

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran air seringkali terjadi dan tidak dapat dihindari seiring kemajuan teknologi industri dan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia [1]. Diantara penyebab dari timbulnya pencemaran air, selain karena limbah rumah tangga yang diproduksi setiap hari adalah karena hasil samping dari proses industri. Kehadiran limbah di perairan, baik limbah hasil industri maupun limbah yang dihasilkan dari rumah tangga akan berdampak pada kehidupan manusia, sehingga jika dibiarkan dapat memberikan dampak negatif yang menyebabkan berbagai macam penyakit akibat paparan zat sintetis dan kontaminan bakteri.

Limbah cair merupakan produk samping yang biasanya dihasilkan dari proses industri tekstil [2]. Industri tekstil menjadi salah satu industri yang menyumbang limbah khususnya limbah pewarna yang sebagian besarnya digunakan untuk mewarnai benang dan kain (65% dari semua pewarna yang digunakan secara industri). Beberapa penelitian telah mengkonfirmasi adanya penggunaan pewarna di industri yang mencapai hampir 20 juta ton, dimana sekitar 15-20% masuk sebagai limbah [3] [4].

Pewarna sintetis dianggap sebagai senyawa xenobiotik bandel [5]. Salah satu dari jenis pewarna sintetis yang dianggap sebagai senyawa xenobiotik adalah metil hijau (MH). Metil hijau merupakan pewarna kationik yang termasuk kedalam kelas trifenilmetana yang dikenal karena toksisitasnya yang tinggi dan banyak digunakan dalam kedokteran serta biologi. Selain itu MH juga digunakan sebagai fotokromofor yang digunakan untuk membuat film agar [6]. Dalam hal ini MH menjadi salah satu yang paling menarik perhatian karena sifat kelarutan warnanya yang dapat larut dalam larutan alkali, dengan demikian bahaya MH ketika hadir di lingkungan menjadi semakin meningkat karena warna dari larutan MH ini akan hilang dan tidak terlihat apabila terlarut dalam senyawa alkali yang ada di lingkungan. Oleh karena itu sangat penting dilakukan penghilangan MH dalam lingkungan.

Salah satu semikonduktor yang telah diketahui berpotensi dalam mendegradasi zat warna baik sebagai material fotokatalis maupun adsorpsi adalah BCNO (*boron carbon oxynitride*). Pada beberapa penelitian sebelumnya BCNO

cenderung digunakan dalam metode adsorpsi, hal ini didasarkan pada kapasitas adsorpsi BCNO relatif tinggi yang disebabkan oleh adanya cacat struktural permukaan dari kehadiran BCN, selain dari itu adanya efek polarisasi dari kehadiran atom O juga menyebabkan meningkatnya energi adsorpsi [7]. Fotokatalis dan adsorpsi menjadi metode pilihan karena memiliki keunggulan dalam proses pengolahan air yang tercemar limbah. Kedua metode tersebut cukup sederhana, memiliki biaya yang relatif murah, dan tingkat efisiensi penghilangan warna yang tinggi [8]. Selain itu peningkatan kinerja antibakteri dari BCNO menjadi salah satu hal yang perlu dicari tahu lebih dalam, pasalnya penelitian mengenai aktivitas antibakteri dari BCNO masih belum banyak dieksplorasi.

Sebagai bahan semikonduktor, BCNO memiliki celah energi > 5 eV dan aplikasi yang luas terutama pada aplikasi pencahayaan, *bio-imaging*, pelabelan DNA, dan aplikasi medis [9]. 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 [10]. Material BCNO sebagai bahan semikonduktor pertama kali disintesis oleh Ogi *et.al.*, pada tahun 2008. BCNO digolongkan sebagai material yang baru dengan proses sintesis berasal dari bahan-bahan berupa asam borat, *polyethylene glycol* (PEG) dan urea yang masing-masing berperan sebagai sumber boron (B), karbon (C), dan nitrogen (N). BCNO sebagai material semikonduktor memiliki beberapa keunggulan, mulai dari harganya yang relatif murah, suhu yang dibutuhkan kurang dari 900 °C, mempunyai efisiensi kuantum internal yang tinggi, spektrum eksitasi yang lebar dan bentuk morfologi yang beragam [11].

Sintesis material BCNO pada beberapa laporan telah banyak dilakukan. Beberapa metode yang digunakan diantaranya adalah metode hidrotermal, *chemical vapour deposition* (CVD), *solid-state reaction*, *electrospinning*, pembakaran urea, dan *chemical route*. Berdasarkan beberapa metode yang telah diketahui, metode *solid-state* merupakan metode yang pengoperasiannya mudah untuk dikontrol, sehingga dapat meminimalisir kesalahan yang terjadi saat sintesis berlangsung. Selain dari itu, *solid-state* merupakan metode yang sederhana dan murah, serta bersifat *green chemistry* [12].

Sejumlah penelitian menyebutkan bahwa kehadiran dopan dalam material ini dapat menjadi alternatif dalam meningkatkan sifat optik dan kimianya, keberadaan dopan dalam struktur BCNO mampu meningkatkan efisiensi kuantumnya. Selain dari itu, kehadiran dopan logam transisi pada struktur BCNO juga menyebabkan kristal kuat di sekitar ion-ion dalam kisi BCNO yang dapat menghasilkan energi transfer dari kisi ke tingkat ion logam transisi [13]. Salah satu jenis logam transisi yang baik digunakan sebagai dopan adalah logam Zn. Maka dari itu, pengaruh penambahan dopan Zn terhadap material BCNO memiliki potensi dan menarik untuk dieksplorasi.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan berfokus pada sintesis BCNO dengan dopan Zn menjadi material Zn-BCNO. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan pengaruh dopan terhadap karakterisasi dan kinerja BCNO yang efektif untuk aplikasi fotokatalis, adsorpsi, dan antibakteri. BCNO yang terbentuk kemudian akan diaplikasikan sebagai katalis dan adsorben untuk mendegradasi zat warna tekstil dengan menggunakan lampu *mercury* 500 watt. Sementara untuk bakteri yang akan digunakan sebagai uji antibakteri yaitu bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang mana masing-masing merupakan bakteri gram-positif dan gram-negatif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil karakterisasi material Zn-BCNO dan BCNO murni dengan menggunakan metode instrumentasi XRD, SEM, Spektroskopi FTIR, Spektroskopi Fotoluminesensi, dan Spektroskopi UV-Vis-NIR?
2. Bagaimana pengaruh dopan Zn terhadap kemampuan Zn-BCNO dalam mengadsorpsi zat warna metil hijau?
3. Bagaimana pengaruh dopan Zn terhadap kemampuan Zn-BCNO dalam mendegradasi zat warna metil hijau?
4. Bagaimana pengaruh dopan Zn terhadap aktivitas antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* oleh Zn-BCNO?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Sumber BCNO, dan Zn yang digunakan merupakan hasil sintesis dari asam borat, urea, asam sitrat, dan seng asetat, dengan variasi sebesar 0 dan 7%.
2. Metode sintesis dilakukan dengan menggunakan metode *solid state* dengan suhu kalsinasi pada 550 °C selama 30 menit.
3. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan instrumen XRD, SEM Spektroskopi FTIR, Spektroskopi PL, dan Spektroskopi UV-Vis-NIR.
4. Zat warna yang digunakan merupakan zat warna metil hijau.
5. Penyinaran uji fotokatalisis digunakan *mercury lamp* 500 watt (Phillips).
6. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi konsentrasi adsorben, sebesar 0 dan 7%.
7. Pengujian aktivitas antibakteri Zn-BCNO dilakukan pada bakteri *Staphylococcus aureus* sebagai gram-positif dan bakteri *Escherichia coli* sebagai gram-negatif menggunakan metode cakram kertas.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mengidentifikasi karakteristik dari BCNO murni dan BCNO yang didoping logam Zn.
2. Mengidentifikasi pengaruh dopan logam Zn terhadap kinerja adsorpsi Zn-BCNO dalam penghilangan zat warna metil hijau (MH).
3. Mengidentifikasi pengaruh dopan logam Zn terhadap aktivitas fotokatalis Zn-BCNO dalam mendegradasi zat warna metil hijau (MH).
4. Mengidentifikasi pengaruh dopan logam Zn terhadap aktivitas antibakteri dari Zn-BCNO pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat dan menambah informasi untuk kebutuhan pendidikan, masalah lingkungan, dan bidang lainnya yang memiliki kaitan dengan penelitian yang lebih spesifik.