

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman dan bertambah pesatnya ilmu pengetahuan serta teknologi mendorong akan munculnya berbagai macam industri baik dalam skala besar maupun dalam skala kecil<sup>1</sup>. Perkembangan industri banyak memberikan dampak terhadap kehidupan manusia, baik yang positif maupun yang negatif. Dampak negatif yang dihasilkan adalah terjadinya peningkatan jumlah bahan-bahan pencemar seperti ion-ion logam berat<sup>2</sup>. Tingginya konsentrasi logam berat dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Hal ini disebabkan logam berat pada umumnya bersifat toksik bagi organisme hidup, meskipun beberapa logam juga dibutuhkan namun dalam jumlah yang sangat sedikit<sup>3</sup>. Salah satu limbah logam berat yang berbahaya yaitu logam kromium (Cr) yang dihasilkan oleh berbagai industri seperti industri pelapisan logam (*electroplating*), industri penyamakan kulit (*leather tanning*), industri cat/pigmen, dan industri metalurgi<sup>4</sup>.

Logam kromium di dalam larutan berair terdiri dari dua bentuk ion, yaitu ion Cr(III) dan ion Cr(VI). Ion Cr(VI) lebih berbahaya dibandingkan dengan ion Cr(III), karena ion Cr(VI) memiliki sifat karsinogenik dan mutagenik sehingga sangat beracun bagi makhluk hidup<sup>2</sup>. *International Agency for Research on Cancer (IARC)* mengelompokkan Cr(VI) ke dalam senyawa karsinogenik kelompok 1 bagi manusia. Oleh karena itu, dilakukan berbagai upaya untuk mengatasi masalah ini, salah satunya dengan mereduksi Cr(VI) menjadi Cr(III). Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mereduksi Cr(VI) antara lain pertukaran ion, adsorpsi, pemisahan membran, dan reduksi fotokatalitik. Dari beberapa metode tersebut, reduksi fotokatalitik dianggap metode yang paling prospektif karena efisien, biaya rendah, tidak menghasilkan bahan kimia berbahaya, dan konservasi energi<sup>5</sup>.

Fotokatalitik merupakan kombinasi antara proses fotokimia dan katalis<sup>6</sup>. Katalis yang biasa digunakan dalam proses fotokatalitik adalah material semikonduktor. Material semikonduktor yang biasa digunakan dalam proses fotokatalisis terdiri dari kelompok oksida logam seperti  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ , dan kelompok sulfida seperti  $\text{CdS}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{CuS}$ , dan  $\text{FeS}$ <sup>7</sup>. Dari semua material ini,  $\text{TiO}_2$  merupakan material yang paling sering digunakan dalam proses fotokatalisis. Hal ini dikarenakan biayanya yang murah, toksisitas yang rendah, stabilitas termal dan kimia yang baik, fotoaktivitas yang tinggi<sup>8</sup>, dan

biokompatibilitas<sup>9</sup>. Selain itu, TiO<sub>2</sub> juga menunjukkan sifat listrik, optik, dan fotokatalik yang kuat ketika menyerap energi foton<sup>10</sup>.

Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) terdiri dari tiga polimorf yaitu : anatase, rutil, dan brookit<sup>11</sup>. TiO<sub>2</sub> dengan struktur anatase menunjukkan aktivitas fotokatalitik yang paling baik. Hal ini dikarenakan anatase mempunyai struktur kristalin dan pori yang teratur, serta luas permukaan yang besar<sup>12</sup>. Namun, TiO<sub>2</sub> sebagai fotokatalis juga memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya celah pita yang besar (3,2 eV) sehingga hanya dapat menyerap sinar ultraviolet. Hal ini menyebabkan TiO<sub>2</sub> tidak mencapai aktivitas fotokatalitik tinggi seperti yang diharapkan, karena sebagian besar radiasi matahari merupakan cahaya tampak yang jumlahnya mencapai 40-50%, sedangkan sinar UV hanya 3-5%<sup>13</sup>. Untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik TiO<sub>2</sub> dilakukan beberapa upaya untuk memperkecil celah pita dan memperluas jangkauan respons cahaya. Metode yang umum digunakan adalah pendopongan, modifikasi permukaan, dan sensitisasi dengan beberapa komponen lainnya<sup>14</sup>. Pendopongan dapat dilakukan menggunakan logam (Cr, Mn, dan Fe) dan non logam (N, C, dan S). Nitrogen merupakan unsur yang sering digunakan sebagai doping pada TiO<sub>2</sub> karena ukuran atom yang sebanding dengan oksigen, energi ionisasi kecil, dan stabilitas yang tinggi<sup>15</sup>.

Selain pendopongan, modifikasi permukaan dari TiO<sub>2</sub> juga dapat meningkatkan aktivitas dari TiO<sub>2</sub> itu sendiri, termasuk aktivitas fotokatalitiknya. Hal ini dikarenakan morfologi yang berbeda akan menghasilkan karakteristik yang berbeda<sup>16</sup>. Material dengan struktur nano dapat meningkatkan efisiensi reaksi fotokatalitik karena memiliki luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan lebih banyak interaksi<sup>17</sup>. Diantara material dengan struktur nano, bentuk struktur nano satu dimensi dari TiO<sub>2</sub> seperti *nanotube*, *nanorods*, *nanosheets*, dan *nanowires* memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi<sup>11</sup>.

Sebelumnya, Resha (2022) telah melakukan penelitian untuk mensintesis N-doped TiO<sub>2</sub> pada substrat Ti dengan menggunakan amonia sebagai sumber dopan nitrogen. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa N-doped TiO<sub>2</sub> yang dihasilkan memiliki morfologi nanowires dan memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi untuk mereduksi ion logam Cr(VI). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis N-doped TiO<sub>2</sub> dengan menggunakan sumber N yang lain yaitu urea untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap morfologi N-doped TiO<sub>2</sub> dan aktivitas fotokatalitiknya untuk mereduksi ion logam Cr(VI).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Bagaimana karakteristik N-doped  $\text{TiO}_2$  yang dihasilkan pada penambahan urea dengan konsentrasi yang berbeda-beda?
2. Bagaimana pengaruh morfologi permukaan N-doped  $\text{TiO}_2$  terhadap aktivitas fotokatalitik dalam mereduksi ion logam berat Cr(VI)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari karakteristik N-doped  $\text{TiO}_2$  yang dihasilkan pada penambahan urea dengan konsentrasi yang berbeda-beda.
2. Mempelajari pengaruh morfologi permukaan N-doped  $\text{TiO}_2$  terhadap aktivitas fotokatalitik dalam mereduksi ion logam berat Cr(VI).

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan informasi tentang pengaruh urea terhadap morfologi  $\text{TiO}_2$  termodifikasi pada substrat titanium *foil* untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya dalam mereduksi ion logam berat Cr(VI).

