

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi antibiotik dalam pengobatan manusia maupun hewan yang meningkat ternyata dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan perairan akibat pembuangan antibiotik kadaluwarsa serta ekskresi hasil metabolisme (Subudhi dkk., 2019). Selain itu, paparan secara berkelanjutan terhadap antibiotik di lingkungan dapat berakibat fatal terhadap manusia akibat terbentuknya bakteri yang resisten terhadap antibiotik (Jannat Abadi dkk., 2019; Tumrani dkk., 2021). Salah satu antibiotik yang banyak digunakan dan menghasilkan banyak limbah karena sifatnya yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme, yaitu klindamisin (Zargar dkk., 2019). Klindamisin merupakan antibiotik golongan *Lincosamides* yang banyak digunakan untuk melawan bakteri aerob gram positif dan bakteri anaerob gram positif dan negatif (Farzadkia dkk., 2014). Antibiotik ini sudah banyak diaplikasikan dalam bidang medis untuk mengatasi infeksi kulit, tulang, telinga, randang panggul, vagina, dan paru-paru (Gupta dkk., 2017; Koba dkk., 2017; Murphy dkk., 2023). Berbagai metode konvensional seperti oksidasi, hidrolisis, serta fotodegradasi telah digunakan untuk mendegradasi limbah antibiotik klindamisin di perairan, tetapi memiliki tingkat efisiensi yang rendah dan menghasilkan produk samping yang memberikan dampak buruk terhadap perairan (Tumrani dkk., 2021). Namun, ditemukan satu metode efektif yang mudah, berbiaya rendah, dan ramah lingkungan, yaitu metode adsorpsi (Hu dkk., 2019).

Zeolit merupakan salah satu material yang menjanjikan sebagai adsorben klindamisin karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu murah, ramah lingkungan, dapat digunakan kembali karena strukturnya yang stabil, serta memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi sehingga akan efektif untuk mengadsorpsi klindamisin (Liu dkk., 2015). Zeolit telah banyak disintesis dari limbah industri dengan tujuan untuk meminimalisasi limbah dan meningkatkan nilai komersial material tersebut. Beberapa limbah yang digunakan, yaitu tanah liat, ampas bijih, abu, dan batuan alam yang mengandung Si dan Al (Khanday & Hameed, 2018). Walaupun begitu, saat ini banyak peneliti menggunakan abu terbang atau *fly ash* (FA) yang merupakan limbah pembangkit listrik tenaga batu bara serta industri tekstil untuk

membuat zeolit. Hal ini dikarenakan tingginya penggunaan batu bara tidak diimbangi dengan daur ulang limbah FA (Park, Choe, dkk., 2020; Park, Dattatraya Saratale, dkk., 2020). FA sendiri merupakan material yang terdiri dari SiO_2 dan Al_2O_3 dengan oksida logam. Oksida logam seperti kalsium, besi, dan magnesium mempengaruhi pembentukan kristal, struktur, dan kemurnian zeolit. Oksida logam ini diketahui dapat menambah sifat magnetik yang nantinya akan mempengaruhi adsorpsi (Y. Chen dkk., 2016; Lim dkk., 2020). Peneliti seperti Supelano dkk. (2020) telah membuat zeolit dengan melakukan prosedur penghilangan sifat magnetik dari abu terbang terlebih dahulu menggunakan pencucian asam serta penarikan partikel magnet menggunakan batang magnet neodimium dan menghasilkan zeolit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 27,052 mg/g. Rodwihok, Suwannakeaw, dkk. (2021) juga menggunakan preparasi yang serupa dan menghasilkan kapasitas adsorpsi sebesar 35,749 mg/g.

Modifikasi FA dengan aditif oksida logam/logam, aktivasi NaOH, dan dengan nano-titania dalam larutan natrium dodesil sulfat telah diamati dan memberikan hasil yang baik terhadap efektivitas adsorpsi suatu material (Rodwihok, Charoensri, dkk., 2021). Nanopartikel seng oksida (ZnO) merupakan material yang telah banyak digunakan dalam remediasi lingkungan karena memiliki sifat optik dan elektronik yang baik, murah, luas permukaan yang tinggi, stabilitas termal dan kimia yang baik, mudah disintesis, dan memiliki luas permukaan yang dapat dikontrol sehingga dapat digunakan dalam pengolahan limbah antibiotik klindamisin (Hu dkk., 2019; Rodwihok, Choopun, dkk., 2019; Rodwihok, Wongratanaphisan, dkk., 2019; Ruankham dkk., 2017; Sharma dkk., 2019). Namun, aplikasi zeolit berbasis FA yang dimodifikasi ZnO masih terbatas pada adsorpsi zat warna. Aplikasi yang lebih luas dari zeolit berbasis FA yang dimodifikasi ZnO masih perlu dieksplorasi lebih lanjut. Salah satu aplikasi yang dapat dilakukan adalah penggunaannya sebagai adsorben pada penghilangan cemaran antibiotik klindamisin. Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi ini, yaitu konsentrasi adsorbat, pH larutan, jumlah adsorben, ukuran adsorben, dan suhu (Rápó & Tonk, 2021).

Pada penelitian ini, zeolit berbasis FA yang dimodifikasi ZnO (ZFA-ZnO) disintesis menggunakan metode hidrotermal. Pengujian karakteristik sifat

permukaan, fisik, kimia, dan elektrostatik ZFA-ZnO telah diteliti. Material hasil aktivasi kemudian diuji efektivitasnya untuk mengadsorpsi antibiotik klindamisin dalam larutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu dan waktu sintesis terhadap struktur zeolit berbasis abu terbang yang dimodifikasi seng oksida?
2. Bagaimana pengaruh penghilangan konstituen magnetik abu terbang terhadap struktur zeolit yang dimodifikasi seng oksida?
3. Bagaimana pengaruh pH terhadap efisiensi zeolit berbasis abu terbang yang dimodifikasi seng oksida dalam proses adsorpsi antibiotik klindamisin?
4. Bagaimana model adsorpsi isotermal zeolit berbasis abu terbang yang dimodifikasi seng oksida terhadap antibiotik klindamisin?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh suhu dan waktu sintesis terhadap struktur zeolit berbasis abu terbang yang dimodifikasi seng oksida.
2. Mengetahui pengaruh penghilangan konstituen magnetik abu terbang terhadap struktur zeolit yang dimodifikasi seng oksida.
3. Mengetahui pH optimum adsorpsi antibiotik klindamisin menggunakan zeolit berbasis abu terbang yang dimodifikasi seng oksida.
4. Mengetahui model adsorpsi isotermal zeolit berbasis abu terbang yang dimodifikasi seng oksida terhadap antibiotik klindamisin.

1.4 Luaran

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai:

1. Pengaruh suhu, waktu, dan penghilangan konstituen magnetik abu terbang terhadap karakteristik zeolit yang dimodifikasi seng oksida.
2. pH optimum dan model adsorpsi isotermal zeolit berbasis abu terbang yang dimodifikasi seng oksida pada larutan antibiotik klindamisin.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, diantaranya:

2.1. Manfaat teoritis

Memodifikasi abu terbang menggunakan seng oksida menjadi zeolit sebagai alternatif material adsorben yang murah, mudah diproduksi, dan ramah lingkungan.

2.2. Manfaat praktis

- a. Mendaur ulang limbah abu terbang batu bara dari industri tekstil yang menumpuk dengan metode hidrotermal.
- b. Mengurangi limbah dan mencegah terbentuknya bakteri yang resisten terhadap antibiotik klindamisin dengan menggunakan metode yang mudah, murah, dan ramah lingkungan.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan rincian sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan, berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, luaran, manfaat penelitian, dan struktur organisasi skripsi.
2. BAB II Kajian Pustaka, berisi teori-teori dan konsep dasar yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.
3. BAB III Metode Penelitian, berisi waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan selama penelitian, alur penelitian, dan tahapan prosedural penelitian secara rinci.
4. BAB IV Hasil dan Pembahasan, berisi pemaparan terkait data yang didapatkan selama penelitian dan hasil analisisnya.
5. BAB V Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.