

# PEMBUATAN NANOSERAT DARI SAMPAH *STYROFOAM* UNTUK APLIKASI FILTER ROKOK

Chalpin Sapenta Tarigan<sup>1</sup>, Rajak Abdul<sup>2</sup>

Laboratorium Fisika, Jurusan Sains, Fakultas FMIPA, Institut Teknologi Sumatera, Jl Ryacudu, Lampung Selatan

## ABSTRAK

Pencemaran lingkungan terus meningkat seiring dengan peningkatan penggunaan *styrofoam* dalam berbagai bidang industri. Sampah *styrofoam* menjadi salah satu sampah padat kota (*municipal solid waste* MSW) karena sukar terurai secara alami. Namun, sampai saat ini metode daur ulang sampah *styrofoam* belum efisien untuk mengurangi jumlah sampah *styrofoam*, dibandingkan dengan peningkatan penggunaannya. Salah satu cara yang ditawarkan dalam penelitian ini untuk mengurangi sampah *styrofoam* adalah dengan memanfaatkan teknik elektrospinning untuk pembuatan nanoserat. Untuk memperoleh nanoserat dengan berbagai morfologi dan diameter serat, maka akan dilakukan variasi parameter-parameter fisika dalam teknik elektrospinning. Berdasarkan variasi parameter-parameter fisika tersebut akan dipelajari *basic weight*, ketebalan nanoserat, dan karakterisasi SEM (*scanning electron microscope*) lembaran nanoserat. Aplikasi nanoserat dari sampah *styrofoam* dapat diaplikasikan menjadi filter rokok. Filter rokok dari sampah *styrofoam* tersebut dapat filtrasi komponen-komponen partikel *ultrafine* yang berukuran PM<sub>2,5</sub> atau dengan diameter 0,1 µm–2,5 µm. Berdasarkan filtrasi asap rokok menggunakan nanoserat dari sampah *styrofoam* tersebut akan dipelajari jumlah massa gumpalan asap rokok yang tersaring oleh nanoserat dan karakterisasi FTIR (*fourier transform infra-red*) terhadap nanoserat yang telah dilewati asap rokok.

**Kata kunci:** sampah *styrofoam*, nanoserat, filter rokok.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu bahan plastik yang penggunaannya semakin meningkat saat ini adalah *styrofoam*. *Styrofoam* dikenal dengan nama ilmiah *expanded polystyrene* (EPS) dengan bahan dasar penyusun *styrofoam* adalah *polystyrene* (PS)[1]. PS adalah jenis plastik urutan ke enam dari tujuh jenis diantaranya: 1) *polyethylene terephthalate* (PET), 2) *high density polyethylene* (HDPE), 3) *polyvinyl chloride* (PVC), 4) *low density*

*polyethylene* (LDPE), 5) *polypropylene* (PP), 6) *polystyrene* (PS), 7) *polycarbonate* (PC). PS merupakan polimer yang tersusun dari rantai *monomer styrene*, yaitu sebuah hidrokarbon cair yang dibuat dari minyak bumi. Berdasarkan klasifikasi PS, *styrofoam* merupakan salah satu dari lima turunan PS yang tersusun dari bahan aromatik *monomer styrene*[2,3]. Saat ini, *styrofoam* oleh masyarakat umumnya digunakan sebagai kemasan makanan,

kemasan barang elektronik, bahan kerajinan, dekorasi, bahan bangunan, dan sebagainya. Kelebihan yang dimiliki oleh *styrofoam* antara lain: memiliki bobot yang ringan, mudah dibentuk, bahan *insulator* yang baik, dan harga yang murah[2]. Meskipun banyak kelebihan yang diberikan oleh *styrofoam*, namun penggunaan *styrofoam* menimbulkan masalah lingkungan karena sampahnya tidak bisa terurai secara alami. *Styrofoam* adalah salah satu jenis plastik yang paling sulit terurai secara alami oleh tanah. Peningkatan sampah *styrofoam* seiring dengan peningkatan produksi barang elektronik dan industri kemasan makanan. Saat ini, *styrofoam* sudah termasuk pada salah satu sampah padat kota (*municipal solid waste*, MSW) yang kondisinya sudah mengkhawatirkan. Kekhawatiran tersebut dikarenakan penanganan sampah *styrofoam* masih berupa penimbunan dan pembakaran yang akan menimbulkan masalah baru terhadap kerusakan tanah dan polusi udara[1–4].

Filter rokok dimanfaatkan untuk mencegah tembakau masuk ke dalam mulut perokok, menyerap asap rokok, dan melindungi mulut dari api. Filter rokok pada saat ini mampu menyaring unsur logam yang terkandung dalam asap rokok dengan persentase 0,7-54% sedangkan pada rokok kretek jumlah unsur logam yang terbawa oleh puntung 0,2-36%[3].

Dalam penelitian ini, akan dibuat filter rokok dari bahan sampah *styrofoam* dalam bentuk nanoserat. Nanoserat dibuat dengan teknik elektrospinning dengan memvariasikan beberapa parameter, seperti

parameter larutan yang meliputi konsentrasi, parameter proses meliputi tegangan, laju alir atau *flowrate*, dan jarak antara jarum-kolektor. Variasi ini dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh diameter serat terhadap kinerja penyaringan asap rokok. Untuk mengetahui kinerja penyaringan asap rokok, asap yang tertangkap akan dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR (*Fourier transform infra-red*).

## 2. TEORI DASAR

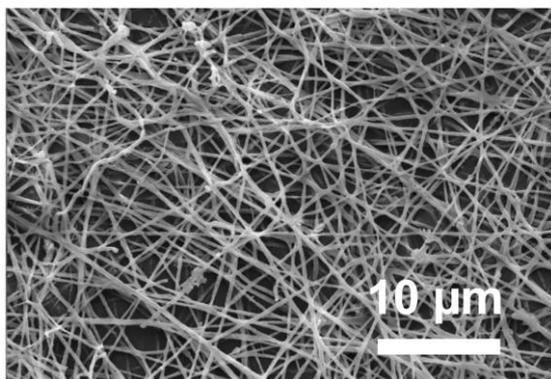
### 2.1 *Styrofoam*

*Styrofoam* merupakan suatu polimer yang terkomposisi dari *Polystyrene* (PS). *Styrofoam* adalah salah satu produk polimer plastik yang sangat susah untuk terurai. *Styrofoam* pada umumnya digunakan untuk pembungkusan bahan-bahan seperti barang elektronik rumah tangga, dan juga kerajinan tangan, dekorasi, dan lain-lain. *Styrofoam* dihasilkan dari *beads polystyrene* yang sangat kecil dengan berat molekul antara 160.000 sampai 260.000 gr/mol dan terdiri dari 4% sampai 7% *blowing agents*, biasanya *pentana* atau *butane*[2,3]. Banyak industri menggunakan *styrofoam* karena memiliki kelebihan, antara lain memiliki bobot yang ringan, mudah dibentuk, bahan *insulator* yang baik, dan harga yang murah[2]. Namun, karena *styrofoam* bersifat sekali pakai, setelah

digunakan kebanyakan *styrofoam* tidak dimanfaatkan lagi, sehingga menjadi sampah. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat [5].

## 2.2 Nanoserat

Nanoserat atau *nanofiber* didefinisikan sebagai serat yang mempunyai diameter puluhan nanometer hingga mikrometer, Gambar 2.1 meng-ilustrasikan ukuran nanoserat. Nanoserat mempunyai sifat yang khas, yaitu sangat kuat, rasio permukaan terhadap volume yang besar, dan *porous*. Sifat-sifat tersebut membuat nanoserat menjadi bahan yang sangat menjanjikan untuk dimanfaatkan pada berbagai bidang industri, seperti industri komposit, otomotif, *pulp* dan kertas, elektronik, tekstil, optik, pertanian, kosmetik, kesehatan, kedokteran, olahraga, farmasi, dan lain sebagainya

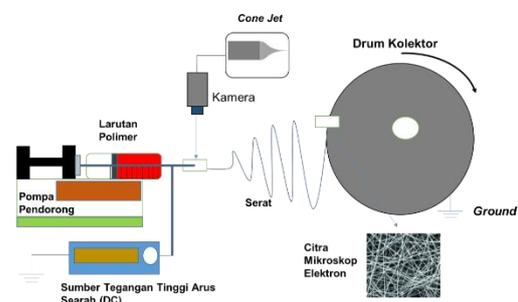


Gambar 2.1. Nanoserat

## 2.3 Elektrosinning

Prinsip kerja teknik elektrosinning adalah menghasilkan serat dengan cara

pemberian tegangan pada suatu larutan polimer yang dilewatkan pada medan listrik tinggi. Akibatnya, larutan menjadi bermuatan tinggi dan cenderung mencari tempat yang memiliki muatan lebih rendah, sebuah kolektor serat yang terhubung pada sebuah *ground* ditempatkan beberapa sentimeter dari larutan yang bermuatan untuk menarik larutan sehingga dapat berubah fasa dari cairan menjadi fase padatan (serat). Larutan polimer tersebut dilewatkan pada sebuah jarum suntik (*needle*) yang kemudian larutan didorong dengan laju alir tertentu. Skema sederhana proses elektrosinning dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skema proses elektrosinning.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker, pipet tetes, spatula, botol vial, pingset, timbangan, magnet pengaduk, suntikan + jarum, *magnetic stirrer*, mikrometer sekrup digital, dan alat filtrasi rokok.

### 3.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah styrofoam, pelarut d-Limone, N,N Dimethylformamide (DMF).

### 3.4 Prosedur Eksperimen Pembuatan Nanoserat Styrofoam

#### 3.4.1 Parameter Larutan

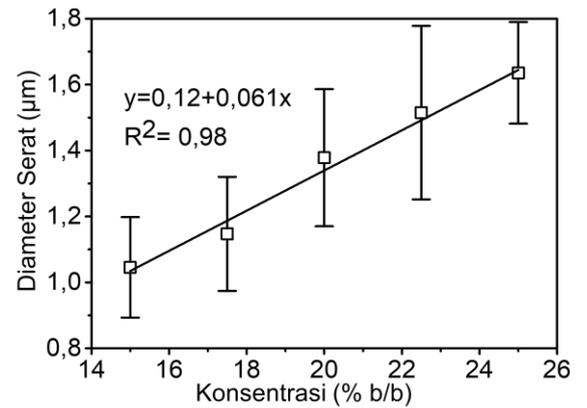
Variasi campuran styrofoam dengan PVP yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi 15%,17,5%,20%,22,5% dan 25%.

#### 3.4.2 Parameter Proses

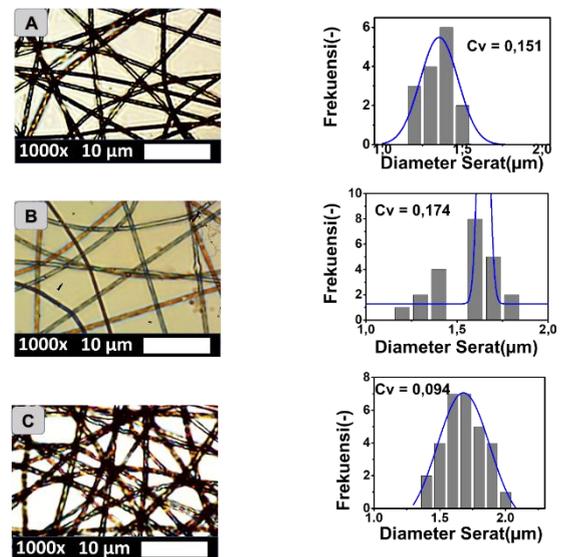
Parameter proses meliputi 3 parameter yaitu : variasi tegangan 7kV - 15kV, laju alir 10µL/menit – 30µL/menit, dan variasi jarak 5cm, 7,5cm, 10cm, 12,5cm, 15cm , 17,5cm, 20cm.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan konsentrasi larutan dengan diameter serat rata-rata adalah berbanding lurus. Semakin tinggi konsentrasi larutan akan menyebabkan diameter rata-rata serat semakin besar. Konsentrasi larutan *styrofoam* diperoleh dengan perbandingan massa zat terlarut yaitu *styrofoam* dan pelarut yaitu DMF dan D-Limonen. Semakin besar massa *styrofoam* yang digunakan, sehingga pada proses elektrospinning cenderung sukar untuk membentuk serat. Sedangkan pelarutnya akan menguap karena bersifat volatil. Hal tersebut menyebabkan semakin besar pula diameter rata-rata serat.



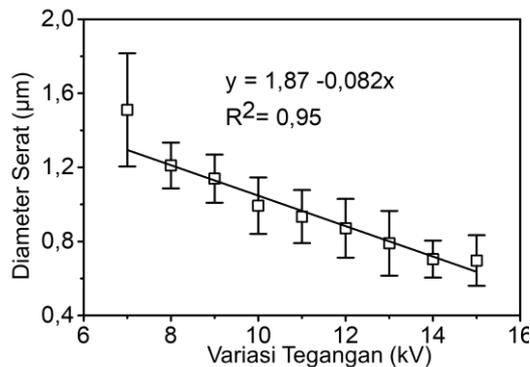
**Gambar 4.1** Grafik hubungan perbandingan variasi campuran dengan diameter serat.



**Gambar 4.2** Distribusi frekuensi diameter serat dengan variasi konsentrasi a) 20%, b) 22,5%, dan c) 25%.

Pada proses elektrospinning, tegangan merupakan salah satu parameter proses. Tegangan memberikan pengaruh terhadap diameter serat rata-rata, dimana semakin besar nilai tegangan maka diameter serat rata-rata semakin kecil. Hal tersebut menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara tegangan dan diameter serat.

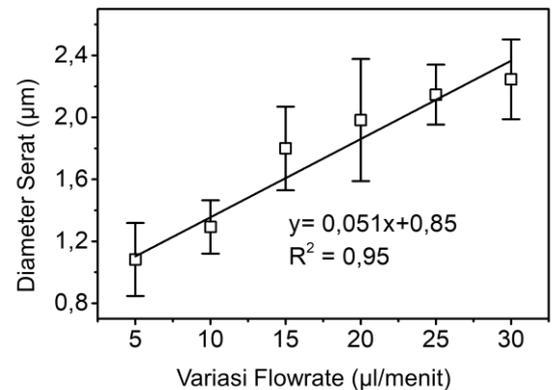
Tegangan merupakan parameter yang mempengaruhi kecenderungan larutan membentuk serat sehingga divariasikan secara acak mengikuti nilai maksimal kemampuan peralatan electrospinning yang digunakan.



**Gambar 4.3** Grafik hubungan tegangan dengan diameter serat

Selain tegangan, terdapat juga laju alir atau *flowrate* yang merupakan salah satu parameter proses pada electrospinning yang mempengaruhi diameter serat rata-rata. Laju alir muncul akibat adanya dorongan pompa pendorong yang searah dengan drum kolektor. *Flowrate* merupakan parameter proses yang mudah terganggu akibat ketidakstabilan proses electrospinning. Hal tersebut dikarenakan tersumbatnya jarum suntik sehingga larutan tidak keluar pada ujung jarum. Dalam eksperimen *flowrate*, dilakukan secara berulang-ulang untuk mengetahui pengaruhnya terhadap diameter serat rata-rata. Gambar 4.3 menunjukkan hubungan berbanding lurus *flowrate* dengan diameter

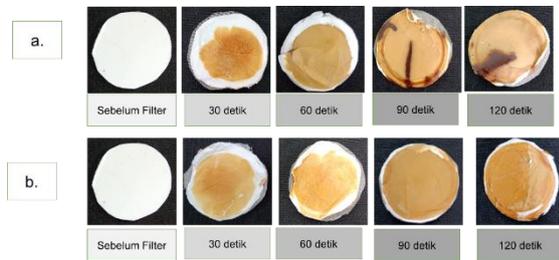
serat rata-rata. Dimana semakin besar nilai *flowrate* maka diameter serat rata-rata juga semakin besar. Hal tersebut dikarenakan *flowrate* memberikan kelajuan gerak larutan pada jarum suntik.



**Gambar 4.4** Grafik hubungan tegangan dengan diameter serat

Pada proses electrospinning, terdapat gaya coulomb yang menunjukkan hubungan gaya yang berbanding terbalik dengan jarak kuadrat dua buah muatan. Pada electrospinning ujung jarum suntik merupakan muatan positif yang bergerak ke arah muatan yang negatif ( yang lebih rendah) yaitu drum kolektor. Jarak antara dua buah muatan tersebut mempengaruhi nilai gaya coulomb. Gaya coulomb berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan diameter serat rata-rata. Yaitu semakin besar gaya coulomb maka diameter serat rata-rata semakin kecil. Namun semakin jauh nilai jarak antar muatan maka diameter serat rata-rata semakin besar. Hal tersebut

ditunjukkan pada Gambar 4.4 yang menunjukkan hubungan linear antara jarak ujung jarum dan kolektor dengan diameter serat rata-rata.



eksperimen filter rokok dengan konsentrasi 20% dengan variasi waktu dan dengan variasi waktu yang diberikan menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk filtrasi rokok maka gumpalan asap rokok semakin tersebar di nanoserat.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Dalam eksperimen ini telah berhasil mentransformasikan sampah *styrofoam* untuk aplikasi filter rokok. Hal tersebut ditunjukkan pada massa nanoserat sebelum filter dan massa nanoserat setelah filter. Perbedaan massa tersebut menunjukkan massa kondensat yang terkumpul pada nanoserat *styrofoam*. Adanya gumpalan massa asap rokok pada nanoserat menunjukkan bahwa komponen asap rokok menempel pada nanoserat dan menunjukkan semakin tebal nanoserat yang digunakan semakin besar juga massa gumpalan asap yang menempel pada nanoserat *Styrofoam*.

Telah diperoleh variasi morfologi nanoserat yang dipengaruhi parameter-parameter fisika. Parameter-parameter fisika tersebut meliputi parameter larutan dan parameter proses. Parameter larutan meliputi viskositas dan konsentrasi larutan. Sedangkan parameter proses meliputi tegangan, laju alir, dan jarak antar jarum dengan drum kolektor. Hubungan konsentrasi berbanding lurus dengan diameter serat, begitu juga dengan jarak antar jarum dengan drum kolektor terhadap diameter serat dan juga hubungan laju alir terhadap diameter serat. Sedangkan hubungan tegangan dengan diameter serat berbanding terbalik dengan diameter serat.

Telah diperoleh karakterisasi lembaran nanoserat dengan parameter fisika yaitu dengan variasi konsentrasi. Yang menunjukkan konsentrasi memberikan pengaruh terhadap ketebalan dan *basic weight* yang menunjukkan hubungan yang linear.

## 5.2 SARAN

Saya menyarankan untuk penelitian lebih lanjut untuk melakukan uji filtrasi rokok yaitu efisiensi filter rokok, *quality factor*, dan *press drop*. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan system filter yang dibuat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N.L. Fitidarini, E. Damanhuri, Timbulan Sampah Styrofoam di Kota Bandung, *J. Tek. Lingkungan*. 17 (2011) 87–97.
- [2] C. Shin, G.G. Chase, Nanofibers from recycle waste expanded polystyrene using natural solvent, *Polym. Bull.* 55 (2005) 209–215.
- [3] T. Maharana, Y.S. Negi, B. Mohanty, Recycling of polystyrene, *Polym. Plast. Technol. Eng.* 46 (2007) 729–736.
- [4] T. Noguchi, M. Miyashita, Y. Inagaki, H. Watanabe, A new recycling system for expanded polystyrene using a natural solvent. Part 1. A new recycling technique, *Packag. Technol. Sci. An Int. J.* 11 (1998) 19–27.
- [5] F.N. Cahyani, Efektifitas biofilter berbahan sabut Kelapa dengan penambahan serbuk biji Kurma dan serbuk biji Kopi terhadap emisi partikel ultrafine dan radikal bebas asap rokok, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2017.
- [6] M.M. Munir, A.B. Suryamas, F. Iskandar, K. Okuyama, Scaling law on particle-to-fiber formation during electrospinning, *Polymer (Guildf)*. 50 (2009) 4935–4943.