

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi dua tahapan, yaitu tahapan pembuatan material (briket dan kampas rem) serta tahapan karakterisasi/pengujian. Tahapan pembuatan material dilakukan di tempat tinggal peneliti di kota Tasikmalaya, Jawa Barat. Sedangkan tahapan karakterisasi/pengujian dilakukan di laboratorium UC Universitas Pendidikan Indonesia. Waktu penelitian dimulai pada bulan Oktober 2020 sampai dengan Maret 2021.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pisau, oven, blender, mesh sieve, gelas kimia, batang pengaduk, cetakan briket, pemberat (19,7 kg), plastik, mangkok, pipet tetes, timbangan, timbangan saku, tungku pembakaran, kassa, termometer oven, termometer, Instrumen Uji Pemasangan Sekrup (*Model I ALX-J, China*) yang dilengkapi dengan alat ukur gaya digital (*Model HP-500, Serial, No H5001909262*), Instrumen Shore Durometer (*Shore A Hardness, In size, China*), amplas (grit 80), *timer*, dan mikroskop digital (BXAW-AX-BC, China; 1000x *magnification*).

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit durian, limbah pelepah pisang, aquades, pasta pati, *unsaturated polyester resin* (UPR), dan katalis metil etil keton peroksida (MEKP).

3.3. Prosedur Penelitian

Terdapat beberapa proses yang dilakukan dalam penelitian ini, diantaranya; pembuatan briket, karakterisasi briket, pembuatan kampas rem, dan uji kinerja kampas rem.

3.3.1 Pembuatan Briket

3.3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Limbah kulit durian dan pelepah pisang yang telah diperoleh dibersihkan untuk menghilangkan semua kotoran yang menempel. Kemudian kedua bahan baku tersebut dipotong kecil-kecil hingga berukuran 2-4 cm dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama kurang lebih 3 hari untuk menghilangkan kadar air sampai benar-benar kering.

3.3.1.2 Pengarangan/Karbonisasi

Kedua bahan baku yang sudah kering dikarbonisasi menggunakan oven selama 4-8 jam pada suhu 250-350°C hingga mendapatkan karbon berwarna hitam sempurna. Residu karbon kemudian direduksi menggunakan blender hingga menjadi serbuk/partikel kecil. Partikel karbon yang didapat dihomogenkan menggunakan *mesh sieve* (ayakan) berukuran 60 dan 150 mesh untuk mendapatkan partikel karbon dengan ukuran 104 dan 250 μm .

3.3.1.3 Pembuatan Pasta Pati

Pasta pati dibuat dengan melarutkan pati konvensional dalam air panas dengan perbandingan pati dan air 1:2. Perekat diaduk hingga homogen dan menyerupai lem.

3.3.1.4 Pembriketan

Residu karbon kulit durian dan pelepah pisang dalam ukuran 104 dan 250 μm masing-masing dicampurkan menggunakan perbandingan 50/50, 60/40, dan 70/30 % serta direkatkan menggunakan pasta pati sampai kalis. Campuran dicetak dalam cetakan briket berdiameter 3 cm dan tinggi 1 cm lalu ditekan menggunakan beban pengompaksian 19,6 kg. Briket basah hasil cetak ditimbang lalu dikeringkan hingga beratnya menjadi konstan. Briket yang sudah kering dikarakterisasi dengan beberapa pengujian.

3.3.2 Karakterisasi Briket

3.3.2.1 *Compressed Density* dan *Relaxed Density*

Nilai *compressed density* ditentukan dengan menimbang berat briket sesaat setelah briket dikeluarkan dari cetakan (dalam keadaan basah). Sedangkan nilai *Relaxed density* (RD) ditentukan dengan menimbang berat briket kering. Tinggi

dan diameter dari briket diukur untuk menentukan volume dari briket. Nilai *compressed density (CD)* dan *relaxed density (RD)* dihitung menggunakan rumus (Aransiola dkk., 2019):

$$CD = \frac{m_w}{V_w}$$

$$RD = \frac{m_D}{V_D}$$

Dimana, m_w dan V_w adalah massa (g) dan volume (cm^3) briket basah. Sedangkan m_D dan V_D adalah massa (g) dan volume (cm^3) briket kering.

3.3.2.2 Relaxation Ratio

Relaxation ratio ditentukan dengan membandingkan nilai *compressed density* dengan *relaxed density* sesuai dengan persamaan (Aransiola dkk., 2019):

$$RR = \frac{CD}{RD}$$

3.3.2.3 Percentage of Moisture Content (PMC)

PMC (%) ditentukan dengan menimbang massa awal (D) dan massa setelah briket kering (E) (Akowuah dkk., 2012). Nilai PMC (%) ditentukan menggunakan persamaan (Arewa dkk., 2016):

$$PMC = 100 \frac{D - E}{D}$$

3.3.2.4 Percentage of Durability Index (PDI)

Briket ditimbang lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik, udara didalam plastik dikeluarkan agar udara dalam plastik tidak melindungi briket dari benturan. Plastik berisi briket kemudian dijatuhkan dari ketinggian 2 m ke atas permukaan yang solid dan diulangi selama tiga kali. Masa briket yang tidak hancur kemudian ditimbang kembali dan nilai PDI dapat dihitung menggunakan persamaan (Amarasekara dkk., 2017):

$$PDI = 100 \frac{m_f}{m_i}$$

dimana m_i massa briket sebelum pengujian (g) and m_f adalah massa briket setelah pengujian (g).

3.3.2.5 Percentage of Water Resistance Index (PWRI)

Sampel briket direndam dalam air dengan suhu 27°C selama 30 detik. Ditimbang massa briket sebelum dan sesudah direndam. Nilai PWRI dapat ditentukan melalui persamaan (Igbo, 2016):

$$PWRI = 100 - 100 \frac{m_{fw} - m_{iw}}{m_{iw}}$$

Dimana m_{iw} adalah massa briket sebelum direndam (g), and m_{fw} adalah massa briket setelah direndam (g).

3.3.2.6 Uji Kualitas Pembakaran Briket

Uji kualitas briket meliputi *water boiling test*, *specific fuel consumption* dan *burning rate*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi pemasakan briket dengan memanaskan air (Onuegbu dkk., 2011). Briket digunakan untuk memanaskan 100 mL air dalam gelas kimia diatas kawat kasa tengah keramik pada tungku pembakaran. kompor. Termometer digunakan untuk mengukur kenaikan suhu air. Selama pengujian ini, *burning rate* (BR; g/min) dan *specific fuel consumption* (SFC; g/mL) briket ditentukan. BR adalah rasio massa bahan bakar yang dikonsumsi dengan total waktu yang dibutuhkan sedangkan SFC adalah rasio massa bahan bakar yang dikonsumsi dengan total volume air mendidih, di mana perhitungannya menggunakan Persamaan:

$$BR = \frac{m_{initial} - m_{final}}{t}$$

$$SFC = \frac{m_{initial} - m_{final}}{V_w}$$

Dimana m_{final} adalah massa briket akhir (g), $m_{initial}$ adalah massa briket awal (g), t adalah waktu total (min), and V_w adalah volume air yang dididihkan (mL).

3.3.3 Pembuatan Kampas Rem

Limbah kulit durian dan pelepah pisang dikumpulkan dari Tasikmalaya, Jawa Barat. Kedua limbah tersebut dipotong kecil-kecil kemudian dijemur selama 3 hari. Untuk mendapatkan ukuran tertentu, partikel kulit durian dan pelepah pisang yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam *mesh filter* sesuai ASTM D1921. *Mesh sieve* dengan mata jaring khusus 60 dan 150 digunakan untuk mendapatkan partikel kulit durian dan pelepah pisang masing-masing 104 dan 250

µm. Kampas rem dibuat dengan menggunakan dua variasi ukuran (104 dan 250 m) dimana masing-masing ukuran memiliki tiga perbandingan serat kulit durian/batang pisang yaitu 1/1, 3/2, dan 2/3 (Perbandingan diperoleh dari referensi hasil mana kinerja kampas rem yang baik, apakah dari jumlah campuran serat yang sama, dari sejumlah besar serat kulit durian, atau dari sejumlah besar serat pelepah pisang). 75% UPR ditambahkan sebagai matriks dan 10% MEKP dari berat UPR ditambahkan sebagai katalis (UPR dan MEKP diperoleh dari toko Jaya Kimia, Semarang, Indonesia. Dengan kemurnian hampir 99%). Campuran yang sudah jadi dituangkan ke dalam cetakan silikon (2,4x2,3x1,8 cm) dan dikeringkan di dalam ruangan (pada suhu dan tekanan kamar) selama 3 hari. Sebelum pengujian, semua kampas rem diampas dengan amplas (80 grit) untuk menghilangkan efek resin (permukaan halus dan tidak rata).

3.3.4 Uji Kinerja Kampas Rem

3.3.4.1 Observasi Mikroskopis

Pori-pori kampas rem dilihat dan diukur menggunakan mikroskop digital (BXAW-AX-BC, China; perbesaran 1000x) yang terhubung pada aplikasi dengan penggaris kalibrasi yang terpasang di komputer. Diameter pori pada gambar diukur dan dibandingkan dengan skala sehingga diperoleh ukuran pori. Ukuran yang diperoleh dari masing-masing pori dalam satu kampas rem dirata-ratakan sehingga diperoleh ukuran pori rata-rata.

3.3.4.2 Uji Sifat Mekanik

Sifat mekanik kampas rem diperoleh dari pengujian *compressive* dan *puncture strength*. Alat Uji Pemasangan Sekrup (Model I ALX-J, China) yang dilengkapi dengan alat pengukur gaya digital (Model HP-500, Serial, No H5001909262) digunakan untuk *compressive test*. Kampas rem terkompresi menciptakan kurva yang menampilkan profil tekstur. Nilai puncak yang menunjukkan gaya maksimum (N) selama pengujian digunakan untuk menilai kekerasan sampel.

Puncture test dilakukan dengan menggunakan instrumen Shore Durometer (Shore A Hardness, In size, China). Sebuah jarum atau probe digunakan untuk melubangi kampas rem dengan kekerasan yang dapat diukur pada skala 0 sampai 100. Selain itu, nilai *bulk density* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

dimana m adalah massa kampas rem, dan V adalah volume kampas rem yang dapat dihitung dengan persamaan $V = (a)^3$, (a) adalah panjang salah satu sisi kampas rem.

3.3.4.3 Uji Sifat Gesek

Pada pengujian ini kampas rem digosokkan pada kertas amplas (80 grit) selama 20 menit dengan kecepatan 25 cm/s. Massa bantalan rem dicatat setiap 2 menit ($t = 1200$ detik). Tingkat keausan (M) kampas rem dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Sukarawan dkk., 2019):

$$M = \frac{M_a - M_b}{t \times A}$$

dimana M_a adalah massa awal kampas rem (g), M_b adalah massa akhir kampas rem (g), t adalah waktu pengujian, dan A adalah luas penampang gesekan (mm^2). Rasio gaya gesekan (f) dengan gaya normal (N) adalah koefisien gesekan (μ) yang dapat dinyatakan dalam persamaan (Burris dan Sawyer, 2009):

$$\mu = \frac{f}{N}$$