

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai dari pengujian alat sampai pengambilan data pada bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Mei 2019 di Laboratorium Bio Energi/Biomassa Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

#### 3.2. Alat dan Bahan

##### 3.2.1. Alat Penelitian

Instalasi peralatan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 yang terdiri atas oven *microwave*, timbangan digital, dan *personal computer* (PC). Di samping itu, instalasi juga dilengkapi dengan peralatan-peralatan pendukung, antara lain: tabung nitrogen, *thermocouple*, wadah sampel, tabung reaktor, penutup reaktor, dan penggantung wadah sampel.

##### a. Oven *Microwave*

Oven *microwave* digunakan sebagai media pemanas pada proses *thermal*. Spesifikasi oven *microwave* dapat ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi oven *microwave*

Komponen <i>Microwave</i>	Spesifikasi
Model	EMM2308X
Tipe	MM823AB4-P00C
Dimensi	485 mm x 370 mm x 292.5 mm
Kapasitas	23 L
<i>Micro Output/Daya</i>	800 Watt

##### b. *Personal Computer* (PC)

*Personal Computer* digunakan sebagai media perekam selama pengujian dan sebagai media pengolahan data. Pada komputer ini, terdapat

*software* untuk membantu proses perekaman. *Software* yang digunakan dalam proses perekaman adalah *datalogger* untuk merekan data temperatur dan *hyperterminal* untuk merekan data massa. Program ini menyajikan data berbentuk angka dan penyimpanan data dengan format Notepad.

c. *Thermocouple*

*Thermocouple* yang digunakan pada pengujian ini yaitu *thermocouple* tipe K yang digunakan untuk mengetahui temperatur pemanasan pada sampel. *Thermocouple* yang digunakan dilengkapi dengan tabung pelindung yang terbuat dari kaca *pyrex* untuk mempertahankan posisi *thermpcouple*. Tabung pelindung ini dilengkapi dengan lapisan pelindung untuk menahan *reability* dari *thermocouple* terhadap temperatur tinggi dan gelombang mikro.

d. Timbangan Digital

Timbangan digital ini berfungsi untuk menimbang berat bahan sampel dan merekam laju penurunan massa sampel setiap interval 1 detik.

Tabel 3.2 Spesifikasi timbangan digital

<b>Komponen Timbangan Digital</b>	<b>Spesifikasi</b>
<i>Type</i>	FS-AR 210
<i>Capacity</i>	210 gram
<i>Readability</i>	0,1 mg
<i>Repeatability</i>	± 0,1 mg
<i>Linearity</i>	± 0,2 mg
<i>Scale Size</i>	345 mm x 233 mm x 331 mm
<i>Pan Size</i>	∅ 80

e. Penggantung Wadah Sampel

Penggantung wadah sampel digunakan untuk menggantungkan sampel yang berada di dalam wadah pada timbangan digital. Penggantung sampel terbuat dari kaca *pyrex*.

f. Penutup Reaktor

Penutup reaktor digunakan untuk mengatasi masuknya gas oksigen ke dalam tabung reaktor. Penutup reaktor memiliki 3 cabang yang digunakan untuk saluran masuknya gas nitrogen, menggantung sampel pada timbangan digital dan *thermocouple*.

g. Wadah sampel

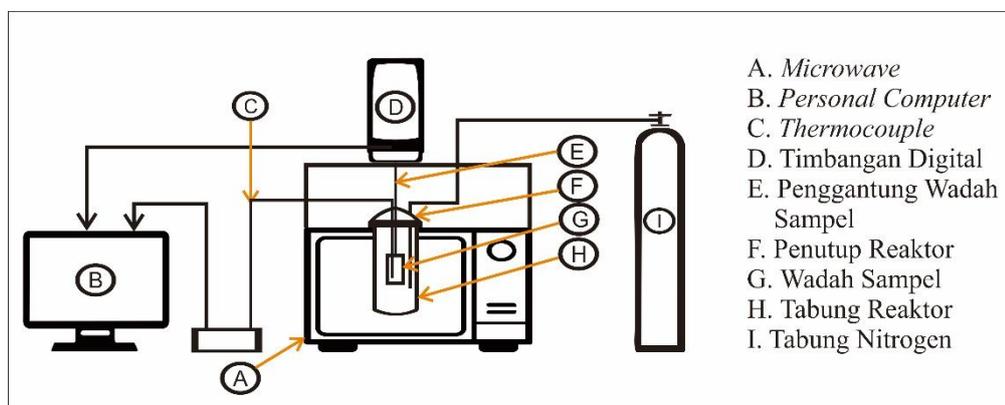
Wadah sampel uji yang digunakan terbuat dari gelas beker dengan ukuran 50 ml yang dimodifikasi dengan diberi gantungan untuk menggantung wadah pada timbangan digital.

h. Tabung Reaktor

Tabung reaktor digunakan untuk membatasi ruang keluarnya gas/asap hasil pemanasan. Tabung reaktor yang digunakan pada penelitian ini yaitu *pyrex* dengan ukuran panjang 21 cm dan DO 9,5 cm. Tabung reaktor ini memiliki ketahanan terhadap temperatur mencapai 500–650 °C.

i. Tabung Nitrogen

Tabung nitrogen berisi gas nitrogen yang berfungsi untuk meminimalkan adanya kandungan oksigen di dalam tabung reaktor selama proses pengujian berlangsung. Tabung nitrogen yang digunakan berukuran 7 m<sup>3</sup>. Tabung nitrogen dilengkapi dengan regulator untuk menentukan kecepatan aliran nitrogen. Kecepatan aliran nitrogen pada pengujian ini yaitu 2,5 ml/detik.



Gambar 3.1 Instalasi peralatan

### 3.2.2. Bahan Penelitian

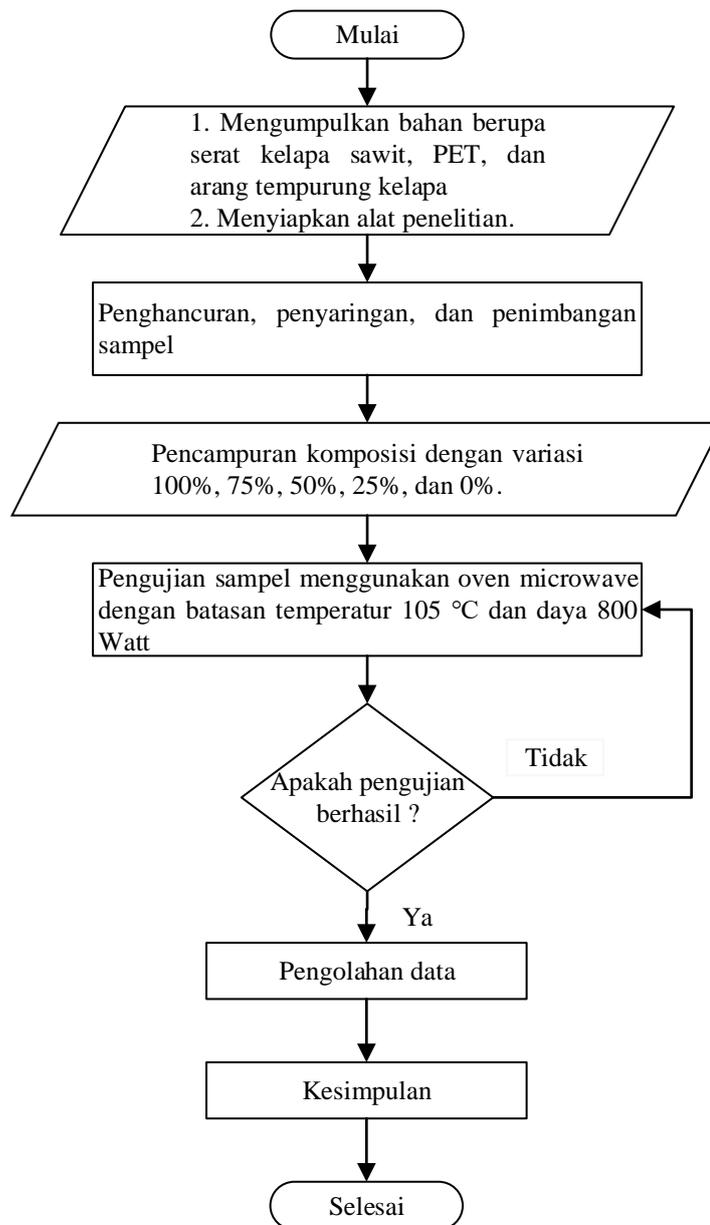
Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk serat kelapa sawit dan serbuk plastik PET. Selain itu, terdapat material absorber berupa arang batok kelapa. Bahan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bahan penelitian

### 3.3. Prosedur Penelitian

Secara garis besar, prosedur penelitian ini dapat digambarkan dalam sebuah diagram alir untuk mempermudah dalam memahami jalannya proses penelitian dan agar berjalan dengan baik. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

### 3.3.1. Metode Pengujian

Bahan limbah serat kelapa sawit, sampah plastik PET, dan arang tempurung kelapa yang sudah terkumpul kemudian dihancurkan dan disaring dalam bentuk mesh dengan ukuran 1–2 mm. Ketiga bahan tersebut disiapkan sesuai dengan kebutuhan pengujian. Bahan yang akan dilakukan pengujian ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan variasi pengujian kemudian dimasukkan ke dalam wadah

sampel. Wadah sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaktor dan digantungkan di bawah timbangan digital.

Sebelum menghidupkan oven *microwave*, pastikan gas nitrogen dialirkan ke dalam sistem pada tabung reaktor untuk mempertahankan kondisi *anoxic*. Setelah pembersihan cukup, oven *microwave* dihidupkan bersamaan dengan *software datalogger* dan *hyperterminal* untuk mencatat atau merekam data temperatur dan massa selama pengujian berlangsung. Pengujian berlangsung hingga temperatur akhir mencapai 105 °C, kemudian oven *microwave* dimatikan dan dilanjutkan dengan pengolahan data.

### 3.3.2. Variasi Pengujian

Proses variasi pengujian dilakukan dengan klasifikasi berat sampel dan material absorber. Variasi pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Variasi pengujian

No	Variasi Sampel	Serat Kelapa Sawit (gram)	Plastik PET (gram)	absorber (gram)
1	Serat 100 % + PET 0%	15	0	15
2	Serat 75 % + PET 0 %	11,25	3,75	15
3	Serat 50 % + PET 50 %	7,5	7,5	15
4	Serat 25 % + PET 75 %	3,75	11,25	15
5	Serat 0% + PET 100%	0	15	15

### 3.3.3. Pengolahan Data

Data kenaikan temperatur dan penurunan massa yang telah didapat dari hasil rekaman, kemudian dipindah ke *Microsoft Excel* untuk mendapatkan karakteristik pemanasan berupa *mass rate* dan *heating rate*.

#### a. *Mass Rate*

*Mass rate* merupakan besarnya penurunan massa bahan sampel tiap waktu tertentu. Besarnya *mass rate* menunjukkan adanya penguapan kadar air (*moisture content*) dan zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*).

*Mass rate* biasanya dinyatakan dalam satuan g/min. Secara matematis, *mass rate* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$MR = \frac{\text{Selisih massa}}{\text{waktu}} \dots \dots \dots (3.1)$$

b. *Heating Rate*

*Heating rate* merupakan besarnya kenaikan temperatur bahan sampel tiap waktu tertentu. *Heating rate* adalah besaran yang menunjukkan seberapa cepat kenaikan temperatur bahan sampel pada waktu tertentu. *Heating Rate* bahan sampel biasanya dinyatakan dalam satuan °C/min. Secara matematis, *heating rate* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$HR = \frac{\text{Selisih Temperatur}}{\text{waktu}} \dots \dots \dots (3.2)$$