

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan informasi pengolahan daur sampah *styrofoam* dan memanfaatkan nanoserat untuk filter rokok. Sampah *styrofoam* dikumpulkan dari bekas kemasan elektronik dan makanan yang sudah tidak digunakan lagi, setelah sampah terkumpul dilakukan pembersihan dan dipotong menjadi bentuk yang lebih kecil untuk dilarutkan dengan pelarut D-Limonen dan DMF (*dimenthyl formamide*). Larutan tersebut dilakukan elektrospinning di Laboratorium Material Prodi Fisika ITERA. Hasil pemintalan dibuat untuk penyaringan asap rokok yang kemudian dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy* (FTIR) di Laboratorium GLABS Indonesia. Dengan karakterisasi FTIR untuk mengetahui efisiensi penyaringan nanoserat.

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang menguji hipotesis yang telah dirumuskan. Secara umum penelitian ini terbagi menjadi empat tahapan, yaitu: 1) Studi literatur, 2) eksperimen, 3) pengolahan dan analisis data, dan 4) penulisan tugas akhir. Gambaran setiap tahapan penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat dan bahan yang digunakan

No	Nama Alat dan Bahan	Gambar Alat dan Bahan
Bahan		
1.	Sampah <i>styrofoam</i>	
2.	<i>N,N Dimethylformamide</i> (DMF)	
3.	D-Limonene	
Peralatan		
1.	Pengaduk Magnet	

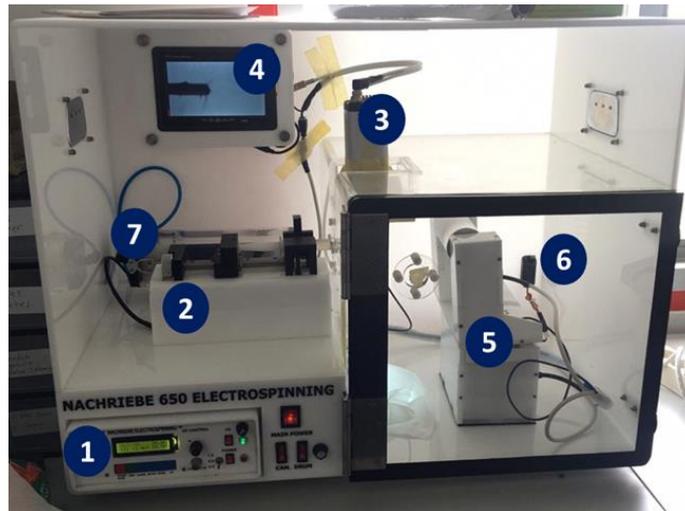
No	Nama Alat dan Bahan	Gambar Alat dan Bahan
2.	Gelas Beaker	
3.	Pipet Tetes	
4.	Spatula	
5.	Botol Vial	
6.	Pinset	
7.	Timbangan	
9.	Suntikan (<i>syringe</i>)	
10.	Mikrometer Scrub Digital	

No	Nama Alat dan Bahan	Gambar Alat dan Bahan
11.	Pompa Vakum 50 PM	
12.	Viskometer Ostwald	
1	Mikroskop Optik	

3.4 Sistem Elektrosinning

Peralatan elektrosinning yang digunakan dalam penelitian ini adalah Nachriebe 650. Sistem ini dilengkapi dengan antara lain sebagai berikut:

1. *Power Supply* Tegangan Tinggi,
2. *Syringe Pump*,
3. Kamera,
4. *Liquid Crystal Display* (LCD) monitor,
5. Drum Kolektor,
6. Sensor Kelembaban, dan
7. Tabung Silika Gel.



Gambar 3.2 Peralatan elektrospinning Nachriebe 650.

Keterangan:

1. *Power Supply* Tegangan Tinggi

Berfungsi sebagai pensuplai tegangan tinggi yang diberikan pada jarum, agar larutan menjadi bermuatan dan tertarik ke arah *ground* sehingga memungkinkan terbentuknya serat. Dapat dioperasikan hingga 20 kV DC dengan stabil. Selain pengaturan besar tegangan yang digunakan, di dalamnya juga terdapat pengaturan laju alir *syringe pump* dan pengaturan kelembaban udara dalam *chamber* pada nilai diinginkan yang ditampilkan dalam satu LCD.

2. *Syringe Pump*

Syringe pump digunakan sebagai pendorong larutan dengan laju alir tertentu yang dapat diatur, alat ini sudah terkalibrasi, dan *flowrate* dapat dioperasikan dengan satuan ml/menit ; ml/jam ; μ l/menit dan μ l/jam.

3. Kamera

Cone jet adalah istilah dalam elektrospinning, yaitu bentuk kerucut dalam ujung jarum yang menandakan terbentuknya serat pada larutan (Gambar 3.4). Untuk mengamati ini, harus menggunakan kamera dengan perbesaran yang tinggi. Dalam sistem ini terdapat kamera dengan perbesaran 30 kali yang berfungsi untuk mengamati bentuk *cone jet* ini setiap saat. Serat yang berkualitas baik ditunjukkan dengan kestabilan bentuk kerucut ini (tidak putus-putus). Karena itu monitoring bentuk kerucut ini setiap waktu sangat diperlukan.

4. LCD Monitor

LCD monitor ini berfungsi untuk menampilkan tampilan gambar yang ditangkap oleh kamera. Monitor ini memiliki ukuran sebesar 7 inch.

5. Drum Kolektor

Kolektor digunakan sebagai penampung serat, jenis kolektor yang digunakan berbentuk silinder (drum) berbahan aluminium dengan diameter 5,5 cm dan panjang 12 cm yang dapat berputar. Selain dapat berputar, kolektor ini juga dapat bergerak ke kanan-kiri (dilihat dari depan) yang dapat diatur kecepatannya untuk mengumpulkan serat dengan ketebalan yang seragam.

6. Sensor Kelembaban

Dalam proses elektrospinning, parameter lingkungan seperti kelembaban udara sangat menentukan dalam pembentukan serat. Kelembaban relatif udara yang baik dalam proses elektrospinning berkisar antara 30-65% bergantung pada jenis polimer yang digunakan. Oleh karena itu diperlukan sistem yang dapat mengontrol kelembaban udara. Pada sistem elektrospinning yang digunakan, dilengkapi sistem pengaturan kelembaban udara yang dapat diatur pada nilai yang dibutuhkan. Penurunan kelembaban menggunakan material silika gel, dengan sirkulasi udara yang diatur melalui sebuah pompa yang akan mati secara otomatis apabila sudah mencapai nilai kelembaban yang diset. Sedangkan sensor kelembaban menggunakan sensor DHT21 dengan keakuratan dan yang baik ($\pm 1\%$), selain kelembaban sensor ini juga sekaligus dapat membaca nilai temperatur udara yang ada di dalam *chamber*.

7. Tabung Silika Gel

Silika gel adalah material yang dapat menyerap uap air yang terdapat di udara. Silika gel akan berubah warna dari biru menjadi pudar atau kemerahan apabila sudah digunakan, apabila kondisi ini sudah terjadi, maka silika gel harus segera diganti dengan yang baru, silika gel yang sudah pudar bisa digunakan kembali dengan cara dipanaskan sampai kembali warnanya menjadi biru.

3.5 Prosedur Eksperimen

Untuk mempelajari pengaruh beberapa parameter pada elektrospinning terhadap morfologi, diameter serat, dan kinerja penyaringan, maka dilakukan beberapa variasi yang meliputi:

3.5.1 Parameter Larutan

Pembuatan nanoserat diawali dengan membuat larutan *styrofoam*. Larutan dibuat dengan cara melarutkan sampah *styrofoam* yang sebelumnya telah dibersihkan dan dipotong kecil-kecil pada campuran pelarut DMF dan D-limonen. Diameter serat dari hasil elektrospinning dapat divariasikan dengan cara memvariasikan parameter larutan yang terdiri dari viskositas dan tegangan permukaan larutan[17–19]. Parameter-parameter tersebut dapat divariasikan melalui konsentrasi larutan. Selain itu Rajak,dkk[20], juga menjelaskan bahwa viskositas dan tegangan permukaan dapat divariasikan melalui variasi perbandingan pelarut, diperoleh dari hasil penelitian Rajak,dkk bahwa perbandingan pelarut yang terbaik adalah 1:1 yang akan digunakan dalam penelitian ini. Tabel 3.2 menunjukkan variasi konsentrasi larutan *styrofoam* yang akan dibuat untuk memperoleh variasi morfologi dan diameter serat.

Tabel 3.2 Parameter larutan pembuatan filter nanoserat

Konsentrasi larutan <i>styrofoam</i> (%)	Massa <i>styrofoam</i> (gram)	Massa pelarut (gram)	
		DMF	D-limonen
		1 : 1	
15	1,5	4,25	4,25
17,5	1,75	4,125	4,125
20	2	4	4
22,5	2,25	3,875	3,875
25	2,5	3,75	3,75

3.5.2 Parameter Proses

Parameter proses elektrospinning yang meliputi tegangan, laju alir, dan waktu pemintalan juga memiliki pengaruh besar terhadap morfologi dan diameter serat yang dihasilkan[20–22]. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan beberapa variasi dari parameter tersebut yang ditunjukkan pada tabel 3.3. Khusus parameter waktu pemintalan pada proses elektrospinning, dilakukan untuk

menghasilkan ketebalan serat yang bervariasi, dimana secara teori ketebalan lembaran serat meningkat secara linear dengan waktu pemintalan[23].

Tabel 3.3 Parameter proses elektrosinning

Parameter	Variasi	Parameter yang dijaga tetap			
Tegangan (kV)		Konsentrasi Larutan <i>styrofoam</i>	Laju alir	Jarak jarum terhadap kolektor	Waktu pemintalan
	<ul style="list-style-type: none"> • 7 • 8 • 9 • 10 • 11 • 12 • 13 • 14 • 15 	25 %	15 $\mu\text{L}/\text{menit}$	10 cm	90 menit
Laju Alir ($\mu\text{L}/\text{menit}$)		Konsentrasi Larutan <i>styrofoam</i>	Tegangan	Jarak jarum terhadap kolektor	Waktu pemintalan
	<ul style="list-style-type: none"> • 5 • 10 • 15 • 20 • 25 • 30 	25 %	12 kV	10 cm	90 menit

Parameter	Variasi	Parameter yang dijaga tetap			
		Konsentrasi Larutan <i>styrofoam</i>	Tegangan	Laju alir	Jarak jarum terhadap kolektor
Waktu Pemintalan (menit)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 60 • 90 • 120 • 150 • 180 • 210 	25 %	12 kV	15 μ L/menit	10 cm
		Waktu pemintalan (menit)	Tegangan	Laju alir	Jarak jarum terhadap kolektor
Konsentrasi Larutan <i>styrofoam</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 15% • 17,5% • 20% • 22,5% • 25% 	90	12 kV	15 μ L/menit	10 cm
		Konsentrasi Larutan <i>styrofoam</i>	Laju Alir	Tegangan	Waktu Pemintalan
Jarak Ujung Jarum dengan Kolektor	<ul style="list-style-type: none"> • 5 cm • 7,5 cm • 10 cm • 12,5 cm • 15 cm 	25%	15 μ L/menit	12 kV	90 menit

Parameter	Variasi	Parameter yang dijaga tetap			
	<ul style="list-style-type: none"> • 17,5 cm • 20 cm 				

3.6 Karakterisasi Larutan dan Lembaran Nanoserat *Styrofoam*

Karakterisasi larutan dan lembaran nanoserat diperlukan untuk mengetahui pengaruh parameter fisis larutan terhadap morfologi dan diameter serat yang dihasilkan serta pengaruh diameter serat terhadap kinerja penyaringan asap rokok. Sehingga dilakukan beberapa karakterisasi pada larutan dan lembaran nanoserat seperti yang dideskripsikan sebagai berikut.

3.6.1 Karakterisasi Larutan

Larutan yang telah homogen kemudian dikarakterisasi sifat fisisnya (viskositas larutan) dengan melakukan variasi konsentrasi larutan. Viskositas larutan diukur dengan menggunakan viskometer jenis Ostwald dengan merek Fenske. Larutan akan dimasukkan ke dalam viskometer kemudian pada garis awal (X_0) dihitung waktu yang dibutuhkan untuk sampai garis akhir (X) menggunakan stopwatch.

$$\eta = \eta_0 \frac{\rho_{lrt} t_{lrt}}{\rho_{air} t_{air}} \quad (3.1)$$

Keterangan :

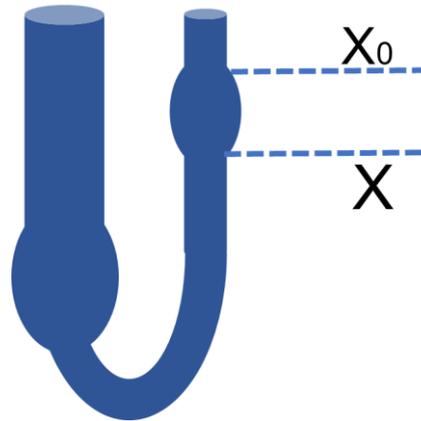
η = viskositas larutan (cP)

η_0 = viskositas air (0,37 cP)

ρ_{lrt} = massa jenis larutan (kg/m^3)

ρ_{air} = massa jenis air (1000 kg/m^3)

t = waktu (sekon)



Gambar 3.3 Viskometer Ostwald.

3.6.2 Karakterisasi Lembaran Nanoserat

Setelah proses elektrospinning lembaran membran nanoserat *styrofoam* dengan dimensi 12 x 18 cm diperoleh, selanjutnya akan dilakukan beberapa karakterisasi meliputi: morfologi dan diameter serat, ketebalan, dan *basic weight*.

a. Pengukuran morfologi dan diameter serat

Morfologi dan diameter serat dapat dilihat dengan menggunakan peralatan berupa mikroskop. Mikroskop secara umum terbagi menjadi dua, yaitu mikroskop yang berbasis optik dan elektron. Mikroskop optik memiliki keterbatasan, yaitu hanya dapat melihat benda atau sampel dengan perbesaran umumnya hanya sampai 1.000 kali, sehingga hanya dapat melihat serat yang berukuran di atas 1 μm . Sedangkan mikroskop yang berbasis elektron atau SEM (*scanning electron microscope*) dapat melihat benda berukuran di bawah 1 μm sampai sekitar 100an nm.

Namun demikian mikroskop optik tetap digunakan dalam penelitian ini untuk melihat serat yang berukuran diatas 1 μm . Sedangkan yang berukuran dibawah 1 μm pengukuran dilakukan menggunakan SEM. Pengujian SEM dilakukan di Laboratorium *Basic Science A* (BSC-A) FMIPA ITB menggunakan instrumen SEM yaitu JEOL, tipe JSM-6510LA yang dilengkapi dengan vakum rendah, perbesaran maksimal 300.000 kali, dan tegangan maksimal sebesar 30 kV.

Pengukuran diameter serat dari gambar yang telah diperoleh melalui pengamatan mikroskop optik dan SEM dilakukan dengan menggunakan perangkat

lunak ImageMIF. Metode pengukuran pada *software* tersebut dilakukan dengan menarik garis sebesar diameter serat pada gambar sebanyak 200 kali pengambilan.

b. Pengukuran ketebalan

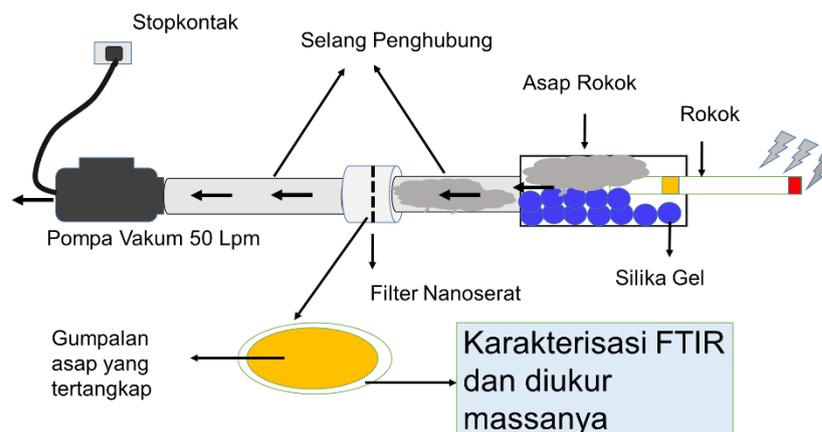
Ketebalan serat diukur menggunakan mikrometer sekrup digital dengan ketelitian pengukuran sebesar 0,001 mm atau 1 μm . Ketebalan serat diperlukan untuk perhitungan kerapatan serat dan porositas.

c. Pengukuran *basic weight*

Basic weight merupakan perbandingan massa styrofoam dengan luas nanoserat pada mesh stainless. *Basic weight* menyatakan berat nanoserat yang sebenarnya dengan perbandingan variasi konsentrasi larutan.

3.7 Prosedur Pengujian Filter Rokok

Gambar 3.3 meng-ilustrasikan metode penyaringan asap rokok yang dibuat dimana proses filtrasi rokok dengan menggunakan alat penyedot asap berupa pompa vakum dengan 50 Lpm yang disalurkan melalui selang. Selang tersebut dihubungkan dengan penghubung selang, yang didalamnya telah diletakan filter nanoserat dari hasil elektrosinning sampah *styrofoam*. Sebelum asap masuk kedalam selang, asap melewati tabung silika gel. Dimana silika gel berfungsi untuk menyerap uap air yang dihasilkan dari sisa pembakaran rokok.



Gambar 3.3 Metode penyaringan asap rokok.

3.8 Tempat Penelitian

Adapun kegiatan penelitian beserta tempat penelitian yang dilakukan, yaitu:

Tabel 3.4 Kegiatan penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Tempat Penelitian
1	Pembuatan Larutan	Laboratorium Material Prodi Fisika ITERA
2	Uji Viskositas	Laboratorium Material Prodi Fisika ITERA
3	Pembuatan Serat dengan Elektrospinning	Laboratorium Material Prodi Fisika ITERA
4	Uji Mikroskop Optik	Laboratorium Biologi ITERA
5	Uji SEM	FMIPA ITB
6	Uji FTIR	GLABS Indonesia

3.9 Jadwal Kegiatan

Tahap penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Januari 2020 dan berakhir pada bulan Agustus 2020. Secara detail jadwal dari penelitian ini seperti pada tabel 3.6.

Tabel 3.5 Jadwal penelitian

No	Jenis Kegiatan	Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Ags.
1	Persiapan									
	Studi literatur									
	Pengadaan dan pengumpulan bahan-bahan sampah styrofoam									

No	Jenis Kegiatan	Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Ags.
	Pembersihan dan pemotongan sampah									
	Persiapan peralatan eksperimen dan bahan pendukung									
2	Eksperimen									
	Pembuatan larutan <i>styrofoam</i>									
	Proses pembuatan nanoserat dengan teknik elektrospinning dan optimasinya									
	Karakterisasi morfologi dan diameter serat menggunakan mikroskop optik dan SEM									
3	Pengolahan data									
	Pengolahan data distribusi diameter serat									

No	Jenis Kegiatan	Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Ags.
	dan keseragamannya									
	Analisis data hasil eksperimen filtrasi asap rokok.									
4	Tugas Akhir Penelitian									
	Penulisan Tugas Akhir									