

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan industri meningkatkan kebutuhan akan energi dalam setiap tahunnya yang berdampak semakin menipisnya kesediaan sumber energi. Oleh karena itu berbagai usaha telah dilakukan untuk mendapatkan sumber energi baru. Penyimpanan energi menjadi hal yang penting agar energi dapat digunakan dengan maksimal. Kondisi ini mengharuskan para peneliti untuk mengembangkan suatu teknologi dalam mengatasi permasalahan energi terutama dalam penyimpanan energi. Material dengan skala nano belakangan menarik perhatian karena kemampuan listrik, magnetik, dan dielektriknya yang luar biasa sehingga bisa dimanfaatkan dalam aplikasi penyimpanan energi¹.

Material dengan skala nano baru-baru ini menarik banyak minat dan perhatian karena kemampuan listrik, magnetik, dan dielektriknya yang luar biasa. Material spinel ferit dengan rumus MFe_2O_4 dengan M adalah ion logam divalensi berperan penting dalam aplikasi penyimpanan energi karena memiliki stabilitas tinggi, konduktivitas yang rendah dan bersifat magnetik yang baik. Bahan elektromagnetik, yang dikenal dengan spinel ferit (MFe_2O_4) dimana M adalah ion logam divalen (contoh: Ni, Co, Cu, Mn, Mg, Zn, dan Fe) sangat penting dalam bidang teknologi maju². Spinel ferit merupakan bahan fungsional yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti perangkat gelombang mikro, batang antena, telekomunikasi, radar, perangkat penyimpanan frekuensi rendah dan tinggi³.

Salah satu nanopartikel magnetik spinel ferit yang banyak dikembangkan saat ini adalah nanopartikel nikel ferit ($NiFe_2O_4$)⁴. Nikel ferit dianggap sebagai ferit penting yang digunakan sebagai aplikasi teknologi, sensor kelembaban, penginderaan gas, dan superkapasitor. Nikel ferit memiliki perilaku katalitik yang baik, stabilitas kimia yang tinggi⁵ dan konduktivitas rendah serta kelimpahannya di alam karena bersifat feromagnetik yang sangat baik⁶. Diantara spinel ferit, substitusi ion non-magnetik Cd^{2+} dalam ferit nikel dianggap sangat berguna dengan aplikasi yang luas dalam perangkat elektronik dan gelombang mikro karena mempunyai resistivitas listrik yang tinggi, arus pusar yang rendah, dan *dielektrik loss*. $CdFe_2O_4$ dengan struktur spinel normal dan $NiFe_2O_4$ dengan struktur spinel terbalik, karena Ni^{2+} memiliki preferensi yang kuat untuk situs oktahedral. Kadmium adalah ion divalen non-magnetik yang pada dasarnya menempati situs tetrahedral ketika disubstitusi dalam ferit. Substitusi Cd^{2+} dalam ferit diketahui dapat meningkatkan sifat magnetik dan sifat listriknya seperti magnetisasi saturasi⁷. Karena luasnya kegunaan material, banyak penelitian yang dilakukan dalam bidang sintesis kadmium ferit. Meskipun demikian, studi tambahan diperlukan untuk mensintesis ferit kadmium dengan kemurnian tinggi dengan ukuran dan morfologi yang teratur⁸.

Metode sintesis nanopartikel ferit sangat berpengaruh terhadap komposisi, struktur dan morfologinya. Berbagai metode telah digunakan untuk mensintesis nanopartikel ferit, antara lain kopresipitasi⁹, mikroemulsi¹⁰, sol-gel auto combustion¹¹, prekursor asam sitrat, refluks¹², dan reaksi kimia keadaan padat¹³. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan

kekurangan seperti kesederhanaan, kemudahan, suhu, dan penggunaan bahan kimia berbahaya¹⁴. Metode-metode ini menggunakan suhu sintesis yang berbeda sehingga menghasilkan nanopartikel ferit dengan ukuran kristal berbeda². Metode sol-gel *auto combustion* telah digunakan untuk sintesis berbagai bahan karena lebih sederhana dan produk yang dihasilkan morfologinya teratur, suhu kalsinasi yang rendah, ukuran nanopartikel lebih kecil, dan luas permukaan yang besar¹⁵.

Dari studi literatur, sangat sedikit penelitian yang melaporkan tentang spinel ferit Ni-Cd dan sebagian besar disintesis dengan menggunakan metode *ceramic technique in bulk*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis spinel ferit NiFe₂O₄ yang didoping ion Cd menjadi Cd_xNi_{1-x}Fe₂O₄ menggunakan metode sol-gel *auto combustion*. Metode ini lebih sederhana dan aman terhadap lingkungan. Karakterisasi sampel dilakukan dengan beberapa instrumen seperti XRD untuk mengetahui strukturnya. Sifat magnetik dan dielektrik material dianalisis menggunakan peralatan VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*) dan LCR meter. Beberapa puncak relaksasi diamati pada frekuensi tinggi, sehingga dapat digunakan untuk aplikasi perangkat frekuensi tinggi¹⁶.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka perlu diteliti: Apakah nanopartikel ferit Cd_xNi_{1-x}Fe₂O₄ dengan x = 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 dapat disintesis dengan metode sol-gel *auto combustion*, bagaimana karakter nanomaterial Cd_xNi_{1-x}Fe₂O₄ yang dihasilkan dan bagaimana potensi Cd_xNi_{1-x}Fe₂O₄ untuk aplikasi penyimpanan energi?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mensintesis nanopartikel ferit Cd_xNi_{1-x}Fe₂O₄ x = 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 dengan metode sol-gel *auto combustion*
2. Mengkarakterisasi nanomaterial yang dihasilkan menggunakan XRD, FT-IR, SEM-EDX, VSM, DRS Uv-Vis dan LCR meter
3. Menentukan potensi Cd_xNi_{1-x}Fe₂O₄ untuk aplikasi penyimpanan energi

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi Cd_xNi_{1-x}Fe₂O₄ dapat disintesis dengan menggunakan metode sol-gel *auto combustion* yang berpotensi untuk aplikasi perangkat penyimpanan energi.