

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Nanopartikel merupakan suatu partikel dengan ukuran nanometer, yaitu sekitar 1–100 nm (Hosokawa, dkk. 2007). Nanopartikel menjadi kajian yang sangat menarik, karena material yang berada dalam ukuran nano biasanya memiliki partikel dengan sifat kimia atau fisika yang lebih unggul dari material yang berukuran besar (*bulk*). Dalam hal ini sifat tersebut dapat diubah-ubah melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan komposisi kimiawi, modifikasi permukaan dan pengontrolan interaksi antar partikel.

Di Indonesia, perkembangan nano teknologi masih dalam tahap rintisan karena keterbatasan dana dan fasilitas eksperimen. Dengan kendala yang demikian membuat kita harus bekerja keras memanfaatkan potensi yang ada di tanah air (Hadi, 2009). Pada periode tahun 2010 sampai 2020 akan terjadi percepatan luar biasa dalam penerapan nanoteknologi di dunia industri dan menandakan bahwa sekarang ini dunia sedang mengarah pada revolusi nanoteknologi. Negara-negara seperti Amerika Serikat, Jepang, Australia, Kanada dan negara-negara Eropa, serta beberapa negara Asia, seperti Singapura, Cina, dan Korea tengah giat-giatnya mengembangkan suatu cabang baru teknologi yang populer disebut nanoteknologi. Nanoteknologi akan mempengaruhi industri baja, pelapisan dekorasi, industri polimer, industri kemasan, peralatan olahraga, tekstil, keramik, industri farmasi dan kedokteran, transportasi, industri air, elektronika dan kecantikan. Penguasaan nanoteknologi akan memungkinkan berbagai penemuan baru yang bukan sekedar memberikan nilai tambah terhadap suatu produk, bahkan menciptakan nilai bagi suatu produk (Nano, 2011). Salah satu nanoteknologi yang sangat menarik untuk dikembangkan saat ini adalah nanopartikel magnetik.

Nanopartikel magnetik yang banyak dipelajari baru-baru ini adalah  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnetit).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnetit) merupakan salah satu fase dari oksida besi yang bersifat amfoter dan memiliki daya serap yang tinggi (Abdillah, 2013). Senyawa

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  ( $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), berwarna hitam dengan struktur berbentuk inversi spinel dan mengandung ion  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  (Gubin, 2007). Dalam penelitian ini menggunakan bahan dasar pasir besi yang terdapat di sungai parbangsian Kecamatan Saragih Kabupaten Tapanuli Tengah. Pada umumnya pasir besi mengandung fasa  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang cukup tinggi di samping itu terdapat fasa minor lainnya, seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Maka hal ini pasir besi sangat berpotensi untuk dijadikan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berukuran nanometer.

Beberapa tahun terakhir ini  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, diantaranya sebagai penyimpan informasi dengan densitas yang tinggi, pembentukan gambar dengan resonansi magnetik (MRI), sistem pengiriman untuk obat-obatan, kosmetik, pewarna, tinta serta berperan dalam berbagai proses pemisahan, termasuk adsorpsi (Hamidi, 2013).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  diaplikasikan juga sebagai pelapis untuk mencegah korosi lanjut pada pembuatan baja dan sangat potensial untuk dijadikan adsorben logam-logam berat (Vlack, 1992).

Luasnya aplikasi dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ternyata tidak terlepas dari perkembangan kajian material nano yang menuntutnya berada dalam orde nanometer (nm).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berukuran nano memiliki sifat feromagnetik dan memiliki peluang aplikasi yang luas. Pengaplikasian  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang berukuran partikel nano merupakan alternatif yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri di bidang elektronik yang dalam perkembangan dan kebutuhannya meningkat. Aplikasi pada bidang industri yang berukuran partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  seperti dalam biomedical, ferrofluida, maupun sebagai bahan gelombang mikro radar (Malik, 2007).

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang berada dalam skala nanometer juga memiliki sifat yang bergantung pada ukurannya. Sebagai contoh, ketika ukuran suatu partikel nano magnetik di bawah 10 nm, akan bersifat superparamagnetik pada temperatur ruang, artinya bahwa energi termal dapat menghalangi anisotropi energi penghalang dari sebuah partikel nano tunggal. Karena itu, bagaimana mensintesis nanopartikel seragam dengan mengatur ukurannya menjadi salah satu kunci masalah dalam ruang lingkup sintesis nanopartikel (Pedana, dkk. 2010).

Salah satu zat yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran dan struktur pori adalah polietilen Glikol (PEG). Dalam hal ini PEG dapat berfungsi sebagai template dan juga pembungkus partikel besi sehingga tidak terbentuk agregat, hal ini dikarenakan PEG terjebak pada permukaan partikel dan menutupi ion positif besi, dan pada akhirnya akan diperoleh hasil partikel dengan bentuk bulatan yang seragam (Perdana, dkk. 2010).

Pada penelitian ini PEG yang digunakan adalah PEG-4000. PEG-4000 memiliki sifat yang stabil, mudah bercampur dengan komponen-komponen lain, tidak beracun, dan tidak iritatif. PEG-4000 mempunyai berat molekul rata-rata 4000 g/mol dan memiliki derajat polimerisasi 68. Derajat polimerisasi menyatakan banyaknya panjang rantai yang terkandung dalam PEG. Semakin banyak jumlah rantai yang dikandung oleh PEG semakin banyak permukaan partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang ditutupinya dan semakin menghambat pertumbuhan partikel sehingga ukuran kristalnya semakin kecil karena pertumbuhannya dibatasi atau dihalangi oleh banyaknya rantai PEG.

Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  biasanya di dapat dengan beberapa metode sintesis kimia, seperti, *reverse micelle method*, sintesis *microwave plasma*, *teknik sol – gel*, *freeze drying*, *ultrasound irradiation*, metode hidrotermal, teknik pirolisis laser, metode kopresipitasi, dan lain-lain (Trisa, 2011). Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan adalah metode kopresipitasi. Metode ini dinilai lebih cocok karena lebih mudah untuk dilakukan, bahan-bahan dan cara kerja yang digunakan juga lebih sederhana. Kelebihan dari metode ini adalah prosesnya menggunakan suhu rendah dan mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan relatif singkat.

Penelitian terdahulu/terkait dengan penelitian ini, seperti yang dilakukan oleh Baqiya, dkk (2007) mengenai penggunaan PEG-400 dan tanpa penggunaan PEG pada sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan karakterisasi struktur serta kemagnetannya dengan menggunakan metode kopresipitasi. Hasil analisis *X-Ray Diffractometer* (XRD) terhadap  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  tanpa template menunjukkan ukuran kristalin 15 nm, sedangkan penggunaan PEG-400 meningkatkan ukuran kristalin hingga 25 nm. Hasil ini didukung oleh pengamatan *Transmission Electron*

*Microscopy* (TEM). Pengukuran terhadap sifat kemagnetan menggunakan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) memperlihatkan adanya peningkatan magnetisasi saturasi pada partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan PEG-400.

Perdana, dkk (2010) tentang sintesis dan karakterisasi partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  template PEG-1000 dengan menggunakan metode kopresipitasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel, distribusi dan sifat magnetik dari partikel nano ini diteliti berdasarkan perbandingan volume larutan dan PEG, yaitu 1:1; 1:2; 1:4. Ukuran partikel dari nanopartikel menurun dengan bertambahnya perbandingan volume larutan dan PEG-1000 dari 10,9 sampai 6 nm.

Dari uraian latar belakang tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan PEG akan berpengaruh pada ukuran partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  sehingga peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai penggunaan PEG-4000 dan pasir besi sebagai bahan dasar dalam mensintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan menggunakan metode kopresipitasi. Dengan demikian judul penelitian ini adalah: **“ Sintesis Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi.”**

## 1.2. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini batasan masalah yang dibahas meliputi:

1. Bahan dasar pasir besi dipakai dalam mensintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$
2. Metode yang akan digunakan adalah metode kopresipitasi
3. Penggunaan PEG-4000
4. Volume larutan dengan menggunakan PEG yaitu : 1:3
5. Karakterisasi *X-Ray Diffractometer* (XRD) dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM)

## 1.3. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana mensintesis partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan ukuran butir  $\leq 100$  nm berbahan dasar pasir besi?
2. Bagaimana pengaruh penambahan PEG-4000 terhadap distribusi ukuran partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?
3. Bagaimanakah hasil karakterisasi *X-Ray Diffractometer* (XRD) dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) dari partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?

## 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah

1. Untuk memperoleh sintesis partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan ukuran butir  $\leq 100$  nm berbahan dasar pasir besi
2. Mengetahui pengaruh penambahan PEG-4000 terhadap ukuran partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$
3. Mengetahui hasil karakterisasi *X-Ray Diffractometer* (XRD) dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) dari partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengembangkan penguasaan dalam bidang nanomaterial terutama dalam proses sintesa dan mekanisme partikel nano. Dengan keberhasilan membuat bahan partikel nano yang memiliki ukuran butir  $\leq 100$  nm berbahan dasar pasir besi dan distribusi ukuran yang merata, akan memberi peluang lebih besar kepada aplikasi teknologi dan segi ilmiah.

