

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan memiliki instalasi pada Gambar yang terdiri atas microwave, timbangan digital, *Avantect*, dan *personal computer* (PC). Di samping itu, instalasi dilengkapi dengan peralatan-peralatan pendukung antara lain: tabung reaktor, penutup reaktor, wadah sampel, penggantung wadah sampel, *thermocouple*, dan tabung gas nitrogen.

a. *Oven Microwave*

Oven Microwave merupakan alat yang berfungsi sebagai *heater* untuk memanaskan sampel yang diuji. Pada microwave ini memiliki spesifikasi 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*

Personal Computer pada percobaan ini digunakan untuk pengambilan data dan pengolahan data mentah. Komputer yang digunakan dilengkapi dengan *software* yang digunakan pada proses perekaman suhu dan massa. Perekaman suhu menggunakan *software datalogger* dan perekaman massa menggunakan *software hyperterminal*.

c. *Thermocouple*

Thermocouple adalah suatu alat yang digunakan untuk pendeteksi panas sampel yang sedang diuji. *thermocouple* yang digunakan bertipe K. *Thermocouple* yang digunakan dilengkapi dengan tabung yang berfungsi sebagai pelindung kawat *thermocouple* dari gelombang micro oven *Microwave*.

d. Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi sebagai pengukuran massa sampel yang akan diuji dan merekam penurunan massa sampel pada proses pengujian. Spesifikasi timbangan digital pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi neraca analitik

Komponen Timbangan Digital	Spesifikasi
<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. Pengantung wadah sampel

Pengantung wadah sampel berfungsi sebagai penggantung wadah sampel ke timbangan digital. Penggantung wadah sampel terbuat dari kaca *pyrex*.

f. Penutup Reaktor

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

g. Wadah Sampel

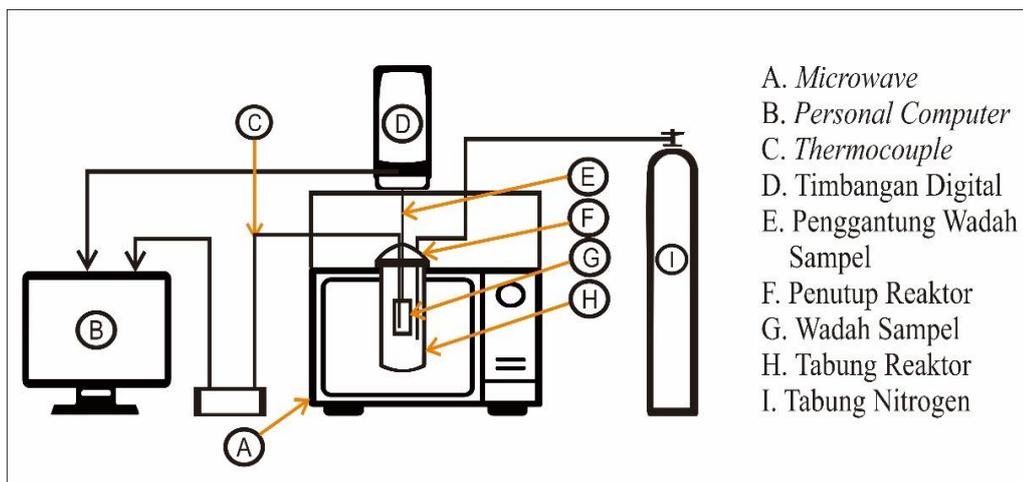
Wadah sampel berfungsi sebagai tempat menaruh sampel pengujian. Wadah sampel dimodifikasi dari gelas ukur yang diberikan gantungan agar dapat digantungkan ke timbangan digital. Wadah sampel ini terbuat dari bahan kaca *pyrex* dengan ukuran 50 ml.

h. Tabung Reaktor

Reaktor berfungsi sebagai pembatas antara ruang di dalam oven microwave dengan wadah sampel dan pembatas gas hasil dari pembakara sampel. Kaca Reaktor ini terbuat dari kaca *Pyrex* dengan panjang 21 cm dan diameter 9,5 cm. Tabung reaktor ini memiliki ketahanan terhadap suhu mencapai 500- 650 °C

i. Tabung Nitrogen

Tabung berisi Nitrogen digunakan untuk menyuplai gas nitrogen ke reaktor untuk mengurangi kadar gas oksigen yang berada di dalam reaktor.. Tabung nitrogen ini memiliki volume 7 m³ per liter. Tabung nitrogen dilengkapi dengan regulator untuk mengatur kecepatan aliran gas nitrogen yaitu 2,5 ml per detik.



Gambar 3.1 Instalasi peralatan

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk tandan kosong kelapa sawit dan plastik PET. Selain itu, arang batok kelapa sebagai absorber. Bahan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Tandan kosong kelapa sawit

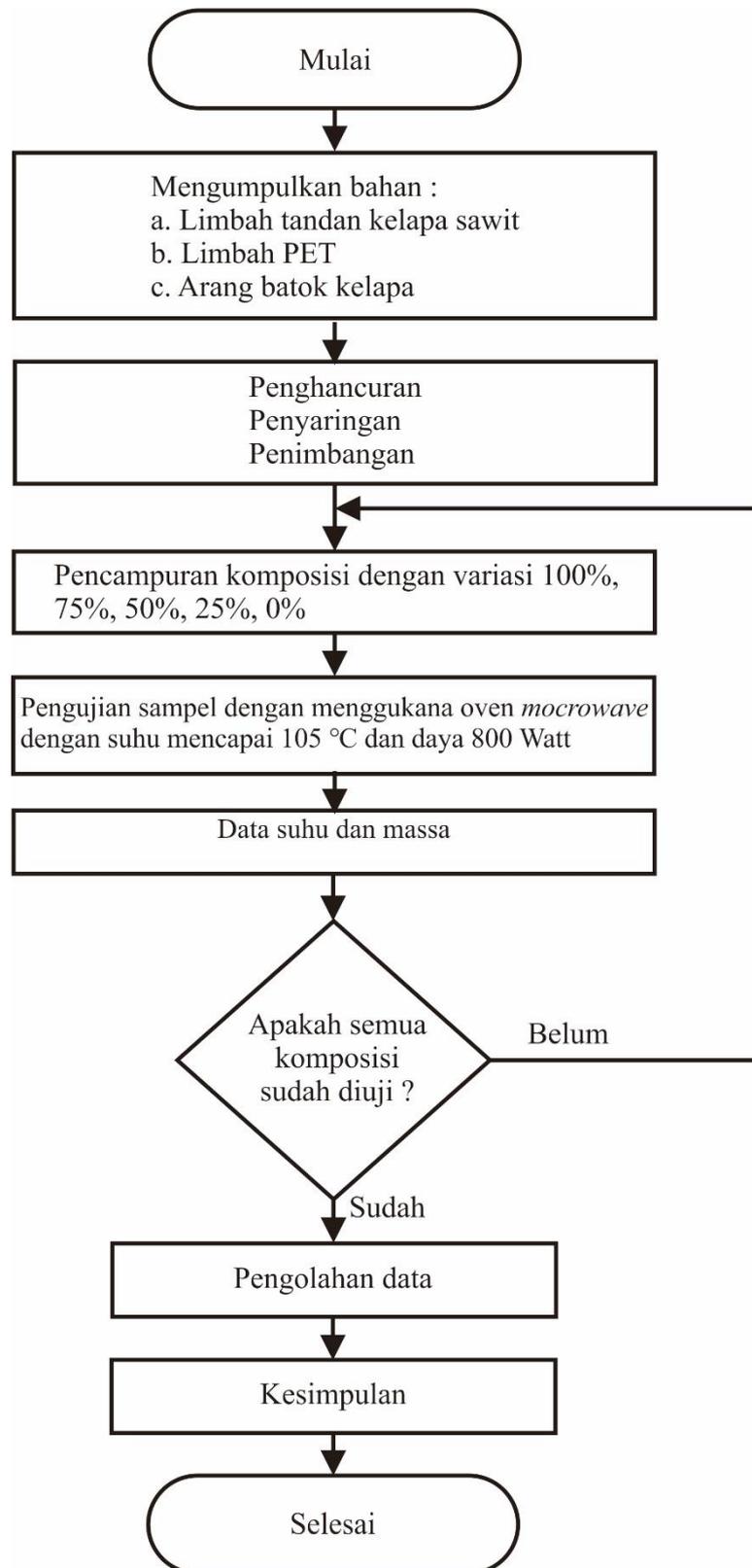
PET

Arang tempurung kelapa

Gambar 3.2 Bahan penelitian

3.2 Skema Penelitian

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



Gambar 3.3 Diagram alir

3.2.1 Metode Pengujian

Bahan limbah tandan kelapa sawit, sampah plastik PET, dan arang batok kelapa yang sudah terkumpul kemudian digrinder dan disaring dalam bentuk serbuk 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 kedalam wadah sampel. Wadah sampel tersebut kemudian dimasukkan kedalam 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 kenaikan temperatur dan penurunan massa selama pengujian berlangsung. Pengujian berlangsung hingga temperatur mencapai 105 °C. Kemudian oven *microwave* dimatikan dan dilanjutkan dengan pengolahan data.

3.2.2 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	Tandan kosong Kelapa Sawit (gram)	Plastik PET (gram)	absorber (gram)
1	Tandan 100 % + PET 0%	15	0	15
2	Tandan 75 % + PET 0 %	11,25	3,75	15
3	Tandan 50 % + PET 50 %	7,5	7,5	15
4	Tandan 25 % + PET 75 %	3,75	11,25	15
5	Tandan 0% + PET 100%	0	15	15

3.2.3 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data temperatur dan penurunan massa, kemudian data di olah menggunakan soft ware *Microsoft Excel* untuk mendapatkan grafik berupa *mass loss rate*, *heating rate* dan konsumsi energi.

a. *Mass loss rate*

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

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

b. *Heating rate*

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

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

c. Konsumsi energi

Pada proses *thermal treatment* menggunakan oven *microwave* membutuhkan energi yang cukup besar untuk mendapatkan nilai *heating rate* dan *mass loss rate*. Oleh karena itu diperlukan perhitungan untuk mendapatkan variasi yang memiliki nilai ekonomis dalam penggunaan energi. Perhitungan dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Energi} = P \times (\text{Waktu}) \dots\dots\dots(3.3)$$