

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Ferit yang telah diaplikasikan pada sejumlah bidang selama lebih dari 50 tahun, merupakan komponen penting dalam penelitian dan teknologi modern. Besi oksida (FeO), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hematit), dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (magnetit) adalah contoh oksida logam feromagnetik yang secara umum disebut sebagai ferit. Berdasarkan sifat magnetnya, ferit pada dasarnya terdiri dari dua jenis yang dikenal sebagai ferit keras dan lunak. Mereka juga diklasifikasikan sebagai ferit spinel (A-Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> A merupakan logam transisi) dan ferit garnet (RE-3Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>, RE adalah kation tanah jarang). Heksaferit memiliki rumus M-Fe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>, dengan M biasanya Ba<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, dan Pb<sup>2+</sup>) dan ferit orto (M-FeO<sub>3</sub>) berdasarkan susunan strukturalnya. (Jasrotia dkk., 2023).

Heksaferit tipe-M yang ditemukan pada awal tahun 1950-an merupakan material magnetik yang penting, sehingga penggunaan terhadap ferit jenis ini meningkat. Hal ini disebabkan oleh kesesuaian sifat-sifatnya untuk berbagai aplikasi. Heksaferit berbasis barium (BaM) dan strontium (SrM) digunakan dalam berbagai aplikasi teknologi seperti media perekaman, magnet permanen, dan perangkat gelombang mikro (Awadallah dkk., 2015). Barium heksaferit (BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>) merupakan material magnetik permanen yang memiliki kestabilan kimia yang tinggi dan tahan terhadap korosi serta dapat diaplikasikan sebagai penyerap gelombang mikro (Saidah & Zainuri, 2013). Barium heksaferit tipe-M (BaM, BaFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub>) telah banyak diteliti karena memiliki karakteristik yang sangat baik seperti *temperature curie* (T<sub>c</sub>) yang tinggi, stabilitas kimia yang baik, ketahanan korosi, dan koersivitas yang besar (Harris, 2012).

Nilai magnetisasi (M) dan (T<sub>c</sub>) yang tinggi menjadikannya sebagai bahan yang stabil secara termal untuk aplikasi spintronik (Sharma dkk., 2014). Saturasi magnetik dan koersivitas barium heksaferit yang sangat tinggi, menyebabkan anisotropi (sifat struktural ketidakseragaman dalam berbagai arah) bahan meningkat mengakibatkan sifat absorpsinya menjadi semakin lemah. Hal ini

membuat barium heksaferit sulit digunakan sebagai media perekam magnetik. Masalah ini dapat diatasi dengan menambahkan doping atau mensubstitusi ion  $\text{Fe}^{3+}$  dengan aluminium, galium dan kromium . Oleh karena itu, substitusi dapat dilakukan untuk mengurangi sifat anisotropi bahan (Hambali & Doyan, 2021). Pada penelitian sebelumnya, dilakukan beberapa doping unsur untuk meningkatkan nilai koersivitas, mengurangi sifat anisotropi, dan pengaruh terhadap sifat magnetiknya.

Behera dan Ravi, (2017) telah melakukan penelitian dan didapatkan hasil bahwa barium hexaferit yang memiliki koersivitas setinggi 9,3 kOe dapat dicapai hanya dengan mendoping Al non-magnetik dalam ferit BaM, yaitu dengan komposisi  $\text{BaFe}_{12}\text{Al}_2\text{O}_{19}$ . Substitusi Al juga menyebabkan peningkatan di bagian nyata dari permitivitas kompleks dan menunjukkan resonansi feromagnetik pada rentang frekuensi tinggi 7 hingga 14 GHz (Behera & Ravi, 2017). Selain substitusi Al, untuk meningkatkan sifat magnetik dan koersivitas barium heksaferit dengan mendopongnya dengan Mn, yang diharapkan dapat menggantikan Fe karena memiliki jari-jari atom yang sama. Selain itu, Fe dan Mn merupakan logam transisi, dengan Fe memiliki 4 elektron pada kulit d dan Mn memiliki 5 elektron. Momen magnetik Mn juga lebih besar dari Fe. Pada saat barium heksaferit didoping dengan konsentrasi Mn yang kecil, hasilnya menunjukkan bahwa koersivitas lebih besar ketika konsentrasi Mn lebih besar (Daulay & Kurniawan, 2019).

Luthfianti dkk, (2022) telah melakukan penelitian tentang ferit alami barium yang didoping  $\text{Mn}^{4+}$  disintesis menggunakan metode reaksi keadaan padat yang dimodifikasi, yang merupakan kombinasi dari metode sol-gel dan reaksi solid-state. Pada penelitian ini, uji XRD, VSM, dan VNA digunakan untuk mengkarakterisasi sifat struktural, magnetik, dan penyerapan gelombang mikro dari ferit barium, masing-masing. Semua ferit barium menunjukkan perilaku magnetik lunak, dengan meningkatnya medan koersivitas dan penurunan magnetisasi saturasi setelah penggabungan ion  $\text{Mn}^{4+}$  (Luthfianti dkk., 2022).

Rafiq dkk. (2016) telah melakukan penelitian untuk menyelidiki efek doping Nikel (Ni) pada struktur, struktur mikro, sifat magnetik, dan listrik  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ .  $\text{BaF}_{12-x}\text{Ni}_x\text{O}_{19}$  heksaferit dengan kandungan nikel  $x = 0,2, 0,3, \text{ dan } 0,5$  disintesis menggunakan rute oksida campuran solid-state. Pola difraksi sinar-X (XRD)

mengkonfirmasi pembentukan  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  sebagai fase utama, dengan fase pengotor  $\text{BaFeO}_{3x}$  terdeteksi dalam sampel yang tidak didoping. Parameter kisi  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  menurun dengan meningkatnya konsentrasi Ni, mungkin karena pembentukan kekosongan oksigen untuk menyeimbangkan muatan. Penambahan Ni meningkatkan koersivitas  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ , dikaitkan dengan peningkatan anisotropi magnetokristalin. Pengukuran dielektrik menunjukkan bahwa doping Ni mempengaruhi permitivitas, kehilangan dielektrik, dan konduktivitas  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  (Rafiq, dkk., 2016).

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Solid State Reaction* (SSR). Pembuatan keramik komersial atau *solid state reaction* yaitu cara konvensional untuk sintesis bubuk barium heksaferrit menggunakan campuran stoikiometri barium karbonat dan besi oksida dan menembak pada suhu tinggi. Reaksi solid state dipilih karena biayanya yang murah, tidak rumit pada bahan kimia yang terlibat dan relatif memiliki proses yang sederhana (Septiani dkk., 2016). Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya tentang doping atau substitusi unsur, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh substitusi Aluminium (Al) dan Mangan (Mn) pada material magnetik barium heksaferrit ( $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) terhadap kemampuan serapan gelombang elektromagnetik.  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  yang telah disubstitusi Al dan Mn akan diuji dengan *Vector Network Analyzer* (VNA) untuk mengetahui sifat penyerapan gelombang elektromagnetik. Dan akan diuji Permagraph untuk mengetahui sifat magnetiknya, dapat dianalisis berdasarkan nilai magnetisasi satuan, koersivitas, struktur kristal material  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ .

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mensintesis paduan Al dan Mn pada Barium Heksaferrit?
2. Bagaimana pengaruh substitusi Al dan Mn pada Barium Heksaferrit terhadap sifat magnetik?
3. Bagaimana pengaruh substitusi Al dan Mn pada Barium Heksaferrit terhadap kemampuan serapan gelombang elektromagnetik?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mensintesis paduan Al dan Mn pada Barium Heksaferit.
2. Menganalisis pengaruh substitusi Al dan Mn terhadap sifat magnetik pada Barium Hexaferit.
3. Menganalisis pengaruh substitusi Al dan Mn terhadap kemampuan serapan gelombang elektromagnetik pada Barium Hexaferit.

### **D. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, diharapkan dapat menjadi referensi dalam mempelajari tentang sifat magnetik dan penyerapan gelombang elektromagnetik pada barium heksaferit setelah mengalami substitusi Al dan Mn. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar untuk pengembangan material magnetik lanjutan, dengan menggali potensi pengaruh substitusi terhadap kemampuan serapan gelombang elektromagnetik dan sifat magnetik. Penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi magnetik.