

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kegiatan industri, pertambangan, dan pertanian mengakibatkan permasalahan lingkungan, dimana salah satunya disebabkan oleh pelepasan berbagai limbah logam berat, misalnya logam merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Logam berat bersifat toksik dan karsinogenik sehingga membahayakan kesehatan manusia dan ekosistem. Logam berat masuk ke dalam sistem perairan oleh sumber alami dan antropogenik (Sajidah, 2019). Salah satu logam berat yang banyak ditemukan di lingkungan adalah merkuri (Hg). Sekitar 5500-8900 ton merkuri saat ini dilepaskan ke lingkungan, hanya sekitar 10% yang berasal dari sumber-sumber alami (UNEP, 2018). Penyumbang terbesar emisi global adalah Penambangan Emas Skala Kecil (PESK). Keberadaan limbah buangan merkuri pada perairan di Indonesia berkisar antara 0,001-1,0910 mg/L (Maduan dan Marzuki, 2022; Suteja dkk., 2018; Yulis, 2018). Kadar merkuri maksimum pada air menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu 0,001 mg/L.

Merkuri jika terpapar pada konsentrasi yang tinggi mengakibatkan kerusakan otak dan ginjal secara permanen (Yulis, 2018). Kasus keracunan merkuri paling terkenal di dunia yaitu *Minamata Disease* pada tahun 1932-1968, setidaknya 50.000 penduduk sekitar teluk Minamata menjadi korban akibat mengonsumsi sumber daya laut yang terkontaminasi merkuri dari limbah buangan pabrik baterai. Kasus keracunan merkuri lainnya terjadi pada tahun 1971-1972 di Irak, 500 orang meninggal dan 6.000 orang dirawat akibat mengonsumsi roti

gandum yang gandumnya diawetkan menggunakan metil merkuri (Budiawan, 2013).

Berbagai upaya untuk menangani limbah merkuri sudah banyak dilakukan, misalnya dengan mengendapkan merkuri dengan kapur, resin penukar ion, dan filtrasi membran osmosis balik. Namun, metode ini memiliki kelemahan seperti terbentuknya endapan material yang tidak diinginkan, membutuhkan waktu yang sangat lama, dan larutan ionik yang seringkali korosif (Himawana dkk., 2022). Metode yang lebih efektif untuk menurunkan kadar merkuri adalah dengan menggunakan fotokatalis (Raszky, 2021).

Fotokatalis merupakan substansi yang dapat mempercepat reaksi kimia dengan memanfaatkan foton sebagai energi pemicunya (Raszky, 2021). Pemanfaatan material fotokatalis untuk menurunkan kadar merkuri telah banyak dilakukan sebelumnya, seperti menggunakan fotokatalis nanokitosan (Himawana dkk., 2022), nanopartikel NiFe_2O_4 (Raszky, 2021), dan nanopartikel ZnO/Ag (Kandjani dkk., 2014). Salah satu nanopartikel yang dianggap paling baik sebagai fotokatalis adalah seng oksida (ZnO) karena tinggi fotosensitivitas, biaya relatif rendah, dan aman bagi lingkungan. Namun, fotokatalis ZnO memiliki *band gap energy* (E_g) sebesar 3,37 eV sehingga hanya bisa diaplikasikan di bawah sinar UV ($\lambda < 400 \text{ nm}$) (Sutanto dan Wibowo, 2015). Sinar UV alami hanya 4% dari total sinar matahari yang sampai ke bumi (Mahdavi dan Talesh, 2017). Oleh karena itu, diperlukan dopan agar *band gap energy* (E_g) ZnO menjadi turun dan panjang gelombang bergeser dari daerah UV menjadi daerah cahaya tampak.

Beberapa penelitian dilakukan dengan menambahkan berbagai dopan untuk meningkatkan aktivitas fotokatalis ZnO. ZnO didoping dengan perak (Ag) digunakan untuk mendegradasi polutan *Methylene Blue* dimana dapat mendegradasi sebesar 75,76% (Damayanti dan Nusantara, 2018). ZnO juga dapat didoping dengan Lanthanum (La) untuk mendegradasi *Methyl Orange* sebesar 85,86% (Nguyen dkk., 2019). ZnO-SiO₂ dapat mendegradasi limbah organik fenol 83,92% (Setyawati dan Haris, 2015). Selanjutnya, ZnO didoping Aluminium (Al) digunakan untuk mendegradasi *Eosin Red* (ER) sebesar 93% (Jia dkk., 2018), dan juga digunakan untuk mereduksi logam timbal sebesar 94% (Jawed dan Pandey, 2019).

Penelitian sebelumnya menunjukkan aktivitas fotokatalis ZnO/Al yang lebih tinggi daripada ZnO dengan dopan lain. Logam Al memiliki sifat transparansi dan konduktivitas yang tinggi. Aluminium digunakan sebagai doping ZnO karena dapat menurunkan *band gap energy* dari ZnO, sehingga memperluas rentang absorpsi foton hingga cahaya tampak. Al juga dapat menghambat rekombinasi pasangan elektron-hole, sehingga dapat bereaksi dan menghasilkan ion-ion radikal untuk proses reduksi (Mahdavi dan Talesh, 2017). Namun, nanopartikel ZnO didoping Al belum dimanfaatkan secara optimal untuk mereduksi logam merkuri.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian untuk meningkatkan aktivitas fotokatalis ZnO untuk mereduksi merkuri menggunakan doping aluminium 3%, 5% dan 7% mol. Variasi penambahan dopan ini didasari oleh aktivitas fotokatalis ZnO yang mencapai maksimum dengan didoping Al 5%

pada beberapa penelitian sebelumnya (Ahmad dkk., 2013; Andrade dkk., 2017; Mahdavi dan Talesh, 2017). Sintesis nanopartikel ZnO dan dimodifikasi dengan penambahan Al menggunakan metode sol-gel. Metode sol-gel merupakan metode sintesis menggunakan teknik basah karena melibatkan larutan. Metode sol-gel dipilih karena prosesnya yang sederhana, biaya relatif murah, dan menghasilkan kristalinitas yang lebih tinggi (Mahdavi dan Talesh, 2017). Nanopartikel ZnO dan ZnO/Al yang telah disintesis akan dikarakterisasi dan diuji aktivitas fotokatalitiknya dalam mereduksi logam merkuri.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh doping aluminium terhadap karakteristik dan *band gap energy* nanopartikel ZnO dan pengaruhnya terhadap aktivitas fotokatalis untuk mereduksi logam merkuri.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat tentang penggunaan nanopartikel ZnO/Al sebagai fotokatalis dan menjadi salah satu alternatif untuk penanganan limbah merkuri.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Sintesis nanopartikel ZnO dan ZnO didoping Al dengan konsentrasi ZnO 0,15 M. Penambahan Al dengan variasi % mol 3%, 5%, dan 7%. Karakterisasi nanopartikel dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Particle Size Analyzer (PSA)*, dan spektrofotometer UV-Vis. Sampel yang telah disintesis, digunakan untuk mereduksi merkuri selama 120 menit, dimana aktivitas fotokatalis diuji dengan spektrofotometer UV-Vis.