

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, limbah industri masih menjadi permasalahan yang menimbulkan banyak dampak negatif bagi lingkungan, berbagai jenis air limbah yang dihasilkan perusahaan atau pabrik industri menyebabkan pencemaran air. Salah satu limbah zat warna yang sering dihasilkan dalam industri tekstil adalah zat warna *metilen biru* (MB). MB ini dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan jika tertelan, menimbulkan sianosis jika terhirup, dan iritasi pada kulit. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengolahan limbah zat warna tekstil ini secara tepat dan efektif. Pengolahan limbah ini bertujuan untuk menguraikan kandungan zat berbahaya yang tidak terurai oleh senyawa organik. Penelitian yang sedang dilakukan untuk menghapus atau mendegradasi berbagai zat warna pada limbah industri diantaranya, fotokatalisis. Fotokatalisis adalah proses degradasi suatu material dengan bantuan energi foton yang dapat menyebabkan reaksi redoks terhadap air dan membuat senyawa oksidatif seperti radikal hidroksil ( $\bullet\text{OH}$ ) mendegradasi makromolekul dan memutus rantai kimia zat warna (Guidolin dkk., 2021).

Dalam proses degradasi, diperlukan suatu bahan katalis. Salah satu bahan katalis yang dapat digunakan untuk aktivitas fotokatalitik dan mendegradasi limbah MB adalah katalis berbahan magnetik. Di antara bahan magnetik yang paling umum adalah magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), maghemite ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) dan hematite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  memiliki sifat magnetik yang kuat, terutama  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  berukuran nanometer memiliki superparamagnetisme.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  superparamagnetik secara luas digunakan di perawatan kesehatan magnetik, bahan perekam magnetik, terutama di bidang biomedis (Mamun dan Sabantina., 2023), karena biokompatibilitasnya yang baik dan efek magnetik khusus. Dari penelitian yang ada di atas biasanya

menggunakan metode konvensional yang dimana metode tersebut dapat menghasilkan efek samping yang berbahaya (Yıldız dkk., 2021). Kekurangan metode tersebut dapat diatasi dengan melakukan pendekatan pada metode *green-synthesis*. *Green-synthesis* adalah metode yang menghasilkan nanopartikel menggunakan ekstrak tanaman dan mikroorganisme (Singh dkk., 2020). Metode ini mempunyai sifat biokompatibilitas, ramah lingkungan, dan tidak beracun (Khatami dkk., 2018). Ada beberapa tumbuhan yang dapat digunakan dalam sintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, salah satunya *Moringa oleifera* (MO) (Santos dkk., 2019). Menurut uji fitokimia, MO mengandung antioksidan seperti tannin, steroid, flavonoid, alkaloid, antarquinon, dan saponin (Yildiz dkk., 2020).

Penerapan serat nano dan nanopartikel untuk berbagai bidang telah menjadi pusat perhatian publik. karena menunjukkan sifat fisik dan kimia baru yang berbeda dari bahan lainnya karena ukurannya yang kecil dan luas permukaan yang besar. Serat nano dapat difabrikasi dengan berbagai cara, teknik yang sedang ramai diteliti dan dikembangkan yaitu teknik *electrospinning*.

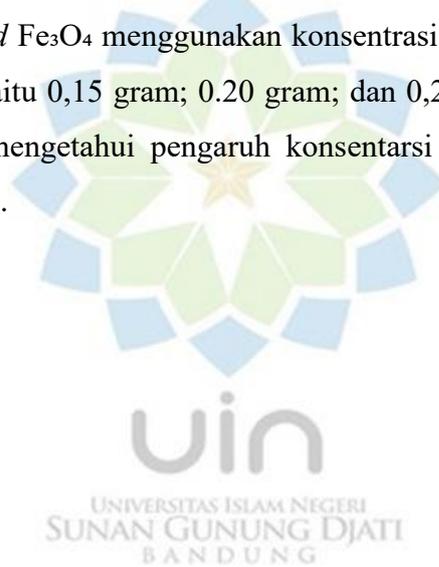
*Electrospinning* adalah metode atau teknik yang sederhana dan serbaguna untuk memproduksi serat nano ultra halus yang terbuat dari berbagai bahan. serat nano yang dihasilkan oleh *electrospinning* memiliki beberapa keunggulan diantaranya diameter yang sangat kecil yaitu pada skala nano sampai mikro, porositas yang tinggi, luas permukaan yang besar, dan komposisi yang mudah dikontrol. Dalam bidang biomedis, serat nano digunakan sebagai matriks pembawa bagi obat yang kemudian diaplikasikan sebagai dressing untuk penyembuhan luka, implant medis, nanokomposit untuk gigi, dan lain-lain (William, 2019). Salah satu polimer yang sering dipakai dalam teknik *electrospinning* ini yaitu *Polyvinylpyrrolidone* (PVP). PVP adalah salah satu polimer pengikat pilihan karena larut dalam air dan memiliki sitoksisitas yang sangat rendah, biokompatibel, responsif, kapasitas adsorpsi yang kuat dan biodegradabilitas yang sangat baik (Hackl dan Ermolina, 2019). PVP dapat larut

dalam air, metanol, etanol, propanol butanol, asam asetat, asam format dan asam propionat, dan tidak larut dalam etil asetat, aseton, dan dietil eter (Campardelli dkk., 2019).

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya, yaitu meneliti tentang serat nano magnetik  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PSNF}$  untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B (RhB), hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tingkat degradasi RhB awal mencapai 96,47%, pada interval waktu berikutnya, laju degradasi secara bertahap menurun, setelah 5 kali siklus, degradasi RhB terkecil yaitu (73,13%). Masih di atas 70%, yang menunjukkan kemampuan degradasi yang baik dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PSNF}$ , penurunan laju degradasi RhB dapat dikaitkan dengan pembentukan zat selama proses degradasi RhB, yang mengendap di permukaan  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PSNF}$  dan dengan demikian mengurangi adsorpsi permukaan dan situs aktif katalitik (Li, dkk. 2018). Selanjutnya penelitian tentang serat nano magnetik  $\text{PVP}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2/\text{Cds}$  untuk mendegradasi zat warna RhB, persentase degradasi serat nano  $\text{PVP}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2/\text{Cds}$  untuk RhB yaitu sebesar 97,65%, mirip dengan sampel kontrol serat nano  $\text{PVP}/\text{TiO}_2$  dengan persentase degradasi sebesar 92,06% dan serat nano  $\text{PVP}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$  dengan persentase 97,86% (Tang, dkk. 2018). Adapun penelitian terkait serat nano  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Ag}$  untuk mendegradasi zat warna MB, hasil tersebut menunjukkan bahwa persentase degradasi yang dihasilkan untuk aktivitas fotokatalitik menggunakan serat nano  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Ag}$  yaitu sebesar 55% (Xie, dkk. 2017). Kemudian penelitian tentang serat nano *carbon quantum dot* (CQD)/ $\text{TiO}_2/\text{PVP}$  untuk mendegradasi zat warna MB, dalam penelitian tersebut dikatakan bahwa efisiensi fotokatalik dari serat nano komposit (CQD)/ $\text{TiO}_2$  lebih tinggi daripada serat nano  $\text{TiO}_2$  murni karena CQD dapat meningkatkan penyerapan cahaya dan menekan proses rekombinasi *electron-hole* yang menghasilkan peningkatan sifat katalitik (Saoud dkk., 2015). Dan penelitian mengenai fotodegradasi zat warna tekstil MB menggunakan serat nano  $\text{CNF}/\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ , hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa efisiensi degradasi menggunakan serat nano tersebut dapat

mencapai 98% dalam waktu 10 menit (Yilmaz, dkk. 2020). Dari penelitian di atas, keterbaruan penelitian tentang serat nano magnetik dalam aplikasi fotokatalis masih terus dikembangkan dengan menggunakan material magnetik dan bahan polimer yang lain yang dapat menghasilkan efisiensi fotodegradasi yang baik dari penelitian sebelumnya.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan fabrikasi dan karakterisasi serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menggunakan ekstrak MO untuk fotodegradasi MB. Dimana penelitian ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> terhadap morfologi dan sifat optik serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menggunakan konsentrasi optimum PVP dengan variasi massa Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yaitu 0,15 gram; 0.20 gram; dan 0,25 gram. Variasi massa ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentarsi PVP/ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> terhadap efisiensi degradasi MB.



## 1.2. Rumusan Masalah

Terdapat beberapa fokus permasalahan yang akan dianalisis dari penelitian ini yaitu,

1. Bagaimana membuat serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan menggunakan teknik *electrospinning*?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> terhadap morfologi dan sifat optik serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>?
3. Bagaimana aktivitas fotokatalitik serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dalam mendegradasi MB?

## 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah-masalah ditinjau dengan beberapa batasan, diantaranya:

1. Dalam sintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, digunakan metode *Green-Synthesis* dengan penambahan ekstrak daun *Moringa oleifera* (MO).
2. Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dikompositkan dengan larutan PVP dengan beberapa variasi konsentrasi massa, yaitu massa Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 0,15 gram; 0,20 gram; dan 0,25 gram.
3. Fabrikasi serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menggunakan teknik *electrospinning*.
4. Uji aktivitas fotokatalik serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> terhadap limbah MB, dilakukan dengan metode dan pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Memfabrikasi serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan menggunakan teknik *electrospinning*.
2. Menganalisis pengaruh konsentrasi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> terhadap morfologi dan sifat optik serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.
3. Menganalisis aktivitas fotokatalitik serat nano PVP/*Green-synthesized* Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dalam mendegradasi MB.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai metode *green-synthesis* nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan penambahan ekstrak MO untuk pabrikan serat nano menggunakan teknik *electrospinning*. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk kajian selanjutnya dalam teknologi pengembangan *Green-synthesis* nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dan serat nano.

#### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi secara keseluruhan yaitu sebagai berikut:

##### 1. BAB I Pendahuluan

Bab ini memberikan informasi tentang latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dilakukan dalam penelitian, batasan masalah yang harus dilakukan selama penelitian, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat dari penelitian yang dilakukan.

##### 2. BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan seperti *Electrospinning*, *Nanofiber* (serat nano), Nanopartikel *Magnetite* (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), *Green-synthesis*, *Moringa oleifera*

(MO), *Polyvinylpyrrolidone* (PVP), Fotokatalis, Metilen Biru (MB), dan Karakterisasi Material.

3. BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini memaparkan tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan saat penelitian, rancangan penelitian, dan prosedur penelitian.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan hasil yang diperoleh dari penelitian dan analisis data selama proses penelitian.

5. BAB V Penutup

Bab ini menyimpulkan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan

6. Daftar Pustaka

Berisi sumber referensi ilmiah yang menjadi patokan atau acuan peneliti selama melakukan penelitian.

