

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zeolit adalah kristal aluminosilikat yang mengandung logam alkali dan alkali tanah. Sebagian besar zeolit disusun oleh struktur primer $[\text{AlO}_4]^{5-}$ dan $[\text{SiO}_4]^{4-}$ tetrahedral dan membentuk struktur tiga dimensi dan memiliki pori (Kaduk dan Faber, 1995). Saat ini penelitian mengenai metode sintesis dan modifikasi zeolit terus dikembangkan karena zeolit memiliki banyak aplikasi seperti adsorben dalam proses pengeringan gas alam seperti LNG, katalis dalam reaksi Friedel-Craft untuk senyawa aromatik, dan penukar ion pada industri pupuk (Payra dan Dutta, 2003).

Menurut proses terbentuknya, zeolit diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu zeolit alam dan zeolit buatan (sintetik). Zeolit sintetik lebih sering dimanfaatkan jika dibandingkan dengan zeolit alam. Hal ini disebabkan zeolit sintetik memiliki kristalinitas, stabilitas termal, keseragaman ukuran pori, dan kemurnian yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan zeolit alam. Selain itu, sifat kimia dan ukuran pori dari zeolit sintetik dapat dimodifikasi sehingga sifat zeolit dapat dioptimalkan sesuai dengan aplikasi zeolit (Georgiev dkk., 2009). Zeolit sintetik terus dikembangkan oleh para ilmuwan saat ini seperti zeolit A, zeolit X, zeolit P, ZSM-5, TS-1, dan zeolit Y. Contoh aplikasi zeolit zeolit Y antara lain sebagai komponen dalam katalis NiW sebagai katalis *hydroprocessing* (Zhang dkk., 2013), katalis dalam *ring tranformation* (Ferino dkk., 1998), dan

katalis dalam proses degradasi polietilen (Neves dkk., 2006). Zeolit Y seringkali dimanfaatkan dalam berbagai bidang terutama di bidang katalis karena zeolit Y memiliki struktur dan ukuran pori yang cukup besar (Kaduk dan Faber, 1995).

Zeolit Y merupakan zeolit yang memiliki rasio mol Si/Al sedang, yaitu ~2-5 (Payra dan Dutta, 2003). Rasio mol Si/Al sangat mempengaruhi sifat zeolit Y. Semakin tinggi rasio mol Si/Al maka sifat hidrofobik dan sifat keasaman pada zeolit Y akan meningkat. Selain itu, semakin tinggi rasio mol Si/Al menyebabkan sisi asam *Brønsted* pada zeolit akan menurun (Xu dkk., 2007). Salah satu metode sintesis zeolit Y adalah metode hidrotermal. Zi dkk. (1987) melakukan sintesis zeolit Y secara hidrotermal pada suhu 100 °C selama 24 jam. Proses hidrotermal oleh Huang dkk. (2010) dilakukan pada suhu ruang selama 24 jam, suhu 38 °C selama 24 jam, dan pada suhu 60 °C selama 48 jam. Zeolit Y yang disintesis cenderung berukuran mesopori. Fathizadeh dan Ordou (2011) mensintesis zeolit Y secara hidrotermal pada suhu 100 °C selama 7 jam dan selanjutnya 7,5 jam dan terbentuk zeolit Y mikropori.

Metode modifikasi ukuran pori zeolit Y menjadi mesopori terus di kembangkan oleh para ilmuwan karena zeolit yang memiliki ukuran mesopori memiliki kelebihan yaitu luas permukaan yang tinggi dan volume pori yang besar (Xu, 2007). Zeolit mesopori dapat diperoleh dengan menambahkan surfaktan pada proses sintesis. Kelebihan menggunakan surfaktan sebagai zat pengarah meso adalah ukuran mesopori dapat ditingkatkan tanpa mempengaruhi rasio Si/Al, distribusi ukuran pori, dan integritas fisik dari kristal zeolit (Li dkk., 2013).

Setiltrimetilamonium bromida (CTABr) adalah surfaktan yang dapat digunakan sebagai zat pengarah struktur mesopori pada zeolit. CTABr merupakan salah satu jenis surfaktan kation. Penelitian mengenai CTABr sebagai zat pengarah struktur dilaporkan oleh Jiao dkk. (2014). Jiao dkk. melakukan sintesis zeolit Y dengan penambahan surfaktan CTABr pada kondisi basa dan zeolit Y yang terbentuk memiliki ukuran mesopori. Manko dkk. (2013) melaporkan bahwa zeolit Y yang disintesis melalui proses hidrotermal pada suhu 150°C selama 16 jam dengan penambahan TMAOH dan CTABr membentuk zeolit Y mesopori.

Zeolit Y memiliki stabilitas termal yang rendah. Berdasarkan laporan Xu dkk. (2006), pada suhu kamar sebagian sisi asam zeolit Y mengalami kerusakan ketika diletakkan pada tempat yang lembab. Hal ini menyebabkan kinerja zeolit Y kurang optimal. Untuk itu diperlukan modifikasi zeolit Y sehingga diperoleh zeolit yang memiliki stabilitas termal yang lebih tinggi.

Ultrastable zeolit Y (USY) merupakan modifikasi zeolit Y dengan dealuminasi pada zeolit Y yang dilakukan dengan proses penguapan. Proses dealuminasi pada zeolit Y ini menyebabkan meningkatnya rasio mol Si/Al. Prekursor yang digunakan dalam sintesis zeolit USY adalah NH_4Y . USY memiliki stabilitas termal yang tinggi. Stabilitas termal USY dapat mencapai lebih dari 1000 °C (Scherzer, 1973). Selain memiliki stabilitas termal yang tinggi, zeolit USY memiliki aktivitas katalitik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan zeolit yang tidak mengalami aktivasi. Hal ini dipaparkan dalam penelitian DeCanio dkk. (1986), yang menunjukkan bahwa adanya proses dealuminasi menyebabkan sifat katalitik meningkat dibandingkan dengan zeolit NH_4Y

(prekursor) pada proses dehidrasi metanol dan alkilasi cumene (isopropilbenzena). Kuehne dkk. (1997) juga melaporkan bahwa aktivitas katalitik USY lebih tinggi daripada zeolit H-Y pada aktivitas pemecahan 2-metilpentana.

Penelitian mengenai sintesis zeolit USY oleh Lutz dkk. (2010) menerangkan bahwa ketika proses penguapan zeolit USY dilakukan pada suhu 650 °C maka kristal zeolit akan rusak dan berbentuk amorf, hal ini tentu akan mempengaruhi sifat katalitik dari zeolit. Hal yang sama juga dipaparkan oleh Scherzer dan Jonathan (1972) yang melakukan sintesis zeolit USY. Kondisi kalsinasi yang dilakukan untuk memperoleh USY antara lain, pada kondisi vakum (tekanan kurang dari 1 bar), udara dengan kandungan uap air 10 %, *self-steaming* dengan kandungan uap air 50 %, dan penguapan dengan kandungan uap air sebesar 100 %. Proses penguapan dilakukan pada suhu 760 °C dan 540 °C. Proses penguapan pada suhu 760 °C menghasilkan struktur zeolit yang rusak. Proses sintesis pada suhu 540 °C menggunakan metode penguapan dengan kandungan uap air sebesar 100 % memiliki struktur yang kristalin dan memiliki stabilitas yang paling tinggi. Oleh karena itu dalam penelitian ini disintesis zeolit USY pada suhu 400 °C yang bertujuan untuk mendapatkan zeolit dengan kristalinitas tinggi.

Dalam penelitian ini USY disintesis dari zeolit Y yang disintesis menggunakan metode hidrotermal dengan penambahan zat pengarah struktur mesopori. Zeolit Y disintesis dengan menggunakan bahan kimia dengan sumber silika yaitu TEOS (tetraetilortosilikat) dan sumber alumina yaitu NaAlO₂ (natrium alumina). Hasil sintesis zeolit Y dan USY ini akan dikarakterisasi dengan menggunakan beberapa metode, yaitu Difraksi Sinar-X (*X-Ray Diffraction*/

XRD), spektrometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR), adsorpsi/desorpsi N₂, dan spektrometri Fluoresensi Sinar-X (*X-Ray Fluorescence/ XRF*).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah zeolit Y dapat disintesis melalui metode hidrotermal pada suhu 80 °C selama 24 jam dengan penambahan CTABr sebagai zat pengarah struktur mesopori?
2. Bagaimana karakteristik zeolit Y yang disintesis dengan metode hidrotermal dengan penambahan CTABr sebagai zat pengarah mesopori?
3. Apakah zeolit *ultrastable* Y (USY) dapat disintesis dengan metode penguapan pada suhu 400 °C selama 4 jam ?
4. Bagaimana karakteristik zeolit USY yang disintesis dengan metode penguapan pada suhu 400 °C selama 4 jam ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari metode hidrotermal dengan penambahan CTABr sebagai zat pengarah mesopori dalam pembentukan zeolit Y
2. Mengetahui karakteristik zeolit Y yang disintesis dengan menggunakan metode hidrotermal dan ditambahkan CTABr sebagai zat pengarah mesopori berdasarkan data XRD, FTIR, adsorpsi/desorpsi N₂, dan XRF.
3. Mempelajari metode penguapan pada suhu 400 °C dalam proses sintesis zeolit USY.

4. Mengetahui karakteristik zeolit USY yang disintesis dengan menggunakan metode penguapan pada suhu 400 °C berdasarkan data XRD, FTIR, adsorpsi/desorpsi N₂, dan XRF.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam sintesis zeolit Y dan USY. Selain itu diharapkan zeolit USY hasil sintesis memiliki stabilitas termal dan katalitik yang lebih tinggi dari zeolit induk (zeolit Y) sehingga pemanfaatan zeolit USY lebih optimal.

