

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir kaliofilit (KAlSiO_4) telah menjadi mineral yang menarik dari sudut pandang industri dengan memiliki berbagai aplikasi di bidang teknologi dan medis. Pengembangan serta penelitian mendalam mengenai senyawa kaliofilit berbanding terbalik dengan perkembangan kebutuhan industri terhadap senyawa kaliofilit ini. Mengingat variatifnya manfaat dari kaliofilit baik skala industri, pertanian maupun pada bidang kesehatan. Manfaat dari kaliofilit diantaranya adalah sebagai katalis heterogen pada industri biodiesel, sebagai pelapis anti korosi yang terkorosi oleh basa, sebagai sumber kalium untuk tanah pertanian dan pada bidang kesehatan biasa digunakan sebagai semen kedokteran gigi restoratif.

Biaya proses sintesis seringkali menjadi pertimbangan utama. Dalam beberapa penelitian dilakukan upaya-upaya untuk mengembangkan sintesis baru menggunakan bahan baku yang mudah ditemukan tersedia secara luas dan murah dengan energi yang tidak besar pula. KAlSiO_4 yang disintesis pada umumnya menggunakan suhu tinggi menggunakan kaolin. Pertimbangan waktu dan suhu pada proses sintesis. Pada penelitian lain, dibutuhkan pencampuran bahan kaolin yang dikalsinasi dengan proporsi stoikiometri pada suhu $700\text{ }^\circ\text{C}$ dan $800\text{ }^\circ\text{C}$ pada tekanan atmosfer. Pada suhu tersebut, energi yang dibutuhkan tentu sangat besar, perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan kaliofilit dengan bahan serta energi yang lebih efektif.

Kasus-kasus transformasi aluminosilikat dan silika zeolit umumnya digunakan dalam media larutan alkali. Ada beberapa kasus studi transformasi menggunakan media larutan florida. Zeolit silika lebih mudah disintesis pada media hidroksida, tetapi selalu menggunakan SDA. Fakta-fakta ini menunjukkan bahwa transformasi zeolit dalam media florida terjadi oleh pembubaran zeolit induk sepenuhnya. Transformasi dalam media larutan florida cenderung ditentukan oleh SDA. Karena pelarutan total, proses pembentukan senyawa baru

dalam media larutan florida membutuhkan waktu yang relatif lama dan suhunya relatif tinggi [9].

Zeolit merupakan salah satu material yang memiliki banyak manfaat. Telah banyak aplikasi zeolit yang dimanfaatkan sebagai adsorben, katalis dan penukar ion. Material zeolit berupa mineral kristal yang tersusun oleh alumina silika tetrahidrat berpori dengan struktur kerangka tiga dimensi. Zeolit terbentuk oleh tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$ yang dihubungkan oleh atom-atom oksigen membentuk kerangka tiga dimensi terbuka. Dalam struktur tersebut mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga. Kanal-kanal dan rongga-rongga zeolit tersebut terisi oleh ion-ion logam alkali ataupun alkali tanah juga molekul air yang dapat bergerak bebas di dalamnya [1].

Zeolit alam terbentuk karena adanya pembentukan kompleks dengan berbagai perubahan alam pada batuan menghasilkan proses kimia dan fisika. Menurut ahli geokimia dan mineralogi zeolit merupakan produk dari gunung berapi yang membeku menjadi batuan sedimen, vulkanik dan batuan metamorfosa. Dengan pengaruh perubahan panas dan dingin alam, batuan-batuan tersebut kemudian mengalami proses pelapukan sehingga membentuk mineral-mineral zeolit [2].

Zeolit alam merupakan mineral yang memiliki jumlah banyak dengan distribusi yang tidak merata, seperti *mordenit*, *klinoptilolit*, *phillipsit*, *laumontit* dan *chabazit*. Penambangan zeolit dapat secara langsung ditambang dari alam. Oleh karena itu, harga zeolit alam jauh lebih rendah daripada zeolit hasil sintesis. Terdapat beberapa kelemahan pada zeolit alam, di antaranya zeolit alam masih mengandung banyak unsur pengotor seperti K, Na, Mg, Mn dan Ca, selain itu derajat kristalinitas zeolit alam kurang baik. Keberadaan pengotor-pengotor dalam zeolit akan mengurangi aktivitas zeolit. Untuk dapat digunakan sebagai adsorben, katalis maupun aplikasi lainnya, karakter zeolit alam diperbaiki dan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagaimana kebutuhan. Perbaikan ini biasanya dilakukan dengan aktivasi dan modifikasi zeolit alam. Perlakuan aktivasi dan modifikasi ini dilakukan selain untuk menghilangkan pengotor dalam zeolit alam, proses aktivasi zeolit juga dapat mengubah sifat-sifat dari zeolit, seperti keasaman dan luas permukaan. Peningkatan keasaman dan luas permukaan zeolit dapat

meningkatkan aktivitas katalitik dari zeolit. Sifat zeolit yang mudah dimodifikasi luas permukaan dan keasamannya menjadi salah satu kelebihan dari zeolit [3].

Tingginya penggunaan kaleng sebagai kemasan minuman ataupun makanan menghasilkan kelimpahan limbah kaleng di Indonesia. Limbah kaleng minuman kandungan tertingginya adalah alumina sebesar 98% [4]. Begitu pula dengan limbah sekam padi di Indonesia, pada tahun 2006 saja Indonesia telah memproduksi gabah kering giling mencapai lebih dari 54,4 juta ton. Dari data tersebut Indonesia memproduksi sedikitnya 10 juta ton sekam padi per tahun [5]. Komposisi kimia limbah abu sekam padi sendiri telah dianalisis oleh Stiara (2016) yakni SiO_2 80,25% ; Na_2O 0,05% ; Al_2O_3 3,01%, CaO 0,7%, dan SO_3 0,3%. Kandungan silika yang tinggi membuat limbah abu sekam padi kerap dijadikan sebagai sumber silika dalam beberapa sintesis zeolit [6].

Bahan-bahan tersebut berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan zeolit sintesis. Zeolit berupa kristal aluminosilikat yang terdiri atas aluminium, silikon, dan oksigen dengan rasio $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 4 : 0,3 : 1 : 190$ [4]. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang dkk (2013) yang berhasil mensintesis zeolit tipe kerangka FAU menggunakan sumber silika dan alumina yang berasal dari bahan kimia murni pada waktu aging 28 hari [7].

Dalam peningkatan efisiensi zeolit hasil sintesis, yang dalam hal ini ditujukan pada efisiensi bahan, metode, waktu, dan konsumsi energi. Metode sintesis yang belakangan ini menjadi perhatian kimiawan dalam sintesis zeolit adalah metode transformasi. Yang dimaksud metode transformasi zeolit yaitu perubahan antar tipe pada kerangka zeolit ataupun mineral aluminosilikat lainnya. Kelebihan dari metode transformasi ini memerlukan suhu yang relatif lebih rendah dan waktu lebih singkat.

Perolehan senyawa target melalui jalan transformasi dapat menunjukkan beberapa karakteristik seperti keasaman yang unik, stabilitas termal, dan selektivitas bentuk zeolit nanoporous yang biasa diaplikasikan di industri mulai dari sebagai katalis hingga penukar ion. Zeolit merupakan salah satu katalis yang digunakan dalam industri minyak bumi dan beberapa pembuatan produk bahan kimia. Peningkatan optimalisasi aktivitas katalitik zeolit telah dilakukan melalui beberapa sintesis dengan menggunakan *seed* atau *organic directing agent* (SDA),

namun dengan metode tersebut membutuhkan pelarut-pelarut organik yang harganya relatif mahal. Beberapa peneliti kemudian melakukan jalan transformasi dengan menggunakan bahan-bahan yang lebih ekonomis [8].

Untuk tujuan ini, pendekatan yang lebih rasional dapat dikembangkan untuk mengoptimalkan sifat zeolit sekaligus menyediakan ruang desain yang fleksibel untuk menyesuaikan parameter sintesis secara mandiri. Parameter sintesis khas termasuk rasio silika-alumina yang mempengaruhi keasaman dan stabilitas hidrotermal zeolit, pH larutan media pertumbuhan dan kadar air, yang dapat disesuaikan untuk menyesuaikan ukuran zeolit serta sifat kristal. Maka dikembangkan metode untuk mengontrol polimorfisme zeolit melalui pemilihan parameter sintesis yang dapat disesuaikan dengan transformasi [8].

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Apakah zeolit FAU dapat disintesis dari limbah sekam padi dan botol kaleng aluminium pada suhu ruang?
2. Bagaimana hasil analisis unsur yang dilakukan pada zeolit FAU hasil sintesis?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan media basa NaOH dan KOH pada karakteristik kaliofilit hasil transformasi zeolit induk FAU terdealuminasi?
4. Bagaimana perubahan struktur kerangka yang terjadi pada hasil transformasi?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Sintesis zeolit induk FAU menggunakan bahan utama abu sekam padi dan botol aluminium pada keadaan alkali tanpa pemanasan dan waktu penyimpanan selama 40 hari dengan perbandingan mol $\text{Na}_2\text{O} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O}$ sebesar 4 : 0,3 : 1 : 190.

2. NaOH teknis digunakan sebagai pembentuk suasana alkali pada proses sintesis.
3. Zeolit induk FAU didealuminasi menggunakan larutan HCl 6 M untuk membersihkan logam lain dari limbah yang digunakan sebagai bahan utama sintesis dan mendapat zeolit FAU bersilika tinggi.
4. Transformasi zeolit dilakukan dengan penambahan basa dan akuades pada zeolit dengan variasi media basa.
5. Transformasi zeolit dilakukan pada suhu 150 °C dan waktu *aging* selama 3 hari.
6. Karakteristik produk aluminosilikat diidentifikasi menggunakan Difraktometer sinar-X (XRD).

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mensintesis zeolit FAU dari limbah sekam padi dan botol kaleng aluminium pada suhu ruang.
2. Mengetahui perbandingan Si/Al zeolit FAU hasil sintesis menggunakan fluoresensi sinar-X (XRF).
3. Mengetahui pengaruh perbedaan media alkali terhadap karakteristik aluminosilikat hasil transformasi zeolit FAU terdealuminasi yang dikarakterisasi menggunakan difraktometer sinar-X (XRD).
4. Mengetahui perubahan struktur kerangka yang terjadi pada aluminosilikat hasil transformasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi untuk bidang pendidikan, bidang industri maupun masalah lingkungan serta bidang lainnya yang memiliki kaitan keperluan dengan sintesis, transformasi zeolit dan kaliofilit.