

# Sintesis Zeolit NaX dengan Bantuan *Microwave* Sebagai Katalis untuk Menurunkan Viskositas Minyak Berat

Hilman I. Umam<sup>1</sup>, Akfiny H. Aimon<sup>1</sup>, Ferry Iskandar<sup>1, 2,a)</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Material Energi dan Lingkungan  
Kelompok Keahlian Fisika Material dan Elektronik, Program Studi Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Bandung 40132 Indonesia

<sup>2</sup>Research Center for Nanoscience and Nanotechnology (RCNN)  
Institut Teknologi Bandung, Bandung 40132 Indonesia

<sup>a)</sup> ferry@fi.itb.ac.id (corresponding author)

## Abstrak

*Pada penelitian ini telah dipelajari penggunaan bantuan energi microwave sebagai metode pemanasan untuk sintesis zeolite yang lebih singkat. Parameter lamanya waktu pemanasan microwave divariasikan untuk mendapatkan kondisi optimal dalam sintesis zeolite NaX. Pengaruh pemanasan microwave terhadap produk zeolite yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan XRD dan SEM untuk melihat ukuran kristal, ukuran partikel rata-rata, dan morfologi dari zeolite NaX hasil sintesis. Berdasarkan hasil XRD menunjukkan bahwa pemanasan microwave mampu mempercepat proses kristalisasi yang ditunjukkan dari munculnya puncak-puncak intensitas difraksi. Selain itu berdasarkan hasil karakterisasi SEM menunjukkan terjadinya perubahan morfologi setelah diberikan pemanasan microwave selama 3 menit yang berpengaruh terhadap ukuran partikel dari sampel yang semakin kecil. Ukuran partikel untuk sampel yang tidak diberikan pemanasan microwave dan dengan menggunakan pemanasan microwave selama 3 menit berturut-turut adalah 461,3 nm dan 392,3 nm. Kemudian Zeolite NaX dengan kelebihanannya akan digunakan sebagai katalis pada proses aquathermolisis dalam menurunkan viskositas minyak berat. Uji sifat katalitik dari zeolite NaX dilakukan dengan menggunakan autoclave yang dimasukan kedalam oven dan untuk pengukuran penurunan viskositas digunakan viskometer.*

*Kata Kunci : Microwave, viskositas, zeolit.*

## PENDAHULUAN

Meningkatnya penggunaan dan konsumsi energi saat ini mendorong banyaknya upaya untuk mencari sumber energi alternatif. Dari sekian banyak sumber energi yang dikonsumsi dan digunakan, minyak menduduki persentase paling besar sebagai sumber energi yang paling banyak dikonsumsi [1]. Jenis minyak yang umum digunakan sebagai sumber energi adalah minyak konvensional. Tetapi ternyata sekitar 70% dari total minyak bumi yang ada merupakan minyak non-konvensional dalam bentuk minyak berat, minyak ekstra berat, dan bitumen [2]. Dengan jumlah yang relatif banyak, minyak non-konvensional sangat potensial untuk dijadikan sumber minyak alternatif. Namun minyak non-konvensional tersebut belum bisa dieksploitasi secara maksimal karena karakteristiknya yang memiliki viskositas tinggi sehingga menyulitkan proses pengangkutan dari reservoir ke permukaan dan membuat proses produksinya menjadi sangat mahal.

Usaha untuk membuat minyak berat dapat dimanfaatkan dengan mudah terus dilakukan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mempermudah pemanfaatan minyak berat adalah mereduksi viskositas dari minyak berat tersebut. Hyne, dkk. melaporkan sebuah cara yang dilakukan untuk menurunkan viskositas dari minyak berat yaitu dengan proses Aquathermolisis [3]. Hyne, dkk. melalui penelitian lebih lanjut melaporkan juga bahwa penggunaan katalis dalam reaksi aquathermolisis mampu meningkatkan penurunan viskositas lebih

besar [4]. Sehingga sangat penting untuk mendapatkan katalis yang baik dan bisa digunakan dalam menurunkan viskositas minyak berat serta meningkatkan kualitas dari minyak itu sendiri.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa reaksi aquatermolisis dengan menggunakan katalis mampu menurunkan viskositas lebih baik [5]. Seperti penggunaan nanopartikel zeolite Y untuk *upgrading* minyak berat [5], penggunaan zeolite sebagai *cracking catalyst* [6], dan penggunaan zeolit alam Bayah Sukabumi untuk menghasilkan *bio-gasoline* dari reaksi *hydrocracking catalytic* [7]. Zeolit dikenal sebagai salah satu mineral yang memiliki sifat katalitik yang baik.. Zeolite dapat diperoleh melalui proses sintesis maupun dari alam secara langsung. Saat ini zeolite yang digunakan sebagai katalis sebagian besar merupakan zeolite sintesis karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan zeolite alam, salah satunya adalah tidak memiliki pengotor yang dapat menutup permukaan kristal dan menutupi pori dari zeolite tersebut yang bisa membuat sifat katalitiknya menjadi menurun.

Proses sintesis dari zeolite sintetik bisa berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Zhang, et al. melaporkan bahwa struktur kristal dari zeolite NaX terbentuk dengan baik setelah proses kristalisasi selama 28 sampai 40 hari [8]. Cukup lamanya proses sintesis dari zeolite sintetik tersebut sehingga perlu dicari cara untuk membuat proses sintesis lebih cepat dan mudah. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah metode sintesis dengan bantuan pemanasan *microwave*. Pemanasan *microwave* diketahui lebih efisien untuk berbagai proses pemanasan sehingga membuat proses sintesis menjadi lebih hemat energi dibandingkan dengan proses pemanasan secara konvensional. [9].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis zeolite sintetik NaX dengan bantuan pemanasan *microwave* sehingga membuat proses sintesis bisa berlangsung dengan waktu yang cepat dan proses yang mudah serta biaya produksinya yang ekonomis. Setelah mendapatkan produk zeolite sintetik dengan biaya produksi ekonomis, diharapkan produk zeolite sintetik tersebut dengan keunggulan yang dimilikinya mampu menjadi katalis dalam proses *enhance oil recovery* yang sangat efektif, efisien dan menghasilkan penurunan viskositas yang tinggi serta mampu meningkatkan kualitas minyak berat yang lebih baik.

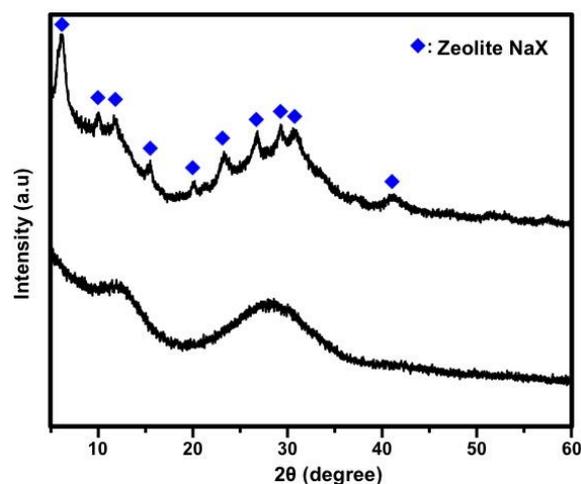
## METODE PENELITIAN

Dalam proses sintesis zeolite NaX digunakan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (*Merck Chemical*) sebagai sumber silikat dan  $\text{NaAl}_2\text{O}_3$  (*Merck Chemical*) sebagai sumber aluminat.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  kemudian dilarutkan kedalam air distilasi untuk menghasilkan larutan silikat, sedangkan  $\text{NaAl}_2\text{O}_3$  dicampurkan kedalam larutan NaOH yang sudah dibuat sebelumnya untuk menghasilkan larutan aluminat. Setelah itu larutan silikat dititrasi kedalam larutan aluminat lalu diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 800 RPM selama 30 menit sampai larutan bercampur seluruhnya. Larutan hasil pencampuran tersebut kemudian dipanaskan dengan menggunakan bantuan *microwave* selama 3 menit yang nanti akan dibandingkan dengan sampel yang tidak diberikan pemanasan *microwave*. Setelah dilakukan pemanasan dengan *microwave*, sampel kemudian disimpan pada temperatur ruang selama beberapa waktu untuk proses kristalisasi. Setelah itu, dilakukan proses filtrasi dan pencucian dengan air distilasi untuk menghilangkan material-material pengotor yang masih terdapat pada sampel. Endapan hasil proses filtrasi kemudian dikeringkan dengan menggunakan *oven* pada temperatur  $100^\circ\text{C}$  selama 24 jam hingga diperoleh serbuk halus berwarna putih. Sampel yang sudah dalam bentuk serbuk dikarakterisasi untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan dalam proses sintesis yang sudah dilakukan. Untuk melihat ukuran kristal digunakan XRD dan untuk melihat morfologi dan distribusi rata-rata ukuran partikelnya digunakan SEM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

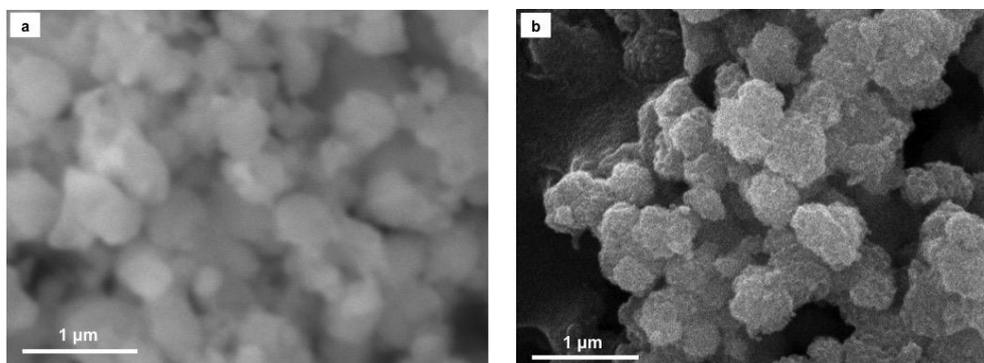
Gambar 1 menunjukkan hasil karakterisasi XRD untuk sampel zeolite tanpa pemanasan *microwave* dan dengan pemanasan *microwave* selama 3 menit. Berdasarkan hasil XRD tersebut terlihat bahwa untuk sampel yang tidak diberikan pemanasan *microwave* masih belum terlihat puncak-puncak intensitas yang menunjukkan keterbentukan dari zeolite NaX. Puncak-puncak dengan intensitas yang tidak terlalu tinggi sudah mulai terlihat untuk sampel dengan pemanasan *microwave* selama 3 menit. Posisi dari puncak-puncak yang terbentuk dari sampel dengan pemanasan *microwave* selama 3 menit memperlihatkan posisi puncak yang menunjukkan keterbentukan zeolite NaX [10]. Ukuran kristal rata-rata zeolite NaX untuk sampel zeolite NaX dengan pemanasan *microwave* selama 3 menit diperoleh sebesar 2,12 nm.

Berdasarkan hasil XRD diperoleh bahwa pemanasan dengan menggunakan bantuan *microwave* mampu mempercepat proses kristalisasi dari zeolite NaX. Hal tersebut berkaitan dengan energi *microwave* yang mampu mempercepat transfer energi pada suatu sistem reaksi sehingga membuat kenaikan laju pemanasan dan berpengaruh terhadap laju dari kristalisasi suatu material [11].



Gambar 1. Pola difraksi XRD dari zeolite NaX (a) Tanpa pemanasan *microwave*, (b) Dengan pemanasan *microwave* selama 3 menit

Sementara itu dari hasil karakterisasi SEM yang ditunjukkan pada gambar 2 memperlihatkan morfologi dan distribusi ukuran partikel dari zeolite NaX. Berdasarkan hasil SEM tersebut terlihat bahwa pada sampel zeolite NaX dengan pemanasan *microwave* menunjukkan terjadinya pengurangan aglomerasi. Pada sampel zeolite NaX tanpa diberikan bantuan pemanasan *microwave* menunjukkan gumpalan-gumpalan dan masih tidak jelas terlihat bentuk morfologi dari partikelnya. Sedangkan untuk sampel zeolite dengan waktu pemanasan *microwave* selama 3 menit sudah terlihat bentuk morfologi dari partikelnya walaupun masih tampak terlihat adanya aglomerasi. Pengurangan terjadinya aglomerasi pada sampel zeolite NaX dengan pemanasan *microwave* menunjukkan adanya pengaruh waktu pemanasan tersebut terhadap morfologi dari sampel zeolite yang dihasilkan. Hal itu disebabkan karena pemanasan dengan menggunakan bantuan *microwave* membuat proses nukleasi yang semakin cepat sehingga membuat proses pertumbuhan partikel menjadi semakin seragam [12].



Gambar 2. Hasil SEM dari Zeolite NaX, (a) Tanpa pemanasan *microwave*, dan (b) Dengan pemanasan *microwave*

Berdasarkan dari hasil SEM tersebut, kemudian dilakukan juga pengukuran distribusi ukuran partikel dan diperoleh ukuran rata-rata partikel untuk sampel zeolite NaX tanpa pemanasan *microwave* dan dengan pemanasan *microwave* selama 3 menit berturut-turut adalah 461,3 nm, dan 392,3 nm. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa pemanasan dengan bantuan *microwave* membuat ukuran partikel dari zeolite NaX menjadi semakin kecil. Hal itu berkaitan dengan pemanasan *microwave* yang mampu mereduksi terjadinya aglomerasi dari partikel zeolite NaX sehingga ukuran partikelnya menjadi semakin kecil.

## KESIMPULAN

Zeolite NaX telah berhasil disintesis dengan bantuan pemanasan *microwave*. Pemanasan dengan menggunakan *microwave* mampu mempercepat proses kristalisasi dan mereduksi terjadinya aglomerasi pada zeolite NaX yang dibuktikan dari hasil karakterisasi XRD dan SEM. Pengurangan terjadinya aglomerasi menyebabkan ukuran partikel dari zeolite NaX menjadi lebih kecil sehingga meningkatkan sifat katalitik dari zeolite NaX dalam menurunkan viskositas minyak berat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini, terutama kepada TWAS untuk peralatan eksperimen yang penulis gunakan. Makalah ini didanai oleh Beasiswa Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP).

## REFERENSI

1. British Petroleum (BP) (June, 2013). BP Statistical Review of World Energy June 2013.
2. Alboudwarej, H., et al. (2006). *Highlighting Heavy Oil*. *Oilfield Review* 18, 2, 34-53.
3. Hyne, J.B., Greidanus, J.W. (1982). *Aquathermolysis of Heavy Oil*. Proceedings of Second International Conference on Heavy Crude and Tar Sands, Caracas Venezuela. pp. 25-30.
4. Hyne, J. B., Greidanus, J. W., Tyrer, J. D., Verona, D., Rizek, C., Clark, P. D., Clark, R. A., and Koo, J. (1982). The Second International Conference on Heavy Crude and Tar Sands.
5. Conrad, Ingram (2004). *Improved Catalysts for Heavy Oil Upgrading Based on Zeolite Nanoparticles Encapsulated in Stable Nanoporous Hosts*.
6. Vermeiren, W. dan Gilson, J.V (2009). *Impact of Zeolites on the Petroleum and Photochemical Industry*. *Journal of Top Catalyst*, 1131-1161.
7. Rohmah, E.N., Rochmat, A., dan Sumbogo, S.D. (2012). *Bio-gasoline from Catalytic Hydrocracking Reaction of Waste Cooking Oil Using Bayah Natural Zeolite*. *International Journal of Environment and Bioenergy*, 201-109.
8. Zhang, X., Tong, D., Zhao, J., & Li, X. (2013). *Synthesis of NaX zeolite at room temperature and its characterization*. *Material Letters*, 104, 80–83.
9. Xiangju Meng & Feng-Shou Xiao. (2014). *Green Routes for Synthesis of Zeolites*. *Chem. Rev.* 114, 1521-1543.
10. M.J. Treacy, J.B. Higgins, *Collection of simulated XRD powder patterns for zeolites*, fourth ed., Elsevier
11. Katsuki, H., Furuta, S., Komarneni, S. (2001). *Microwave Versus Conventional – Hydrothermal Synthesis of NaY Zeolite*. *Journal of Porous Materials* 8, 5 – 12
12. Xiangju Meng & Feng-Shou Xiao. (2014). *Green Routes for Synthesis of Zeolites*. *Chem. Rev.* 114, 1521-1543.