

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zeolit merupakan senyawa alumino-silikat hidrat terhidrasi dengan unsur utama yang terdiri dari kation alkali dan alkali tanah terutama Ca, K dan Na merupakan senyawa penting dalam aplikasi di industri, seperti dalam pertukaran ion, sebagai saringan molekul, katalis, dan adsorben (Shaila, Nisha, Pralhad, & Deepa, 2015). Zeolit terdiri atas zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam merupakan zeolit yang terbentuk karena adanya proses aktivasi batuan vulkanis oleh basa atau sintesis dari berbagai macam sumber Si dan Al sebagai bahan utamanya. (X. Querol et al., 2002).

Sedangkan sintesis zeolit konvensional melibatkan kristalisasi hidrotermal gel aluminosilikat (dibentuk pada pencampuran larutan aluminat dan silikat dalam alkali hidroksida dan/atau basa organik), atau larutan dalam lingkungan basa. (Georgiev, Bogdanov, Angelova, Markovska, & Hristov, 2009). Namun, karena proses sintesis zeolit membutuhkan biaya yang besar, sumber mineral lain yang lebih terjangkau atau limbah padat yang masih mengandung mineral seperti *fly ash*, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan zeolit. (Wdowin, Franus, Panek, Badura, & Franus, 2014).

Fly ash atau abu layang batubara merupakan limbah padat dalam industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). (X. Querol et al., 2002). Di Indonesia bahkan di dunia, produksi limbah abu layang batubara cukup besar. Dalam laman resminya Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Jerman mengatakan bahwa diperkirakan pada akhir tahun 2019, sekitar 8 hingga 9 juta ton *fly ash* dan bottom ash akan dihasilkan dari pembakaran batubara pada PLTU (Haryanti, Dini, 2016). *Fly ash* yang dihasilkan dari pembakaran batu bara ini dapat menjadi polusi udara yang dapat mengakibatkan terjadinya penumpukan debu yang dapat menjadi media migrasi berbagai jenis polutan lain seperti logam berat ke lingkungan. (Franus, Wdowin, & Franus, 2014). Oleh sebab itu pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan baku pembuatan zeolit telah banyak dilakukan

selain untuk membuat material yang bermanfaat aplikasinya di bidang industri, juga dapat mencegah adanya penumpukan limbah *fly ash* yang dapat merusak lingkungan.

Sintesis zeolit dari *fly ash* diperkenalkan oleh Holler dan Wishing (1985) karena komposisi *fly ash* yang hampir sama dengan beberapa batuan vulkanik dengan komponen utama berupa senyawa alumina dan silika, sebagai prekursor zeolit alam. Setelah itu, banyak patenan artikel penelitian yang telah mengusulkan metode yang berbeda untuk mensintesis berbagai jenis zeolit dari abu layang (*fly ash*) (Itskos, Koutsianos, Koukouzas, & Vasilatos, 2015). Berbagai metode yang telah dikembangkan untuk sintesis zeolit dari *fly ash* diantaranya melalui sintesis hidrotermal, metode *fusion*, dan ekstraksi membran. Keseluruhan sintesis tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor *fly ash* seperti, sifat reaktan, komposisi Si / Al rasio, pH, suhu, dan waktu reaksi (Patel & Srivastava, 2014). Disamping metode diatas, telah banyak pula metode sederhana yang dilakukan untuk sintesis zeolit dari *fly ash* salah satunya dengan menggunakan metode konvensional yaitu pemanasan refluks. Zeolit tipe Na-P1 ($\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{12}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$) sebagai adsorben Cs^+ dapat disintesis dengan menggunakan metode refluks pada suhu 100°C selama 24 jam (Aono et al., 2013).

Sementara itu penelitian lain juga menyebutkan bahwa zeolit dapat diperoleh dari campuran NaOH dan *fly ash* dengan iradiasi gelombang mikro yang kemudian diikuti dengan pemanasan konvensional melalui metode refluks, disebutkan juga bahwa adanya pemanasan *microwave* pada tahap awal merupakan metode yang efektif untuk proses zeolitisasi *fly ash* dengan memodifikasi porositas dan permukaan kimia material *fly ash* (Shah, Shah, & Jadav, 2013). Selain gelombang mikro, adanya penambahan gelombang ultrasonik juga dapat mempercepat waktu reaksi, sehingga proses pembentukan zeolit dari *fly ash* menjadi lebih ekonomis (Bukhari, Behin, Kazemian, & Rohani, 2014). Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa pencucian zeolit dengan menggunakan berbagai asam seperti HCl, HNO_3 dan H_2SO_4 telah dilakukan untuk memberikan hasil adsorpsi yang lebih baik pada zeolit hasil sintesis (Panitchakarn, Klamrassamee, Laosiripojana, Viriya-empikul, & Pavasant, 2013). Metode – metode sederhana ini sangat menarik untuk dikembangkan lebih lanjut karena mudah dan tidak membutuhkan biaya yang besar untuk proses sintesis zeolit

dengan menggunakan bahan baku *fly ash*. Penelitian tentang penggabungan metode refluks dengan penggunaan gelombang ultrasonik dan gelombang mikro dalam konversi *fly ash* menjadi zeolit belum banyak dilaporkan pada literatur. Sementara itu, aktivasi oleh asam dapat pula dilakukan untuk meningkatkan kinerja zeolit hasil konversi.

Salah satu karakteristik zeolit yang berpengaruh pada kemampuan kerja zeolit adalah sifat asam. Sifat asam sangat berkaitan dengan kemampuan katalitik zeolit yang biasanya digunakan sebagai katalis dalam berbagai proses reaksi (W. Li, Tu, Zheng, Luo, & Da, 2016). Zeolit dapat diidentifikasi sifat asamnya melalui interaksi dengan menggunakan basa salah satunya adalah basa ammonia (NH_3). Metode TPD (*Temperature Programmed Desorption*) ammonia telah ditetapkan sebagai metodologi yang efektif dan mudah untuk menganalisa karakteristik keasaman beberapa padatan asam, salah satunya adalah pada zeolit. Diameter kinetik ammonia yang relatif kecil ($2.6 \text{ \AA}$) cukup untuk mencapai hampir seluruh bagian situs asam pada pori zeolit (Suzuki, 2009). Selain itu, desorpsi molekul basa seperti NH_3 , piridin, n-butilamin, quinolin dan yang lainnya juga dapat dijadikan sebagai dasar untuk menganalisis jumlah dan kekuatan asam pada katalis padatan seperti zeolit (Deka, 1998). Penelitian tentang keasaman zeolit *fly ash* ini pun belum banyak tersedia di literatur.

Pada penelitian ini dipelajari karakter dan keasaman zeolit hasil konversi dari *fly ash* dengan metode refluks yang menggabungkan *pre-treatment* gelombang ultrasonik (zeolit E), gelombang mikro (zeolit C1) dan gabungan kedua gelombang (zeolit C2). Pada metode refluks digunakan larutan basa Natrium hidroksida (NaOH) 2M selama 24 jam. Untuk mengaktivasi zeolit dilakukan pula pencucian dengan asam klorida (HCl) menghasilkan zeolit Aw-C1, Aw-C2 dan Aw-E. Keasaman zeolit hasil konversi ditentukan dengan menggunakan metode adsorpsi NH_3 . Penelitian sejenis belum banyak dilaporkan dalam literatur. Pengaruh dari *pre-treatment* dan aktivasi dengan asam dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR, XRD dan TG-DTA.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah sifat asam zeolit dari *fly ash* yang disintesis melalui *pre-treatment* gelombang ultrasonik dan gelombang mikro ?
2. Bagaimana pengaruh pencucian asam (*acid washing*) terhadap jumlah situs asam zeolit dari *fly ash* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh gelombang ultrasonik dan gelombang mikro pada proses *pre treatment* dalam konversi *fly ash* menjadi zeolit dengan menggunakan metode refluks, serta pengaruh pencucian asam (*acid washing*) terhadap karakteristik dan keasaman zeolit hasil konversi dilihat dari jumlah situs asam zeolit.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah, dapat memanfaatkan limbah padat *fly ash* sebagai bahan baku alternatif pembuatan zeolit sintesis, serta mendapatkan metode yang lebih sederhana dan terjangkau untuk mengubah limbah *fly ash* menjadi zeolit. Pada penelitian ini pula dapat dipelajari karakteristik zeolit hasil konversi, terutama dilihat dari sifat asam zeolit hasil konversi tersebut.

1.5 Struktur Organisasi Skripsi

Skripsi ini terdiri atas lima bab, bab pertama yaitu pendahuluan berisi subbab tentang latar belakang yang mengemukakan alasan mendasar diadakannya penelitian, kemudian rumusan masalah untuk menunjukkan masalah – masalah apa saja yang akan diteliti dalam penelitian, selain itu terdapat tujuan yang akan dicapai dalam melaksanakan penelitian, juga manfaat yang akan diberikan dari adanya penelitian yang dilakukan, dan struktur organisasi skripsi yang menjelaskan tentang Gambaran skripsi yang dibuat. Bab kedua yaitu tinjauan pustaka berisi subbab tentang teori –

teori yang berkaitan dengan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini. Bab ketiga yaitu metode penelitian, menjelaskan tentang prosedur yang dilakukan dalam penelitian, pada subbab – nya berisi tentang waktu dan tempat dilaksanakannya penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian, dan tahapan – tahapan dari prosedur yang dilakukan pada saat penelitian. Bab keempat yaitu hasil dan pembahasan, berisi hasil – hasil yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan beserta pembahasan hasil berdasarkan literatur. Kemudian bab kelima yaitu kesimpulan dan saran, berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dan juga saran untuk penelitian yang akan datang.