BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Udara adalah campuran gas yang terdapat di permukaan bumi dan mengelilingi bumi. Udara tersusun dari campuran dari banyak gas, antara lain nitrogen 78%, oksigen 20%, argon 0,93%, dan karbon dioksida 0,30% kemudian sisanya adalah dalam bentuk gas-gas lain [3, 9]. Perubahan lingkungan udara disebabkan pencemaran udara, yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas – gas dan partikel kecil / aerosol) kedalam udara. Zat pencemar masuk kedalam udara dapat secara alamiah (asap kebakaran hutan, akibat gunung berapi, debu meteorit, dan pancaran garam dari laut) dan aktivitas manusia (transportasi, industri pembuangan sampah). Zat pencemar udara dapat berupa virus seperti corona virus disease 2019 (COVID-19). Virus corona dihasilkan dari percikan batuk, bersin, dan penafasan manusia berbentuk aerosol. Corona virus 2019 (nCoV-2019) secara resmi dinamai sebagai *severe acute respiratory syndrome* coronavirus 2[SARS-CoV-2] oleh ICTV), termasuk genus β, memiliki *envelope*, berbentuk bundar atau oval dan sering pleomorfik, dengan diameter antara 60-140 nm. Sumber pencemaran dapat merupakan kegiatan yang bersifat alami dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan, dan lain sebagainya. Pencemaran akibat kegiatan manusia secara kuantitatif sering lebih besar, misalnya sumber pencemar akibat aktivitas transportasi, industri, persampahan baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran dan rumah tangga [4] .

Gambar 2.1 Sejumlah kendaraan melintas di atas Jembatan Ampera yang diselimuti kabut asap di Palembang [1].

Jenis pencemar udara jika dilihat dari ciri fisik, bahan pencemar dapat berupa:

a. Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
b. Gas (CO, NOx, SOx, H2S dan HC)
c. Energi (suhu dan kebisingan).

Berdasarkan dari kejadian, terbentuknya pencemar terdiri dari :

a. Pencemar primer (yang diemisikan langsung dari sumbernya)
b. Pencemar sekunder (yang terbentuk karena reaksi di udara antara berbagai zat)

Dilihat secara kimiawi, banyak sekali macam bahan pencemar tetapi yang biasanya menjadi perhatian adalah pencemar utama (*major air pollutans*) yaitu golongan oksida karbon (CO, CO_2) , oksida belerang (SO_2, SO_3) dan oksida nitrogen (N_2O, NO, NO_3) senyawa hasil reaksi fotokimia, partikel (asap, debu, asbestos, metal, minyak, garam sulfat), senyawa inorganik (HF, H_2S, NH_3, H_2SO_4, HNO_3), hidrokarbon (CH_4, C_4H_{10}) unsur radioaktif (titanium, radon), energi panas (suhu, kebisingan). Gas diudara dengan reaksi fotokimia dapat membentuk bahan pencemar sekunder, misalnya *peroxyl* radikal dengan oksigen akan membentuk ozon dan nitrogen dioksida berubah menjadi nitrogen monoksida dengan oksigen dan sebagainya.

2.2 Dampak Pencemaran Udara

Pencemaran udara pada dasarnya berbentuk partikel (debu, aerosol, timah hitam) dan gas (CO, NO_x, SO_x, H_2S, hidrokarbon). Udara yang tercemar dengan partikel dan gas ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru – paru dan pembuluh darah atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit pernafasan kronis seperti bronkitis kronis, emfisema (penggelembungan rongga atau jaringan karena gas atau udara didalamnya; busung angin), paru, asma bronkial dan kanker paru. Virus corona merupakan virus yang dapat menyebabkan penyakit mulai dari flu hingga penyakit yang lebih berat seperti *Middle East Respiratory Syndrom* (MERS-CoV) dan *Severe Acute Respiratory Syndrom* (SARS-CoV) [11]. Gejala yang ditimbulkan meliputi batuk, demam, letih, sesak napas, dan penurunan nafsu makan. Pencemar gas yang terlarut dalam udara dapat langsung masuk kedalam tubuh sampai ke paru – paru yang pada akhirnya diserap oleh sistem peredaran darah [12].

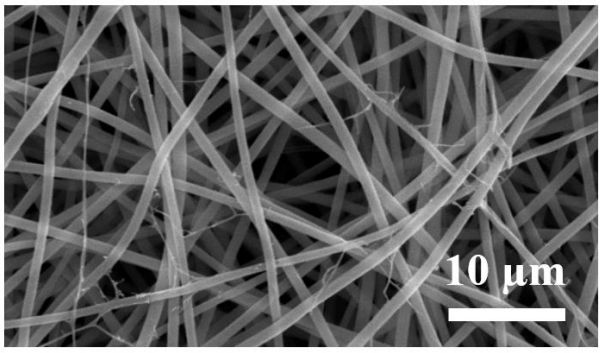
Polutan udara primer, yaitu polutan yang mencakup 90 % dari jumlah polutan udara seluruhnya , dapat dibedakan menjadi lima kelompok sebagai berikut:

a) Karbon monoksida (CO)
b) Nitrogen oksida (NOx)
c) Hidrokarbon (HC)
d) Sulfur Dioksida (SOx)
e) Partikel Sumber polusi yang utama berasal dari traspotasi, 60 % dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbonmonoksida dan sekitar 15 % hidrokarbon.

2.3 *Nanofiber*

Nanofiber adalah serat dengan diameter dalam rentang nanometer hingga mikrometer [5] (Gambar 2.2). *Nanofiber* dapat dihasilkan dari berbagai polimer dan karenanya memiliki sifat fisik dan potensi aplikasi yang berbeda. Contoh-contoh

polimer alami meliputi kolagen, selulosa, serat sutra, keratin, gelatin, dan polisakarida seperti kitosan dan alginat. Contoh polimer sintetik meliputi poli (asam laktat) (PLA), polikaprolakton (PCL), poliuretan (PU), poli (asam laktat-ko-glikolat) (PLGA), poli (3-hidroksibutirat-ko-3-hidroksivalerat) (PHBV), dan poli (*etilena-vinil asetat*) (PEVA). Rantai polimer terhubung melalui ikatan kovalen. Diameter *nanofiber* tergantung pada jenis polimer yang digunakan dan metode produksinya.



Gambar 2.2 *Nanofiber* hasil proses *electrospinning* [13].

2.3 *Electrospinning*

Electrospinning merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam penelitian ini untuk memproduksi membran nanoserat. *Electrospinning* atau biasa dikenal dengan pemintalan elektrik adalah salah satu metoda untuk membuat serat (*fiber*) dengan diameter 10 nm – 10 μm [14]. *Nanofiber* hasil pemintalan elektrik memiliki karakteristik yang menarik dan unik, seperti luas permukaan yang lebih besar, memiliki sifat kimiawi, konduktivitas, dan sifat optik tertentu [14]. Prinsip kerja *electrospinning* adalah dengan cara pemberian tegangan tinggi pada larutan untuk menghasilkan serat. Larutan polimer dilewatkan pada sebuah *nozel* yang kemudian larutan tersebut diinjeksikan melalui daerah yang memiliki medan listrik tinggi. *Nanofiber* yang dihasilkan ditampung pada sebuah kolekor. Bentuk kerucut (jet) disebabkan oleh adanya muatan pada permukaan yang berlawanan dengan tegangan permukaan dari polimer, sehingga membentuk pola cairan yang berubah seperti kerucut. Pada titik inilah tegangan permukaan pecah sehingga 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.

Nanofiber yang dihasilkan dari proses *electrospinning* dipengaruhi oleh banyak parameter, parameter tersebut adalah (a) parameter larutan polimer, diantaranya berat molekul, kekentalan larutan, tegangan permukaan, konduktivitas larutan, dan pengaruh dielektrik pelarut, (b) parameter proses, diantaranya tegangan, laju alir, suhu, bentuk kolektor, diameter *nozel*, jarak antara ujung *nozel* dan kolektor, (c) parameter lingkungan sekitar, yaitu kelembaban, jenis atmosfer, tekanan udara [14]. Gaya-gaya yang terlibat dalam pembuatan serat yaitu gaya elektrostatik (F_c), gaya tegangan permukaan ($F\gamma$), dan gaya hidrodinamik (F_h). Gaya elektrostasik disebabkan oleh gaya Coulomb atau gaya tarik menarik/tolak menolak antar muatan. Gaya tegangan permukaan adalah gaya yang mempertahankan tegangan permukaan larutan. Gaya hidrodinamik adalah gaya yang disebabkan oleh dorongan dari *syringe pump*. Berikut ini rumus gaya yang mempengaruhi pembuatan serat pada proses *elecrospinning*.

$$Fc = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \tag{2.1}$$

$$V = k\frac{q}{r} \tag{2.2}$$

$$Fc = \frac{V\,q}{r} \tag{2.3}$$

$$\gamma = \frac{F}{d} \tag{2.4}$$

Dimana,

F_c = gaya Coulomb (N)

q_1 = muatan pertama (C)

q_2 = besar muatan kedua (C)

r = jarak antara 2 benda bermuatan (m)

k = konstanta pembanding(9×10^9 Nm^2/C^2)

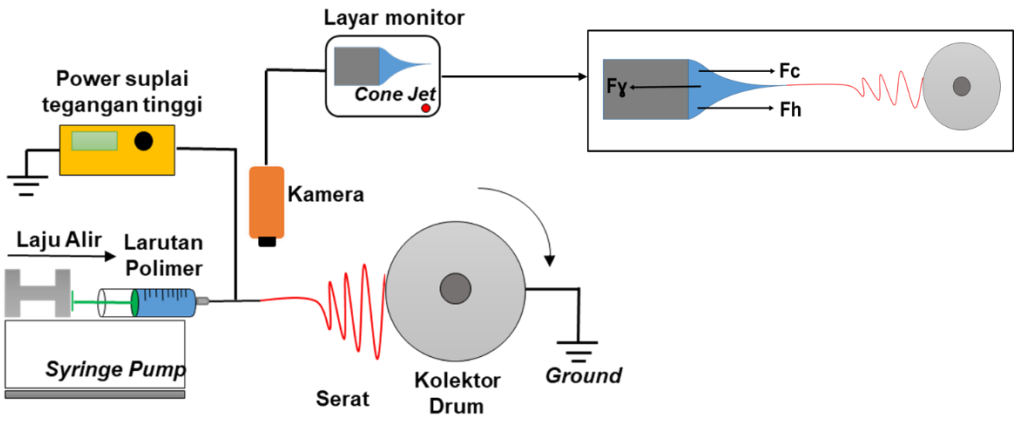
V= potensial listrik (volt)

γ = tegangan permukaan (N/m)

F = gaya tegangan permukaan (N)

d = panjang permukaan (m)

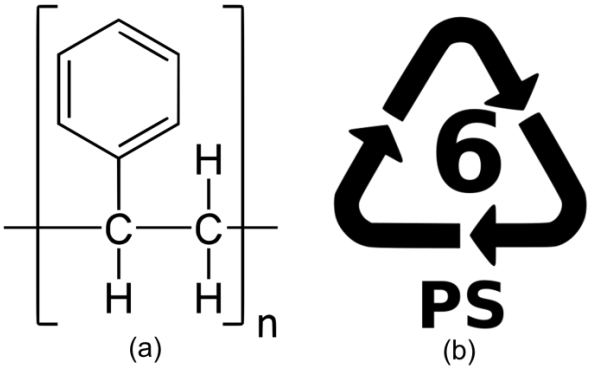
Gambar 2.4 menunjukkan diagram sistem *electrospinning* yang digunakan dalam membuat *nanofiber*.



Gambar 2.3 Skema alat *electrospinning*.

2.4 Styrofoam

Styrofoam merupakan salah satu turunan dari *polystyrene* (PS). PS adalah polimer hidrokarbon aromatik sintetis yang terbuat dari monomer *styrene*. PS bisa berbentuk padatan atau busa (*foam*). PS adalah sebuah polimer yang tersusun dari rantai monomer *styrene*, yaitu sebuah hidrokarbon cair yang dibuat dari minyak bumi. PS merupakan salah satu polimer yang ditemukan pada sekitar tahun 1930, dibuat melalui proses polimerisasi adisi dengan cara suspensi. *Styrene* dapat diperoleh dari sumber alam yaitu minyak bumi. *Styrene* merupakan cairan yang tidak berwarna menyerupai minyak dengan bau seperti benzena dan memiliki rumus kimia $C_6H_5CH=CH_2$ atau ditulis sebagai C_8H_8. Dalam klasifikasi material plastik, PS tergolong sebagai plastik nomor 6, sehingga PS sama berbahayanya dengan plastik pada umumnya. Sebagai polimer termoplastik, PS dalam keadaan padat pada suhu kamar dapat mencair jika dipanaskan di atas sekitar 100° C (*glass transition temperature*) dan akan mengeras kembali ketika didinginkan, proses ini dapat terjadi secara berulang-ulang [15,16]. PS memiliki rumus struktur kimia dan kode plastik ditunjukkan pada Gambar 2.4, jadi jika ada dalam suatu barang terdapat kode tersebut, maka dapat dipastikan terbuat dari bahan PS.



Gambar 2.4 a) Struktur kimia PS, b) kode produk PS [17].

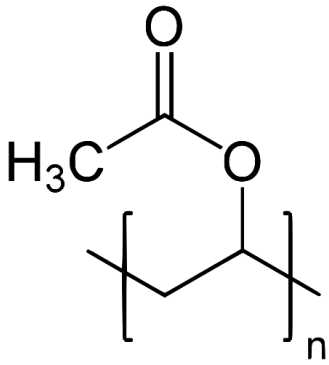
Styrofoam atau dikenal dengan nama ilmiah *expanded polystirene* (EPS). Styrofoam adalah salah satu produk polimer plastik yang sangat susah untuk terurai. Styrofoam pada umumnya digunakan untuk pembungkusan bahan-bahan seperti barang elektronik rumah tangga dan juga kerajinan tangan, dekorasi, dan lain-lain. 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 butana [8, 14]. Banyak industri menggunakan styrofoam karena memiliki kelebihan antara lain: memiliki bobot yang ringan, mudah dibentuk, bahan insulator yang baik dan harga yang murah [18]. Namun, karena styrofoam bersifat sekali pakai, setelah digunakan styrofoam menjadi tidak termanfaatkan lagi, sehingga menumpuk menjadi sampah.

Untuk mengurangi sampah styrofoam, pemerintah sudah mengeluarkan aturan larangan penggunaan styrofoam *yang* mengacu pada Peraturan Daerah K3 (Kebersihan, Ketertiban dan Keindahan) serta Undang-Undang No 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan. 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.

Gambar 2.5 Sampah styrofoam yang melimpah [19].

2.5 *Polivinil Acetate* (PVAc)

Polyvinyl acetate (PVAc) adalah salah satu polimer sintetik yang sering digunakan secara luas untuk aplikasi industri seperti tekstil dan perekat. Salah satu kegunaan paling penting dari perekat PVAc adalah dalam industri pengemasan. Ini digunakan sebagai perekat yang tidak mahal, rendah-*toxic*, dan tidak berbau untuk mengikat dan menyegel permukaan berenergi tinggi seperti kertas, karton bergelombang, kapas, dan kayu. PVAc lebih disukai daripada jenis perekat lain karena harganya yang murah, stabilitas yang baik terhadap cahaya, dan ketahanannya terhadap warna kuning [20]. PVAc adalah temoplastik dengan suhu transisi gelas yang relatif rendah dengan kisaran suhu 35°C. Gambar 2.6 menunjukkan rantai polimer PVAc [21,22].



Gambar 2.6 Rantai polimer PVAc.

2.6 Laju Alir

Laju alir adalah volume fluida yang mengalir per satuan waktu. Satuan SInya adalah m^3/s (meter kubik per sekon). Satuan Inggris yang digunakan adalah ft^3/s (kaki kubik per sekon) dan di Amerika digunakan galon per menit. Laju alir dapat dihitung dengan rumus, sebagai berikut :

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Dimana,

Q = laju alir (m/s^2)

V = kecepatan alir (m/s)

t = waktu (s)

2.7 FTIR (Fourier Trasform Infrared)

Spektroskopi FTIR (Fourier Trasform Infrared) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentrasmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}) [23].

Pada proses instrumen analisis sampelnya meliputi:

1. Sumber: energi Infrared yang dipancarkan dari sebuah benda hitam menyala. Balok ini melewati melalui logam yang mengontrol jumlah energi yang diberikan kepada sampel.
2. Interoferometer: sinar memasuki interferometer "*spectra encoding*" mengambil tempat, kemudian sinyal yang dihasilkan keluar dari interferogram.

3. Sampel: sinar memasuki kompartemen sampel dimana diteruskan melalui cermin dari permukaan sampel yang tergantung pada jenis analisis.
4. Detektor: sinar akhirnya lolos ke detektor untuk pengukuran akhir. Detektor ini digunakan khusus dirancang untuk mengukur sinar interfrogram khusus.
5. Komputer: sinyal diukur secara digital dan dikirim ke komputer untuk diolah menjadi spektrum berupa puncak.