

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin pesat bukan hanya memberi dampak yang positif terhadap kehidupan manusia, akan tetapi juga memberi efek negatif terhadap lingkungan, khususnya lingkungan perairan. Kemajuan industri ini tidak seimbang antara proses pengolahan limbah pada industri tersebut dengan limbah yang dihasilkannya sehingga terjadi pencemaran lingkungan yang sangat berbahaya. Sebagian besar limbah tersebut, khususnya limbah pewarna sintetis, sulit terurai secara alami (biodegradasi). Salah satunya adalah pewarna azo *Direct Red 81* yang banyak digunakan untuk pewarnaan pada kapas, kertas, kulit, wol, sutra dan nilon. Zat warna ini tidak hanya menimbulkan polusi air dalam perairan, pada konsentrasi tinggi zat warna ini dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata serta merupakan zat karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker terhadap manusia dan hewan¹.

Dengan berkembangnya teknologi saat ini, berbagai material dan metode yang dihasilkanpun cukup menjanjikan. Dalam beberapa tahun terakhir, fotokatalisis heterogen dengan bahan semikonduktor telah mendapat perhatian yang meningkat dalam penelitian dan pengembangan teknologi pengolahan air limbah karena keefektifannya yang tinggi².

Semikonduktor spinel ferit (MFe_2O_4 , $M = Ni, Co, Cu, Mn, Mg, etc.$) merupakan material yang banyak dipelajari dan dikembangkan karena aplikasi potensialnya di bidang katalis, perangkat penyimpanan data magnetik, pemisahan secara magnetik, biosensor, *drug delivery*, sensor gas, *elektronik devices*, dan sel bahan bakar oksida padat³. Diantara beberapa komponen magnetik (MFe_2O_4 , $M = Ni, Co, Cu, Mn, Mg, etc.$), $NiFe_2O_4$ dengan celah pita sempit 2,19 eV menunjukkan karakteristik respon cahaya tampak yang sangat baik, stabilitas fotokimia yang baik, dan sifat magnetisasi yang menguntungkan⁴.

Dalam beberapa tahun terakhir, sintesis spinel nanopartikel magnetik $NiFe_2O_4$ telah dikembangkan secara intensif dengan berbagai metode seperti kopresipitasi, sol-gel, pembakaran, dan hidrotermal⁵. Namun, pertumbuhan dan ukuran partikel sulit dikontrol sehingga berdampak terhadap sifat material tersebut. Selain itu, metode-metode kimia ini memberikan efek yang negatif terhadap lingkungan.

Beberapa penelitian sebelumnya dalam sintesis material anorganik digunakan bahan kimia seperti PEO (*Polyethylene Oxide*)⁶, CTAB (*Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide*), dan SDBS (*Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*) sebagai *capping agent*

untuk mengontrol dan meningkatkan sifat/karakter dari material tersebut seperti morfologi, ukuran dan sifat optik⁷.

Dilain sisi, beberapa peneliti juga telah melaporkan bahwa kandungan senyawa-senyawa bioaktif pada tumbuhan seperti protein/enzim, asam amino, polisakarida, alkaloid, senyawa alkohol, peptida siklik, asam sorbat, asam sitrat, asam askorbat, tanin, asam *ellagic*, asam galat dan vitamin dapat dilibatkan dalam bioreduksi, sebagai *capping agents* dan stabilisasi nanopartikel logam. Potensial reduksi dari ion-ion dan kapasitas reduksi dari tanaman bergantung pada keberadaan polifenol, enzim, dan zat pengkhelat lainnya^{8,9}.

Metode *green synthesis* adalah sebuah metode sintesis yang digunakan dalam pembuatan material anorganik menggunakan bahan yang tidak berbahaya. Metode *green synthesis* ini lebih ramah lingkungan karena menggunakan bahan alam seperti bakteri, jamur, alga dan ekstrak tumbuhan sehingga mengurangi polutan dan tidak menimbulkan efek bahaya bagi lingkungan dan peneliti yang menggunakannya. Beberapa penelitian sintesis material anorganik dengan metode *green synthesis* telah dilaporkan berhasil dengan memiliki ukuran partikel yang kecil, struktur yang halus, tidak ada pengotor, stabil, dan homogen¹⁰. Bahan alam yang telah digunakan dalam *green synthesis* antara lain kulit rambutan¹¹, daun parsley dan bawang putih¹².

Dalam penelitian ini dilakukan sintesis nanomaterial magnetik NiFe₂O₄ dengan metode hidrotermal menggunakan ekstrak daun lidah buaya (*Aloe vera*) sebagai pengganti *capping agent* bahan-bahan kimia yang digunakan sebelumnya. Ekstrak *Aloe vera* mengandung air, vitamin larut lemak, mineral, enzim, polisakarida, senyawa fenolik dan asam organik. Lebih dari 60% sisa padat terdiri dari polisakarida¹³. Senyawa-senyawa bioaktif seperti *hydroquinones*, polisakarida dan aloin yang terdapat dalam ekstrak *Aloe vera* ini digunakan sebagai *capping agent* yang mampu mengontrol dan menstabilkan pembentukan inti dan pertumbuhan partikel selama proses hidrotermal berlangsung sehingga dihasilkan NiFe₂O₄ murni dengan morfologi yang homogen.

Material magnetik yang dihasilkan dalam penelitian ini dikarakterisasi dengan menggunakan peralatan seperti XRD, VSM, TEM, DRS Uv-Vis, dan FT-IR untuk menganalisis struktur, sifat magnet, morfologi, sifat optik, dan interaksinya. Kemudian aktivitas fotokatalitiknya diuji terhadap degradasi zat warna *Direct Red 81* dengan bantuan sinar matahari. Zat warna ini digunakan karena mudah didapat dan

telah banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri tekstil, kosmetik dan kulit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan ekstrak *Aloe vera* sebagai *capping agent* pada sintesis NiFe_2O_4 secara hidrotermal ?
2. Bagaimana kemampuan NiFe_2O_4 sebagai fotokatalis dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 81* ?
3. Bagaimana kestabilan NiFe_2O_4 setelah digunakan berulang kali dalam proses degradasi zat warna *Direct Red 81* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan sintesis NiFe_2O_4 dengan metode hidrotermal dengan dan tanpa ekstrak *Aloe vera* sebagai *capping agent*.
2. Menguji aktivitas fotokatalitik sampel sebagai fotokatalis untuk degradasi zat warna *Direct Red 81* di bawah sinar matahari.
3. Menentukan kestabilan NiFe_2O_4 setelah digunakan berulang kali dalam proses degradasi zat warna *Direct Red 81*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pembuatan NiFe_2O_4 berbasis *green synthesis*. Material yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa organik berbahaya dengan bantuan sinar matahari. Selain itu, sifat magnet yang dimiliki oleh senyawa hasil sintesis menjadikannya sebagai fotokatalis yang efisien dalam pemisahannya sehingga dapat didaur ulang dengan memanfaatkan magnet eksternal.