

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dunia pada abad kedua puluh satu memberikan gerbang peluang ekonomi yang besar bagi seluruh kalangan masyarakat. Namun, dibalik gemerlapnya kemajuan ekonomi terdapat bahaya tersembunyi yang mengancam ekosistem, khususnya ekosistem perairan. Meskipun permukaan bumi hampir seluruhnya terselimuti air, hanya sebagian kecil air yang dapat dikonsumsi manusia. Kelangkaan air disebabkan karena pencemaran air yang berasal dari limbah industri makanan, percetakan, dan tekstil. Zat pewarna yang sering digunakan dalam industri tersebut memiliki dampak negatif yang besar untuk lingkungan karena sifatnya yang sangat beracun dan tidak *biodegradable*.

Beberapa teknologi pengolahan limbah secara konvensional telah digunakan untuk mengolah konsentrasi zat warna seperti ozonasi, flokulasi, koagulasi, dan adsorpsi. Namun metode ini memiliki kelemahan karena tidak dapat menghilangkan senyawa beracun yang terkandung dalam air limbah. Maka diperlukan metode lanjutan untuk mengolah limbah seperti menggunakan metode foto – oksidasi dan degradasi fotokatalitik yang masuk dalam kategori *Advance Oxidation Processes* (AOPs). Degradasi fotokatalitik dalam AOPs bisa menjadi solusi karena dengan harga yang terjangkau, prinsip kerja yang sederhana, dan mudah diterapkan. Degradasi fotokatalitik bisa mengatasi masalah mineralisasi dan degradasi polutan organik beracun dengan mengubahnya menjadi produk yang ramah lingkungan.

Dalam prosesnya, degradasi fotokatalitik akan menggunakan fotokatalis untuk mempercepat degradasi polutan organik dibawah cahaya iradiasi, ini adalah proses yang penting untuk degradasi pewarna tekstil, seperti metilen biru yang merupakan polutan organik dalam limbah industri yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. Fotokatalis yang biasa digunakan adalah semikonduktor, faktor yang mempengaruhi sifat fisik semikonduktor adalah energi dari celah pita yang tercipta saat pasangan *electron hole* saat terkena cahaya.

Semikonduktor yang bisa digunakan sebagai katalis pada degradasi fotokatalitik salah satunya semikonduktor nanopartikel metal hidroksida dan oksida, misalnya MnO_2 , CuO , ZnO , MgO , TiO_2 , dan CdO . Kadmium oksida nanopartikel (CdO NPs) merupakan semikonduktor *n - type* yang memiliki celah pita sekitar 2,3 – 2,5 eV (Somasundaram dkk., 2019).

Semikonduktor CdO NPs bisa diproduksi dengan menggunakan dua metode sintesis nanomaterial, yaitu metode konvensional dan metode sintesis hijau. Metode konvensional bisa digunakan untuk produksi skala besar, selain itu metode ini menawarkan banyak keuntungan seperti bisa dilakukannya kontrol morfologi dan bermanfaat pada konservasi energi. Namun, metode ini membawa risiko pada lingkungan dan kesehatan yang cukup signifikan. Potensi risiko yang diberikan metode ini menyebabkan penggunaanya beralih ke metode sintesis hijau.

Sintesis hijau nanopartikel bisa menjadi solusi berkelanjutan untuk memproduksi semikonduktor kadmium oksida karena berbeda dengan metode konvensional yang tidak ramah lingkungan dan tidak aman untuk kesehatan. Keunggulan dari metode sintesis hijau adalah tidak beracun untuk lingkungan karena

memanfaatkan bahan alam dan memiliki kestabilan yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional.

Sintesis hijau memanfaatkan bahan alam untuk menghasilkan material yang ramah lingkungan, seperti alga, bakteri, jamur, ragi, dan tanaman. Bahan alam yang digunakan tidak hanya ramah lingkungan, tetapi berperan sebagai antimikroba dan zat pengompleks yang bersifat stabil. Zat pengompleks ini biasanya mengandung protein, flavonoid, enzim spesifik yang memiliki struktur kimia yang mampu mengubah ion logam menjadi nanopartikel yang diinginkan (Huston dkk., 2021). Pada tahun 2023, peneliti berhasil mengembangkan metode sintesis hijau untuk memproduksi CdO NPs menggunakan zat pengompleks dari ekstrak tanaman *Cissus quadrangularis* Linn (anggur *veldt*), yang kaya akan kandungan senyawa bioaktif seperti tannin, flavonoid, alkaloid, triterpenoid, dan berbagai macam vitamin (Rajaram dkk., 2023).

Upaya terbaru dilakukan dalam penelitian ini adalah sintesis hijau CdO NPs untuk mendapatkan logam oksida yang ramah lingkungan. Penelitian ini berfokus pada *Camellia sinesis* (teh hijau) berperan sebagai zat pengompleks. Setelah itu, digunakan untuk mendegradasi zat warna metilen biru dibawah sinar ultraviolet. Teh hijau memiliki beberapa kesamaan senyawa bioaktif dengan anggur *veldt* yaitu kaya akan flavonoid, tanin, dan alkaloid. Selain itu, teh hijau juga memiliki kandungan seperti katekin sebesar 15 – 27% dan *epigallocatechin gallate* sebesar 40 – 69% (Nain dkk., 2022), dengan harapan senyawa ini meningkatkan efektivitas proses pengompleksan ion Cd^{2+} dan menghasilkan produk CdO nanopartikel. Hasil sintesis hijau CdO NPs dikarakterisasi dengan XRD, SEM-EDX, TGA, UV–Vis DRS, dan spektroskopi FTIR.

1.2 Tujuan penelitian

1. Membuat CdO NPs menggunakan metode sintesis hijau dengan variasi massa serbuk teh untuk diuji tingkat efektivitas degradasinya dalam larutan zat warna metilen biru di bawah sinar ultraviolet
2. Melakukan karakterisasi hasil sintesis kadmium oksida nanopartikel dengan XRD, SEM-EDX, TGA, UV-Vis DRS, dan FTIR