

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan utama yang sangat penting dan tidak lepas dari kehidupan manusia. Namun dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan industri di Indonesia telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Kemajuan tersebut disertai dengan meningkatnya jumlah pabrik dan limbah yang dihasilkan¹. Umumnya limbah hasil produksi dibuang ke dalam badan sungai, sehingga mengakibatkan kondisi perairan menjadi tercemar. Menurut *World Health Organization* (WHO) polutan yang berbahaya terhadap kesehatan manusia di dalam perairan adalah logam berat, bakteri-bakteri dan limbah zat warna organik yang berasal dari limbah industri¹.

Ion logam berat merupakan limbah yang terdapat di perairan, (ion logam dengan nomor atom 22 sampai dengan 92), bersifat beracun, dan berisiko menimbulkan kanker (karsinogenik)¹. Beberapa contohnya seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), tembaga (Cu), Kromium (Cr). Selain ion logam berat, limbah zat warna diidentifikasi sebagai kontaminan kimia yang paling besar dalam menyebabkan polusi di air karena sebagian besar tidak bisa didegradasi oleh mikroba secara alami². Berbagai zat warna yang biasa dihasilkan pada limbah industri yaitu Rodamin B, *Direct Red*, *Direct Yellow*, dan Metilen Biru. Zat warna tersebut pada umumnya mengandung gugus azo (N=N) yang bersifat racun dan karsinogen dalam tubuh². Selain logam berat dan zat warna organik, limbah perairan yang juga berbahaya bagi tubuh manusia adalah bakteri-bakteri, dimana bakteri tersebut berasal hasil dari reaksi organisme-organisme di perairan, bakteri tersebut yaitu *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* (gram-positif) dan *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella choleraesuis* (gram-negatif)³. Bakteri dikategorikan sebagai gram-positif atau gram-negatif berdasarkan atas perbedaan struktural dalam lapisan peptidoglikan serta komponen kunci dalam dinding sel bakteri. Bakteri gram-positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal sedangkan bakteri gram-negatif menunjukkan lapisan peptidoglikan yang tipis sehingga menunjukkan perbedaan interaksi dengan material yang menempel pada permukaan³.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu upaya agar dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh penyebaran logam berat, bakteri dan zat organik dalam lingkungan perairan⁴. Berbagai teknik yang telah dilakukan

diantara nya yaitu filtrasi, katalisis, fotokatalisis, fotodegradasi, adsorpsi, dan lain-lain. Untuk penelitian ini teknik yang dipakai adalah fotokatalisis, karena dibandingkan metode lain metode fotokatalis memiliki keunggulan yaitu lebih efektif, biaya yang murah, toksisitas nya rendah serta tidak menghasilkan bahan kimia samping yang berbahaya⁴.

Dalam mendukung metode fotokatalis tersebut digunakanlah semikonduktor, dimana menurut Wilson⁵ semikonduktor merupakan bahan yang sifat-sifatnya terletak antara sifat-sifat konduktor dan isolator. Sifat-sifat konduktor maupun isolator tersebut tidak mudah berubah oleh pengaruh temperatur, cahaya atau medan magnet, tetapi pada semikonduktor sifat-sifat tersebut sangat sensitif. Semikonduktor yang biasanya digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu ZnO karena sebagai semikonduktor tipe-n dan memiliki nilai *band gap* sekitar 3,2 eV⁵, harganya lebih murah, efisiensi kuantum yang lebih tinggi serta kemampuannya untuk mendegradasi di alam yang cukup besar⁵. Akan tetapi, karena energi celah pita nya yang lebar (3-4 eV) menyebabkan material ini menyerap pada sinar UV dan sedikit menyerap sinar tampak, oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi terhadap ZnO agar mempunyai kemampuan untuk menyerap pada sinar tampak. Salah satu modifikasi yang sedang diminati adalah dengan menggunakan material magnetik MFe₂O₄⁶. Hal ini disebabkan karena material ini mempunyai energi celah pita yang kecil, menyerap pada daerah sinar tampak dan bersifat magnetik. Penggabungan ZnO dengan MFe₂O₄ membentuk komposit ZnO-MFe₂O₄ yang dapat bekerja pada daerah sinar tampak dan bersifat magnetik, sehingga mudah ditarik dari cairan dengan menggunakan medan magnet dari luar⁶.

Material magnetik MFe₂O₄ yang banyak dikembangkan saat ini adalah nanopartikel NiFe₂O₄ dan CuFe₂O₄. Nanopartikel ini menunjukkan perilaku magnetik pada suhu kamar, yang mana sifat ini sangat penting untuk aplikasi reduksi ion logam berat, antibakteri dan degradasi limbah zat warna di air⁷. Pada penelitian sebelumnya berbagai metode telah dilakukan, seperti metode presipitasi dalam mensintesis NiFe₂O₄/ZnO, sintering dalam mensintesis NiFe₂O₄/mineral alam, hidrotermal dalam mensintesis NiFe₂O₄/karbon, *solid state* dalam mensintesis CoFe₂O₄/CuO, metode hidrotermal dalam mensintesis NiFe₂O₄/ZnO ZnFe₂O₄/ZnO, solvotermal dalam mensintesis NiFe₂O₄/ZnO.

Pendekatan secara *Green Chemistry* dengan menggunakan bahan alam akhir-akhir ini banyak dikembangkan karena memiliki kelebihan yaitu hemat biaya, efisiensi, ramah lingkungan dan *capping agent* dari ekstrak tumbuhan mudah

didapatkan⁷⁻⁸. Dari penelitian sebelumnya dalam sintesis nanopartikel emas (Au) menggunakan ekstrak daun sirih didapatkan bahwa menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai *capping agent* dapat memperkecil ukuran partikel. Lamyam Sasmi (2019) dan Nurul Azizah (2019) juga telah melakukan penelitian sebelumnya menggunakan ekstrak daun rambutan dalam sintesis material $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$, $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ dan didapatkan material dengan morfologi partikel yang halus⁸. Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam mensintesis $(\text{Cu,Ni})\text{Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ adalah metode hidrotermal dengan menggunakan ekstrak daun sirih (*Piper betle*) sebagai *capping agent*. Penggunaan daun sirih sebagai *capping agent* dikarenakan dalam ekstrak daun sirih terdapat kandungan flavonoid, asam folat, antioksidan dan yang terbesar yaitu gugus fenol yang dapat berfungsi sebagai agen ligan alami, agen pereduksi, sebagai antibakteri, dll⁸⁻⁹.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka memunculkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah $(\text{Cu,Ni})\text{-Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ dapat disintesis dengan metode hidrotermal menggunakan ekstrak daun sirih hijau?
2. Bagaimana karakter komposit $(\text{Cu,Ni})\text{-Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ yang dihasilkan?
3. Bagaimana kemampuan degradasi, absorpsi dan reduksi material $(\text{Cu,Ni})\text{-Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ terhadap polutan organik di dalam air?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan:

1. Membuat material komposit $(\text{Cu,Ni})\text{-Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ dengan metode hidrotermal menggunakan ekstrak daun sirih hijau.
2. Mengkarakterisasi material komposit $(\text{Cu,Ni})\text{-Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ dengan FT-IR, DRS UV-Vis, XRD, SEM-EDX dan VSM.
3. Menguji kemampuan degradasi, absorpsi dan reduksi material $(\text{Cu,Ni})\text{-Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ terhadap polutan organik di dalam air.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat tentang penggunaan ekstrak daun sirih (*Piper Betle*), untuk pembentukan nanopartikel magnetik $(\text{Cu,Ni})\text{-Fe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$ serta karakterisasinya yang bermanfaat sebagai solusi dari permasalahan lingkungan terutama perairan.