

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental (*Experimental Research*), yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab-akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh temperatur pirolisis terhadap nilai kalor arang kotoran sapi.

3.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

a. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya kita tentukan dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini adalah temperatur pirolisis, yaitu 100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, dan 500 °C.

b. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun yang merupakan variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kalor pembakaran (kal/gr), massa (gr), dan volume (mm³) sisa spesimen.

c. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya tetap dan ditentukan sebelum penelitian. Adapun yang merupakan variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah laju pemanasan saat proses pirolisis adalah 0,16 °C/detik.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Kotoran Sapi

Kotoran sapi ini digunakan sebagai spesimen yang akan dipirolisis dan di uji nilai kalornya.



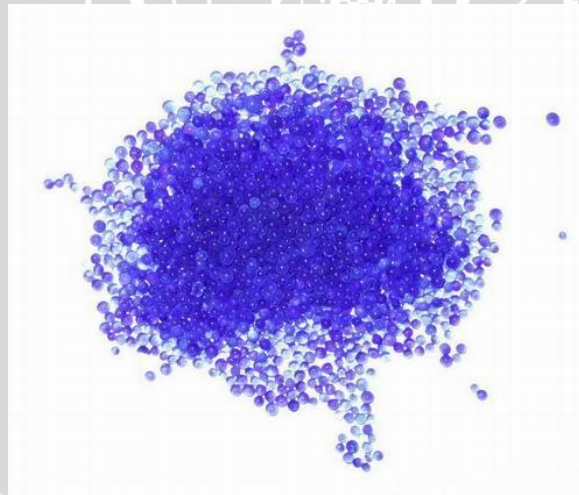
Gambar 3.1 Kotoran Sapi
Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Gas N_2

Gas ini digunakan untuk mereduksi kandungan O_2 hingga $\pm 2\%$ volume di furnace. Dengan begitu akan mengurangi kemungkinan terjadinya pembakaran, sehingga hasil dari proses adalah arang bukan abu.

3. Silica Gel

Silica gel digunakan untuk menjaga kelembaban dari spesimen yang diolah sebelum melalui proses pirolisis.



Gambar 3.2 Silica Gel
Sumber : Anonymous c, 2010

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Timbangan Elektrik

Alat ini digunakan untuk menimbang spesimen sebelum dan sesudah dipirolisis.



Gambar 3.3 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. Oven

Fungsi oven dalam penelitian ini digunakan untuk mengeringkan kotoran sapi, sehingga kadar air yang tersisa dalam kotoran sapi hanya 4 %.



Gambar 3.4 Oven

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi :

| | |
|----------------------|-------------------|
| Dimensi | : 65 x 60 x 50 cm |
| Temperatur Indicator | : maksimal 150 °C |

3. Blender

Fungsi blender dalam penelitian ini digunakan untuk menghaluskan kotoran sapi hingga menjadi serbuk.



Gambar 3.5 Blender
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi :

Merk : PHILIPS Blender [HR2071]

Kapasitas Blender Jar : 2 liter

Material / Bahan : - Blender jar : Glass
- Blade : Stainless steel

Tingkatan Kecepatan : 5 speeds and pulse

Konsumsi Daya : 600 Watt

Voltase : 220-240 V

4. Ayakan

Ayakan ini memiliki 1296 lubang pada tiap inchi². Setelah diblender, kotoran sapi diayak supaya memiliki ukuran butir yang seragam.



Gambar 3.6 Ayakan
Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Baskom

Baskom disini digunakan sebagai wadah saat mengolah kotoran sapi, dari sebelum dan setelah diblender serta setelah diayak hingga menjadi spesimen.



Gambar 3.7 Baskom
Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Moisture Analyzer

Moisture analyser disini digunakan untuk mengukur kadar air spesimen yang akan dipirolisis.



Gambar 3.8 Moisture Analyzer
Sumber : Lab. Motor Bakar Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

Spesifikasi :

Type : MOC-120H

Measurement Format : evaporation weight loss method

Sample weight : 0,5-120 g

Minimum display : moisture content : 0,01% ; weight : 0,001 g

Measurabl quantities : moisture content (wet & dry base), weight, solid content

Heater temperatur : 30-200 °C

Display : backlit LCD (137 x 43 mm)

External output : RS-232C Interface

Heat source : 625 watt
Power Supply : AC 100-120 / 220-240 V (50/60 Hz)
Power consumption : max 640 watt

7. Sarung Tangan

Dalam penelitian ini, sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan saat mengolah kotoran sapi menjadi spesimen.



Gambar 3.9 Sarung Tangan
Sumber : Dokumentasi Pribadi

8. Masker

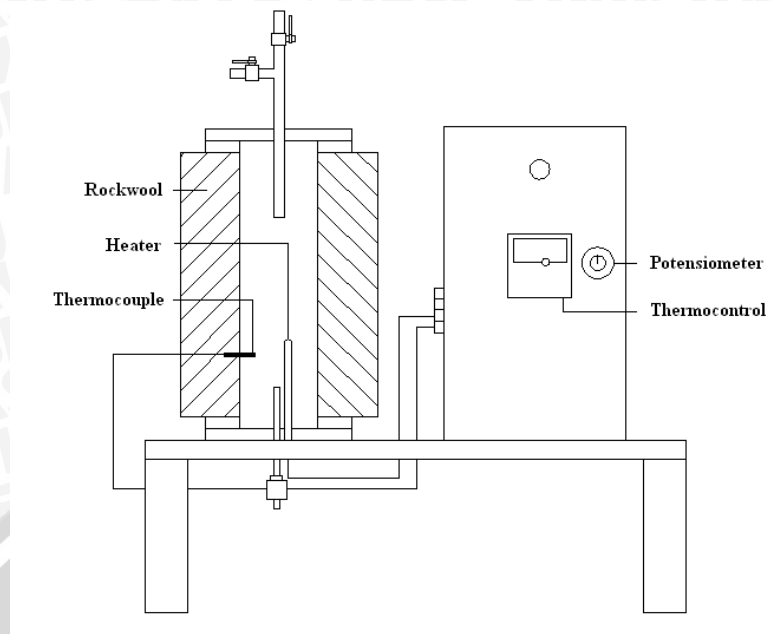
Masker digunakan untuk melindungi hidung dan mulut dari bau serta debu dari kotoran sapi, saat pengolahan menjadi spesimen ataupun saat proses pirolisis.



Gambar 3.10 Masker
Sumber : Dokumentasi Pribadi

9. 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 3.11 Pirolisier

Spesifikasi :

- Thermocontrol : TC4S-14R
- Heater : 500 watt
- Isolator : Rockwool
- Thermocouple : type K (-200 °C hingga 1350 °C)

10. Bomb Kalorimeter

Pada penelitian ini, bomb kalorimeter digunakan untuk mengukur nilai kalor spesimen yang telah dipirolisier.



Gambar 3.12 Bomb Kalorimeter

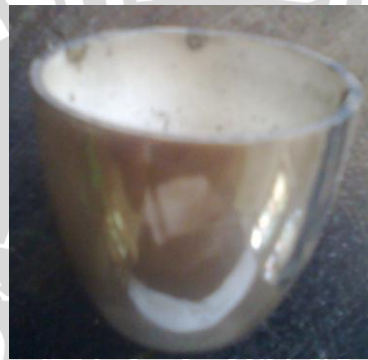
Sumber : Lab. Motor Bakar Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

Spesifikasi :

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

11. Cawan

Sebagai tempat meletakkan spesimen. Yang nantinya akan diletakkan ke dalam pirolisier.



Gambar 3.13 Cawan
Sumber : Dokumentasi Pribadi

12. Orifice

Untuk menghitung debit aliran gas N_2 yang mengalir masuk ke pirolisier dibutuhkan pengukuran perbedaan tekanan. Jadi orifice ini digunakan untuk membuat perbedaan tekanan pada selang masuk gas N_2 .



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

Gambar 3.14 Orifice

13. Manometer U

Perbedaan luas penampang pada orifice akan menyebabkan perbedaan tekanan. Maka dari itu, manometer U dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur perbedaan tekanan gas N_2 yang masuk ke pirolisier.



Gambar 3.15 Manometer U
Sumber : Dokumentasi Pribadi

14. Pressure Gauge

Pada penelitian ini, pressure gauge digunakan untuk mengukur tekanan di dalam tabung N_2 dan tekanan keluar gas N_2 .



Gambar 3.16 Pressure Gauge
Sumber : Anonymous d, 2007

Spesifikasi :

Merk : Aluminum Yamato

Type : Oxygen Regulator

Tekanan dalam tabung : 0-200 kg/cm^2

Tekanan keluar tabung : 0-14 kg/cm^2

15. Handphone

Pada penelitian ini, handphone digunakan untuk merekam perubahan temperatur pada thermocontrol. Handphone diletakkan tepat di depan layar display thermocontrol.



Gambar 3.17 Handphone Nokia N5130
Sumber : Anonymous e, 2010

Spesifikasi :

| | |
|-------------------|---|
| Dimensi | : 107.5 x 46.7 x 14.8 mm |
| Layar | : 2.0" 320 x 240 piksel (QVGA) , 256k warna |
| Konektor | : Micro-USB |
| Slot kartu memori | : microSD |
| Baterai standar | : Li-Ion BL-5C 1020 mAh |

16. Kamera

Kamera ini digunakan untuk mengambil gambar spesimen yang telah dipirolisis ataupun sebelum dipirolisis. Dengan gambar yang telah diambil maka akan memperlihatkan perbedaan dari spesimen sebelum dan sesudah pirolisis dengan berbagai variasi temperatur.



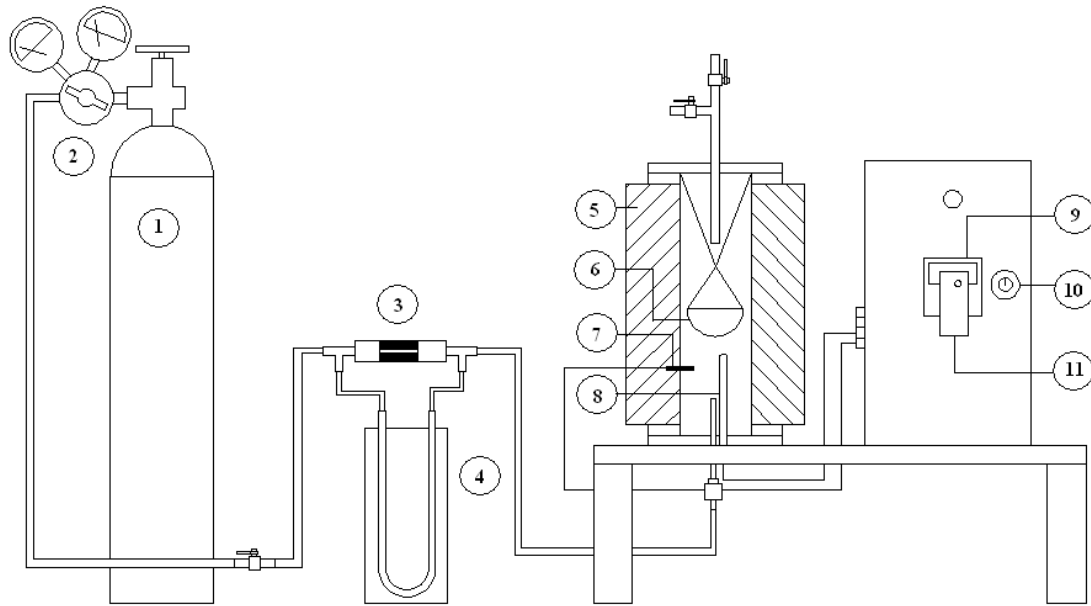
Gambar 3.18 Kamera Nikon D 5000
Sumber : Mulyadi E., 2009

Spesifikasi :

| | |
|---------------|---|
| Dimensi | : 9 x 11 x 9 inchi & berat 2.5 pounds |
| Shutter count | : 4 fps |
| Modul AF | : Multi CAM-1000 dengan 11 titik & 1 center cross point |
| Sensor | : format DX dengan crop factor 1,5 x, memakai sensor baru CMOS resolusi 12 MP |

3.4 Instalasi Penelitian

Gambar di bawah ini menjelaskan instalasi penelitian beserta keterangannya dan beberapa alat pendukungnya.



Gambar 3.19 Instalasi Penelitian

Keterangan :

1. Tabung Gas N₂
2. *Pressure Gauge*
3. Orifice
4. Manometer U
5. Rock wool (isolator)
6. Cawan (wadah spesimen)
7. *Thermocouple*
8. Heater
9. *Thermocontrol*
10. Potensiometer
11. Video kamera (handphone)

3.5 Prosedur Penelitian

a. Proses Persiapan Spesimen

Pada penelitian ini menggunakan kotoran sapi sebagai spesimen. Kotoran sapi dioven dengan temperatur 100-110 °C selama satu jam. Kotoran yang telah dioven kemudian diblender. Hasil dari kotoran sapi yang telah diblender, selanjutnya melalui proses pengayakan untuk menyeragamkan ukuran butirnya. Kemudian mengambil beberapa gram sample untuk di uji kadar airnya. Kadar air pada penelitian ini sebesar 4% setelah di uji dengan moisture analyzer. Setelah proses tersebut dilakukan, kotoran sapi ditimbang seberat 13 gram untuk tiap spesimen. Spesimen yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam plastik yang di dalamnya telah diberi silica gel untuk menjaga kelembabannya.

b. Proses Pirolisis

Sebelum melakukan percobaan, pertama-tama disiapkan terlebih dahulu instalasi penelitian. Kemudian persiapan spesimen, spesimen dimasukkan ke dalam cawan. Cawan yang telah diisi dengan spesimen selanjutnya dimasukkan ke dalam ruang pemanas piroliser, dan piroliser ditutup. Kemudian katup N₂ dibuka agar gas N₂ dapat mengalir masuk ke dalam ruang pemanas piroliser. Gas N₂ dialirkan ke dalam ruang pemanas sampai kadar O₂ ± 2 % dari volume ruang pemanas. Katup N₂ ditutup saat kadar O₂ mencapai ± 2 % dari volume ruang pemanas. Agar piroliser dapat bekerja dan memberikan hasil sesuai yang diharapkan, terlebih dahulu thermocontrol diatur untuk variasi pertama dengan temperatur 100°C dan laju pemanasan 0,16 °C/detik. Selanjutnya piroliser dinyalakan dan juga katup keluar dibuka sedikit supaya O₂ dapat tedorong keluar karena gas N₂ yang memenuhi tabung. Proses pirolisis dibiarkan berjalan selama 2 jam. Apabila sudah menempuh waktu selama 2 jam piroliser dimatikan dan padatan hasil pirolisis yang telah terbentuk dikeluarkan. Kemudian berat dan volume padatan hasil piolisis 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 kotoran sapi 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 0,5 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 dengan perhitungan sebagai berikut,

(3-1)

Sumber : Lab. Motor Bakar Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

Keterangan :

EE = standar benzoid (2401, 459 kal/gr °C)

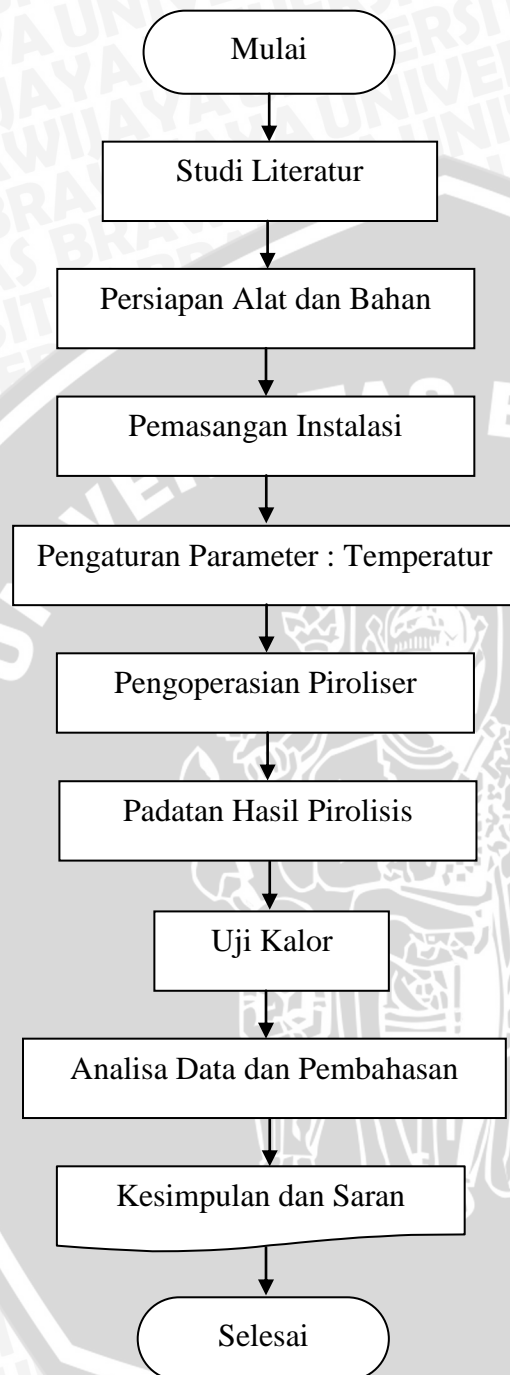
ΔT = selisih antara temperatur awal (T_0) dan temperatur akhir (T_1)

acid (sisa abu) = 10 kal/gr

Fulse (panjang kawat yang terbakar) = 1 cm = 1 kal/gr

3.6 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 3.20 Diagram Alir Penelitian