

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Bahan Dan Alat Penelitian**

##### **3.1.1 Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya :

1. Minyak Jarak

Jenis minyak jarak yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jarak (*castor oil*). Minyak jarak ini diperoleh dari TOKO SARI bahan batik dan kimia, yang beralamat di jalan Brigjen Katamso No.91B, Prawirodirjan, Gondomanan, Yogyakarta.

2. Minyak Kelapa (Coconut Oil)

Minyak kelapa ini diperoleh dari unit pengolahan kelapa terpadu SUN COCO, jalan Tumbak Keris KM1, Petanahan, Kebumen.

3. Metanol

Metanol dapat diperoleh ditoko bahan kimia. Metanol berfungsi untuk pereaksi, untuk mengikat lemak yang terkandung dalam minyak jarak dan minyak kelapa sehingga terjadi endapan (*gliserol*).



**Gambar 3. 1** Metanol

#### 4. Katalis

Pada penelitian ini terdapat dua jenis katalis, diantaranya :

##### a. Katalis Asam Homogen

Katalis asam homogen yang digunakan yaitu asam sulfat  $H_2SO_4$ .



**Gambar 3. 2** Asam sulfat  $H_2SO_4$

##### b. Katalis Basa Homogen

Katalis basa homogen yang digunakan yaitu KOH (*Kalium Hidroksida*). Katalis ini berfungsi untuk mempercepat laju reaksi proses transesterifikasi.



**Gambar 3. 3** KOH (*kalium hidroksida*)

### 3.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya :

a. Wadah plastik

Wadah plastik digunakan untuk menyimpan sampel minyak, dengan kapasitas 40 ml dan 1000 ml.



**Gambar 3. 4** Wadah plastik 40 ml (kiri), wadah plastik 1000 ml (kanan)

b. Neraca digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat atau massa.



**Gambar 3. 5** Neraca digital

c. *Hot plate*

*Hot plate* digunakan untuk memanaskan sampel pada pengujian viskositas maupun densitas.



**Gambar 3. 6** *Hot plate*

d. Digital Timer Switch

*Digital timer switch* digunakan untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik dengan batas waktu ON/OFF yang telah diatur. Spesifikasi *digital timer switch* dapat dilihat pada Tabel 3.1.



**Gambar 3. 7** Digital timer switch

**Tabel 3. 1** Spesifikasi Digital Timer Switch

Merk	Kitani
Rated Voltage	230v, 50hz
Maximum Load	16a.230v.360w.
Min. Time Interval	1 Min
Inductance Current	3A

e. Gelas Beker

Gelas beker dengan skala ukur 1000 ml yang digunakan sebagai tempat untuk mencampur, mengaduk, membuat dan pemanasan biodiesel.



**Gambar 3. 8** Gelas beker

f. Gelas Ukur

Ukuran gelas ukur yang digunakan ada dua yang volume 10ml dan 50ml. Gelas ukur disini berfungsi untuk mengukur banyaknya minyak dan metanol yang digunakan.



**Gambar 3. 9** Gelas ukur 10 ml (kiri), gelas ukur 50 ml (kanan)

g. Alat Pemanas Air

Alat pemanas air ini digunakan untuk memanaskan air, dimana airnya digunakan untuk mencuci campuran biodiesel minyak jarak dan minyak kelapa.



**Gambar 3. 10** Alat pemanas air

Dibawah ini merupakan beberapa komponen pada alat pemanas air :

a. Toples plastik

Toples plastik digunakan untuk wadah pemanasan air.

b. Pemanas

Pemanas digunakan untuk memanaskan air.

c. *Thermostat*

*Thermostat* digunakan untuk menstabilkan suhu sampai nilai yang diinginkan. Spesifikasi *thermostat* dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3. 2** Spesifikasi thermostat

MODEL	REX-C 100FK02-V*AN
RANGE	0-400 °C
OUTPUT	SSR
NO.	14F86981
SUPPLY	100-240 AC, 50 HZ/60HZ

d. *Dimmer*

*Dimmer* digunakan untuk memperlambat dan mempercepat putaran sesuai yang dibutuhkan.

e. Switch on/off

*Switch ON/OFF* digunakan untuk menghidupkan dan mematikan pemanas dan pengaduk.

h. Alat Pembuat Biodiesel

Alat ini digunakan untuk mencampur (minyak nabati + metanol + katalis) pada proses esterifikasi maupun transesterifikasi.



**Gambar 3. 11** Alat pembuat biodiesel

i. Alat Uji Viskositas (Viskometer)

Alat ini digunakan untuk mengukur kekentalan biodiesel.



**Gambar 3. 12** Alat uji viskositas NDJ 8S

j. Alat Uji Densitas

Alat uji densitas digunakan untuk mengetahui besaran kerapatan massa biodiesel yang dinyatakan dalam berat benda per satuan volume benda tersebut.

k. Alat Uji Titik Nyala (*Flash Point*)

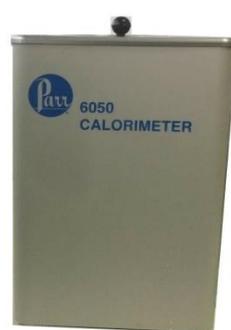
Alat ini digunakan untuk mengetahui titik nyala suatu biodiesel.



**Gambar 3. 13** Alat uji titik nyala (*flash point*)

l. Alat Uji Nilai Kalor

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



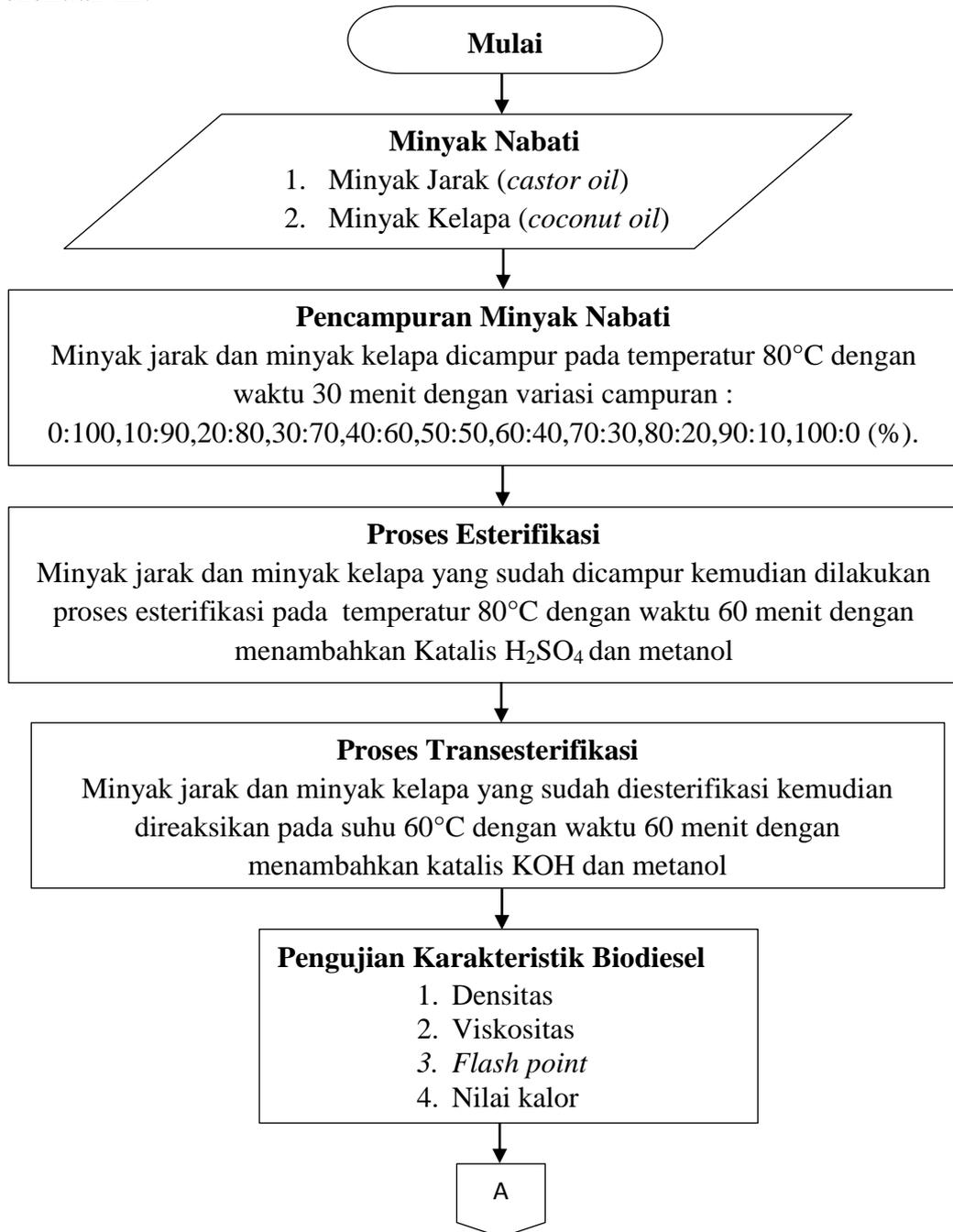
**Gambar 3. 14** Alat uji nilai kalor (*calorimeter bom*)

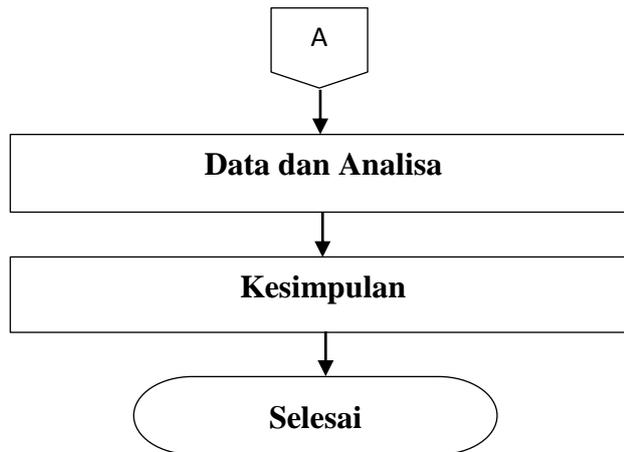
### 3.2 Tempat Penelitian dan Pengujian

Tempat yang digunakan pada penelitian ini adalah Laboratorium Energi Terbarukan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir ini untuk mempermudah dalam melakukan pengujian pada penelitian ini.





**Gambar 3. 15** Diagram alir penelitian

### 3.4 Proses Pembuatan Biodiesel

#### 3.4.1 Proses Pencampuran Minyak Jarak Dan Minyak Kelapa

Minyak jarak (*castor oil*) dan minyak kelapa (*coconut oil*) dicampurkan sesuai variasi yang telah ditentukan pada temperatur 80°C serta diaduk selama 30 menit. Variasi komposisi campuran antara minyak jarak dan minyak kelapa dapat dilihat pada tabel 3.3.

**Tabel 3. 3** Variasi komposisi campuran minyak

NO	Sampel	Variasi Komposisi Campuran (%)		Suhu Pencampuran (°C)	Lama Pencampuran (Menit)
		Minyak Jarak	Minyak Kelapa		
1	MJ	100	-	80	30
2	MJK 19	90	10		
3	MJK 28	80	20		
4	MJK 37	70	30		
5	MJK 46	60	40		
6	MJK 55	50	50		
7	MJK 64	40	60		
8	MJK 73	30	70		
9	MJK 82	20	80		
10	MJK 91	10	90		
11	MK	-	100		

Keterangan :

MK = Minyak Kelapa

MJ = Minyak Jarak

MJK 91 = Minyak Jarak 90% Minyak Kelapa 10%

MJK 82 = Minyak Jarak 80% Minyak Kelapa 20%

MJK 73 = Minyak Jarak 70% Minyak Kelapa 30%

MJK 64 = Minyak Jarak 60% Minyak Kelapa 40%

MJK 55 = Minyak Jarak 50% Minyak Kelapa 50%

MJK 46 = Minyak Jarak 40% Minyak Kelapa 60%

MJK 37 = Minyak Jarak 30% Minyak Kelapa 70%

MJK 28 = Minyak Jarak 20% Minyak Kelapa 80%

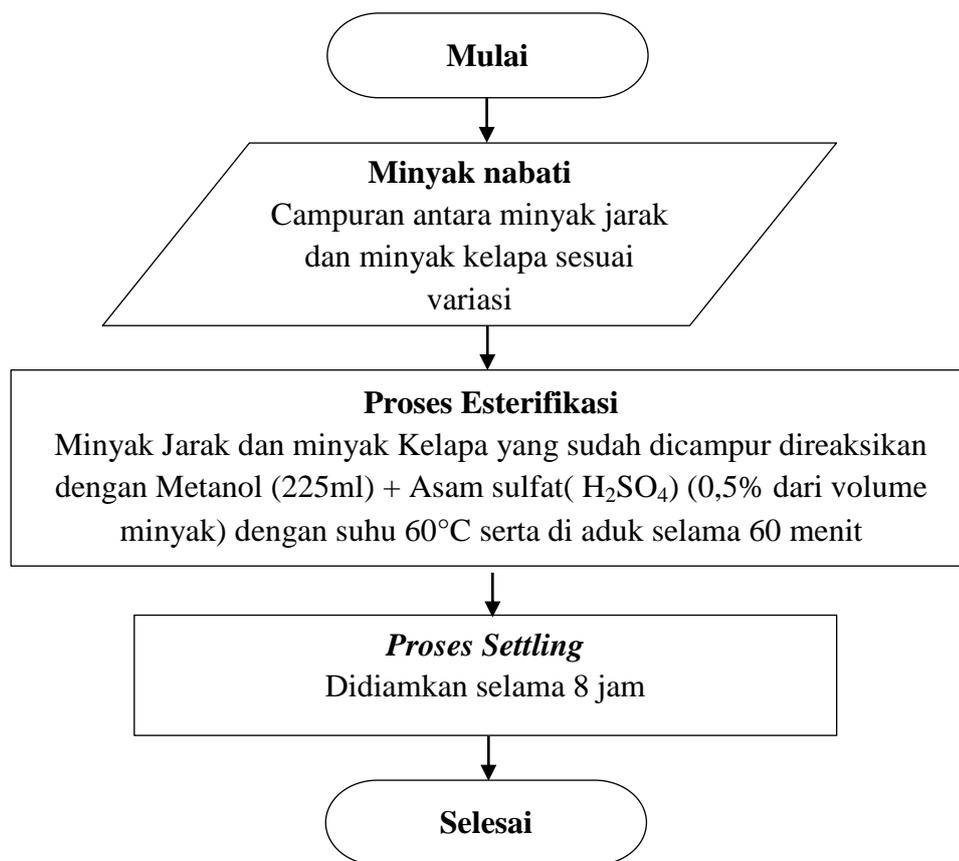
MJK 19 = Minyak Jarak 10% Minyak Kelapa 90%

Adapun tahapan-tahapan pembuatan sampel campuran sebagai berikut :

- a. mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk proses pembuatan sampel.
- b. masukan minyak jarak dan minyak kelapa kedalam gelas beker sesuai perbandingan yang telah ditentukan.
- c. gelas beker yang telah terisi campuran minyak dimasukkan ke dalam alat pencampur.
- d. sambungkan alat pencampur tersebut dengan listrik, kemudian nyalakan saklar pemanas dan saklar pengaduknya.
- e. proses pencampuran dilakukan selama 30 menit dengan suhu 80°C.
- f. Setelah 30 menit matikan alat pencampur, sebelum dimatikan suhu pemanas diturunkan dibawah suhu ruangan dan rasio kecepatan putaran pengaduk dikurangi.
- g. saklar pengaduk dan pemanas dimatikan lalu cabut sambungan listriknya.
- h. setelah proses pencampuran selesai. Sampel dimasukkan kedalam wadah plastik berukuran 1000 ml.
- i. ulangi langkah-langkah di atas untuk seluruh variabel variasi komposisi yang akan diuji.

### 3.4.2 Proses Esterifikasi

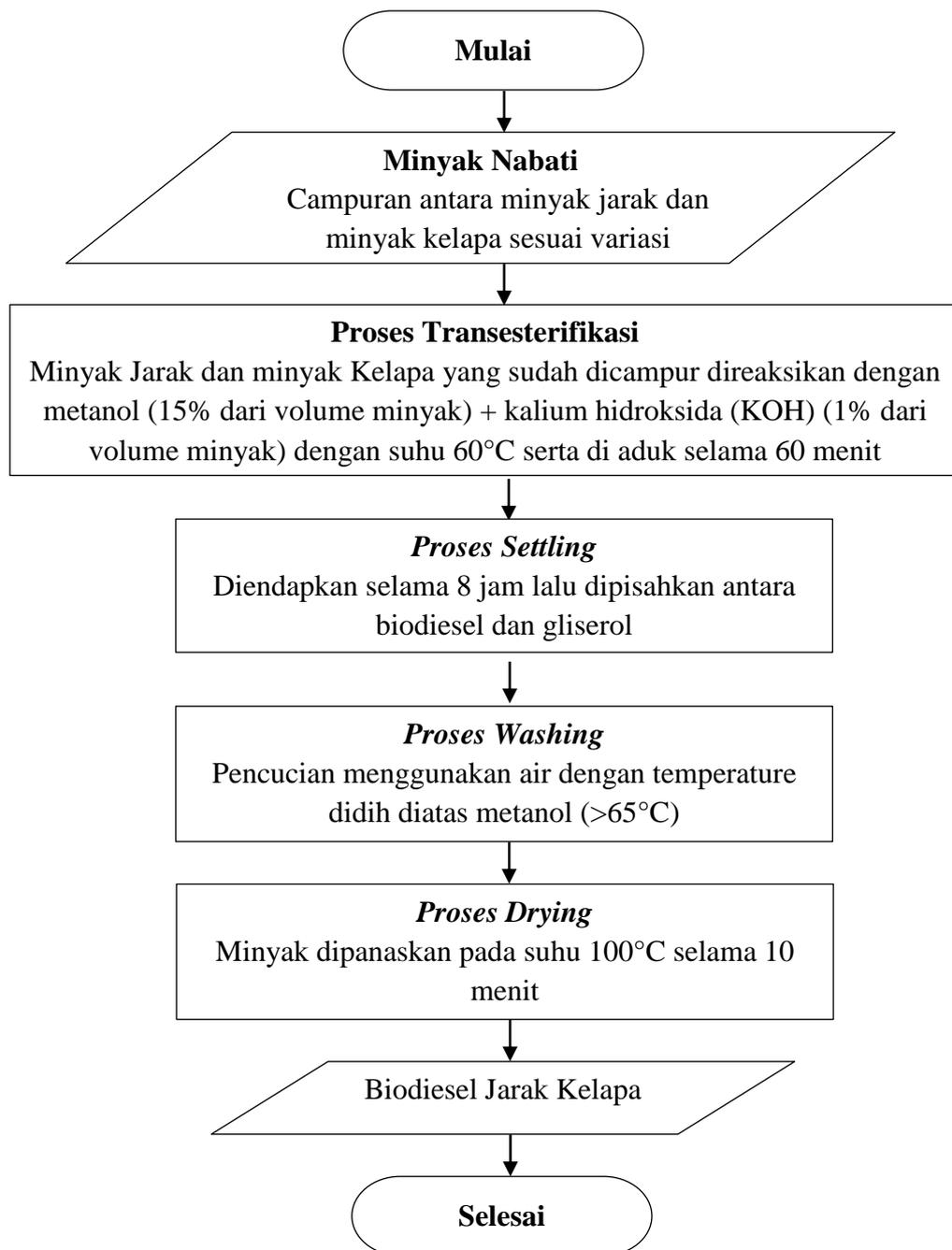
Pada proses esterifikasi minyak jarak (*castor oil*) dan minyak kelapa (*coconut oil*) yang sudah dicampur sesuai variasi, kemudian ditambahkan katalis asam ( $H_2SO_4$ ) yang telah dilarutkan pada metanol, diaduk selama 60 menit pada suhu  $80^\circ C$ . Pada gambar 3.16 merupakan diagram alir proses esterifikasi.



**Gambar 3. 16** Diagram alir proses esterifikasi

### 3.4.3 Proses Transesterifikasi

Proses transesterifikasi adalah proses pembuatan biodiesel dengan mereaksikan katalis KOH yang dilarutkan pada metanol dengan suhu reaksi 60°C lama 60 menit. Diagram alir proses transesterifikasi bisa dilihat pada gambar 3.17.



**Gambar 3. 17** Diagram alir proses transesterifikasi

### 3.5 Proses Pengujian Karakteristik Biodiesel

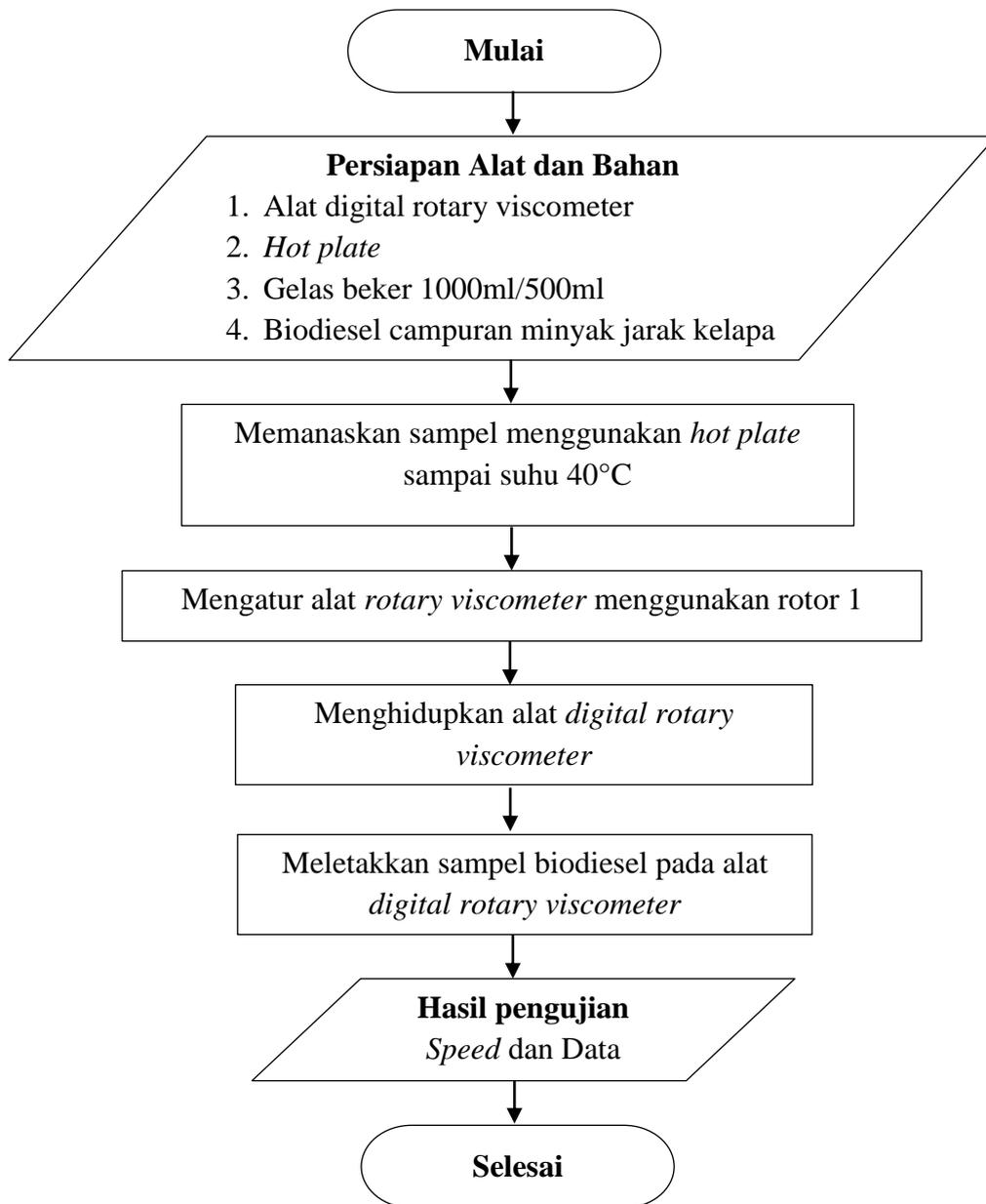
Metode pengujian karakteristik biodiesel meliputi pengujian viskositas, densitas, flash point dan nilai kalor terhadap 11 variasi sampel. Tabel pengambilan data pengujian karakteristik biodiesel dapat dilihat pada tabel 3.4.

**Tabel 3. 4** Pengambilan data pengujian karakteristik biodiesel

Hari :			
Tanggal :			
Kode Sampel :			
Hasil pengujian			
Uji Viskositas	Uji Densitas	Uji Flash Point	Uji Nilai Kalor

#### 3.5.1 Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas pada penelitian ini menggunakan alat viskometer tipe cone/plate. Cara penggunaannya sampel terlebih dahulu dipanaskan pada *hot plate* sampai suhu 40°C, kemudian sampel ditempatkan ditengah-tengah dibawah posisi rotor. Selanjutnya naikkan sampel tadi sampai rotor terendam. Rotor digerakkan oleh motor dengan bermacam kecepatan, kecepatan yang digunakan pada penelitian ini ialah 30 dan 60 rpm. Adapun diagram alir pengujian viskositas ini dapat dilihat pada gambar 3.18.



**Gambar 3. 18** Diagram alir pengujian viskositas

### 3.5.1.1 Alat dan Bahan Pengujian Viskositas

Dalam pengujian viskositas ini, ada beberapa alat dan bahan yang terlebih dahulu dipersiapkan, diantaranya :

1. Sampel biodiesel yang akan dilakukan pengujian.
2. Alat viskometer NDJ 8S.
3. *Hot plate*.
4. Gelas beker 1000 ml.
5. *Magnet stirrer*.
6. Termometer air raksa.

### 3.5.1.2 Langkah-Langkah Pengujian Viskositas

Dalam pengujian viskositas ini ada beberapa langkah yang harus dilakukan, diantaranya :

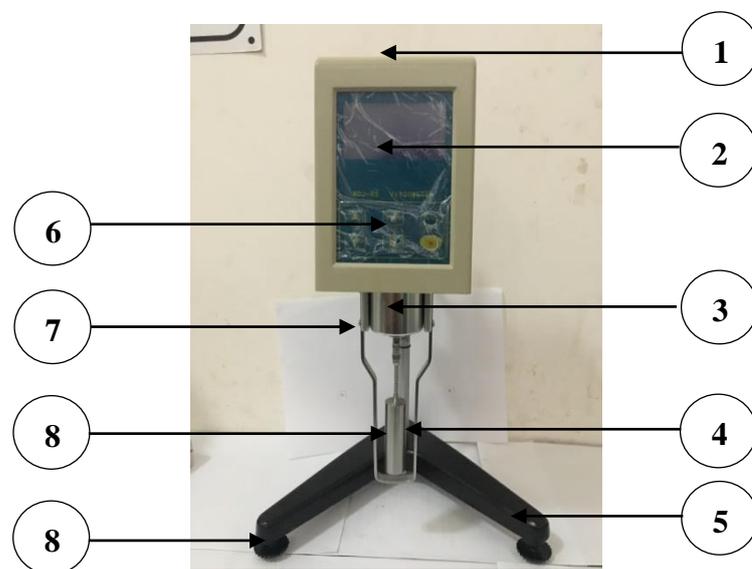
1. menyiapkan sampel biodiesel yang akan dilakukan pengujian.
2. menyiapkan alat, dalam hal ini ada beberapa alat yang harus di persiapkan, yaitu :
  - a. viskometer NDJ 8S. adapun prosedur yang harus dilakukan dalam menyiapkan alat viskometer ndj 8s adalah sebagai berikut :
    - a) merangkai penyangga viskometer seperti gambar 3.19.



**Gambar 3. 19** Rangkaian penyangga

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

b) memasang viskometer ndj 8s pada penyangga yang telah di rangkai sehingga seperti pada gambar 3.20. baut setiap rangkaian harus dikencangkan, hal ini bertujuan supaya rangkaian tidak lepas saat proses pengujian berlangsung.



**Gambar 3. 20** Rangkaian penyangga beserta viskometer NDJ 8S

Keterangan :

- |                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 1. Level indikator         | 6. Tombol pengoperasian           |
| 2. LCD                     | 7. Rotor <i>connector</i>         |
| 3. <i>Housing</i>          | 8. Rotor                          |
| 4. <i>Braket</i> pelindung | 9. Penyesuain tingkat <i>knob</i> |
| 5. <i>Base</i> (dudukan)   |                                   |

b. *hot plate*

- a) memasang kabel power dari soket ke *hotplate*.
- b) memposisikan *hotplate* dibawah viskometer, jadikan *heater* sebagai dasar sampel biodiesel yang akan di ukur viskositasnya.

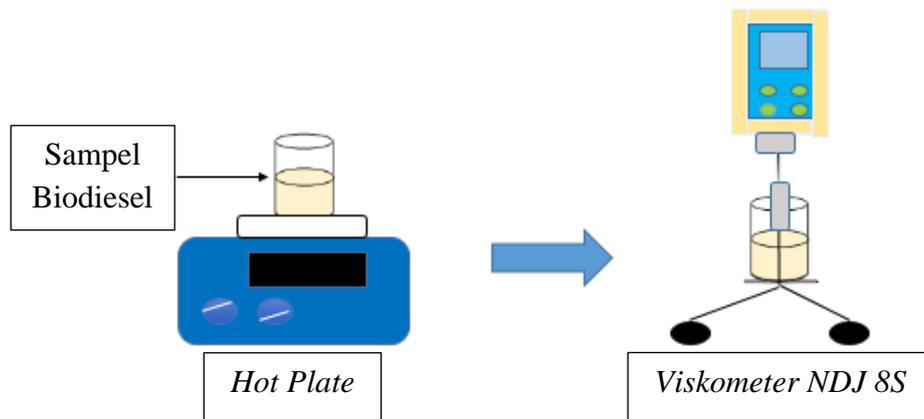
c. *termometer digital*

- a) sebelum menggunakan thermometer digital, thermometer digital harus terlebih dahulu dikalibrasi.
- b) memposisikan *thermocouple* sedekat mungkin dengan rotor supaya hasil pengukuran lebih valid.

### 3.5.1.3 Prosedur Pengujian Viskositas

Setelah semua alat disiapkan, prosedur pengujian viskositas yang harus dilakukan, diantaranya sebagai berikut :

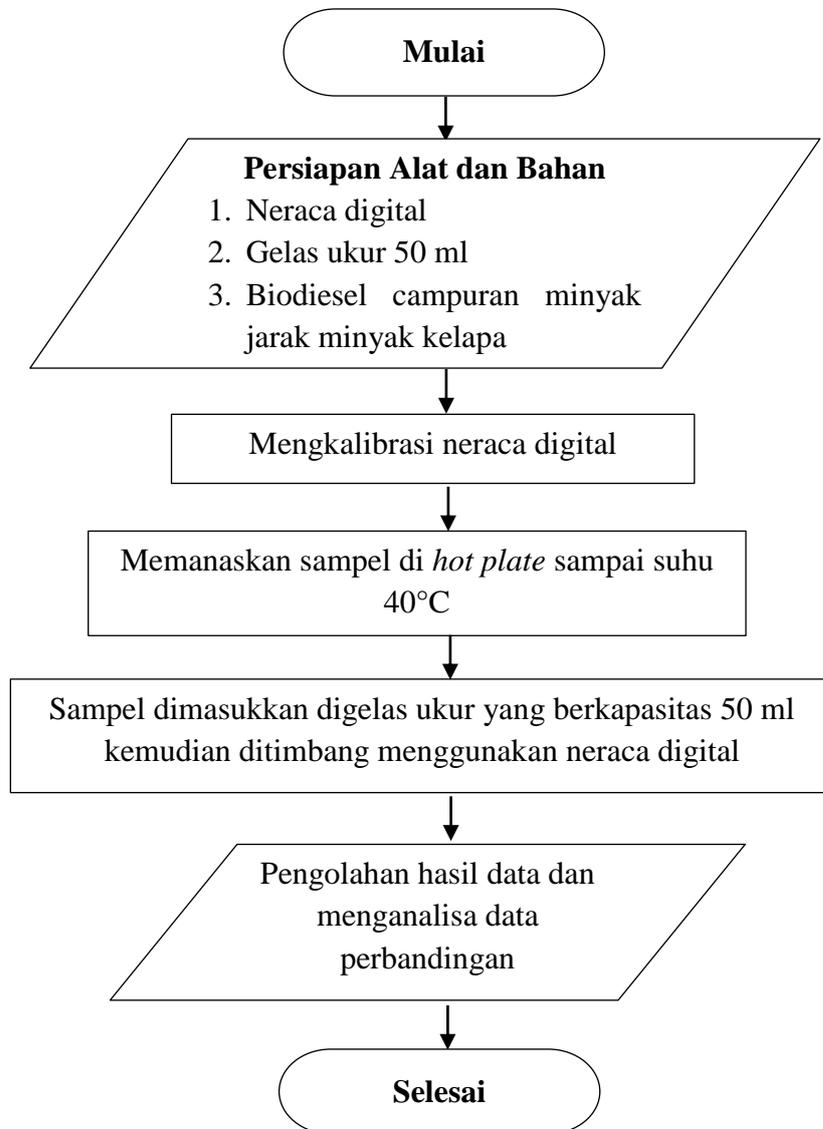
1. Siapkan sampel biodiesel kurang lebih 800 ml dan masukkan pada gelas beker yang berkapasitas 1000 ml.
2. Panaskan sampel biodiesel diatas *hot plate* sampai suhu 40°C.
3. Selanjutnya letakkan sampel biodiesel yang telah dipanaskan dibawah alat viskometer dan turunkan posisi viscometer menggunakan *lifting knob* pada bagian penyangga sehingga rotor tenggelam.
4. Untuk menyalakan alat viskometer, tekan tombol power yang terdapat dibagian belakang viskometer.
5. Kemudian jenis rotor dan kecepatan rotor yang akan dipakai disesuaikan menggunakan panel kontrol.
6. Mengatur kecepatan rotor 60 rpm dan menggunakan jenis rotor 1.
7. Setelah kecepatan dan jenis rotor telah disesuaikan, lalu tekan tombol (OK) untuk menjalankan alat viskometer.
8. Tunggu sampai proses pengukuran selesai, kemudian tekan tombol reset.
9. Mencatat hasil pengujian viskometer yang ditampilkan pada *display* berupa output viskositas dan persen viskositas.
10. Matikan alat dan bersihkan area pengujian viskositas
11. Mengulangi langkah ini 2 kali untuk setiap sampel biodiesel.



**Gambar 3. 21** Alur pengujian viskositas

### 3.5.2 Pengujian Densitas

Densitas/massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis suatu benda merupakan massa benda dibagi dengan volume benda. Hal yang harus dilakukan pada pengujian densitas adalah mempersiapkan alat dan bahan, selanjutnya sampel dipanaskan di *hot plate* sampai suhu 40°C, kemudian sampel dimasukkan kedalam gelas ukur berkapasitas 50 ml, timbang sampel menggunakan neraca digital, dan catat hasil densitasnya. Adapun diagram alir pengujian dapat dilihat pada gambar 3.21.



**Gambar 3. 22** Diagram alir pengujian densitas

### 3.5.2.1 Alat dan Bahan Pengujian Densitas

Adapun alat dan bahan yang harus disiapkan sebelum pengujian densitas, diantaranya :

1. Sampel biodiesel
2. *Hot plate*
3. Gelas beker 1000 ml
4. Gelas ukur 50 ml
5. *Magnet stirrer*
6. Neraca digital
7. *Termometer* air raksa

### 3.5.2.2 Langkah Langkah Pengujian Densitas

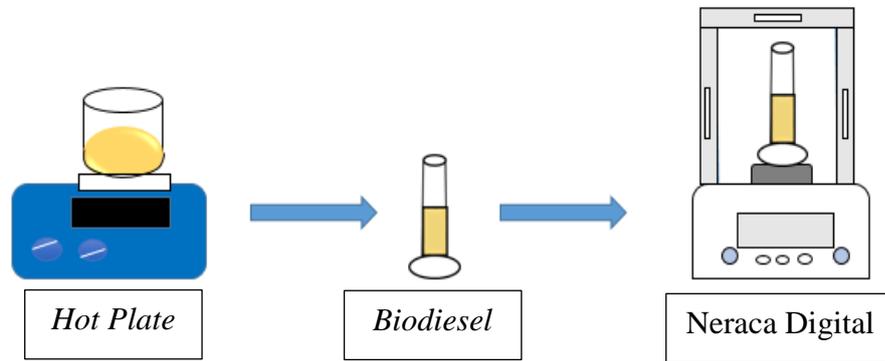
Sebelum memulai pengujian densitas ada beberapa langkah yang harus dilakukan, diantaranya :

1. Mempersiapkan sampel yang akan dilakukan pengujian.
2. Mempersiapkan alat neraca digital, *hot plate*, *magnet stirrer*, gelas beker 500 ml, dan gelas ukur 50 ml.
3. Mengkalibrasi alat neraca digital dengan cara menimbang terlebih dahulu gelas ukur 50 ml dalam keadaan kosong.

### 3.5.2.3 Prosedur Pengujian Densitas

Adapun prosedur yang harus dilakukan dalam pengujian densitas, diantaranya :

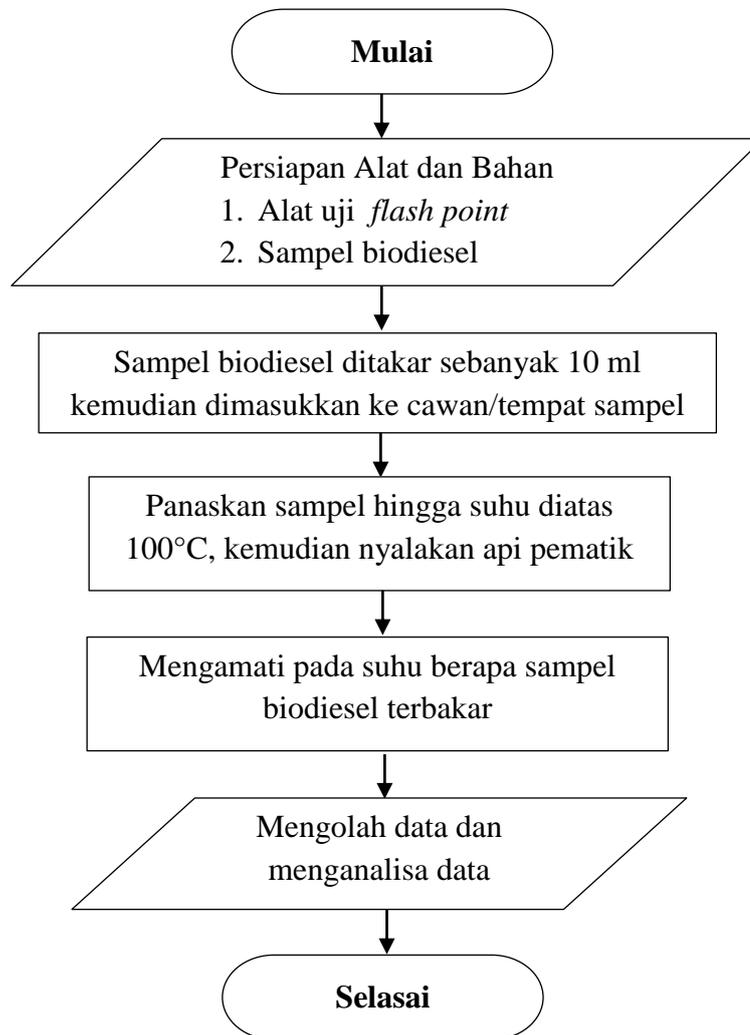
1. Memasukkan sampel biodiesel kurang lebih 400 ml ke gelas beker yang berkapasitas 500 ml untuk dipanaskan sampai suhu 40°C.
2. Memasukkan sampel biodiesel yang telah dipanaskan ke gelas ukur sebanyak 50 ml.
3. Kemudian meletakkan gelas ukur yang telah terisi sampel biodiesel pada neraca digital.
4. Mencatat hasil pengujian.
5. Mengulangi langkah ini 2 kali untuk setiap sampel.
6. Membersihkan alat dan merapikan tempat setelah melakukan pengujian.



**Gambar 3. 23** Alur pengujian densitas

### 3.5.3 Pengujian *Flash Point*

Titik nyala/*flash point* adalah suhu terendah ketika uap suatu zat yang bercampur dengan udara akan menyala sebentar dan kemudian mati. Dalam pengujian *flash point* hal pertama yang harus dilakukan adalah mempersiapkan alat dan bahan, selanjutnya takar sampel sebanyak 10 ml, letakkan pada cawan/tempat sampel, panaskan sampel hingga suhu diatas 100°C, kemudian nyalakan api pematik, dan mengamati pada suhu berapa sampel tersebut terbakar. Adapun diagram alir dari pengujian *flash point* ini dapat dilihat pada gambar 3.24.



**Gambar 3. 24** Diagram alir pengujian *flash point*

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

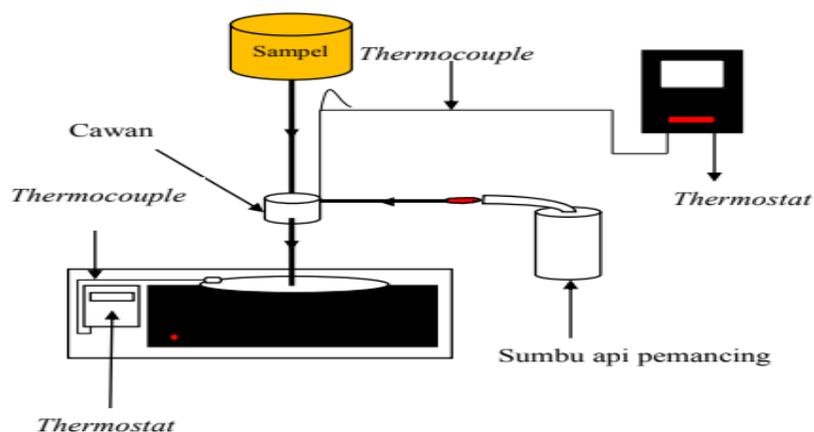
Pada pengujian *flash point* ada beberapa alat dan bahan yang perlu disiapkan, diantaranya :

1. Sampel biodiesel.
2. Alat uji *flash point*.
3. Gelas ukur 10 ml.
4. Api pemancing.

### 3.5.3.2 Prosedur Pengujian *Flash Point*

Pada pengujian *flash point*, prosedur yang harus dilakukan diantaranya :

1. Mempersiapkan alat pengujian *flash point*.
2. Menakar sampel campuran minyak menggunakan gelas ukur 10 ml, sebanyak 10 ml.
3. Menempatkan sampel pada wadah.
4. Kemudian sampel dipanaskan hingga suhu di atas 100°C.
5. Selanjutnya menyalakan api pemancing.
6. Mengamati pada suhu berapa sampel mulai menyala.
7. Mencatat hasil pengujian.
8. Mengulangi langkah ini 2 kali untuk setiap sampel.
9. Membersihkan dan merapikan alat setelah di pakai.



**Gambar 3. 25** Alur pengujian *flash point*

### 3.5.4 Pengujian Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan besarnya panas yang ditimbulkan jika satu satuan bahan bakar dibakar sempurna.

#### 3.5.4.1 Prosedur Pengujian

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan menyerahkan sampel biodiesel di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang kemudian dilakukan pengujian menggunakan alat kalorimeter bom.