

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spinel ferit merupakan material keramik semikonduktor yang tergolong dalam kelompok oksida logam campuran. Spinel ferit memiliki rumus kimia MFe_2O_4 , dimana M merupakan kation logam divalen dari golongan logam transisi atau alkali tanah yang tersusun dalam kisi kubus berpusat muka^{1,2}. Material ini banyak dikembangkan karena memiliki sifat permeabilitas magnet yang tinggi, ketahanan termal yang baik, serta koersivitas yang rendah sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi³. Material ferit banyak digunakan sebagai katalis⁴, sensor⁵ dan antibakteri⁶.

Nikel ferit ($NiFe_2O_4$) merupakan salah satu material spinel ferit yang memiliki struktur spinel terbalik (*invers spinel*)⁷. Pada struktur ini, ion Ni^{2+} berada di posisi oktahedral, sedangkan ion Fe^{3+} tersebar merata di antara posisi oktahedral dan tetrahedral. Dalam beberapa tahun terakhir, $NiFe_2O_4$ juga banyak diteliti karena potensi sifat magnetoelektriknya⁸, yaitu kemampuan material untuk menghubungkan sifat magnetik dan listrik dalam satu fasa. Beberapa studi menunjukkan bahwa dalam kondisi tertentu, seperti modifikasi struktur atau ukuran partikel nano, $NiFe_2O_4$ dapat menunjukkan magnetoelektrik *coupling* pada suhu ruang. Sehingga $NiFe_2O_4$ berpotensi sebagai perangkat multiferroik, sensor medan magnet, serta memori berbasis medan listrik dan magnet⁹. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis sifat listrik dan magnetik $NiFe_2O_4$ untuk mendukung pengembangan aplikasi nikel ferit yang berpotensi sebagai magnetoelektrik.

Nikel ferit dalam bentuk nanopartikel dapat mengoptimalkan berbagai sifat fungsional dari material tersebut. Nanopartikel adalah partikel berukuran kecil antara 1 hingga 100 nanometer yang memiliki sifat unik akibat ukurannya yang sangat kecil¹⁰. Nanopartikel nikel ferit ($NiFe_2O_4$) telah menarik perhatian luas karena memiliki kombinasi sifat feromagnetik dan semikonduktor, yang menjadikannya sebagai material semikonduktor magnetik. Dibandingkan dengan bentuk bulk, nanopartikel $NiFe_2O_4$ menunjukkan keunggulan, seperti magnetisasi jenuh yang tinggi, stabilitas termal dan kimia yang baik, luas permukaan spesifik yang besar, serta ukuran dan morfologi yang dapat disesuaikan. Nanopartikel $NiFe_2O_4$ juga dapat menunjukkan sifat magnetik yang bervariasi, seperti paramagnetik, superparamagnetik, atau feromagnetik, tergantung pada perubahan struktur kristalnya dan ukuran partikel. Variasi ini memungkinkan sifat-sifat material tersebut dapat disesuaikan untuk berbagai aplikasi¹¹.

Pemilihan metode sintesis memegang peran penting dalam menentukan karakteristik nanopartikel yang dihasilkan. Berbagai metode sintesis nanopartikel nikel ferit seperti metode kopresipitasi¹², metode hidrotermal¹³, metode *solid state*¹⁴ dan lainnya. Metode kopresipitasi memiliki kelebihan yaitu mampu menghasilkan partikel dalam skala nano¹², proses sintesis yang sederhana dan biaya produksi yang rendah¹⁵. Sintesis material dengan metode kopresipitasi, dapat mempengaruhi karakter ferit yang dihasilkan akibat berbagai faktor seperti pH, jenis prekursor, jenis zat pengendap serta suhu selama proses pengendapan

(presipitasi)¹⁶. Salah satu parameter penting yang sangat mempengaruhi hasil sintesis dalam metode kopresipitasi adalah pH larutan.

Salah satu parameter penting dalam metode kopresipitasi adalah pH Larutan. pH Larutan dapat mempengaruhi proses pembentukan endapan hidroksida logam yang menjadi prekursor fase spinel. Variasi pH digunakan untuk mengetahui pengaruh kondisi basa terhadap pembentukan struktur dan sifat dari nanopartikel NiFe_2O_4 . Berdasarkan penelitian sebelumnya telah dilakukan sintesis nikel ferit pada pH 9 dan 11 menggunakan metode kopresipitasi¹⁷. Hasilnya menunjukkan magnetisasi saturasi pada pH 11 lebih tinggi dibandingkan pada pH 9 yang dikaitkan pada ukuran partikel yang lebih besar.

Umumnya sintesis ferit menggunakan bahan kimia sebagai sumber besi (Fe). Penggunaan sumber Fe yang berkelanjutan dan ramah lingkungan menjadi penting dalam sintesis material. Pasir mengandung berbagai jenis mineral yang dapat dimanfaatkan, dan salah satu komponen penting yang terdapat dalam pasir adalah pasir besi. Pasir besi mengandung mineral penting, seperti magnetit (Fe_3O_4), hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), dan maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), yang mempunyai sifat magnetik yang digunakan sebagai sumber dalam sintesis material ferit¹⁸. Indonesia memiliki deposit pasir besi yang tersebar dari Aceh, Sumatra, hingga di pesisir utara Papua. Berdasarkan data Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi, Badan Geologi Republik Tahun 2020, cadangan pasir besi di Indonesia sebesar 986,97 juta ton¹⁹. Penggunaan pasir besi masih jarang digunakan sebagai prekursor sintesis material magnetik²⁰. Pasir besi dapat berpotensi sebagai sumber Fe dalam sintesis material ferit. Penggunaan pasir besi yang keberadaannya melimpah, merupakan suatu pendekatan sintesis material yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (*green synthesis*). Penggunaan Fe_3O_4 hasil ekstraksi dari pasir besi digunakan sebagai sumber ion Fe. Fe_3O_4 mengandung kombinasi Fe^{2+} dan Fe^{3+} , yang sesuai dengan struktur pada nikel ferit²¹. Sehingga Fe_3O_4 lebih cocok digunakan dalam sintesis nikel ferit dibandingkan Fe_2O_3 , yang hanya mengandung Fe^{3+} .

Pada penelitian ini, dilakukan sintesis NiFe_2O_4 menggunakan Fe_3O_4 yang diekstrak dari pasir besi Pantai Kata sebagai sumber Fe melalui metode kopresipitasi dengan variasi pH 11, 12 dan 13 untuk mempelajari morfologi, sifat optik, magnet dan sifat listrik serta pengembangan material magnetoelektrik. Produk hasil sintesis dikarakterisasi untuk melihat karakter dan sifat listrik. Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *X-Ray Fluorescence* (XRF), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM), *Scanning Electron Microscope Energy Dispersive* (SEM-EDX), *Diffuse Reflectance Spectroscopy UV-Vis* (DRS UV-Vis).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: apakah nanopartikel NiFe_2O_4 dapat disintesis dengan metode kopresipitasi menggunakan Fe_3O_4 yang diekstrak dari pasir besi Pantai Kata, Pariaman, Provinsi Sumatera

Barat dengan variasi pH 11, 12 dan 13. Bagaimana karakter dan sifat listrik nanopartikel NiFe_2O_4 yang disintesis dengan metode kopresipitasi dengan variasi pH

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan :

1. Melakukan sintesis nanopartikel NiFe_2O_4 dengan metode kopresipitasi menggunakan Fe_3O_4 yang diekstrak dari pasir besi Pantai Kata, Pariaman, Provinsi Sumatera Barat sebagai sumber Fe
2. Mempelajari efek pH terhadap struktur dan karakter nanopartikel NiFe_2O_4 hasil sintesis
3. Mempelajari efek pH terhadap sifat listrik nanopartikel NiFe_2O_4 hasil sintesis

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pH dalam sintesis NiFe_2O_4 , memanfaatkan pasir besi sebagai sumber Fe dalam sintesis NiFe_2O_4 , sehingga dapat mendukung pemanfaatan sumber daya alam lokal dan mengurangi biaya produksi bahan.

