

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Alat dan Bahan Penelitian**

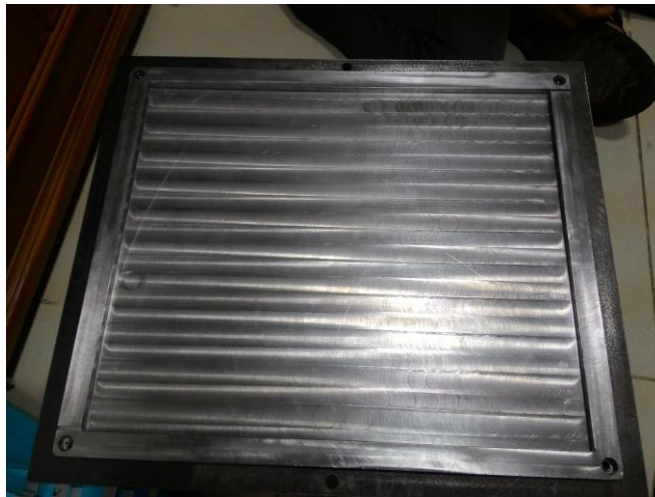
Dalam suatu penelitian dibutuhkan alat dan bahan, demikian juga pada penelitian ini. Berikut adalah peralatan dan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **3.1.1 Alat penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

a. Alat Cetak Komposit

Alat cetak komposit seperti pada Gambar 3.1 digunakan untuk menampung matriks ketika masih berwujud cair yang kemudian ditutup dan dipres menggunakan dongkrak hidrolik.



**Gambar 3.1** Alat cetak komposit

b. Alat Pengepres Komposit

Alat pengepres komposit seperti pada Gambar 3.2 ini digunakan untuk mengepres material komposit yang dilengkapi dengan dongkrak hidrolik dengan kapasitas lima ton. Pada penelitian ini yang akan dipress adalah paduan *epoxy* dan serat ijuk aren.



**Gambar 3.2.** Alat pengepres material komposit

c. Dongkrak Hidrolik

Dongkrak hidrolik seperti pada Gambar 3.3 digunakan untuk mengepres campuran serat ijuk aren/ *epoxy*. Dongkrak ini memiliki kapasitas lima ton.



**Gambar 3.3.** Dongkrak Hidrolik

d. Timbangan Digital

Timbangan digital seperti pada Gambar 3.4 digunakan untuk menimbang serat, epoxy, dan aseton sebelum melakukan pencetakan komposit dengan berbagai variasi volume. Timbangan ini memiliki kapasitas maksimal 500 g dan ketelitian 0,1g.



**Gambar 3.4.** Timbangan digital

e. Alat pemotong dan Amplas

Alat pemotong seperti pada Gambar 3.5 digunakan untuk memotong lembaran-lembaran komposit menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan dimensi spesimen uji, sedangkan amplas digunakan untuk menghaluskan bagian hasil pemotongan yang masih belum rapi dan halus.



**Gambar 3.5.** Alat pemotong dan Amplas

f. Mesin Uji UTM (*Universal Testing Machine*)

Mesin UTM seperti pada Gambar 3.6 digunakan untuk menguji kekuatan tarik dan tekan spesimen komposit sehingga didapatkan nilai kekuatan tarik dan tekan masing-masing variasi spesimen komposit.



**Gambar 3.6.** Mesin UTM (*Universal Testing Machine*)

g. Alat Foto Makro

Alat foto makro seperti pada Gambar 3.7 digunakan untuk mengambil gambar pada spesimen uji untuk mengetahui jumlah dan diameter serat, sehingga dapat membantu mengetahui fraksi volume serat sebenarnya dari spesimen uji. Mikroskop yang digunakan adalah tipe Olympus SZ61.



**Gambar 3.7.** Mikroskop Olympus SZ61

h. Alat Bantu Lain

Alat bantu lain di sini yaitu berbagai peralatan pembantu lain yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: *putty knife*, *cutter*, kunci L, kunci inggris, mistar, linggis, *tool box*, selotip dan *double tape* seperti pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8.** Alat bantu lain

### 3.1.2 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Serat Ijuk Aren

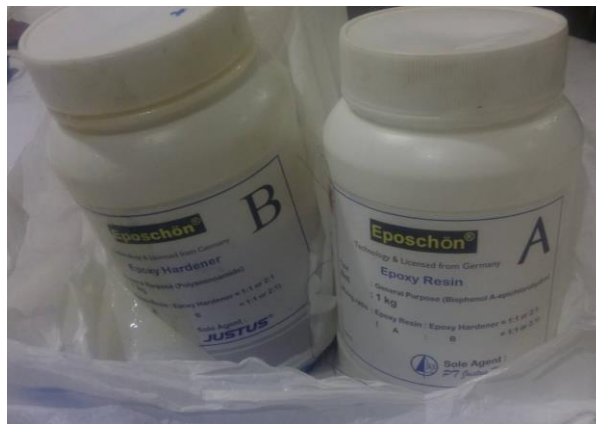
Serat ijuk aren seperti pada Gambar 3.9 digunakan pada pembuatan komposit dengan matriks epoksi.



**Gambar 3.9.** Serat ijuk aren

2. Resin *epoxy* dan hardener

Resin yang digunakan pada penelitian ini yaitu *epoxy* seperti pada Gambar 3.10 yang spesifikasi dan karakteristiknya dapat dilihat pada Tabel 3.1.



**Gambar 3.10.** Resin *epoxy* (A) dan *hardener* (B)

**Tabel 3.1.** Spesifikasi *Epoxy Resin* (Brostow, 2014)

Sifat	Hasil	Metode Pengujian
Penyusutan pencetakan linier ( <i>in</i> )	0.001-0.010	ASTM D955
Kekuatan Tarik (psi)	4000-13000	ASTM D638
Modulus Tarik (psi)	350.10 <sup>3</sup>	ASTM D638
Regangan Patah (%)	3-6	ASTM D638
Kekuatan Tekan (psi)	15000-25000	ASTM D695
Kekuatan Lentur (psi)	13000-21000	ASTM D790
Izod impact strength, ft.-lb/in. of notch (1/8-in. thick spesimen)	0.2-10	ASTM D256A
Hardness Rockwell	M80-110	ASTM D785
Linear isobaric expansivity /(10 <sup>-6</sup> /°C)	45-65	ASTM D696
Deflection temperature under flexural load, °F. 264 p.s.i.	115-550	ASTM D648
Thermal conductivity, 10 <sup>-4</sup> J.-cm/s-cm <sup>2</sup> -°C. C177	14 - 28	ASTM 18.8
Specific gravity	1.11 – 1.40	ASTM D792
Water absorption (1/8-in.thick spesimen).% 24 hr.	0.08 – 0.15	ASTM D570
Dielectric strength (1/8-in. thick spesimen),short time, v./mil	300 – 500	ASTM D149

### 3.2 Pengadaan dan Persiapan Serat

Serat ijuk aren didapatkan dengan membeli langsung kepada pabrik pengolahan ijuk di daerah Tasikmalaya. Ijuk aren yang dipilih hanya ijuk aren dengan panjang minimal 250 mm untuk spesimen pengujian tarik dan 150 mm untuk spesimen pengujian tekan.

Perendaman menggunakan larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam seperti pada Gambar 3.11 bertujuan untuk menghilangkan lignin yang masih tersisa di serat sehingga rekatan *interface* serat dengan matrik menjadi kuat.



**Gambar 3.11.** Ijuk aren direndam dalam larutan alkali

Setelah didapatkan serat yang benar-benar bersih kemudian serat dibilas dengan air selama 3 hari, setiap 6 jam air diganti. Setelah itu diangin-anginkan pada suhu kamar sampai kering. Serat tersebut tidak boleh dijemur dengan panas matahari langsung .

### 3.3 Perhitungan Fraksi Volume

Setelah panjang, lebar dan tebal dari spesimen uji diketahui. Untuk pembuatan cetakan material komposit tebalnya menyesuaikan dengan spesimen uji. Adapun panjang dan lebarnya menyesuaikan dengan dimensi dari cetakan komposit itu sendiri Sehingga didapatkan dimensi pencetakan komposit adalah:

#### **Volume Cetakan ( $v_c$ )**

$$p=300 \text{ mm}$$

$$l=250 \text{ mm}$$

$$t= 3 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} v_c &= p \times l \times t \\ &= 300 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \\ &= 225000 \text{ mm}^3 \\ &= 225 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan untuk fraksi volume serat 10% adalah sebagai berikut:



**Volume Serat ( $v_f$ )**

$$v_f = V_f \times v_c$$

$$v_f = 10\% \times 225 \text{ cm}^3$$

$$v_f = 22,5 \text{ cm}^3$$

**Massa Serat ( $m_f$ )**

$$m_f = v_f \times \rho_f$$

$$m_f = 22,5 \text{ cm}^3 \times 1,136 \text{ g/cm}^3$$

$$m_f = 25,56 \text{ g}$$

**Volume matrik ( $v_m$ )**

$$v_m = v_c \times (100\% - 10\%)$$

$$v_m = 225 \text{ cm}^3 \times 90\%$$

$$v_m = 202,5 \text{ cm}^3$$

**Massa matrik ( $m_m$ )**

$$m_m = v_m \times \rho_m$$

$$= 202,5 \text{ cm}^3 \times 1,17 \text{ g/cm}^3 = 236 \text{ g}$$

Keterangan:  $v_f$  = volume serat ( $\text{cm}^3$ )  
 $v_m$  = volume matrik ( $\text{cm}^3$ )  
 $\rho_f$  = massa jenis serat ( $\text{g/cm}^3$ )  
 $m_k$  = massa katalis (g)  
 $p$  = panjang cetakan (cm)  
 $l$  = lebar ceakan (cm)  
 $t$  = tinggi cetakan (cm)  
 $m_r$  = massa resin (g)

Hasil perhitungan massa serat dan epoksi untuk variasi lainnya dapat dilihat pada Tabel 3.2

**Tabel 3.2.** Hasil Perhitungan massa serat dan matrik

Fraksi Volume Vf (%)	Serat (gram)	Epoksi (gram)
0	0	263,25
10	25,56	236
20	51,12	208,75
30	76,68	181,5
40	102,24	154,25

### 3.4 Pencetakan Komposit

Langkah-langkah pencetakan komposit ini antara lain:

1. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (*press mold*). Cetakan disiapkan sesuai ukuran yang ditentukan.
2. Menyiapkan serat yang sudah dipotong sesuai dengan panjang yang ditentukan, letakkan serat pada cetakan yang setiap ujungnya dipasang *doubletape* seperti pada Gambar 3.12.



**Gambar 3.12.** Ijuk aren yang sudah tersusun di cetakan

3. Mencampurkan epoksi resin dan epoksi *hardener* dengan perbandingan massa 1:1.
4. Setelah serat tertata, tuangkan epoksi yang sudah tercampur perlahan-lahan seperti pada Gambar 3.13 agar merata dan tidak terjadi gelembung dalam adonan.



**Gambar 3.13.** Penuangan epoksi

5. Pengepresan dilakukan setelah semua resin dan serat dituangkan kedalam cetakan seperti pada Gambar 3.14. Penekanan semaksimal mungkin agar didapat hasil cetakan dengan ketebalan yang diinginkan.



**Gambar 3.14.** Penekanan cetakan

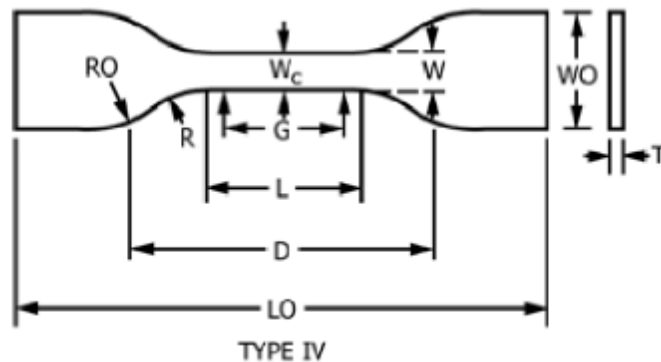
6. Setelah dibiarkan selama 24 jam cetakan dibuka dan komposit dibongkar hasil cetakan seperti pada Gambar 3.15..



**Gambar 3.15.** Material komposit setelah dicetak

### 3.5 Pembuatan Spesimen

Setelah material komposit dianggap sudah kering, kemudian dilakukan pemotongan dan pembentukan menjadi spesimen uji sesuai standar uji ASTM D638 dengan modifikasi lebar dan D3410 sesuai standar ASTM.



**Gambar 3.16.** Dimensi spesimen uji Tarik

$$L0 = 125 \text{ mm}$$

$$D = 65 \text{ mm}$$

$$L = 33 \text{ mm}$$

$$G = 25 \text{ mm}$$

$$W0 = 15 \text{ mm}$$

$$W = 6 \text{ mm}$$

$$R0 = 25 \text{ mm}$$

$$R = 14 \text{ mm}$$

$$T = 3 \text{ mm}$$

Keterangan:

$L0$  = panjang spesimen keseluruhan

$L$  = panjang gauge spesimen

$G$  = daerah patahan yang diijinkan

$W0$  = lebar grip spesimen

$W$  = lebar gauge spesimen

$T$  = tebal spesimen

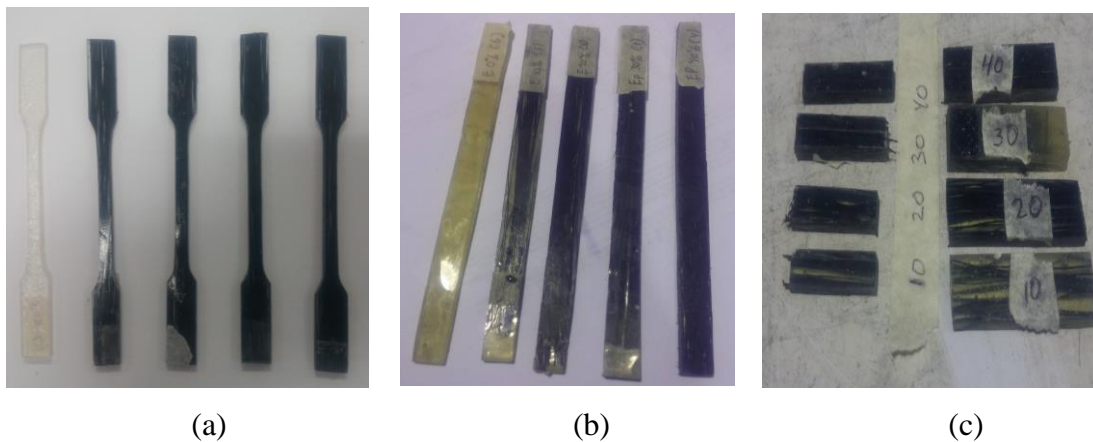
Melakukan pemotongan sesuai dengan ukuran yang ditentukan dengan menggunakan pisau pemotong (Gambar 3.17) dan pembentukan spesimen tarik menggunakan mesin milling (Gambar 3.18). Hasil pembentukan spesimen seperti pada Gambar 3.19



**Gambar 3.17.** Proses pemotongan lembaran komposit.



**Gambar 3.18.** Proses pembentukan spesimen uji tarik sesuai ASTM D638



**Gambar 3.19.** (a) Spesimen tarik (ASTM D638), (b) Spesimen tekan (ASTM D3410), dan (c) Spesimen foto makro.

### 3.6 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik (BBKKP) Yogyakarta pada suhu udara 26-28°C dengan kelembaban 50 %.

#### 3.6.1 Alat yang digunakan

Alat uji tarik adalah sebagai berikut:

- a. Jangka sorong untuk mengukur tebal dan lebar *gauge* spesimen.
- b. Penggaris untuk mengukur panjang awal spesimen sebelum patah.
- c. *Universal Testing Machine* (UTM) sebagai mesin uji tarik.
- d. Seperangkat Komputer

#### 3.6.2 Prosedur pengujian tarik

Sebelum diuji, spesimen diukur lebar dan tebal pada daerah *gauge length* menggunakan jangka sorong dan panjang keseluruhan spesimen menggunakan penggaris. Berikut adalah prosedur yang pengujian tarik berdasarkan ASTM D638:

1. Menyeting parameter pengujian, kecepatan uji (2 mm/menit), dan format laporan yang akan ditampilkan setelah pengujian.
2. Menempatkan area grip spesimen pada penjepit mesin uji seperti pada Gambar 3.20.
3. Mereset pembebanan dan regangan pada posisi nol.
4. Menekan tombol “start” melalui computer untuk memulai pengujian.



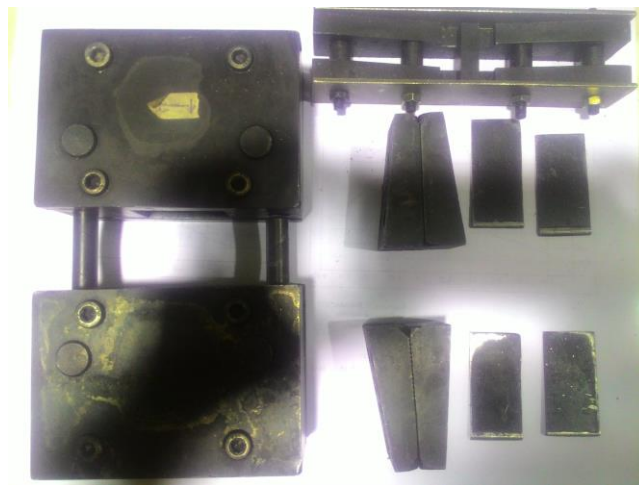
**Gambar 3.20.** Pengujian tarik.

### 3.7 Pengujian Tekan

Pengujian tekan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada suhu udara 26-28°C dengan kelembaban 50 %.

#### 3.7.1 Alat yang digunakan

- a) Jangka sorong untuk mengukur tebal dan lebar *gauge* spesimen.
- b) Penggaris untuk mengukur panjang awal spesimen sebelum patah.
- c) *Compression Test Fixture* seperti pada Gambar 3.21 sebagai penahan spesimen ketika pengujian.
- d) *Screw Driver* untuk memasang dan membongkar *Compression Test Fixture*.
- e) *Universal Testing Machine* (UTM) sebagai mesin uji tekan.
- f) Seperangkat Komputer..



**Gambar 3.21.** *Compression Test Fixture.*

#### 3.7.2 Prosedur pengujian tekan

Sebelum diuji, spesimen diukur lebar dan tebal pada daerah *gauge length* menggunakan jangka sorong dan panjang keseluruhan spesimen menggunakan penggaris. Berikut adalah prosedur yang pengujian tarik berdasarkan ASTM D638:

1. Menyeting parameter pengujian, kecepatan uji (1,5 mm/menit), dan format laporan yang akan ditampilkan setelah pengujian.

2. Memasang spesimen pada *Compression Test Fixture*.
3. Menempatkan *Compression Test Fixture* yang telah dipasangi sepesimen pada mesin uji seperti pada Gambar 3.22.
4. Mereset pembebanan dan regangan pada posisi nol.
5. Menekan tombol “start” melalui computer untuk memulai pengujian.



**Gambar 3.22.** Pengujian Tekan.

### **3.8 Perhitungan Nilai Fraksi Volume Aktual**

Nilai fraksi volume aktual dianalisis dari foto makro menggunakan *software imagej* dengan prosedur sebagai berikut :

#### **3.8.1 Foto makro**

Pengambilan foto makro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Berikut adalah prosedur persiapan spesimen dan pengambilan foto makro :

1. Spesimen dipotong tegak lurus terhadap arah serat sepanjang 10 mm.
2. Mengamplas area yang akan difoto.
3. Menyiapkan alat uji makro.
4. Menempatkan spesimen dibawah lensa uji foto makro seperti pada Gambar 3.23.
5. Pengambilan gambar melalui komputer.



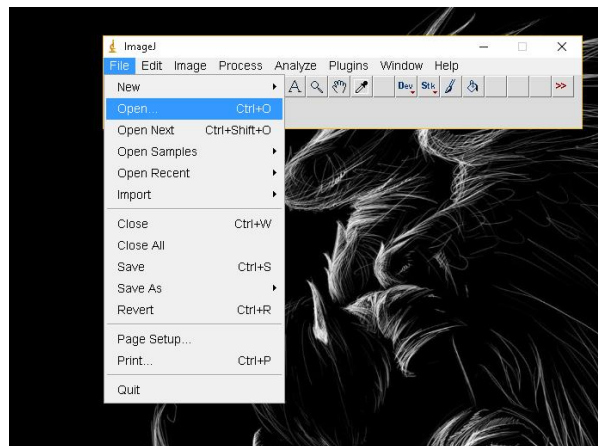


**Gambar 3.23.** Pengambilan Foto Makro.

### 3.8.2 Software *ImageJ*

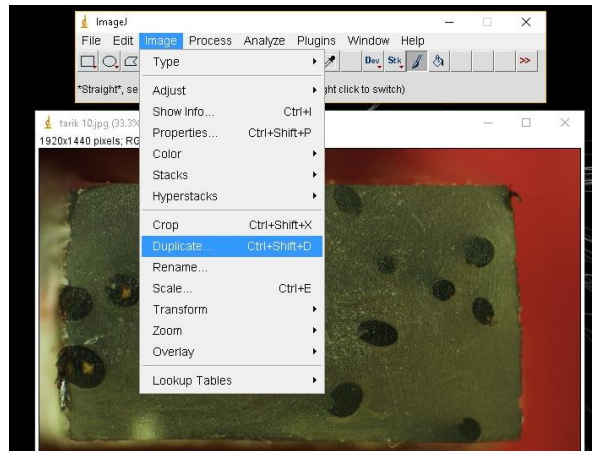
Berikut adalah prosedur analisa menggunakan *software ImageJ* :

1. *Open* foto makro melalui *software ImageJ* seperti pada Gambar 3.24.



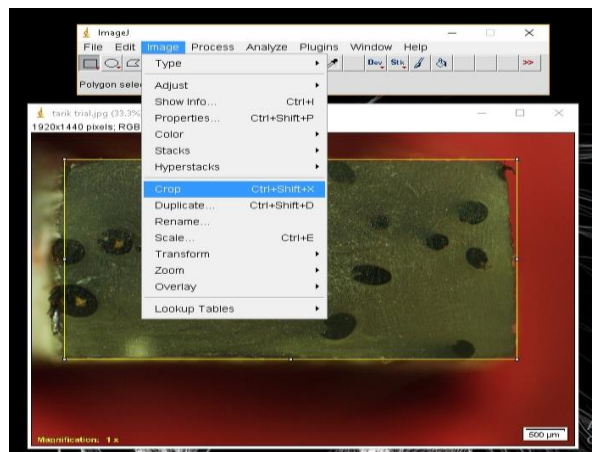
**Gambar 3.24.** Menu *Open* pada *ImageJ*.

2. Setelah foto terbuka, gunakan perintah *Duplicate* untuk menggandakan foto seperti pada Gambar 3.25.



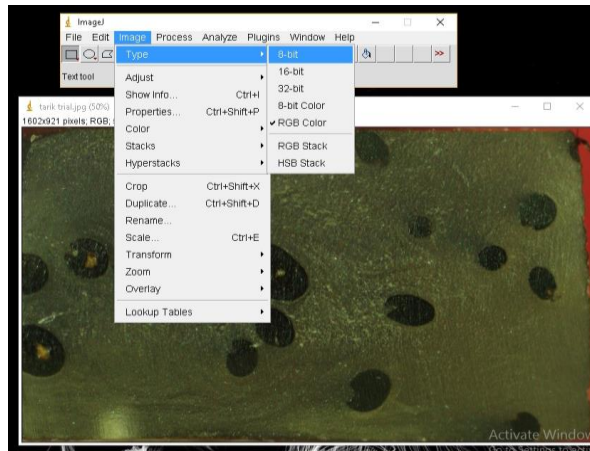
**Gambar 3.25.** Menu *Duplicate* pada *ImageJ*.

3. Kemudian potong foto dengan perintah *Crop* pada area specimen yang akan dianalisis seperti pada Gambar 3.26.



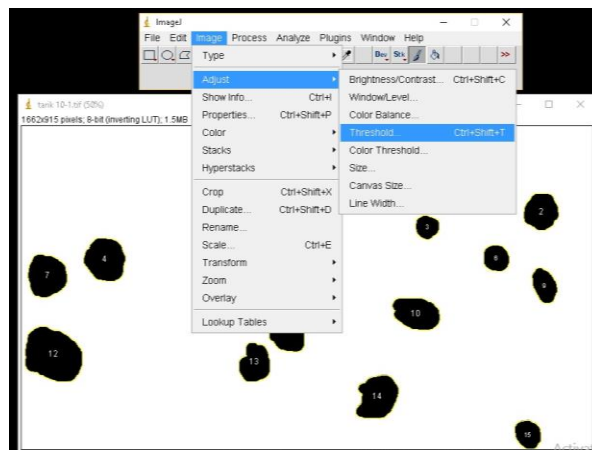
**Gambar 3.26.** Menu *Crop* pada *ImageJ*.

4. Mengubah tipe gambar melalui menu *type* menjadi 8-bit seperti pada Gambar 3.27.



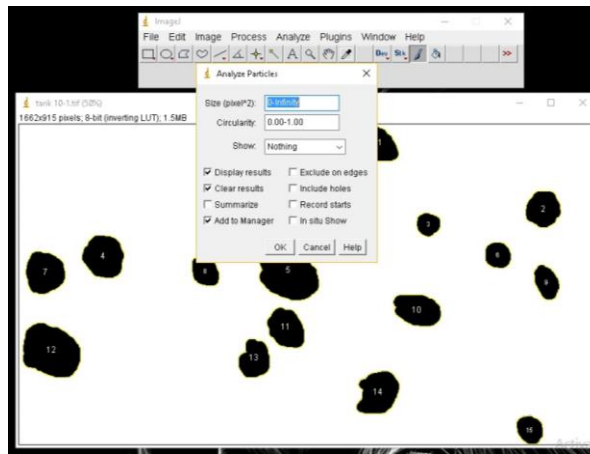
**Gambar 3.27.** Menu *Type* pada *ImageJ*.

5. Menandai bidang serat dengan warna hitam menggunakan perintah *paintbrush tool*.
6. Mengubah *background* foto menjadi putih menggunakan menu *Threshold* seperti pada Gambar 3.28.



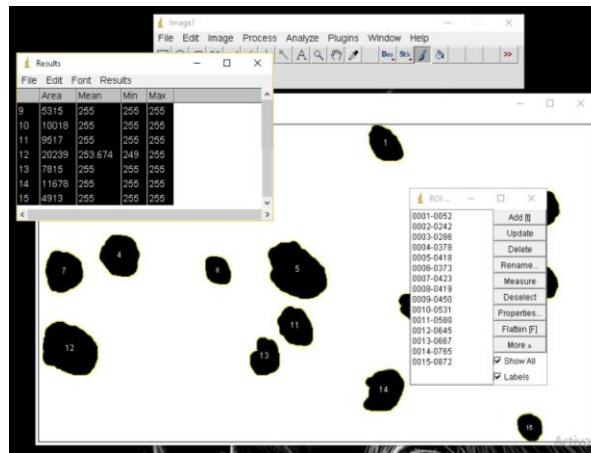
**Gambar 3.28.** Menu *Threshold* pada *ImageJ*.

7. Menganalisa foto yang telah dimodifikasi dengan perintah *Analyze > Analyze Particles* kemudian mengubah pengaturannya seperti pada Gambar 3.29.



**Gambar 3.29.** Pengaturan *Analyze Particles* pada *ImageJ*.

8. Memindahkan hasil analisa foto dengan menandai semua data pada kotak *Results* ke *Microsoft Excel* seperti pada Gambar 3.30.

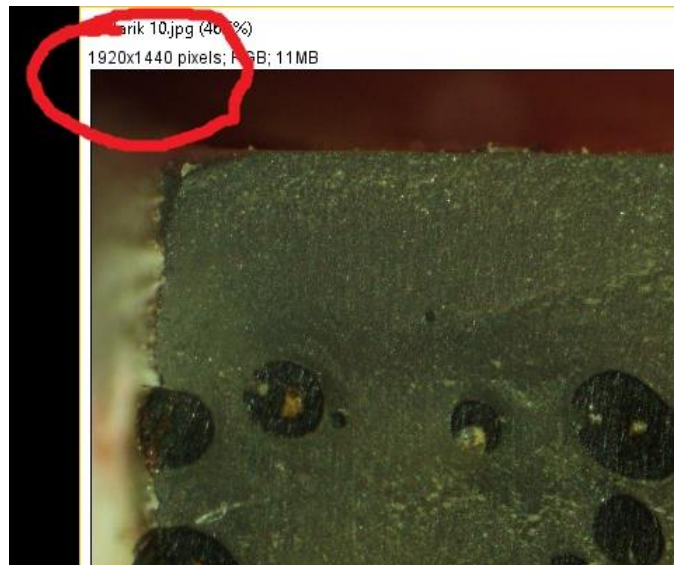


**Gambar 3.30.** Hasil data analisa pada *ImageJ*.

9. Menjumlahkan seluruh data yang ada di kolom *Area* seperti pada Gambar 3.31 kemudian hasilnya dibagi dengan dimensi *pixels* pada foto seperti pada Gambar 3.32.

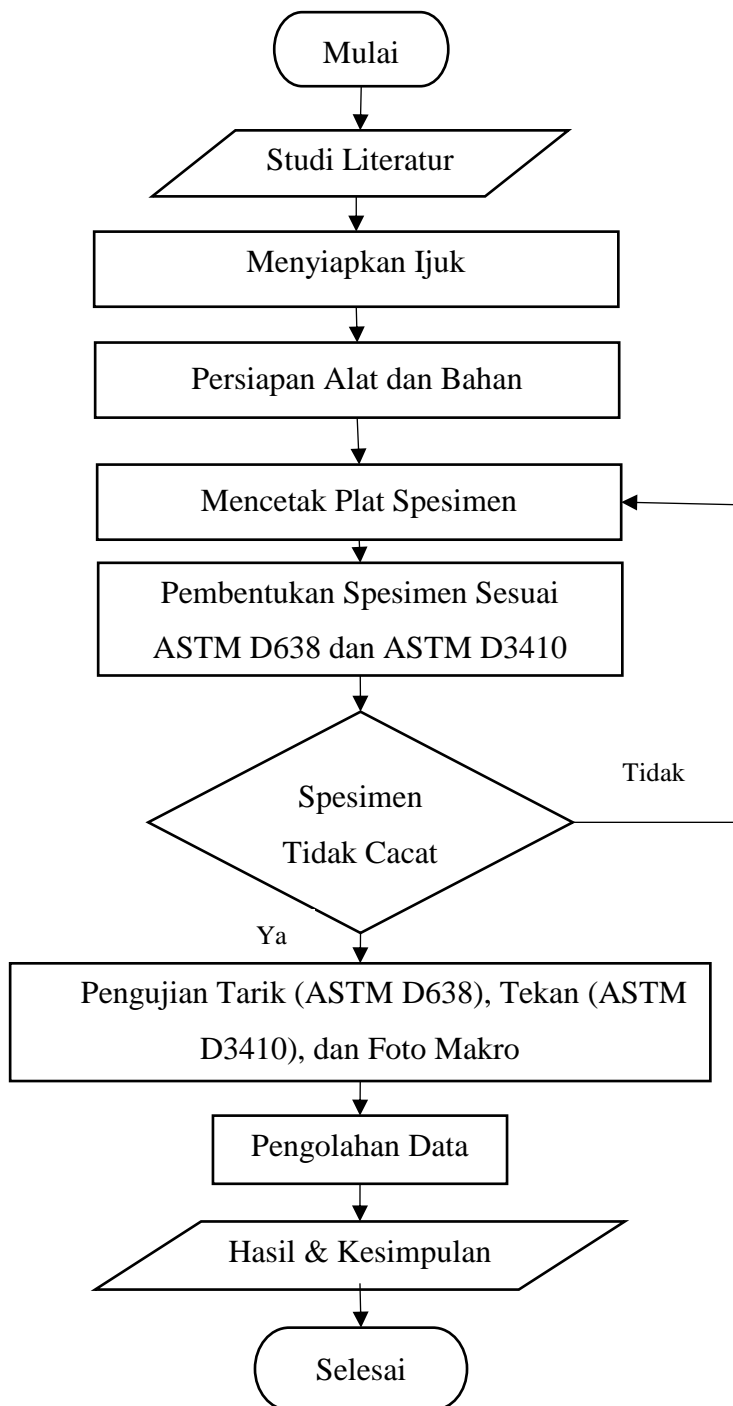
	A	B	C	D	E
3		Area	Mean	Min	Max
4	1	8089	255	255	255
5	2	8306	255	255	255
6	3	3627	255	255	255
7	4	11638	255	255	255
8	5	17272	255	255	255
9	6	4581	255	255	255
10	7	10989	255	255	255
11	8	5381	255	255	255
12	9	5315	255	255	255
13	10	10018	255	255	255
14	11	9517	255	255	255
15	12	15765	255	255	255
16	13	7815	255	255	255
17	14	11678	255	255	255
18	15	4913	255	255	255
20		1520730	134904	0.08871	

Gambar 3.31. Data analisa pada *Microsoft Excel*.



Gambar 3.32. Dimensi *pixels* pada *ImageJ*.

### 3.9 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.33.** Diagram alir penelitian.

