

BAB III METODE PENELITIAN

1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian sebagai berikut :

1. Serat Abaka

Serat abaka sebagai bahan penguat komposit, densitasnya 1,4-1,5 g/cm³, *tensile strength* 980 MPa dan Young's modulus 12-72 GPa (Müssig et al., 2010). Serat abaka dibeli di Balittas-Malang, Jawa Timur. Serat abaka ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Serat Abaka

2. Serat Karbon

Serat karbon sebagai bahan penguat komposit. Serat karbon yang digunakan yaitu Toray T700sc 12000-50C Carbon Fibre, ukuran benang 12K, densitas 1,8 g/cm³, kuat tarik 4902,17 MPa (711 KSI), modulus tarik 250 GPa (36 MSI), tegangan 2,1 %, berat 800gram dan panjang 1250 m (torayca; NO,CFA 005). Serat karbon dibeli di Hobbyover, China.

3. *Polymethyl Methacrylate* (PMMA)

PMMA sebagai bahan pengikat, spesifikasi *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) yaitu ISO 1567 Type II, Class I POR USE DENTRIST, berat 1 kg, dan beli di Dental_supplier Tangerang Selatan, Banten

4. Natrium hidroksida (NaOH)

(NaOH) digunakan untuk alkalisasi serat abaka. Spesifikasinya yaitu massa molar 39,9971 g/mol, penampilan zat padat putih seperti butiran pellet, 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' ED, 2008) yang beli di Progo Mulyo Yogyakarta.

5. Aquades (H₂O)

Aquades digunakan untuk pelarut NaOH pada proses alkalisasi serat *abaca*. Spesifikasinya yaitu tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar yaitu pada tekanan 100 kPa 1 bar dan temperatur 273,15 K, 0 °C, dan beli di Progo Mulyo Yogyakarta.

6. Asam Asetat

Asam Asetat digunakan untuk menetralsir serat *abaca* sisa larutan NaOH yang bersifat basa. Spesifikasinya yaitu rumus kimia C₂H₄O₂, massa molar 60,05 g.mol⁻¹, penampilan cairan tidak berwarna atau Kristal, densitas 1,049 g. cm⁻³, 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, 98 % , dan beli di toko kimia yogyakarta.

7. Nitrogen Cair

Nitrogen Cair digunakan untuk merendam serat karbon. Spesifikasi dari Nitrogen cair yaitu cairan bening tidak berwarna dengan densitas 0,807 g / mL pada titik didih dan konstanta dielektrik 1,4, dan beli di PT. Samator Gas industri Klaten.

8. Liquid SC

Liquid SC digunakan sebagai pelarut *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) dalam fabrikasi komposit. Spesifikasi dari *Liquid SC* yaitu ISO 1567 Tipe I *Heat-polymerizable polymers / Heat Cured Acrylic (class 1, Powder dan Liquid)*, dan beli di Rezkia Shop, Jakarta Pusat.

9. Mirror Glaze

Mirror Glaze digunakan untuk pelapis cetakan, agar resin tidak lengket pada cetakan spesimen komposit. Spesifikasi dari *Mirror Glaze* yaitu *maximum mold release wax, contains carnauba wax net wt 11 oz 311 gram*, dan beli di Chemika.sby, Surabaya.

1.2 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 spesimen komposit yang mengacu pada ASTM D 638-01 ditunjukkan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Cetakan Pengujian Tarik ASTM D638-01

11. *Cold Press Machine*, sebagai alat untuk press spesimen komposit yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 sebagai berikut:



Gambar 3.3 *Cold Press Machine*

12. Alat Uji Tarik Komposit

Alat uji tarik yang digunakan yaitu *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk SANS Tipe SHT – 4106 kapasitas 100 ton, China seperti ditunjukan pada Gambar 3.4. Pengujian dilakukan di Universitas Sebelas Maret.



Gambar 3.4 Alat Universal Testing Machine

13. *X-ray diffraction (XRD)*

XRD yang digunakan untuk penelitian ini yaitu *D2 Phaser X-ray diffractometer Bruker* generasi kedua berasal dari Amerika yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Pengujian XRD di lakukan dilaboratorium MIPA Universitas Islam Indonesia.



Gambar 3.5 Alat D2 Phaser X-ray diffractometer Bruker

14. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

FTIR yang di gunakan yaitu FTIR spectrophotometer 8201PC Shimadzu, Amerika Utara yang ditunjukkan pada Gambar 3.6. Pengujian ini dilakukan di laboratorium MIPA Universitas Gadjah Mada.



Gambar 3.6 Alat FTIR spectrophotometer 8201PC Shimadzu

15. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

SEM yang digunakan Phenom ProX Desktop SEM seperti Gambar 3.7, dengan spesifikasi pembesaran optic 20-134x, pembesaran optik electron

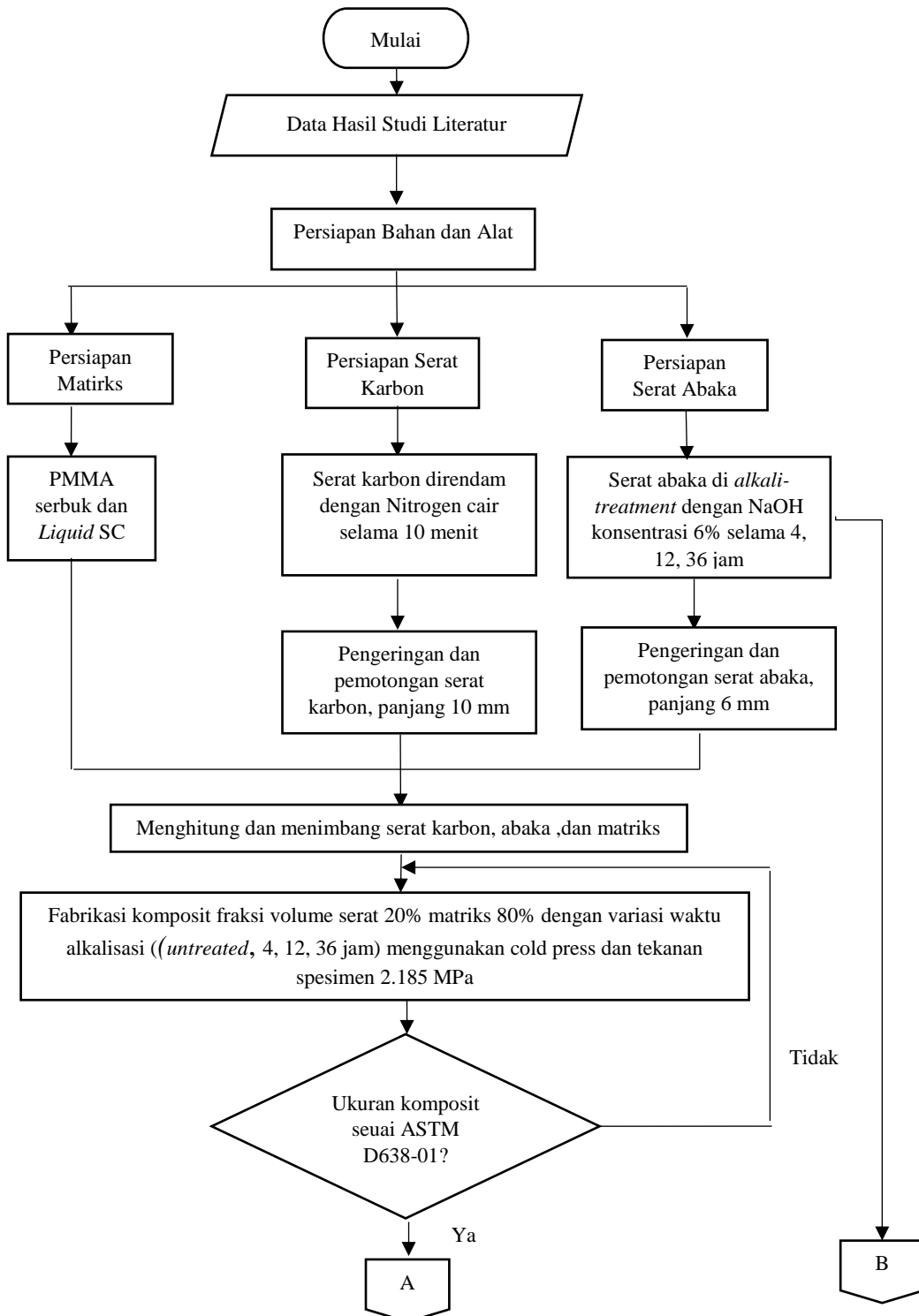
80-150000x, resolusi <10 nm (BSED) & <8 nm (SED), Zoom digital 12x,
Tegangan percepatan 5 kV, 10 kV dan 15 kV.

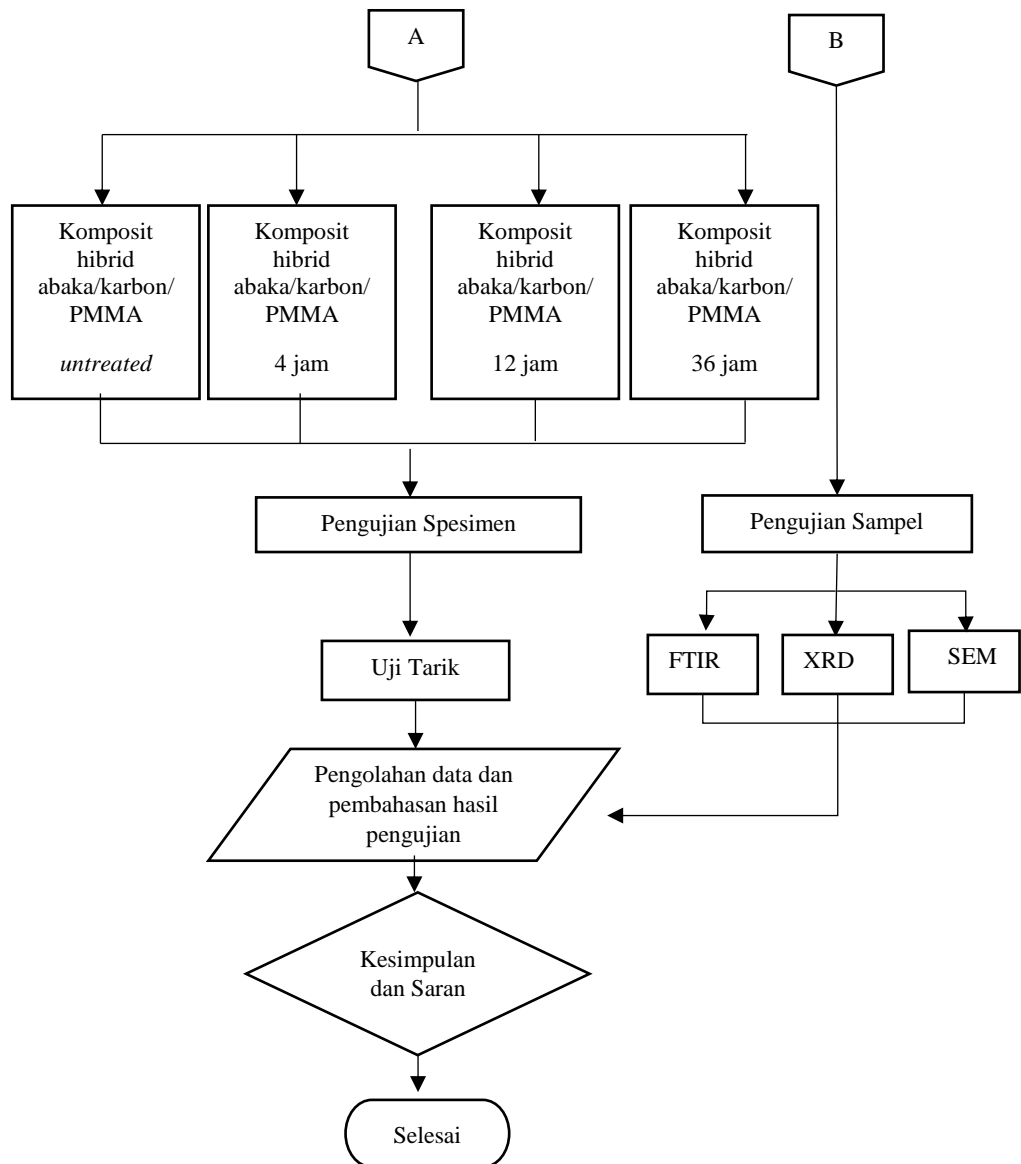


Gambar 3.7 Phenom ProX Desktop SEM

1.3 Diagram Alir

Pada Gambar 3.8 berikut disajikan diagram alir dari penelitian ini:





Gambar 3.8 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 alkalisasi:

1. Serat abaka sudah bersih, kemudian disisir agar mudah dibentuk dan dipotong sepanjang 30 cm seperti Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Serat Abaka

2. Siapkan NaOH (konsentrasi 6% berat, *aquades* 1000 mL) selanjutnya serat abaka direndam di larutan NaOH konsentrasi 6% selama 4, 12, dan 36 jam yang ditunjukkan Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Alkalisasi Serat Abaka

3. Buanglah larutan NaOH yang telah direndam ke jerigen kusus limbah (merah) ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Jerigen kusus limbah NaOH

4. Serat abaka yang sudah direndam NaOH selama 4, 12, dan 36 jam dikeluarkan dan dibersihkan dengan air mengalir seperti Gambar 3.12.



Gambar 3.12 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 seperti Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Proses Netralisir NaOH pada serat

6. Selanjutnya serat direndam pada *aquades* (1000 mL) untuk menghilangkan sisa-sisa NaOH selama 24 jam seperti Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Perendaman serat abaka dengan *aquades*

7. Serat dikeringkan dengan suhu ruangan sampai benar-benar kering.
8. Setelah kering, serat disisir seperti Gambar 3.15, agar membantu proses pemotongan



Gambar 3.15 Proses penyisiran serat

9. Terakhir, serat dipotong dengan ukuran 6 mm yang ditunjukkan pada Gambar 3.16



Gambar 3.16 Serat Abaka 6 mm

3.3.2 Perlakuan Serat Karbon

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

1. Siapkan serat karbon yang telah dipotong sepanjang 30 cm seperti pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Serat Karbon 30 cm

2. Kemudian serat karbon dimasukkan kedalam termos alumunium yang berisi nitrogen cair 2,5 L selama 10 menit seperti Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Perendaman serat karbon

3. Selanjutnya nitrogen cair dibuang setelah 10 menit seperti Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Pembuangan nitrogen cair

4. Terakhir, serat karbon dikeringkan dengan suhu ruangan. Setelah kering, serat karbon dipotong sepanjang 10 mm seperti Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Serat karbon 10 mm

3.3.3 Perhitungan Komposit Hibrid

Perbandingan fraksi volume yang digunakan pada komposit abaka/karbon/PMMA adalah 20%: 80% , dimana 20% serat abaka dan karbon, dan 80% matrik. Adapun perhitungan fraksi volume sebagai berikut:

Diketahui:

Massa jenis abaka	= 1,5 gr/cm ³
Masa jenis karbon	= 1,8 gr/cm ³
Massa jenis PMMA	= 1,18 gr/cm ³
Volume cetakan, v_c	= dari aplikasi inventor 7,9 cm ³
Volume matriks, v_m	= $\frac{80\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3$ = 6,32 cm ³
Massa matriks, m_m	= $v_m \times \rho_m$ = 6,32 cm ³ x 1,18 gr/cm ³ = 7,5 gr

Perbandingan *Carbon: Abaca* (1:1)

Volume serat karbon, v_c	= $\frac{10\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3$ = 0,79 cm ³
Massa serat karbon, m_c	= $v_c \times \rho_c$ = 0,79 cm ³ x 1,8 gr/cm ³ = 1,422 gr
Volume serat <i>abaca</i> , v_{abaca}	= $\frac{10\%}{100\%} \times 7,9 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned}
 &= 0.79 \text{ gr} \\
 \text{Massa serat } abaca, m_{abaca} &= V_{abaca} \times \rho_{abaca} \\
 &= 0.79 \text{ gr} \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 0,185 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

3.3.4 Pembuatan Komposit Hibrid

Proses pembuatan komposit adalah sebagai berikut :

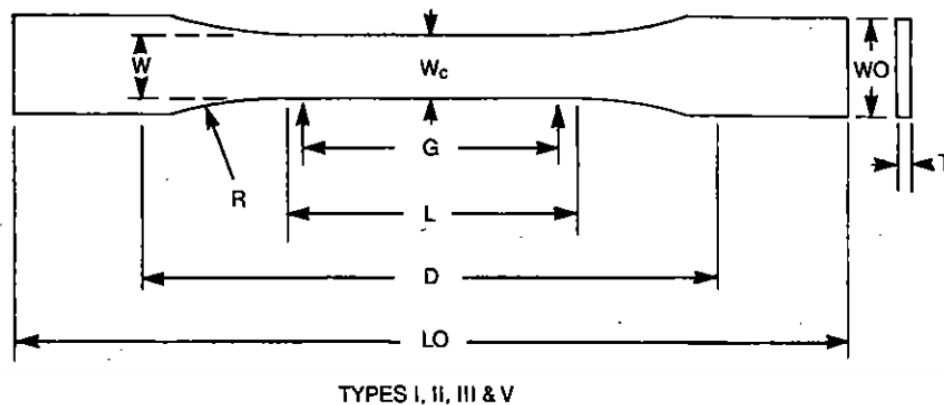
1. Proses persiapan bahan-bahan terlebih dahulu seperti serat abaka tanpa alkali dan alkali, 4, 12, 36 jam, serat karbon, PMMA, dan liquid SC.
2. Timbang bahan-bahan tersebut menggunakan timbangan digital sesuai berat yang telah dihitung.
3. Serat abaka dan karbon disatukan menggunakan tangan terlebih dahulu agar menyatu satu sama lain, kemudian dimasukkan ke blender agar lebih menyatu.
4. Setelah itu bentuk serat pada cetakan, kemudian press awal untuk memadatkan susunan serat dan ambil serat yang sudah berbentuk sesuai ASTM D638-01.
5. Lapsi Cetakan dengan *mirror glaze*
6. Menata serat dan matriks disusun pada cetakan, dengan susunan lapisan PMMA/Abaca/karbon/PMMA.
7. Kemudian cetakan di press dengan tekanan specimen 1,185 MPa pada *Cold Press Machine* dan tunggu selama 60 menit.
8. Setelah selesai proses press, lepas cetakan dari alat cold press dan lepas hasil specimen komposit dari cetakan.
9. Bersihkan cetakan dari sisa kotoran yang menampel.
10. Terakhir tandai specimen seperti Gambar 3.21 dibawah ini



Gambar 3.21 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 3.22.



Gambar 3.22 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 ^B	Type V ^{C,D}	
W —Width of narrow section ^{E,F}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^{B,C}$
L —Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	$\pm 0.5 (\pm 0.02)^C$
WO —Width overall, min ^G	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO —Width overall, min ^G	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO —Length overall, min ^H	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
G —Gage length ^I	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	$\pm 0.25 (\pm 0.010)^C$
G —Gage length ^I	...	...	...	25 (1.00)	...	$\pm 0.13 (\pm 0.005)$
D —Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^J	25.4 (1.0)	$\pm 5 (\pm 0.2)$
R —Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	$\pm 1 (\pm 0.04)^C$
RO —Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	$\pm 1 (\pm 0.04)$

3.3.6 Pengujian Tarik Komposit

Komposit yang sudah sesuai ukuran ASTM D638-01 selanjutnya dilakukan pengujian tarik, dengan prosedur sebagai berikut :

1. Memberikan label pada setiap spesimen agar terhindar dari kekeliruan pada saat pengujian tarik seperti Gambar 2.23



Gambar 3.23 Spesimen yang sudah dikasih label pada ujungnya.

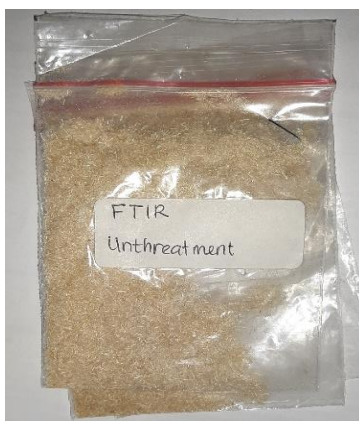
2. Mengukur lebar dan tebal setiap specimen
 3. Menghidupkan mesin *universal testing machine* (UTM)
 4. Pasang spesimen pada tempat yang disediakan, klik tombol yang warna biru untuk menjepit spesimen bagian atas, dan warna kuning untuk menjepit bagian bawah.
 5. Input tebal dan Panjang masing-masing spesimen, dan *speed testing* sebesar 10 mm/menit.
 6. Spesimen mulai diujikan dengan UTM sampai patah
 7. Mencetak hasil setelah proses pengujian.
 8. Mengolah data dari hasil pengujian.
- 3.3.7 Uji *Scanning Elektron Microscope* (SEM)

Morfologi permukaan serat abaka tanpa alkali dan alkali 36 diuji dengan mikroskop elektron (SEM, Phenom ProX Desktop SEM) dengan tegangan percepatan 15 kV . Sebelum diamati dengan SEM, spesimen serat abaka dilapisi permukaan dengan Au-Pd untuk meningkatkan konduktivitas listrik spesimen.

3.3.8 Uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Fourier transform infrared (FTIR, Shimadzu) spectroscopy dilakukan untuk mengkarakterisasi kimia serat abaka tanpa alkali, alkali 4, 12, dan 36 jam,

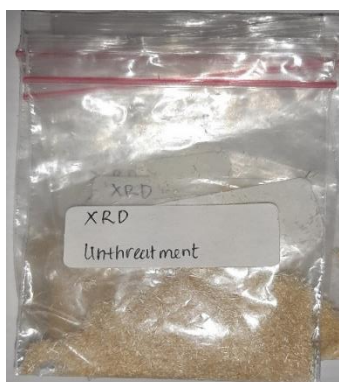
untuk mengkorelasi hasil uji mekanik komposit PMMA/karbon/abaka, dan hasil XRD. Sebelum analisis, serat dipotong hingga berbentuk serbuk, masing-masing 1 gram seperti gambar 3.27. kemudian dianalisis dalam mode *transmittance* dalam kisaran $4000-500\text{ cm}^{-1}$.



Gambar 3 24 Sampel uji FTIR

3.3.9 Uji X-ray Diffractometer (XRD)

Kristalinitas serat tanpa alkali dan alkali 4, 12, dan 36 jam, dianalisis dari pola XRD (*D2 Phaser X-ray diffractometer Bruker*). Sampel (Gambar 3.27) diiradiasi dengan $\text{CuK}\alpha$ yang beroperasi pada 40 kV dan 30 mA. Pola XRD diperoleh pada 2θ dari 10 hingga 40° pada tingkat penghitungan 0,05 %/s.



Gambar 3.25 Sampel uji XRD