

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode penelitian eksperimental (*experimental research*), yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab-akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh waktu tinggal terhadap produk hasil pirolisis sampah organik.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel ini tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Besarnya variabel bebas dapat berubah-ubah atau konstan sehingga didapatkan hubungan antara variabel bebas dengan terikat. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah *residence time* sampah organik dalam piroliser yang digunakan yaitu 2; 2,5; dan 3 jam.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung besar dari variabel bebasnya dan variabel terikat tidak dapat diketahui sebelum penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini variabel terikat yang diamati adalah produk hasil pirolisis meliputi hubungan waktu tinggal dan temperatur pirolisis terhadap:

- Pengurangan massa dan volume char,
- Nilai kalor char yang dihasilkan,
- Massa dan volume tar yang dihasilkan.

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti dan nilainya dikondisikan konstan. Dalam penelitian ini variabel terkontrolnya adalah :

- Tidak ada panas yang masuk maupun keluar sistem dengan cara diberi isolator panas,
- Temperatur pirolisis yang digunakan sebesar 200 °C; 300 °C; 400°C.
- Laju pemanasan saat proses pirolisis adalah 26,4 °C/menit.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari :

1. Sampah organik

Sampah organik digunakan sebagai spesimen dalam yang akan diuji pirolisis dan diuji nilai kalornya.

2. Gas N₂

Gas nitrogen digunakan untuk mereduksi kandungan O₂ hingga ± 2% volume di furnace. Dengan begitu akan mengurangi kemungkinan terjadinya pembakaran, sehingga hasil dari proses adalah arang bukan abu.

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Timbangan elektrik

Digunakan untuk mengukur berat spesimen sebelum dan sesudah proses pirolisis.



Gambar 3.1 Timbangan elektrik

Sumber : Lab. Motor Bakar Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

Spesifikasi :

Model : AD-600H

Capacity : 600 g

Resolution : 0.01 g

Pan size : Ø115 mm

2. Glass beaker

Terdapat 2 glass beaker yang digunakan pada penelitian ini, yang pertama digunakan sebagai tempat spesimen yang nantinya akan dimasukkan ke dalam piroliser. Sementara yang lainnya digunakan untuk menampung tar yang terbentuk.



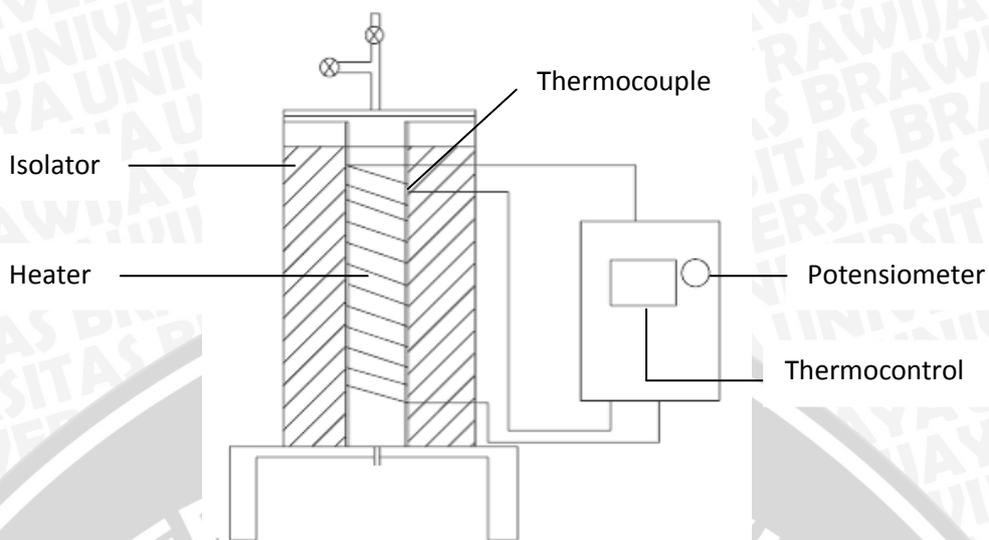
Gambar 3.2 Glass beaker

Sumber : <http://ecx.images-amazon.com>

3. Piroliser

Alat ini digunakan untuk melakukan proses pirolisis pada spesimen. Terdiri dari heater sebagai pemanas, *thermocrontol* dan *thermocouple* sebagai pengatur temperatur pemanasan, dan potensiometer untuk mengatur laju pemanasannya.





Gambar 3.3 Piroliser

Spesifikasi :

- Thermocontrol : TC4S-14R
- Heater : 2 x 2200 watt
- Isolator : Rockwool
- Thermocouple : type K (-200 °C hingga 1350 °C)

4. Bak pendinginan

Digunakan untuk mendinginkan uap hasil pirolisis, sehingga membantu terbentuknya tar lebih cepat.

5. Orifice

Digunakan untuk mengetahui debit N_2 yang akan masuk ke dalam piroliser.



$d = 1 \text{ mm}$; $D = 5 \text{ mm}$

Gambar 3.4 Orifice

6. Manometer U

Berfungsi untuk mengetahui perbedaan tekanan diantara sebelum dan setelah orifice.



Gambar 3.5 Manometer U

Sumber : Dokumentasi pribadi

7. Pressure gauge

Digunakan untuk mengukur tekanan yang terdapat didalam tabung nitrogen dan tekanan keluar tabung.



Gambar 3.6 Pressure Gauge

Sumber : Dokumentasi Pribadi

8. Kamera

Digunakan untuk mendokumentasikan spesimen sebelum dan setelah proses pirolisis, untuk mengetahui perbedaan keduanya dengan variasi waktu tinggal yang berbeda.



Gambar 3.7 Kamera

Sumber : Dokumentasi pribadi

9. Bomb Kalorimeter

Alat ini berfungsi untuk mengetahui nilai kalor yang terdapat dalam spesimen setelah dilakukan proses pirolisis.



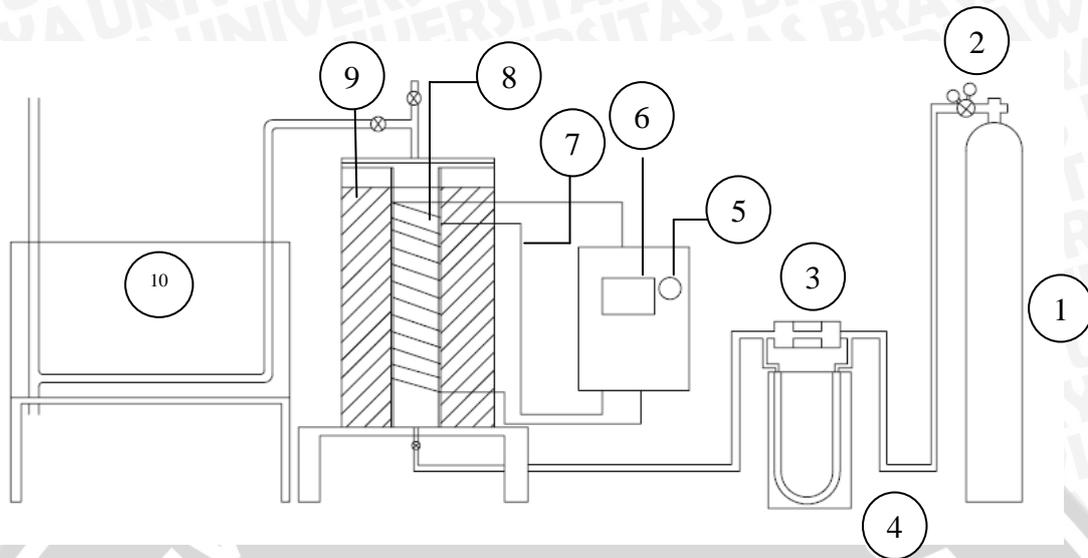
Gambar 3.8 Bomb Kalorimeter

Sumber : Lab. Motor Bakar Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

Spesifikasi :

Merk	: PAAR
Model	: PAAR 1241 EP
Volt	: 220 V / 50 Hz
Negara pembuat	: USA
Tahun	: 1987

3.4 Instalasi Penelitian



Gambar 3.9 Instalasi Penelitian

Keterangan :

1. Tabung Gas N₂
2. *Pressure Gauge*
3. Orifice
4. Manometer U
5. Potensiometer
6. *Thermocontrol Cawan* (wadah spesimen)
7. *Thermocouple*
8. *Heater*
9. Isolator
10. Bak pendinginan

3.5 Prosedur Penelitian

a. Persiapan Spesimen

Spesimen yang digunakan adalah sampah organik dengan komposisi yang beragam. Setiap sampah organik dicacah dan ditimbang dengan prosentase berat tertentu menggunakan timbangan elektrik. Beberapa jenis sampah organik tersebut dicampur kemudian spesimen ditampung ke dalam gelas breker yang nantinya akan dimasukkan dalam piroliser.

b. Proses Pirolisis

Sebelum melakukan percobaan, pertama-tama disiapkan terlebih dahulu instalasi penelitian. Kemudian persiapan spesimen, spesimen dimasukkan ke dalam gelas breaker. Penampung yang telah diisi dengan spesimen selanjutnya dimasukkan ke dalam ruang pemanas piroliser, dan piroliser ditutup. Kemudian katup N_2 dibuka agar gas N_2 dapat mengalir masuk ke dalam ruang pemanas piroliser. Gas N_2 dialirkan ke dalam ruang pemanas sampai kadar $O_2 \pm 2\%$ dari volume ruang pemanas. Katup N_2 ditutup saat kadar O_2 mencapai $\pm 2\%$ dari volume ruang pemanas. Agar piroliser dapat bekerja dan memberikan hasil sesuai yang diharapkan, terlebih dahulu *thermocontrol* diatur untuk variasi pertama dengan temperatur $200^\circ C$ dan laju pemanasan $26,4^\circ C/\text{menit}$. Selanjutnya piroliser dinyalakan dan juga katup keluar dibuka sedikit supaya O_2 dapat tedorong keluar karena gas N_2 yang memenuhi tabung. Proses pirolisis dibiarkan berjalan sesuai dengan variasi waktu yang ditentukan. Apabila sudah menempuh waktu yang ditentukan piroliser dimatikan dan padatan hasil pirolisis yang telah terbentuk dikeluarkan dan tar yang terbentuk ditampung dalam gelas ukur, selanjutnya berat dan volume padatan hasil pirolisis tersebut diukur. Langkah-langkah tersebut dilakukan untuk semua variasi. Namun sebelum pengujian dengan variasi yang lainnya dilakukan, wadah pembakaran dibersihkan terlebih dahulu agar tidak ada sisa-sisa proses pirolisis yang ikut tercampur dengan spesimen berikutnya.

c. Pengujian Nilai Kalor

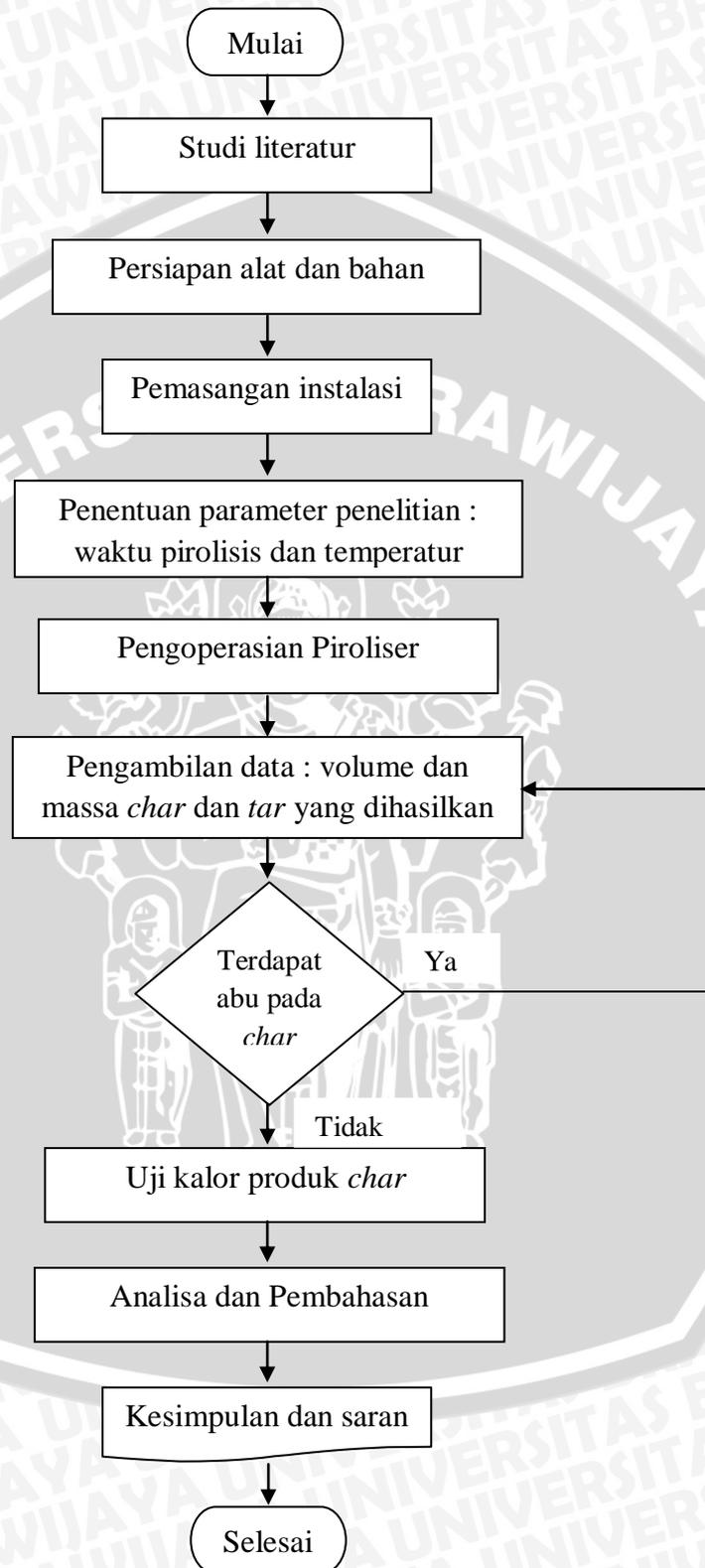
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kalor dari arang dan tar hasil pirolisis sampah organik dengan menggunakan alat bomb kalorimeter. Prosedur yang digunakan sebagai berikut, air 2 liter disiapkan dan kemudian dimasukkan ke *oval bucket*. Bahan bakar yang diuji ditimbang seberat 1 gram (spesimen hasil pirolisis) lalu dimasukkan ke dalam *combustion capsule*. Selanjutnya kawat sepanjang 10 cm dipasang sehingga mengenai bahan bakar yang diuji tanpa mengenai permukaan besi *combustion capsule* dengan menggunakan bantuan *bomb*

head support stand. Bahan bakar yang diuji (spesimen hasil pirolisis) dimasukkan dalam *combustion capsule* tadi bersama dengan kawat ke dalam *oxygen bomb*. Setelah itu, semua peralatan bomb kalorimeter dihubungkan dengan listrik. *Oxygen bomb* diisi dengan oksigen yang bertekanan 30-35 atm menggunakan bantuan *auto charger*. Setelah selesai *oxygen bomb* dimasukkan ke dalam *oval bucket* yang telah terisi air dan kemudian *oval bucket* dimasukkan ke dalam *adiabatic calorimeter*, lalu ditutup. Posisi switch diubah ke posisi on. Temperatur dari aquades/air di oval bucket disamakan dengan temperatur *water jacket* dengan menggunakan switch hot/cold. Setelah sama, temperatur yang terjadi dicatat. Kemudian bahan bakar yang diuji tersebut dibakar dan beberapa saat kemudian temperatur yang terjadi pada aquades/air dicatat (temperatur maksimum yang tercapai). Kemudian selisih temperatur di air pada kondisi awal dengan kondisi setelah terjadi pembakaran dihitung. Dan sisa kawat yang terbakar diukur.

Setelah melakukan prosedur di atas akan diperoleh data-data yang diperlukan untuk menghitung nilai kalor bahan bakar. Dari data-data tersebut dapat diketahui nilai kalor dari bahan bakar yang di uji.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian