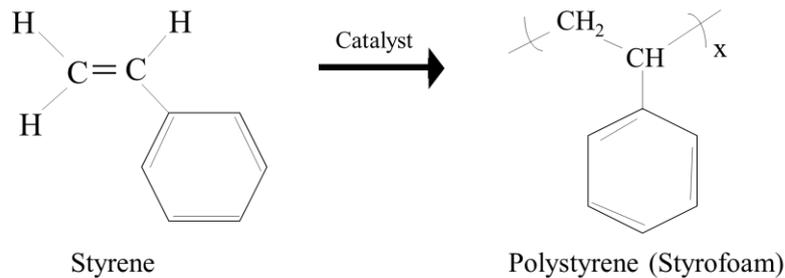


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Styrofoam

Styrofoam merupakan suatu polimer yang terkomposisi dari *polystyrene* (PS). Styrofoam adalah nama lain dari *expanded polystyrene* (EPS) yang terdiri dari 5% *polystyrene* (PS) dan 95% udara. Styrofoam umumnya digunakan sebagai bahan isolator dan kemasan untuk peralatan listrik rumah tangga [15]. Styrofoam masih tergolong salah satu jenis plastik yang berbahan dasar dari *polystyrene* yang termasuk bahan polimer sintetis dan memiliki rumus kimia $C_6H_5CH=CH_2$ dengan struktur kimia yang terdapat pada Gambar 2.1 [16].



Gambar 2.1 Struktur kimia *polystyrene* [16].

Polystyrene (PS) merupakan 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) [17,18]. 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 molekulnya antara 160.000 sampai 260.000 gr/mol dan terdiri dari 4% sampai 7% *blowing agents*, biasanya pentana atau butane [17,18].

Banyak industri menggunakan styrofoam karena memiliki kelebihan antara lain: memiliki bobot yang ringan, mudah dibentuk, bahan insulator yang baik dan harga yang murah [19]. Namun, karena styrofoam bersifat sekali pakai, setelah digunakan kebanyakan styrofoam menjadi tidak termanfaatkan lagi, sehingga menjadi sampah (Gambar 2.2). Saat ini, styrofoam sudah termasuk pada salah satu sampah padat kota (*municipal solid waste, MSW*) yang kondisinya sudah mengkhawatirkan. Selama ini penanganan sampah styrofoam berupa penimbunan dan pembakaran yang akan menimbulkan masalah baru terhadap kerusakan tanah dan polusi udara [3,20–22].

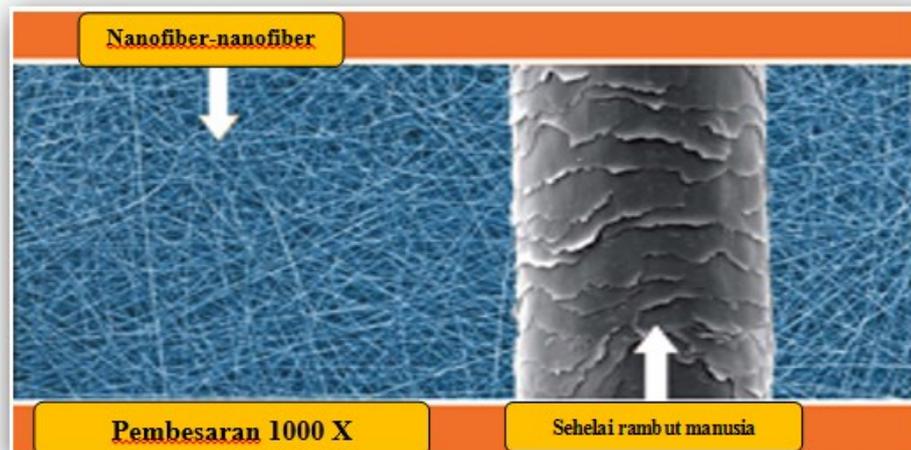


Gambar 2.2 Sampah styrofoam yang melimpah di Indonesia [23].

Untuk mengurangi sampah styrofoam, pemerintah sudah mengeluarkan aturan larangan penggunaan bahan styrofoam khususnya untuk kemasan makanan, di kota Bandung misalnya. Namun, pada kenyataannya saat ini, masih banyak para pedagang atau pelaku industri lainnya yang menggunakan styrofoam dengan alasan lebih praktis dan murah. Penggunaan styrofoam sebagai kemasan makanan perlu ditinjau ulang kembali mengingat keamanan bagi konsumen, sebab bahan styrofoam sangat rentan terhadap suhu bahan makanan yang dimasukkan ke dalamnya.

2.2 Nanoserat

Nanoserat atau *nanofiber* didefinisikan sebagai serat yang mempunyai diameter puluhan nanometer hingga mikrometer seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. meng-ilustrasikan seberapa kecil 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. Sifat dari nanoserat yang lain permukaannya lebih fleksibel dan memiliki kekuatan yang tinggi [24].



Gambar 2.3 Perbandingan antara sehelai rambut manusia dengan nanoserat [25].

Nanoserat dalam dunia tekstil didefinisikan sebagai serat yang memiliki diameter sebesar 100 – 500 nm [24]. Dengan keunggulan sifat – sifat yang dimilikinya seperti luas permukaan yang tinggi, struktur berpori dan tingkat modulus elastisitas, nanoserat dilaporkan dapat diaplikasikan secara efektif untuk bidang medis, filtrasi, kain pelindung (*protective fabrics*) dan lain-lain [26–29].

Pada dasarnya pembuatan nanoserat dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti *melt blowing* dan elektrospinning. Dan kedua metode pembuatan serat tersebut, untuk saat ini elektrospinning merupakan teknik yang cukup sederhana

namun mampu menghasilkan nanoserat dengan rentang ukuran paling kecil yakni 0,04 – 2 mikron [30].

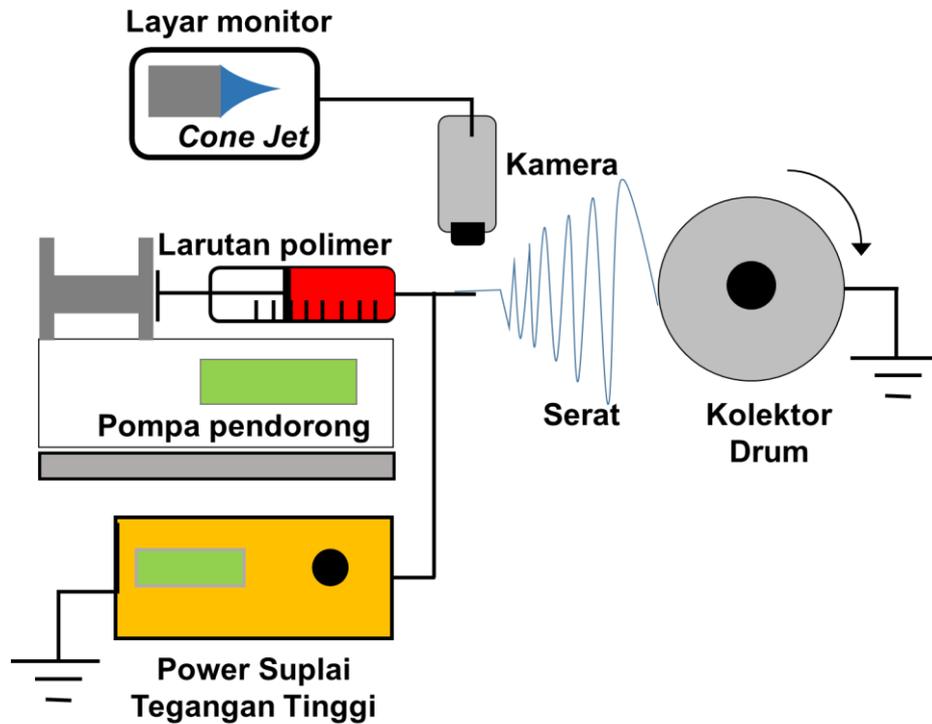
2.3 Elektrospinning

Elektrospinning pada mulanya tidak dianggap sebagai teknik yang memungkinkan karena adanya kesulitan dalam pengeringan dan pengumpulan nanoserat selama proses berlangsung. Sejarah bermula pada tahun 1897 saat Rayleigh pertama kali mengobservasi teknik elektrospinning. Pada tahun 1914, Zeleny melakukan studi yang komprehensif terhadap *electrospraying* yang kemudian dipatenkan oleh Formhals pada 1934. Sekitar tahun 1960, studi fundamental mengenai proses pembentukan jet diinisiasikan oleh Taylor. Kemudian, pada tahun 1969, Taylor mempelajari bentuk tetesan polimer yang dihasilkan oleh ujung jarum ketika medan listrik diaktifkan. Bentuk kerucut dari jet kemudian disebut “*taylor cone*”. Sejak saat itu, teknik ini disebut ‘*electrostatic spinning*’. Pada tahun 1990-an, sebutan tersebut berubah menjadi ‘Elektrospinning’[31].

Pemintalan elektrik atau elektrospinning merupakan salah satu teknik untuk memproduksi membran nanoserat. Elektrospinning adalah salah satu metode untuk membuat serat (*fiber*) dengan diameter 10 nm – 10 μ m. Hasil nanoserat dari elektrospinning memiliki karakteristik yang menarik dan unik, seperti luas permukaan yang lebih besar dari volume atau massanya, memiliki sifat kimiawi, konduktivitas, dan sifat optik tertentu [24]. Teknik elektrospinning adalah proses yang sederhana dalam menghasilkan nanoserat. Keunggulan lain dari teknik elektrospinning ini adalah dapat menghasilkan nanoserat dengan diameter dan morfologi yang dapat dikontrol.

Prinsip kerja dasar teknik elektrospinning 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 dari fasa cairan menjadi fase padatan

(serat). Larutan polimer tersebut dilewatkan pada sebuah jarum suntik (*needle*) yang kemudian larutan tersebut didorong dengan laju alir tertentu. Skema sederhana proses elektrospinning dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Skema sederhana proses elektrospinning.

Dalam proses elektrospinning, gaya elektrostatis yang timbul dari tegangan tinggi yang diberikan ke larutan melalui jarum memainkan peranan yang sangat penting. Larutan polimer yang digerakkan oleh pompa pendorong jarum suntik (*syringe pump*) dengan laju aliran tertentu akan diberi tegangan yang tinggi dan menciptakan medan listrik antara larutan dan kolektor yang biasanya sebagai ground. Pada ujung jarum, larutan keluar sebagai bentuk kerucut, hal ini disebabkan oleh adanya gaya yang berlawanan dengan gaya listrik yaitu gaya tegangan permukaan. Bentuk ini dikenal sebagai kerucut "*taylor cone*" atau biasa disebut kerucut jet. *Taylor cone* memainkan peranan penting selama proses elektrospinning, beberapa studi mengamati bentuk *taylor cone* sebagai fungsi arus listrik, tegangan dan laju aliran larutan [32]. Pada ujung *taylor cone*, terjadi transisi dari wujud cairan ke padat (serat). Semakin besar tegangan yang diberikan pada larutan polimer menyebabkan muatan yang terdapat pada permukaan larutan semakin besar, sehingga

menyebabkan gaya elektrostatik semakin besar. Besarnya gaya elektrostatik dirumuskan sebagai berikut :

$$F = q \frac{V}{d} \quad (1)$$

dengan F merupakan gaya coulomb (N), q adalah muatan uji (C), V adalah potensial listrik (kV) dan d adalah jarak antar muatan (m) [33].

Proses elektrospinning sangat dipengaruhi oleh banyak parameter yang dapat dilihat pada tabel 2.1. Pengaturan parameter di atas dilakukan untuk mendapatkan nanoserat yang ideal. Secara ideal nanoserat yang dihasilkan dengan metode elektrospinning memiliki karakteristik sebagai berikut: (a) diameter nanoserat yang dihasilkan konsisten dan dapat dikontrol, (b) nanoserat yang dihasilkan tidak cacat atau cacatnya bisa dikontrol, (c) nanoserat yang dihasilkan kontinu dan dapat dikumpulkan pada kolektor [34].

Tabel 2.1 Parameter-parameter penting dalam teknik elektrospinning [35]

Parameter Larutan	Parameter Proses	Kondisi lingkungan
Konsentrasi	Tegangan elektrostatik	Temperatur
Viskositas	Kuat medan listrik	Kelembapan
Tegangan permukaan	Bentuk medan elektrostatik	Aliran atmosfer sekitar
Konduktivitas	Jarak kerja	Komposisi atmosfer
Konstanta dielektrik	Laju alir (<i>flowrate</i>)	Tekanan
Penguapan larutan	Diameter jarum	