

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

1. Serat Sisal

Serat sisal digunakan sebagai bahan penguat atau *filler*, pada penelitian ini serat sisal yang digunakan memiliki densitas 1,3-1,6 g/cm³, kekuatan tarik 540-720 MPa, modulus elastisitas 13 GPa dan *elongation at break* 2,2-3,3% (Ramesh, 2018). Serat sisal didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang, Jawa Timur yang dibeli dari situs belanja online Tokopedia.



Gambar 3.1 Serat sisal

2. Serat Karbon

Jenis material serat karbon yang digunakan pada penelitian ini yaitu Toray T700sc 12000-50C *Carbon Fiber* dengan ukuran benang 12000, kuat tarik 711 KSI/4,9 GPa, modulus elastisitas 36 Msi/260 GPa, tegangan 2,1%, berat 800 g, densitas 1,8 g/cm³ dan panjang 1250 m (Torayca; NO,CFA-005). Serat ini didapatkan dari China yang dibeli melalui situs online aliexpress pada toko Hobbyrover.



Gambar 3.2 Serat karbon

3. *Low Density Polyethylene* (LDPE)

Low Density Polyethylene digunakan sebagai bahan pengikat atau *matriks* dengan densitas 0,91-0,94 g/cm³ yang didapatkan dari situs belanja online Tokopedia.



Gambar 3.3 Plastik LDPE

4. Aquades

Aquades adalah air murni (H₂O) dengan pH 7 yang digunakan untuk membersihkan serat sisal dari kotoran yang menempel dan sebagai pelarut NaOH pada proses alkalisasi. Aquades dibeli dari toko Progo Mulyo Yogyakarta.

5. Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) digunakan untuk menghilangkan kadar lignin dan kotoran pada serat sisal pada saat proses alkalisasi. NaOH memiliki massa molar 39,9971 g/mol, densitas 2,1 g/cm³, 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 (Perry's ED, 2008) yang dibeli dari toko Progo Mulyo Yogyakarta.

6. Asam Asetat

Asam asetat digunakan untuk menetralkan serat sisal yang sudah di alkalisasi. Asam asetat memiliki massa molar 60,05 g.mol⁻¹, densitas 1,049 g/cm³, 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_a) 4,76, kebasaaan (pK_a) 9,24 (kebasaaan ion asetat), indeks bias (n_D) 1,371, viskositas 1,22 mPa.s, dan momen dipol 1,74 D.

7. Nitrogen Cair (*Liquid Nitrogen*)

Nitrogen cair digunakan untuk perlakuan pada serat karbon. Nitrogen cair didapatkan dari PT. Samator Gas Industri Yogyakarta.

3.2. Alat Penelitian

1. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat dari serat, *matriks* dan NaOH.



Gambar 3.4 Timbangan digital

2. Cetakan Spesimen (*Molding*)

Molding digunakan untuk mencetak spesimen komposit dengan standar ASTM yang berlaku. Cetakan ini memiliki ukuran 17x9x2,5 cm dan terbuat dari logam yang dilengkapi dengan lubang heater sebagai elemen pemanas dan dongkrak *hydraulic* sebagai alat pres untuk material komposit.



Gambar 3.5 *Molding*

3. Mesin *Hot Press*

Mesin *hot press* dilengkapi dengan sensor pengatur suhu dan *holding time* yang mempunyai *buzzer*. Mesin ini digunakan untuk mengatur suhu saat proses pengepresan spesimen sesuai dengan temperatur yang ditetapkan.



Gambar 3.6 Mesin *hot press*

4. Alat pemotong spesimen

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran 17x9 cm maka diperlukan alat pemotong untuk mendapatkan ukuran spesimen yang akan digunakan untuk pengujian bending sesuai dengan ASTM yang digunakan.



Gambar 3.7 Pemotong spesimen

5. Gelas beker

Gelas beker digunakan untuk mencampur aquades dengan NaOH dan asam asetat serta merendam serat sisal dengan larutan NaOH dan larutan asam asetat pada proses perlakuan serat sisal.

6. Gunting

Gunting digunakan untuk memotong serat sisal dan serat karbon sesuai dengan ukuran panjang yang telah ditentukan.

7. Termos 2,5 L, digunakan sebagai wadah nitrogen cair.

8. *Hand gloves*, untuk melindungi tangan agar tidak terkontaminasi dengan bahan kimia.

9. *Magnetic stirring*

Magnetic stirring digunakan untuk melarutkan NaOH dan asam asetat pada proses alkalisasi.

10. Alat uji bending

Alat uji bending yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *universal testing machine* (UTM) dengan tipe Zwick Roell Z020 dengan kapasitas 20000 N dari Jerman. Alat ini bisa digunakan untuk uji bending dan uji tarik. Pengujian bending dilakukan di Laboratorium Material Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) Surakarta.



Gambar 3.8 Alat uji bending

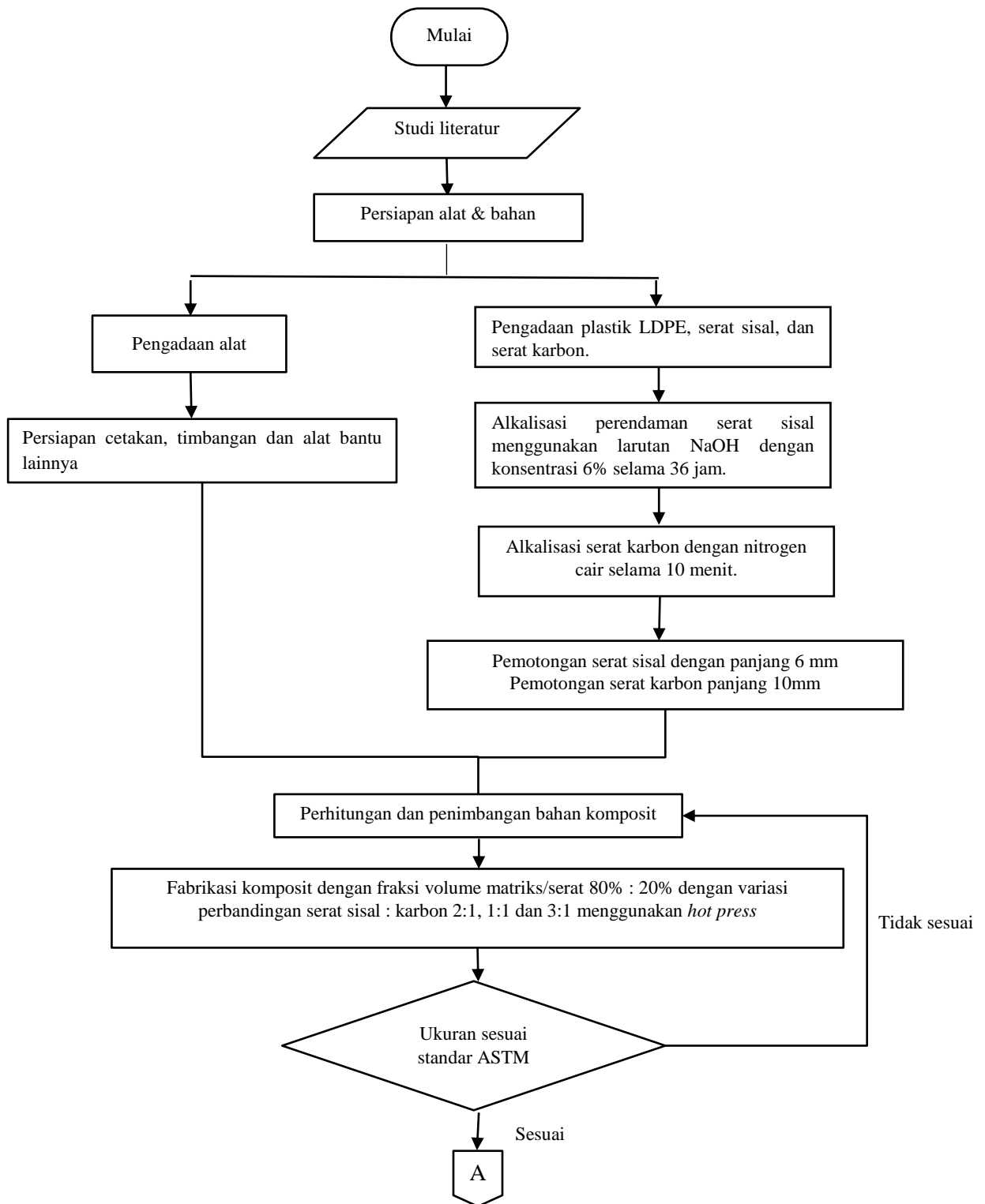
11. Mikroskop optic

Mikroskop optik digunakan untuk mengetahui komposisi atau persebaran serat dan matriks pada material komposit hasil uji bending. Tipe mikroskop optik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu OLYMPUS-SZ61TR.

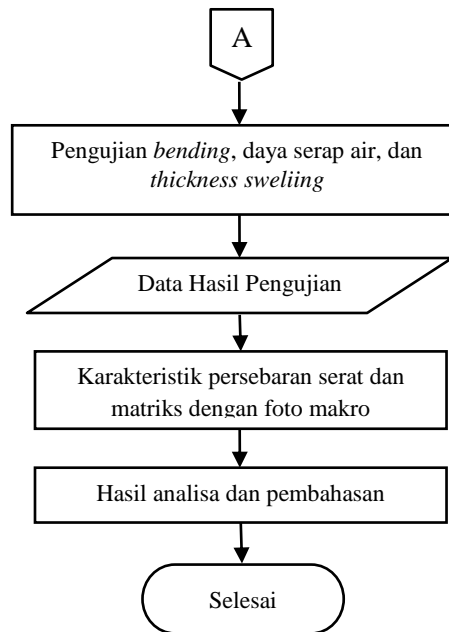


Gambar 3.9 Mikroskop optik

3.3. Tahapan Penelitian



Gambar 3.10 Diagram alir penelitian (bersambung)



Gambar 3.10 Diagram alir penelitian (lanjutan)

3.3.1. Perlakuan Serat sisal

Serat sisal (*Agave Sisalana*) digunakan sebagai material pengisi komposit. Tahap-tahap persiapan serat sisal adalah :

1. Serat sisal yang sudah dibeli dari Balitas dicuci dengan menggunakan air mengalir. Sisal yang akan digunakan masih terdapat kotoran seperti kulit daun sisal yang ikut pada serat, maka dari itu perlu dibersihkan dengan menggunakan air.
2. Serat sisal dikeringkan menggunakan mesin pengering serat, proses pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air pada serat sisal setelah dicuci.
3. Serat sisal disisir untuk memisahkan serat yang masih menggumpal.
4. Serat sisal diberi perlakuan dengan direndam pada larutan alkali yaitu NaOH dengan konsentrasi 6% seberat 60 g yang dilarutkan dengan aquades sebanyak 1000 ml selama 36 jam.
5. Setelah 36 jam, larutan NaOH diganti dengan larutan asam asetat dengan konsentrasi 1%. Serat sisal direndam dalam larutan asam asetat yang dicampur dengan aquades selama 1 jam.

6. Setelah 1 jam, serat sisal direndam menggunakan aquades selama 24 jam kemudian di keringkan di mesin pengering serat.
7. Serat sisal dipotong dengan ukuran 6 mm.

3.3.2. Perlakuan Serat karbon

Serat karbon digunakan sebagai material penguat pada komposit. Serat karbon akan dicampurkan dengan serat sisal untuk menjadi *filler* komposit pada penelitian ini.

Berikut adalah tahap persiapan serat karbon :

1. Serat karbon dipotong sesuai dengan ukuran wadah nitrogen cair.
2. Serat karbon dimasukkan ke dalam wadah kemudian nitrogen cair dimasukkan.
3. Tunggu selama 10 menit.
4. Serat karbon dikeluarkan dari wadah kemudian dipotong sepanjang 10 mm.



Gambar 3.11 Pengisian nitrogen cair

3.3.3. Perhitungan fraksi volume

Perbandingan fraksi volume matriks dan serat hibrid pada penelitian ini adalah 80% : 20%. Variasi lain yang dilakukan pada perbandingan hibrid serat sisal dan serat karbon yaitu 2:1, 1:1 dan 3:1.

Perhitungan volume dan massa spesimen uji bending.

Karena cetakan yang digunakan merupakan cetakan yang bisa dipakai oleh semua uji, maka volume dan massa spesimen yang dihitung merupakan volume dan massa cetakan bukan per spesimen. Berikut perhitungan untuk menentukan volume dan massa spesimen uji bending :

Diketahui :

Panjang cetakan	: 17 cm
Lebar cetakan	: 9 cm
Tebal spesimen	: 0,32 cm
Massa jenis LDPE (ρ_m)	: 0,92 gr/cm ³
Massa jenis serat sisal (ρ_{sisal})	: 1,2 gr/cm ³
Massa jenis serat karbon (ρ_{karbon})	: 1,8 gr/cm ³

Perhitungan perbandingan fraksi volume matriks dengan volume serat :

1. Volume spesimen (v_c)

$$= P \times L \times T$$

$$= 17 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 0,32 \text{ cm}$$

$$= 48,96 \text{ cm}^3$$
2. Volume matriks (v_m)

$$= \frac{v_m}{100} \times v_c$$

$$= \frac{80}{100} \times 48,96 \text{ cm}^3$$

$$= 39,168 \text{ cm}^3$$
3. Volume serat total (v_s)

$$= \frac{v_s}{100} \times v_c$$

$$= \frac{20}{100} \times 48,96 \text{ cm}^3$$

$$= 9,792 \text{ cm}^3$$
4. Massa Matriks ($M_{matriks}$)

$$= v_m \times \rho_m$$

$$= 39,168 \text{ cm}^3 \times 0,92 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 36,034 \text{ gr}$$

Perbandingan LDPE/Sisal

1. Volume matriks, v_m

$$= \frac{80 \%}{100 \%} \times 48,96 \text{ cm}^3$$

$$= 39,168 \text{ cm}^3$$
2. Volume sisal, v_s

$$= \frac{20 \%}{100 \%} \times 48,96 \text{ cm}^3$$

$$= 9,792 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Massa matriks, } m_m &= v_m \times \rho_m \\
 &= 39,168 \text{ cm}^3 \times 0,92 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 36,034 \text{ gr} \\
 4. \text{ Massa serat sisal, } m_{\text{sisal}} &= v_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 9,792 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 11,75 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perhitungan perbandingan volume dan massa serat sisal/serat karbon

(2:1) :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Volume serat sisal (} v_{\text{sisal}} \text{)} &= \frac{2}{3} \times v_s \\
 &= \frac{2}{3} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 6,528 \text{ cm}^3 \\
 2. \text{ Volume serat karbon (} v_{\text{karbon}} \text{)} &= \frac{1}{3} \times v_s \\
 &= \frac{1}{3} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 3,264 \text{ cm}^3 \\
 3. \text{ Massa serat sisal (} M_{\text{sisal}} \text{)} &= v_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 6,528 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 7,8 \text{ gr} \\
 4. \text{ Massa serat karbon (} M_{\text{karbon}} \text{)} &= v_{\text{karbon}} \times \rho_{\text{karbon}} \\
 &= 3,264 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 5,87 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perhitungan perbandingan volume dan massa serat sisal/serat karbon

(1:1) :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Volume serat sisal (} v_{\text{sisal}} \text{)} &= \frac{1}{2} \times v_s \\
 &= \frac{1}{2} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 4,896 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Volume serat karbon (} v_{\text{karbon}} \text{)} &= \frac{1}{2} \times v_s \\
 &= \frac{1}{2} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 4,896 \text{ cm}^3 \\
 3. \text{ Massa serat sisal (} M_{\text{sisal}} \text{)} &= v_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 4,896 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 5,8 \text{ gr} \\
 4. \text{ Massa serat karbon (} M_{\text{karbon}} \text{)} &= v_{\text{karbon}} \times \rho_{\text{karbon}} \\
 &= 4,896 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 8,8 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perhitungan perbandingan volume dan massa serat sisal/serat karbon (3:1) :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Volume serat sisal (} v_{\text{sisal}} \text{)} &= \frac{3}{4} \times v_s \\
 &= \frac{3}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \\
 2. \text{ Volume serat karbon (} v_{\text{karbon}} \text{)} &= \frac{1}{4} \times v_s \\
 &= \frac{1}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \\
 3. \text{ Massa serat sisal (} M_{\text{sisal}} \text{)} &= v_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 8,812 \text{ gr} \\
 4. \text{ Massa serat karbon (} M_{\text{karbon}} \text{)} &= v_{\text{karbon}} \times \rho_{\text{karbon}} \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 4,4 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.1 Perhitungan Perbandingan Serat Sisal/Karbon dan LDPE uji bending

Fraksi volume serat dan matriks 20% : 80%	Massa Sisal (gr)	Massa Karbon (gr)	Massa LDPE (gr)
Sisal <i>treatment</i>	11,75	-	36,034
Sisal/Karbon (2 : 1)	7,833	5,87	36,034
Sisal/Karbon (1 : 1)	5,875	8,81	36,034
Sisal/Karbon (3 : 1)	8,812	4,4	36,034

3.3.4. Pembuatan Komposit

Prosedur pembuatan komposit dengan perbandingan fraksi volume antara *matriks* dan *filler* 80% : 20%, dan variasi perbandingan pada komposit hibrid serat sisal dan karbon (2:1), (1:1) dan (3:1). Fabrikasi dilakukan dengan metode serat acak lima lapisan secara manual atau *hand lay up* dengan susunan 5 lapisan matriks LDPE dan 4 lapisan *filler* yang disusun ke dalam cetakan kemudian ditekan menggunakan mesin *hot press* dengan tekanan 1,449 MPa pada temperatur 115°C kemudian di *hold* selama 10 menit, setelah itu cetakan didinginkan menggunakan blower dan spesimen dilepas dari cetakan kemudian dipotong sesuai ukuran.

3.4. Pengujian Komposit

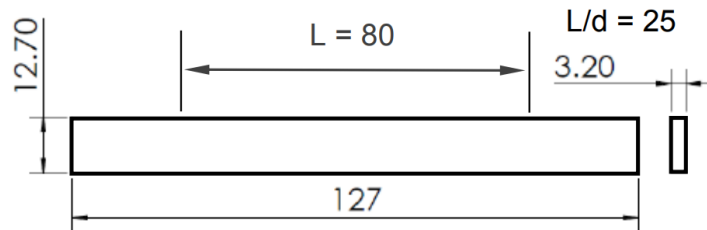
Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini antara lain :

3.4.1. Pengujian Bending

Pengujian bending mengacu pada ASTM D790-03 yang dilakukan untuk mengetahui tingkat elastisitas dan sifat mekanik komposit terhadap pembebanan lengkung. Alat uji bending yang digunakan dalam pengujian ini adalah UTM (*Universal Tensile Machine*) dengan tipe *Zwick Roell Z020* yang dilakukan di ATMI Surakarta. Metode pengujian yang digunakan yaitu *Three Point Bending* dengan pembebanan sebesar 0,1 MPa dengan kecepatan 2 mm/menit serta dengan panjang span 80 mm.

Langkah-langkah pengujian bending adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan spesimen sesuai dengan ukuran yang ditetapkan pada ASTM uji bending (D790-03) yaitu 127 mm x 12,7 mm menggunakan mesin pemotong spesimen.



Gambar 3.12 Ukuran spesimen uji bending

2. Hasil pemotongan spesimen diampas untuk meratakan bagian pinggir spesimen. Karena jika spesimen tidak rata akan berpengaruh pada hasil uji bending
3. Pengujian pada mesin bending



Gambar 3.13 Persiapan uji bending

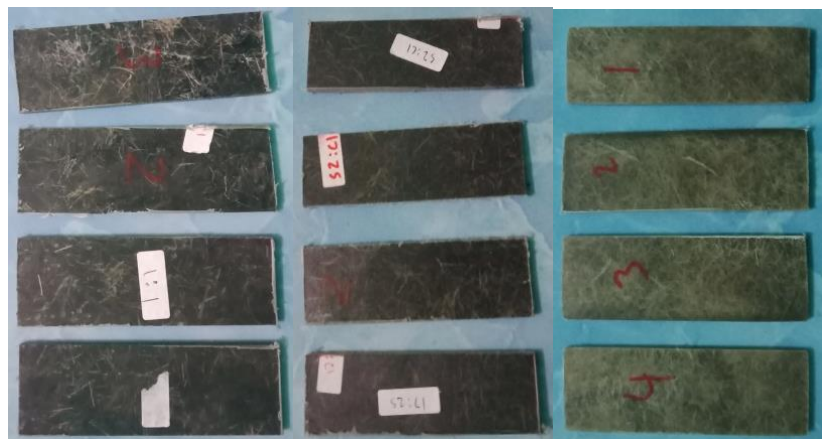
4. Pengujian dilakukan dengan proses penekanan bending pada spesimen komposit.
5. Didapatkan hasil pengujian bending
6. Mengolah data hasil pengujian bending.

3.4.2. Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak suatu material untuk menyerap air. Standar pengujian yang digunakan yaitu ASTM D570. Spesimen yang akan direndam ke dalam aquades diukur tebal dan beratnya terlebih dahulu untuk mengetahui berat dan tebal awal spesimen sebelum direndam. Pengukuran dilakukan setiap 12 jam sekali sampai berat dan tebal spesimen konstan.

Proses pengujian daya serap air sebagai berikut:

1. Spesimen dipotong sesuai ASTM D570. Karena bentuk dari spesimen berupa lembaran maka ukuran spesimen adalah 3inci x 1inci x 1/8inci (76,2x25,4x3,2 mm). Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong spesimen.



Gambar 3.14 Spesimen *water absorption*

2. Spesimen ditimbang dan diukur ketebalannya untuk mengetahui berat dan tebal awal sebelum dilakukan perendaman.
3. Spesimen direndam dalam wadah yang berisi aquades



Gambar 3.15 Proses perendaman

4. Spesimen diangkat dari wadah kemudian diukur berat dan tebalnya setiap 12 jam selama 14 hari.



Gambar 3.16 pengukuran berat

5. Mengolah data hasil *water absorption*