

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen nyata (*true experimental research*). Dalam penelitian ini penulis menggunakan biomassa daun tembakau dengan variasi temperatur pemanasan dalam proses pirolisisnya untuk diambil hasil produk *tar* dan *char* pada proses tersebut guna untuk memperoleh bahan bakar alternatif. Proses pirolisis yang digunakan merupakan proses *slow pyrolysis* dengan menggunakan *fix bed pyrolyzer*.

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya-Malang. Dilaksanakan pada bulan Februari – April 2018.

3.3 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat 3 variabel yang dipergunakan, antara lain:

1. Variabel bebas

Variabel bebas: temperatur pemanasan pada saat proses pirolisis yaitu 350 °C, 450°C, 550°C, 650°C.

2. Variabel terikat

Variabel terikat: jumlah produk *tar* dan *char*, sifat fisik *tar* dan *char*, dan kandungan unsur *char*

3. Variabel terkontrol

Variabel penelitian terkontrol: daun tembakau dengan massa 100 gram dipirolisis selama 2 jam.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Yang Digunakan

1. Oven



Gambar 3.1 Oven

Sumber: Dokumentasi pribadi

Oven digunakan untuk memanaskan daun tembakau dengan spesifikasi alat:

- Merk : Tiga Roda
- Frekuensi : 50-60 Hz
- Dimensi : P x L x T (40cm x 40cm x 40cm)
- Voltase : 100-120V 80mA /200-240V 45mA
- Daya : 600 Watt
- Temperatur maksimal : 110°C

2. *Moisture Analyzer*



Gambar 3.2 *Moisture analyzer*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Sebelum dilakukan pirolisis, *Moisture Analyzer* digunakan untuk mengukur jumlah kadar air dari sampel spesimen uji. Spesifikasi alat:

- Merk : Sartorius
- Arus : 3,3 A/ 1,6 A
- Voltase : 100 – 120 / 220 – 290 VAC

- Model : MA 30
- Frekuensi : 50-60 Hz

3. Timbangan Elektrik



Gambar 3.3 Timbangan elektrik

Sumber: Dokumentasi pribadi

Timbangan elektrik digunakan untuk mengukur berat spesimen daun tembakau, produk *tar* dan *char*. Berikut spesifikasinya:

- Merk : Melter
- Frekuensi : 50-60 Hz
- Ketelitian : 0,01 gram
- Voltase : 100-120V 80mA /200-240V 45mA

4. *Pyrolyzer*



Gambar 3.4 *Pyrolyzer*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Pyrolyzer digunakan untuk proses pirolisis. Pada pirolisis terdiri dari *heater* sebagai pemanas, *themocouple* yang berfungsi untuk mengatur besarnya pemanasan. Kapasitas ruang pirolisis 5571.93 cm³, temperatur maksimal 800°C.

5. Cawan Ukur



Gambar 3.5 Cawan Ukur

Sumber: Dokumentasi pribadi

Cawan ukur digunakan untuk mengukur volume daun tembakau sebelum proses pirolisis. Cawan ukur yang digunakan memiliki ketelitian 50 mL dengan kapasitas 1500 mL.

6. Kamera

Kamera ini berfungsi untuk mengambil gambar spesimen uji sebelum dan sesudah pirolisis. Dengan spesifikasi alat :

- Merk : Canon
- Tipe : EOS 650d
- *Efective pixels* : 18 MP
- *Shutter speed* : 30 – 1/4000 second
- *Continuous* : Max. 5 frame per second

7. Stopwatch



Gambar 3.6 Stopwatch

Sumber: Dokumentasi pribadi

Stopwatch ini berfungsi untuk mengukur waktu. Di dalam penelitian ini *stopwatch* digunakan untuk mengukur waktu pirolisis dan waktu pengovenan.

8. *Flash Point Tester*



Gambar 3.7 Flash point tester
Sumber: Dokumentasi pribadi

Flash point tester digunakan untuk mengetahui besar titik nyala api pada produk *tar* hasil pirolisis daun tembakau

9. *Bomb Calorimeter*



Gambar 3.8 Bomb Calorimeter
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Bomb Calorimeter digunakan untuk mengukur besar nilai kalor pada produk *tar* hasil pirolisis daun tembakau

10. *Viscometer*



Gambar 3.9 Viscometer
Sumber: Dokumentasi pribadi

Viscometer digunakan untuk mengukur besar viskositas pada produk *tar* hasil pirolisis daun tembakau

11. Laptop

Digunakan dalam pengolahan data dan pembahasan hasil pengujian pirolisis.

3.4.2 Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Daun tembakau yang sudah dirajang

Daun tembakau merupakan spesimen yang digunakan pada penelitian ini.

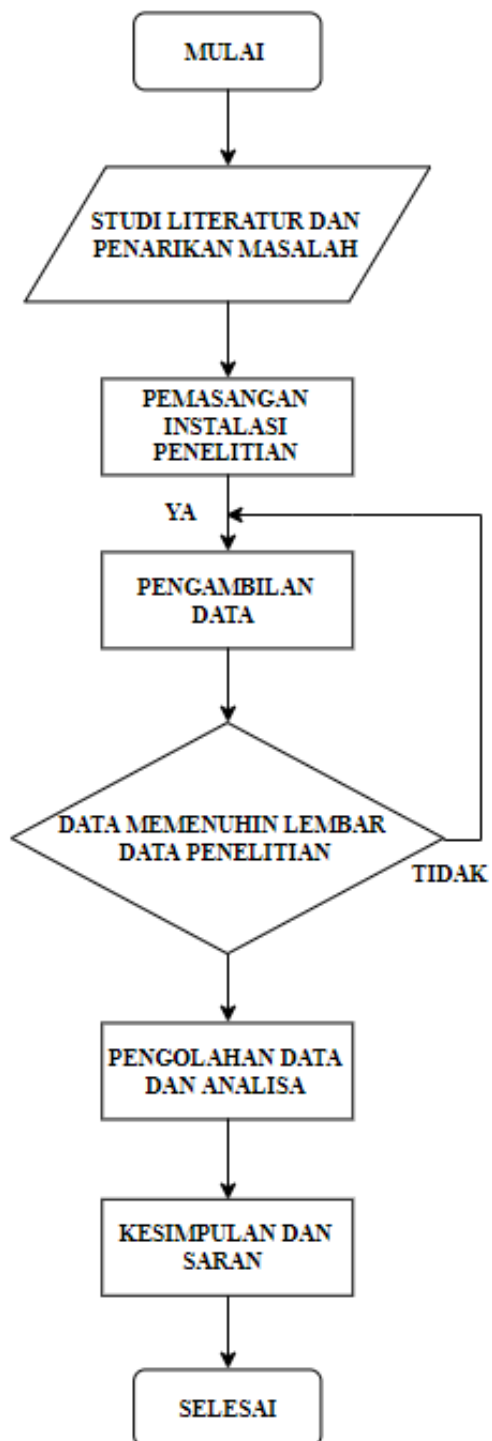
2. Gas inert (N₂)

Gas inert digunakan untuk mendorong oksigen yang ada pada tungku biomassa/*furnace* sehingga tidak terjadi proses pembakaran biomassa ketika proses pirolisis berlangsung

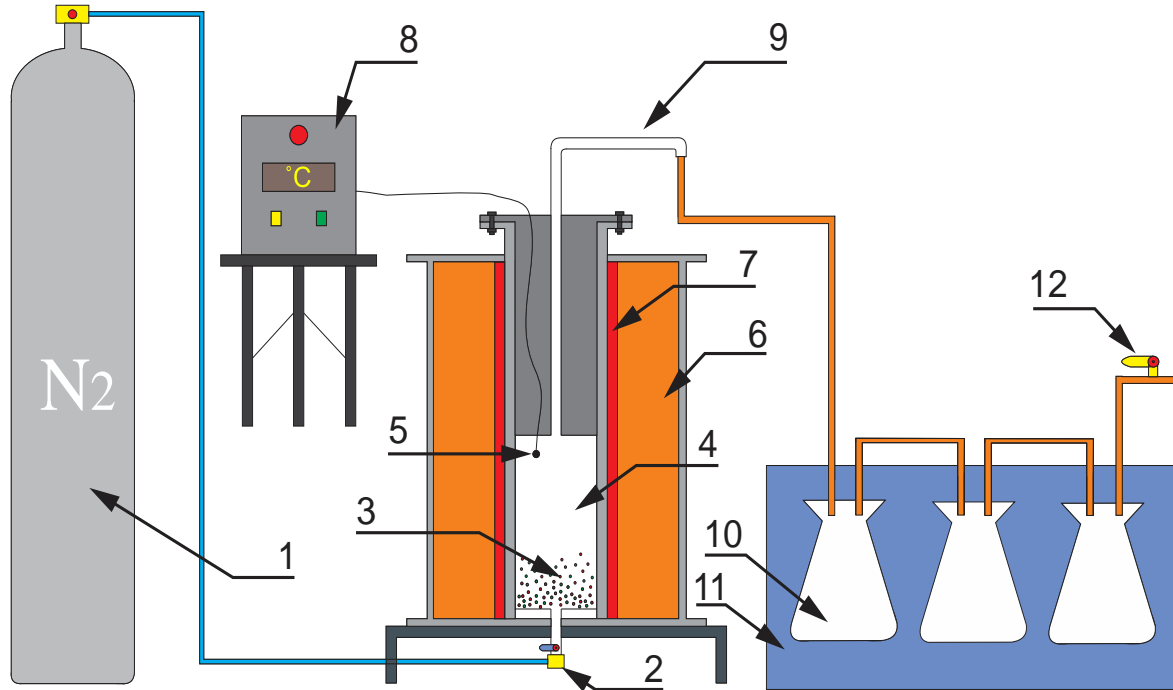
3.5 Prosedur Penelitian

1. Daun tembakau didapat dari perusahaan cerutu yang berada di Kota Jember.
2. Selanjutnya daun tembakau di rajang .
3. Kemudian ambil 150 gram daun tembakau untuk dilakukan proses pengeringan dengan dimasukkan ke dalam oven yang bertemperatur 100°C dan didiamkan selama dua jam.
4. Selanjutnya daun tembakau dikeluarkan dari oven untuk diuji kandungan airnya dengan mesin *moisture analyzer*.
5. Setelah dipastikan kadar air daun tembakau 10% maka daun tembakau ditimbang 100 gram untuk dimasukkan ke dalam tungku biomassa / *furnace*.
6. Katup nitrogen dibuka untuk mengalirkan nitrogen kedalam ruang pemanas piroliser selama tiga menit dengan flow rate tiga liter per menit.
7. Kemudian katup nitrogen ditutup dan selanjutnya mengatur temperatur sesuai variabel penelitian pada temperatur control lalu heater pada piroliser dihidupkan.
8. Tunggu proses pirolisis selama 2 jam.
9. Setelah selesai proses pirolisis, ukur massa dan volume *tar* dan *char*
10. *Tar* dan *char* yang didapatkan di uji sifat fisiknya

3.6 Diagram Alir Penelitian



3.7 Instalasi Penelitian



Gambar 3.10 Instalasi penelitian
Sumber: Dokumentasi pribadi

Penjelasan Gambar 3.10:

1. Tabung nitrogen

Tabung nitrogen digunakan sebagai tempat penyimpanan nitrogen dan juga digunakan sebagai penyalur gas nitrogen ke dalam tungku untuk mendorong udara (O_2) keluar, sehingga proses pirolisis dapat dilakukan tanpa udara.

2. N_2 Input

N_2 Input merupakan tempat masuknya nitrogen ke dalam tungku biomassa/furnace

3. Biomassa

Biomassa yang digunakan merupakan daun tembakau

4. Tungku biomassa/furnace

Tungku biomassa /furnace berupa besi berbentuk silinder dengan ukuran diameter 20 cm.

5. Thermocouple

Thermocouple digunakan sebagai pengukur besarnya temperatur pada *pyrolyzer*. Menggunakan tipe K agar dapat diubah ke dalam data digital. Thermocouple tipe K ini mampu membaca temperatur sampai $1000^\circ C$, dengan geometri panjang sensor 10 cm dan diameter sensor 4 mm.

6. Batu tahan panas dan *glass wool*

Batu tahan panas merupakan bahan yang digunakan untuk mencegah terjadinya *heat loss* yang keluar dari instalasi alat penelitian

7. Elemen pemanas

Elemen pemanas digunakan sebagai pemanas *gasifier* yang berasal dari kumparan pemanas.

8. *Thermocontroller*

Thermocontroller digunakan sebagai pengatur arus yang masuk ke dalam heater sehingga dapat mengatur temperatur di dalam *pyrolyzer*, *thermocontrol* ini juga berfungsi sebagai saklar dari *pyrolyzer*.

9. Uap *Output*

Uap *Output* merupakan tempat terjadinya penguapan dan selanjutnya mengalir menuju tabung erlenmayer dan keluar menuju gas output

10. Tabung erlenmayer

Tabung elemeyer digunakan untuk menampung kandungan *tar* pada proses gasifikasi. *Tar* dapat hilang akibat proses kondensasi, oleh karena itu dibutuhkan temperatur yang lebih rendah saat proses kondensasi sehingga kandungan *tar* pada gas dapat terurai pada tabung elemeyer.

11. Air dan es batu sebagai kondensor

Air dan es batu digunakan sebagai media pendingin pada kondensor.

12. Gas *Output*

Tempat keluarnya gas-gas yang sudah tidak terkondensasi

Dalam penelitian ini hal pertama yang dilakukan yakni mengalirkan nitrogen ke *furnace* pirolisis melalui *N₂ input* untuk menghilangkan oksigen di dalam *furnace*. Biomassa yang sudah terdekomposisi dalam bentuk padat (*char*) akan tetap berada di dalam *furnace*, untuk uap sisa dari pirolisis akan keluar melewati saluran uap output menuju saluran gas output.

Selain itu tungku pirolisis dilapisi batu tahan api dan *glass wool* agar tidak banyak *heat loss* yang keluar dari instalasi alat penelitian. Panas tungku *heater* tersebut diatur dengan *thermocouple* yang terhubung langsung dengan *control temperatur* sehingga panas tungku *heater* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan ketika proses pirolisis berlangsung serta temperatur pada *furnace* bisa tetap konstan.

