

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pencemaran air merupakan salah satu permasalahan yang dialami oleh negara berkembang termasuk Indonesia. Sumber pencemaran air biasanya disebabkan oleh adanya kegiatan industri, rumah tangga (pemukiman), dan pertanian [1]. Dalam proses pewarnaan tekstil, sebagian besar zat warna yang digunakan akan terbuang sebagai limbah. Zat warna dari limbah cair industri tekstil merupakan suatu senyawa organik yang memiliki struktur aromatik sehingga sulit terdegradasi secara alamiah dan tentunya tidak ramah lingkungan [2][3]. Salah satu zat warna yang umum digunakan adalah metilen hijau. Limbah metilen hijau dapat menghambat proses fotosintesis pada tumbuhan karena memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Selain itu, dapat mengganggu aktivitas enzim dan merusak membran sel pada tumbuhan [4].

Air bersih maupun air minum harus memenuhi syarat kesehatan diantaranya bebas dari pencemaran secara fisik, kimia, maupun biologis karena jika tidak memenuhi standar kualitas dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Menurut Waturagi dkk., salah satu bakteri patogen dalam air yaitu *E.coli* dan *S.aureus*. Air yang terkontaminasi bakteri tersebut dapat menyebabkan gangguan saluran pencernaan sehingga menyebabkan diare [5]. Berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air, kadar maksimum untuk bakteri *Eschericia coli* harus 0 koloni per 100 mL sampel air [6].

Menurunnya kualitas air akibat pencemaran limbah cair maupun adanya bakteri patogen dapat mengganggu aktivitas kehidupan sekaligus dapat mengancam kelestarian ekosistem akuatik [7]. Banyak penelitian mengenai teknik pengolahan air yang telah dilakukan diantaranya yaitu adsorpsi, koagulasi, flokulasi dan fotokatalisis. Menurut beberapa penelitian, metode fotokatalisis diketahui cukup ramah lingkungan dan juga efektif untuk mendegradasi limbah zat warna jika dibandingkan dengan metode yang lain [8]. Material yang digunakan untuk fotokatalisis yaitu material semikonduktor yang dapat mendegradasi polutan

organik menjadi karbon dioksida dan asam mineral [9]. Salah satu material fotokatalis yang dapat digunakan yaitu BCNO (*Boron Carbon Oxynitride*).

Material BCNO merupakan salah satu material yang sedang dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir. Material ini terdiri dari unsur boron, karbon, nitrogen, dan oksigen. BCNO memiliki keunggulan yang dapat menghasilkan pendaran cahaya tanpa menggunakan material dari unsur ion logam tanah, dapat dieksitasi dengan sinar UV (365 nm), dan dapat menghasilkan emisi cahaya yang variatif mulai dari ungu hingga jingga dengan mengubah komposisi pada prekursoranya [10]. Pada beberapa penelitian sebelumnya BCNO cenderung digunakan dalam metode adsorpsi, hal ini karena pada BCNO kapasitas adsorpsi relatif tinggi yang disebabkan oleh adanya cacat struktural permukaan yang diperkaya oleh kehadiran BCN, selain itu adanya efek polarisasi dari kehadiran atom O juga menyebabkan meningkatnya energi adsorpsi [11].

Fotokatalisis dan adsorpsi menjadi metode pilihan karena memiliki keunggulan dalam proses pengolahan air yang tercemar limbah. Mekanisme kerja dari kedua metode tersebut cukup sederhana, memiliki biaya yang relatif murah, dan tingkat efisiensi penghilangan warna yang tinggi menjadi daya tarik tersendiri [12]. Selain itu peningkatan kinerja antibakteri dari BCNO menjadi salah satu hal yang perlu dicari tahu lebih dalam, karena penelitian mengenai aktivitas antibakteri dari BCNO masih belum banyak ditemukan. BCNO merupakan bahan semikonduktor yang memiliki celah energi  $> 3$  eV dan memiliki potensi yang luas terutama pada aplikasi pencahayaan, bio-imaging, pelabelan DNA, dan aplikasi di bidang medis [13]. BCNO memiliki kesamaan ukuran pada atom boron, karbon, dan nitrogennya. Selain dari itu, kesamaan struktural polimorf karbon dan BN mengakibatkan senyawa ini bersifat stabil secara termal dan kimia.

BCNO sebagai material semikonduktor memiliki beberapa keunggulan, mulai dari harganya yang relatif murah, suhu yang dibutuhkan kurang dari  $900^{\circ}\text{C}$ , mempunyai efisiensi kuantum internal yang tinggi, spektrum eksitasi yang lebar dan bentuk morfologi yang beragam [14]. Sintesis material BCNO telah banyak dilakukan. Beberapa metode yang digunakan diantaranya adalah metode hidrotermal, *chemical vapour deposition* (CVD), *solid-state reaction*, electrospinning, pembakaran urea, dan chemical route. Diantara semua metode

yang sudah dipaparkan, metode *solid-state* merupakan metode yang pengoperasiannya mudah untuk dikontrol, sehingga dapat meminimalisir kesalahan yang terjadi saat sintesis berlangsung. Selain itu, *solid state* merupakan metode yang sederhana dan murah, serta bersifat *green chemistry* [15].

Celah pita asli BCNO murni dihitung sekitar 5,8 eV. Celah pita lebar ini menyebabkan fotoluminisen merah fosfor BCNO masih menjadi tantangan untuk diperoleh. Fotoluminisen merah tidak hanya dicoba dengan BCNO tetapi juga dalam bahan fosfor lainnya. Alternatif untuk mengatasi tantangan ini adalah penambahan dopan Na (Natrium). Dalam penelitian sebelumnya pada film ZnO yang didoping Na, melaporkan bahwa film ZnO yang didoping Na menggunakan metode sol-gel dan efek suhu pemanasan awal menyatakan bahwa spektrum film nanorod ZnO yang didoping Na memiliki sifat polikristalin. Nilai celah pita  $E_g$  menurun dengan meningkatnya konsentrasi Na [16]. Penelitian lain dari Huang dkk., juga menyebutkan bahwa penambahan Na terhadap material ZnO dapat mengurangi energi celah pita yang awalnya 3,07 eV menjadi 3,05 eV. Walaupun penurunannya tidak terlalu signifikan, namun dapat mempengaruhi aktivitas fotokatalitik.

Berdasarkan paparan di atas, diketahui bahwa penambahan dopan Na pada material BCNO dapat mengoptimalkan aktivitas adsorpsi, fotokatalisis, dan antibakteri. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis BCNO dan Na-BCNO dengan metode *solid state*. Kemudian hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM, UV-Vis Absorbansi, Spektrofotometer FTIR, dan Spektroskopi *photoluminescence* (PL). Kinerja BCNO dan Na-BCNO sebagai adsorben untuk mengadsorpsi zat warna tekstil metilen hijau, sebagai material fotokatalis diuji aktivitasnya melalui degradasi metilen hijau serta dilakukan uji antibakteri dengan bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai Gram-positif dan *Escherichia coli* sebagai Gram-negatif.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik dopan Na pada material BCNO dari hasil karakterisasi XRD, SEM, UV-Vis Absorbansi, Spektrofotometer FTIR, dan Spektroskopi *photoluminescence*?
2. Bagaimana pengaruh dopan Na pada kinerja material BCNO sebagai adsorben pada zat warna metilen hijau?
3. Bagaimana pengaruh dopan Na pada kinerja material BCNO sebagai fotokatalis pada zat warna metilen hijau?
4. Bagaimana pengaruh dopan Na pada kinerja material BCNO sebagai antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai Gram-positif dan *Escherichia coli* sebagai Gram-negatif?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Prekursor yang digunakan untuk sintesis adalah urea, asam borat, asam sitrat, dan natrium asetat.
2. BCNO dan Na-BCNO disintesis menggunakan metode *solid state* pada suhu 550°C dengan waktu kalsinasi selama 30 menit.
3. Karakterisasi dilakukan dengan instrumen XRD, UV-Vis Absorbansi, Spektrofotometer FTIR, dan Spektroskopi *photoluminescence* (PL).
4. Zat warna tekstil yang digunakan yaitu metilen hijau dengan konsentrasi 50 mg/L.
5. Uji aktivitas adsorpsi Na-BCNO terhadap zat warna metilen hijau dilakukan variasi waktu kontak 0, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit.
6. Model isoterm adsorpsi yang digunakan yaitu Isoterm Langmuir dan Freundlich.
7. Uji aktivitas fotokatalis Na-BCNO terhadap zat warna metilen hijau dilakukan variasi waktu penyinaran 0, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit menggunakan lampu *Mercury Phillips 500 Watt*.

8. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode kertas cakram pada bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai Gram-positif dan *Escherichia coli* sebagai Gram-negatif.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

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

1. Mengidentifikasi karakteristik dopan Na pada material BCNO dari hasil karakterisasi XRD, SEM, UV-Vis Absorbansi, Spektrofotometer FTIR, dan Spektroskopi *photoluminescence*.
2. Mengidentifikasi pengaruh dopan Na pada kinerja material BCNO sebagai adsorben pada zat warna metilen hijau.
3. Mengidentifikasi pengaruh dopan Na pada kinerja material BCNO sebagai fotokatalis pada zat warna metilen hijau.
4. Mengidentifikasi pengaruh dopan Na pada kinerja material BCNO sebagai antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai Gram-positif dan *Escherichia coli* sebagai Gram-negatif.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi bagi semua pihak terutama dalam bidang lingkungan dan biomedis terkait pemanfaatan BCNO dan Na-BCNO untuk menangani pencemaran lingkungan akibat zat warna metilen hijau dan pengendalian bakteri di lingkungan.