

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan adalah masalah yang kompleks dan sangat serius dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu pencemaran lingkungan yang terjadi di Indonesia adalah pencemaran air. Pencemaran air adalah kondisi ketika kualitas air menurun karena adanya komponen-komponen yang menyebabkan air menjadi tidak fungsional (Farhan dkk., 2023). Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dalam buku berjudul “Statistik Indonesia 2023” yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan adanya pencemaran air sungai di 34 provinsi (belum termasuk provinsi terbaru pecahan Papua). Pencemaran air di Indonesia umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pertanian dan industri, termasuk industri tekstil (Lusiana dkk., 2017); .

Penggunaan pestisida pada aktivitas pertanian dapat menyebabkan pencemaran air (Lusiana dkk., 2017). Pada awal musim tanam, pestisida yang digunakan di lahan pertanian akan jatuh sebagian atau semuanya ke dalam air. Apabila suatu perairan telah tercemar oleh pestisida, maka akan mengganggu lingkungan serta organisme akuatik yang terdapat di dalamnya. Salah satu contohnya ialah terjadinya biomagnifikasi, yakni ketika ada bahan aktif pada pestisida yang terserap dan tersimpan pada tubuh ikan, lalu terdapat kemungkinan ikan tersebut dikonsumsi oleh manusia (Taufik, I., 2011).

Salah satu sektor industri yang dapat mencemari lingkungan adalah industri tekstil karena tekstil merupakan komoditi yang termasuk sebagai salah satu kebutuhan pokok manusia selain pangan serta papan. Umumnya industri tekstil menggunakan pewarna sintetis karena alasannya yang mudah didapatkan, tahan lama, dan murah. Namun, pewarna sintetis merupakan limbah yang sulit terdegradasi dan akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Dianggoni dkk., 2017). Contoh pewarna sintetis yang digunakan dalam industri tekstil adalah Rhodamine B (RhB) dan *Methyl Orange* (MO) (Kishor dkk., 2021; Ulya dkk., 2022). RhB mampu menyebabkan iritasi pada kulit serta mata. Paparan RhB pada tingkat tertentu bahkan mampu menyebabkan mual, radang pencernaan, muntah, diare, serta pusing dengan keringat yang berlebih (Ulya dkk., 2022). MO bersifat sangat toksik, karsinogenik, serta mampu menyebabkan alergi. MO pada konsentrasi yang rendah di air bahkan mampu menyebabkan efek buruk pada kualitas air karena warna tersebut akan mengurangi penyerapan cahaya matahari, aktivitas fotosintesis, serta kandungan oksigen terlarut (Kishor dkk., 2021).

Bahaya tersebut dapat diminimalisir dengan mengurangi kandungan zat pencemar melalui beberapa metode seperti flokulasi-koagulasi, degradasi elektrokimia, ultra filtrasi, advanced oxidation processes (AOP), dan degradasi fotokatalitik (Iwuozor dkk., 2021). Fotokatalitik telah terbukti menjadi metode yang menjanjikan dalam pengolahan limbah yang terkontaminasi oleh polutan organik serta anorganik. Proses fotokatalitik ini akan mengurangi atau menghilangkan kontaminan air seperti pestisida dan zat warna, yang akan menghambat stabilitas kimia dan ketahanan terhadap biodegradasi (Devipriya &

Yesodharan, 2005). Metode fotokatalitik memiliki beberapa keunggulan seperti oksidasi yang sempurna dari polutan organik hanya dalam beberapa jam, tidak terbentuk produk polisiklik, dan kemungkinan adanya regenerasi fotokatalis (Devipriya & Yesodharan, 2005); (Herrmann, 1999). Logam oksida seperti ZnO, TiO₂, Bi₂O₃, Fe₂O₃, dan beberapa logam oksida lainnya telah menunjukkan potensi yang besar sebagai fotokatalis untuk mendegradasi senyawa organik (Kanan dkk., 2020; Khan & Pathak, 2020; Sudrajat & Sujaridworakun, 2017; Vaya & Surolia, 2020).

Umumnya, logam oksida yang sering digunakan ialah TiO₂, tetapi bismut oksida (Bi₂O₃) pun merupakan material yang menarik karena memiliki konduktivitas elektrik serta sifat termal yang baik. Bi₂O₃ termasuk dalam semikonduktor yang memiliki *band gap* dengan rentang 2,1-3,9 eV (Hameed dkk., 2008; Mane dkk., 2024) serta tak beracun. Walaupun Bi₂O₃ telah diketahui sebagai material fotokatalitik yang dapat mendekomposisi polutan, rekombinasi yang cepat dari pembawa muatan yang dihasilkan secara *photogenerated* menyebabkan situs aktifnya berkurang dan menghambat kemampuan fotokatalitiknya. Baru-baru ini, carbon quantum dots (CQDs), sebagai nanomaterial karbon yang baru dengan harga yang terjangkau, fotostabilitas yang tinggi, dan sifat emisi fluoresensinya yang menarik, telah berhasil digabungkan ke dalam semikonduktor, seperti Ag₃PO₄, Bi₂WO₆, dan BiOCl (Que dkk., 2017).

Penelitian mengenai komposit bismut oksida sebagai fotokatalitik terhadap pewarna *indigo carmine* (IC) serta levofloxacin (antibiotik) telah dilakukan sebelumnya oleh Sharma dkk., (2019) dengan mensintesis komposit Bi₂O₃/CQDs

melalui metode *sonochemical*. CQDs disintesis menggunakan metode hidrotermal dari prekursor L-asam askorbat serta asam sitrat. Hasil fotokatalitik terhadap IC dan levofloxacin adalah sebesar 86% dan 79%. Penelitian lain mengenai komposit $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{CQDs}$ sebagai fotokatalitik juga telah dilakukan terhadap RhB oleh Que dkk., (2018) dengan mensintesis CQDs menggunakan metode ultrasonik-hidrotermal dari prekursor L-asam askorbat. Hasil fotokatalitik terhadap Rhodamine B adalah sebesar 92,5%.

Penelitian ini mencakup sintesis $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{CQDs}$ menggunakan metode hidrotermal sebagai fotokatalis untuk mendegradasi pestisida berupa glifosat dan zat warna organik berupa RhB. CQDs disintesis dari prekursor asam sitrat dan urea menggunakan metode *microwave*. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah waktu kontak fotokatalitik terhadap glifosat dan konsentrasi RhB. Beberapa karakterisasi pada CQDs dan komposit dilakukan menggunakan FT-IR, DRS-UV, dan XRD.

I.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Mensintesis dan menentukan karakteristik CQDs dan $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{CQDs}$
2. Menentukan aktivitas fotokatalitik $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{CQDs}$ terhadap pestisida berupa glifosat dan zat warna organik berupa rhodamine b