

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan Penelitian

##### 1. Serat Abaka

Digunakan sebagai penguat yang terlihat pada Gambar 3.1 densitas serat abaka 1,4-1,5 g/cm<sup>3</sup>, kuat tarik 600-980 MPa dan modulus elastisitas 41-50 GPa (Müssig, dkk. 2010). Dibeli di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, Jawa Timur yang dibeli dengan situs online Tokopedia.



Gambar 3.1 Serat Abaka

##### 2. Serat Karbon

Digunakan sebagai penguat yang terlihat pada Gambar 3.2 spesifikasi serat karbon Toray T700sc 12000-50C Carbon Fibre, ukuran benang 12000, densitas 1,8 g/cm<sup>3</sup>, kuat tarik 4902,17 MPa (711 KSI), modulus elastisitas 260 GPa (36 MSI), tegangan 2,1 %, berat 800gram dan panjang 1250 m yang dibeli di situs melalui online *aliexpress* pada toko *Hobbyover*, China.



Gambar 3.2 Serat Karbon

### 3. Polymethyl Methacrylate (PMMA)

Digunakan sebagai bahan pengikat yang terlihat pada Gambar 3.3 spesifikasi *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) yaitu ISO 1567 Type II, Class I POR USE DENTRIST, berat 500 g yang dibeli melalui situs online Shoope pada toko Delishop Jual Alat Kesehatan Umum dan Dental, Jakarta Pusat.



Gambar 3.3 *Polymethyl Methacrylate* (PMMA)

### 4. Natrium hidroksida (NaOH)

Digunakan untuk proses alkalisasi pada serat abaka yang terlihat pada gambar 3.4 spesifikasi *Natrium hidroksida* (NaOH) penampilan zat padat putih seperti butiran pellet, massa molar 39,9971 g/mol, densitas 2,1 g/cm<sup>3</sup>, titik lebur 318 °C

(591 K), titik didih 1390 °C (**1663 K**), kelarutan dalam air, 111g/100 ml (20 °C), dan kebasaaan (  $pK_b$  ) -2,42 yang dibeli di Progo Mulyo Yogyakarta.



Gambar 3.4 *Natrium hidroksida* (NaOH)

#### 5. Aquades (H<sub>2</sub>O)

Digunakan sebagai pelarut NaOH pada proses alkalisasi serat abaka, spesifikasi Aquades yaitu Aquades bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar pada tekanan 100 kPa 1 bar dan temperatur 273,15 K, 0 °C, dan dibeli di Progo Mulyo Yogyakarta.

#### 6. Asam Asetat

Digunakan untuk menetralsir sisa larutan NaOH pada serat abaka yang bersifat basa, spesifikasi dari Asam Asetat yaitu rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>, penampilan cairan tidak berwarna atau kristal, , massa molar 60,05 g.mol<sup>-1</sup>, densitas 1,049 g/cm<sup>3</sup>, titik lebur 289-290 K, titik didih 391-392 K, kelarutan dalam air dapat tercampur, log P -0,322, tekanan uap 1,5 kPa (20 °C), keasaman (pK<sub>a</sub>) 4,76, kebasaaan (pK<sub>a</sub>) 9,24 (kebasaaan ion asetat), indeks bias (n<sub>D</sub>) 1,371, viskositas 1,22 mPa.s, dan momen dipol 1,74 D, dan dibeli di Progo Mulyo Yogyakarta.

### 7. Nitrogen Cair

Digunakan untuk proses alkalisasi serat karbon, spesifikasi Nitrogen cair yaitu cairan bening tidak berwarna, densitas 0,807 g / mL pada titik didih dan konstanta dielektrik 1,4, yang dibeli di PT. Samator Gas industri Klaten.

### 8. *Liquid SC*

Digunakan untuk proses sebagai pelarut *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) pada fabrikasi komposit. Spesifikasi *Liquid SC* yaitu ISO 1567 Type I Heat--*polymerizable polymers / Heat Cured Acrylic (class 1, Powder dan Liquid)* dibeli di situs online shopee, toko Kalijayashop, Yogyakarta.

### 9. *Mirror Glaze*

Digunakan untuk melapisi cetakan supaya resin tidak menempel pada cetakan specimen komposit. Spesifikasi dari *Mirror Glaze* yaitu *maximum mold release wax, contains wax net wt 11 or 311 gram*, dibeli di situs online toko chemika sby, Surabaya.

## 3.2 Alat Penelitian

Alat yang dipakai pada penelitian ini meliputi:

1. Gelas Beker 1000 mL, sebagai wadah untuk pembuatan larutan NaOH dengan Aquades.
2. Gelas Ukur 50 mL, sebagai wadah untuk pembuatan larutan. *Liquid SC* dengan PMMA.
3. Gelas Ukur 10 mL, sebagai wadah gelas ukur *Liquid SC*.
4. Pipet plastik untuk menambah dan mengurangi cairan *Liquid SC*.
5. Pengaduk Kaca, sebagai pengaduk larutan *Liquid SC* dengan PMMA.
6. Spatula untuk menambah dan mengurangi bahan PMMA.
7. Timbangan Digital untuk menimbang bahan.
8. Termos 2,5 L, sebagai wadah Nitrogen cair.
9. *Hand Gloves* untuk melindungi tangan agar tidak terkontaminasi oleh cairan kimia.

10. Cetakan Pengujian Tarik yang terlihat pada Gambar 3.5 sebagai cetakan spesimen komposit yang mengacu pada ASTM D 638-01.



Gambar 3.5 Cetakan Pengujian Tarik ASTM D638-01

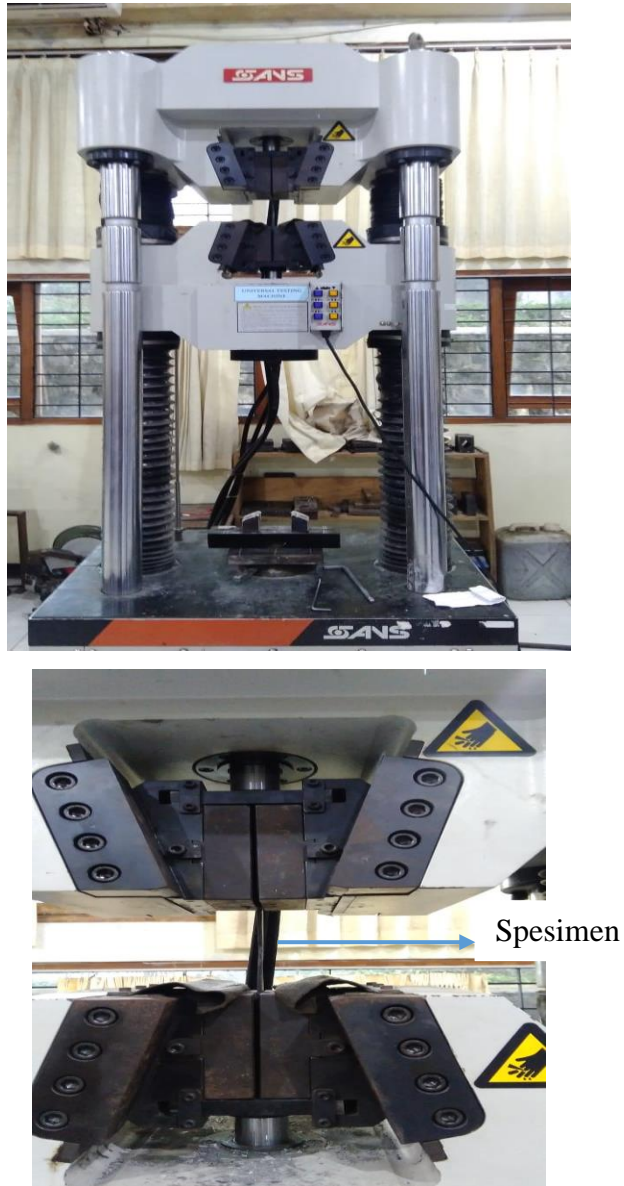
11. *Cold Press Machine* yang terlihat pada Gambar 3.6 sebagai alat untuk press komposit



Gambar 3.6 *Cold Press Machine*

12. Alat Uji Tarik

Alat uji tarik yang dipakai dalam penelitian ini yaitu *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk SANS Tipe SHT – 4106 kapasitas 100ton, China. Pengujian uji tarik dilakukan di Universitas Sebelas Maret yang terlihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Alat *Universal Testing Machine*

### 13. Alat Uji Mikroskop Optik

Alat uji mikroskop optik digunakan untuk mengetahui persebaran serat pada komposit uji tarik. Tipe Mikroskop optik yang digunakan adalah OLYMPUS-SZ61TR yang terlihat pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Mikroskop Optik

#### 14. Alat Uji SEM

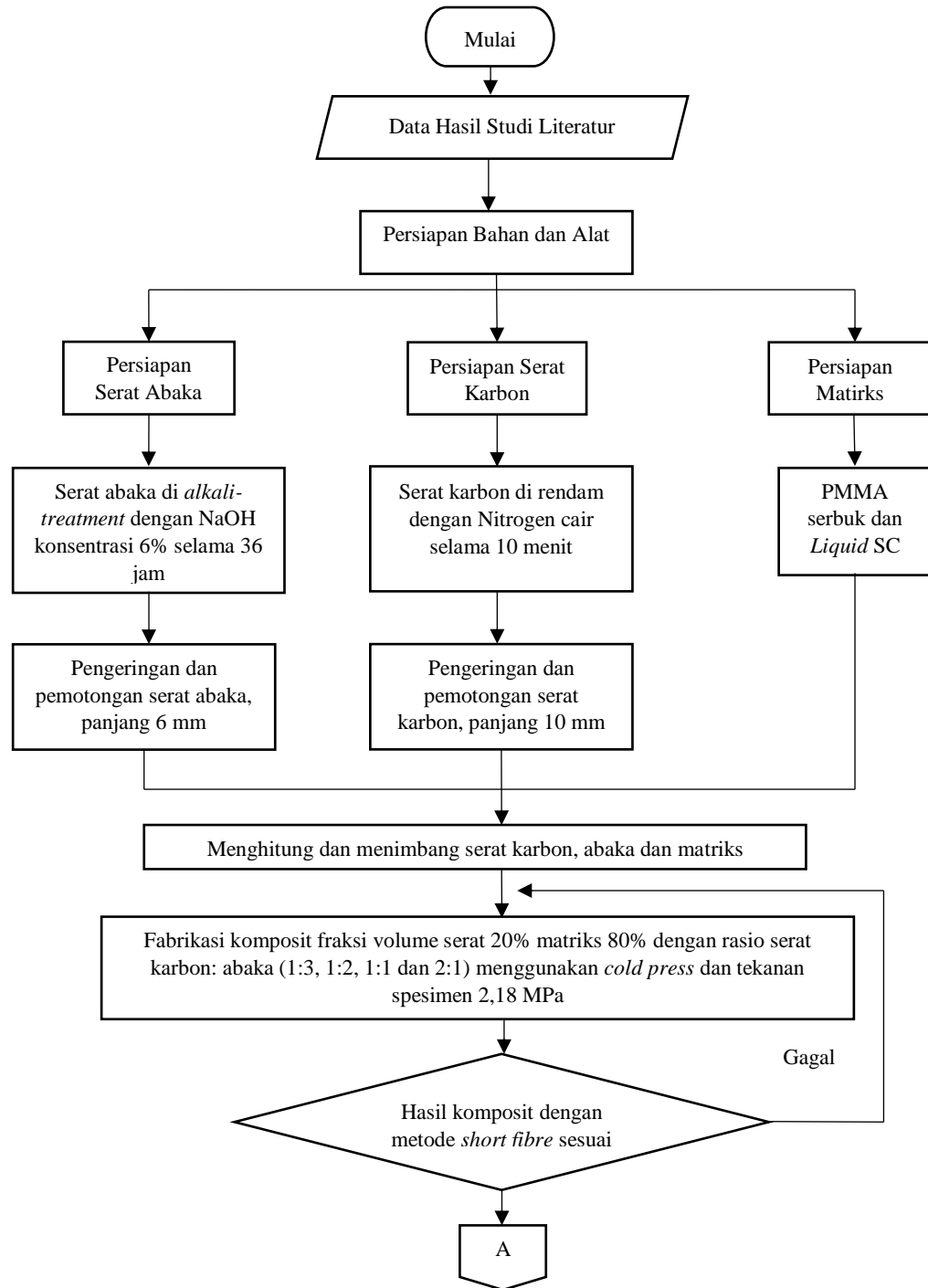
Alat uji SEM yang digunakan jenis desktop dengan tipe Phenom Pro X Desktop SEM. Spesifikasi Light optical magnification 20-134x, Electron optikal magnification range 80-150000x, Resolution <math><10 \text{ nm}</math> (BSE) & <math><8 \text{ nm}</math> SED, Digital zoom max 12x, light optical navigation camera color, acceleration voltage Default 5 kV 10 kV and 15kV yang terlihat pada Gambar 3.9

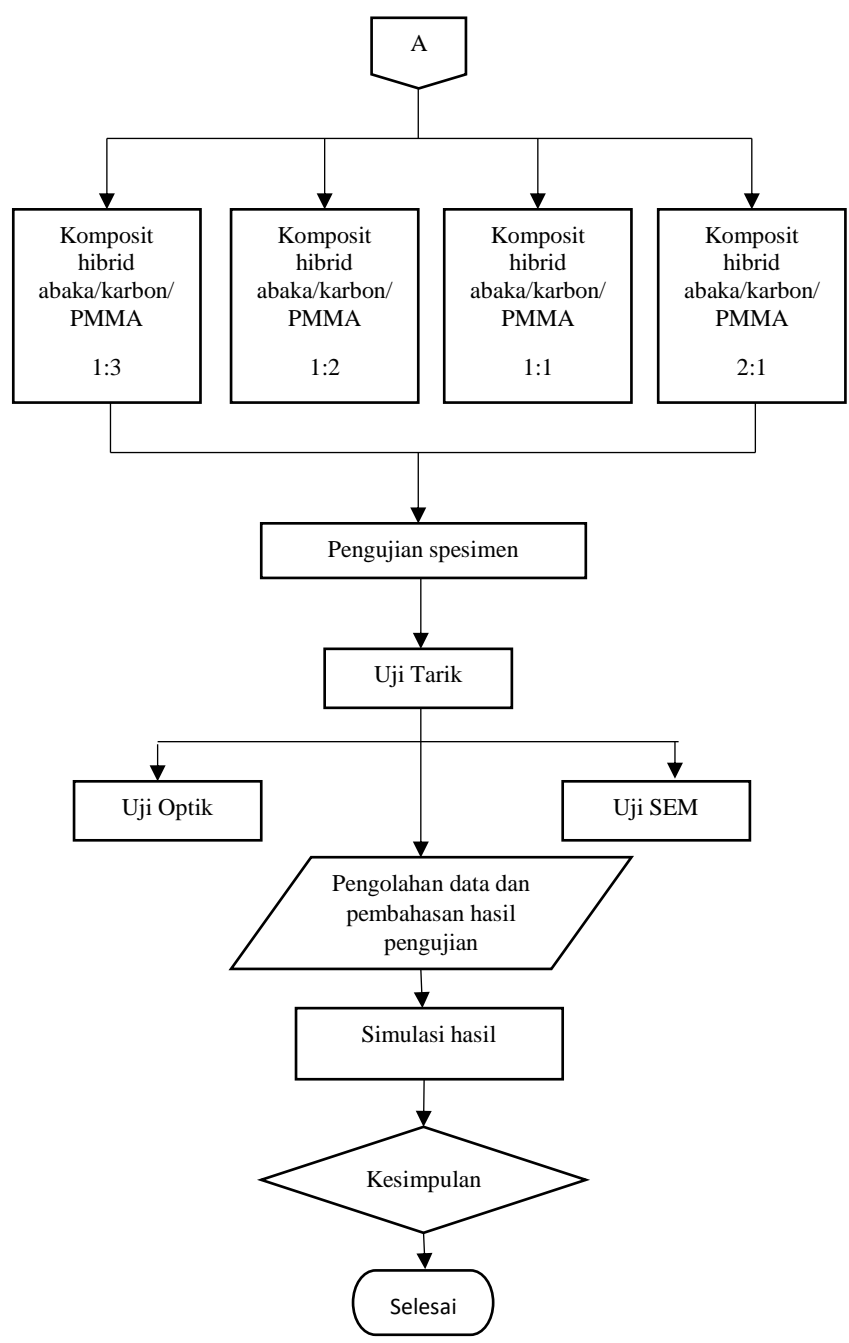


Gambar 3.9 Phenom Pro X Desktop



### 3.3 Tahapan Penelitian





Gambar 3.10 Diagram Alir

### 3.3.1 Perlakuan Alkali Serat Abaka

Proses pembuatan komposit hibrid abaka/karbon/PMMA. Dibawah ini akan menjelaskan proses perlakuan serat abaka dengan metode perlakuan alkalisasi:

1. Serat abaka sudah dibersihkan saat membelinya, kemudian serat disisir agar mudah dibentuk dan dipotong sepanjang 30 cm yang terlihat pada gambar Gambar 3.11



Gambar 3.11 Serat Abaka

2. Siapkan NaOH (konsentrasi 6% berat, *aquades* 1000 mL) kemudian serat abaka direndam di larutan NaOH konsentrasi 6% selama 36 jam yang terlihat pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 Alkalisasi Serat Abaka

3. Buanglah larutan NaOH yang telah direndam dengan serat abaka ke jerigen kusus limbah (merah) yang terlihat pada Gambar 3.13



Gambar 3.13 Jerigen kusus limbah NaOH

4. Serat abaka yang sudah direndam NaOH selama 36 jam dikeluarkan dan dibersihkan dengan air mengalir untuk mengurangi NaOH pada serat yang terlihat pada Gambar 3.14



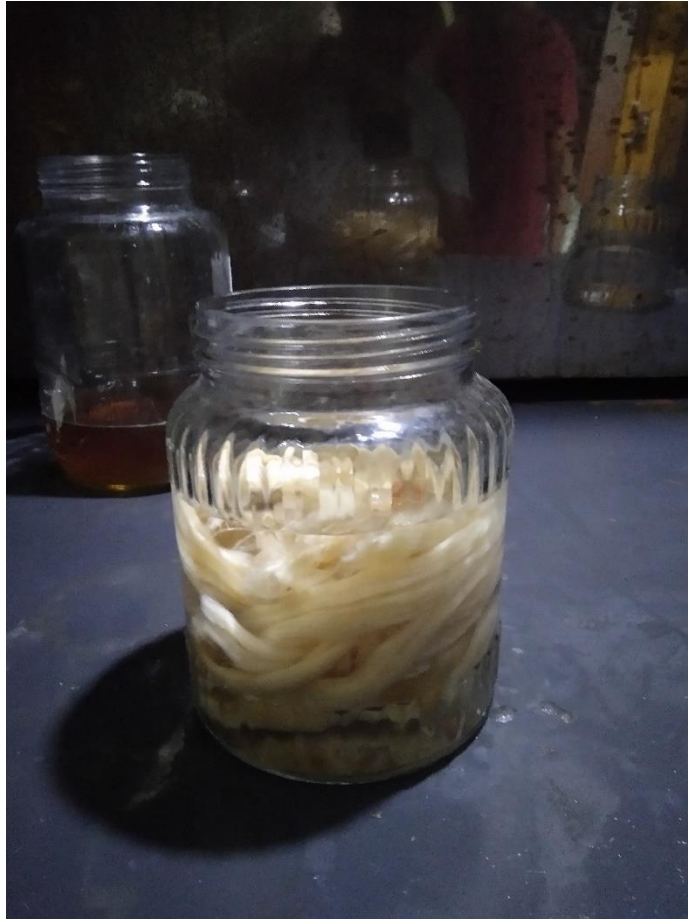
Gambar 3.14 Pencucian serat abaka dengan air mengalir

5. Siapkan larutan asam asetat (1000 mL *aquades*, konsentrasi 1% berat) dan rendamlah serat pada langkah sebelumnya untuk menetralkan NaOH (basa) pada serat selama 1 jam yang terlihat pada Gambar 3.15



Gambar 3.15 Proses Netralisir NaOH pada serat

6. Kemudian serat direndam pada *aquades* (1000 mL) yang terlihat pada Gambar 3.16 untuk menghilangkan sisa-sisa NaOH selama 24 jam



Gambar 3.16 Perendaman serat abaka dengan *aquades*

7. Serat dikeringkan dengan suhu ruangan. Timbanglah serat dengan alat timbangan dan catat berat serat, kemudian dihari selanjutnya timbanglah serat lagi, jika berat serat tidak jauh beda dari hari sebelumnya maka serat sudah kering dan siap digunakan.
8. Setelah kering, serat disisir agar membantu proses pemotongan yang terlihat pada Gambar 3.17



Gambar 3.17 Proses penyisiran serat

9. Terakhir, serat dipotong dengan ukuran 6 mm yang terlihat pada Gambar 3.18



Gambar 3.18 Serat Abaka 6 mm



### 3.3.2 Perlakuan Alkali Serat Karbon

Karbon sebagai penguat dalam komposit hibrid perlu dilakukan modifikasi permukaan serat sebagai berikut:

1. Siapkan serat karbon yang telah dipotong sepanjang 20/30 cm yang terlihat pada Gambar 3.19



Gambar 3.19 Serat Karbon 20/30 cm

2. Kemudian serat karbon dimasukkan kedalam termos alumunium yang berisi nitrogen cair 2,5 L selama 10 menit yang terlihat pada Gambar 3.20



Gambar 3.20 Alkalisasi serat karbon

3. Terakhir, serat karbon dikeringkan dengan suhu ruangan. Setelah kering, serat karbon dipotong sepanjang 10 mm yang terlihat pada Gambar 3.21



Gambar 3.21 Serat karbon 10 mm

### 3.3.3 Perhitungan Fraksi Volume

Perbandingan fraksi volume pada komposit hibrid abaka/karbon/PMMA adalah 20% untuk serat dan 80% untuk matriks. Adapun perhitungan fraksi volume sebagai berikut:

Diketahui:

Massa jenis abaka	= 1,5 gr/cm <sup>3</sup>
Masa jenis karbon	= 1,8 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis PMMA	= 1,18 gr/cm <sup>3</sup>
Volume cetakan, $V_c$ (Inventor)	= 7,9 cm <sup>3</sup> ..... (3. 1)
Volume matriks, $V_m$	= $\frac{80\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3$ = 6,32 cm <sup>3</sup> .....(3. 2)
Massa matriks, $m_m$	= $V_m \times \rho_m$ = 6,32 cm <sup>3</sup> x 1,8 gr/cm <sup>3</sup> = 7,5 gr..... (3. 3)

Perbandingan *Carbon/Abaca* (1:3)

$$\begin{aligned} \text{Volume serat karbon, } V_c &= \frac{5\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\ &= 0,395 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat karbon, } m_c &= V_c \times \rho_c \\ &= 0,395 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,711 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat abaca, } V_{abaca} &= \frac{15\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\ &= 1,185 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat abaca, } m_{abaca} &= V_{abaca} \times \rho_{abaca} \\ &= 1,185 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,776 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perbandingan *Carbon/Abaca* (1:2)

$$\begin{aligned} \text{Volume serat karbon, } V_c &= \frac{6,67\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\ &= 0,527 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat karbon, } m_c &= V_c \times \rho_c \\ &= 0,527 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,948 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat abaca, } V_{abaca} &= \frac{13,33\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\ &= 1,05 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat abaca, } m_{abaca} &= V_{abaca} \times \rho_{abaca} \\ &= 1,05 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,575 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perbandingan *Carbon/Abaca* (1:1)

$$\begin{aligned} \text{Volume serat karbon, } V_c &= \frac{10\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\ &= 0,79 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Massa serat karbon, } m_c = V_c \times \rho_c$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,79 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 1,422 \text{ gr} \\
 \text{Volume serat abaca, } V_{abaca} &= \frac{10\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,79 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serat abaca, } m_{abaca} &= V_{abaca} \times \rho_{abaca} \\
 &= 0,79 \text{ gr} \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 0,185 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perbandingan *Carbon/Abaca* (2:1)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume serat karbon, } V_c &= \frac{13,33\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\
 &= 1,05 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serat karbon, } m_c &= V_c \times \rho_c \\
 &= 1,05 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 1,89 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume serat abaca, } V_{abaca} &= \frac{6,67\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,527 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serat abaca, } m_{abaca} &= V_{abaca} \times \rho_{abaca} \\
 &= 0,527 \text{ cm}^3 \times 1,43 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 0,8 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

### 3.3.4 Pembuatan Komposit

Bahan-bahan disiapkan terlebih dahulu sebelum proses pembuatan komposit hibrid, seperti serat abaka panjang 6 mm, serat karbon panjang 10 mm, matriks PMMA dan *liquid SC*. Bahan tersebut ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai perhitungan fraksi volume yang telah dihitung matriks dan serat 80%:20% (%berat).

Pembuatan komposit hibrid menggunakan metode diskontinyu serat pendek dengan persebaran serat acak (*hand-lay-up*). Serat abaka dan karbon disatukan dengan tangan terlebih dahulu agar menyatu satu sama lain, kemudian dimasukan ke blender agar lebih menyatu. Setelah itu masukan serat ke cetakan, kemudian cetakan ditutup

dan diberi press awal untuk memadatkan susunan serat dan ambil serat yang sudah berbentuk sesuai ASTM D638-01.

Cetakan diberi olesan *mirror glaze* dan tuangkan matriks PMMA yang sudah dicampur dengan *liquid SC* kedalam cetakan, proses ini dilakukan 2 kali dalam penuangan matriks di cetakan. Bagian bawah cetakan tuangkan matriks, letakan spesimen kedalam cetakan dan tuangkan matriks diatas spesimen, kemudian cetakan ditutup dan dipress dengan tekanan spesimen 2,18 MPa pada *Cold Press Machine* dan tunggu selama 60 menit.

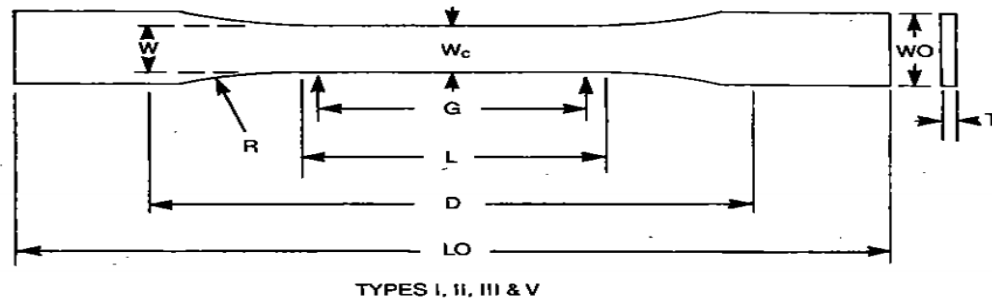
Setelah 60 menit, cetakan diambil dari alat pengepressan dan dibuka untuk mengambil spesimen yang ada pada cetakan. Jika ada sisa matriks pada serat yang sudah mengering, bersihkan sisa-sisa matriks pada spesimen seperti Gambar 3.22 berikut:



Gambar 3.22 Spesimen komposit

### 3.3.5 Preparasi Pengujian Uji Tarik

Komposit hibrid yang sudah difabrikasi sesuai ASTM D638-01 selanjutnya spesimen diukur sesuai prosedur pengujian uji tarik pada ASTM D638-01 yang terlihat pada Gambar 3.23 dan standar ukuran ASTM D638-01 sebagai berikut



Gambar 3.23 Bentuk dan ukuran spesimen sesuai standar ASTM D638-01

Tabel 3.1 Standar ukuran pengujian tarik ASTM D638-01

Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl		4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV <sup>B</sup>	Type V <sup>C,D</sup>		
<i>W</i> —Width of narrow section <sup>E,F</sup>	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	±0.5 (±0.02) <sup>B,C</sup>	
<i>L</i> —Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	±0.5 (±0.02) <sup>C</sup>	
<i>WO</i> —Width overall, min <sup>G</sup>	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)	
<i>WO</i> —Width overall, min <sup>G</sup>	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)	
<i>LO</i> —Length overall, min <sup>H</sup>	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)	
<i>G</i> —Gage length <sup>I</sup>	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	±0.25 (±0.010) <sup>C</sup>	
<i>G</i> —Gage length <sup>I</sup>	...	...	...	25 (1.00)	...	±0.13 (±0.005)	
<i>D</i> —Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) <sup>J</sup>	25.4 (1.0)	±5 (±0.2)	
<i>R</i> —Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	±1 (±0.04) <sup>C</sup>	
<i>RO</i> —Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	±1 (±0.04)	

Ukurlah spesimen sesuai standar ukuran pengujian uji tarik pada ASTM D638-01 yang tertera pada Tabel 3.1 Spesimen siap diuji tarik yang terlihat pada Gambar 3.24 berikut:



Gambar 3.24 Spesimen komposit siap uji tarik

