

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin pesat sebanding dengan produksi limbah yang dihasilkan, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan terutama di perairan¹. Limbah yang berpotensi mencemari lingkungan dari hasil kegiatan industri yaitu logam berat. Beberapa jenis kegiatan industri yang menghasilkan logam berat seperti industri pupuk, pestisida, metalurgi, elektroplating, fotografi², industri baterai, aki, *alloy*, pemurnian Zn³, industri cat, kulit, pertambangan⁴, industri *pulp* dan *paper*⁵.

Berdasarkan tingkat toksisitasnya, logam berat dibagi menjadi dua macam. Pertama, logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan makhluk hidup dalam jumlah tertentu. Akan tetapi dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan keracunan. Contoh logam berat esensial seperti seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), kobalt (Co) dan mangan (Mn). Kedua logam berat non esensial merupakan logam berat yang bersifat racun bagi makhluk hidup seperti arsen (As), raksa (Hg), timbal (Pb), kromium (Cr) dan kadmium (Cd)⁴. Logam kadmium merupakan salah satu logam yang berbahaya karena bersifat toksik bagi makhluk hidup². Logam berat kadmium jika terakumulasi di dalam tubuh dalam jangka panjang bisa menyebabkan gangguan pada ginjal, tulang, pembuluh darah dan sistem reproduksi^{2,6,7}. Keberadaan logam kadmium di lingkungan dikhawatirkan akan terus meningkat setiap hari. Hal ini terjadi karena logam kadmium tidak bisa didegradasi secara alami dan bisa melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah berdasarkan PP No 82 Th 2001 tentang kualitas air yaitu sebesar 0,01 mg/L. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya untuk penanggulangan logam berat kadmium sedini mungkin⁵.

Beberapa metode yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya untuk mengurangi kandungan logam kadmium pada perairan diantaranya penguapan², membran keramik⁵, bioremediasi², pertukaran ion⁶, penyaringan², pengendapan⁶ dan elektrokimia². Akan tetapi metode tersebut kurang efektif dan memerlukan biaya yang mahal². Oleh sebab itu dilakukan upaya efektif untuk mengurangi kandungan logam berat kadmium yaitu dengan metode fotokatalisis⁹.

Fotokatalisis merupakan suatu proses untuk mempercepat laju reaksi kimia dengan adanya suatu katalis yang menggunakan bantuan cahaya (*foton*). Semikonduktor TiO₂ merupakan salah satu semikonduktor yang umum digunakan karena memiliki sifat fotokatalitik yang baik, stabil, tidak beracun dan ramah lingkungan^{10,11}. Akan tetapi, nilai *band gap* TiO₂ *anatase* sebesar 3,2 eV akan

membatasi reaksi fotokatalitiknya sehingga hanya aktif pada daerah sinar UV¹¹. Oleh sebab itu, untuk memperluas respon cahaya pada sinar tampak maka *band gap* TiO₂ harus diturunkan. Salah satu caranya yaitu dengan penambahan dopan seperti Fe¹², Cr¹³, C¹⁴, atau N^{9,15} pada semikonduktor TiO₂. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dilakukan penambahan dopan nitrogen untuk membentuk N-doped TiO₂ karena nitrogen memiliki sifat struktural yang mirip dengan oksigen, dimana oksigen merupakan salah satu komponen dari TiO₂¹⁰. Selain itu penambahan dopan nitrogen akan membentuk *intra-band* antara pita valensi dan pita konduksi sehingga bisa memperbesar respon terhadap sinar tampak karena terjadinya penyempitan celah pita pada semikonduktor TiO₂. Nilai *band gap* dari fotokatalis N-doped TiO₂ menurun menjadi 2,5-2,94 eV¹⁰.

Metode yang bisa digunakan untuk preparasi fotokatalis N-doped TiO₂ yaitu *anodizing*¹⁶, logam larut dalam asam¹⁷, *sol gel*^{10,18,19}, *flame spray*¹⁹, Oksidasi TiN²⁰, nitrifikasi TiO₂²¹, implantasi ion²², dan *peroxo sol gel*^{11, 23}. Penelitian ini menggunakan metode *peroxo sol gel* karena menggunakan biaya murah, mampu mengontrol mikrostruktur dan berat jenis, alat yang digunakan sederhana, kondisi temperatur rendah dan ramah lingkungan karena hanya menggunakan air sebagai pelarut^{11,23}.

Beberapa penelitian telah dilaporkan tentang sintesis fotokatalis TiO₂ yang diaplikasikan untuk mengurangi konsentrasi logam kadmium seperti penelitian yang dilakukan oleh El-Deen dkk. tentang sintesis nanopartikel TiO₂ untuk mengurangi konsentrasi logam kadmium dalam perairan menjelaskan bahwa *TiO₂/sewage sludge* (TS) merupakan material padat yang efektif untuk mengurangi konsentrasi Cd(II) dalam perairan⁶. Chouahuri, dkk. melaporkan bahwa fotoreduksi Cd(II) telah berhasil dilakukan pertama kali menggunakan fotokatalis TiO₂ yang dimodifikasi dengan Y-sensitizer Eosin pada daerah sinar tampak ($\lambda > 420$ nm) dan sekitar 30-100% Cd(II) (20-100 ppm) telah berhasil direduksi selama 3 jam²⁴. Penelitian Contreras, dkk. tentang sintesis nanopartikel CeO₂, TiO₂ dan Fe₂O₃ yang diaplikasikan untuk mengurangi konsentrasi logam kadmium dapat disimpulkan bahwa nanopartikel anorganik tersebut bisa menghilangkan Cd(II) yang memiliki konsentrasi tinggi di perairan²⁵. Pada penelitian sebelumnya telah berhasil dilakukan sintesis fotokatalis C-N-codoped TiO₂ dan C-N-codoped TiO₂ berpori yang diaplikasikan untuk mereduksi logam kromium menggunakan metode *peroxo sol gel*¹⁰. Akan tetapi belum ada dilakukan penelitian tentang sintesis fotokatalis N-doped TiO₂ berpori menggunakan *metoda peroxo sol-gel*, yang diaplikasikan sebagai fotoreduksi logam kadmium. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan sintesis fotokatalis N-doped

TiO₂ berpori menggunakan metode yang ramah lingkungan untuk mereduksi logam berat kadmium.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dirumuskan beberapa permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah PEG yang optimum dalam pembuatan N-doped TiO₂ berpori yang paling efektif dalam mereduksi logam berat ion Cd(II)?
2. Bagaimana aktivitas fotokatalitik N-doped TiO₂ berpori dalam mereduksi logam berat ion Cd(II)?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Menganalisis jumlah PEG yang optimum dalam pembuatan N-doped TiO₂ berpori dalam mereduksi logam berat ion Cd(II).
2. Menganalisis aktifitas fotokatalitik N-doped TiO₂ berpori dalam mereduksi logam berat ion Cd(II).

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan solusi efektif terhadap masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan industri, terutama logam berat Ion Cd(II) menggunakan fotokatalisis N-doped TiO₂ berpori.

