

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan produk farmasi mengalami peningkatan secara global, terbukti dengan kemajuan teknologi, perkembangan pengetahuan, dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap kesehatan. Hal ini mengakibatkan jumlah limbah medis yang dihasilkan semakin tinggi, salah satunya disebabkan oleh penggunaan obat-obatan (Insani et al., 2020; Khansa et al., 2022). Limbah dari industri farmasi secara signifikan berpotensi menimbulkan risiko bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Anggraini & Pujilestari, 2017; Crisnaningtyas & Vistanty, 2016). Antibiotik adalah salah satu jenis obat berfungsi untuk pengobatan manusia dan hewan sebagai agen antibakteri serta perangsang pertumbuhan tanaman menjadi sumber utama pencemaran lingkungan (Anggraini & Pujilestari, 2017).

Tetrasiklin (TC) merupakan salah satu jenis antibiotik yang memiliki sifat antibakteri dan digunakan untuk mengatasi berbagai jenis infeksi (Hameedi, 2021). TC termasuk kelompok antibiotik spektrum luas dan mudah diikat. TC efektif melawan berbagai penyakit, termasuk wabah, kolera, tifus, sifilis, penyakit legionnaires, dan antraks (Ramachanderan & Schaefer, 2021). Sebagai teknologi telah dikembangkan untuk menghilangkan polutan TC, termasuk adsorpsi, oksidasi elektrokimia, dan filtrasi membran. Namun teknologi-teknologi ini seringkali memerlukan biaya operasional tinggi dan dapat menghasilkan polutan sekunder (Lee et al., 2023). Fotokatalisis adalah metode efektif dalam pengelolaan limbah cair, termasuk dalam mendegradasi limbah farmasi seperti antibiotik (Lee et al., 2023; Suahya et al., 2016). Fotokatalisis dalam mendegradasi antibiotik sangat efisien biaya produksinya murah, tidak perlu menggunakan bahan kimia tambahan, dan ramah lingkungan (Sharma et al., 2022).

Beberapa bahan semikonduktor, seperti Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dan Seng oksida ( $\text{ZnO}$ ) sering digunakan untuk aplikasi fotokatalitik.  $\text{ZnO}$  memiliki sifat stabilitas tinggi, fotosensitifitas tinggi, dan sifat fotokatalitik tinggi.  $\text{ZnO}$  dan  $\text{TiO}_2$  memiliki energi celah pita hampir sama, namun  $\text{ZnO}$  menunjukkan efisiensi penyerapan lebih tinggi di seluruh sebagian besar spektrum matahari dan dapat menghasilkan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) lebih baik dibandingkan fotokatalis lainnya (Ong et al., 2018; Yousefi et al., 2023).  $\text{ZnO}$  adalah semikonduktor tipe-n dengan lebar celah pita 3,37 eV dan memiliki energi ikat eksiton bebas tertinggi yaitu 60 meV (Putri et al., 2018). Mengenai kinerja fotokatalitik semikonduktor, telah dilaporkan bahwa fotokatalitik dipengaruhi oleh struktur kristal, morfologi, atau cacat intrinsiknya dimana diketahui berbeda jenis nano akan mempengaruhi keefisienan dalam aktivitas fotokatalisis (Uribe-López et al., 2021).

Nanoteknologi adalah cabang dari sintesis, rekayasa, dan pemanfaatan bahan berukuran kisaran 1-100 nm dikenal dengan nanomaterial (Joudeh & Linke, 2022). Nanomaterial dapat diklasifikasikan dari berbagai kriteria seperti dimensi, morfologi, dan komposisi kimianya (Saleh, 2020). Berdasarkan klasifikasi nanomaterial dari dimensinya, nol dimensi (0D) memiliki semua dimensi dalam skala nano yaitu *Quantum Dots* (Efros & Brus, 2021) dan Nanopartikel (Khan et al., 2019). Satu dimensi (1D) yang memiliki satu dimensi yaitu *Nanowires* (Martin et al., 2019), *Nanorods* (Iwan et al., 2016), dan *Nanotubes* (Dobrzańska-Danikiewicz et al., n.d.). ketiqa, dua dimensi (2D) hanya berisi satu dimensi dalam skala nano yaitu *Nanoplates* (C. Wang et al., 2010), *Nanolayer* (Bullo & Hussein, 2015), dan Nanofilm (Baranowska-Korczyk et al., 2018). Tiga dimensi (3D) memiliki ukuran lebih dari 100 nm yaitu *Nanopilar* (Jenkins et al., 2020) dan *Nanoflower* (Qu et al., 2020). Nanopartikel adalah kelas material yang luas mencakup zat partikulat yang memiliki satu dimensi kurang dari 100 nm (Khan et al., 2019). Nanopartikel memiliki keunggulan yaitu memiliki keflesibilitas dalam pengontrolan bentuk, struktur, dan ukuran. Nanopartikel memiliki rasio *surface-to-volume* tinggi dan efisien dalam menyerap cahaya (Nowak et al., 2020; Ong et al., 2018).

ZnO NPs memiliki keterbatasan dalam mendegradasi polutan pada aktivitas fotodegradasi di bawah sinar tampak dan hanya efisien pada rentang Panjang gelombang UV, dimana penggunaan sinar UV pada cahaya matahari hanya terkandung sekitar 4 – 5% dan sinar UV berbahaya bagi kulit manusia. Keterbatasan tersebut memerlukan modifikasi sifat optik seperti doping, co-doping, dan nanokomposit dengan semikonduktor lainnya (Bano et al., 2023; Bemis et al., 2019; Zeinali Heris et al., 2023). Fotokatalis berbasis logam oksida adalah pendekatan menjanjikan untuk menghilangkan kontaminan organik termasuk limbah farmasi (Bekru et al., 2022). Tembaga (II) Oksida (CuO) adalah sebuah semikonduktor tipe-p dapat mengatasi keterbatasan sifat optik ZnO karena memiliki celah pita yang sempit yaitu 1.3 eV. CuO memiliki konduktivitas Listrik tinggi, tidak beracun, stabilitas tinggi, dan senyawa alam berlimpah (Zare et al., 2023).

Nanokomposit ZnO/CuO (ZnO/CuO NCs) memiliki keunggulan karena ukuran dan luas permukaannya (Bandekar et al., 2020). Pencampuran kedua semikonduktor ini dapat menghasilkan bahan *heterojunction* sehingga dapat bertindak sebagai fotokatalis untuk degradasi antibiotik (Bano et al., 2023). ZnO/CuO NCs dapat disintesis menggunakan metode sol-gel (Lavín et al., 2019), kopresipitasi (Jalali et al., 2023), dan hidrotermal (Bano et al., 2023). Metode kopresipitasi memiliki keunggulan dimana kemampuannya untuk menghasilkan partikel dengan ukuran seragam, distribusi partikel homogen, dan tingkat kermunian didapat tinggi (Hitkari et al., 2022).

Pada penelitian ini dilakukan untuk mempelajari sintesis ZnO/CuO NCs dengan metode kopresipitasi sebagai material nanokomposit fotokatalis yang responsif terhadap sinar matahari. Material hasil sintesis diuji karakterisasi Setelah pengujian karakterisasi, sampel di uji fotokatalisis pada polutan antibiotik.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Proses sintesis Nanokomposit ZnO/CuO menggunakan metode kopresipitasi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensintesis Nanokomposit ZnO/CuO menggunakan metode kopresipitasi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini memiliki manfaat yaitu mempelajari metode kopresipitasi terhadap Nanokomposit ZnO/CuO menggunakan variasi penambahan konsentrasi CuO.