

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam era digital yang terus berkembang pesat, kebutuhan akan teknologi nirkabel dan komunikasi tanpa kabel semakin meningkat. Dalam hal ini, teknologi serapan gelombang milimeter (*millimeter wave absorption*) telah menjadi topik penelitian untuk mendukung pengembangan sistem komunikasi nirkabel yang canggih. Serapan gelombang milimeter adalah proses penyerapan energi elektromagnetik di rentang frekuensi gelombang milimeter (30 hingga 300 GHz) yang dapat digunakan untuk aplikasi jaringan nirkabel, radar, dan sistem komunikasi satelit (Zang dkk., 2019).

Dalam upaya untuk meningkatkan kinerja serapan gelombang milimeter, pengembangan material komposit magnetik dan dielektrik telah menjadi fokus utama penelitian dalam disiplin ilmu material. Di antara material-material yang tersedia, komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ menunjukkan potensi yang besar karena kombinasi sifat magnetik dari Fe_3O_4 dan sifat dielektrik dari SiO_2 . Di antara oksida besi lainnya, Fe_3O_4 lebih banyak menarik perhatian karena sifat magnetiknya yang lebih unggul. Magnetit (Fe_3O_4) juga menunjukkan konduktivitas elektronik yang lebih baik dibandingkan oksida magnetik lain dalam kategori yang sama karena sifatnya yang setengah logam dengan konduktivitas suhu ruangan $\sigma=200 (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$ (Nguyen dkk., 2021). Akan tetapi, Fe_3O_4 mempunyai aktivitas kimia yang tinggi pada permukaannya, sehingga rentan terjadi oksidasi yang kemudian menyebabkan sifat kemagnetannya dan dispersibilitasnya menurun. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi fungsionalisasi Fe_3O_4 dengan berbagai bahan seperti polimer, silikon dioksida, karbon, penyerap oksida, oksida logam, atau bahan *luminescent* (Nikmah dkk., 2019).

Berdasarkan material yang disebutkan, material anorganik seperti silikon dioksida (SiO_2) dapat mengatasi permasalahan tersebut. Silikon dioksida berasal dari bahan alami atau sintetis dan biasanya berbentuk kristal atau amorf padat. Silikon dioksida (SiO_2) merupakan senyawa oksida logam yang banyak terdapat di

alam, namun keberadaannya terbatas tidak dalam keadaan bebas. Ia terikat pada senyawa lain secara fisik dan kimia. Secara umum, silikon dioksida mempunyai sifat hidrofobik atau hidrofilik berdasarkan struktur dan morfologinya (Munasir dkk., 2017). Sifat hidrofilik yang baik, stabilitas, dan biokompabilitas dari silikon dioksida (SiO_2) dapat meningkatkan kinerja nanopartikel Fe_3O_4 dalam penempelan molekul organik ke permukaan nanopartikel dengan ikatan kovalen yang membungkus permukaan nanopartikel Fe_3O_4 dengan SiO_2 , untuk membentuk nanopartikel *core-shell* $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ dengan cara yang efektif dalam mencegah aglomerasi nanopartikel. Sehingga SiO_2 berfungsi sebagai *shell* komposit yang ideal untuk melindungi magnetik (Zhang dkk., 2016).

Zhang, dkk. (2017) berhasil menyintesis lapisan komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ melalui metode kopresipitasi dan semprotan (*spray coating*). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa lapisan komposit dengan rasio $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ 6:4 dan ketebalan 0,2 mm memiliki kekuatan serap mikro gelombang elektromagnetik yang paling tinggi, yaitu sekitar -47 dB pada frekuensi 10 GHz. Selain itu, perbandingan variasi antara Fe_3O_4 dan SiO_2 dalam lapisan komposit juga mempengaruhi sifat penyerapan gelombang mikro.

Berdasarkan uraian di atas, akan dilakukan penelitian tentang sintesis material komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ dari bahan baku lokal untuk aplikasi serapan gelombang milimeter (30-60 GHz). Penelitian ini menggunakan pasir besi dan pasir silika sebagai bahan baku utama dan dilakukan dengan menggunakan metode *mechanical milling*. Pencampuran bahan-bahan untuk menghasilkan suatu senyawa dilakukan dengan menggunakan *milling*. Penggunaan *milling* dapat digunakan untuk mencampur dan menghasilkan partikel berukuran nano yang homogen (Pullar, 2012). Karakterisasi sampel akan menggunakan permagraph untuk menganalisis sifat magnetiknya, *Vector Network Analyzer* (VNA) untuk menganalisis sifat penyerapan gelombang milimeter, dan optik untuk menganalisis morfologi permukaan material. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan material serapan gelombang milimeter yang efektif serta dapat dikembangkan di kemudian hari.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, beberapa rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan sampel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ yang disintesis dengan metode *mechanical milling*?
2. Bagaimana karakterisasi material untuk mengetahui morfologi permukaan, sifat magnetik, dan sifat penyerapan material $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$?
3. Bagaimana morfologi permukaan, sifat magnetik, dan sifat penyerapan material $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ yang dihasilkan setelah proses *milling*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, beberapa tujuan dilakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan sampel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ dengan metode *mechanical milling*.
2. Melakukan uji optik untuk melihat morfologi permukaan material, melakukan uji permagraph untuk mengukur sifat magnetiknya, dan melakukan uji VNA untuk mengetahui sifat penyerapan material $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$.
3. Menganalisis morfologi permukaan, sifat magnetik, dan sifat penyerapan yang dihasilkan material $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ setelah proses *milling*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Menghasilkan material penyerap gelombang milimeter berbahan dasar pasir besi dan pasir silika.
2. Memberikan informasi mengenai sintesis material Fe_3O_4 dengan memvariasikan kadar SiO_2 .
3. Mengolah ketersediaan sumber daya mineral yang ada di Indonesia.