

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memicu terjadinya pencemaran lingkungan, seperti: air, tanah dan udara. Pencemaran lingkungan hidup, terutama logam berat menjadi masalah yang cukup serius, seiring dengan penggunaannya dalam bidang industri semakin meningkat. Logam berat banyak digunakan karena sifatnya yang dapat menghantarkan listrik dan panas serta membentuk logam paduan dengan logam yang lain. Terjadinya kasus keracunan logam berat, seperti yang terjadi di Jepang banyak menimbulkan korban jiwa. Disamping itu mungkin juga disebabkan kurangnya informasi tentang logam berat yang diberikan kepada masyarakat (Hutagalung, 1984). Untuk menangani masalah pencemaran limbah cair logam berat telah dikembangkan teknologi *nanoparticle*. Teknologi *nanoparticle* dapat diaplikasikan dalam bidang industry, sehingga cukup signifikan dalam membantu pencemaran lingkungan. Di Indonesia, perkembangan *nanotechnology* sudah mulai diterapkan dalam beberapa produk industri dan penelitiannya masih berlanjut terus hingga saat ini (Bukit, 2015).

Material *nanoparticle* yang sedang dikembangkan diantaranya adalah magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), merupakan salah satu bahan oksida besi yang bersifat amfoter dan memiliki daya serap tinggi. Senyawa ini berwarna hitam dengan struktur spinel dan mengandung ion  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$ . Pasir besi adalah sumber daya alam yang berlimpah di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa dan Sumatera. Salah satu kajian yang menarik dari pasir besi adalah bagaimana membuat *nanoparticle*, analisa struktur kristal dan sifat kemagnetannya. Kegunaan bahan magnetik ini cukup banyak, diantaranya sebagai biosensor (Sari, dkk., 2012 dan Riyanto, 2012), localizer dalam terapi hyperthermia (Masa'ud, dkk., 2014), *Magnetic targeted-drug delivery system* (Ihsani, dkk., 2015), pelindung korosi pembuatan baja dan sebagai adsorben logam-logam berat. Dengan membuat *nanoparticle* dari

pasir alam sangat potensial dan memiliki nilai tambah ekonomis yang tinggi. Oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut, khususnya material *nanoparticle* (Gubin, 2007).

Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) berukuran nano, sebagai bahan feromagnetik memiliki peluang aplikasi yang luas untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri di bidang elektronik yang cenderung semakin meningkat. *Nanoparticle*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  merupakan material nano yang mempunyai sifat magnetik, kimia dan fisis yang baik sehingga banyak dipelajari (Merdekani., 2013). *Nanoparticle* magnetik ini, karena sifatnya menjadi terkenal, sangat potensial dan menarik untuk yang dikembangkan (Nuzully, dkk., 2013). Dalam aplikasinya, penggunaan bahan *nanocomposite* magnetik sebagai absorben kontaminan dapat mempermudah dan mempersingkat proses pengolahan limbah cair. *Nanocomposite* magnetik yang telah mengabsorpsi kontaminan dalam air dapat langsung dipisahkan dengan menggunakan suatu magnet permanen (Fisli, dkk., 2010).

Pengolahan batuan besi dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti: *autocombustion* (Deka, 2006), Sol Gel (Arifani, dkk., dkk 2012), koprepitasi (Yuliani, 2013), metode logam terlarut dalam asam klorida (Kartika, dkk., 2014), *high energy ball milling* (Tresnaputri, dkk., 2011), polimerisasi emulsi (Zulaikah, dkk., dkk 2012) dan lainnya. Diantara metode ini, peneliti memilih menggunakan koprepitasi, karena lebih murah dan sederhana. Metode ini mudah dilakukan, tidak dibatasi volume limbah dan dapat dilakukan secara kontinyu, selain itu bahan dan cara kerja lebih sederhana. Proses koprepitasi berlangsung pada suhu rendah ( $70^\circ\text{C}$ ), mudah mengontrol ukuran partikel, sehingga waktu yang dibutuhkan relatif singkat. Selain itu metode ini menggunakan pasangan asam dan basa, yaitu HCl sebagai pelarut dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  sebagai pengendapnya dengan harapan akan menghasilkan partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Solihah, 2010).

Kelemahan metode koprepitasi sulit didapatkan *nanoparticle* magnetik yang homogen, sebab reaksi berlangsung spontan sehingga sulit mengontrol proses

kristalisasi. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan polimer atau surfaktan sehingga ukuran partikel dapat dikontrol. Bahan polimer yang dapat digunakan untuk mengontrol ukuran dan struktur tersebut adalah Polietilen Glikol (PEG). Menurut penelitian (Gao, 2013 dan Delmifiana, 2013) menyatakan bahwa dengan penambahan bahan polimer, yaitu: Polietilen Glikol (PEG) 4000 dapat mengontrol ukuran dan struktur kristalnya. PEG-4000 memiliki sifat yang stabil, mudah bercampur dengan komponen lain, tidak beracun dan tidak iritasi. Hasil penelitian (Delmifiana, 2013) dengan menggunakan PEG 4000 telah menghasilkan ukuran partikel 25 nm.

*Nanoparticle* magnetik banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu, seperti: fluida, gel magnetik, bioteknologi, biomedis, katalis, *magnetic resonance imaging (MRI)* dan penyimpanan data. Ukuran partikel sangat menentukan sifat kemagnetan, dimana semakin kecil ukuran *nanoparticle*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  maka akan memiliki responsibilitas magnetik yang tinggi (mudah termagnetisasi oleh medan magnet eksternal). Dengan kata lain, efek superparamagnetik akan semakin dominan seiring dengan semakin kecilnya diameter *nanoparticle*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Rampengan, 2013).

Anbarasu, (2015) melakukan penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi dari *polyethylene glycol* yang dicoating dengan *nanoparticle*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan metode kopresipitasi untuk bidang biomedis. Penelitiannya membuat *nanoparticle*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG, untuk bidang medis, seperti: biosensor MRI. Hasil yang diperoleh memiliki superparamagnetik, dan magnetik saturasi yang tinggi pada penambahan: 1 - 3 gram PEG terhadap *nanoparticle*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan menghasilkan magnetik saturasi,  $M_s = 7-22$  emu/g.

Proses pembuatan *nanoparticle*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  — PEG (Junejo, 2013), telah melakukan sintesis dengan metode hidrotermal pada suhu  $180^\circ\text{C}$  selama 10 jam, dan menghasilkan ukuran kristalin  $17 \pm 7$  nm. Selanjutnya bahan ini diklasifikasikan sebagai superparamagnetik dan berupa *nanocomposite* yang

memiliki nilai magnetik saturasi,  $M_s = 7$  emu/gram dan momen magnetik rata-rata sebesar  $32,92 \mu_s$  dengan ukuran partikel 13,7 nm.

Menurut Feng, (2008), sintesis  $Fe_3O_4$  hasilnya relatif homogen, ukurannya lebih seragam dan stabil, karena  $Fe_3O_4$  dibungkus oleh PEG sehingga ukuran kristalannya semakin rapat. Penelitian tersebut dengan memvariasikan jenis PEG: PEG 2000, PEG 6000, dan PEG 20000. Disimpulkan bahwa semakin besar molekular massa PEG ( $Fe_3O_4$ /PEG 2000,  $Fe_3O_4$ /PEG 6000, dan  $Fe_3O_4$ /PEG 20000) menyebabkan ukuran partikel semakin besar berturut-turut: 40,3 ; 49,8 dan 50,2 nm. Selain itu ditinjau dari sifat kemagnetannya semakin tinggi *molecular mass* PEG ( $Fe_3O_4$ /PEG 2000,  $Fe_3O_4$ /PEG 6000, dan  $Fe_3O_4$ /PEG 20000) menyebabkan semakin rendah nilai magnetik saturasi,  $M_s$  masing-masing: 55,0; 47,6 dan 39,7 emu/g.

Menurut (Kalantari, 2014), menggunakan montmorillonit sebagai bahan komposit untuk bahan adsorpsi logam/metal. Hasilnya menunjukkan bahwa transisi montmorillonit yang dihasilkan berfungsi sebagai adsorben yang baik, dengan konsentrasi metal 510,16, 182.94, dan 111.90 mg/L mampu menyerap 89,72; 94,89 dan 76,15% metal.

Penelitian sebelumnya mengenai PEG biasanya digunakan untuk mengontrol ukuran suatu partikel. Namun jarang dilakukan penambahan PEG sebagai coating untuk bahan penyerap logam berat. Dengan demikian pada penelitian ini akan disintesis suatu *nanoparticle*  $Fe_3O_4$  dengan coating PEG 6000 dengan menggunakan metode kopresipitasi. Dari uraian di atas maka pada penelitian ini akan membahas tentang **Sintesis Nanoparticles magnetik  $Fe_3O_4$  dengan coating PEG 6000 menggunakan metode kopresipitasi sebagai adsorben material.**

## 1.2. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini agar tidak meluas dalam pembahasannya dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan yaitu metode kopresipitasi

2. Material yang digunakan sebagai *coating* dengan magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah PEG 6000
3. Variasi komposisi PEG yang digunakan adalah 3,3; 6,7 dan 10mM (mM adalah mili molar)
4. Bahan yang digunakan sebagai logam berat Pb dan Cu
5. Karakterisasi yang dilakukan antara lain: analisa mikro struktur dengan menggunakan *X-Ray Diffraction*(XRD), *X-Ray Fluorence* (XRF), (*Fourier Transform Infle Red* (FTIR), *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM), *Optical Mikroskop* (OM), *Nano Particles Size Analyzer*, *Surface Area Analyzer* (BET), dan *Atomic Absorption Spectrophotometric* (AAS).

### 1.3.Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, untuk lebih mempermudah dalam pembahasan maka dilakukan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana ukuran partikel *nanoparticles* $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000?
2. Bagaimana sifat magnetik*nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000?
3. Bagaimanakaraktersistik strutur mikro dari *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000?
4. Bagaimana gugus fungsi *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000?
5. Bagaimana surface area dan ukuran pori *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000?
6. Bagaimana sifat absorben dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000 terhadap logam berat Pb dan Cu?

### 1.4.Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui ukuran partikel *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000.

2. Mengetahui sifat magnetik *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000.
3. Mengetahui karakteristik struktur kristal dari *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000.
4. Mengetahui gugus fungsi *nanoparticles* dengan coating PEG 6000
5. Mengetahui surface area dan ukuran pori *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000.
6. Mengetahui sifat absorben dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000 terhadap logam berat Pb dan Cu.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Hasil Penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Memberikan informasi karakteristik *nanoparticles*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan coating PEG 6000
2. Memberikan informasi bahwa *nanoparticles* yang disintesis ini sebagai bahan *alternatif* yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah logam berat yang terkandung dalam air.