

## PEMAKAIAN *MICROWAVE* UNTUK OPTIMASI PEMBUATAN ZEOLIT SINTETIS DARI ABU SEKAM PADI

A.M. Fuadi, M. Musthofa, K. Harismah, Haryanto, N. Hidayati

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Post 1 Pabelan Kartasura Tel 57 102 0271 717 417

Email: fuadi60@yahoo.com

### Abstrak

*Sebagai negara agraris, Indonesia mempunyai hasil tanaman yang melimpah, diantaranya padi. Melimpahnya padi, berarti melimpahnya limbah padi berupa sekam padi. Pemanfaatan sekam padi belum maksimal. Di Indonesia, khususnya Sulawesi selatan, sekam padi biasanya bertumpuk dan hanya menjadi bahan buangan di sekitar penggilingan padi. Sebenarnya abu sekam padi mempunyai kandungan silika yang sangat tinggi yaitu lebih dari 95% (Fuadi, dkk., 2012) sehingga sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber silika menggantikan sumber lain yang mahal. Penelitian ini mencari kondisi optimum pada pembuatan zeolit sintetis dengan menggunakan aplikasi microwave dengan bahan baku abu sekam padi untuk mendapatkan zeolit sintetis dengan surface area yang maksimum. Sekam dicuci lalu diabukan dengan menggunakan furnace selama 8 jam pada suhu 800°C. Abu sekam diperoleh dicuci dengan HCl 2N, selanjutnya ditambah larutan NaOH pada suhu 90°C hingga membentuk pasta selanjutnya difurnace pada suhu 500°C. Selanjutnya dilarutkan dalam deionised water. Larutan yang terbentuk ditambah dengan NaAlO<sub>2</sub> yang dilarutkan dalam NaOH sampai homogen. Setelah homogen, campuran dimasukkan ke microwave pada berbagai variasi suhu dan waktu. Hasil pengujian X-ray Diffraction (XRD) dan Brunauer Emmet Teller (BET) menunjukkan terbentuknya zeolit dengan luas permukaan maksimum 45.6 m<sup>2</sup> setiap gram zeolit.*

**Kata kunci:** sekam padi, zeolit sintetis, microwave

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai Negara agraris mempunyai berbagai hasil pertanian yang sangat melimpah, diantaranya padi. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, produksi padi di seluruh Indonesia pada tahun 2013 mencapai 70866571 ton (<http://www.bps.go.id>). Sebagaimana kita ketahui, padi terdiri dari buah padi dan sekam padi. Kadar sekam padi mencapai sekitar 20 % dari berat padi. Kadar sekam padi di dalam padi bervariasi mulai dari 13 sampai 29 % (Hara, 1996; Krishnarao, et al., 2000). Melimpahnya padi, berarti juga melimpahnya limbah yaitu sekam padi. Pemanfaatan sekam padi belum maksimal, misalnya di Sulawesi selatan, sekam padi bertumpuk dan hanya menjadi bahan buangan di sekitar penggilingan padi. Sebenarnya abu sekam padi mempunyai kandungan silika yang sangat tinggi yaitu lebih dari 95% (Fuadi, dkk., 2012) sehingga sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber silika. Pemanfaatan yang maksimal dari limbah padi bisa meningkatkan pendapatan petani serta menjaga kebersihan lingkungan.

Penelitian ini akan mencoba memanfaatkan limbah sekam padi sebagai sumber silika pada pembuatan zeolit sintetis. Zeolit pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam biasanya mengandung kation-kation K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> atau Mg<sup>2+</sup> sedangkan zeolit sintetis biasanya hanya mengandung kation-kation K<sup>+</sup> atau Na<sup>+</sup>. Pada zeolit alam, adanya molekul air dalam pori dan oksida bebas di permukaan seperti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O dapat menutupi pori-pori atau situs aktif dari zeolit sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalisis dari zeolit tersebut. Dengan kata lain, zeolit alam mengandung banyak *impurities* yang menurunkan efektifitas zeolit. Zeolit merupakan kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, yang terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Secara empiris, rumus molekul zeolit adalah  $M_{n/m}^{m+} \cdot [Si_{1-n}Al_nO_2] \cdot nH_2O$ . Zeolit sintetis memiliki karakteristik yang berbeda dengan zeolit

alam. Karakteristik zeolit alam tergantung dengan kondisi geologis dan geografis alam, sedang zeolit sintesis sifat-sifatnya sangat tergantung dari proses sintesis, meliputi suhu, tekanan serta komposisi bahan baku (Auerbach, S., dkk, 2003).

Penelitian untuk memanfaatkan abu sekam padi sebagai bahan pembuatan zeolit sintesis telah banyak dilakukan (Ramli, Z., 2003, Nur, H. 2001). Sintesis zeolit dengan menggunakan metode hidrotermal dengan suhu 195°C selama 24 jam telah dilakukan (Vempati, et al., 2006). Uji struktur dan kristalinitas material dilakukan dengan X-Ray Diffraction (XRD). Pada penelitian ini menunjukkan bahwa dengan perbedaan komposisi bahan baku, maka hasil analisis XRD juga akan berbeda. Pembuatan zeolit sintesis dengan memanfaatkan limbah pembakaran batubara pernah dilakukan (Rozaria, dkk., 2012). Penelitian ini mencari kondisi suhu optimum dalam sintesis zeolit sintesis dengan metode hidrotermal. Abu terbang sebagai sumber silika. Proses sintesis optimum diperoleh pada suhu 170°C selama 72 jam. Secara keseluruhan bisa disimpulkan bahwa proses sintesis dengan metode hydrothermal memerlukan waktu yang sangat lama. Beberapa penelitian yang serupa disajikan di Tabel 1.

**Tabel 1. Beberapa penelitian teknik sintesis zeolit**

Tahun	Peneliti	Metode	Material	Pencapaian
2003	Ramli dkk	<i>hydrothermal</i>	Sekam Padi	T=120°C, 24 jam, kristalinitas tinggi
2007	Ozkan, A. dan Kalipcilar, H.	<i>hydrothermal</i>	<i>Chemical</i>	T= 120°C, 5 jam, kristalinitas tinggi
2008	Khabuanchalad, S. Dkk	<i>hydrothermal</i>	<i>Chemical</i>	T=100°C, 5 hari, kristalinitas tinggi
2004	Conner, C.W dkk	<i>Microwave</i>	<i>Chemical</i>	T=175°C, 30 menit, kristalinitas tinggi
2006	Xu, P.Y., dkk	<i>Microwave</i>	<i>Chemical</i>	T=150°C, 1 jam, kristalinitas tinggi

Metode pembuatan zeolit dengan menggunakan *microwave* bisa dijalankan dalam waktu yang sangat singkat. Fuadi, dkk., telah melakukan penelitian pembuatan zeolit dengan menggunakan *microwave*. Pada kondisi medium, stuktur kristalin zeolit sudah terbentuk ketika proses berlangsung 5 menit.

## 2. METODOLOGI

Sekam padi dicuci dengan menggunakan *deionized water*, selanjutnya diabukan dengan cara dipanaskan di *furnace* pada suhu 750°C selama 5 jam. Abu yang diperoleh dicuci dengan HCl untuk menghilangkan logam-logam yang terkandung di dalamnya, kemudian dinetralkan dengan beberapa kali pencucian hingga diperoleh pH netral. Bahan-bahan lain yang disiapkan antara, sodium hidroksida dan aluminium oksida. Setelah diperoleh abu sekam, proses selanjutnya adalah sintesis sodium silikat. Proses ini dilakukan dengan cara mencampur abu sekam padi dengan NaOH dipanaskan dan diaduk hingga terbentuk pasta, kemudian dipanaskan hingga terbentuk padatan. Padatan yang terbentuk dihaluskan kemudian dicampur dengan aluminium oksida dengan ditambah *deionized water*. Setelah homogen, dimasukkan di *microwave* pada berbagai waktu dan suhu. Setelah kondisi yang diinginkan tercapai, dilakukan pencucian hingga netral. Hasil yang diperoleh dikalsinasi pada suhu 400°C. Selanjutnya dilakukan uji karakteristik zeolit meliputi uji

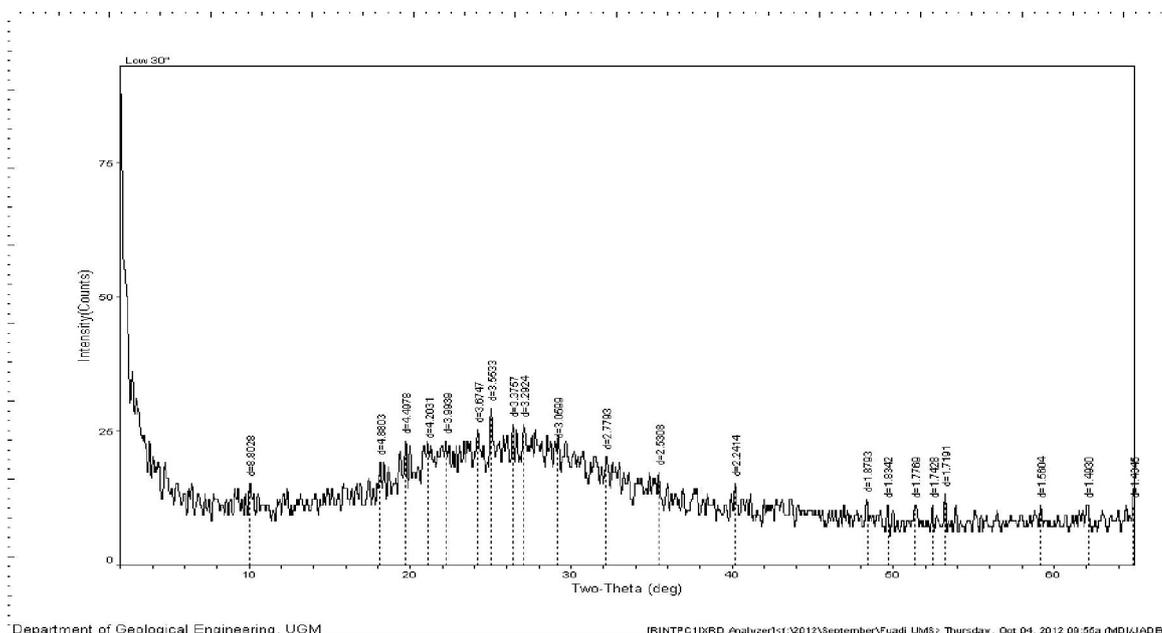
struktur kristal serta luas permukaan zeolit. Uji struktur kristal dilakukan dengan XRD, sedang luas permukaan dilakukan dengan uji *Brunauer Emmet Teller* (BET).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kadar silika di dalam abu sekam padi sangat tinggi yaitu 96%. Sintesis zeolit di *microwave* dilakukan pada berbagai suhu dan waktu dengan komposisi bahan baku yang tetap. Variasi suhu dilakukan dengan mengatur *microwave* pada berbagai kondisi, yaitu *low*, *med low* dan *medium*.

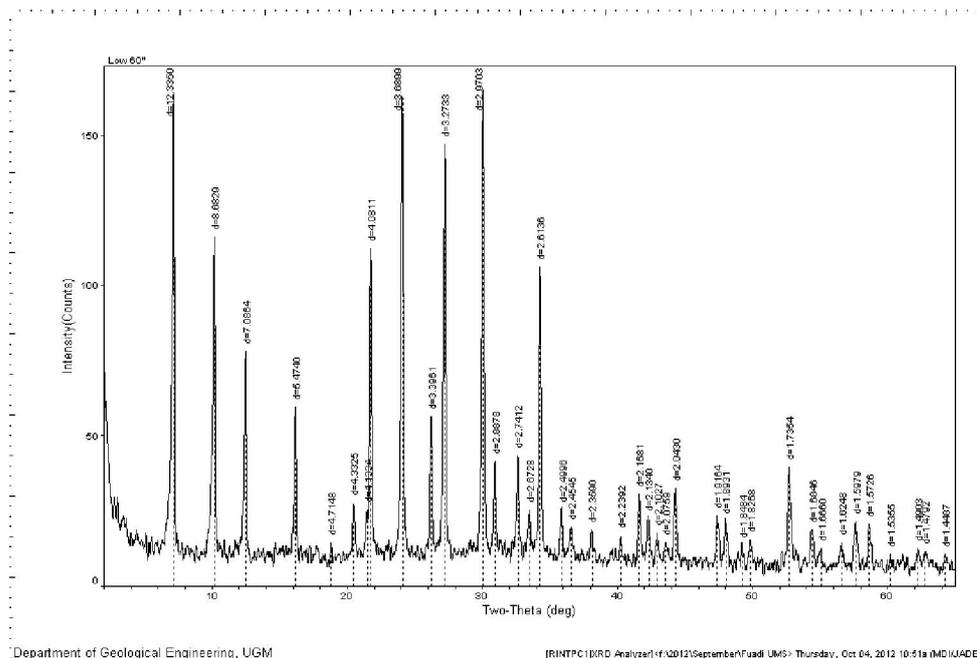
#### 3.1. Low Temperature

Pada kondisi ini proses sintesis zeolit dilakukan pada berbagai waktu, yaitu 30, 60, 90 dan 100 menit. Berdasarkan hasil uji XRD, pada kondisi ini tidak semua proses menghasilkan struktur kristalin. Proses sintesis yang dilakukan selama 30 menit strukturnya amorf, sedang proses yang dilakukan pada waktu 60, 90 dan 100 menit menunjukkan struktur kristalin. Secara keseluruhan, menunjukkan bahwa proses pembentukan struktur kristalin dipengaruhi oleh suhu dan waktu. Pada proses med low, struktur kristalin sudah bisa dicapai meskipun proses baru berjalan 20 menit, bahkan pada kondisi med, struktur kristalin sudah bisa dicapai meski proses baru berjalan 5 menit. Disamping itu, hasil uji XRD juga menunjukkan jika waktu proses terlalu lama, maka ada kecenderungan menurunnya kristalinitas. Pada kondisi med, jika waktu proses di *microwave* lebih dari 10 menit, menunjukkan ada penurunan kristalinitas. Contoh hasil uji XRD ditunjukkan di Gambar 1 dan 2.



**Gambar 1. Hasil uji XRD sintesis zeolit pada *low temperature*, 30 menit**

Gambar 1, menunjukkan bahwa kondisi proses sintesis zeolit pada *low* selama 30 menit belum berhasil, Uji XRD pada  $2\theta$  tidak menunjukkan adanya struktur kristalin, Sebagaimana konsep dasar pada reaksi, bahwa kecepatan reaksi sangat dipengaruhi oleh suhu. Pada Gambar 2 menunjukkan proses *low* yang dijalankan selama 60 menit mampu membentuk struktur kristalin yang tinggi. Seluruh hasil dari proses sintesis di *microwave* yang menunjukkan terbentuknya struktur kristalin dilakukan pengujian untuk mengetahui luas permukaannya. Sementara dari hasil uji BET menunjukkan bahwa ada perbedaan luas permukaan dari zeolit yang terbentuk. Hasil uji BET ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 2. Hasil uji XRD sintesis zeolit pada *low temperature*, 60 menit

Tabel 2. Hasil uji BET

o	Kondisi Proses Sintesis		Hasil XRD	Hasil Uji BET m <sup>2</sup> /g
	Tingkat Pemanasan	Waktu (menit)		
Low		30	amorphous	Tidak diuji
		60	kristal	43
		90	kristal	31
		100	kristal	18
Medium Low		10	amorphous	Tidak diuji
		20	kristal	18
		30	kristal	24
		60	kristal	25
		90	kristal	13
		100	amorphous	Tidak diuji
Medium		5	kristal	26
		10	kristal	33

Hasil pengujian BET menunjukkan luas permukaan terluas terjadi pada proses low. Pada proses yang dijalankan suhu rendah, maka terbentuknya kristalin juga secara perlahan-lahan. Proses yang terjadi secara perlahan ini lebih member kesempatan untuk terbentuknya struktur yang lebih teratur sehingga menghasilkan luas permukaan yang lebih baik.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, bisa disimpulkan bahwa proses sintesis zeolit dengan menggunakan microwave dengan bahan baku abu dari sekam padi bisa dijalankan dalam waktu yang singkat. Untuk mendapatkan luas permukaan zeolit yang maksimal lebih baik dilakukan pada kondisi low. Pada kondisi med low dan med justru akan menurunkan luas permukaan dari zeolit. Perlu ada tindak lanjut untuk mendapatkan luas permukaan yang maksimal pada kondisi low pada kisaran waktu antara 30 sampai 90 menit.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian UMS yang telah mendanai penelitian ini, serta kepada mahasiswa yang telah membantu dalam pelaksanaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Auerbach, S., Carrado, K., and Dutta, P., 2003, "Hand book of zeolite science and technology", Marcel Dekker, Inc., New York
- Ramli, Z., dan Bahruji, H., 2003, "Synthesis of HZSM-5 Type Zeolite using Crystalline Silica of Rice Husk Ash", Malaysian journal of Chemistry, (5), 1.
- Rozaria, Anhairona and Sudarman, Grafellia and Br Ginting, simparmin and Ghofar, Abdul (2012) *Optimasi Temperatur Pada Proses Sintesis Zeolit Analsim Dari Abu Terbang Batubara*. In: Seminar Nasional AVoER IV Tahun 2012, 28-29 Nopember 2012, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Vempati R. K., Borade R., Hegde R. S., Komarneni S., (2006), "Template free ZSM-5 from siliceous rice hull ash with varying C contents", Microporous and Mesoporous Materials, 134-140