

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanopartikel Fe₃O₄

Partikel nano magnetik memiliki sifat fisik dan kimia yang bervariasi dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang. Salah satu partikel magnetik yang dapat dijadikan berukuran nanometer adalah besi oksida seperti Fe₃O₄ (magnetit). Partikel nano dapat dimanfaatkan sebagai material untuk sistem pengangkutan obat-obatan (Drug Delivery System = DDS), Magnetic Resonance Imaging (MRI), dan terapi kanker. Supaya dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, maka sangatlah penting untuk mengetahui ukuran partikel, sifat magnetik, dan sifat permukaan dari partikel nano itu sendiri [14]

Untuk sintesis partikel nano Fe₃O₄ dengan metode kopresipitasi, perbandingan/ rasio antara ion *ferrous* (Fe²⁺) dan ion *ferric* (Fe³⁺) dalam medium basa (alkali) sangat mempengaruhi hasil akhir sintesis. Efeknya meliputi rentang diameter partikel dan sifat magnetik yang dihasilkan. Telah dilaporkan bahwa valensi garam logam yang digunakan dalam sintesis memegang peranan penting dalam menentukan ukuran partikel. Dalam hal ini, ukuran partikel nano Fe₃O₄ dengan variasi prosentase molar ion ferrous terhadap jumlah total ion besinya dalam rentang ~9 nm sampai ~40 nm [14].

Luasnya aplikasi dari Fe₃O₄ ternyata tidak terlepas dari perkembangan kajian nanomaterial yaitu material dengan ukuran dalam orde nanometer (nm), atau kurang dari 100 nm. Beberapa sifat nanopartikel magnetik bergantung pada ukurannya. Sebagai contoh, ketika ukuran suatu partikel magnetik di bawah 10 nm akan bersifat superparamagnetik pada temperatur ruang, artinya energi termal dapat menghalangi anisotropi energi penghalang dari sebuah nanopartikel tunggal. Sintesis nanopartikel seragam dengan mengatur ukurannya menjadi salah satu kajian yang sangat menarik akhir-akhir ini [15].

Nanopartikel Fe₃O₄ biasanya didapat dengan beberapa metode sintesis kimia, seperti kopresipitasi, *reverse micelle method*, sintesis *microwave plasma*, teknik sol-gel, *freeze drying*, *ultrasound irradiation*, metode hidrotermal, teknik pirolisis laser, dan lain-lain [15], [16]. Metode kopresipitasi merupakan metode sintesis yang paling sederhana, mudah dan tidak membutuhkan temperatur yang

tinggi, namun dapat menghasilkan partikel Fe_3O_4 dalam orde nanometer.

Modifikasi permukaan nanopartikel Fe_3O_4 dapat dilakukan secara *exsitu* dan *insitu*. Pada modifikasi permukaan nanopartikel harus memiliki sifat biokompatibel dan dapat didegradasi oleh tubuh. Material yang dapat digunakan untuk modifikasi permukaan yaitu material organik dan anorganik. Material organik yang digunakan seperti *poly (ethylene-co-vinyl acetate)*, *polyvinylpyrrolidone* (PVP), *poly-lactic-co-glycolic acid* (PLGA), *polyethylene glycol* (PEG) atau *polyvinyl alcohol* (PVA) juga digunakan sebagai bahan pelapis [14,15].

Material nanopartikel belakangan ini mengalami perkembangan pesat karena nanopartikel memiliki ciri yang khas pada sifat fisik dan biologis. Suatu gugus atom atau molekul logam yang berukuran dari 1-100 nm dan antara atom tunggal dengan molekul. Sebagian besar atom berada di permukaan partikel yang berukuran nanometer. Atom ini memiliki aktivitas kimia yang tinggi, cenderung untuk mengikat atom lain [29].

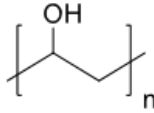
Nanopartikel Fe_3O_4 dikatakan sebagai superparamagnetik apabila dapat diamati ukurannya di kisaran 20-50 nm (30). Karena sifatnya superparamagnetik dimungkinkan suatu partikel dapat dipisahkan dengan cepat didispersikan kembali ke dalam larutan didekatkan atau dijauhkan pada medan magnet. (31)

2.2 Polyvinil Alkohol (PVA)

Polivinil alkohol memiliki film yang baik sebagai pembentuk, pengemulsi, dan sifat perekat. Lapisan permukaan partikel PVA dapat mencegah aglomerasi sehingga menimbulkan partikel monodisperse. Dalam pembuatan nanopartikel dipertimbangkan untuk dilapisi oleh polivinil alkohol (PVA) untuk mencegah koagulasi partikel selama proses bioaplikasi [19].

Polivinil alkohol (PVA) merupakan polimer sintetik yang murah dan tidak beracun untuk suatu mikroorganisme yang telah digunakan untuk sel dan imobilisasi enzim [20].

Polivinil alkohol tidak larut dalam pelarut organik dan larut dalam etanol. Polivinil alkohol memiliki struktur sebagai berikut:



Gambar 2.1 Struktur polivinil alcohol [32]

2.3 X-Ray Diffraction

XRD memberikan data-data difraksi dan kuantisasi intensitas difraksi pada sudut-sudut dari suatu bahan. Data yang diperoleh dari XRD berupa intensitas difraksi sinar-X yang terdifraksi dan sudut-sudut 2θ . Tiap pola yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu [21]

Suatu kristal yang terkena oleh sinar-X tersebut berupa material sehingga intensitas sinar yang ditransmisikan akan lebih rendah dari intensitas sinar datang. Berkas sinar-X yang dihamburkan ada yang saling menghilangkan (interferensi destruktif) dan ada juga yang saling menguatkan (interferensi konstruktif) [22]

Berdasarkan Gambar F.1 dapat dituliskan suatu persamaan yang disebut dengan hukum Bragg. Persamaan tersebut adalah :

$$\delta = DE + EC' \quad (2.2)$$

$$\delta = 2EC' \quad (2.3)$$

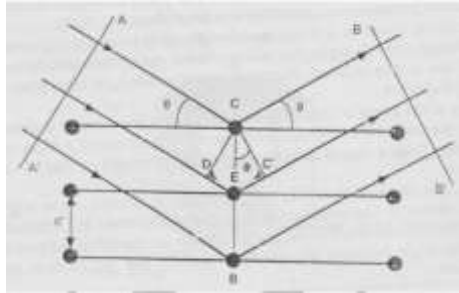
$$\delta = 2EC \sin\theta, EC = d \quad (2.4)$$

$$\delta = 2 d \sin\theta \quad (2.5)$$

sehingga beda lintasannya

$$n \lambda = 2 d \sin\theta \quad (2.6)$$

dengan λ merupakan panjang gelombang, d adalah jarak antar bidang, n adalah bilangan bulat (1,2,3, ...) yang menyatakan orde berkas yang dihambur, dan θ adalah sudut difraksi [22].



Gambar 2.2 Difraksi Sinar-X [22]

2.4 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Radiasi inframerah kisaran dari sekitar $10,000-100\text{ cm}^{-1}$ yang diserap dan diubah oleh molekul organik menjadi energi getaran molekul. penyerapan ini juga terkuantisasi, namun spektrum getaran muncul sebagai band bukan sebagai garis karena perubahan energi tunggal getaran disertai oleh sejumlah rotasi perubahan energi [23].

Perhitungan frekuensi peregangan menempatkan obligasi di daerah penyerapan secara umum ditunjukkan sebagai berikut :

Tabel 2.1 Fourier Transform Infrared Spectroscopy [23].

Jenis Ikatan	Daerah Absorpsi (cm^{-1})
C-C, C-O, C-N	1300-800
C=C, C=O, C=N, N=O	1900-1500
C-H, O-H, N-H	3800-2700

2.5 Pengaruh Ultrasonikasi

Ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh manusia, yaitu kira-kira di atas 20 kHz. Gelombang ultrasonik dapat merambat dalam medium padat, cair, dan gas. Proses sonikasi ini mengubah sinyal listrik menjadi getaran fisik yang dapat diarahkan untuk suatu bahan dengan menggunakan alat yang bernama sonikator. Sonikasi ini biasanya dilakukan untuk memecah senyawa atau sel untuk pemeriksaan lebih

lanjut. Getaran ini memiliki efek yang sangat kuat pada larutan, menyebabkan pecahnya molekul dan putusnya sel [33]

Waktu ultrasonikasi berpengaruh terhadap perubahan ukuran kristalit, parameter kisi dan morfologi suatu partikel. Disisi lain, waktu ultrasonikasi juga mengakibatkan proses adsorpsi dan desorpsi yang mengindikasikan bahwa waktu untuk proses ekstraksi sangat cepat [29].

Semakin lama waktu sonikasi, ukuran partikel cenderung lebih homogen dan mengecil yang akhirnya menuju ukuran nanopartikel yang stabil serta penggumpalan pun semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena gelombang kejut pada metode sonikasi dapat memisahkan penggumpalan partikel (*agglomeration*) dan terjadi dispersi sempurna dengan penambahan surfaktan sebagai penstabil [34]