

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Bahan Dan Alat Penelitian

#### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan bahan yang di butuhkan untuk penelitian ini, antara lain:

- a. Minyak jarak (*castor oil*)

Minyak jarak diperoleh dari toko Sari Bahan Batik dan Kimia, Jalan Brigjen Katamso, Yogyakarta.

- b. Minyak sawit (*palm oil*)

Minyak sawit didapat dari Villa Bogor Indah 2 Blok DD1 No.3 Ciparigi, Kota Bogor, Jawa Barat.

- c. Metanol

Metanol digunakan untuk pereaksi untuk mengikat lemak yang terkandung dalam minyak sawit dan minyak jarak supaya terjadi endapan. Metanol memiliki sifat mudah menguap dan mudah terbakar. Bahan ini dapat diperoleh di toko kimia.



Gambar 3. 1 Metanol

- d. Katalis kalium hidroksida (KOH) ini berbentuk padat dan berupa lempengan yang berfungsi untuk mempercepat reaksi pada proses *transesterifikasi*.



Gambar 3. 2 Kalium Hidroksida (KOH)

### 3.1.2 Alat penelitian

Berikut adalah beberapa alat yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

- a. Wadah plastik

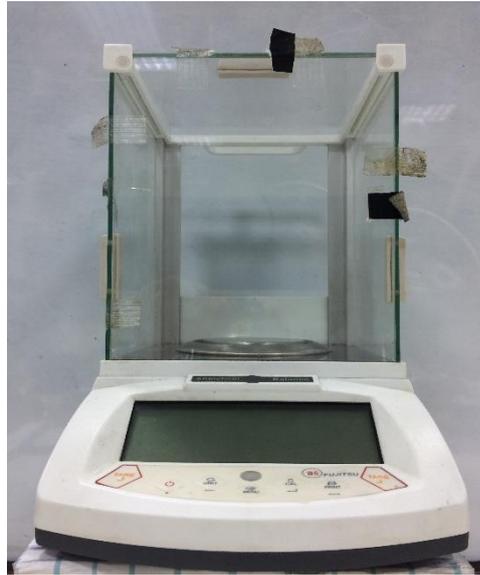
Wadah plastik ini berguna untuk menyimpan sampel dengan kapasitas 100 ml dan 1000 ml.



Gambar 3. 3 Wadah plastik 100 ml    Gambar 3. 4 Wadah plastik 1000 ml

- b. Neraca digital

Neraca ini berfungsi untuk mengukur berat atau massa suatu benda.



Gambar 3. 5 Neraca digital

Tabel 3. 1 Spesifikasi neraca digital (analitik)

Merk	Fujitsu
Kapasitas	200 gr x 0.0001 gr
<i>Pan size</i>	9 cm
<i>Power</i>	Dc adaptor

c. *Hot plate* (kompor listrik)

*Hot plate* (kompor listrik) ini berfungsi untuk memanaskan sampel.

Gambar 3. 6 *Hot plate*

d. *Digital timer switch*

*Digital timer switch* ini berfungsi untuk memutus dan menyambungkan arus listrik secara otomatis dengan batas waktu *ON/OFF* yang telah diatur.



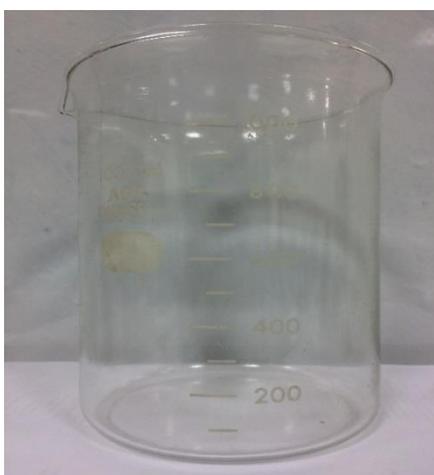
Gambar 3. 7 *Digital timer switch*

Tabel 3. 2 Spesifikasi *digital timer switch*

Merk	Kitani
<i>Rated Voltage</i>	230V,50 Hz
<i>Maximum Load 1</i>	6A.230V.3600W
<i>Min.Time Interval</i>	1 min
<i>Inductance Current</i>	3A

e. Gelas beker

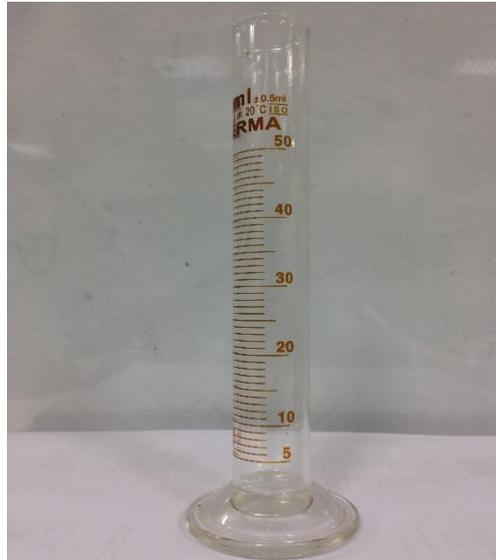
Gelas beker ini berkapasitas 1000 ml dan berfungsi untuk pengadukan, pencampuran dan pemanasan.



Gambar 3. 8 Gelas beker

f. Gelas ukur

Gelas ini berfungsi untuk mengukur banyaknya metanol atau minyak yang digunakan dengan kapasitas gelas ukur sebesar 50 ml.



Gambar 3. 9 Gelas ukur

g. Alat pembuat biodiesel

Alat ini berguna untuk mengkonversi minyak nabati menjadi biodiesel.



Gambar 3. 10 Alat pembuat biodiesel

Komponen-komponen yang digunakan pada alat pembuatan biodiesel meliputi:

i. Toples plastik

Toples plastik digunakan untuk wadah pencampuran, pengadukan dan pemanasan minyak nabati.

ii. Pemanas

Pemanas digunakan untuk memanaskan campuran (minyak nabati metanol dan katalis) serta campuran biodiesel, dengan daya 1000 watt.

iii. *Thermostat*

*Thermostat* digunakan untuk menstabilkan suhu yang diinginkan. Berikut ini dapat dilihat pada tabel 3.3 tentang spesifikasi *thermostat*.

Tabel 3. 3 Spesifikasi *thermostat*.

Model	REX-C100FK02-V*AN
<i>Range</i>	0-400°C
<i>Output</i>	SSR
No.	14F86981
<i>Supply</i>	100-240 AC, 50 HZ/60 Hz

iv. Dimmer

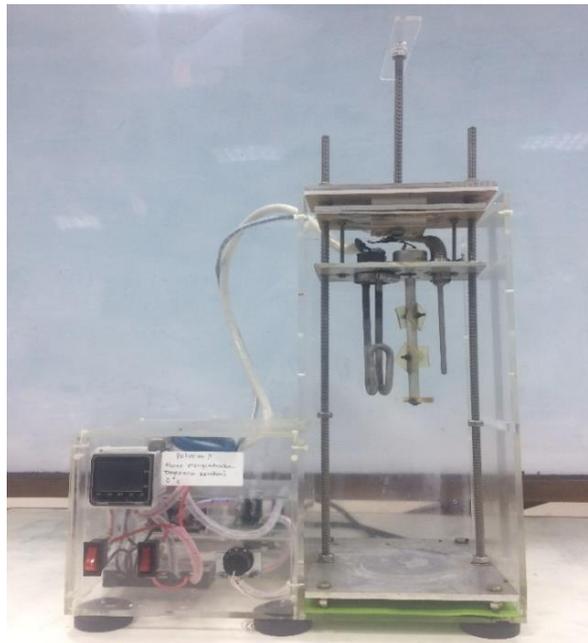
Dimer berfungsi untuk mempercepat atau memperlambat putaran sesuai dengan yang dikehendaki.

v. *Switch on/off*

*Switch on/off* berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan pemanas atau pengaduk.

h. Alat pencampur

Alat ini berfungsi untuk mencampur biodiesel dengan variasi komposisi yang telah diinginkan.



Gambar 3. 11 Alat pencampur

i. Alat uji viskositas (*viscometer*)

Alat ini berfungsi untuk mengukur kekentalan (viskositas) biodiesel.



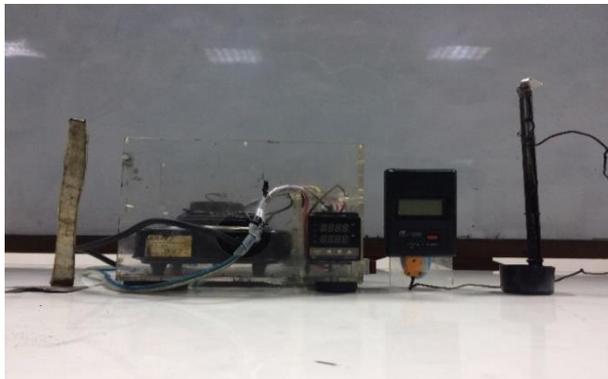
Gambar 3. 12 Alat *viscometer* (*manual book viscometer NDJ 8S*)

j. Alat uji densitas

Alat uji densitas digunakan untuk mengetahui besaran kerapatan massa biodiesel yang dinyatakan dalam perbandingan antara massa dan volume.

k. Alat uji *flash point*

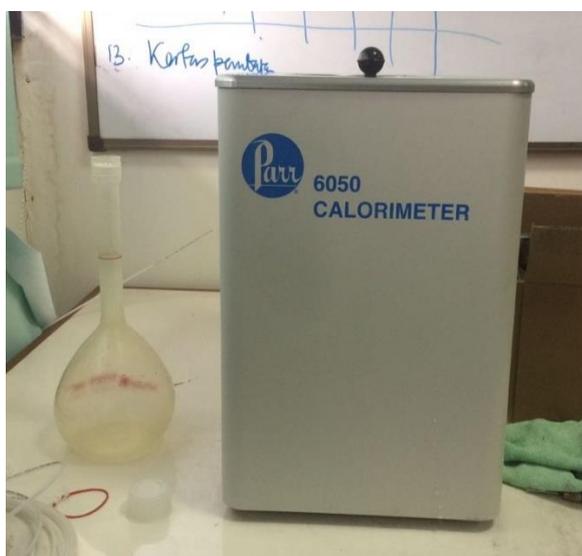
Alat uji *flash point* digunakan untuk mengetahui titik nyala pada biodiesel.



Gambar 3. 13 Alat uji *flash point*

l. Alat uji nilai kalor

Alat uji nilai kalor digunakan untuk mengetahui besar kecilnya nilai kalor pada biodiesel.



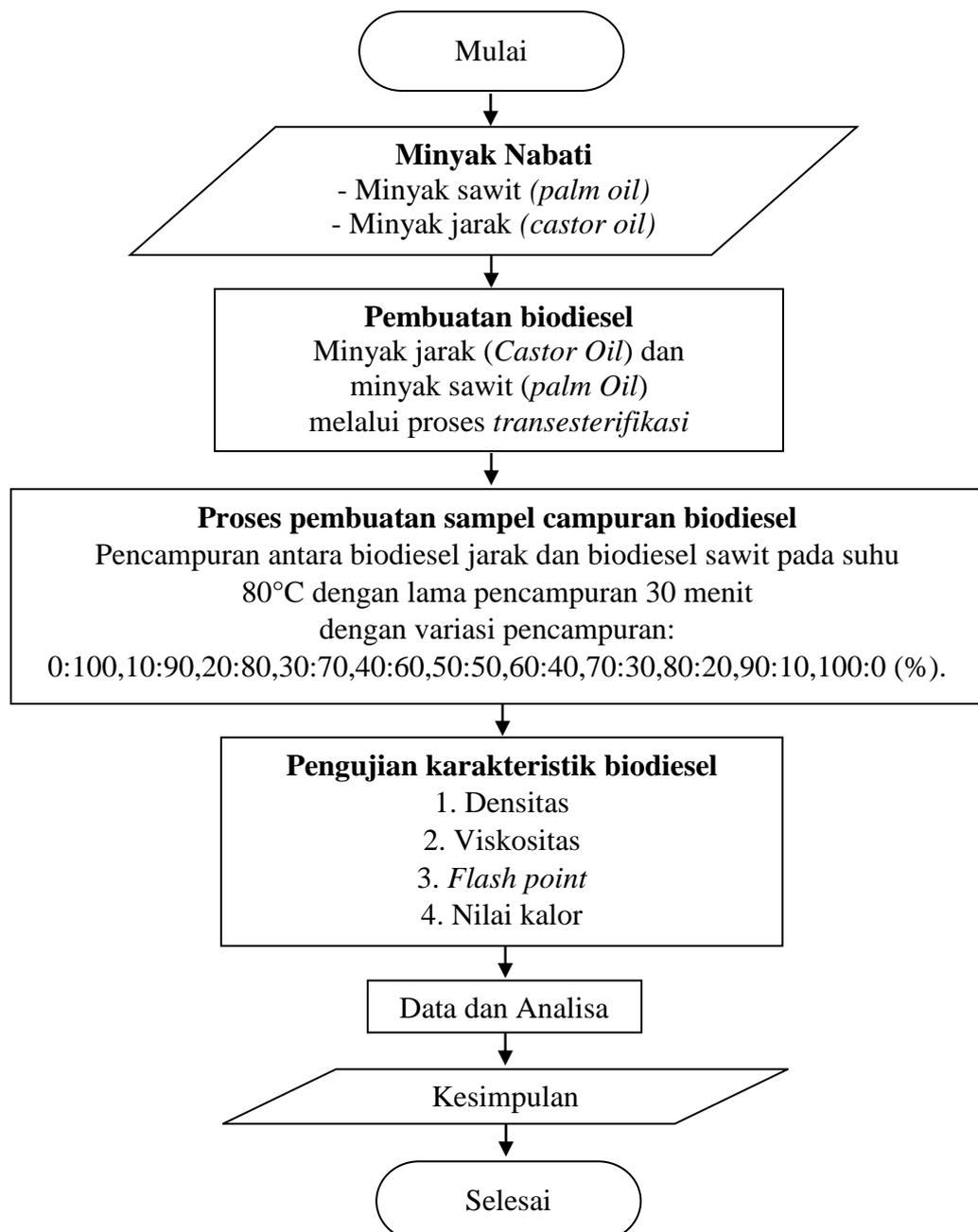
Gambar 3. 14 Alat uji nilai kalor (*Bomb Calorimeter*)

### 3.2 Tempat Penelitian Dan Pengujian

Penelitian dan pengujian ini bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Agar lebih mudah untuk memahami bagaimana jalannya proses penelitian maka dibuatlah diagram. Bagian-bagian ini menjelaskan urutan dari prosedur yang ada di dalam sistem. Bagian alir sistem menunjukkan apa yang dikerjakan disistem. Pada gambar 3.15 merupakan diagram alir pada penelitian ini.



Gambar 3. 15 Diagram alir penelitian

### 3.4 Tahapan Penelitian

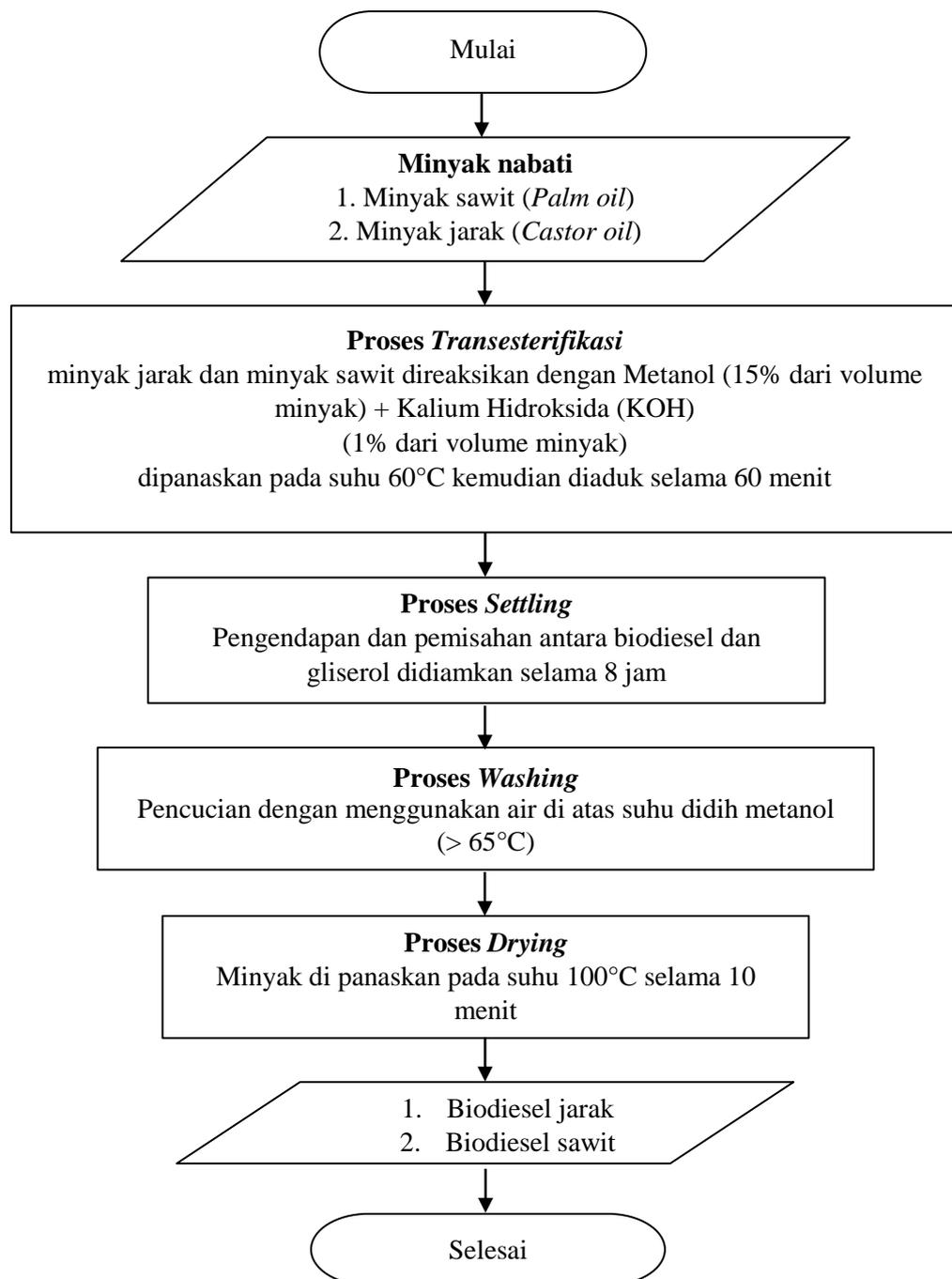
Tahapan penelitian ini diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan biodiesel dengan menggunakan proses *transesterifikasi* pada minyak jarak dan minyak sawit. Selanjutnya dilakukan pembuatan sampel biodiesel dengan variasi yang sudah ditentukan. Setelah didapat sampel dari masing-masing variasi maka langkah selanjutnya yaitu pengujian sifat biodiesel yang terdiri dari densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Setelah pengujian selesai dilakukan kemudian dilakukan pengolahan data dan analisa.

#### 3.4.1 Proses pembuatan biodiesel

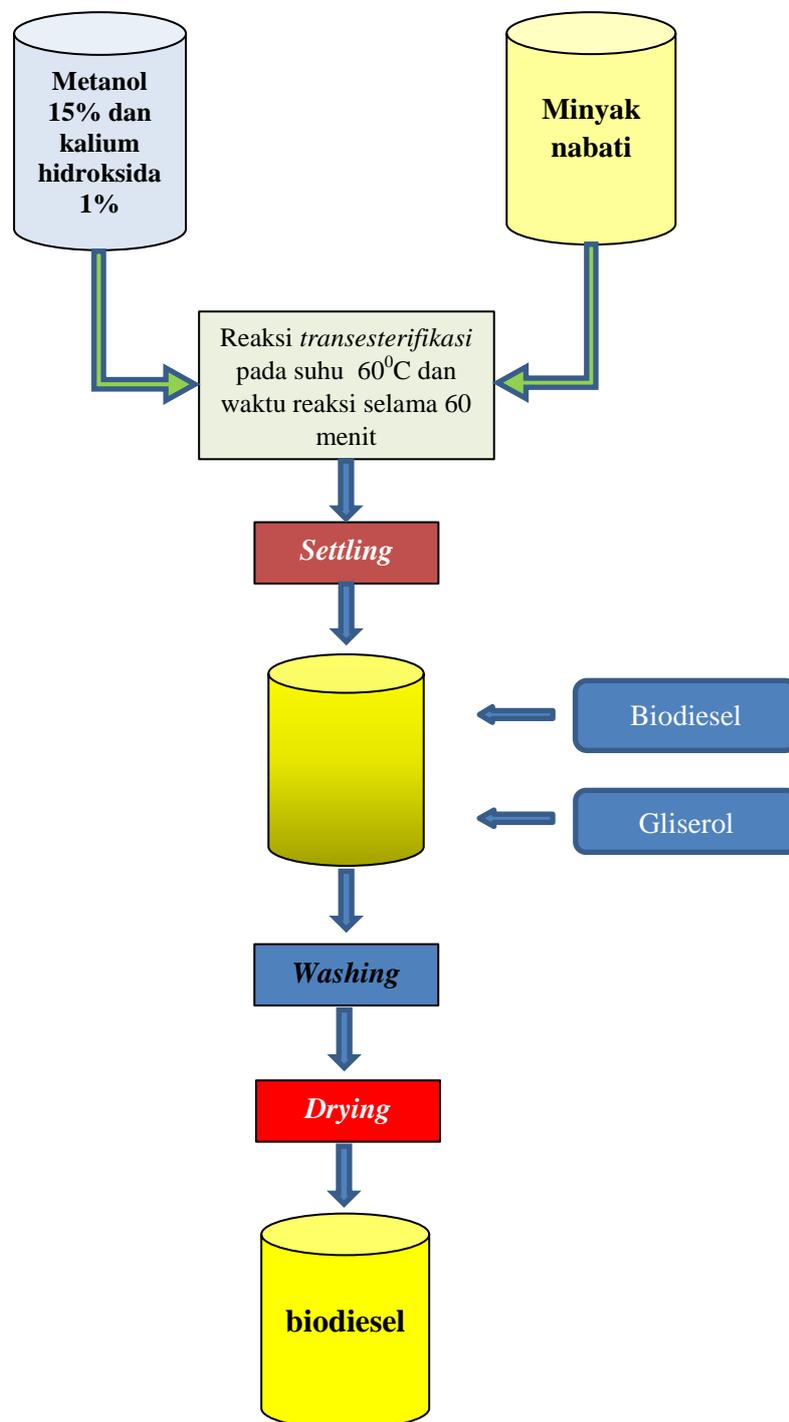
Minyak jarak dan minyak sawit merupakan bahan baku yang digunakan pada pembuatan biodiesel ini. Pembuatan biodiesel dilakukan melalui proses *transesterifikasi*. Pemilihan proses ini berdasarkan kadar *free fatty acid (FFA)* minyak.

##### 3.4.1.1 Proses *Transesterifikasi*

Pada minyak sawit memiliki asam lemak bebas sebesar 0,32% (Atika, 2010). Sedangkan analisa yang dilakukan oleh Dewi (2015) kadar asam lemak bebas pada minyak jarak kepyar (*racinus communis*) sebesar 0,79%. Menurut Nurayati (2014) titik ekstraksi minyak sawit lebih dari 22% dan memiliki kandungan asam lemak jenuh di bawah 2%. Pada proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan tahap *esterifikasi* dan atau *transesterifikasi*. Hal ini bergantung pada kandungan asam lemak bebas yang dimiliki masing-masing minyak nabati dengan kandungan asam lemak bebas lebih dari 2% maka perlu dilakukan tahap *esterifikasi* (Indrayati, 2009). Pada gambar 3.16. merupakan diagram alir proses *transesterifikasi* minyak jarak dan minyak sawit.



Gambar 3. 16 Diagram alir proses *transesterifikasi* minyak jarak dan minyak sawit



Gambar 3. 17 Skema proses pembuatan biodiesel

### 3.4.2 Proses Pembuatan Sampel Campuran Biodiesel

Setelah selesai membuat biodiesel, langkah selanjutnya yaitu dengan membuat sampel biodiesel dengan campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit. Sampel ini nantinya untuk meneliti pengaruh komposisi campuran terhadap sifat biodiesel.

Tabel 3. 4 Variasi pembuatan sampel campuran biodiesel

No	Sampel	Variasi Komposisi Campuran (%)		Suhu Pencampuran (°C)	Lama Pencampuran (Menit)
		biodiesel jarak	biodiesel sawit		
1	BJ	100	-	80	30
2	BJBS91	90	10		
3	BJBS82	80	20		
4	BJBS73	70	30		
5	BJBS64	60	40		
6	BJBS55	50	50		
7	BJBS46	40	60		
8	BJBS37	30	70		
9	BJBS28	20	80		
10	BJBS19	10	90		
11	BS	-	100		

Keterangan:

BS = Biodiesel Sawit

BJ = Biodiesel Jarak

BJBS91 = Biodiesel Jarak (90%), Biodiesel Sawit (10%)

BJBS82 = Biodiesel Jarak (80%), Biodiesel Sawit (20%)

BJBS73 = Biodiesel Jarak (70%), Biodiesel Sawit (30%)

BJBS64 = Biodiesel Jarak (60%), Biodiesel Sawit (40%)

BJBS55 = Biodiesel Jarak (50%), Biodiesel Sawit (50%)

BJBS46 = Biodiesel Jarak (40%), Biodiesel Sawit (60%)

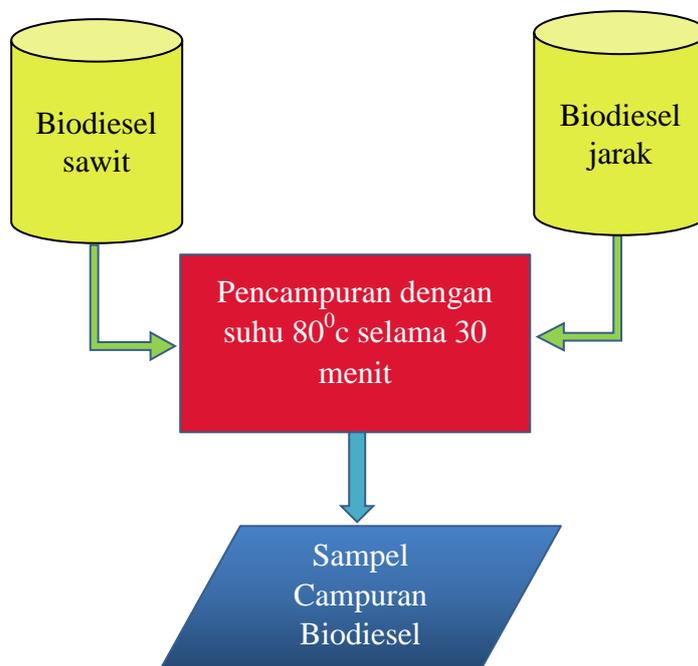
BJBS37 = Biodiesel Jarak (30%), Biodiesel Sawit (70%)

BJBS28 = Biodiesel Jarak (20%), Biodiesel Sawit (80%)

BJBS19 = Biodiesel Jarak (10%), Biodiesel Sawit (90%)

Tahapan-tahapan pembuatan sampel campuran adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk proses pembuatan sampel,
- b. Mengukur volume perbandingan biodiesel antara biodiesel jarak dan biodiesel sawit yang akan dicampur,
- c. Tuas diputar bergerak keatas untuk memberikan jarak pada gelas ukur yang telah terisi biodiesel,
- d. Gelas ukur berisi biodiesel dimasukkan ke dalam alat pencampur dan tuas diputar berlawanan arah sehingga pemanas, pengaduk dan sensor panas berada di dalam gelas ukur,
- e. Alat pencampur disambungkan ke listrik, kemudian saklar pemanas dan pengaduk dihidupkan,
- f. Suhu pemanas dan kecepatan pengadukan diatur sesuai kebutuhan pencampuran,
- g. Proses pencampuran dilakukan selama 30 menit dengan suhu 80°C,
- h. Sebelum dimatikan, suhu pemanas diturunkan di bawah suhu ruangan dan rasio kecepatan putaran pengaduk dikurangi, kemudian tuas diputar bergerak keatas sampai gelas ukur bisa dikeluarkan,
- i. Saklar pengaduk dan pemanas dimatikan lalu cabut sambungan listriknya.
- j. Setelah proses pencampuran selesai. Sampel dimasukkan ke dalam wadah plastik berukuran 100 ml dan 1000 ml, dan
- k. Mengulang langkah-langkah di atas untuk seluruh variabel variasi komposisi yang akan diuji.



Gambar 3. 18 Skema pembuatan sampel campuran biodiesel

### 3.5 Pengujian Karakteristik Biodiesel

Metode pengujian karakteristik biodiesel dilakukan dengan 11 variasi komposisi dengan suhu pencampuran  $80^{\circ}\text{C}$  dan pengadukan selama 30 menit. Setelah didapatkan sampel, langkah selanjutnya yaitu pengambilan data dengan melakukan pengukuran densitas, *flash point*, viskositas, dan nilai kalor terhadap 11 variasi sampel biodiesel.

#### 3.5.1 Pengujian Densitas Campuran Biodiesel

Densitas merupakan perbandingan berat suatu sampel dengan volumenya pada suhu pengujiannya.

##### 3.5.1.1 Alat dan Bahan Pengujian Densitas

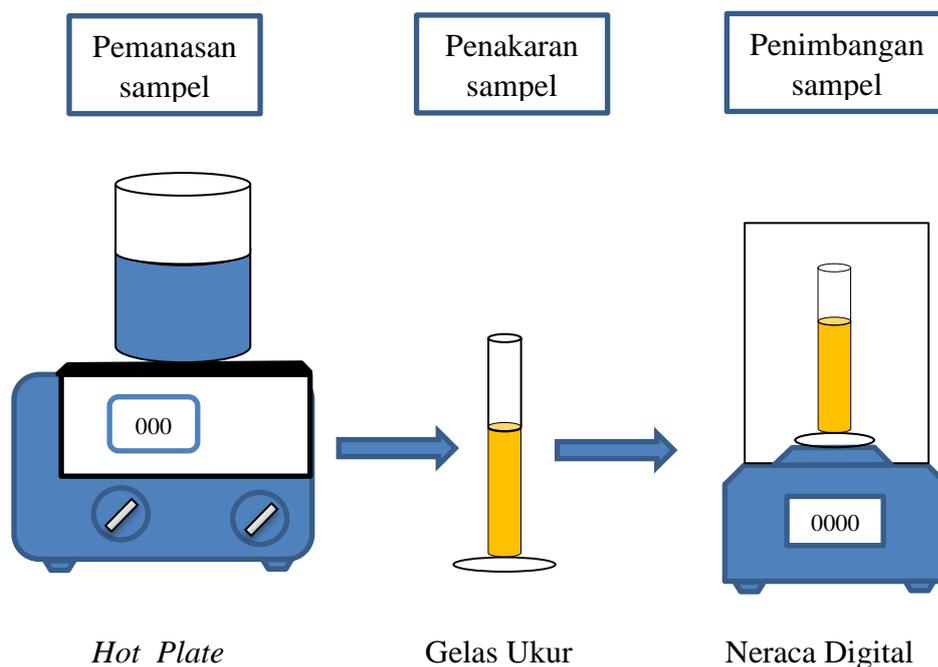
Dalam pengujian densitas pada setiap sampel ada beberapa alat dan bahan yang perlu disiapkan sebelum dilakukan pengujian diantaranya yaitu:

- Sampel campuran biodiesel,
- Hot plate* (kompor listrik),
- Gelas beker 1000 ml,
- Gelas ukur 50 ml,

- e. *Magnetic stirrer*,
- f. Neraca digital, dan
- g. *Thermometer raksa*.

### 3.5.1.2 Prosedur Pengujian Densitas

Dalam pengujian densitas, ada beberapa langkah yang perlu dilakukan sebelum dan saat melaksanakan pengujian.



Gambar 3. 19 Skema pengujian densitas campuran biodiesel

Tahapan pengujian densitas campuran biodiesel adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan alat neraca digital, dan gelas ukur 50 ml,
- b. Menimbang terlebih dahulu gelas ukur dalam kondisi kosong dan dikalibrasikan,
- c. Mengisi sampel biodiesel ke dalam gelas ukur dan panaskan mencapai temperatur 40°C,
- d. Menempatkan gelas ukur yang telah terisi sampel biodiesel ke neraca digital,
- e. Mencatat hasil pengujian, dan

- f. Membersihkan dan merapikan alat dan tempat setelah melakukan pengujian.

Perhitungan: Secara matematika massa jenis dinyatakan dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

$\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ ),

$m$  = massa (kg), dan

$v$  = Volume ( $\text{mm}^3$ ).

### 3.5.2 Pengujian Viskositas Campuran Biodiesel

Pada penelitian ini, pengukuran viskositas menggunakan alat *viscometer* tipe *Cone/Plate (Viscometer NDJ 8S)*. Prinsip kerjanya adalah dengan meletakkan sampel biodiesel di wadah yang sudah disediakan. Proses kerjanya yaitu rotor yang ada pada *viscometer* berputar untuk mengetahui viskositas yang ada pada wadah tersebut. Kecepatan putar rotor *viscometer* dapat diatur dengan berbagai kecepatan secara otomatis.

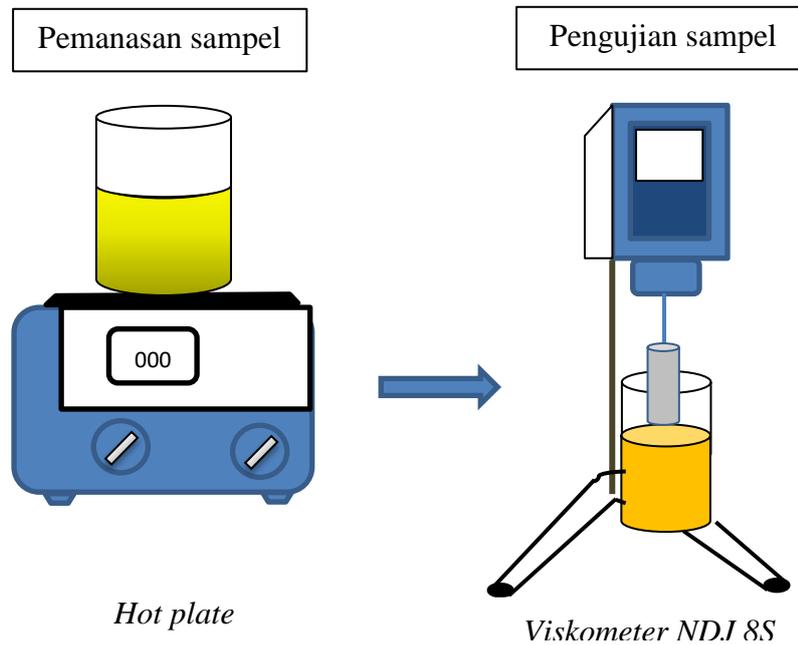
#### 3.5.2.1 Alat dan Bahan Pengujian Viskositas

Dalam pengujian viskositas pada setiap sampel ada beberapa alat dan bahan yang perlu disiapkan sebelum dilakukan pengujian diantaranya yaitu:

- a. Sampel campuran biodiesel,
- b. *Viscometer NDJ 8S*,
- c. *Hot plate* (kompor listrik),
- d. Gelas beker 1000 ml,
- e. *Magnetic stirrer*, dan
- f. *Thermometer* raksa.

#### 3.5.2.2 Prosedur Pengujian Viskositas

Dalam pengujian viskositas ada beberapa langkah yang perlu dilakukan sebelum dan saat melakukan pengujian. Pada Gambar 3.20 merupakan skema dari pengujian viskositas dari campuran biodiesel.



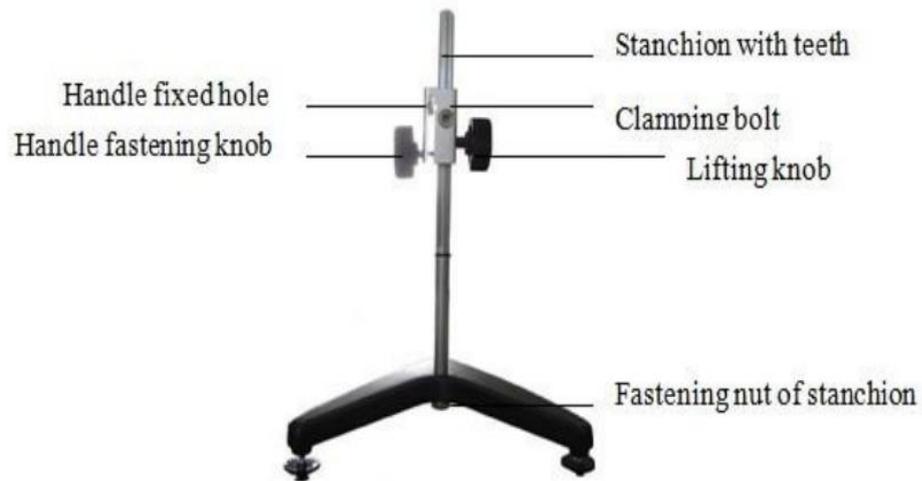
Gambar 3. 20 Skema pengujian viskositas campuran biodiesel

Tahapan pengujian viskositas campuran biodiesel diantaranya adalah:

- A. Menyiapkan sampel biodiesel yang akan diuji menggunakan *viscometer NDJ 8S*,
- B. Menyiapkan alat pengujian, dalam hal ini ada beberapa alat yang harus dipersiapkan, adapun alat yang harus di siapkan adalah sebagai berikut:
  - a. *Viscometer NDJ 8S*,

Prosedur untuk menyiapkan *viscometer NDJ 8S* ini adalah sebagai berikut:

- i. Merangkai penyangga *viscometer* seperti pada Gambar 3.21,



Gambar 3. 21 Rangkaian penyangga *viscometer NDJ 8S* (*manual book viscometer NDJ 8S*)

Pada saat merangkai mur harus dikencangkan menggunakan kunci yang telah disediakan, hal ini bertujuan supaya penyangga tidak lepas sewaktu pengujian berlangsung.

- ii. Memasang *viscometer NDJ 8S* pada penyangga yang telah dirangkai sehingga seperti pada Gambar 3.22. Setiap rangkaian harus mengencangkan baut, hal ini bertujuan supaya rangkaian tidak lepas saat proses pengujian berlangsung.



Gambar 3. 22 Rangkaian penyangga beserta *viscometer NDJ 8S* (*manual book viscometer NDJ 8S*)

Keterangan:

1. Level Indikator,
  2. *LCD*,
  3. *Housing*,
  4. Braket Pelindung,
  5. *Base* (Dudukan),
  6. Penyesuain Tingkat *Knob*,
  7. Rotor,
  8. Rotor *Connector*, dan
  9. Tombol Pengoperasian.
- iii. Memposisikan *viscometer* yang telah dirangkai pada posisi yang terhindar dari guncangan yang besar, tidak ada gas korosif dan tidak ada gangguan elektromagnetik,
- iv. Memasang rotor yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan rotor 1, karena dinilai paling efektif, dan

- v. Memastikan *viscometer* tidak dalam keadaan miring menggunakan *waterpass* yang ada di bagian atas *viscometer*.
- b. *Hot Plate* (kompor listrik)
  - i. Memasang kabel *power* dari soket ke *hot plate*, dan
  - ii. Memasukkan sampel ke dalam gelas beker kemudian diletakkan di atas *hot plate* untuk dilakukan pemanasan mencapai suhu 40°C.
- c. *Thermometer Digital*
  - i. *Thermometer digital* sebelum menggunakan harus terlebih dahulu dikalibrasi, dan
  - ii. Memosisikan *thermocouple* sedekat mungkin dengan rotor supaya hasil pengukuran lebih valid.
- C. Setelah semua alat siap, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan sampel biodiesel pada toples berkapsitas 1 liter. Sampel biodiesel yang digunakan kurang lebih 800 ml,
- D. Langkah selanjutnya memasukan rotor kedalam toples yang berisi sampel biodiesel dengan cara menurunkan posisi *viscometer* menggunakan *lifting knop* pada bagian penyangga,
- E. Menyalakan *viscometer* dengan menekan tombol *power* pada bagian belakang *viscometer*,
- F. Menyesuaikan jenis rotor yang dipakai dan kecepatan putar rotor dengan menggunakan *control panel*,



Gambar 3. 23 Control panel viscometer NDJ 8S

- G. Mengatur kecepatan putar rotor 3, 6, 12, 30, dan 60 rpm dan menggunakan rotor 1,
- H. Menjalankan *viscometer* dengan menekan tombol (OK),
- I. Menunggu sampai proses pengukuran selesai, kemudian tekan tombol reset,
- J. Mencatat hasil pembacaan *viscometer* yang ditampilkan pada *display* berupa output viskositas, *percent* pembacaan viskositas dan suhu yang terbaca pada *thermometer*,
- K. Mematikan alat, kemudian membersihkan area pengujian viskositas, dan
- L. Mengulang langkah C sampai K untuk pengujian pada sampel biodiesel lainnya.

### 3.5.3 Pengujian *Flash point*

Titik nyala atau *flash point* merupakan nilai yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak untuk bisa menyala jika terkena nyala api.

#### 3.5.3.1 Alat dan Bahan Pengujian *Flash Point*

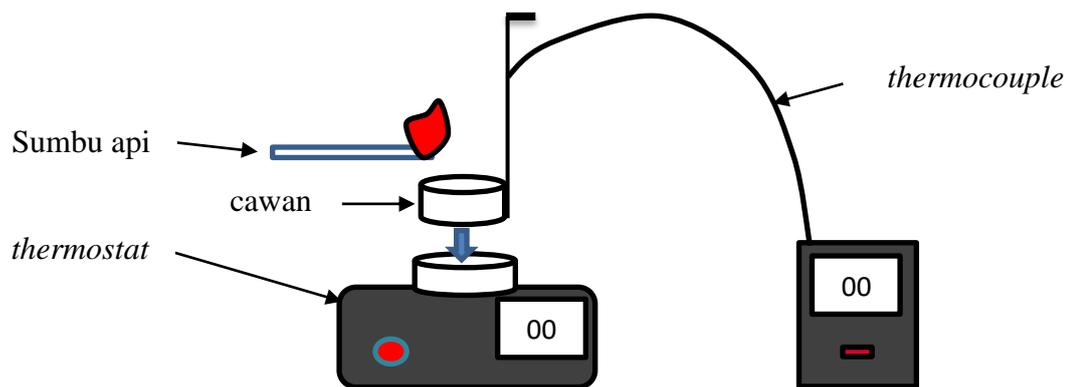
Dalam pengujian *flash point* pada setiap sampel ada beberapa alat dan bahan yang perlu disiapkan sebelum dilakukan pengujian diantaranya yaitu:

- a. Sampel campuran biodiesel,
- b. Alat uji *flash point*,

- c. *Thermostat*,
- d. *Thermocouple*,
- e. Pemanas elektrik,
- f. Cawan, dan
- g. Sumbu kompor.

### 3.5.3.2 Prosedur Pengujian *Flash Point*

Dalam pengujian *flash point*, ada beberapa langkah yang perlu dilakukan sebelum dan saat melaksanakan pengujian. Pada Gambar 3.24 merupakan skema pengujian *flash point* campuran biodiesel.



Gambar 3. 24 Skema pengujian *flash point* campuran biodiesel

Tahapan-tahapan pengujian *flash point* campuran biodiesel adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan alat pengujian *flash point*,
- b. Menakar sampel biodiesel sebanyak 10 ml,
- c. Menempatkan sampel pada cawan,
- d. Memanaskan sampel hingga suhu di atas 100°C,
- e. Menyalakan api pemancing,
- f. Mengamati pada suhu berapa sampel mulai menyala,
- g. Mencatat hasil pengujian,
- h. Membersihkan dan merapikan alat dan tempat pengujian, dan

- i. Mengulang langkah b sampai g untuk pengujian pada sampel biodiesel lainnya.

### 3.5.4 Pengujian Nilai Kalor Campuran Biodiesel

Nilai kalor merupakan jumlah panas / kalori yang diperoleh dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara / oksigen.

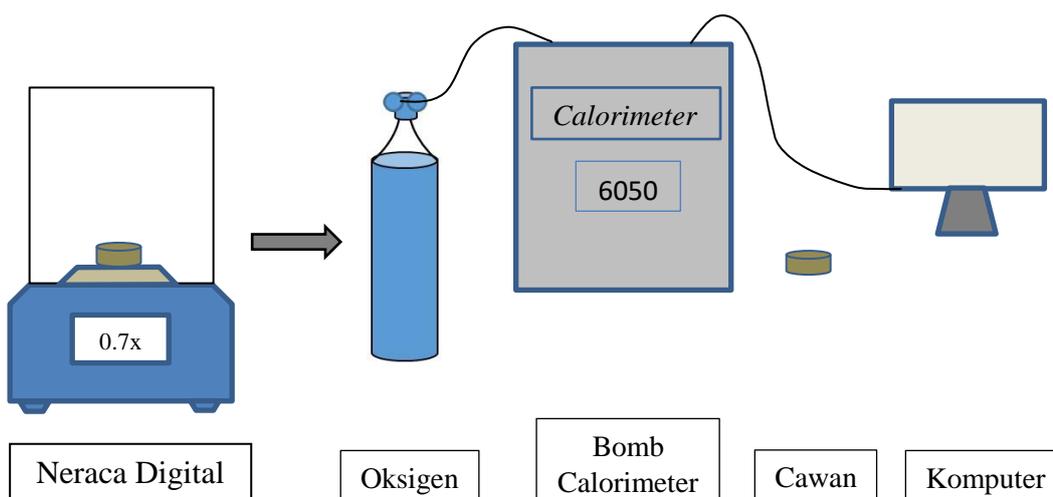
#### 3.5.4.1 Alat dan Bahan Pengujian Nilai Kalor

Dalam pengujian nilai kalor pada setiap sampel ada beberapa alat dan bahan yang perlu disiapkan sebelum dilakukan pengujian diantaranya:

- a. Sampel campuran biodiesel,
- b. *Bomb Calorimeter* 6050,
- c. Neraca digital,
- d. Pipet pengukur, dan
- e. Air.

#### 3.5.4.2 Prosedur Pengujian Nilai Kalor

Pengujian dilakukan dengan menyerahkan sampel biodiesel di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang kemudian dilakukan pengujian nilai kalor dengan menggunakan alat uji *bomb calorimeter*, Pada Gambar 3.25 merupakan skema pengujian nilai kalor campuran biodiesel.



Gambar 3. 25 Skema pengujian nilai kalor.

Tahapan pengujian nilai kalor campuran biodiesel diantaranya adalah:

- a. Menyiapkan *bomb calorimeter* 6050,
- b. Menyiapkan sampel yang akan diuji,
- c. Memasukkan sampel dicawan sampai neraca menunjukkan angka 0,7xxx gram, angka tersebut nantinya diinput pada *software* yang tersambung langsung dengan *bomb calorimeter* 6050,
- d. Memasukkan cawan ke dalam *bomb calorimeter* 6050 dan tunggu sampai proses pengujian nilai kalor selesai,
- e. Mencatat hasil pembacaan dari *bomb calorimeter* 6050 berupa *output* nilai kalor, dan

Mengulang langkah b sampai e untuk pengujian pada sampel biodiesel lainnya.