

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, industri keramik banyak menghasilkan besi oksida khususnya pada pembuatan keramik lantai. Bahan dasar keramik yang tersusun atas oksida besi dan beberapa logam divalen seperti Barium (Ba), Mangan (Mn), Nikel (Ni), dan juga Seng (Zn). Dari hasil industri tersebut tentunya menghasilkan limbah yang jarang dimanfaatkan seperti limbah yang dihasilkan dari proses *ceramic body grinding*, filter magnet, *spray drying*, proses cetak *press* dan pemotongan ubin keramik [1]. Limbah yang dihasilkan dari proses filter magnet dapat di manfaatkan kembali dari proses filter magnet karena besi oksida yang dihasilkan masih banyak. Oleh karena itu, untuk pada penelitian ini digunakan limbah filter magnet berupa besi oksida sebagai bahan baku.

Besi oksida merupakan oksida logam yang mempunyai struktur stoikiometri dan kristal yang berbeda yaitu wustite (FeO), hematite (α -Fe₂O₃), maghemite (γ -Fe₂O₃), dan magnetit (Fe₃O₄). Besi oksida berupa Fe₂O₃ dapat bertransformasi hanya dengan proses kalsinasi menjadi magnetite (Fe₃O₄) [2]. Senyawa magnetite (Fe₃O₄) memiliki banyak keuntungan diantaranya termasuk ke dalam superparamagnetis, medan saturasi yang tinggi, dapat memblokir suhu, memiliki stabilitas kimia yang baik, biokompatibilitas, dan biaya produksi yang rendah karena memiliki struktur *spinel* [3] [4]. Karena sifat dan strukturnya tersebut, magnetite dapat di gunakan dalam berbagai aplikasi, seperti agen kontras *magnetic resonance imaging* (MRI) [3], *magnetic fluids* [5], terapi hipertermia [3], penghantaran obat yang terkontrol dan terarah [3], pengobatan kanker [3], penyimpanan data [6], katalis [7] [8] [9], cat dan tinta magnetik [9], mikroelektronika [9], rekaman magnetik kepadatan tinggi [9], pendinginan magnetik [9], baterai [10] [11], atau sorben untuk menghilangkan polutan [8], dan sebagai material fotokatalis [12] [13] [14] [15].

Telah dilaporkan bahwa metode sintesis menjadi faktor yang mempengaruhi kristalinitas, luas permukaan, sifat kimia dan fisik, *saturation magnetization* (Ms), dan distribusi kation [16]. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk

sintesis Magnetit (Fe_3O_4) diantaranya metode preparasi menggunakan *microwave* [17] [18] [19], dekomposisi termal [20] [21], solvotermal [22], sol gel [23] [24], *mechanochemical* [25], metode hidrotermal [26] [27], kopresipitasi [28], *sonochemical* [29], microemulsi [30] dan elektrokimia [31] dan juga metode *solid state* atau metode keramik [32] [33] [34] [35]. Dibandingkan dengan metode lain, metode *solid state* memiliki beberapa banyak keuntungan yaitu tahapannya mudah serta akan meminimalisir kontaminan yang ikut pada proses penggerusan dan pemanasan serta termasuk ke dalam metode sintesis *green chemistry*.

Selain itu, dopan logam menjadi faktor lain yang dapat mempengaruhi aktivitas dan kinerja dari material magnetite seperti sifat optik, sifat magnetik, sifat semikonduktor, dan sifat elektronik [36]. Suatu logam dapat dijadikan dopan terhadap suatu material harus memiliki kriteria tertentu, salah satu syaratnya adalah memiliki jari-jari ion yang mirip antara dopan dan juga materialnya. Adapun dopan logam yang sering digunakan seperti beberapa logam transisi (Titanium, Vanadium, Kromium, Mangan, Kobalt, Nikel, Tembaga, Seng, itrium, Perak, Kadmium, golongan lanthanum), Aluminium, Indium, dan Magnesium [37]. Logam magnesium (Mg) dan kobalt (Co) merupakan logam yang dapat dijadikan sebagai dopan dari material Fe_3O_4 karena jari-jari ion dari logam Mg^{2+} adalah 66 pm dan Co^{2+} adalah 72 pm sedangkan jari-jari ion Fe^{2+} dan Fe^{3+} adalah sebesar 55 dan 67 pm. Karena kedua material tersebut memiliki jari-jari ionik yang hampir sama maka logam Mg dan Co dapat dijadikan sebagai dopan. Penambahan kedua logam tersebut pada struktur *spinel* dapat mengubah sifat fisik dan kimianya.

Karena sifat dari magnetite dapat diaplikasikan sebagai material fotokatalis, tentunya hal ini dapat mengatasi polutan organik berbahaya yang berasal dari industri tekstil dan farmasi seperti Metilen Biru (MB). Penelitian sebelumnya telah dilakukan sintesis material α -hematite ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dari limbah industri ubin keramik sebagai material fotokatalis dapat mendegradasi zat warna metilen biru sebesar 52,53% [38]. Namun, Pada penelitian ini dilakukan sintesis lebih lanjut dengan melakukan sintesis Fe_3O_4 (magnetite) dari limbah industri ubin keramik. Dalam fasa tunggalnya Magnetite hanya dapat mendegradasi sebagian kecil polutan tersebut. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa Magnetite (Fe_3O_4) dapat

menurunkan zat warna *reactive red* di bawah sinar matahari sebesar 85,51% [12], pada penelitian sebelumnya juga telah dilakukan aplikasi Fe_3O_4 sebagai material fotokatalis terhadap metilen biru menggunakan metode presipitasi hanya dapat mendegradasi metilen biru hingga 60,17% [39]. Maka dari itu perlu dilakukan peningkatan kinerja dari magnetite dengan cara menambahkan dopan. Penambahan dopan ini dimaksudkan untuk memperbaiki dan meningkatkan kinerja dari material magnetite (Fe_3O_4) yang berasal dari limbah industri keramik. Namun, pada penambahan *single* dopan masih memiliki kekurangan yaitu memiliki energi *band gap* yang masih besar yaitu pada MgFe_2O_4 sebesar 2,14 eV dan CoFe_2O_4 sebesar 2,59 eV yang akan menghambat proses fotokatalis [40]. Telah dilaporkan sebelumnya pada penambahan *double* dopan bahwa kobalferrite (CoFe_2O_4) yang di doping menggunakan logam Mg dapat mendegradasi *rhodamine B* hingga 99,5% menggunakan metode *microwave combustion* [13], kemudian Dhiman dkk [14] melaporkan senyawa $\text{Mg}_{0,5}\text{Ni}_x\text{Zn}_{0,5-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dapat mendegradasi *reactive blue-19* sebesar 99,5% menggunakan metode pembakaran, Pada tahun 2022 ini telah dilakukan penelitian serupa yaitu material $\text{Mg}_{0,8-x}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ dapat mendegradasi senyawa metil oranye sebesar 81% [41].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis Fe_3O_4 dengan penambahan *double* dopan Mg dan Co diawali dengan preparasi magnetite dari limbah industri ubin keramik dengan cara mekanik menggunakan metode *solid state*. Selanjutnya penambahan dopan dilakukan dengan hal yang sama menggunakan metode *solid state*. Hasil sintesis $\text{Mg}_x\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_3\text{O}_4$ (MCM) di karakterisasi menggunakan *X-ray Diffraction XRD*, *Scanning Electron Microscopy SEM*, *UV-Vis Diffuse Reflectance Spectroscopy (UV-DRS)*. Selanjutnya MCM digunakan sebagai material fotokatalis untuk mendegradasi zat warna Metilen Biru (MB).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik dari nanopartikel Fe_3O_4 dan $\text{Mg-CoFe}_3\text{O}_4$?

2. Bagaimana kinerja fotokatalis Mg-CoFe₃O₄ terhadap degradasi warna metilen biru?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Sumber Fe berasal dari limbah industri keramik
2. Sintesis Fe₃O₄ dan Mg_xCo_{1-x}Fe₃O₄ (MCM) dilakukan dengan metode *solid state*.
3. Karakterisasi Mg-CoFe₃O₄ (MCM) menggunakan instrumentasi *X-ray Diffraction (XRD)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dan *UV-Vis Diffuse Reflectance Spectroscopy (UV-DRS)*
4. Uji fotokatalis menggunakan sumber cahaya tampak (Lampu *LED Lamp panel* Neco soe 16 W) pada panjang gelombang 664,0 nm.
5. Konsentrasi awal metilen biru yang digunakan pada uji fotokatalis sebesar 10 mg/L dan konsentrasi akhir metilen biru diidentifikasi setelah uji fotokatalis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ditujukan, tujuan dilakukannya penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi karakteristik dari material Fe₃O₄ dan Mg_xCo_{1-x}Fe₃O₄ (MCM) yang dihasilkan.
2. Mengidentifikasi kinerja fotokatalis Mg_xCo_{1-x}Fe₃O₄ (MCM) terhadap zat warna metilen biru.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya, aplikasi dalam bidang lingkungan yaitu menangani permasalahan limbah metilen biru dengan metode fotokatalis ataupun pada bidang lainnya yang berkaitan dengan senyawa nanopartikel Mg-CoFe₃O₄.