

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Zeolit merupakan material dengan struktur kristal yang tersusun secara teratur dengan $(\text{SiO}_4)^{-4}$ dan $(\text{AlO}_4)^{-5}$ tetrahedral yang saling terhubung melalui jembatan atom oksigen (Margeta & Farkaš, 2020). Berdasarkan rasio Si/Al, zeolit dapat digolongkan menjadi zeolit rasio Si/Al tinggi, sedang dan rendah. Zeolit A yang biasa disintesis dalam bentuk Na^+ merupakan salah satu zeolit yang termasuk dalam kategori zeolit rasio Si/Al rendah karena memiliki rasio Si/Al 1 atau mendekati satu. Zeolit Na-A memiliki beberapa karakteristik seperti luas permukaan dan stabilitas termal yang tinggi, mempunyai kemampuan yang baik dalam mengikat air dan gas serta hidrokarbon (Khaleque dkk., 2020; Montalvo dkk., 2020).

Zeolit dapat dihasilkan secara alami ataupun dihasilkan dari proses sintesis. Sintesis zeolit dapat dilakukan melalui metode hidrotermal dengan bantuan refluks. Metode hidrotermal merupakan suatu proses yang terjadi pada suhu dan tekanan rendah untuk memicu reaksi kimia (Wang dkk., 2020). Keuntungan menggunakan metode hidrotermal dengan bantuan refluks diantaranya, tidak memerlukan energi dan biaya yang tinggi, serta tidak menghasilkan produk samping (Zhao dkk., 2021). Zeolit yang dihasilkan melalui proses sintesis memiliki kemurnian yang lebih baik, jumlah produksi yang dapat diprediksikan dengan jenis dan sifat-sifat zeolit yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk mengonfirmasi zeolite Na-A hasil sintesis, dilakukan karakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDX dan GSA.

Karakterisasi XRD untuk menentukan kristalinitas, SEM-EDX untuk mengetahui morfologi permukaan dan komposisi unsur, GSA untuk mengetahui luas permukaan, volume pori, dan diameter pori zeolit Na-A hasil sintesis. Karakteristik zeolit mengakibatkan zeolit banyak dimanfaatkan sebagai adsorben untuk limbah logam berat ataupun limbah zat warna karena mempunyai kapasitas adsorpsi yang baik.

Kontaminasi limbah zat warna merupakan salah satu hal yang mengancam bagi lingkungan ataupun makhluk hidup. Berbagai macam industri, seperti industri tekstil, pembuatan kertas dan biomedis menjadi salah satu sumber dari limbah yang mengandung unsur-unsur berbahaya (Vardhan dkk., 2019), karena menghasilkan limbah air dalam jumlah besar yang mengandung polutan anorganik (logam) atau polutan organik (mikroba, pewarna). Metilen biru (MB) merupakan salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industri terutama industri tekstil. Senyawa organik seperti MB memberikan dampak negatif terhadap ekosistem perairan karena dapat mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk hingga bagian bawah. Selain itu, pewarna tersebut juga bersifat karsiogenik dan mutagenik untuk kehidupan perairan (Lellis dkk., 2019). Masalah kesehatan yang serius juga dapat terjadi apabila terkena paparan MB dalam jangka panjang, seperti disfungsi otak, ginjal, hati, saraf pusat dan sistem reproduksi (Belachew & Hinsene, 2022). Sifat toksik yang dimiliki oleh MB mengakibatkan adanya ambang batas yang diperbolehkan yaitu 5-10 mg/L yang merujuk pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep51/MENLLH/10/1995 (Budiman dkk., 2022).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk meminimalisir atau menghilangkan kontaminasi MB dari air, seperti fotokatalisis (Anwer dkk., 2019), filtrasi membran dan adsorpsi (Du dkk., 2020). Dari berbagai metode yang telah dikembangkan untuk menghilangkan kontaminasi MB, adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan karena tidak memerlukan energi yang tinggi, berbiaya rendah, dapat diaplikasikan dalam berbagai kondisi dan tidak menghasilkan produk samping (Hasan & Setiabudi, 2019).

Adsorpsi dapat diartikan sebagai proses penggumpalan substansi terlarut atau *soluble* pada larutan oleh permukaan adsorben akibat dari ikatan baik kimia atau fisika yang terjadi antara substansi tersebut dengan zat penjerap (Purwitasari & Tussania, 2022). Efisiensi adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu kontak, jumlah atau konsentrasi adsorbent, suhu, konsentrasi awal larutan dan pH (Tee dkk., 2022). Oleh karena itu, penting untuk mengoptimalkan faktor-faktor pendorong adsorpsi untuk meningkatkan efisiensinya.

Response Surface Methodology (RSM) merupakan suatu alat optimasi secara matematika dan statistika yang digunakan untuk mengevaluasi antara faktor atau variabel dengan tanggapan hasil yang dilakukan dengan serangkaian uji coba eksperimental untuk memperoleh respon optimal yang dipengaruhi oleh beberapa variabel yang berbeda. Metode RSM dianggap sebagai metode yang dapat meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data karena dapat mengoptimalkan dan mengevaluasi variabel independen atau interaksi antar variabel terhadap respon yang diinginkan. Dengan penggunaan metode RSM, diharapkan proses adsorpsi yang terjadi dapat dimaksimalkan sehingga hasil yang diperoleh lebih optimal dan

lebih efisien. *Response Surface Methodology* (RSM) digunakan dalam penelitian untuk mempelajari pengaruh interaksi waktu kontak (menit), pH dan konsentrasi adsorben (g/L) sebagai variabel terhadap respon yaitu persentase (%) adsorpsi MB oleh zeolit Na-A.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh zeolit Na-A melalui metode refluks.
2. Mendapatkan data optimasi adsorpsi metilen biru (MB) oleh zeolit Na-A menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).
3. Menentukan kinetika adsorpsi metilen biru (MB) oleh zeolit Na-A.