

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi dewasa ini sudah memasuki era nanoteknologi dan nanosains. Nanoteknologi adalah proses pengembangan, identifikasi, serta penerapan material dengan mengatur dimensi dan strukturnya hingga pada skala nano. Sedangkan nanosains merujuk pada penelitian yang mengamati dan mengelola bahan-bahan pada tingkat molekuler dan makromolekuler, yang seringkali memiliki sifat unik dibandingkan dengan material aslinya. (Dwandaru et al., 2018:4).

Nanoteknologi memiliki peran yang sangat penting dan strategis di berbagai bidang. Seperti contohnya pada bidang medis, nanoteknologi dapat memodifikasi karakteristik permukaan dan ukuran partikel sehingga obat dapat ditargetkan menuju suatu organ seperti paru-paru, otak, ginjal, dan lain sebagainya (Hanutami, 2017). Pada bidang pertanian nanoteknologi di manfaatkan untuk merekayasa beberapa sifat pada tanaman, menghilangkan virus dari tanaman, dan untuk mendapatkan bibit yang unggul (Rusly, 2023). Pada teknologi, khususnya dalam pengembangan prosesor komputer, dirancang untuk menggunakan karbon nanotube sebagai pengganti transistornya. Karbon nanotube ini memiliki kemampuan arus yang dua kali lipat dari transistor saat ini. Dengan menerapkan teknologi ini, diharapkan akan terjadi

peningkatan kinerja prosesor dan mengurangi kebocoran arus. Selain itu, untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan, memori komputer akan didesain menggunakan nanodot berbasis nikel, sehingga diharapkan dapat mencapai kapasitas pada skala terabyte dengan ukuran mikro. (Dwandaru et al., 2018:9). Dengan banyaknya manfaat dari nanoteknologi, dibutuhkan banyak bahan untuk membuat komponen dasar, salah satunya ialah tercukupinya cadangan critical mineral. Salah satu Critical mineral adalah magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang terkandung di dalam pasir besi. Pasir besi terbentuk dari kikisan batu vulkanik oleh cuaca kemudian melewati sungai menuju ke laut dan terendapkan di bibir pantai. Proses tersebut disebut proses sedimenter (sismanto et al., 2016). Salah satu sungai yang menjadi jalur terbawanya pasir besi menuju pantai ialah Sungai Taman.

Sungai taman merupakan salah satu kawasan sungai yang sering dimanfaatkan sebagai tambang pasir alam oleh warga sekitar. Sungai Taman terletak di Banjar Taman, Desa Batuagung, Kec. Jembrana, Bali. Sungai Taman sering menjadi tempat tambang pasir dikarenakan pada musim penghujan datang, sering terjadi banjir yang membawa banyak pasir alam dari hulu sungai. Pasir-pasir tersebut kemudian mengendap di bawah permukaan sungai. Pada musim kemarau, sungai akan menjadi surut, sehingga banyak penambang pasir yang mengambil endapan pasir tersebut. Pasir yang mengendap tidak hanya pasir sungai pada umumnya, namun ada endapan pasir berwarna hitam. Warga yang berdekatan dengan sungai hanya mengambil pasir sungai biasa dan mengabaikan endapan pasir berwarna hitam. Pasir berwarna hitam tersebut merupakan pasir besi sungai yang terbawa arus sungai untuk menuju ke laut.

Pasir besi atau disebut endapan plaser (Placer deposits) yaitu endapan mineral permukaan yang terkonsentrasi secara mekanik, yakni pemisahan berat jenis alami mineral oleh air atau udara, berat dari mineral ringan akan terhanyut dan menyisakan himpunan dalam satu endapan (Kamiludin et al., 2012). Proses ini biasanya terjadi di aliran sungai di bawah perbukitan atau pegunungan yang dulunya merupakan gunung berapi. Pasir besi mengandung mineral oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan silika oksida ( $\text{SiO}_2$ ) (Sujita, 2021). Material magnetite pada ukuran nano (1-100 nm) dapat digunakan dalam berbagai industri, seperti elektronik, energi, biokimia, material penyimpanan data, material pengontras, targeting obat, MRI, terapi kanker, dan sebagainya. (Hefdea et al., 2020). Hal ini menjadi salah satu alasan peneliti mengembangkan penelitian mengenai pasir besi sungai taman untuk mengetahui kandungan mineral dan sifat magnetiknya. Harapan kedepannya, masyarakat yang berada di sekitar kawasan sungai taman tidak hanya mengabaikan begitu saja endapan pasir besi, namun bisa memanfaatkan keberadaan mineral tersebut karena bernilai ekonomis tinggi.

Material yang paling banyak dikembangkan saat adalah nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Sifat magnet magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), yang memiliki struktur kristal kubus yang dipengaruhi oleh ukuran partikelnya. Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) adalah salah satu mineral golongan besi oksida yang paling kuat yang ada di alam. Partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dari pasir besi lokal yang memiliki sifat ferromagnetik berpeluang diaplikasikan sebagai pengisi bahan magnetik komposit dan switch di bidang biomedis. Nanopartikel dapat dibuat dengan berbagai cara, seperti metode mikroemulsi, metode kopresipitasi, metode sol-gel, metode solvothermal, metode hydrothermal, metode sonokimia, dan metode salt

molten (Ningsih, 2016). Dari semua metode tersebut, peneliti memilih metode kopresipitasi.

Metode kopresipitasi menggunakan pemanasan untuk mengubah garam logam menjadi endapan. Metode ini menggunakan pengendap basa hidroksida, yang mengubah garam ke bentuk oksidanya (Darmo, 2022). Untuk sintesis sampel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, metode kopresipitasi adalah metode sintesis paling sederhana yang tidak memerlukan perlakuan suhu tinggi ( $T < 120^{\circ} \text{C}$ ). Selain itu metode kopresipitasi dapat dilakukan dalam kondisi lingkungan yang normal. Peneliti memilih metode kopresipitasi karena waktu yang dibutuhkan untuk melakukan sintesis cenderung lebih singkat dibandingkan dengan metode lain. Salah satu kelebihan metode ini adalah dapat dilakukan dengan mudah dan menghasilkan partikel yang berukuran kecil dan merata.

Uji karakterisasi hasil sintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dapat menggunakan beberapa alat uji, yaitu (1) X-ray Diffraction (XRD), (2) mikroskop elektron, (3) Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX), (4) transmission electron microscope (TEM), (5) atomic force microscope (AFM), (6) vibrating sample magnetometer (VSM), dan (7) X-ray fluorescence (XRF) (Nurjanah, 2018). Namun pada penelitian ini karakterisasi sampel menggunakan uji XRF, XRD, SEM-EDX dan VSM. Uji XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi unsur yang terkandung pada bahan, uji XRD untuk mendapatkan hasil dari karakteristik sampel seperti parameter kisi, struktur kristal dan juga ukuran kristal, uji SEM-EDX untuk menampilkan struktur morfologi dari sampel dan uji VSM digunakan untuk mengetahui sifat kemagnetan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

Sintesis dan karakterisasi pasir besi telah dipelajari oleh banyak peneliti. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Sirait, R. A., Salomo., Muhammad, J., & Taer, E. (2022), penelitiannya berhasil mengkarakterisasi dan mensintesis pasir besi dengan menggunakan tiga metode yang berbeda, yaitu metode kopresipitasi, metode ball milling, dan metode campuran kopresipitasi dengan ball milling. Hasil menunjukkan metode kopresipitasi dengan ball milling memiliki nilai induksi magnetik dan suseptibilitas yang paling tinggi ketika bahan dialiri arus sebesar 1000 mA serta memiliki kandungan Fe terbanyak yaitu 64,54%.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Prasetyowati, R., Widiawati, D., Swastika, P. E., Ariswan., & Warsono (2022) yang meneliti Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan memvariasikan larutan pengendap NH<sub>4</sub>OH mendapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan pengendap NH<sub>4</sub>OH maka ukuran kristal yang terbentuk semakin besar. Pembesaran ukuran kristal tersebut menyebabkan sifat superparamagnetiknya mengalami penurunan.

Berdasarkan paparan tersebut, penulis mengambil judul penelitian "Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Berbahan Dasar Ekstraksi Pasir Sungai Taman" berdasarkan analisis rinci tentang metode sintesis dan karakterisasi sifat fisika kimia nanopartikel besi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dari pasir besi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat ekonomi dan akademik bagi penduduk yang tinggal di pesisir sungai taman serta kemajuan dalam teknologi dan penelitian material, terutama mengenai penelitian tentang mineral magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) dan aplikasinya.

## 1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pasir besi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pasir besi Sungai Taman. Kemudian disintesis melalui metode kopresipitasi dengan asam klorida (HCl) sebagai zat pelarut pasir besi, amonium hidroksida (NH<sub>4</sub>OH) sebagai zat pembentuk endapan, dan aquades sebagai larutan pencuci. Selanjutnya, sampel dikarakterisasi dengan menggunakan X-ray Fluorescence (XRF), Difraksi Sinar-x (XRD), atau X-ray Dispersive Energy-Dispersive (SEM-EDX), dan vibrating sample magnetometer (VSM).

## 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijabarkan, adapun rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Bagaimana mensintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang berbahan dasar pasir besi sungai taman menggunakan metode kopresipitasi pada suhu ruang?
- 1.3.2 Bagaimana karakteristik nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang berbahan dasar pasir besi sungai taman menggunakan metode kopresipitasi pada suhu ruang?

## 1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.4.1. Mensintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang berbahan dasar pasir besi sungai taman menggunakan metode kopresipitasi pada suhu ruang.

- 1.4.2. Mengetahui karakteristik nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang berbahan dasar pasir besi sungai taman menggunakan metode kopresipitasi pada suhu ruang.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis yang dijabarkan sebagai berikut:

- 1.5.1. Secara teoritis, tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan tentang karakterisasi nanopartikel, terutama partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang diekstraksi dari pasir sungai melalui metode kopresipitasi. Selain itu, penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan penelitian untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut tentang sintesis dan karakterisasi pasir besi melalui metode kopresipitasi.
- 1.5.2. Secara praktis, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk pengembangan teknologi dan industri, mengembangkan ekonomi masyarakat pesisir pantai dan sungai, dan membandingkan sintesis  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang murni dari alam dengan sintesis dalam laboratorium.