

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Laboratorium Bioenergi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Laboratorium MIPA, Universitas Gadjah Mada.

3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 3 macam, yaitu :

a) Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang ditumbuk dan di-*grinder* kemudian disaring dengan serbuk berukuran 1-2 mm. Cangkang kelapa sawit ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Cangkang kelapa sawit

b) Plastik PET

Plastik yang digunakan pada penelitian adalah jenis plastik PET. Selanjutnya, plastik di-*grinder* hingga menjadi serbuk berukuran 1-2 mm. Plastik PET ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2. Plastik PET

c) Material Absorber

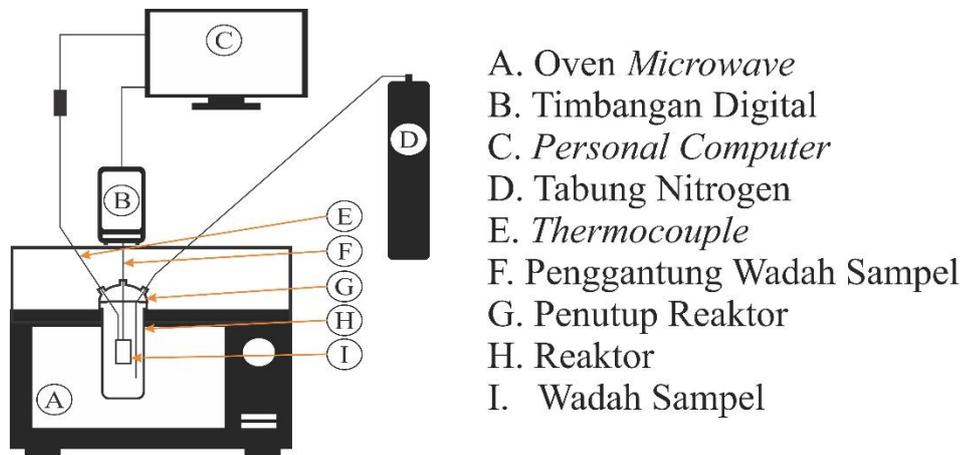
Material absorber yang digunakan dari arang batok kelapa dengan ukuran 1-2 mm. Arang batok kelapa ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. *Absorber*

3.3. Alat Penelitian

Instalasi peralatan yang digunakan untuk penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Instalasi Peralatan

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. Timbangan Digital

Timbangan digital ini berfungsi untuk menimbang berat bahan sampel dan merekam laju penurunan massa sampel setiap interval 1 detik. Spesifikasi timbangan digital dapat ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Spesifikasi Timbangan Digital

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

C. *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 merekam data temperatur dan *hyperterminal* untuk merekam data massa. Program ini menyajikan data berbentuk angka dan penyimpanan data dengan format Notepad.

D. 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^3 . Tabung nitrogen dilengkapi dengan regulator untuk menentukan kecepatan aliran nitrogen. Kecepatan aliran nitrogen pada pengujian ini yaitu 2,5 ml/detik.

E. *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.

F. Penggantung Wadah Sampel

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

G. Penutup Reaktor

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

H. Tabung Reaktor

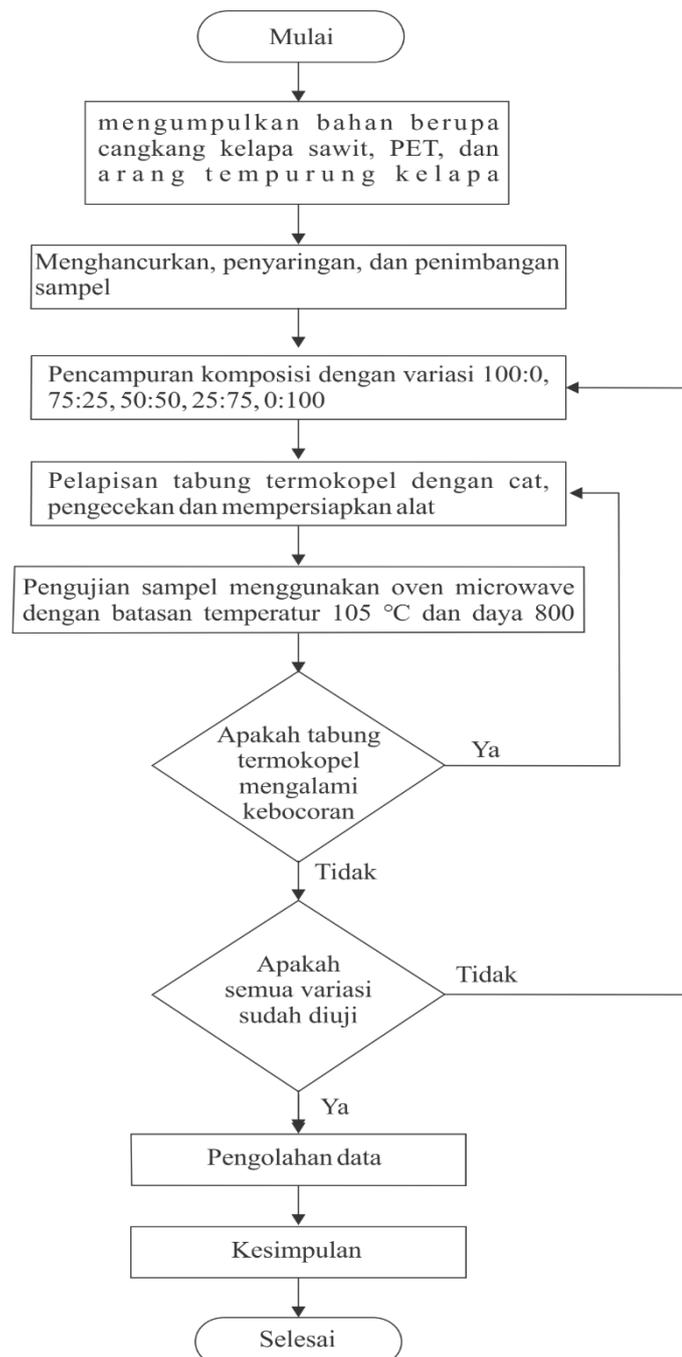
Tabung reaktor digunakan untuk membatasi ruang keluarnya gas/asap hasil pemanasan. Tabung reaktor yang digunakan pada penelitian ini yaitu *pyrex* dengan ukuran panjang 21 cm dan DO 9,5 cm. Tabung reaktor ini memiliki ketahanan terhadap temperatur mencapai 500–650 °C.

I. Wadah sampel

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

3.4. 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 3.5.



Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian

3.3.1. Metode Pengujian

Bahan limbah Cangkang kelapa sawit, sampah plastik PET, dan arang batok kelapa dihancurkan kemudian disaring dalam bentuk mesh dengan ukuran 1-2 mm.. Bahan yang akan dilakukan pengujian ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan variasi pengujian kemudian dimasukkan kedalam wadah sampel. Wadah sampel

tersebut kemudian dimasukkan kedalam tabung reaktor dan digantungkan pada timbangan digital.

Sebelum menghidupkan oven *microwave*, pastikan gas nitrogen dialirkan ke dalam sistem pada tabung reaktor untuk menghindari kandungan oksigen yang ada pada ruang dalam reaktor . Setelah dirasa cukup, oven *microwave* dihidupkan bersamaan dengan *software datalogger* dan *hyperterminal* untuk merekam data temperatur dan massa tiap detik selama pengujian berlangsung. Pengujian berlangsung hingga mencapai suhu akhir pada 105 °C, kemudian oven *microwave* dimatikan bersamaan dengan *software datalogger* dan *hyperterminal* 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 pad Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Variasi Pengujian

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

3.3.3. Pengolahan Data

Data temperatur dan massa yang telah didapat dari hasil rekaman, kemudian di pindah ke *Microsoft Excel* kemudian diolah untuk mendapatkan karakteristik pemanasan berupa *mass loss rate* dan *heating rate*.

a. *Heating Rate*

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

$$HR = \frac{\text{Selisih temperatur}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots(3.1)$$

b. *Mass Loss Rate*

Mass loss rate merupakan besarnya penurunan massa bahan sampel hingga waktu tertentu. *Mass loss rate* menunjukkan adanya penguapan kadar air (*moisture content*) dan zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*) pada sampel. *Mass loss rate* biasanya dinyatakan dalam satuan g/min. Secara matematis, *mass loss rate* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$MLR = \frac{\text{Selisih massa}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots(3.2)$$

c. Energi yang dibutuhkan

Energi adalah kemampuan atau kesanggupan benda untuk melakukan usaha atau melakukan kerja. Dalam sistem SI, satuan energi adalah joule. Konsumsi energi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$W = P \times t \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan P = daya dan t = waktu(s)