

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi semikonduktor sudah menjadi pusat perhatian dari banyak orang karena berpotensi dalam pengaplikasian untuk mendegradasi zat warna, polutan dan senyawa organik serta sebagai antibakteri seperti bakteri *Escherichia coli* (Natsir, *et al.*, 2021). Terdapat berbagai macam semikonduktor seperti ZnO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, dan MnO, namun TiO<sub>2</sub> dinilai lebih efektif dibandingkan dengan material semikonduktor lainnya. Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) merupakan material semikonduktor yang mempunyai fotoaktivitas yang baik, stabil, tidak berbahaya (beracun), ramah lingkungan dan relatif murah. Fotokatalis TiO<sub>2</sub> berperan sebagai oksidator kuat, dimana dapat menghambat pertumbuhan organisme seperti bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Fartiwi, *et al.*, 2019). Sebagai fotokatalis, saat TiO<sub>2</sub> mengalami proses reaksi kimia oleh bantuan sinar tampak dan katalis, nantinya akan terbentuk reaksi yang melibatkan pasangan *photoelectron* (e<sup>-</sup>) dan *photohole* (h<sup>+</sup>) membentuk lapisan di permukaan. Spesi *photohole* (h<sup>+</sup>) saat bereaksi dengan uap air atau molekul H<sub>2</sub>O akan membentuk radikal hidroksil (•OH) yang merupakan oksidator kuat, sehingga akan mengoksidasi molekul-molekul organik dan dapat mendegradasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Linsebigler, *et al.*, 1995).

Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) memiliki beberapa jenis bentuk kristal yaitu, *anatase*, *rutile*, dan *brookite*. Struktur TiO<sub>2</sub> yang biasa digunakan adalah struktur *anatase* dengan energi celah pita yang memiliki nilai sebesar 3,0-3,2 eV (Linsebigler, *et al.*, 1995). Selain memiliki keunggulan, TiO<sub>2</sub> memiliki keterbatasan sebagai fotokatalis yaitu pada energi celah pita yang besar, dimana dengan energi besar tersebut hanya dapat bekerja di bawah sinar UV. Namun, sinar UV yang masuk untuk menyinari bumi hanya berkisar 5% sedangkan untuk sinar tampak yang sampai ke bumi lebih besar yaitu mencapai 45% (Karim, *et al.*, 2016). Hal inilah yang menyebabkan diperlukannya modifikasi struktur elektron pada

permukaan fotokatalis TiO<sub>2</sub> agar pita serapannya dapat bergeser ke daerah sinar tampak. Modifikasi yang bisa dilakukan yaitu dengan menyisipkan (doping) kation logam pada struktur TiO<sub>2</sub> (Riyani, *et al.*, 2012). Kation logam yang berpotensi dalam meningkatkan aktivitas fotokatalis TiO<sub>2</sub> yaitu dopan Co(II) karena memiliki ukuran jari-jari ionik yang hampir mirip dengan Ti(IV), dimana Co(II) = 0,65 Å dan Ti(IV) = 0.61 Å (Santara, *et al.*, 2011).

Penambahan dopan Co(II) pada struktur TiO<sub>2</sub> mengalami perubahan konstanta kisi kristal yang disebabkan oleh substitusi Co(II) dengan beberapa kation Ti(IV) secara acak pada kisi TiO<sub>2</sub> yaitu celah pitanya dapat mengecil sehingga pita serapannya dapat bergeser ke daerah sinar tampak seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Monazzam, *et al.* (2019). Struktur TiO<sub>2</sub> yang terdoping Co(II) akan meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya karena pergeseran serapan oleh daerah sinar UV ke daerah sinar tampak (Sadanandam, *et al.*, 2013). Terdapat berbagai macam metode untuk menumbuhkan kristal TiO<sub>2</sub> salah satunya yaitu menggunakan metode elektrokimia anodisasi (Widodo, *et al.*, 2013). Anodisasi adalah proses pembentukan suatu lapisan film oksidasi di atas permukaan, seperti logam-logam tertentu menggunakan metode elektrokimia (Mohamed and Rohani, 2011).

Penggunaan metode anodisasi dalam sintesis Co(II)-TiO<sub>2</sub>/Ti akan membentuk lapisan oksida pada permukaan plat Ti karena metode ini termasuk golongan metode yang sederhana dengan kelebihan diantaranya yaitu tidak membutuhkan waktu sintesis yang lama, alat yang digunakan sederhana, dan menghasilkan bentuk morfologi yaitu *nanotube* (Aritonang, *et al.*, 2018; Misriyani, *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian Wtulich, *et al.* (2021), penambahan doping Co(II) sekitar 0,1% - 3,0% dapat menurunkan energi celah pita pada struktur TiO<sub>2</sub> dan meningkatkan fotoaktivitasnya. Penggunaan variasi konsentrasi dopan Co(II) dapat berpengaruh dalam menurunkan energi celah pita TiO<sub>2</sub>, semakin tinggi konsentrasi doping Co(II) maka energi celah pitanya cenderung akan menurun dan dapat meningkatkan aktivitas fotokatalis TiO<sub>2</sub> (Clarissa, *et al.*, 2021). Fotokatalis Co(II)-TiO<sub>2</sub>/Ti yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan *Diffuse*

*Reflectance Spectroscopy UV-Vis (DRS UV-Vis), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) dan X-Ray Diffraction (XRD).*

Fotokatalis yang dihasilkan juga di uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* pada air bersih yang tercemar bakteri tersebut. Kualitas air bersih merupakan suatu hal yang berperan sangat penting dalam kesehatan tubuh. Permasalahan kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada air bersih sudah diatasi dengan beberapa cara, diantaranya yaitu klorinasi. Akan tetapi, proses menggunakan klorinasi tidak efektif karena menghasilkan produk samping yang bersifat karsinogenik. Berdasarkan penelitian Fartiwi, *et al.* (2019), bahwa fotokatalis  $\text{TiO}_2/\text{Ti}$  telah terbukti dapat menghambat pertumbuhan sel bakteri patogen seperti bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Fotokatalis  $\text{TiO}_2$  memiliki efek proses oksidasi yang kuat sehingga bisa membunuh membran sel bakteri, yang menyebabkan kebocoran sitoplasma dan menghambat aktivitas pertumbuhan dari bakteri tersebut (Rilda, *et al.*, 2010).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik fotokatalis  $\text{Co(II)-TiO}_2/\text{Ti}$  yang disintesis dengan metode anodisasi?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi  $\text{Co(II)}$  membentuk  $\text{Co(II)-TiO}_2/\text{Ti}$  yang disintesis dengan metode anodisasi?
3. Bagaimana aktivitas fotokatalis  $\text{Co(II)-TiO}_2/\text{Ti}$  sebagai antibakteri *Escherichia coli* dengan bantuan sinar tampak?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik fotokatalis  $\text{Co(II)-TiO}_2/\text{Ti}$  yang disintesis dengan metode anodisasi.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi  $\text{Co(II)}$  membentuk  $\text{Co(II)-TiO}_2/\text{Ti}$  yang disintesis dengan metode anodisasi.
3. Mengetahui aktivitas fotokatalis  $\text{Co(II)-TiO}_2/\text{Ti}$  sebagai antibakteri *Escherichia coli* dengan bantuan sinar tampak.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai aplikasi dari fotokatalis Co(II)-TiO<sub>2</sub>/Ti yang dapat digunakan sebagai antibakteri dengan bantuan sinar tampak untuk mengatasi air yang terkontaminasi bakteri *Escherichia coli*.