

PENGARUH PEMANASAN MICROWAVE TERHADAP MORFOLOGI DAN LUAS PERMUKAAN MATERIAL ZEOLITE NaX

¹**Hilman I. Umam**, ²**Tina Hernawati**

^{1,2} Staff Pengajar Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I/33, Cikokol, Kota Tangerang
Email : umam.hilman@gmail.com , tinahernawati@umt.ac.id

Abstrak

Pengaruh lamanya waktu pemanasan microwave pada sintesis material zeolite NaX telah dipejari pada penelitian ini. Sintesis zeolite NaX dilakukan dengan menggunakan bantuan pemanasan microwave dengan variasi waktu selama 1 dan 5 menit. Berdasarkan hasil karakterisasi Scanning electron microscopy (SEM) menunjukkan bahwa semakin lama waktu pemanasan microwave ukuran partikel menjadi semakin kecil dan aglomerasi yang terjadi pada sampel menjadi relatif berkurang. Disisi lain hasil karakterisasi Brunauer Emmet Teller (BET) menunjukkan bertambahnya luas permukaan spesifik dari sampel zeolite NaX ketika dilakukan pemanasan dengan microwave yang lebih lama. Hal ini menunjukkan bahwa pemanasan microwave mempengaruhi morfologi dan luas permukaan dari material zeolite NaX. Pemanasan dengan menggunakan energi microwave dapat mempercepat proses nukleasi pada sampel sehingga mengakibatkan proses pertumbuhan sampel menjadi lebih seragam. Dengan mengecilnya ukuran sebuah partikel dan luasnya permukaan suatu partikel, maka dapat meningkatkan keefektifitasan sampel zeolite NaX pada pengaplikasiannya sebagai katalis. Hal ini dapat terjadi karena semakin luasnya permukaan katalis akan mempercepat terjadinya reaksi karena mampu menurunkan energi aktivasi dari suatu reaksi kimia.

Kata Kunci : Pemanasan microwave, zeolite NaX.

PENDAHULUAN

Zeolite merupakan mineral kristalin aluminosilikat yang memiliki pori berskala molekuler dengan rentang 0.3 – 1.5 nanometer. Zeolite tersusun dari kerangka dasar SiO_4^{4-} dan AlO_4^{5-} yang relatif teratur dan saling terhubung melalui atom oksigen di empat sudutnya sehingga akan membentuk struktur cincin yang selanjutnya dapat membentuk pori. Dengan struktur tersebut, zeolite sudah mulai banyak digunakan dalam dunia perminyakan sejak tahun 1960-an sebagai katalis dalam proses *oil cracking* yaitu pemutusan rantai hidrokarbon panjang menjadi rantai hidrokarbon yang lebih sederhana [1]. Penggunaan zeolite sebagai katalis sangat efektif karena mempunyai struktur berongga atau berpori sehingga menyebabkan bagian permukaannya menjadi sangat luas. Semakin luasnya permukaan dari katalis yang berinteraksi dengan reaktan, maka akan menyebabkan semakin cepat suatu reaksi kimia terjadi. Zeolite dapat terbentuk dengan baik secara alami maupun sintesis dan diketahui bahwa beberapa daerah di Indonesia memiliki material zeolite alam dengan jenis yang berbeda seperti zeolite dari daerah Bogor dengan tipe zeolite heulandite, zeolite dari daerah Bayah dengan tipe zeolite mordenite dan clinoptilolite, serta zeolite dari daerah Lampung dengan tipe mordenite, cristobalite, dan albite [2].

Zeolite alam masih mempunyai beberapa kelemahan jika digunakan sebagai katalis karena memiliki kandungan mineral pengotor yang cukup tinggi sehingga dapat mengganggu struktur permukaan zeolite dan akibatnya berdampak pada kurang baiknya sifat katalitik dari zeolite tersebut. Selain itu ukuran dari zeolite alam masih relatif besar dalam orde mikrometer sehingga memiliki luas permukaan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan material yang berukuran nanometer. Sehingga untuk membuat zeolite alam bisa dijadikan sebagai katalis yang baik perlu dilakukan proses aktivasi dengan pemanasan pada temperatur 300°C untuk menghilangkan material-material pengotor yang menghalangi rongga-rongga dari zeolite dan juga

perlu dilakukan proses milling selama 8 jam untuk mereduksi ukuran dari partikel zeolite tersebut [2]. Dengan proses aktivasi melalui dua tahap tersebut sehingga membuat biaya produksi dari zeolite meningkat, maka zeolite alam masih belum memiliki efektifitas yang tinggi jika digunakan sebagai katalis dalam proses *oil cracking*. Berbeda dengan zeolite alam, zeolite sintetis memiliki kandungan yang lebih murni dan tidak banyak memiliki material pengotor karena proses sintesisnya bisa terkontrol. Selain itu, zeolite sintetis juga memiliki keunggulan lain dibandingkan dengan zeolite alam yaitu kristalinitas yang lebih tinggi [3]. Salah satu jenis zeolite yang umum digunakan sebagai katalis adalah zeolite dengan tipe Faujasite. Jenis zeolite faujasite memiliki ukuran rongga yang relatif besar sehingga membuat zeolite tipe faujasite memiliki luas permukaan yang besar.

Alumina dan silikat menjadi sumber utama dalam sintesis zeolite faujasite. Berdasarkan rasio kandungan silika dan alumina pada kerangkanya, zeolite faujasite dibagi menjadi zeolite X dan zeolite Y. Pada zeolite X perbandingan silika dan aluminanya sekitar 2 dan 3, sedangkan pada zeolite Y nilai perbandingannya sekitar 3 keatas. Dari dua jenis zeolite faujasite tersebut zeolite X atau sering dikenal juga dengan NaX merupakan zeolite yang bisa disintesis pada temperatur yang relatif rendah sehingga tidak membutuhkan energi yang cukup besar. Proses sintesis dari zeolite sintetis 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 [4]. Cukup lamanya proses sintesis dari zeolite sintetis tersebut sehingga perlu diterapkan cara untuk membuat proses sintesis dari zeolite menjadi lebih cepat dan mudah. Salah satu metode atau cara yang bisa digunakan adalah metode sintesis dengan bantuan pemanasan microwave.

Penggunaan energi dari radiasi *microwave* pada proses sintesis dan reaksi kimia saat ini sudah banyak dipelajari dan diaplikasikan. Pemanasan *microwave* diketahui lebih efisien untuk berbagai proses pemanasan sehingga membuat proses sintesis menjadi lebih hemat energi dibandingkan dengan proses pemanasan secara konvensional [5]. Tidak hanya mengurangi konsumsi energi, pemanasan dengan menggunakan energi microwave juga bisa mengurangi lamanya proses sintesis dan menghasilkan material dengan struktur yang lebih seragam. Hasil tersebut diperoleh karena pemanasan dengan menggunakan energi microwave membuat proses nukleasi lebih cepat sehingga membuat proses pertumbuhan menjadi lebih seragam [5]. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis zeolite NaX dengan bantuan *microwave* yang diharapkan mampu membuat proses sintesis bisa berlangsung dengan waktu yang relatif singkat dan proses yang mudah.

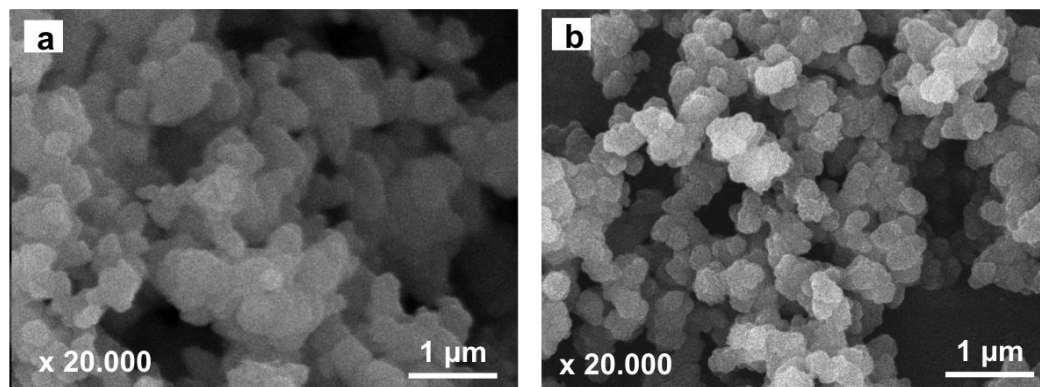
METODE PENELITIAN

Dalam proses sintesis zeolite NaX digunakan Na_2SiO_3 (*Merck Chemical*) sebagai sumber silikat dan NaAl_2O_3 (*Merck Chemical*) sebagai sumber aluminat. Na_2SiO_3 kemudian dilarutkan kedalam air distilasi untuk menghasilkan larutan silikat, sedangkan NaAl_2O_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* dengan variasi waktu yaitu 1 dan 5 menit untuk melihat pengaruh waktu lamanya pemanasan *microwave* terhadap zeolite NaX yang dihasilkan. 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 filtrasi kemudian dikeringkan dengan menggunakan *oven* pada temperatur 100°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 morfologi dan distribusi rata-rata ukuran partikelnya digunakan SEM (*scanning electron microscopy*, *JEOL-JSM-6510LA*) dan untuk melihat luas permukaan dari sampel zeolite NaX digunakan BET (*Brunneur-Emmet-Teller*, *Quantachrome Autosorb Instrument*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil karakterisasi SEM yang ditunjukkan pada gambar 1 memperlihatkan morfologi dari zeolite NaX. Berdasarkan hasil SEM tersebut terlihat bahwa pada sampel zeolite NaX dengan pemanasan *microwave* yang lebih lama relatif menunjukkan terjadinya pengurangan aglomerasi. Pada sampel zeolite NaX dengan pemanasan *microwave* selama 1 menit masih terlihat gumpalan-gumpalan dan relatif tidak jelas terlihat bentuk morfologi dari partikelnya. Sedangkan untuk sampel zeolite dengan waktu pemanasan *microwave* selama 5 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 [5].

Berdasarkan dari hasil SEM tersebut, kemudian dilakukan juga pengukuran distribusi ukuran partikel dan diperoleh ukuran rata-rata partikel untuk sampel zeolite NaX dengan pemanasan *microwave* selama 1 menit dan dengan pemanasan *microwave* selama 5 menit berturut-turut adalah 350,5 nm, dan 243,9 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.



Gambar 1. Hasil SEM dari zeolite NaX dengan pemanasan *microwave*, (a) 1 menit, dan (b) 5 menit

Hasil karakterisasi SEM yang menunjukkan pengaruh pemanasan *microwave* terhadap perubahan morfologi dan ukuran partikel dari sampel zeolite sehingga menghasilkan perubahan luas permukaan dari partikel zeolite yang ditunjukkan oleh hasil BET. Tabel 1. menyajikan hasil karakterisasi BET yang menunjukkan bahwa semakin lama pemanasan *microwave*, luas permukaan spesifik dari sampel zeolite NaX menjadi semakin besar.

Tabel 1. Luas permukaan sampel zeolite NaX dengan variasi waktu pemanasan *microwave*

Sampel	Waktu pemanasan <i>microwave</i>	Luas permukaan
Zeolite NaX	1 menit	55.99 m ² /g
	5 menit	204.013 m ² /g

Perubahan morfologi dan ukuran partikel dari sampel zeolite NaX yang disintesis dengan variasi waktu pemanasan *microwave* menghasilkan perubahan terhadap luas permukaan total dari sampel zeolite NaX tersebut. Semakin lama pemanasan *microwave* yang diberikan pada sampel membuat luas permukaan total dari sampel menjadi semakin besar. Hasil tersebut berhubungan dengan ukuran partikel dari zeolite NaX yang semakin kecil serta pemanasan *microwave* yang kemungkinan membuat struktur pori yang dimiliki oleh zeolite NaX menjadi semakin terbentuk. Luas permukaan total dari sebuah material akan sangat berkaitan dengan ukuran partikel dan struktur pori yang dimiliki oleh material tersebut. Sehingga hasil BET ini mendukung terhadap hasil karakterisasi SEM yang menunjukkan ukuran partikel zeolite yang semakin kecil akibat lamanya waktu pemanasan dengan menggunakan *microwave*.

KESIMPULAN

Telah berhasil dilakukan sintesis material zeolite NaX dengan variasi waktu pemanasan *microwave* selama 1 dan 5 menit. Berdasarkan hasil karakterisasi SEM menunjukan bahwa terjadinya pengurangan aglomerasi pada sampel zeolite NaX dengan pemanasan *microwave* yang semakin lama. Dengan berkurangnya aglomerasi pada sample zeolite NaX menghasilkan ukuran partikel rata-rata dari sampel menjadi semakin kecil dengan pemanasan *microwave* yang lebih lama. Untuk waktu pemanasan *microwave* selama 1 dan 5 menit didapatkan ukuran partikel rata-rata berturut-turut sebesar 350,5 nm, dan 243,9 nm. Kemudian berdasarkan karakterisasi BET menunjukan bahwa semakin lama pemanasan *microwave*, luas permukaan spesifik dari sampel zeolite NaX menjadi semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Degnan, T. F., Chitnis, G. K., & Schipper, P. H. (2000). *History of ZSM-5 fluid catalytic cracking additive development at Mobil*. Microporous and Mesoporous materials, 35, 245-252.
- Merissa, S., Fitriani, P., Iskandar, F., Abdullah, M., Khairurrijal. (2013). *Preliminary Study of Natural Zeolite as Catalyst for Decreasing the Viscosity of Heavy Oil*. AIP Conf. Proc. 1554, 131.
- Mukti, R. R., Wustoni, S., Wahyudi, A., & Ismunandar, I. (2013). *Converison of the Low Quality Indonesian Naturally-Occurring Minerals into Selective Type of Zeolites by Seed-Assisted Synthesis Method*. Indonesian Journal of Chemistry, 13(3), 278-282.
- Zhang, X., Tong, D., Zhao, J., & Li, X. (2013). *Synthesis of NaX zeolite at room temperature and its characterization*. Material Letters, 104, 80–83.
- Xiangju Meng & Feng-Shou Xiao. (2014). *Green Routes for Synthesis of Zeolites*. Chem. Rev. 114, 1521-1543.