

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu sektor yang paling tinggi perkembangannya. Aktivitas industri ini tentunya akan menghasilkan limbah, dan jika limbah dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya proses pembuangan yang terkontrol maka akan menyebabkan pencemaran di lingkungan perairan. Limbah yang berasal dari aktivitas industri ini biasanya memiliki potensi lebih besar untuk mencemari lingkungan karena mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) seperti zat warna. Sebagai contoh, zat warna yang digunakan dalam proses industri akan berubah sekitar 10-15% menjadi limbah cair [1]. Salah satu zat warna yang banyak digunakan di sektor industri adalah metil hijau yang beracun dan bersifat karsinogenik [2]. Keberadaan zat warna di lingkungan perairan ini sangat mengganggu aktivitas makhluk hidup karena dapat mengganggu proses fotosintesis [3]. Limbah zat warna ini sulit untuk diolah karena memiliki struktur aromatik rumit yang menyebabkannya sulit terurai. Keberadaan zat warna ini sangat mempengaruhi lingkungan karena efek toksiknya yang sangat tinggi, dapat menyebabkan alergi dan iritasi kulit pada manusia, serta dapat menyebabkan perubahan gen [4].

Disamping sektor industri yang banyak menghasilkan limbah B3, aktivitas rumah sakit juga memiliki limbah yang bersifat kompleks dan termasuk dalam limbah B3 yang bersifat infeksius, radioaktif, korosif, dan mudah terbakar [5]. Limbah ini berbahaya bagi masyarakat dan lingkungan karena dapat menyebabkan penularan penyakit. Sebagai contoh, tangki septik rumah sakit dapat menyebabkan resistensi bakteri akibat penggunaan antibiotik berlebihan [6]. Munculnya *strain* bakteri gram-positif maupun gram-negatif yang kebal terhadap antibiotik juga dapat menyebabkan meningkatnya penularan penyakit [7].

Dari permasalahan yang sudah dipaparkan, sintesis material BCNO (*Boron Carbon Oxynitride*) ini dapat dijadikan alternatif untuk mencegah permasalahan ini. Material ini merupakan salah satu bahan yang berpotensi untuk memperbaiki masalah lingkungan karena sifatnya yang sangat baik, non-toksik, dan proses sintesis yang mudah [8]. Material ini juga dapat dijadikan sebagai material

fotokatalis yang tidak beracun dan berlimpah di bumi [9]. Pengolahan lain yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah adsorpsi, proses ini banyak digunakan pada sektor industri karena kepraktisan, kesederhanaan desain, biaya yang rendah, dan efisiensi pemrosesannya. Material BCNO ini menunjukkan kemampuan penyerapan yang sangat baik dalam menghilangkan zat warna dalam larutan [10]. Kemampuan penyerapan yang baik dari material BCNO ini disebabkan karena luas permukaannya yang lebar, yaitu sekitar  $1515,6 \text{ m}^2/\text{g}$  [11]. BCNO ini merupakan material berbasis boron yang lebih sedikit dipelajari dibandingkan dengan material berbasis boron yang lain seperti BCN [10], pengembangan material BCN pun dilakukan untuk aplikasi biomedis dalam memerangi infeksi bakteri [12]. Maka selain mempelajari aktivitas fotokatalitik dan adsorpsi zat warna dari material BCNO, aktivitas antibakteri dari material BCNO ini pun menarik untuk dipelajari.

Akan tetapi material BCNO ini memiliki nilai celah pita (*band gap*) yang lebar yaitu sekitar  $5,8 \text{ eV}$  [8]. Celah pita yang lebar ini menyebabkan sulitnya eksitasi sehingga aktivitas fotokatalisnya menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, untuk meningkatkan performanya, dilakukan penambahan dopan yang dapat menyebabkan perubahan nilai *band gap* dan dapat memperluas respon spektra ke wilayah cahaya tampak, sehingga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalisnya [7]. Penambahan dopan ini dapat menurunkan energi *band gap* yang mengakibatkan kemampuan modifikasi material dalam proses eksitasi elektron dari pita valensi menuju pita konduksi semakin besar.

Dopan dari logam seperti Cu merupakan dopan yang baik untuk memperbaiki sifat dari material BCNO. Selain itu, Cu juga memiliki kelimpahan yang tinggi, aman bagi lingkungan, dan bahannya yang relatif murah [13]. Hasil yang luar biasa ditemukan ketika material lain didoping oleh Cu. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Riyani, dkk [14] menunjukkan bahwa dengan penambahan Cu pada fotokatalis  $\text{TiO}_2$  dapat menurunkan *band gap* material semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dari  $3,48 \text{ eV}$  menjadi  $2,25 \text{ eV}$ . Dalam penelitian Khalid, dkk [15] menunjukkan pengaruh doping Cu terhadap nanopartikel ZnO dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik terhadap degradasi zat warna metil biru (MB).

Sintesis BCNO dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti hidrotermal, dekomposisi termal, elektrokimia, sol-gel, presipitasi, pirolisis semprot, dan *solid-state*. Dari metode-metode tersebut, dipilihlah metode *solid-state* karena merupakan metode yang paling kecil kesalahannya karena kondisi pengoperasiannya yang mudah dikontrol, sederhana, murah, dan metode *green chemistry* karena dapat mengurangi limbah [7].

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis Cu-BCNO dengan metode *solid-state*, material hasil sintesisnya akan dikarakterisasi dengan, spektrofotometer *fourier transform infra red* (FTIR), *x-ray diffraction* (XRD), *scanning electron microscope* (SEM), spektroskopi fotoluminesens (PL), dan spektrofotometri UV-Vis. Selain itu, untuk menguji kemampuannya akan diaplikasikan untuk adsorpsi dan fotokatalis melalui degradasi zat warna metil hijau serta uji antibakteri dengan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh doping Cu dalam material BCNO terhadap hasil karakterisasi FTIR, XRD, SEM, PL, dan spektrofotometri UV-Vis?
2. Bagaimana pengaruh doping Cu dalam material BCNO untuk adsorpsi zat warna metil hijau?
3. Bagaimana pengaruh doping Cu dalam material BCNO sebagai fotokatalis pada zat warna metil hijau?
4. Bagaimana pengaruh doping Cu dalam material BCNO untuk antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Metode sintesis yang digunakan adalah metode *solid state* pada suhu 550°C selama 30 menit dengan prekursor asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), asam sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), urea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ), dan tembaga (II) asetat ( $\text{Cu}_2(\text{CH}_3\text{COO})_4$ ),
2. Zat warna yang digunakan untuk pengujian aktivitas adsorpsi dan fotokatalis adalah metil hijau dengan konsentrasi 50 mg/L,

3. Optimasi aktivitas adsorpsi metil hijau dilakukan dengan variasi waktu kontak (0; 30; 60; 90; dan 120 menit),
4. Metode isoterm adsorpsi yang digunakan adalah isoterm adsorpsi Freundlich dan Langmuir,
5. Optimasi aktivitas fotokatalis terhadap metil hijau dilakukan dengan variasi waktu pemaparan cahaya 0; 30; 60; 90; 120 menit,
6. Sumber cahaya dalam uji aktivitas fotokatalis adalah sinar tampak (lampu *Mercury Phillips 500 Watt*).
7. Penentuan konsentrasi larutan zat warna setelah proses adsorpsi dan fotokatalis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis
8. Pengujian antibakteri dilakukan menggunakan metode cakram melalui pengukuran diameter zona hambat,
9. Bakteri yang digunakan untuk pengujian antibakteri adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*,
10. Karakterisasi dilakukan dengan instrumentasi FTIR, XRD, SEM, PL, dan UV-Vis,.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh doping Cu dalam material BCNO melalui karakterisasi FTIR, XRD, SEM, PL, dan Spektrofotometri UV-Vis.
2. Mengidentifikasi pengaruh doping Cu dalam material BCNO untuk adsorpsi zat warna metil hijau.
3. Mengidentifikasi pengaruh doping Cu dalam material BCNO sebagai fotokatalis zat warna metil hijau.
4. Mengidentifikasi pengaruh doping Cu dalam material BCNO untuk antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk semua pihak, khususnya bidang kimia terapan untuk mengatasi pencemaran di lingkungan perairan akibat zat warna melalui proses adsorpsi dan fotokatalisis dengan material Cu-BCNO serta pengendalian bakteri di lingkungan.

