

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan makhluk hidup yaitu manusia, hewan, dan tanaman sebagai media pengangkutan zat – zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya [6]. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata – rata adalah 60 liter per orang setiap hari untuk segala keperlunya. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat [16]. Menurut Suripin, pada tahun 2000 dengan jumlah penduduk dunia sebanyak 6,121 milyar diperlukan air bersih sebanyak 367 km³ per hari, maka pada tahun 2025 diperlukan air bersih sebanyak 492 km³ per hari [17].

Air adalah senyawa kimia yang berlimpah di alam, namun demikian sejalan dengan meningkatnya taraf hidup manusia maka kebutuhan air pun meningkat pula. Jumlah air yang terdapat di alam relatif konstan, meskipun air mengalami pergerakan arus, tersirkulasi karena pengaruh cuaca dan juga mengalami perubahan bentuk. Sirkulasi dan perubahan bentuk tersebut antara lain melalui air permukaan yang berubah menjadi uap (evaporasi), air yang mengikuti sirkulasi dalam tubuh tanaman (transpirasi) dan air yang mengikuti sirkulasi dalam tubuh manusia dan hewan (respirasi). Air yang menguap akan terkumpul menjadi awan kemudian jatuh menjadi air hujan. Air hujan ada yang langsung bergabung di permukaan, ada pula yang meresap masuk ke dalam celah batuan dalam tanah, sehingga menjadi air tanah. Air tanah yang dangkal akan diambil oleh tumbuhan, sedangkan air tanah yang dalam akan keluar sebagai mata air. Sirkulasi dan perubahan fisis akan berlangsung terus sampai akhir zaman [18].

Air merupakan suatu senyawa kimia berbentuk cairan yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tak ada rasanya. Titik beku air adalah 0°C pada tekanan 1 atm, titik didihnya 100°C, dan kerapatan 1,0g/cm³ pada suhu 4 °C [19]. Ukuran satu molekul air sangat kecil, umumnya berdiameter 0,3 nm. Wujud air dapat berupa cairan, gas

(uap air) dan padat (es). Air yang berwujud cairan merupakan elektrolit lemah, karena di dalamnya terkandung ion –ion dengan reaksi kesetimbangan sebagai berikut :



Selain itu, air juga memiliki sifat – sifat kimia yang tergolong unik. Hal ini karena adanya ikatan hidrogen yang terjadi antar molekul – molekul air. Ikatan hidrogen dalam molekul air terjadi karena adanya sifat polar dalam air, sehingga tempat kedudukan atom hidrogen yang positif aka menarik tempat kedudukan oksigen yang negatif dari molekul air lainnya. Ikatan hidrogen terjadi dalam beberapa senyawa hidrogen, dimana atom hidrogen menjembatani atau menghubungkan dua atom yang cenderung menarik elektron lebih besar (keelektronegatifan). Ikatan hidrogen ini sifatnya lebih lemah dibandingkan dengan ikatan kovalen. Namun demikian, ikatan hidrogen antara dua molekul air berdekatan dan sifat terpolarisasi molekul air inilah yang berperan terhadap sifat – sifat kimia dan fisik air yang unik terjadi [20].

2.2 Styrofoam

Styrofoam tergolong salah satu jenis plastik yang berbahan dasar *polystyrene*, termasuk bahan polimer sintesis. *Polystyrene* ditemukan sekitar tahun 1930, proses pembuatannya menggunakan polimerisasi berbahan *styrene* dengan tekanan menggunakan proses peniupan. *Styrene* dapat diperoleh dari sumber alam yaitu petroleum. *Styrene* merupakan cairan yang tidak berwarna menyerupai minyak dengan aroma seperti benzena dan memiliki rumus kimia $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ atau C_8H_8 . Menurut Sulcan dan Endang, sifat dari *styrofoam* yang sangat ringan, kaku, tembus cahaya dan murah tetapi cepat rapuh menjadi alasan penggunaan seng dan senyawa butadien dalam proses pembuatannya. Kemudian untuk kelenturannya ditambahkan zat *placticizer* seperti *Dioktil Ptalat* (DOP) dan *Butil Hidroksi Toluena* (BHT). Sebagai salah satu jenis plastik yang berbahan dasar dari *polystyrene* dengan proses peniupan, *styrofoam* memiliki karakteristik – karakteristik umum sebagai berikut :

- a. Sifat mekanis *styrofoam* kaku, keras, mempunyai bunyi seperti *metallic* bila dijatuhkan.
- b. Ketahanan terhadap bahan kimia tidak sebaik *polypropylene*. *Polystyrene* larut dalam eter, *hydrocarbon*. *Polystyrene* mempunyai daya serap air yang rendah dibawah 0,25%.
- c. Mempunyai kekuatan permukaan relatif lebih keras dari jenis termoplastik yang lain namun mudah tergores.
- d. Mempunyai derajat transparansi yang tinggi dan dapat memberikan kilauan yang baik yang tidak dimiliki oleh jenis plastik kain.
- e. Mempunyai daya serap air yang rendah maka *polystyrene* digunakan untuk keperluan alat lisrik.
- f. *Polystyrene* mempunyai *softening point* yang rendah (90°C), sehingga tidak digunakan untuk pemakaian pada suhu tinggi. Selain itu, polimer ini mempunyai sifat konduktivitas panas yang rendah [21].

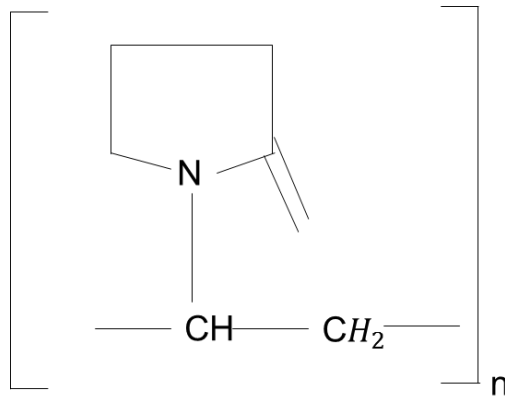
Styrofoam merupakan salah satu pilihan yang paling populer untuk digunakan sebagai pengemas barang – barang yang rentan rusak maupun makanan. *Styrofoam* memiliki keunggulan yaitu praktis dan tahan lama. Hal inilah yang menjadi daya tarik *styrofoam* digunakan sebagai kemasan makanan. Menurut beberapa penelitian diketahui bahwa *styrofoam* berbahaya bagi kesehatan. Bahaya *styrofoam* berasal dari butiran – butiran *styrene*, yang diperoses dengan menggunakan benzena. Benzena termasuk zat yang dapat menimbulkan banyak penyakit. Selain itu, *styrofoam* juga terbukti tidak ramah lingkungan karena tidak dapat diuraikan oleh alam sehingga akan menumpuk dan mencemari lingkungan yang berdampak pada turunnya kualitas lingkungan, seperti yang terlihat pada gambar 2.1 [22].



Gambar 2.1 Sampah *styrofoam* yang mencemari lingkungan [23].

2.3 Polyvinyl Pirrolidone (PVP)

Polyvinil Pirrolidone (PVP), *Polyvinil Alcohol* (PVA), *Polyethylene Glycol* (PEG) adalah polimer vinil yang banyak digunakan untuk mengembangkan produk dari media pengiriman obat. PVP memiliki sifat hidrofilik sehingga banyak digunakan karena tidak beracun, dapat ditinjau secara elektronis, dan larut dalam air dan memiliki biokompatibilitas yang baik [14]. Struktur *Polyvinil Pirrolidone* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur *Polyvinyl Pirrolidone*.

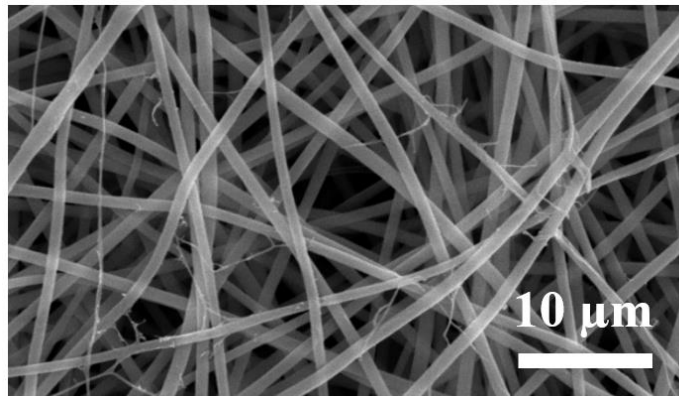
Polyvinyl irrolidone atau biasa disebut PVP adalah sebuah polimer sintetik yang struktur dasarnya terdiri dari kelompok 1-vynil-2-pyrrolidone dengan rumus kimia C₆H₉NO. PVP memiliki densitas/berat jenis (bulk) = 0,29 – 0,39 g/cm³ dan titik leleh 150°C. Sedangkan kelarutannya adalah larut dalam asam – asam, kloroform, etanol (95%), keton, methanol, air dan tidak larut dalam eter .

PVP berupa serbuk putih atau kekuningan, tidak berbau, tidak berasa dan higroskopis. Secara kimia PVP merupakan zat tambahan (eksiptien) yang inert dan tidak toksis, serta tidak bersifat antigenik. Umumnya PVP digunakan sebagai bahan pendispersi dan *suspending agent* dalam farmasi [24].

2.4 Nanoserat

Salah satu material nano yang saat ini menjadi perhatian para peneliti adalah *nanofiber* atau nanoserat. Nanoserat merupakan material berstruktur nano yang berbentuk benang – benang halus berukuran orde nanometer. Contoh gambar

nanoserat dapat dilihat pada gambar 2.3. Nanoserat tergolong struktur material satu dimensi (1D) yang memiliki banyak kelebihan, diantaranya : perbandingan luas permukaan dengan volume yang besar, memiliki struktur permukaan dan porositas yang dapat dikontrol. Karena itu, nanoserat sangat cocok diaplikasikan ke berbagai bidang seperti rekayasa jaringan, kedokteran, obat – obatan, makanan, kosmetik, filter, katalis, sensor, dan lain lain [25].



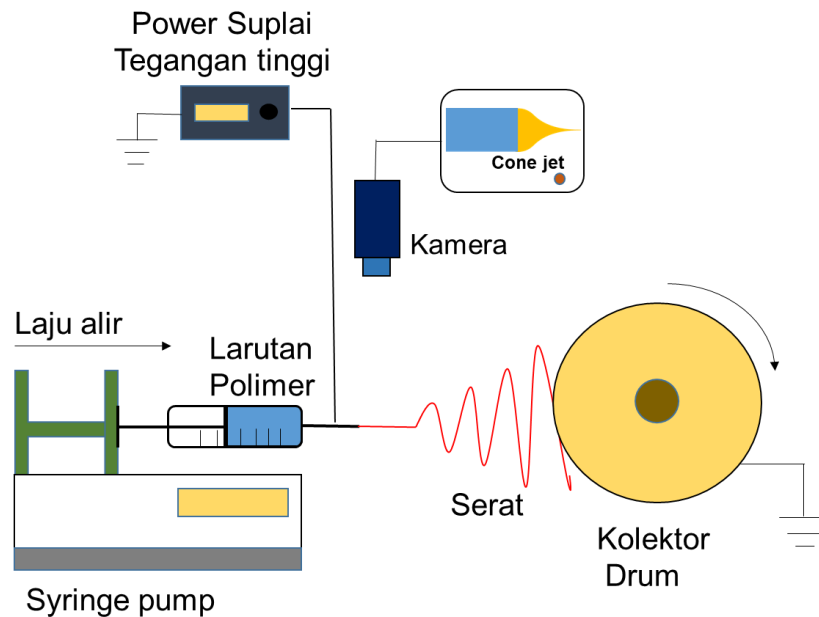
Gambar 2.3 Contoh nanoserat. [26]

Teknologi membran merupakan salah satu teknologi pengolahan air yang paling efektif karena menghasilkan produk dengan kualitas tinggi. Membran yang digunakan dalam pengolahan air pada umumnya berbasis polimer. Membran berperan sebagai unit filtrasi untuk memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk. Nanoserat merupakan struktur membran yang menjadi perhatian karena menjawab kebutuhan teknologi filtrasi yang efektif dan hemat biaya. nanoserat memiliki keunggulan yaitu : permeabilitas yang tinggi, resistansi yang rendah terhadap perpindahan massa, dan luas permukaan yang besar. Modulus elastisitas dari polimer nanoserat kurang dari 350 nm adalah $1,0 \pm 0,2$ Gpa [10].

Teknik –teknik pembuatan nanoserat diantaranya adalah *drawing*, *template synthesis*, *phase separation*, *self-assembly*, dan *electrospinning* [27]. *Electrospinning* merupakan teknik yang populer saat ini untuk mensintesis nanoserat karena menggunakan teknik yang sederhana dan serbaguna untuk fabrikasi nanoserat [11].

2.5 *Electrospinning*

Electrospinning merupakan salah satu teknik pembuatan serat dengan cara pemberian muatan pada pelarut yang dilewatkan pada medan listrik tinggi. Larutan polimer dilewatkan pada sebuah *nozel* yang kemudian larutan tersebut diinjeksikan melalui daerah yang memiliki medan listrik tinggi. Nanoserat yang dihasilkan ditampung pada sebuah kolektor. Skema sederhana proses pemintalan elektrik dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Skema proses *electrospinning*.

Bentuk kerucut (*jet*) pada gambar 2.4 di atas 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.

Pada prinsipnya mekanisme pembuatan serat dengan *electrospinning* adalah dengan cara mendorong larutan polimer yang diberi tegangan listrik tinggi menggunakan pompa *syringe* hingga membentuk butir/tetes larutan pada ujung

jarum suntik. Butir/tetes larutan polimer yang telah terinduksi muatan listrik tersebut dibawah pengaruh medan listrik akan loncat atau bergerak ke arah elektroda dengan muatan berlawanan sambil disertai proses penguapan pelarut polimer, sehingga yang tertinggal pada pelat pengumpul (*collecting plate*) hanya serat polimernya saja. Berbagai jenis nanoserat dapat dihasilkan dari berbagai jenis polimer baik polimer alam maupun polimer sintesis.

Electrospinning awalnya tidak dianggap sebagai teknik yang memungkinkan karena adanya kesulitan dalam pengeringan dan pengumpulan nanoserat selama proses berlangsung. Pada tahun 1897 saat Rayleigh pertama kali mengobservasi teknik *elektrospinning*. Dan pada tahun 1914, Zeleny melakukan studi yang komprehensif terhadap *elektrospinning* yang kemudian dipatenkan oleh Formhals pada tahun 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 *electrospinning* [27].

Pada ujung jarum suntik terdapat gaya – gaya yang bekerja yaitu : gaya elektrostatis yang muncul akibat tegangan tinggi yang diberikan sehingga larutan juga bermuatan tinggi dan cenderung mencari daerah yang bermuatan rendah yaitu pada kolektor. Persamaan gaya elektrostatis dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad (2.2)$$

Dengan :

F = gaya elektrostatis (N)

k = konstanta pembanding ($9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$)

q_1 = ujung jarum (C)

q_2 = kolektor

r = jarak ujung jarum ke kolektor (m)

Selain gaya elektrostatik, terdapat juga gaya hidrodinamik yang muncul akibat dorongan dari *syringe pump* dan gaya tegangan permukaan. Gaya tegangan permukaan adalah gaya alami yang dimiliki setiap fluida untuk mempertahankan keadaannya. Gaya – gaya tersebut mempengaruhi pembentukan *cone jet* dan morfologi serat yang dihasilkan [11].