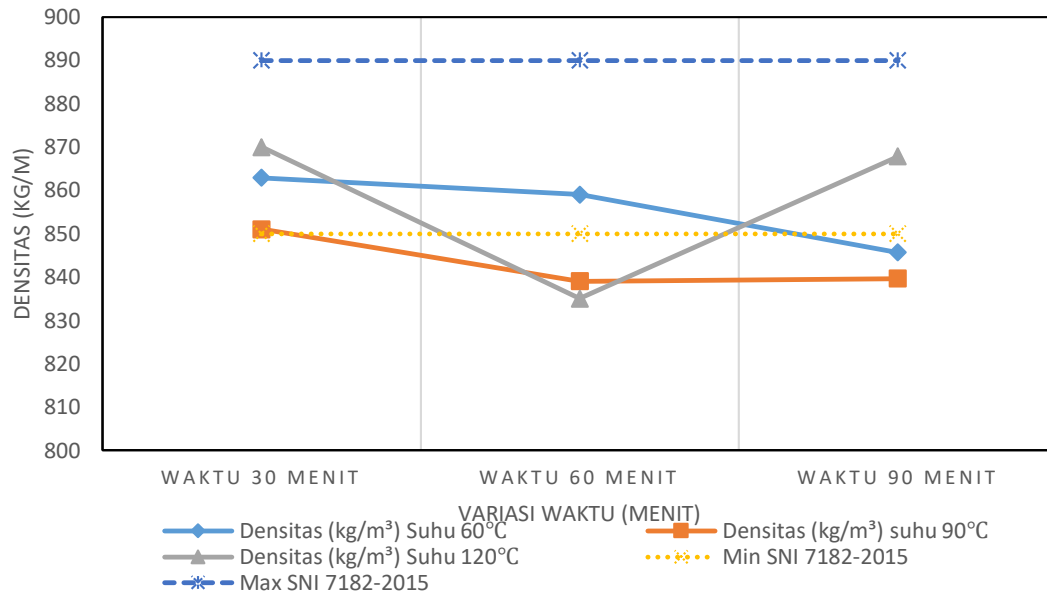
Campuran biodiesel antara minyak jarak dan minyak jagung pada variasi waktu 30 menit dengan suhu pemanasan 60°C memiliki massa = 43,146 g dan volume = 50 ml, dapat diperoleh perhitungan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{43,146 \text{ (g)}}{50 \text{ (ml)}} = 0,8629 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 862,9 \text{ kg/m}^3$$

Densitas yang diperoleh dari campuran biodiesel minyak jarak dan minyak jagung pada variasi waktu 30 menit dengan suhu pemanasan 60°C yaitu 862,9 kg/m³.

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

| No | Nama Sampel | Densitas (kg/m ³) | SNI 7182-2015 |
|----|----------------|-------------------------------|---------------|
| 1 | BjrBjg60°C30M | 862,9 | 850-890 |
| 2 | BjrBjg60°C60M | 859,05 | |
| 3 | BjrBjg60°C90M | 845,65 | |
| 4 | BjrBjg90°C30M | 851 | |
| 5 | BjrBjg90°C60M | 839,05 | |
| 6 | BjrBjg90°C90M | 839,65 | |
| 7 | BjrBjg120°C30M | 869,95 | |
| 8 | BjrBjg120°C60M | 835,05 | |
| 9 | BjrBjg120°C90M | 867,85 | |



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Densitas Terhadap Variasi Waktu dan Temperatur Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung.

Pada gambar 4.1 dapat dilihat grafik dari pengujian densitas menunjukkan hasil yang berbeda setiap variasinya. Dimana semakin lama waktu pemanasan saat pencampuran maka densitas dari biodiesel tersebut mengalami penurunan, tetapi pada suhu 120°C yang justru mengalami peningkatan seiring lamanya pemanasan saat pencampuran selama 90 menit. Perbedaan nilai densitas yang didapat pada pengujian ini dipengaruhi oleh asam lemak serta kemurnian pada bahan baku. Seiring dengan meningkatnya nilai densitas maka ikatan rangkap pada asam lemak mengalami peningkatan dan panjang rantai karbon akan mengalami penurunan. Menurut Tazora., (2011) semakin tidak jenuhnya minyak maka nilai densitas yang didapat akan semakin tinggi.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi densitas biodiesel tersebut adalah pada saat melakukan proses transesterifikasi dan kualitas bahan dari metanol dan NaOH yang digunakan juga dapat mempengaruhi kualitas biodiesel yang dihasilkan (Satriana,

dkk, 2012). Dari semua variasi sampel yang sudah diuji ada beberapa variasi yang tidak memenuhi standar densitas dari SNI 7128-2015 ($850 \text{ kg/m}^3 - 890 \text{ kg/m}^3$) yaitu variasi suhu 60° dengan waktu pemanasan 90 menit, suhu 90° : 60 menit, 90° : 90 menit, 120° : 90 menit.

4.3.2 Viskositas Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Viskositas merupakan parameter yang sangat penting dalam biodiesel, karena sangat mempengaruhi proses pembakaran pada biodiesel. Pada penelitian ini didapat nilai viskositas campuran biodiesel dinamik dan kinematik yang dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar grafik viskositas kinematik dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini. Untuk mendapatkan viskositas kinematik didapat dari persamaan seperti di bawah ini:

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

Keterangan:

v = viskositas kinematik (cSt)

μ = viskositas dinamik (mPa.s)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

Campuran biodiesel minyak jarak dan minyak jagung pada sampel dengan variasi waktu 30 menit dan temperatur 60° menghasilkan nilai viskositas dinamik 6,8 mPa.s dan nilai densitasnya $862,9 \text{ kg/m}^3$. Jadi dapat diperoleh perhitungan sebagai berikut:

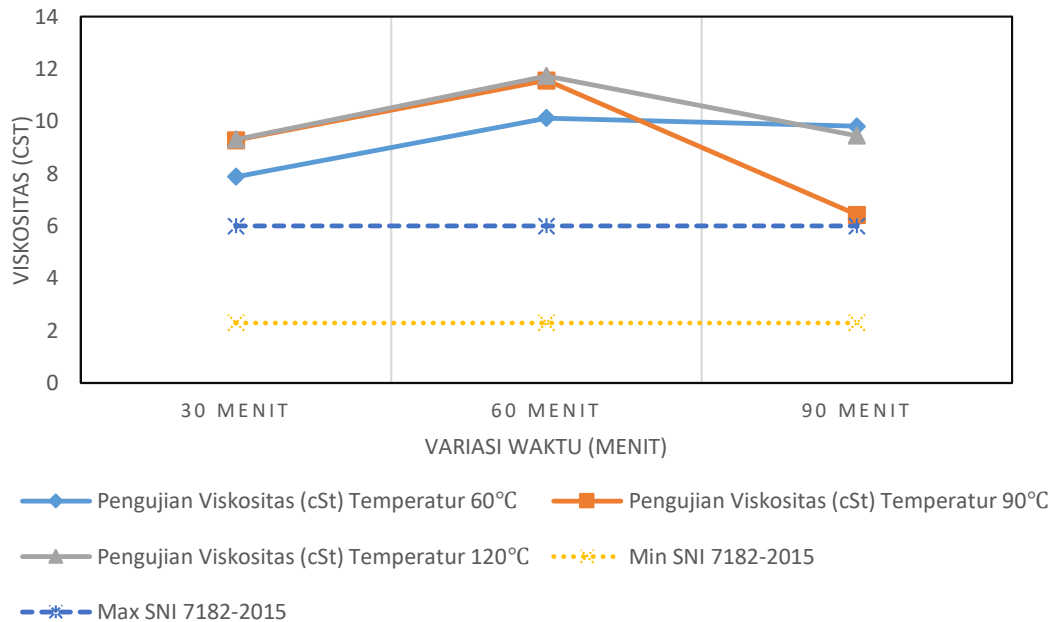
$$1 \text{ mPa.s} = 1 \text{ cP}$$

$$v = \frac{6,8(\text{mPa. s})}{862,9 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0,0078 \times 1000 = 7,8 \text{ cSt}$$

Jadi viskositas kinematik campuran biodiesel yang diperoleh dari variasi waktu 30 menit dan temperatur 60°C yaitu sebesar 7,8 cSt.

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

| No | Nama Sampel | Viskositas Dinamik (mPa.s) | Viskositas Kinematik (cSt) | SN1 7182-2015 |
|----|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| 1 | BjrBjg60°30M | 6,8 | 7,8 | 2,3-6 cSt |
| 2 | BjrBjg60°60M | 8,7 | 10,1 | |
| 3 | BjrBjg60°90M | 8,3 | 9,8 | |
| 4 | BjrBjg90°30M | 7,9 | 9,2 | |
| 5 | BjrBjg90°60M | 9,7 | 11,5 | |
| 6 | BjrBjg90°90M | 5,4 | 6,4 | |
| 7 | BjrBjg120°30M | 8,1 | 9,3 | |
| 8 | BjrBjg120°60M | 9,8 | 11,7 | |
| 9 | BjrBjg120°90M | 8,2 | 9,4 | |



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Viskositas Terhadap Variasi Waktu dan Temperatur Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung.

Pada gambar 4.2 dapat dilihat grafik pengujian viskositas campuran biodiesel menunjukkan hasil dari setiap variasi mengalami peningkatan direntang waktu 60 menit, dan mengalami penurunan waktu 90 menit. Dari semua variasi waktu dan temperatur campuran biodiesel keseluruhannya belum memenuhi standar SNI 7182-2015 (2,3-6 cSt), hal ini mungkin disebabkan karena pada saat proses pencampuran katalis dan metanol belum sempurna untuk memisahkan antara gliserol dengan biodiesel. Peningkatan viskositas terhadap sampel campuran di atas dipengaruhi oleh biodiesel jarak yang memiliki nilai viskositas tinggi. Selain itu viskositas juga dipengaruhi oleh sifat-sifat dari asam lemak. Jika suatu minyak memiliki rantai karbon yang panjang serta ikatan rangkap semakin besar maka nilai viskositas yang dimilikinya akan meningkat (Indrayati, 2009).

Dalam mengatasi hal ini bisa melakukan alternatif pemisahan dengan cara lain yaitu dengan melakukan pemisahan vakum atau sentrifugasi (Sudradjat, 2010).

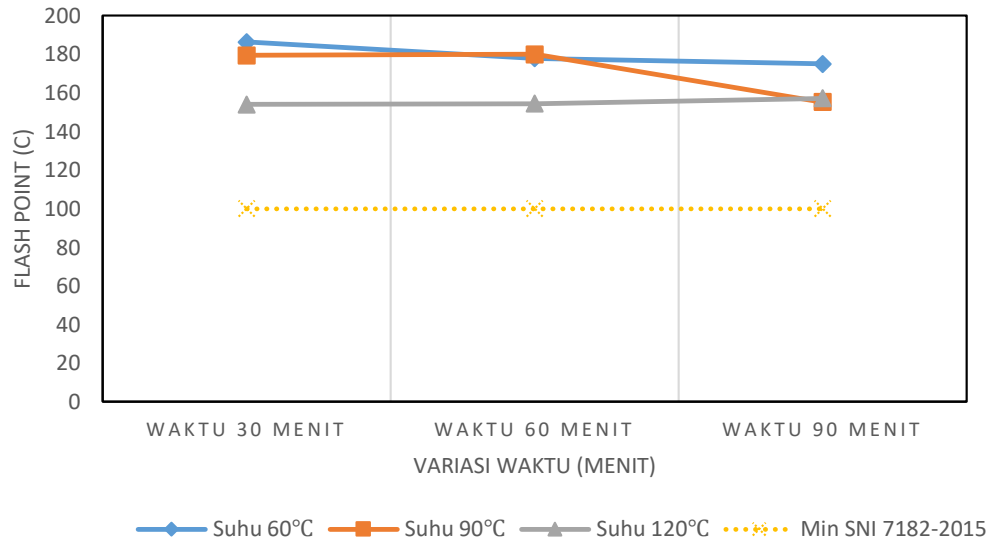
Alkohol yang bercabang tidak dapat mempengaruhi viskositas secara signifikan dibandingkan dengan rantai lurus, sedangkan adanya asam lemak bebas akan dapat mempengaruhi peningkatan viskositas secara nyata.

4.3.3 *Flash Point* Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Flash point adalah nilai yang menyatakan tercapainya temperatur pada titik nyala awal yang mana akan muncul penyalan api sesaat, apabila minyak tersebut pada permukaanya didekatkan dengan api pematik. Hasil dari pengujian *flash point* campuran biodiesel dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian *Flash Point* Pengaruh Waktu dan Temperatur Terhadap Sifat Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung.

| No | Nama Sampel | <i>Flash Point</i> | SNI 7182-2015 |
|----|---------------|--------------------|---------------|
| 1 | BjrBjg60°30M | 186,35 | 100 |
| 2 | BjrBjg60°60M | 178 | 100 |
| 3 | BjrBjg60°90M | 175 | 100 |
| 4 | BjrBjg90°30M | 179,5 | 100 |
| 5 | BjrBjg90°60M | 180 | 100 |
| 6 | BjrBjg90°90M | 155,3 | 100 |
| 7 | BjrBjg120°30M | 154,05 | 100 |
| 8 | BjrBjg120°60M | 154,5 | 100 |
| 9 | BjrBjg120°90M | 157,2 | 100 |



Gambar 4.3 Hasil Pengujian *Flash Point* Terhadap Variasi Waktu dan Temperatur Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung.

Pada gambar 4.3 dapat dilihat pada grafik pengujian *flash point* menunjukkan nilai yang berbeda beda pada setiap variasinya. Nilai *flash point* paling rendah ditunjukkan pada campuran biodiesel minyak jarak dan minyak jagung pada sampel bersuhu 120°C, pada sampel campuran biodiesel 90° juga mengalami penurunan di waktu 90 menit, sedangkan nilai *flash point* tertinggi pada sampel BJrBJg 60°30M. Akan tetapi dari 9 sampel yang telah dilakukan pengujian semuanya memenuhi standar SNI 7182-2015 (<100°C). Nilai *flash point* tersebut dapat dipengaruhi oleh viskositas, yang mana semakin rendahnya nilai viskositas yang didapat maka semakin rendah pula suhu untuk mencapai nilai titik nyala biodiesel.

Titik nyala berpengaruh pada keamanan serta keselamatan terutama pada penyimpanan bahan bakar. Apabila titik nyala pada suatu biodiesel sama dengan suhu ruangan, maka akan membahayakan pada pemakaiannya. Titik nyala juga dapat

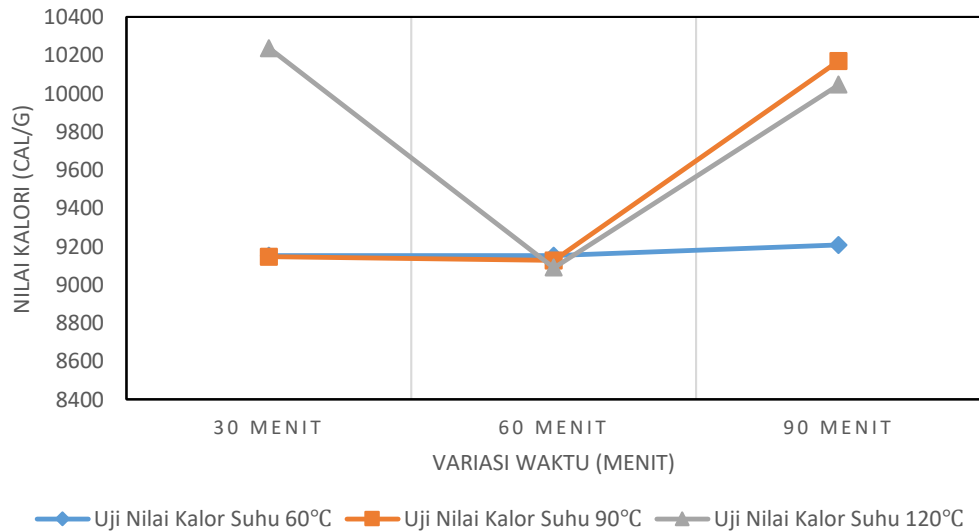
memberikan hasil tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan terbakar dari suatu bahan bakar (Setiawati, 2012)

4.3.4 Nilai Kalor Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung

Nilai kalor ialah nilai yang menyatakan jumlah kalori/panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dengan campuran udara/oksigen. Pengujian nilai kalor campuran biodiesel minyak jarak dan minyak jagung ini menggunakan alat yaitu Bom Kalorimeter. Hasil dari pengujian nilai kalor dapat dilihat pada tabel 4.8 dan gambar 4.3 di bawah ini.

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

| No | Nama Sampel | Nilai Kalor (kal/g) |
|----|---------------|---------------------|
| 1 | BjrBjg60°30M | 9151,717 |
| 2 | BjrBjg60°60M | 9152,381 |
| 3 | BjrBjg60°90M | 9207,24 |
| 4 | BjrBjg90°30M | 9146,202 |
| 5 | BjrBjg90°60M | 9126,78 |
| 6 | BjrBjg90°90M | 10169,97 |
| 7 | BjrBjg120°30M | 10237,06 |
| 8 | BjrBjg120°60M | 9089,729 |
| 9 | BjrBjg120°90M | 10045,63 |



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Nilai Kalor Terhadap Variasi Waktu dan Temperatur Campuran Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Jagung.

Nilai kalor yang dihasilkan campuran biodiesel pada ke 9 sampel variasi yaitu berbeda beda. Nilai kalor tertinggi terjadi pada variasi waktu 30 menit dan temperatur 120° sebesar 10237,06 (kal/g), sedangkan nilai kalor terendah terjadi pada variasi waktu 60 menit dan temperatur 120° sebesar 9089,729 (kal/g). Nilai kalor dipengaruhi oleh densitas dari biodiesel itu sendiri, yang mana semakin besar nilai densitas suatu minyak maka akan semakin kecil nilai kalornya begitu pula sebaliknya (Kholidah , 2014).

Nilai kalor dari bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dilepaskan pada setiap satuan berat bahan bakar apabila terbakar sempurna (dalam satuan kal/g), dengan demikian semakin tinggi nilai kalor dari bahan bakar maka energi yang dilepaskan persatuan berat dari bahan bakar juga semangkin tinggi (Irvansyah, 2014).