

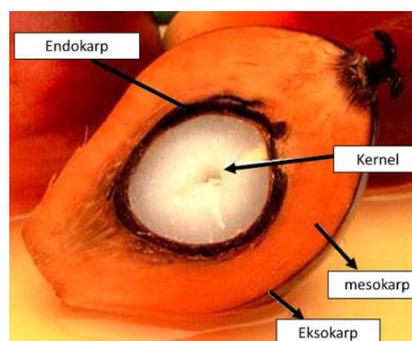
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Crude Palm Oil* (CPO)

Crude Palm Oil adalah salah satu hasil olahan dari kelapa sawit dengan rumus kimia $C_3H_5(COOR)$ [11]. *Crude palm oil* termasuk minyak nabati yang banyak dikonsumsi oleh manusia. Minyak kelapa ini dihasilkan dari buah kelapa sawit, umumnya spesies *elaeis guineensis*. *Crude palm oil* mengandung beta karoten tinggi yang mengakibatkan warna merah pada CPO. Minyak sawit berbeda dengan minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) atau inti buah kelapa (*cocos nucifera*) [12].

Bagian dari kelapa sawit yang menghasilkan CPO adalah cangkang buah kelapa sawit yang berserat. Adapun anatomi buah kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pada gambar tersebut terdapat bagian buah kelapa sawit yang terdiri dari perikarp dan biji. Bagian terluar dari kelapa sawit *perikarp* yang tersusun atas *epikarp* dan *mesokarp*. *Epikarp* merupakan kulit buah yang licin dan keras, sedangkan *mesokarp* adalah daging buah yang berserat dan mengandung minyak dan sebagai penghasil CPO. Sedangkan pada biji tersusun oleh endokarp, endosperm, dan lembaga embrio. Endokarp adalah tempurung kulit biji yang berwarna hitam dan keras, sedangkan endosperm adalah daging biji yang berwarna putih dan dari bagian ini dihasilkan minyak inti sawit [13].



Gambar 2.1. Anatomi Buah Kelapa Sawit [12].

Larutan CPO memiliki beberapa sifat dimana pada suhu kamar larutannya berwujud setengah padat, *non-toxic*, dan mudah didapat. Selain beta karoten

(provitamin A) yang tinggi, CPO juga mengandung vitamin E [12]. Karotenoid berperan penting dalam mempertahankan imun dan antioksidan sehingga mencegah pembentukan kerut pada kulit [16]. Hal itu yang menyebabkan CPO dapat digunakan sebagai sediaan antioksidan pada kulit.

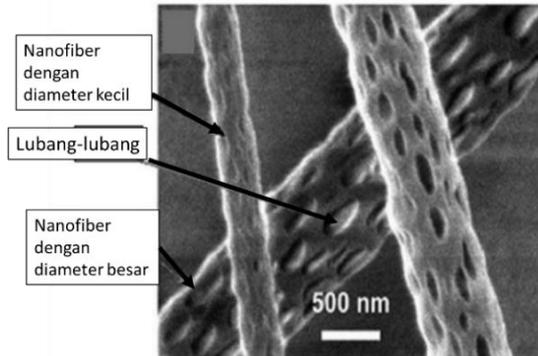
Di Indonesia, banyak industri yang bergerak dalam bidang perkebunan kelapa sawit. Dalam data Kementerian Perdagangan, Indonesia menjadi negara dengan pengekspor minyak kelapa sawit ke negara-negara di Eropa dan India [1-2], [14-17]. Peningkatan jumlah ekspor minyak kelapa sawit pada bulan Maret 2019 sebesar 2,78% juta ton mengakibatkan peningkatan yang signifikan devisa negara pada bidang perekonomian [12]. Pada tahun 2014, data dari BPS menunjukkan bahwa kegiatan ekspor kelapa sawit ke berbagai di Eropa mencapai 40.000 ton/tahun dan ke negara India mencapai 70.000 ton/tahun [23].

2.2.Nanofiber

Nanomaterial adalah material dengan struktur yang sangat kecil, yaitu sekitar 1-100 nm atau sama dengan satu per miliar kalinya 1 meter ($1 \text{ nm} = 10^{-9}\text{m}$) [25]. *Nanofiber* adalah nanomaterial dengan satu dimensi kurang dari 100 nm [6-10], [18]. Serat nano bisa dibentuk dari berbagai macam polimer seperti *polyvinyl alcohol*, gelatin, kolagen, kitosan, dan karboksimetilselulosa dapat menggunakan teknik pemintalan elektro untuk menghasilkan *nanofiber*. *Nanofiber* memiliki sifat yang unik, diantaranya adalah permukaan yang luas, ukuran pori yang kecil dan dapat dibentuk menjadi struktur tiga dimensi. *Nanofiber* dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, diantaranya sebagai media filtrasi, *fiber optic*, pakaian pelindung, sistem penghantaran obat (*drug delivery*) pada bidang farmasi [19-24]. Selain itu, *nanofiber* juga dapat diaplikasikan sebagai penyembuh luka (*wound dressing*) [25-26]. Ilustrasi *nanofiber* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Manfaat dari serat nano adalah pengembangan lapisan serat nano dari berbagai polimer, obat atau faktor pertumbuhan dapat digabungkan ke dalam lapisan serat nano yang berbeda untuk manajemen perawatan luka. Peran serat nano dalam manajemen perawatan luka tingkat lanjut adalah; a) absorpsi eksudat, b) penambahan obat ke serat nano dan menunjukkan efek anti-perekat. Selain itu,

serat nano bisa digunakan dalam sistem pengiriman obat untuk meningkatkan kontrol pengiriman obat melalui *nanofiber* [6].

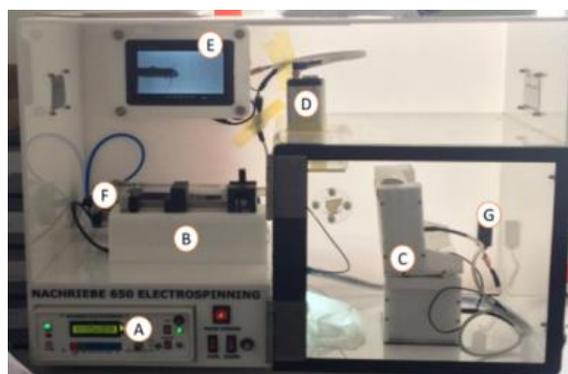


Gambar 2.2. Serat nano dengan diameter dan pori yang berbeda [6].

2.3. *Electrospinning*

Electrospinning merupakan salah satu teknik atau metode pembuatan serat (*fiber*) yang memiliki diameter 10 nm - 10 μ m. *Nanofiber* hasil pemintalan pada *electrospinning* memiliki sifat yang unik, diantaranya munculnya sifat optik, sifat kimiawi, konduktivitas, dan luas permukaannya yang lebih besar dari volume atau massanya [8]. Metode ini juga merupakan proses pembuatan *nanofiber* yang dipengaruhi oleh medan listrik bertegangan tinggi sehingga menghasilkan pancaran (*jet*) berupa larutan atau lelehan polimer bermuatan listrik [4].

Sistem *electrospinning* yang digunakan adalah *Nachriebe 650* yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pada sistem *electrospinning* yang digunakan terdapat komponen-komponen penyusunnya. Pada gambar 2.3. merupakan fisik dari alat *electrospinning* yang digunakan untuk memintal *nanofiber* pada penelitian ini.



Gambar 2.3. Alat *Electrospinning*.

Beberapa komponen yang terdapat pada alat *electrospinning* tersebut adalah, sebagai berikut :

2.3.1. Power Supply Tegangan Tinggi

Power supply tegangan tinggi yang ditunjukkan dengan simbol a pada Gambar 2.3. memiliki fungsi memberikan tegangan tinggi pada jarum sehingga larutan pada jarum bermuatan dan tertarik ke arah kolektor dan memungkinkan terbentuknya serat. Tegangan tinggi yang dapat dioperasikan pada *power supply* ini mencapai 20 kV dengan arus DC stabil. Selain pengaturan besar tegangan, pada *power supply* ini juga dapat mengatur laju alir (*flow rate*) dan pengaturan kelembaban udara.

2.3.2. Syringe Pump

Syringe pump yang ditunjukkan oleh simbol b pada Gambar 2.3. memiliki fungsi meletakkan jarum suntik yang berisi larutan dan digunakan sebagai pendorong larutan yang ada di dalamnya.

2.3.3. Kolektor Drum

Kolektor yang ditunjukkan oleh simbol c pada gambar 2.3. berfungsi untuk menampung hasil pintalan *nanofiber*. Kolektor ini berbentuk silinder (*drum*) yang dapat bergerak dan berputar serta dapat diatur kecepatan putarnya. Kolektor ini dihubungkan dengan *ground* yang berfungsi sebagai proteksi apabila terjadi kebocoran arus atau kerusakan pada alat.

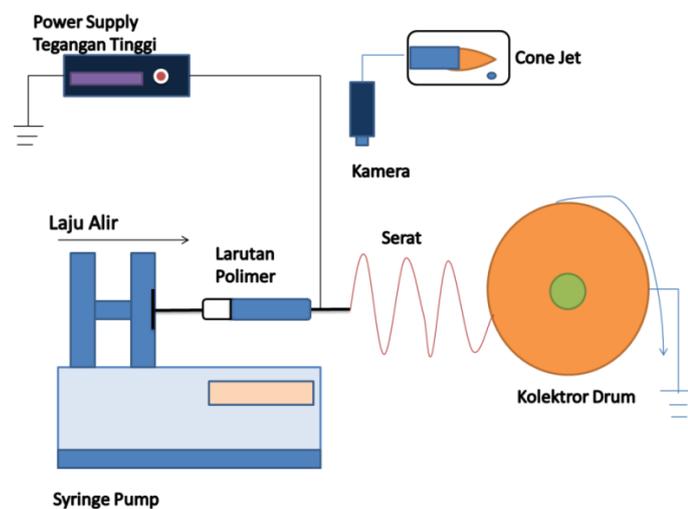
2.3.4. Sistem Monitoring Cone jet

Kamera yang ditunjukkan dengan simbol d pada gambar 2.3. berfungsi sebagai alat untuk menangkap proses *cone jet* terbentuk yang ditampilkan pada layar monitor. Dengan perbesaran hingga 36 kali, kamera ini dapat menangkap bentuk *cone jet* dengan jelas. *Cone jet* merupakan suatu istilah dalam *electrospinning*, yang berarti larutan yang berbentuk *cone* (kerucut) pada ujung jarum. Kestabilan bentuk kerucut menunjukkan *nanofiber* yang dihasilkan oleh alat pemintalan berkualitas baik.

2.3.5. Sistem Kelembaban

Pada sistem kelembaban ada 2 komponen, yaitu sensor dan tabung silika gel. Sensor kelembaban yang digunakan pada sistem ini adalah sensor DHT21 (simbol g) dan silika gel (simbol f). Pada sistem yang digunakan, sensor DHT21 juga dapat membaca nilai temperatur dalam *chamber*. Silika gel akan berubah warna dari biru menjadi kemerahan apabila sudah digunakan. Selain itu, nilai kelembaban udara pada sistem diatur melalui *power supply*.

Gambar 2.4. menunjukkan skema sederhana proses *electrospinning*. Prinsip sederhana dari *electrospinning* yaitu menghasilkan serat dengan cara pemberian tegangan tinggi pada larutan polimer yang disimpan pada jarum suntik. Larutan yang telah bermuatan tinggi cenderung mencari tempat yang bermuatan rendah. Dalam sistem *electrospinning* yang bermuatan rendah adalah kolektor drum yang dihubungkan dengan *ground* dan diletakkan dengan jarak tertentu dari larutan. Hal ini yang menyebabkan fase dari larutan dapat berubah dari cair menjadi padat. Ilustrasi sederhana dari *electrospinning* di tampilkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Ilustrasi *electrospinning*.

Proses pembuatan *electrospinning* dipengaruhi oleh berbagai gaya, diantaranya gaya elektrostatis dan gaya tegangan permukaan. Gaya elektrostatis timbul ketika larutan polimer yang didorong oleh *syringe pump* dialiri dengan tegangan tinggi sehingga menimbulkan medan listrik diantara larutan dan *ground*. Pada proses *electrospinning* larutan bermuatan yang keluar dari jarum suntik akan membentuk

kerucut. Bentuk kerucut yang terbentuk pada ujung jarum banyak diamati peneliti dengan variasi laju alir, arus listrik dan besar tegangan terhadap bentuk serat yang dihasilkan [20]. Pembentukan kerucut ini dipengaruhi oleh adanya gaya tegangan permukaan yang berlawanan dengan gaya elektrostatis. Akibat dari gaya tegangan permukaan adalah terjadi perubahan wujud larutan polimer menjadi padat (serat) yang dikumpulkan pada kolektor. Penambahan tegangan pada larutan polimer mengakibatkan gaya elektrostatis yang besar akibat dari muatan pada larutan yang semakin banyak. Proses *electrospinning* dipengaruhi oleh parameter yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Parameter dalam teknik *electrospinning* [9].

Parameter Larutan	Parameter Proses	Parameter Lingkungan
Konsentrasi	Tegangan	Temperatur
Viskositas	Jarak dengan kolektor	Kelembaban
Tegangan permukaan	<i>Flow rate</i>	Tekanan
Konduktivitas	Diameter Jarum	
Konstanta dielektrik		
Penguapan larutan		

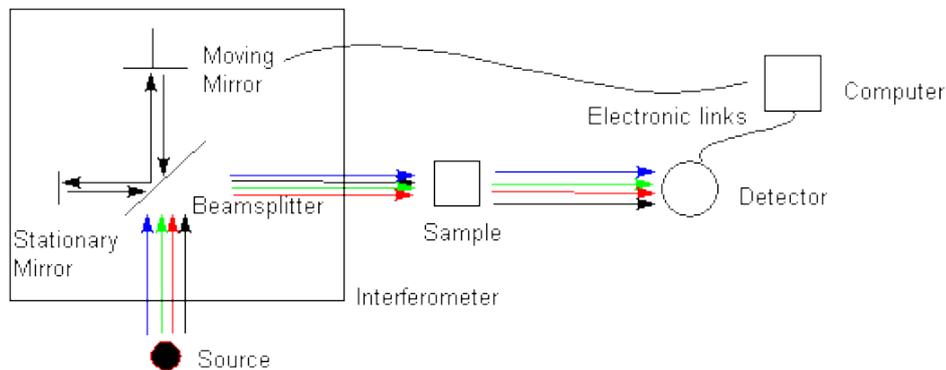
Parameter yang digunakan pada proses *electrospinning* digunakan untuk mendapatkan *nanofiber* yang memiliki karakteristik yang baik. *Nanofiber* dengan karakteristik yang baik adalah *nanofiber* yang konsisten, tidak cacat, dan dapat dikumpulkan pada kolektor. Adapun kecacatan yang terjadi pada proses *electrospinning* dapat dikontrol [21]. *Nanofiber* yang dihasilkan juga bersifat kontinu atau tidak mudah putus.

2.4. Fourier Transform Infrared (FTIR)

Fourier Transform Infrared merupakan suatu teknik untuk memperoleh panjang gelombang dari suatu zat yang ditembakkan dengan inframerah. Prinsip kerja

sederhana pada FTIR adalah identifikasi senyawa, mendeteksi senyawa, mendeteksi gugus fungsi, dan menganalisis campuran menggunakan bantuan infra merah [27].

Pada prinsip FTIR, sinar inframerah melewati celah sempit *beam splitter* sebelum mencapai sampel. Dimana celah tersebut dapat mengontrol jumlah energi yang dikirim ke sampel. Beberapa sinar inframerah yang masuk akan diserap oleh sampel, dan yang lain ditransmisikan melalui permukaan sampel. Sinar inframerah yang terserap dikirimkan ke detektor, diukur, dikirimkan ke komputer dan direkam sebagai sinyal [28]. Adapun skema sederhana FTIR dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Ilustrasi FTIR.

Spektrometer FTIR merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa secara kualitatif dan kuantitatif.

a. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif FTIR umumnya digunakan untuk menentukan gugus fungsi yang ada dalam senyawa yang akan dianalisis.

b. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif menggunakan FTIR umumnya digunakan untuk menentukan konsentrasi analit dalam sampel. Analisis kuantitatif ini menggunakan hukum Beer-Lambert. Hukum Beer-Lambert menetapkan:

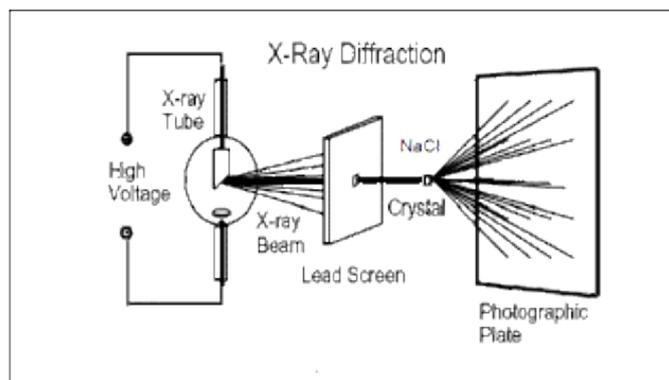
$$A = \epsilon bc \tag{2.1}$$

Fourier transform infrared adalah metode non-radioaktif bebas reagen yang dapat mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis gugus fungsi

sampel dilakukan dengan cara membandingkan pita hasil serapan yang terbentuk pada spektrum inframerah menggunakan spektrum senyawa referensi (yang telah diketahui sebelumnya).

2.5. X-Ray Diffraction (XRD)

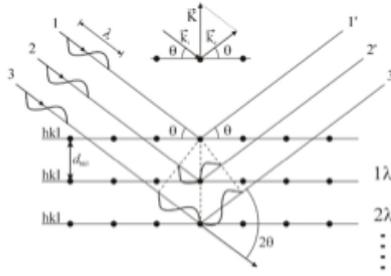
X-Ray Diffraction (XRD) merupakan teknik untuk menganalisis struktur bahan kristalin, semi-kristalin, dan non-kristalin. Metode analisa XRD ini merupakan metode yang memanfaatkan interaksi antara sinar-x dengan atom yang tersusun dalam sebuah sistem kristal. Analisa ini juga dimanfaatkan untuk mengetahui suatu senyawa dengan mengamati pola bias cahaya akibat dari pembiasan berkas cahaya material yang memiliki susunan atom tertentu pada kisi kristalnya. Prinsip kerja sederhana XRD adalah partikel cahaya (foton) yang datang dengan sudut tertentu pada material yang memiliki bentuk tertentu akan menghasilkan pola pantulan atau pembiasan yang bermacam-macam [27]. Adapun ilustrasi XRD dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Ilustrasi XRD.

Prinsip kerja XRD adalah sinar-x yang dihasilkan oleh tabung sinar-x diarahkan pada sampel melalui celah sempit. Celah logam ini digunakan untuk menyelaraskan sinar-x. Setelah terdifraksi oleh sampel, berkas cahaya ini akan melewati rangkaian celah yang lain. Hasil dari difraksi ini berbentuk pola-pola difraksi yang menyerupai pola gelap terang. Pola gelap terbentuk ketika terjadi interferensi destruktif, sedangkan pola terang terbentuk ketika terjadi interferensi konstruktif (membangun) [27]. Interferensi konstruktif terjadi sesuai dengan Hukum Bragg yang divisualisasikan seperti pada Gambar 2.7. berikut.

$$n\lambda = 2d \sin\theta \quad (2.2)$$



Gambar 2.7. Mekanisme XRD.

Pola difraksi yang dihasilkan adalah serangkaian puncak difraksi yang intensitas relatifnya bervariasi dengan nilai 2θ tertentu. Intensitas relatif puncak dalam serangkaian puncak tergantung pada jumlah atom atau ion yang ada dan distribusinya dalam sel satuan. Pola difraksi setiap kristal padat adalah khas, tergantung pada kisi kristal, unit parameter, dan panjang gelombang sinar-x yang digunakan. Oleh karena itu, kecil kemungkinan pola difraksi yang sama akan muncul untuk padatan kristal yang berbeda.