

## Pengaruh Konsentrasi KOH terhadap Jenis Zeolit Sintetis dari Abu Dasar Batubara dengan Metode Peleburan Alkali Hidrotermal

Hamidah, Afdhal Muttaqin\*

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang

Kampus Unand Limau Manis, Pauh, Padang 25163

\*hamidahmail@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis zeolit dari abu dasar batubara menggunakan metode peleburan alkali hidrotermal dengan KOH sebagai aktivator. Konsentrasi KOH yang digunakan adalah 0,1 mol, 0,3 mol dan 0,5 mol. Peleburan alkali dilakukan pada temperatur 550 °C selama 1 jam dan proses hidrotermal dilakukan pada temperatur 100 °C selama 6 jam dengan variasi media kristalisasi aquades dan air laut. Sampel hasil sintesis dicuci dengan aquades hingga mencapai pH 9-10. Zeolit yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan XRD. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa zeolit yang terbentuk menggunakan media kristalisasi aquades adalah potassium aluminum silicate (megakalsilit), leucit, muskovit dan masih banyak kandungan kuarsa. Sampel yang disintesis menggunakan media kristalisasi air laut mengandung megakalsilit, leucit, muskovit dan sodalit.

Kata kunci: Potassium aluminum silicate, megakalsilit, konsentrasi.

### ABSTRACT

*Synthesis of zeolites from coal bottom ash with KOH as an activator with fusion step followed by hydrothermal treatment method have been carried. KOH concentrations were 0,1 mol, 0,3 mol and 0,5 mol. Alkali melting process was carried out at 550 °C for 1 hour while hydrothermal process at temperature of 100 °C for 6 hours using two crystallization media; distilled water and sea water. The synthesized samples were washed with distilled water until pH of 9-10. The type of zeolite were characetrised using XRD. XRD results show that the zeolite synthesized using distilled water as crystallized media contains potassium aluminum silicate (megacalsilite), leucite, muscovite with addition of still high contents of quartz. While the samples using sea water crystallization media contains potassium megacalsilite, muscovite, leucite and sodalite.*

*Keywords: Potassium aluminum silicate, megacalsilite, concentration.*

## I. PENDAHULUAN

Zeolit merupakan kristal alumina silika terhidrasi yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi terbuka dan berongga yang berisi ion logam dan molekul air yang bergerak bebas (Mumbton, 1985). Zeolit terbagi atas zeolit alam dan zeolit yang disintesis di laboratorium. Zeolit sintetis dapat dibuat dari bahan yang mengandung unsur aluminium (Al) dan silikon (Si) sebagai rangka utama dari sebuah zeolit. Limbah batubara, baik itu abu dasar maupun abu layang, banyak digunakan dalam proses pembuatan zeolit karena mengandung Al dan Si yang cukup besar. Abu dasar sendiri memiliki kandungan SiO<sub>2</sub> (silika) dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alumina) sebesar 57,236% (SiO<sub>2</sub>) dan 33,172% (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (Sari, 2016) dan abu layang sebesar 26,85% (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan 51,8% (SiO<sub>2</sub>) (Fatiha, 2013). Pembuatan zeolit dari abu dasar telah menghasilkan berbagai jenis zeolit sintetis, seperti zeolit A, zeolit Na-X, zeolit Na-P, sodalit, kuarsa, hidroksisodalit (Oktaviani dan Muttaqin, 2015), zeolit X, P, A dan sodalit (Nikmah, 2008), zeolit Na-X, Na-P, hidroksisodalit dan kuarsa (Lestari dan Muttaqin, 2015), zeolit Na-X, Na-P, hidroksisodalit (Waleza dan Muttaqin, 2015), zeolit Na, Na-A, P dan unnamed zeolite (Sriwahyuni dkk., 2015). Hingga saat ini telah ditemukan tidak kurang dari 176 jenis zeolit sintetis (Baerlocher dkk., 2007).

Dalam pemanfaatannya, zeolit sintetis dimanfaatkan pada berbagai aplikasi seperti sebagai absorben, penukar ion, katalis dan aplikasi bidang elektronika. Pemanfaatan aplikasi zeolit dalam bidang elektronika dikembangkan sebagai sumber material semikonduktor dimana nilai konduktivitas listrik dari zeolit dipengaruhi oleh jenis zeolit dan derajat kristalinitasnya (Lestari dan Muttaqin, 2015).

Sriwahyuni dkk. (2015) melakukan penelitian sintesis zeolit dari bahan abu dasar menggunakan metode peleburan alkali hidrotermal dengan menggunakan aktivator NaOH. Media kristalisasi yang digunakan adalah aquades dan NaAlO<sub>2</sub> (Natrium Aluminat) dengan

temperatur peleburan 550 °C, 750 °C dan 950 °C. Zeolit yang dihasilkan dengan media kristalisasi aquades adalah zeolit tipe Na sedangkan zeolit yang dihasilkan dengan media kristalisasi NaAlO<sub>2</sub> adalah zeolit tipe Na-A, zeolit P dan unnamed zeolite.

Pembuatan zeolit berbahan abu layang dengan aktivator KOH dilakukan oleh Fansuri dkk. (2009), yaitu menggunakan KOH (Kalium Hidroksida) sebagai sumber kation sekaligus medium basa. Penulis mendapatkan zeolit tipe khabazit (CHA) untuk temperatur hidrotermal rendah (mendekati 100 °C) dan phillipsit (PHI) untuk temperatur hidrotermal tinggi (mendekati 180 °C). Selain itu Fansuri dkk. (2009) juga mendapatkan nilai kemampuan penukar kation (Cation Exchange Capacity) dari zeolit yang meningkat seiring lamanya waktu hidrotermal kedua. Penelitian Fansuri dkk. (2009) dan Sriwahyuni dkk. (2015), menunjukkan bahwa aktivator menentukan jenis zeolit yang dihasilkan jika dilakukan penelitian menggunakan aktivator KOH dan menggunakan aquades dan air laut sebagai media kristalisasinya.

Penelitian yang dilakukan adalah sintesis zeolit dari abu dasar batubara mengkombinasikan penggunaan KOH dengan metode yang dilakukan oleh Sriwahyuni dkk., (2015). Variasi mol KOH yang digunakan sebesar 0,1 mol, 0,3 mol dan 0,5 mol. Variasi mol dimaksudkan untuk menghasilkan zeolit sintetis dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Karakterisasi struktur untuk menentukan jenis zeolit dilakukan menggunakan XRD.

## II. METODE

Bahan yang digunakan adalah: abu dasar batubara, KOH, air laut, aquades, Aquabidestilat. Bahan dasar yang digunakan diayak terlebih dahulu dan dicampur dengan KOH 0,1 mol, 0,3 mol, dan 0,5 mol. Sampel yang telah dicampur merata dimasukkan ke dalam *furnace* bertemperatur 550 °C selama 1 jam. Selanjutnya, 20 g sampel dilarutkan dengan 250 ml aquabidestilat. Sampel diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam. Setelah diaduk, sampel dimasukkan ke dalam botol *polietilen* dan di-*aging* selama 2 jam pada temperatur 25 °C, lalu disaring dengan menggunakan kertas *whatman* 42 dan diambil ekstraknya. Ekstrak sampel dari hasil penyaringan dilarutkan dengan dua jenis larutan yang berbeda. Tiga sampel pertama dilarutkan dengan 50 mL air laut dan 3 sampel kedua dilarutkan dengan 50 mL aquades. Sampel kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama satu jam. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam reaktor hidrotermal (*Teflon Autoclave*) pada temperatur 100 °C selama 6 jam. Setelah dioven, sampel dikeluarkan dari reaktor hidrotermal, dipisahkan dari filtratnya, lalu dicuci dengan aquades hingga mendapatkan pH 9-10. Setelah diperoleh pH yang diinginkan, sampel kemudian dikeringkan pada temperatur 100 °C selama 12 jam.

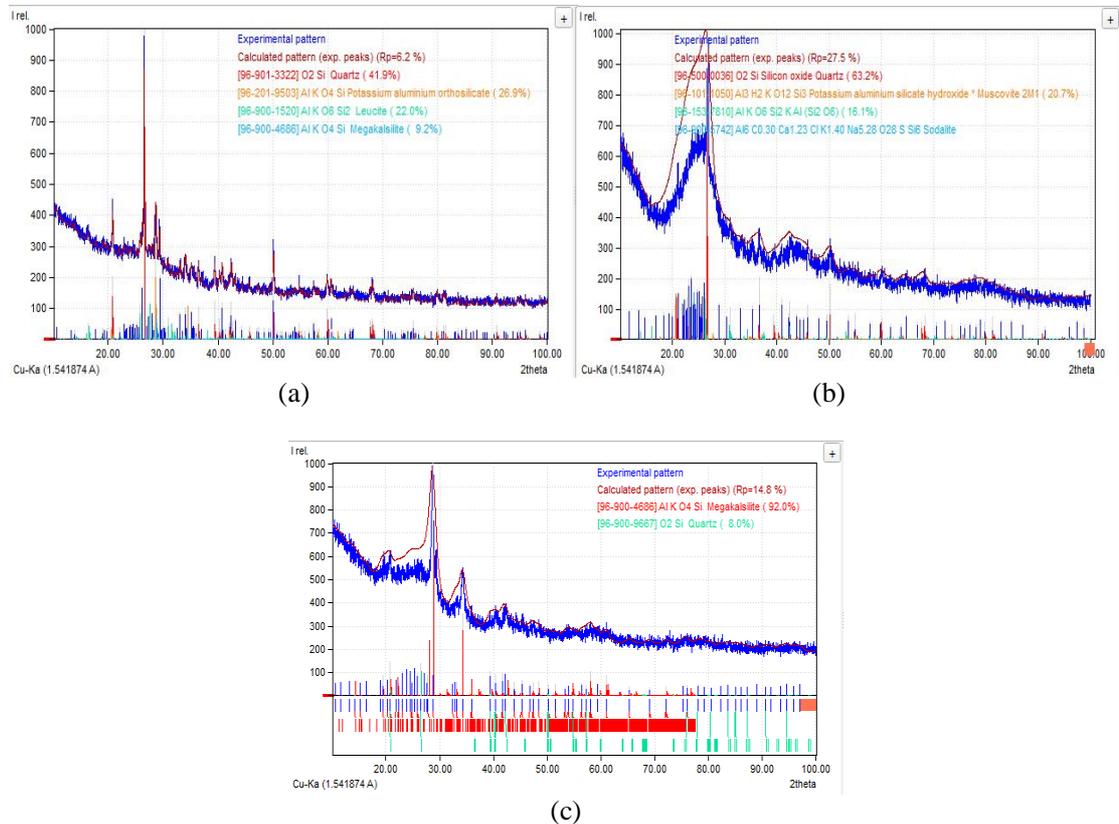
## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Komposisi dan Jenis Zeolit Sintesis

Penentuan komposisi dan jenis zeolit yang terbentuk dari keenam sampel dilakukan dengan menggunakan XRD (X-Ray Diffractometer). Puncak difraksi yang didapatkan dari data pengukuran dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X yaitu International Center of Diffraction Database (ICDD). Pola difraksi sinar-X pada Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil sintesis zeolit pada variasi mol KOH 0,1 mol, 0,3 mol dan 0,5 mol dengan media kristalisasi aquades berhasil menumbuhkan Potassium Aluminum Silicate (megakalsilit), muskovit, leucit dan sodalit. Berdasarkan hasil pada Gambar 1 terlihat puncak-puncak kurva difraksi yang dihasilkan oleh masing-masing sampel mengalami pergeseran yang signifikan. Titik intensitas tertinggi dari pola difraksi yang dihasilkan diperoleh pada sudut  $2\theta = 26,5699$  (0,1 mol),  $2\theta = 26,7843$  (0,3 mol) dan  $2\theta = 28,6693$  (0,5 mol), terutama pada sudut  $2\theta = 28,6693$  yang sesuai dengan puncak karakteristik dari standar ICDD nomor 00-033-0988.

Pada variasi media kristalisasi sintesis zeolit dengan media kristalisasi aquades masih banyak terdapat kuarsa (SiO<sub>2</sub>) yaitu 41,9% untuk 0,1 mol KOH, 63,2% untuk 0,3 mol KOH dan 92% untuk 0,5 mol KOH yang merupakan kandungan dari abu dasar batubara (Gambar 1 dan Tabel 1). Konsentrasi megakalsilit pada 0,5 mol KOH adalah 92% dan konsentrasi kuarsanya adalah 8%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah mol KOH yang digunakan dalam sintesis zeolit menggunakan media kristalisasi aquades maka konsentrasi kuarsa yang

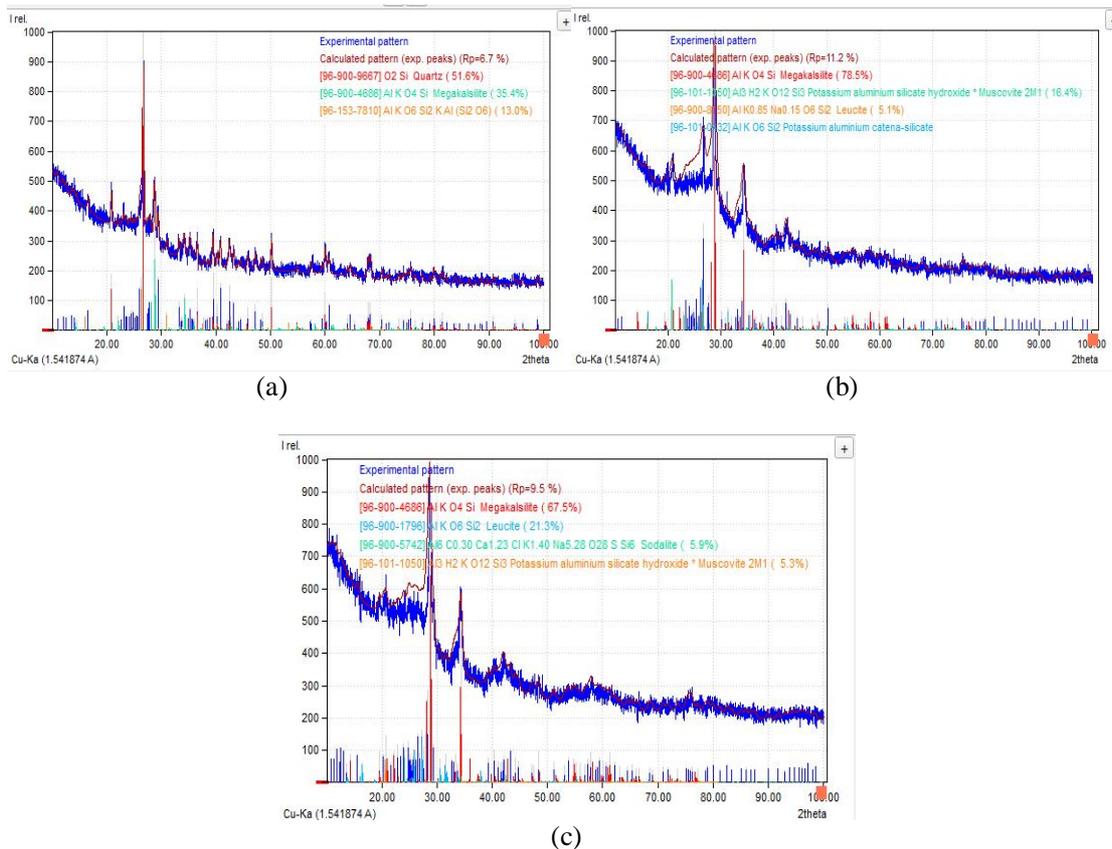
terdapat pada sampel akan semakin berkurang. Masih terdapatnya senyawa-senyawa kandungan abu dasar batubara mengindikasikan bahwa proses pembentukkan zeolit tidak terjadi secara maksimal, karena tidak semua senyawa  $Al_2O_3$  dan  $SiO_2$  yang berikatan dan membentuk zeolit. Hal ini juga didapatkan oleh Jumaeri dkk. (2009) dengan menggunakan variasi konsentrasi NaOH sebesar 2 mol, 4 mol dan 6 mol dimana hasil yang didapatkan oleh Jumaeri dkk. (2009) adalah semakin besar konsentrasi proses zeolitisasi makin efektif.



**Gambar 1** Pola difraksi sinar-X dari zeolit sintetis KOH (a) 0,1 mol (b) 0,3 mol dan (c) 0,5 mol dengan media kristalisasi aquades

Sedangkan pada sampel yang menggunakan media kristalisasi air laut menghasilkan pola difraksi sinar-X seperti pada Gambar 2. Pada sampel ini terlihat bahwa semakin besar konsentrasi mengakibatkan menghilangnya puncak disejumlah sudut yang diindikasikan berdasarkan ICCD sebagai kuarsa ( $SiO_2$ ) yang merupakan salah satu unsur penyusun utama dari abu dasar.

Puncak spektra tertinggi untuk media kristalisasi air laut adalah pada sudut  $2\theta = 26.5759$  (0,1 mol),  $2\theta = 28.6691$  (0,3 mol) dan  $2\theta = 28.6637$  (0,5 mol). Hasil pola untuk 0,3 mol dan 0,5 mol sesuai dengan puncak karakteristik dari standar ICDD yang merupakan pola dari kristal megakalsilit. Konsentrasi megakalsilit yang didapatkan menggunakan media kristalisasi air laut adalah 36,4% (0,1 mol); 78,5% (0,3 mol) dan 67,5% (0,5 mol) (Tabel 3.1). Dari hasil persentase yang didapatkan tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi KOH 0,3 mol memiliki persentase paling besar dan menghasilkan megakalsilit lebih murni dari pada konsentrasi KOH 0,1 mol dan 0,5 mol. Secara umum, megakalsilit memiliki nilai FD (*Frame work*) sebesar 20 atom T per 1000 Å. Nilai FD menunjukkan kerapatan struktur, nilai FD yang lebih besar berarti struktur yang lebih rapat. Struktur yang lebih rapat akan berhubungan dengan pori yang lebih kecil. Zeolit dan produk lain yang didapat dari penelitian ini memiliki nilai FD yang relatif besar.



Gambar 2 Pola difraksi sinar-X dari zeolit sintetis KOH (a) 0,1 mol (b) 0,3 mol dan (c) 0,5 mol dengan media kristalinitasnya air laut.

Tabel 1 Daftar fase dan persentase hasil sintesis masing-masing sampel.

Produk yang dihasilkan	Aquades			Air laut		
	0,1 mol	0,3 mol	0,5 mol	0,1 mol	0,3 mol	0,5 mol
Kuarsa	41,9%	63,2%	8%	51,6%	-	-
AlK <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	26,9%	-	-	-	-	-
Leucit	22%	-	-	-	5,1%	21,3%
Megakalsilit	9,2%	-	92%	35,4%	78,5%	67,5%
Muskovit	-	20,7%	-	13%	16,4%	5,3%
AlK <sub>6</sub> O <sub>6</sub> Si <sub>2</sub> Kal (Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	-	16,1%	13%	-	-	-
Sodalit	-	-	-	-	-	5,9%

Secara keseluruhan, penggunaan air laut berhasil meningkatkan kemurnian zeolit sintetis. Sampel dengan 0,3 mol KOH menggunakan media kristalisasi air laut mengalami peningkatan terhadap kemurnian zeolit dari pada semua sampel karena kandungan kuarsa pada sampel ini sudah berkurang.

#### IV. KESIMPULAN

Konsentrasi KOH mempengaruhi pembentukan zeolit. Konsentrasi KOH dengan 0,1 mol dan 0,5 mol dengan media kristalisasi aquades menghasilkan zeolit megakalsilit dan kuarsa. Konsentrasi KOH dengan 0,3 mol dengan media kristalisasi air laut menghasilkan zeolit megakalsilit, leucit dan muskovit. Konsentrasi KOH 0,5 mol menghasilkan zeolit dengan tingkat kemurnian yang lebih baik untuk media kristalisasi aquades dan KOH 0,3 mol untuk media kristalisasi air laut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Baerlocher, C., Mccusker, L. B., Olson, D. H., 2007, *Atlas of Zeolite Framework Types*, Published on Behalf of The Structure Commission of The International Zeolite Association, Elsevier, Amsterdam.
- Fansuri, H., Prasetyoko, D. dan Muasyaroh, D., 2009, Effect of Initial Hydrothermal Temperatures to Zeolite Products in the Synthesis of Zeolites from Coal Fly Ash, CHEMECA, Perth.
- Fatiha, W. Y., 2013, Sintesis Zeolit dari Fly Ash Batubara Ombilin pada Temperatur Rendah dengan Menggunakan Air Laut, *Skripsi*, FMIPA UNAND, Padang.
- Griffiths, P. R., 1975, *Chemical Infrared Fourier Transform*, Toronto, John Willey & SMS.
- Jumaeri, Astuti, W. dan Lestari, W.T.P., 2007, Preparasi dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Layang Batubara Secara Alkali Hidrotermal, *Jurnal Reaktor*, Vol. 11, No. 1, UNES, hal. 38-44.
- Lestari, T. dan Muttaqin, A., 2015, Pengaruh Air Laut Terhadap Sifat Listrik Zeolit Sintetis Dari Bottom Ash Melalui Proses Alkali Hidrotermal, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 7, No. 1, Jur. Fisika Unand, hal. 19-27.
- Mumpton, F.A., 1985, *Using Zeolites in Agriculture, Innovative Biological Technologies for Lesser Developed Countries*, State University College, Washington DC.
- Nikmah, R. A., 2008, Pengaruh Waktu dan Perbandingan Si/Al terhadap Pembentukan Zeolit A dari Abu Dasar Bebas Karbon dari PLTU PT. IPMOMI dengan Metode Hidrotermal, *Jurnal Zeolit Indonesia*, Vol. 7, No.1, Jur. Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Oktaviani, Y. dan Muttaqin, A., 2015, Pengaruh Temperatur Hidrotermal terhadap Konduktivitas Listrik Zeolit Sintetis dari Abu Dasar Batubara dengan Metode Alkali Hidrotermal, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 4, No. 4, Jur. Fisika Unand, hal. 358-364.
- Sari, N. K., 2016, Pengaruh Waktu Sonikasi terhadap Konduktivitas Listrik Zeolit Berbahan Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Peleburan Alkali Hidrotermal, *Skripsi*, FMIPA Unand, Padang.
- Sriwahyuni, N., Muttaqin, A., dan Astuti, 2015, Pengaruh Temperatur Peleburan Alkali terhadap Konduktivitas Listrik Zeolit dari Bottom ash Batu Bara, *Jurnal Fisika Unand*, Vol 7, No 1, Jur. Fisika Unand, hal. 19-27.
- Viklund, A., 2008, *Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF, XRD dan SEM-EDS*, *Jurnal Sains*, ITB, Bandung.
- Waleza, R. J. dan Muttaqin, A., 2015, Pengaruh Waktu Refluks terhadap Konduktivitas Listrik Zeolit Sintetik dari Abu Dasar, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 4, No. 4, Jur. Fisika Unand, hal. 17-23.
- Wustoni, S., Mukti, R. R., Wahyudi, A., Ismunandar, 2011, Sintesis Zeolit Mordenit dengan Bantuan Benih Mineral Alam Indonesia, *Jurnal Matematika dan Sains*, Vol. 16, No. 3, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITB.
- Yusri, S., 2012, Sintesis dan Karakterisasi Zeolit ZSM-5 Mesopori dengan Secondary Template dan Studi Awal Katalisis Oksidasi Metana, *Skripsi*, UI, Depok.