

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Secara geologis, Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sumber daya mineral, termasuk di dalamnya bahan galian industri (salah satunya adalah Batuan besi). Pembentukan pegunungan, aktivitas magma pada gunung-gunung api serta proses sedimentasi yang telah berjalan dalam kurun waktu yang cukup lama disertai dengan proses evolusi geologi yang mengakibatkan terjadinya proses pembentukan batuan besi. Berbagai indikasi adanya proses tersebut dijumpai di berbagai tempat di wilayah Indonesia, salah satunya adalah Provinsi Sumatera Barat.

Sumatera barat merupakan salah satu provinsi yang memiliki banyak sumber daya mineral seperti besi. Salah satu daerah yang memiliki cadangan batuan besi yang cukup besar adalah Rura Tomang Bocor Kecamatan Ranah Batahan dan Poros Kecamatan Sungai Beremas di Kabupaten Pasaman Barat. Dimana selama ini batuan besi belum diolah dan dimanfaatkan secara optimal, hanya ditambang dan dijual dalam bentuk mentah sehingga nilai jualnya cukup rendah. Padahal besi yang menyusun batuan besi tersebut menunjukkan kemagnetan paling kuat di antara oksida-oksida logam transisi.

Besi diperoleh dalam bentuk *magnetit* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematit* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *geothit*, *limonit*, atau *siderit*. Dari mineral-mineral bijih besi, magnetit adalah mineral dengan kandungan Fe paling tinggi. Magnetit banyak dipakai dalam berbagai

bidang industri seperti keramik, katalis, penyimpanan energi, *ferofluida*, *absorbent*, *pasivasi coating*, serta biomedis, yaitu *drug delivery system* sebagai *contrast agent* dalam diagnosa penyakit dengan menggunakan *magnetic resonance imaging* (MRI) (Taufiq dkk, 2008). Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan batuan besi sehingga diharapkan dari pengolahan tersebut dapat meningkatkan nilai jualnya. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan nanopartikel magnetik.

Aplikasi bahan magnetik yang begitu luas ternyata tidak terlepas dari perkembangan kajian material nano yang menuntut mineral tersebut berada dalam orde nanometer (nm). Para peneliti terus mengembangkan berbagai metode sintesis nanopartikel magnetik. Tujuan pengembangan tersebut adalah untuk mendapatkan nanopartikel dengan sifat-sifat yang diinginkan. Beberapa metode preparasi yang telah dikembangkan adalah metode sol-gel, hidrotermal, kopresipitasi, *ultrasound irradiation* (sonikasi) dan lain-lain.

Metode kopresipitasi merupakan proses kimia yang membawa suatu zat terlarut kebawah sehingga terbentuk endapan yang dikehendaki. Metode kopresipitasi digunakan untuk mensintesis batuan besi menjadi nanopartikel magnetik. Metode ini dilakukan pada suhu rendah (kurang dari 100 °C), waktu yang relatif lebih cepat, peralatan yang sederhana, bahkan dilakukan dengan memanfaatkan bahan alam yang relatif melimpah seperti batuan besi (Taufiq dkk, 2008). Oleh karena itu, metode kopresipitasi cocok digunakan dalam penelitian ini. Mineral magnetik yang berada dalam skala nanometer memiliki sifat yang tergantung pada ukurannya.

Oleh karena itu, bagaimana mensintesis nanopartikel seragam dengan mengatur ukurannya adalah salah satu kunci masalah dalam ruang lingkup sintesis nanopartikel. Ukuran nanopartikel dapat dikontrol dengan penambahan polimer dan surfaktan. Salah satu polimer yang dapat digunakan untuk mengontrol ukuran dan struktur tersebut adalah Polietilen Glikol (PEG) (Perdana dkk, 2010). Pada penelitian ini digunakan Polietilen Glikol (PEG) 6000. PEG 6000 memiliki sifat yang stabil, mudah bercampur dengan komponen lain, tidak beracun dan tidak iritatif.

Dalam penelitian ini, selain menggunakan metode kopresipitasi juga akan digunakan metode *ultrasound irradiation* (metode sonikasi). Metode sonikasi banyak dilakukan karena pengaruh sonikasi (ultrasonik) yang dapat menghasilkan sampel kristal partikel nanomagnetik. Metode ini menggunakan *ultrasonic bath* dengan frekuensi tinggi seperti 20 kHz atau 56 kHz untuk memecah ion-ion metal dalam molekul sehingga diharapkan proses pertumbuhan kristal dapat berlangsung dengan cepat dan dapat menghindarkan terjadinya oksidasi pada ion-ion metal yang mengakibatkan terbentuknya partikel amorf. Hapsari (2009) berhasil mensintesis nanosfer berbasis *ferrofluid* dan *poly lactic acid* (PLA) dengan variasi waktu sonikasi. Distribusi nanosfer yang terbentuk semakin homogen dengan semakin lamanya waktu sonikasi.

Pada penelitian lain Delmifiana (2013) juga telah mensintesis nanopartikel magnetik dari batuan besi dengan metode kopresipitasi-sonikasi, dan menambahkan Polietilen Glikol (PEG-4000) dengan perbandingan massa 1 : 5. Sampel selanjutnya disonikasi dengan variasi waktu sonikasi selama 1, 2, 3 dan 4

jam. Dari hasil analisis pola difraksi sinar-x terdapat dua struktur yaitu kubik spinel dari magnetit dan korundum heksagonal dari hematit. Ukuran kristal semua sampel berkisar antara 41,6 nm – 58,7 nm. Semakin lama waktu sonikasi yaitu sampai 3 jam, ukuran kristal semakin kecil tetapi pada waktu sonikasi selama 4 jam ukuran kristal kembali membesar. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh waktu dan suhu sonikasi optimum.

Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan PEG-6000 menggunakan metode kopresipitasi-sonikasi. Selanjutnya akan diteliti pengaruh suhu pada proses sonikasi yang dilakukan dalam waktu selama 3 jam, terhadap morfologi partikel dan kristalinitas nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan metoda kopresipitasi-sonikasi menggunakan *template* PEG-6000, dan menganalisis pengaruh suhu selama proses sonikasi terhadap ukuran partikel, morfologi maupun kristalinitas nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menggunakan SEM dan XRD. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan penguasaan dalam bidang nanomaterial terutama dalam proses sintesis dan mekanisme nanopartikel magnetik. Disamping itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai pengaruh penambahan PEG-6000 sebagai *template* terhadap ukuran nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan pengaruh suhu selama proses sonikasi terhadap morfologi, dan kristalinitasnya.

### **1.3. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian**

Penelitian ini ditekankan pada kajian ukuran nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  akibat penambahan PEG-6000 dan pengaruh suhu selama proses sonikasi terhadap morfologi dan sifat magnet nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dengan menggunakan karakterisasi *X-Ray Diffractometer (XRD)*, dan *Scanning Electron Microscope (SEM)*.