

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biobriket Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan di Laboratorium Energi Biomassa, Program Studi S-1 Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Mei sampai bulan Agustus 2017.

#### **3.2. Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan adalah cangkang kelapa Sawit. Bahan cangkang kelapa Sawit yang digunakan sebagai bahan penelitian berasal dari industri pengolahan kelapa Sawit di provinsi Bengkulu.



**Gambar 3.1. (a) Cangkang kelapa Sawit, (b) Briket arang**

#### **3.3. Peralatan Penelitian**

Pada penelitian ini alat-alat yang digunakan dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu alat uji pirolisis, alat uji pembakaran, dan peralatan pendukung.

##### **3.3.1. Alat Pirolisis**

###### **a. Tungku Pirolisis**

Tungku pirolisis berfungsi untuk mengarangkan sampel. Tungku ini berbentuk silinder berpenutup yang terdiri dari *furnace*, elemen pemanas dan saluran uap pada tutup tungku. Tungku didesain kedap udara dengan penutup yang bertujuan mencegah oksigen masuk saat proses pirolisis. Tungku pirolisis ini dapat dilihat pada gambar 3.2. berikut.



**Gambar 3.2.** Tungku pirolisis

### 3.3.2. Alat Uji Pembakaran

#### a. Tungku Uji Pembakaran (*furnace*)

Tungku uji pembakaran digunakan untuk pengujian pembakaran sampel. Tungku uji pembakaran berbentuk balok dengan panjang dan lebar 400 mm dan tinggi 700 mm. Di dalam tungku terdapat *furnace* dan elemen pemanas . *Furnace* berbentuk silinder dengan diameter 145 mm dan tinggi 500 mm. Pada sisi *furnace* diberi lapisan keramik dan *glass mat*. Gambar tungku uji pembakaran seperti gambar 3.3. berikut.



**Gambar 3.3.** Tungku uji pembakaran

#### b. Elemen Pemanas

Elemen pemanas berupa kawat nikelin dengan panjang 13000 mm yang dilapisi keramik dan *glass wool* sebagai isolator yang dipasang melingkar pada

sisi luar *furnace*. Pada *furnace* diberi *thermocouple* untuk mengetahui temperatur sampel dan tungku saat pembakaran. Kawat nikelin dan *thermocouple* terhubung pada *thermocontroller* yang berfungsi untuk mengatur temperatur *furnace* saat pembakaran.



**Gambar 3.4.** Elemen pemanas

c. *Thermocontroller*

*Thermocontroller* adalah alat untuk mengatur temperatur dinding *furnace* melalui elemen pemanas. *Thermocontroller* dapat mengatur temperatur saat pembakaran hingga  $1000^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 3.5.** *Thermocontroller*

d. Rangka

Rangka berfungsi sebagaiudukan timbangan digital yang digunakan untuk merekam laju penurunan massa saat pengujian pembakaran. Rangka terbuat

dari bahan kayu dengan tinggi 150 cm panjang dan lebar 50 cm. Pada bagian atas rangka diberi lubang untuk menggantung sampel yang terhubung pada timbangan digital. Pada sisi atas rangka diberi seng untuk memecah aliran panas sehingga tidak merusak timbangan.



**Gambar 3.6.** Rangka

e. Wadah Sampel Uji Pembakaran

Wadah sampel terhubung dengan timbangan digital dengan maksud laju penurunan massa saat proses pembakaran dapat diketahui. Wadah sampel terbuat dari kawat *mesh* 20 berbentuk cawan silinder dan posisi digantung di dalam tungku uji pembakaran dan terhubung dengan timbangan digital tipe FS-AR 210.



**Gambar 3.7.** Wadah sampel uji pembakaran

f. Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi memantau dan merekam laju penurunan massa yang terjadi pada sampel setiap periode waktu dan temperatur tertentu. Timbangan yang digunakan adalah tipe FS-AR 210 dengan ketelitian 0,0001 gram dan berkapasitas 210 gram.



**Gambar 3.8.** Timbangan digital

g. Modul Data *Logger*

Modul data *logger* berfungsi untuk mengakuisisi data dari temperatur sampel dan reaktor. Modul data *logger* yang digunakan adalah tipe USB-4718 yang memiliki 16 *channel* sambungan untuk *thermocouple*.



**Gambar 3.9.** Modul data *logger*

h. *Thermocouple type K*

Pada pengujian ini digunakan dua buah *thermocouple* tipe K, yang berfungsi untuk mengetahui temperatur pembakaran briket dan suhu ruang bakar di dalam tungku pembakaran. *Thermocouple* tipe K memiliki beberapa variasi sesuai dengan dengan tingkat kecepatan respon terhadap perubahan suhu. *Thermocouple* yang digunakan, dilengkapi dengan lapisan pelindung untuk menahan *realibity* dari *thermocouple* terhadap suhu yang tinggi, ditambah juga dengan pelindung ekstra berupa selongsong kuningan dengan diameter 6 mm. Selongsong ini juga berfungsi untuk mempertahankan posisi *thermocouple*.



**Gambar 3.10.** *Thermocouplu type K*

i. Seperangkat Komputer

Seperangkat komputer berfungsi sebagai media untuk menampilkan data saat pembakaran sampel. Data yang ditampilkan adalah data berupa angka laju penurunan massa dan temperatur yang berasal dari timbangan digital tipe FS-AR 201 dan data *logger* yang terhubung ke komputer dengan sambungan USB.



**Gambar 3.11.** Seperangkat komputer

### 3.3.3. Alat Uji Proksimat

#### a. Oven uji kadar air

Alat yang digunakan untuk mengetahui kadar air dalam sampel briket dengan melihat penurunan massa yang terjadi. Untuk mengetahui massa sampel terlebih dahulu dikeringkan di dalam oven minimal 6 jam.



**Gambar 3.12.** Oven uji kadar air

#### b. *Furnace*

Alat yang digunakan untuk mengetahui kadar volatil dan abu pada sampel briket dengan melihat massa akhir setelah pengovenan. Pada uji volatil, sampel dipanaskan dengan temperatur  $900^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada uji abu sampel dipanaskan dengan temperatur  $600^{\circ}\text{C}$ . Setelah mencapai temperatur  $600^{\circ}\text{C}$ , *furnace* dimatikan dan ditahan selama 4 jam.



**Gambar 3.13.** *Furnace*

c. Cawan

Cawan digunakan untuk meletakkan sampel briket yang akan diuji kadar air di dalam oven maupun uji *volatile matter* & kadar abu (*ash*) didalam *furnace*.



**Gambar 3.14.** Cawan

d. *Bomb Calorimeter*

*Bomb calorimeter* adalah salah satu alat yang dipakai untuk mengukur nilai kalor kotor pada volume konstan, sedangkan nilai kalor yang lain selanjutnya akan dapat dihitung jika komposisi bahan bakar telah diketahui. Metode penentuan nilai kalor sampel menggunakan *bomb calorimeter* dilakukan dengan membakar sebagian kecil sampel dalam oksigen di dalam sebuah cawan yang ditempatkan dalam bejana kalorimeter. Selanjutnya bejana beserta

isinya ditempatkan di dalam bejana berongga yang lebih besar dimana di dalam rongga dinding bejana diisi dengan air untuk membentuk *jacket*, hal ini bertujuan untuk memperkecil transfer panas antara bejana kalorimeter dengan lingkungan. Kemudian sampel tersebut dibakar dengan bantuan pemantik listrik, dan panas yang dilepaskan dari proses pembakaran sampel tersebut kemudian diukur dengan cara mengukur temperatur air dalam kalorimeter sebelum dan naiknya suhu dikalikan dengan panas jenis air.



**Gambar 3.15.** *Bomb Calorimeter*

#### **3.3.4. Alat Pendukung**

##### **a. Penumbuk Arang**

Penumbuk arang yang digunakan terbuat dari batu. Penumbuk arang berfungsi untuk menghaluskan arang cangkang kelapa Sawit setelah proses pirolisis.



**Gambar 3.16** Penumbuk arang

b. Saringan *Mesh* 20

Saringan *mesh* 20 berfungsi untuk menyaring arang cangkang kelapa Sawit yang telah dihaluskan untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam.



**Gambar 3.17** Saringan *mesh* 20

c. Alat Pencetak Briket

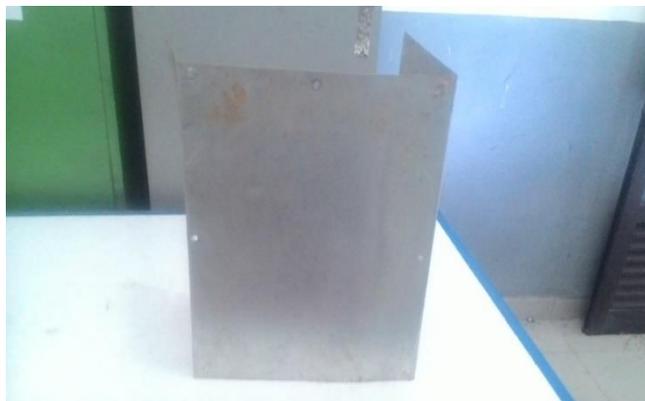
Setelah dilakukan penyaringan arang dan pencampuran perekat dengan tepung Kanji, selanjutnya serbuk arang dicetak dengan alat pencetak briket. Dongkrak hidrolik jenis dongkrak botol digunakan sebagai pencetak briket. Pada dongkrak botol dihubungkan dengan *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan yang diberikan pada briket.



**Gambar 3.18** Alat pencetak briket

d. Plat Seng

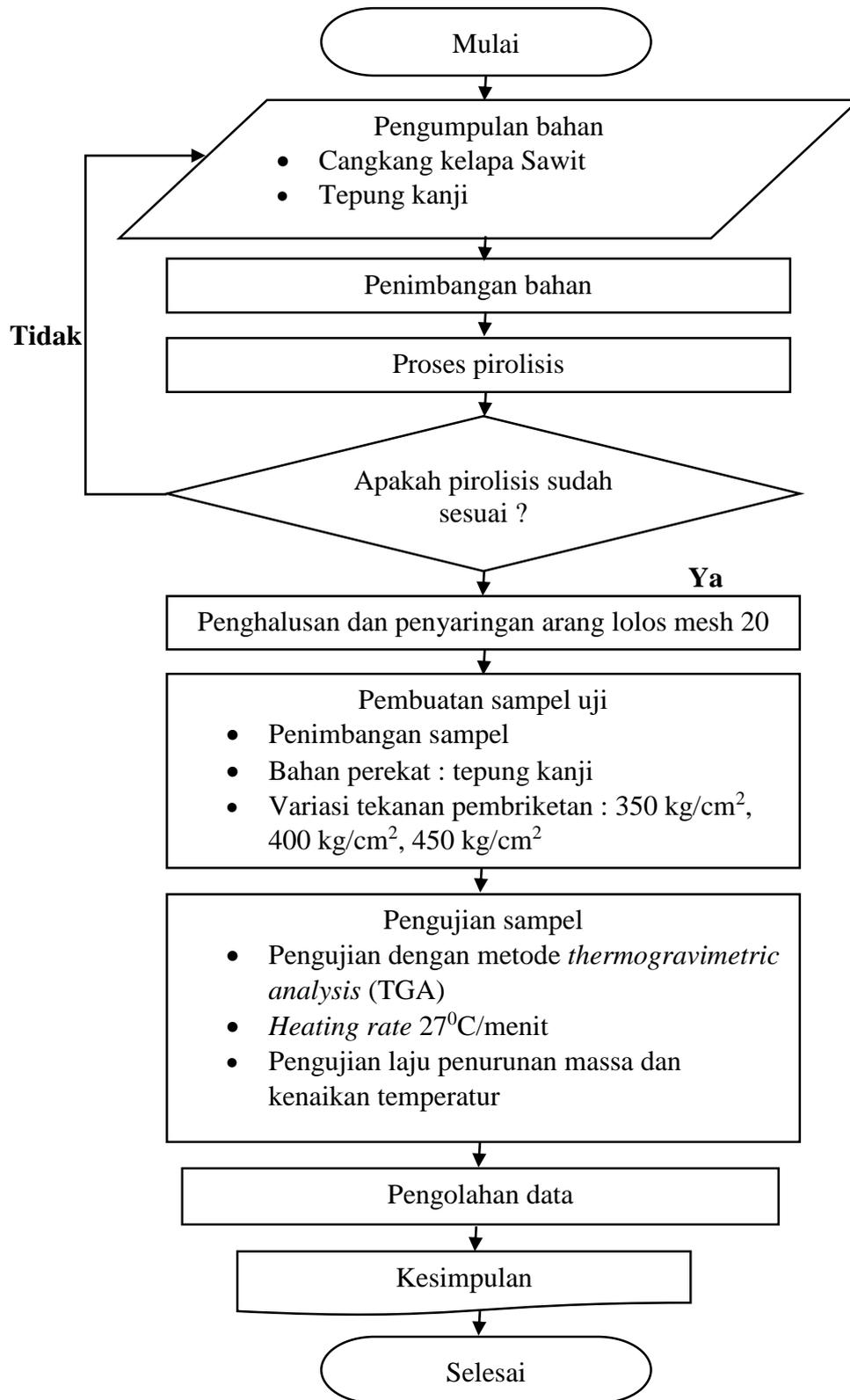
Plat seng berfungsi sebagai pelindung saat proses pengepresan briket. Plat seng ini berbentuk “U” dengan panjang 1 meter dan lebar 0,3 meter.



**Gambar 3.19.** Plat seng

**3.4. Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian dapat diketahui pada diagram alir sebagai berikut :



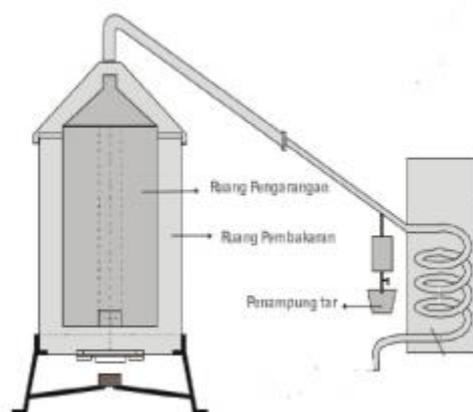
**Gambar 3.20.** Diagram alir penelitian

### 3.4.1. Persiapan Bahan

Tahap awal bahan cangkang kelapa Sawit dikeringkan dengan cara dijemur dengan bantuan sinar matahari. Penjemuran bertujuan mengurangi kandungan air yang terkandung pada cangkang kelapa Sawit.

### 3.4.2. Proses Pirolisis

Pirolisis adalah proses pembakaran untuk mendapatkan arang. Tahap ini cangkang kelapa Sawit diarangkan menggunakan tungku pirolisis. Cangkang kelapa Sawit dimasukkan ke dalam tungku pirolisis dan ditutup rapat untuk menjaga oksigen tidak masuk saat proses pengarangan. Hal ini untuk menghindari bahan tidak terbakar. Pada bagian atas penutup tungku pirolisis diberikan saluran untuk mengalirkan uap gas hasil pirolisis dan kemudian diubah menjadi tar.



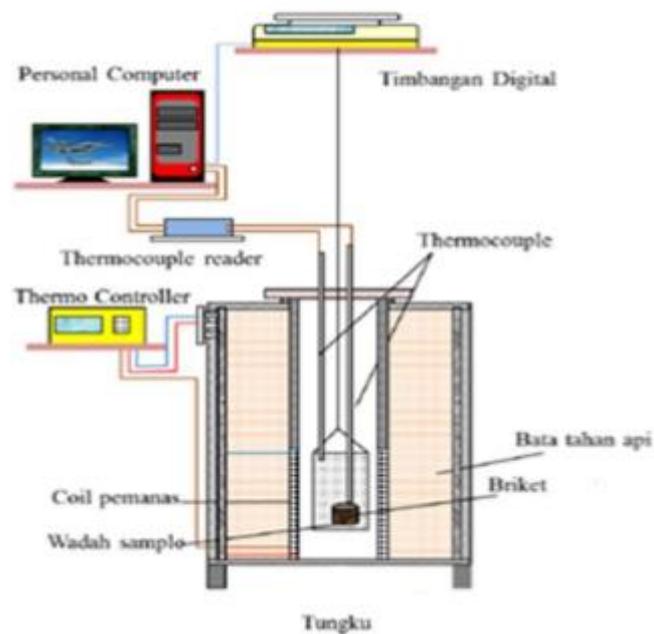
**Gambar 3.21.** Skema perangkat pirolisis (Ramadhan, 2016)

### 3.4.3. Pembriketan Arang

Setelah proses pirolisis selesai akan menghasilkan arang. Arang tersebut selanjutnya dihaluskan dengan penumbuk dan disaring dengan saringan mesh 20. Arang hasil penyaringan dicetak dengan alat pencetak briket. Alat pencetak briket adalah rangka besi yang telah dimodifikasi dan ditambah dongkrak hidrolis. Dongkrak hidrolis dilengkapi dengan *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan yang diberikan pada briket. Tekanan yang diberikan pada briket sebesar 350 kg/cm<sup>2</sup>, 400 kg/cm<sup>2</sup>, dan 450 kg/cm<sup>2</sup>. Cetakan briket berbentuk silinder dengan diameter 15 mm. Pada proses pencetakan briket, arang dicampur dengan perekat yaitu tepung Kanji untuk memperkuat sampel briket. Persentase massa perekat yang digunakan sebesar 10% dari masa sampel briket.

#### 3.4.4. Uji Pembakaran Briket

Uji pembakaran dilakukan menggunakan tungku uji pembakaran dimana wadah sampel diletakkan di tengah furnace dengan digantung dan dihubungkan dengan timbangan digital. Proses pengujian menggunakan metode *thermogravimetric analysis* (TGA) yaitu dengan menaikkan temperatur *furnace* secara bertahap setiap menitnya hingga sampel habis terbakar dan konstan.



**Gambar 3.22.** Skema instalasi uji pembakaran