



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Zeolit alam yang tersedia di Indonesia memiliki kelemahan utama berupa kandungan pengotor seperti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{Fe}^{3+}$ , serta tingkat kristalinitas yang rendah (Setiawan, 2017). Pengotor ini mengurangi aktivitas dan efisiensi zeolit alam dalam aplikasi industri, seperti pemurnian air, pengolahan limbah, dan deterjen (Nur, 2023)(Onyutha, 2024)(Maryani, 2024). Selain itu, pemanfaatan zeolit alam sering kali dilakukan dalam bentuk bahan mentah yang diekspor dengan nilai tambah rendah (Fajriani, 2022). Meskipun Indonesia memiliki cadangan zeolit alam yang sangat besar, mencapai 447.490.160 ton yang tersebar di berbagai wilayah seperti Lampung, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Nusa Tenggara, karakteristik alami zeolit tersebut membatasi penggunaannya dalam aplikasi industri modern seperti adsorben dan katalis (Sabilu, 2016). Untuk memenuhi permintaan zeolit berkualitas tinggi yang terus meningkat, diperlukan upaya pengembangan zeolit sintetis.

Zeolit sintetis, seperti zeolit A, dikembangkan untuk mengatasi kelemahan zeolit alam. Zeolit A memiliki rasio Si/Al rendah yaitu 1 atau mendekati 1, yang menghasilkan struktur dengan porositas tinggi dan ukuran pori yang seragam. (Saraswati, 2015). Dengan ukuran pori sekitar 4 Å, zeolit A efektif dalam mengadsorpsi gas-gas kecil seperti  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , dan  $\text{N}_2$  (Auerbach, 2003). Selain itu, kapasitas pertukaran ion yang tinggi meningkatkan daya adsorpsi zeolit A terhadap molekul polar atau ionik. Keunggulan dalam stabilitas termal, hidrofilisitas, dan regenerasi menjadikan zeolit A material yang unggul dalam aplikasi adsorpsi gas serta pemisahan senyawa dalam industri dan lingkungan (Kharisma, 2023). Untuk mensintesis zeolit A diperlukan metode sintesis yang tepat dan efisien.

Metode sintesis yang digunakan untuk menghasilkan zeolit meliputi hidrotermal dan solvotermal. Metode hidrotermal menjadi salah satu metode yang paling umum digunakan karena memungkinkan kontrol terhadap ukuran dan struktur pori zeolit, serta menghasilkan produk dengan kristalinitas tinggi. Proses



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

### “Sintesis Adsorben Zeolit A dari Kaolin dengan Metode Hidrotermal”

---

ini melibatkan penggunaan tekanan dan suhu terkendali untuk mengubah bahan baku menjadi zeolit berkualitas, dengan menggunakan air sebagai pelarut. Sifat fisik dan kimia zeolit yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan mengatur parameter seperti suhu, tekanan, dan waktu reaksi (Krongkrachang, 2019). Metode solvothermal hampir sama dengan hidrotermal, namun menggunakan pelarut organik untuk meningkatkan kelarutan reaktan. Meskipun mampu memberikan hasil yang baik, metode ini membutuhkan biaya yang lebih tinggi dan pengelolaan limbah yang lebih kompleks (Nadjib, 2016). Hidrotermal sering menjadi metode utama dalam sintesis zeolit, karena prosesnya lebih ramah lingkungan dan dapat menghasilkan zeolit dengan sifat yang diinginkan untuk berbagai aplikasi, termasuk adsorpsi. Dalam sintesis zeolit, pemilihan bahan baku yang tepat sangat penting karena dapat memengaruhi struktur, kualitas zeolit yang dihasilkan, dan efektivitasnya dalam suatu aplikasi.

Bahan baku yang digunakan dalam sintesis zeolit umumnya meliputi abu sekam padi, *fly ash* batubara, *slag* tungku, dan kaolin. Abu sekam padi kaya akan silika tetapi memiliki variasi komposisi yang dapat memengaruhi kualitas produk (Mohamed, 2015). *Fly ash* batubara kaya akan silika dan alumina, tetapi mengandung pengotor logam berat yang memerlukan pemurnian tambahan (Putri, 2024). *Slag* tungku juga menjadi alternatif dengan kandungan silika dan alumina yang moderat, meskipun membutuhkan pengolahan khusus (Li, 2022). Kaolin, dengan kandungan silika dan alumina yang seimbang, menjadi bahan baku unggulan untuk sintesis zeolit setelah diaktivasi melalui kalsinasi (Krongkrachang *et al.*, 2019). Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia pada tahun 2024, potensi kaolin di Indonesia mencapai 66.679.268 ton menjadikannya bahan yang melimpah dan ekonomis untuk menghasilkan zeolit berkualitas tinggi. Berdasarkan penelitian Ginting pada tahun 2018, zeolit A dapat disintesis dengan bahan abu dasar batubara PLTU Tarahan Lampung Selatan, dengan variabel suhu kalsinasi dan waktu hidrotermal diperoleh suhu optimal pada suhu 500°C dengan luas permukaan sebesar 12,292 m<sup>2</sup>/g, volume pori 0,0109 cc/g dan diameter pori 3,56296 nm, kadar Si 77,76% dan Al 16,53%. Menurut Madhu pada tahun 2022, zeolit A juga dapat disintesis dengan



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

### “Sintesis Adsorben Zeolit A dari Kaolin dengan Metode Hidrotermal”

---

bahan abu sekam padi Tamil Nadu India, dengan variabel konsentrasi NaOH 2,5 M diperoleh luas permukaan 106,25 m<sup>2</sup>/g dan volume pori 0,139 cm<sup>3</sup>/g dengan kadar Si 14,79% dan Al 15,34%. Menurut Abubakar pada tahun 2023, zeolit A dapat disintesis dengan bahan Kaolin Bauchi dari Nigeria dengan variabel suhu kalsinasi dan konsentrasi NaOH diperoleh suhu optimum sebesar 600°C dan konsentrasi NaOH optimum pada konsentrasi 3M dengan luas permukaan 4,3044 m<sup>2</sup>/g, volume pori 0,5598 cm<sup>3</sup>/g, dan ukuran pori 617,503 Å dengan kadar Si 54,74% dan Al 36,17%. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis zeolit A dengan bahan kaolin Bangka dengan variabel suhu kalsinasi dan konsentrasi NaOH untuk mengetahui pengaruhnya dalam sintesis zeolit A sebagai adsorben dengan rasio Si/Al 1 hingga 2.

#### **I.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat zeolit A dari kaolin dengan rentang rasio molar Si/Al 1 hingga 2.

#### **I.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan kaolin sebagai bahan baku pembuatan zeolit A sebagai adsorben.