

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat seperti arsen (As), cadmium (Cd), kromium (Cr), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) dikenal sebagai logam yang berbahaya bagi manusia¹. Ion logam berat dan senyawanya banyak digunakan di berbagai industri seperti metalurgi, baterai, kertas, dan cat. Penggunaan ion logam berat yang berlebihan dalam industri akan meningkatkan polusi air, karena logam-logam berat ini tidak bisa terdegradasi, sehingga terus menumpuk di badan air. Karena sifatnya yang toksik dan kecenderungan terjadinya bioakumulasi dalam rantai makanan, maka kadar konsentrasi logam berat harus diturunkan. Di antara semua ion logam berat, konsumsi ion logam berat Cr(VI) melebihi jumlah yang diizinkan akan menyebabkan berbagai gangguan kronis pada manusia².

Ion logam kromium dengan bilangan oksidasi 6 (Cr(VI)) sangat beracun dan harus dihindari. Namun demikian, senyawa dari Cr(VI) sangat banyak digunakan seperti pada pigmen untuk pewarna tekstil, cat, dan produk plastik. *International Agency for Research on Cancer (IARC)* mengelompokkan Cr(VI) ke dalam senyawa karsinogenik kelompok 1 bagi manusia. Untuk itu, dilakukan berbagai upaya untuk menanggulangi masalah ini dengan menghilangkan Cr(VI) dari air limbah. Hal ini dapat dilakukan dengan mereduksi Cr(VI) menjadi Cr(III) yang lebih ramah lingkungan¹. Untuk melakukan proses reduksi ini, maka diperlukan reduktor yang menyediakan elektron agar proses reduksi berlangsung, serta bisa juga menggunakan elektron fotogenerasi, sehingga diperlukan fotokatalis yang sesuai¹.

Fotokatalisis memanfaatkan cahaya sebagai sumber energi yang energinya lebih besar daripada energi celah pita dari fotokatalis. Ketika fotokatalis dikenai cahaya tersebut, maka dihasilkan pasangan elektron-*hole* (pembawa muatan), dimana pasangan ini akan mencapai permukaan partikel dan bereaksi dengan spesies dalam larutan dengan potensial redoks yang sesuai³. Material yang dapat digunakan dalam proses fotokatalisis merupakan material semikonduktor dengan energi celah pita yang sangat kecil yaitu sekitar 0,5 - 5 eV. Adapun material semikonduktor yang biasa digunakan pada proses fotokatalisis di antaranya yaitu TiO₂, CdS, ZnO, GaP, SiC, WO₃, dan Fe₂O₃⁴. Dari semua material ini, TiO₂ merupakan material yang paling sering digunakan dalam proses fotokatalisis. Hal ini dikarenakan TiO₂ memiliki beberapa kelebihan seperti tahan terhadap temperatur tinggi, tidak toksik, harga relatif murah, ramah lingkungan⁵, bersifat inert baik secara kimia maupun biologi, jumlah yang

melimpah⁶, dan aktivitas fotokatalitiknya yang tinggi, serta dapat digunakan berulang kali tanpa menghilangkan aktivitas katalitiknya⁴.

TiO₂ memiliki 3 struktur kristal yaitu rutil, anatase, dan brookite⁷. Struktur yang menunjukkan aktivitas fotokatalitik yang paling baik adalah anatase. Hal ini dikarenakan anatase memiliki luas permukaan serbuk yang lebih besar dan ukuran partikel yang lebih kecil, serta struktur dan pori yang teratur⁸. Namun demikian, fasa anatase murni yang memiliki energi celah pita sebesar 3,2 eV menyebabkan anatase hanya dapat diaktivasi pada sinar UV, yang artinya penggunaannya sebagai fotokatalisis menjadi terbatas⁹. Untuk menggeser penyerapan cahaya oleh TiO₂ ke daerah sinar tampak, para peneliti telah mencoba beberapa usaha seperti pendopongan, modifikasi permukaan, atau amalgamasi semikonduktor⁵. Di antara metode ini, pendopongan merupakan metode yang paling sering digunakan, diantaranya yaitu doping dengan logam transisi seperti Fe, V, dan Mn; dan unsur non logam seperti N, S, dan C. Diketahui bahwa pendopongan dengan unsur nitrogen dapat memperkecil energi celah pita dengan efektif⁹, dikarenakan ukuran partikelnya yang tidak terlalu berbeda dengan ukuran oksigen, serta energi ionisasinya kecil¹⁰.

Selain pendopongan, modifikasi morfologi permukaan nanomaterial TiO₂ juga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya¹¹. TiO₂ dengan ukuran nano telah meningkatkan luas permukaan dengan lebih banyaknya bidang sentuh permukaan, yang akan meningkatkan kemampuan penyerapan cahaya dalam proses fotokatalitik¹². Tingginya luas permukaan yang ditimbulkan oleh struktur nano TiO₂ dapat memfasilitasi interaksi antara TiO₂ dengan ion Cr(VI) dalam larutan. Beberapa bentuk struktur nano satu dimensi dari TiO₂ yaitu *nanotube*, *nanorods*, *nanosheets*, dan *nanowires*¹. Di antara struktur nano ini, morfologi dengan luas permukaan paling tinggi adalah struktur *nanowires* yang secara teori akan menghasilkan aktivitas fotokatalitik TiO₂ yang lebih tinggi.

Li *et al* (2020)¹² melakukan penelitian untuk membandingkan aktivitas fotokatalitik dari TiO₂ dan N-*doped* TiO₂ untuk mendegradasi pewarna organik (metilen biru), dimana Li *et al* menggunakan ammonia dan urea sebagai sumber nitrogennya, serta morfologi yang berbeda. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa N-*doped* TiO₂ dengan ammonia sebagai sumber nitrogen menunjukkan hasil aktivitas fotokatalitik yang paling baik. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis N-*doped* TiO₂ *nanowires* untuk melihat aplikasi lainnya dalam mereduksi ion logam berat Cr(VI).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik *N-doped TiO₂ nanowires* yang dihasilkan?
2. Berapa konsentrasi ammonia yang optimum sebagai sumber dopan Nitrogen (N) dalam sintesis *N-doped TiO₂ nanowires*?
3. Bagaimana pengaruh morfologi permukaan *N-doped TiO₂* terhadap aktivitas fotokatalitik dalam mereduksi ion logam berat Cr(VI)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan poin-poin rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari karakteristik *N-doped TiO₂ nanowires* yang dihasilkan.
2. Menentukan konsentrasi ammonia yang optimum sebagai sumber dopan Nitrogen (N) dalam sintesis *N-doped TiO₂ nanowires*.
3. Mempelajari pengaruh morfologi permukaan *N-doped TiO₂* terhadap aktivitas fotokatalitik dalam mereduksi ion logam berat Cr(VI).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan informasi dalam mensintesis *N-doped TiO₂* dengan morfologi yang berbeda (*nanowires*) untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya dalam mereduksi ion logam berat Cr(VI).

