

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang di gunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Bahan penelitian

No.	Nama bahan	Gambar
1.	Serat kenaf didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS), Malang, Jawa Timur. Serat kenaf mempunyai massa jenis 1,45 g/cm <sup>3</sup> (Sosiati, 2014).	
2.	Aquades (H <sub>2</sub> O) digunakan untuk mencuci serat kenaf supaya bersih dari kotoran. Aquades (H <sub>2</sub> O) didapatkan dari Toko Progo Mulyo.	
3.	Silica (SiO <sub>2</sub> ) Silica fume didapatkan dari PT. Chemix Pratama, Bantul, DIY. <i>silica fume</i> mempunyai massa jenis 2,2 g/cm <sup>3</sup> (Kosmatka, 2011) dengan diameter partikel berkisar 0,1-150 μm (tanpa diayak)	




4.	<p><i>Wax Mold release</i> digunakan untuk memudahkan spesimen dikeluarkan dari cetakan. <i>Wax mold release</i> didapatkan dari toko online.</p>	
5.	<p><i>Epoxy resin</i> digunakan sebagai pengikat (matriks) yang bermerek <i>eposchon</i> diproduksi PT. Justus Kimiaraya dengan ratio resin hardener (1:1 atau 1:2). Massa jenis 1,18 g/cm<sup>3</sup> (Bozkurt dkk., 2017).</p>	





Gambar 3.1 Bahan Pembuatan Komposit

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

b. Alat penelitian

1.	<p>Cetakan Pengujian Tarik (<i>Tensile Testing Molding</i>) ASTM D638-01 Cetakan terbuat dari alumunium</p>	
2.	<p>Saringan/Ayakan digunakan untuk mengayak mikrosilika dengan ukuran 400 mesh.</p>	

3.	Timbangan Digital digunakan untuk menimbang berat matriks dan pengisi ( <i>filler</i> ) dalam pembuatan komposit.	
4.	<i>Cold Press Molding</i> digunakan untuk mengepress komposisi komposit yang baru dicetak didalam <i>molding</i> sehingga terbentuk spesimen komposit dengan dimensi sesuai yang diinginkan	
5.	Alat Pemotong Spesimen digunakan untuk memotong spesimen daya serap air sesuai ukuran pada ASTM D570-98	

6.	Oven digunakan untuk mengeringkan serat yang sudah dipotong agar tidak ada kandungan air lagi dalam serat	
7.	Cetakan Uji Daya Serap Air ( <i>Water Absorption Testing Molding</i> ) ASTM D570-98 Cetakan daya serap air digunakan untuk mencetak komposit menjadi spesimen untuk diuji daya serap air	
8.	Mesin Pengering Serat Mesin pengering serat digunakan untuk mengeringkan serat kenaf setelah proses pencucian yang menggunakan air tawar dan <i>aquades</i> (H <sub>2</sub> O) supaya sisa kandungan air yang terdapat didalam serat kenaf hilang.	
9.	<i>Desicator</i> digunakan untuk menyimpan komposit yang sudah dicetak agar mencegah udara masuk pada komposit.	

Gambar 3.2 Alat untuk Pembuatan Komposit

c. Alat Uji Tarik

Alat uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin buatan Jerman dengan merk *Zwick/Roell* dan proses pengujian tarik komposit dilakukan di PT. *ATMI* Surakarta.



Gambar 3.3 Mesin Uji Tarik.

Tabel 3.3 Spesifikasi alat uji kuat tarik *Zwick roell Z020 (germany)*.

<i>Type</i>	<i>Z020</i>
<i>Manufacturer</i>	<i>Zwick, (ulm Germany)</i>
<i>Functions</i>	<i>Computer controlled universal materials testing machine, tensile, flexural, compression, tear, interlaminar tests.</i>
<i>Speed range</i>	<i>0.001 – 750 mm/min</i>
<i>Load capacity</i>	<i>-20 - +20 kN</i>
<i>Equipments</i>	<i>Tensile head (10 kN)</i>
	<i>3 point bending head</i>
	<i>4 point bending head</i>
	<i>Tensile head (100 kN)</i>
	<i>Zwick TestXpert 11.0 program</i>

d. Alat Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

Alat uji Scanning Electron Microscopy digunakan untuk mengamati permukaan serat dan struktur patahan dari komposit. Alat uji SEM ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Alat Uji SEM.

## 3.2 Tahap Penelitian

### 3.2.1 Perhitungan Massa Konstituen Spesimen Uji Tarik

Proses fabrikasi spesimen komposit kenaf/ *silica fume*/ epoksi perlu dilakukan perhitungan massa *matriks* dan *filler* terlebih dahulu supaya sesuai dengan volume cetakan. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:1:74 wt%, 25:2:73 wt%, 25:3:72 wt% dan 25:5:70 wt%.

Berikut ini adalah perhitungan yang digunakan untuk menentukan massa konstituen :

Diketahui:

Massa jenis epoksi	= 1,18 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis serat kenaf	= 1,45 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis mikrosilika	= 2,2 gr/cm <sup>3</sup>

Untuk perhitungan volume cetakan perlu menggunakan bantuan *software inventor*.

Dimensi cetakan:	panjang (p)	= 16,5 cm
	lebar (l)	= 1,9 cm
	tinggi (t)	= 0,32 cm

$$\text{Volume cetakan, } v_c = 8,394 \text{ cm}^3 \text{ dari software inventor}$$

a. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:1:74

$$\text{Volume epoksi, } v_e = \frac{74 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.1)$$

$$= 6,21 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat kenaf, } v_k = \frac{25 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.2)$$

$$= 2,1 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume } \textit{silica fume}, v_s = \frac{1 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.3)$$

$$= 0,08 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa epoksi, } m_e = v_{epoxy} \times \rho_{epoxy} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$= 6,21 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 7,33 \text{ gr}$$

$$\text{Massa serat kenaf, } m_k = v_{kenaf} \times \rho_{kenaf} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$= 2,1 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 3,05 \text{ gr}$$

$$\text{Massa } \textit{silica fume}, m_s = v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$= 0,08 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 0,18 \text{ gr}$$

b. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:2:73

$$\text{Volume epoksi, } v_e = \frac{73 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.7)$$

$$= 6,13 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat kenaf, } v_k = \frac{25 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.8)$$

$$= 2,1 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume } \textit{silica fume}, v_s = \frac{2 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.9)$$

$$= 0,17 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa epoksi, } m_e = v_{epoxy} \times \rho_{epoxy} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$= 6,13 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3$$

$$\begin{aligned}
 &= 7,23 \text{ gr} \\
 \text{Massa serat kenaf, } m_k &= v_{kenaf} \times \rho_{kenaf} \dots\dots\dots(3.11) \\
 &= 2,1 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 3,05 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa } \textit{silica fume}, m_s &= v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.12) \\
 &= 0,17 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 0,37 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

c. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:3:72

$$\begin{aligned}
 \text{Volume epoksi, } v_e &= \frac{72 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.13) \\
 &= 6,04 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume serat kenaf, } v_k &= \frac{25 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.14) \\
 &= 2,1 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume } \textit{silica fume}, v_s &= \frac{3 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.15) \\
 &= 0,25 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa epoksi, } m_e &= v_{epoxy} \times \rho_{epoxy} \dots\dots\dots(3.16) \\
 &= 6,04 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 7,13 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serat kenaf, } m_k &= v_{kenaf} \times \rho_{kenaf} \dots\dots\dots(3.17) \\
 &= 2,1 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 3,05 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa } \textit{silica fume}, m_s &= v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.18) \\
 &= 0,25 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 0,55 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

d. Perbandingan volume kenaf/*silica fume*/epoksi adalah 25:5:70

$$\begin{aligned}
 \text{Volume epoksi, } v_e &= \frac{70 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.19) \\
 &= 5,87 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume serat kenaf, } v_k &= \frac{25 \%}{100 \%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.20) \\
 &= 2,1 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{silica fume}, v_s &= \frac{5\%}{100\%} \times 8,394 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.21) \\ &= 0,42 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa epoksi}, m_e &= v_{epoxy} \times \rho_{epoxy} \dots\dots\dots(3.22) \\ &= 5,87 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 6,9 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat kenaf}, m_k &= v_{kenaf} \times \rho_{kenaf} \dots\dots\dots(3.23) \\ &= 2,1 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 3,05 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa } \textit{silica fume}, m_s &= v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.24) \\ &= 0,42 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,92 \text{ gr} \end{aligned}$$

### 3.2.2 Perhitungan Fraksi Massa untuk Spesimen Uji Daya Serap Air

Cetakan yang digunakan untuk uji daya serap air berbentuk seperti Gambar

3.2 nomer 9 maka untuk menghitung volume sebagai berikut:

Dimensi cetakan:	panjang (p)	= 17 cm
	lebar (l)	= 9 cm
	tinggi (t)	= 0,32 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume cetakan}, v_c &= (p) \times (l) \times (t) = 17 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 0,32 \text{ cm} = \\ &48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.25) \end{aligned}$$

a. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:1:74

$$\begin{aligned} \text{Volume epoksi}, v_e &= \frac{74\%}{100\%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.26) \\ &= 36,23 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat kenaf}, v_k &= \frac{25\%}{100\%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.27) \\ &= 12,24 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{silica fume}, v_s &= \frac{1\%}{100\%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.28) \\ &= 0,49 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa epoksi}, m_e &= v_{epoxy} \times \rho_{epoxy} \dots\dots\dots(3.29) \\ &= 36,23 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 42,75 \text{ gr} \\
 \text{Massa serat kenaf, } m_k &= v_{kenaf} \times \rho_{kenaf} \dots\dots\dots(3.30) \\
 &= 12,24 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 17,75 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa } \textit{silica fume}, m_s &= v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.31) \\
 &= 0,49 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 1,08 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

b. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:2:73

$$\begin{aligned}
 \text{Volume epoksi, } v_e &= \frac{73 \%}{100 \%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.32) \\
 &= 35,74 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume serat kanaf, } v_k &= \frac{25 \%}{100 \%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.33) \\
 &= 12,24 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume } \textit{silica fume}, v_s &= \frac{2 \%}{100 \%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.34) \\
 &= 0,98 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa epoksi, } m_e &= v_{epoxy} \times \rho_{epoxy} \dots\dots\dots(3.35) \\
 &= 35,74 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 42,17 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serat kenaf, } m_k &= v_{kenaf} \times \rho_{kenaf} \dots\dots\dots(3.36) \\
 &= 12,24 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 17,75 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa } \textit{silica fume}, m_s &= v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.37) \\
 &= 0,98 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 2,16 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

c. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:3:72

$$\begin{aligned}
 \text{Volume epoksi, } v_e &= \frac{72 \%}{100 \%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.38) \\
 &= 35,25 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume serat kanaf, } v_k &= \frac{25 \%}{100 \%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.39) \\
 &= 12,24 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume } \textit{silica fume}, v_s = \frac{3\%}{100\%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.40)$$

$$= 1,47 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa epoksi, } m_e = v_{\textit{epoxy}} \times \rho_{\textit{epoxy}} \dots\dots\dots(3.41)$$

$$= 35,25 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 41,59 \text{ gr}$$

$$\text{Massa serat kenaf, } m_k = v_{\textit{kenaf}} \times \rho_{\textit{kenaf}} \dots\dots\dots(3.42)$$

$$= 12,24 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 17,75 \text{ gr}$$

$$\text{Massa } \textit{silica fume}, m_s = v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.43)$$

$$= 1,47 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 3,23 \text{ gr}$$

d. Perbandingan volume kenaf/ *silica fume*/ epoksi adalah 25:5:70

$$\text{Volume epoksi, } v_e = \frac{70\%}{100\%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.44)$$

$$= 34,27 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat kanaf, } v_k = \frac{25\%}{100\%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.45)$$

$$= 12,24 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume } \textit{silica fume}, v_s = \frac{5\%}{100\%} \times 48,96 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots(3.46)$$

$$= 2,45 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa epoksi, } m_e = v_{\textit{epoxy}} \times \rho_{\textit{epoxy}} \dots\dots\dots(3.47)$$

$$= 34,27 \text{ cm}^3 \times 1.18 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 40,44 \text{ gr}$$

$$\text{Massa serat kenaf, } m_k = v_{\textit{kenaf}} \times \rho_{\textit{kenaf}} \dots\dots\dots(3.48)$$

$$= 12,24 \text{ cm}^3 \times 1.45 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 17,75 \text{ gr}$$

$$\text{Massa } \textit{silica fume}, m_s = v_{\textit{silica fume}} \times \rho_{\textit{silica fume}} \dots\dots\dots(3.49)$$

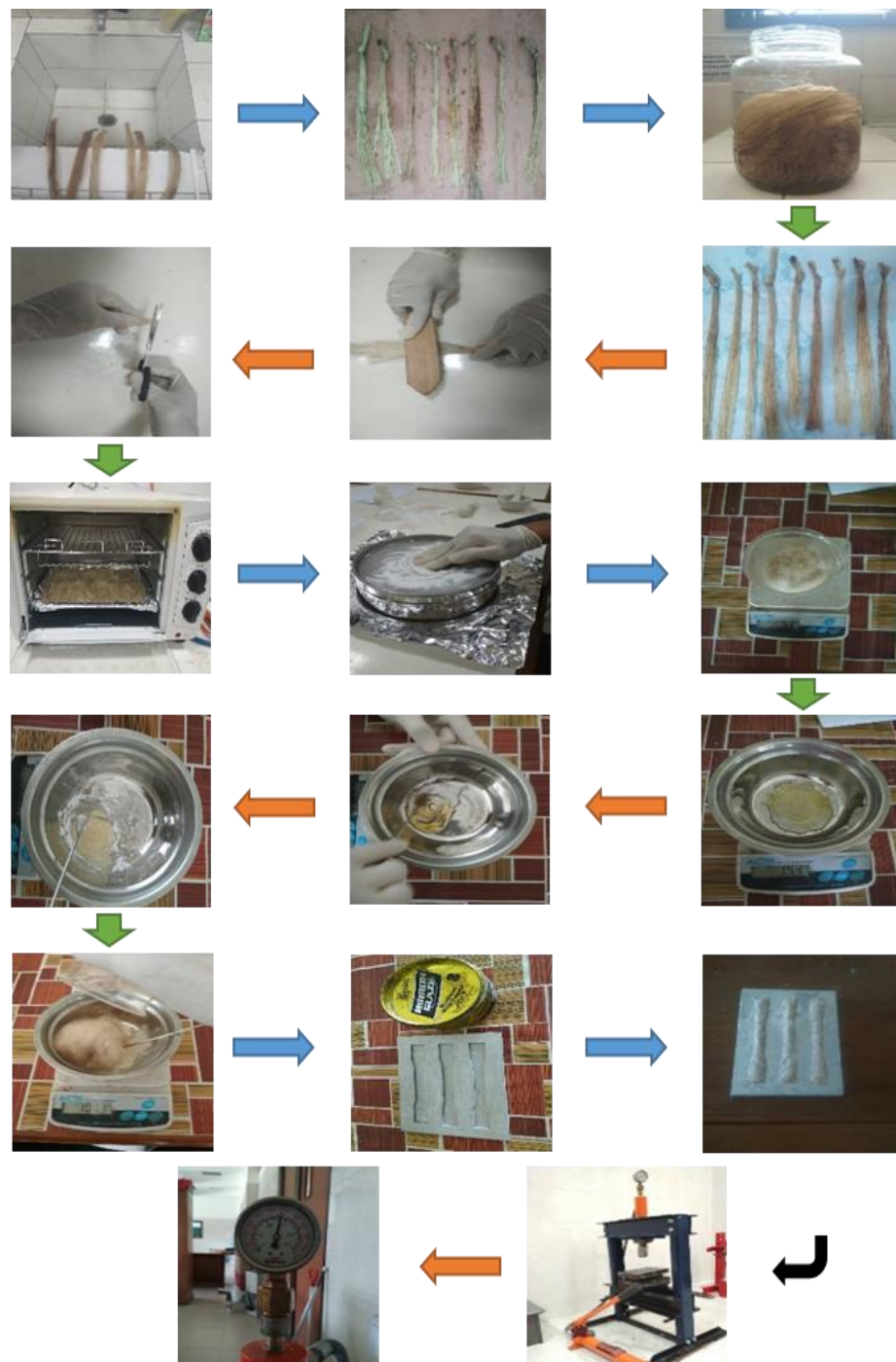
$$= 2,45 \text{ cm}^3 \times 2,2 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 5,39 \text{ gr}$$

### 3.2.3 Prosedur Pembuatan Komposit

Pembuatan material komposit memerlukan beberapa proses, adapun proses tersebut adalah sebagai berikut :

1. Serat *kenaf* yang masih panjang dipotong dan dicuci dengan air tawar agar serat *kenaf* bersih dari kotoran.
2. Serat dikeringkan pada suhu ruangan selama  $\pm 48$  jam.
3. Serat *kenaf* direndam menggunakan air *aquades* ( $H_2O$ ) selama  $\pm 24$  jam supaya unsur logam yang terserap dari air tawar hilang, kemudian keringkan lagi pada suhu ruangan selama  $\pm 48$  jam.
4. Serat *kenaf* yang sudah kering disisir dan dipotong dengan ukuran  $\pm 6$  mm, selanjutnya serat *kenaf* dioven pada suhu  $50^\circ C$  selama 30 menit, tujuannya agar serat *kenaf* bisa kering lebih merata.
5. *Silica fume* dengan ayakan 400 mesh.
6. Serat *kenaf* yang sudah dioven lalu ditimbang bersama dengan epoksi dan mikrosilika sesuai dengan massa yang telah dihitung pada fraksi volume *matriks* dan *filler*.
7. Mencampur dan mengaduk epoksi dan mikrosilika terlebih dahulu agar *silica fume* dapat larut pada epoksi dan tidak menggumpal pada serat. Setelah diaduk secara merata lalu masukan serat *kenaf* dan di aduk hingga seluruh bagian serat tercampur dengan epoksi dan *silica fume*.
8. Mengolesi cetakan dengan *wax mold release*, supaya spesimen komposit mudah dilepas saat pembongkaran dari mesin *cold press molding*.
9. Mencetak spesimen komposit pada cetakan yang sudah diolesi dengan *wax mold release*.
10. Setelah spesimen dicetak, selanjutnya cetakan *molding* di pasang pada mesin *cold press molding* dan di beri tekanan sebesar 8 MPa atau sekitar  $\pm 1160$  psi selama  $\pm 7$  jam (Ismail, 2017). Prosedur pencetakan ditunjukkan pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Prosedur Pembuatan Komposit

### 3.3 Prosedur Pengujian Tarik

Material komposit yang telah dibuat sesuai dengan dimensi standart ASTM D638-01, kemudian dilakukan pengujian tarik komposit. Berikut prosedur pengujian tarik sesuai standar ASTM D638-01:

1. Memberi nama pada setiap material uji yang akan diuji tarik untuk menghindari pertukaran antar material uji dengan variasi yang lain.
2. Melakukan pengukuran *lebar*, *tebal*, dan *tinggi* pada material uji menggunakan jangka sorong digital.
3. Menghidupkan mesin uji tarik dengan standar pengujian sesuai dengan ASTM D638-01.
4. Memasang material uji tarik pada mesin uji tarik (*tensile testing machine*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Material uji yang sudah dipasang pada Mesin Uji Tarik.

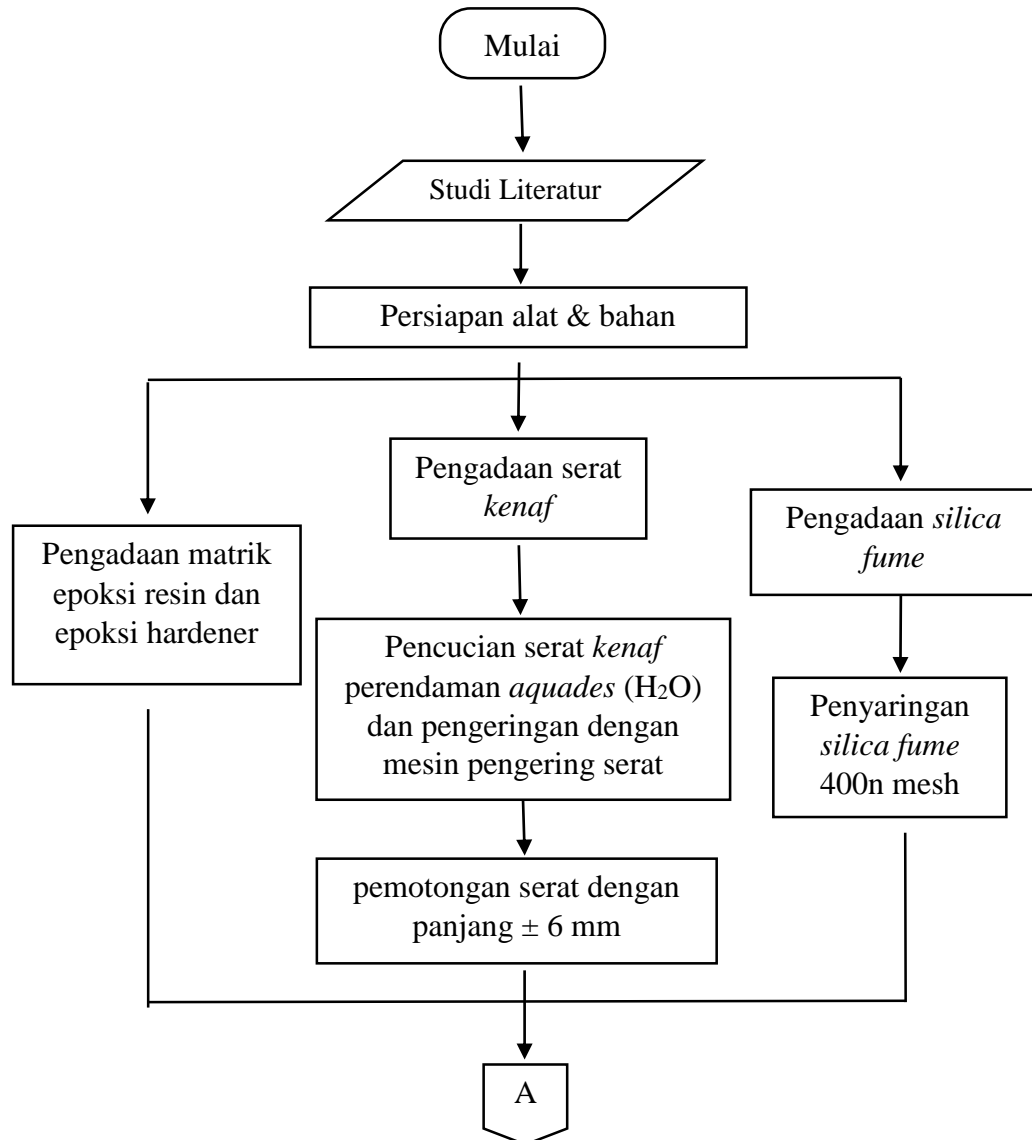
5. Memberikan pembebanan uji tarik pada material uji dengan kecepatan tarik yang konstan.
6. Setelah, pengujian tarik komposit mendapatkan data hasil kemudian data tersebut diolah.

### 3.4 Prosedur Pengujian Daya Serap Air (*Water Absorption*)

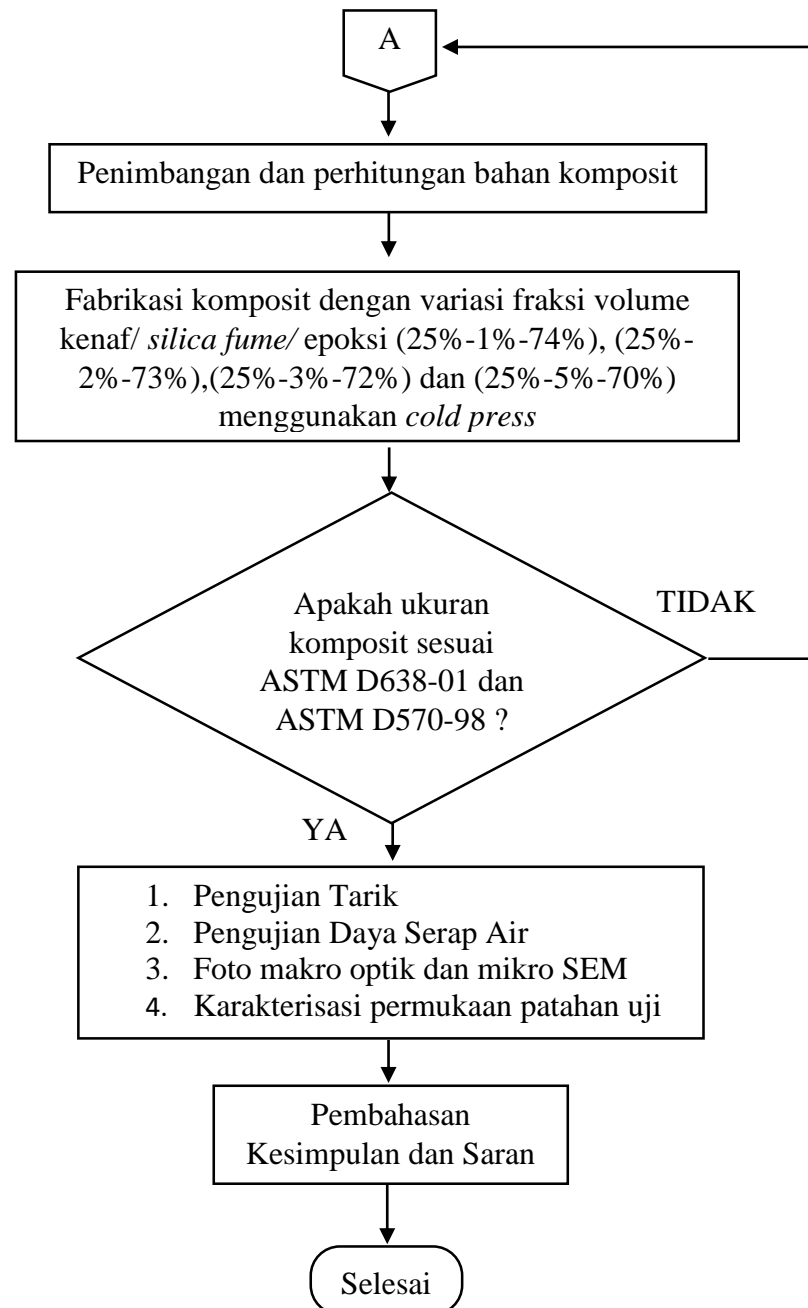
1. Memotong material uji dengan dimensi (76,2 mm x 25,4 mm x 3,2 mm) dalam bentuk lembaran dan toleransi ukuran  $\pm 0,20$  mm. (Sesuai standar ASTM D570-98).

2. Mengamplas ujung material setelah dipotong untuk meratakan kondisi permukaannya dan mudah dalam pengukuran.
3. Menimbang berat dan mengukur tebal lima titik pada material sebelum perendaman.
4. Merendam material kedalam air.
5. Menimbang berat dan mengukur tebal lima titik pada material setelah perendaman (waktu perendaman 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam) dalam suhu kamar.
6. Mengambil data hasil pengujian dan mengolah data pengujian tersebut.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian







Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian