

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

CHA (Chabazit) adalah zeolit berpori kecil yang terdiri dari cincin-6-ganda (d6r) sebagai unit penyusun dasar dengan satu rongga elipsoidal besar yang diakses oleh enam jendela cincin beranggota delapan (8mr) (bukaan bebas  $\approx 3,8 \text{ \AA}$ ) [1]. Pemanfaatan zeolit CHA banyak dilakukan dalam berbagai bidang industri dan bidang ilmu sains karena memiliki stabilitas hidrotermal yang lebih baik dibandingkan zeolit lain. Zeolit CHA umumnya diaplikasikan sebagai katalis dalam reaksi MTO (Metanol menjadi Olefin) [2] dan adsorben gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) [3]. Pemanfaatan zeolit CHA sampai saat ini masih menunjukkan potensi pengaplikasian yang luas. Dalam hal memperoleh zeolit CHA, salah satunya dapat dilakukan melalui metode inter-transformasi dengan mengubah struktur kerangka zeolit FAU sebagai zeolit induk, menjadi zeolit CHA. Metode inter-transformasi merupakan perubahan antar tipe kerangka zeolit. Penggunaan metode inter-transformasi memiliki beberapa kelebihan seperti sintesis zeolit yang lebih efisien, dapat dilakukan lebih cepat dan/atau menggunakan suhu yang lebih rendah dibandingkan sintesis konvensional [4].

Zeolit merupakan kristal aluminosilikat yang tersusun atas unsur aluminium, silikon dan oksigen membentuk kerangka tetrahedral. Zeolit terbentuk oleh molekul  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  yang dihubungkan oleh atom-atom oksigen membentuk kerangka tiga dimensi. Dalam struktur zeolit mengandung rongga-rongga yang dapat terisi oleh ion-ion logam alkali atau alkali tanah dan juga molekul air yang dapat bergerak bebas di dalamnya [5].

Sintesis zeolit melalui metode inter-transformasi telah banyak dilakukan dengan menggunakan Agen Pengarah Struktur Organik (OSDA), templat, atau benih, namun penggunaan pelarut-pelarut organik dinilai tidak efisien karena harganya relatif mahal dan limbah yang dihasilkan dapat berdampak buruk terhadap lingkungan. Sehingga dalam hal peningkatan efisiensi zeolit hasil sintesis terkait penggunaan bahan, metode dan waktu, maka digunakan metode inter-transformasi tanpa menggunakan OSDA, templat atau benih. Penggunaan OSDA dalam sintesis dan transformasi bertujuan untuk menginduksi nukleasi kerangka, tetapi zeolit yang

diperoleh memiliki kepadatan kerangka yang lebih rendah dibandingkan zeolit induknya, sehingga menjadi kurang stabil secara termodinamika [6]. Beberapa studi dalam inter-transformasi zeolit yang menggunakan benih untuk membantu pembentukan struktur yang diinginkan tanpa bantuan OSDA [7], dan studi lainnya telah menggunakan benih dan OSDA dalam induksi nukleasi kerangka dalam transformasi zeolit [8].

Pada penelitian ini digunakan zeolit Na-X tipe FAU sebagai induk bahan transformasi, yang terlebih dahulu disintesis dari limbah abu sekam padi dan limbah aluminium foil kemasan. Penggunaan limbah abu sekam padi dipilih karena ketersediaannya yang banyak dan memiliki kandungan silika yang tinggi mencapai 97,5%, sehingga limbah abu sekam padi sering dimanfaatkan sebagai sumber silika dalam beberapa sintesis zeolit dengan menggunakan metode hidrotermal pada suhu tinggi maupun non-hidrotermal pada suhu ruang [9]. Serta penggunaan limbah aluminium foil kemasan dipilih karena ketersediaannya yang sangat banyak dan memiliki kandungan alumina mencapai 98% [10]. Oleh karena itu, limbah-limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk mensintesis zeolit. Pemanfaatan limbah sebagai bahan utama pembentukan zeolit dapat menekan biaya sintesis dan meningkatkan daya guna limbah.

Penggunaan zeolit Na-X tipe FAU sebagai zeolit induk dipilih karena pembentukannya lebih mudah yang didasarkan pada penggunaan limbah sebagai bahan sintesis dan memiliki stabilitas termal yang tinggi. Kepadatan kerangka zeolit FAU yang rendah berpotensi terbentuk zeolit pada kepadatan kerangka yang lebih tinggi, serta memiliki beberapa kesamaan pada Unit Pembangun Sekunder (SBU), Unit Pembangun Komposit (CBU) dan Unit Pembangun Cincin (RBU) pada masing-masing unit pembangun kerangka zeolit FAU dan CHA.

Beberapa studi dalam inter-transformasi zeolit berhasil dilakukan tanpa penambahan benih atau OSDA yang menggunakan zeolit induk dengan rasio Si/Al rendah ( $\text{Si/Al} = 4 - 10$ ). Pada zeolit dengan rasio Si/Al yang lebih tinggi ( $\text{Si/Al} > 10$ ) menunjukkan tidak terjadi pembentukan zeolit melalui metode inter-transformasi tanpa bantuan OSDA [11]. Berdasarkan hasil penelitian Tendelo dkk. (2015) melaporkan keberhasilan mensintesis zeolit CHA dari zeolit H-Y tipe FAU (bersilika tinggi) dalam kondisi basa dengan penambahan senyawa KOH pada

variasi sumber silika tambahan dan waktu inkubasi [11]. Goel dkk. (2015) berhasil mensintesis zeolit bersilika tinggi ( $\text{Si/Al} = 11 - 23$ ), yaitu zeolit MFI, CHA, STF, dan MTW melalui metode inter-transformasi bebas OSDA [12]. Kadir (2020) telah berhasil mentransformasikan zeolit FAU menjadi CHA pada komposisi  $\text{KOH} = 30\%$  dan  $\text{NaOH} = 70\%$ , inter-transformasi terjadi dimana sebagian FAU terkonversi menjadi CHA [13]. Beberapa penelitian yang lain melaporkan, bahwa metode sintesis zeolit CHA secara langsung dengan bantuan benih menghasilkan zeolit CHA dengan rasio  $\text{Si/Al}$  tinggi, akan tetapi benih yang digunakan tetap disintesis terlebih dahulu dengan menggunakan senyawa organik N,N,N-Trimetil-1-adamantammonium hidroksida (TMAdaOH) sebagai pengarah struktur kerangka CHA [14].

Berdasarkan uraian tersebut, zeolit CHA berpotensi dapat disintesis melalui metode inter-transformasi tanpa bantuan OSDA, templat atau benih dari zeolit Na-X tipe FAU sebagai zeolit induk yang terlebih dahulu disintesis menggunakan bahan baku yang mudah ditemukan dan tersedia secara luas berupa sekam padi dan limbah aluminium foil kemasan.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik zeolit Na-X tipe FAU yang disintesis dari abu sekam padi dan limbah aluminium foil kemasan menggunakan instrumen XRD.
2. Bagaimana karakteristik zeolit CHA yang disintesis dari zeolit Na-X dengan pengaruh sumber silika tambahan dan waktu inkubasi menggunakan instrumen XRD.

## 1.3 Batasan Masalah

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

1. Sintesis zeolit Na-X tipe FAU menggunakan bahan utama abu sekam padi dan limbah aluminium foil kemasan.

2. Sumber silika untuk sintesis zeolit Na-X tipe FAU diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi di pabrik batu bata Wilayah Karawang, Jawa Barat.
3. Sumber alumina untuk sintesis zeolit Na-X tipe FAU diperoleh dari hasil pembakaran limbah aluminium foil kemasan.
4. Sintesis zeolit Na-X tipe FAU menggunakan dua metode yaitu non-hidrotermal dan hidrotermal.
5. Sintesis zeolit CHA menggunakan metode inter-transformasi dari zeolit Na-X tipe FAU hasil metode hidrotermal.
6. Sumber silika tambahan untuk sintesis zeolit CHA bersumber dari silika gel dan tetraetilortosilikat (TEOS).
7. Waktu inkubasi yang digunakan untuk sintesis zeolit CHA yaitu 24 jam dan 48 jam.
8. Karakterisasi zeolit Na-X tipe FAU dan CHA menggunakan instrumen XRD.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

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

1. Menganalisis karakteristik zeolit Na-X tipe FAU yang disintesis dari abu sekam padi dan limbah aluminium foil kemasan menggunakan instrumen XRD, dan
2. Menganalisis karakteristik zeolit CHA yang disintesis dari zeolit Na-X dengan pengaruh sumber silika tambahan dan waktu inkubasi menggunakan instrumen XRD.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat dan memberikan informasi terhadap sintesis zeolit yang menggunakan metode inter-transformasi bebas OSDA, templat dan benih, serta faktor pembentukan zeolit dengan metode inter-transformasi dipengaruhi oleh zeolit induk, sumber silika, dan waktu inkubasi.