

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Zeolit merupakan material alumina silikat dengan hidrasi *reversible* dan kandungan SiO_4 dan AlO_4 tetrahedra yang menghasilkan muatan negatif dan diimbangi dengan kation seperti Ca^{2+} , Na^+ , atau K^+ . Zeolit memiliki kemampuan untuk menggabungkan silika dengan alumina dalam tetrahedra yang menghasilkan berbagai jenis zeolit dengan kapasitas pertukaran kation yang tinggi. Zeolit banyak dihasilkan secara alami dan juga sintesis. Pengembangan zeolit sintesis diperlukan karena zeolit sintesis memiliki kemurnian yang baik, jenis serta sifat fisik yang bisa didesain sesuai kebutuhan, dan jumlah produksinya yang dapat diprediksi. Zeolit sintesis dibuat pada suhu rendah kondisi hidrotermal pada tekanan atmosfer dikarenakan metode tersebut terdapat kemiripan dengan proses pembentukan dari zeolit alam (Kordala dan Wyszowski, 2024). Proses sintesis zeolit akan menghasilkan produk dengan kristalinitas, luas permukaan, diameter pori, *yield*, pengaruh terhadap aplikasinya, serta jenis zeolit yang beragam. Salah satu parameter keberhasilan dalam sintesis zeolit adalah tingkat kristalinitas. Kristalinitas zeolit merupakan parameter penting dalam zeolit karena penentuan jenis dan bentuk zeolit hanya bisa diidentifikasi ketika berada dalam fasa kristalin. Kristalinitas juga mempengaruhi sifat fisik dan kimia zeolit yang terbentuk dan menentukan kemampuan zeolit dalam berbagai aplikasi.

Struktur dan kristalinitas zeolit secara umum dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, waktu, pH, rasio Si/Al, tekanan reaksi, waktu *aging*, dan *template (structure directing agents)* (Nazari dkk., 2021). Analisis terhadap faktor-

faktor yang berpengaruh dalam pembentukan kristal zeolit secara satu per satu dinilai tidak efisien karena mengubah satu faktor dapat mengubah relevansi faktor-faktor lain. Selain itu, jumlah kombinasi yang memerlukan pengujian menjadi jauh lebih besar seiring dengan penambahan jumlah faktor yang berpengaruh. Hubungan faktor-faktor dengan data *output* serta analisis keterkaitan dan efektivitas masing-masing faktor dapat diukur secara efisien dengan analisis statistik yang sesuai, salah satunya *Response Surface Method* (RSM) (Doumit dkk., 2019).

Desain faktorial pada analisis statistik dalam kimia dapat digunakan untuk menilai serta mengoptimalkan tingkat kristalinitas zeolit dari berbagai interaksi antara dua faktor atau lebih. Hal ini dikarenakan analisis desain faktorial memungkinkan pembentukan matriks hasil eksperimen dengan setiap faktor dapat dilihat pada tingkat pengaruh tinggi, rendah, dan menengah. Selain itu, seberapa penting faktor individu ditentukan dari model RSM, yang kemudian dapat digunakan untuk menentukan kombinasi variabel terbaik untuk memberikan hasil yang paling diinginkan.

Optimasi RSM juga bisa dilakukan untuk dua respon sekaligus yang dalam penelitian ini zeolit hasil sintesis RSM digunakan untuk adsorben dari zat warna *Crystal Violet* (CV). Zat warna CV sendiri banyak digunakan pada industri tekstil dan medis. Kondisi ini menimbulkan air limbah yang mengandung CV meningkat dalam jumlah besar dan memiliki efek yang berbahaya secara hayati serta bertahan lama di lingkungan dengan ambang batas yang diperbolehkan hanya sebesar 0,002 ppm (Kusfianti dkk., 2023; Sen dkk., 2024).

Karakterisasi material dan kinerjanya dalam efisiensi penyerapan, persen penghilangan dan pemodelan kinetik telah dikaji secara menyeluruh. Kajian ini juga mencakup diskusi komprehensif mengenai prospek depan dan arah penelitian mengenai pengaruh kondisi sintesis terhadap kristalinitas zeolit dan aplikasinya dalam adsorpsi zat warna *crystal violet*.

I.2 Tujuan

- a. Mendapatkan hasil sintesis dan % kristalinitas zeolit serta % penghilangan *crystal violet* berdasarkan desain eksperimental multi variasi secara RSM.
- b. Mendapatkan kombinasi kondisi sintesis terbaik dari hasil analisis pengaruh variasi sintesis terhadap % kristalinitas zeolit dan % penghilangan zat warna *crystal violet* berdasarkan desain RSM.
- c. Menentukan studi kinetika adsorpsi zeolit hasil optimasi terhadap zat warna *crystal violet*.