

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Campuran Minyak dengan Air Laut dan Upaya Mengatasinya

Minyak adalah istilah umum yang digunakan untuk menyatakan produk petroleum yang komposisi utamanya terdiri dari hidrokarbon. Minyak bumi merupakan campuran yang sangat kompleks dari hidrokarbon-hidrokarbon organik (sel-sel jaringan hewan dan tumbuhan) yang tertimbun selama jutaan tahun yang lalu di dalam tanah baik di daerah daratan maupun di daerah lepas pantai [9]. Minyak mentah (*crude oil*) yang baru keluar dari sumur eksplorasi mengandung bermacam-macam zat kimia yang berbeda baik dalam bentuk gas, cair maupun padatan. Lebih dari separuh (50-98%) dari zat-zat tersebut merupakan hidrokarbon. Senyawa utama yang terkandung di dalam minyak bumi adalah alifatik, alisiklik dan aromatik [10]. Senyawa alifatik merupakan suatu senyawa yang mempunyai rantai karbon terbuka, contoh dari senyawa alifatik yaitu etana dan asetilen. Senyawa alisiklik merupakan senyawa siklik yang mempunyai sifat-sifat seperti senyawa alifatik, dimana siklik yaitu senyawa karbon yang mempunyai rantai karbon tertutup. Contoh dari senyawa alisiklik yaitu siklopropana. Sedangkan senyawa aromatik merupakan suatu senyawa siklik yang tersusun oleh beberapa atom karbon membentuk segi lima, segi enam secara beraturan dan mempunyai ikatan rangkap yang terkonjugasi [32]. Komponen hidrokarbon aromatik jumlahnya relatif kecil dibandingkan dengan komponen hidrokarbon lainnya yaitu berkisar 2–4 %. Komponen hidrokarbon aromatik yang paling sederhana adalah benzen. Polutan yang berasal dari minyak bumi (*petroleum hydrocarbon*) tersebut telah memperoleh perhatian yang sangat besar secara internasional, politik dan keilmuan apabila mencemari perairan. Hal ini disebabkan karena pengaruh minyak terhadap ekosistem perairan mampu menurunkan kualitas air laut [9].

Pada tanggal 12 Juli 2019, di Indonesia telah terjadi tumpahan minyak di daerah Laut Karawang. Direktur Jendral Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Karliansyah menyebut setidaknya 12 desa di Karawang dan Bekasi serta tujuh pulau di

Kepulauan Seribu terkena dampak tumpahan minyak Pertamina. Tumpahan minyak ini dikabarkan karena bocornya sumur minyak YYA-1 Blok Offshore North West Java (ONWJ) lepas pantai karawang. Tindakan saat ini yang telah dilakukan Pertamina yaitu telah menangkap setidaknya 4000 barrel tumpahan minyak dengan menggunakan jala dan oil boom sepanjang 500 meter yang dipasang dari anjungan. Untuk tindakan selanjutnya pihak Pertamina perlu melakukan pengeboran sumur bantuan hingga kedalaman 2.700 meter atau mendekati sumur YYA-1 yang bocor. Untuk saat ini proses pengeboran sudah mencapai kedalaman 1.400 meter, hingga pada saat ini semburan minyak dari sumur YYA-1 yang awalnya menyembur sangat kuat sudah sedikit berkurang. Estimasi pengeboran sumur bantuan ini akan selesai pada akhir bulan September 2019 [11].



Gambar 2.1 Pantai yang tercemar oleh tumpahan minyak [12].

Secara umum untuk mengatasi tumpahannya minyak di lepas pantai ini dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya [1]:

1. Penanganan secara fisika

Penanganan secara fisika adalah penanggulangan *oil spill* dengan menggunakan peralatan mekanik, merupakan perlakuan pertama dengan cara melokalisasi tumpahan minyak menggunakan pelampung pembatas (*oil booms*) yang kemudian akan ditransfer dengan perangkat pemompa (*oil skimmers*) ke sebuah fasilitas penerima "*reservoir*" baik dalam bentuk tangki ataupun balon. Salah satu kelemahan dari metoda ini adalah hanya dapat dipakai secara efektif di

perairan yang memiliki hidrodinamika air yang rendah (arus, pasang-surut, ombak, dan sebagainya) dan cuaca yang tidak ekstrim. Aplikasi metode ini juga sulit dilakukan di pelabuhan karena dapat mengganggu aktivitas keluar dan masuk kapal-kapal dari dan menuju pelabuhan.

2. Penanganan secara kimia

Pada awalnya penggunaan metode ini kurang dikehendaki, aplikasinya untuk menangani tumpahan minyak Torrey Canyon di perairan Inggris tahun 1967 dianggap menimbulkan kerusakan lingkungan terutama dikarenakan menggunakan bahan kimia dispersan yang bersifat racun. Untungnya dalam kurun waktu lebih dari 30 tahun, pengembangan riset agen dispersan menunjukkan hasil yang sangat menggembirakan, salah satu contoh dari dispersan ini adalah *corexit* 9500 yang diproduksi oleh *Exxon Energy Chemical* yang sukses diaplikasikan untuk membersihkan tumpahan minyak dari tabrakan kapal tanker *Evoikos* dan *Orapin Global* di Selat Malaka.

3. Penanganan secara biologi

Merupakan penanganan dengan melakukan bioremediasi yaitu sebagai proses penguraian limbah organik atau anorganik polutan secara biologi dalam kondisi terkendali dengan tujuan mengontrol, mereduksi atau bahkan mereduksi bahan pencemar dari lingkungan. Kelebihan teknologi ini ditinjau dari aspek komersial adalah relatif lebih ramah lingkungan, biaya penanganan yang relatif lebih murah dan bersifat fleksibel. Teknik pengolahan limbah jenis B3 dengan bioremediasi ini umumnya menggunakan mikroorganisme (khamir, fungi, dan bakteri) sebagai agen bioremediator.

2.2 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 molekulnya antara 160.000 sampai 260.000 gr/mol dan terdiri dari 4% sampai 7% *blowing agents*, biasanya pentana atau butana [6,13]. Banyak industri

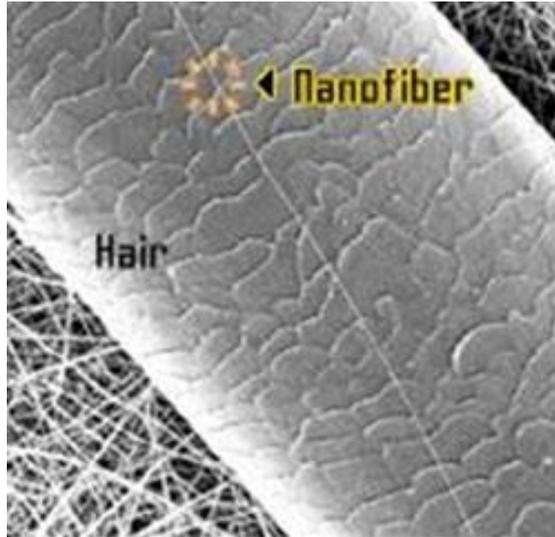
menggunakan *styrofoam* karena memiliki kelebihan antara lain: memiliki bobot yang ringan, mudah dibentuk, bahan insulator yang baik dan harga yang murah. Namun, karena *styrofoam* bersifat sekali pakai, setelah digunakan kebanyakan *styrofoam* menjadi tidak termanfaatkan lagi, sehingga menjadi sampah seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sampah *styrofoam* yang melimpah [14].

2.3 Nanofiber

Nanofiber atau nanoserat didefinisikan sebagai serat yang mempunyai diameter puluhan nanometer hingga mikrometer, Gambar 2.3 meng-ilustrasikan seberapa kecil ukuran *nanofiber*. *Nanofiber* mempunyai sifat yang khas, yaitu sangat kuat, rasio permukaan terhadap volume yang besar dan porous (berpori). Sifat-sifat tersebut membuat *nanofiber* 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 *nanofiber* yang lain permukaannya lebih fleksibel dan memiliki kekuatan yang tinggi [15].

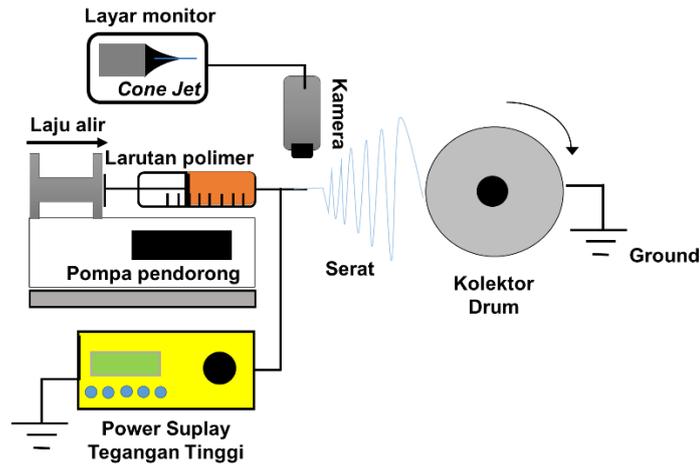


Gambar 2.3 Perbandingan antara *nanofiber* dan sehelai rambut manusia [16].

2.4 *Electrospinning*

Pemintalan elektrik atau *electrospinning* merupakan salah satu teknik untuk memproduksi membran *nanofiber*. *Electrospinning* adalah salah satu metoda untuk membuat serat (*fiber*) dengan diameter 10 nm – 10 μ m. *Nanofiber* hasil *electrospinning* memiliki karakteristik yang menarik dan unik, seperti luas permukaan yang lebih besar dari volume atau massanya, memiliki sifat kimiawi, konduktivitas, dan sifat optik tertentu [17]. Teknik *electrospinning* merupakan proses yang sederhana dalam menghasilkan *nanofiber*. Keunggulan lain dari teknik ini adalah dapat menghasilkan *nanofiber* dengan diameter dan morfologi yang dapat dikontrol.

Prinsip kerja dasar teknik *electrospinning* 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 ground ditempatkan beberapa sentimeter dari larutan yang bermuatan untuk menarik larutan sehingga dapat berubah fasa dari cairan menjadi fasa padatan (serat). Larutan polimer tersebut ditempatkan pada sebuah jarum suntik (*needle*) yang kemudian larutan tersebut didorong dengan laju alir tertentu. Skema sederhana proses *electrospinning* dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Skema sederhana proses *electrospinning*.

Dalam proses *electrospinning*, 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 "*cone jet*" atau biasa disebut kerucut jet. Kerucut jet memainkan peranan penting selama proses *electrospinning*, beberapa studi mengamati bentuk kerucut jet sebagai fungsi arus listrik, tegangan dan laju aliran larutan [18–20]. Pada ujung kerucut jet, 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 elektrostatis juga semakin besar. Dimana gaya elektrostatis dipengaruhi oleh gaya Coulomb dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad (2.1)$$

Dengan :

F = gaya Coulomb (N)

k = konstanta gaya Coulomb ($k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

q_1 = muatan listrik 1 (C)

q_2 = muatan listrik 2 (C)

r = jarak kedua muatan (m)

Pada proses *electrospinning* untuk q_1 adalah muatan pada ujung jarum, dan q_2 adalah muatan pada kolektor drum, sedangkan untuk r adalah jarak antara jarum dan kolektor drum.

Proses *electrospinning* sangat dipengaruhi oleh banyak parameter. Parameter tersebut adalah (a) parameter larutan polimer, diantaranya berat molekul polimer, kekentalan larutan, tegangan permukaan, dan konduktivitas larutan, (b) parameter proses, diantaranya tegangan, laju alir, bentuk kolektor, diameter jarum, jarak antara ujung jarum dan kolektor, (c) parameter lingkungan sekitar, yaitu kelembaban, suhu dan tekanan udara [17].