

**POTENSI SINTESIS ZEOLIT NaP DENGAN BANTUAN  
GELOMBANG MIKRO SEBAGAI AKTIVATOR**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains (S.Si)*



Oleh :  
**INDAH PRATIWI**  
**NIM. 18036054/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**



## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Indah Pratiwi  
NIM : 18036054  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### POTENSI SINTESIS ZEOLIT NaP DENGAN BANTUAN GELOMBANG MIKRO SEBAGAI AKTIVATOR

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 08 Februari 2023

Tim Penguji:

No	Jabatan	Nama
1	Ketua	Miftahul Khair, S.Si, M.Sc.,Ph.D
2	Anggota	Dr.rer.nat. Deski Beri, S.Si, M.Si
3	Anggota	Edi Nasra, S.Si, M.Si

Tanda Tangan

1. 

2. 

3. 



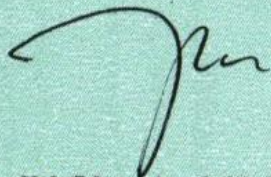
## PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Potensi Sintesis Zeolit NaP Dengan Bantuan Gelombang Mikro  
Sebagai Aktivator  
Nama : Indah Pratiwi  
NIM : 18036054  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 08 Februari 2023

Mengetahui:

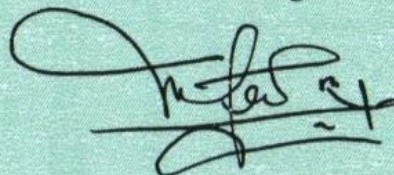
Kepala Departemen Kimia



**Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D**  
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



**Miftahul Khair, S.Si, M.Sc, Ph.D**  
NIP. 19770912 200312 1 004



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Indah Pratiwi

NIM : 18036054

Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta, 25 Agustus 1999

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **Potensi Sintesis Zeolit NaP Dengan Bantuan Gelombang Mikro Sebagai Aktivator**

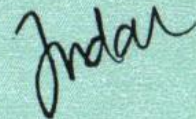
Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyitapanan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 08 Februari 2023

Yang Menyatakan



**Indah Pratiwi**  
**NIM: 18036054**



# **POTENSI SINTESIS ZEOLIT NaP DENGAN BANTUAN GELOMBANG MIKRO SEBAGAI AKTIVATOR**

**INDAH PRATIWI**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan gelombang mikro pada proses sintesis zeolit. Kristal zeolit disintesis dengan bantuan gelombang mikro sebagai aktivator. Campuran dari larutan natrium silikat dengan natrium aluminat diaduk dengan kuat menggunakan magnetic stirrer pada suhu 50°C dan dilanjutkan dengan proses aktivasi selama 1, 2, 3, 4, 5 menit menggunakan microwave. Produk yang didapat kemudian dikarakterisasi dengan FTIR, XRD dan BET. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur sintesis yang di ikuti dengan aktivasi gelombang mikro menghasilkan produk dengan luas permukaan yang lebih besar (125.797 m<sup>2</sup>/g) daripada sebelum di aktivasi (110.569 m<sup>2</sup>/g).

**Kata Kunci:** Aktivasi Gelombang Mikro, Zeolit, Kimia Hijau

# **POTENTIAL SYNTHESIS OF ZEOLITE NaP USING MICROWAVES AS AN ACTIVATOR**

**INDAH PRATIWI**

## **ABSTRACT**

*This study aims to determine the effect of using microwaves on the zeolite synthesis process. Zeolite crystals were synthesized with the help of microwaves as an activator. The mixture of sodium silicate and sodium aluminate solution was stirred vigorously using a magnetic stirrer at 50°C and followed by the activation process for 1, 2, 3, 4, and 5 minutes using a microwave. FTIR, XRD, and BET then characterized the products obtained. The results showed that the synthesis procedure followed by microwave activation produced a product with a larger surface area (125.797 m<sup>2</sup>/g) than before activation (110.569 m<sup>2</sup>/g).*

**Keywords:** *Microwave Activation, Zeolite, Green Chemistry.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kemudahan serta rahmat ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Potensi Sintesis Zeolit NaP Dengan Bantuan Gelombang Mikro Sebagai Aktivator”**.

Naskah ini diajukan untuk melengkapi serta memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana (S-1) pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan naskah penelitian ini penulis banyak mendapatkan bimbingan serta masukan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Miftahul Khair, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi serta penasehat akademik yang telah memberikan pengarahan serta saran hingga skripsi ini selesai.
2. Bapak Dr.rer.nat. Deski Beri, S.Si, M.Si serta Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku dosen penguji serta pembahas skripsi.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M. Si, Ph.D selaku Ketua Departemen Kimia serta Koordinator Prodi Kimia, Universitas Negeri Padang.
4. Bapak dan Ibu seluruh staf pengajar baik akademik maupun non akademik Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Mama, Papa, Kakak Dinni serta adik saya Haykal yang sangat penulis sayangi yang telah memberikan semangat dan motivasi selama menyelesaikan skripsi ini.

6. Keluarga besar penulis dari pihak mama dan papa yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan serta semangat selama menyelesaikan skripsi ini.
7. Sahabat dan teman-teman Departemen Kimia Angkatan 2018 yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala memberikan pahala atas segala bantuan yang telah diberikan. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan pada skripsi ini sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun untuk penyempurnaan skripsi ini kedepannya. Atas kritik dan masukan yang diberikan penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, 08 Februari 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. <i>State Of The Art</i> .....	7
B. Zeolit .....	8
C. Zeolit NaX.....	11
D. Zeolit NaP .....	13
E. Aktivasi Sintesis Zeolit NaX danNaP Selama Ini.....	15
1. Aktivasi Hidrotermal .....	15
2. Aktivasi Alkali-Fusi .....	17
3. Aktivasi Ultrasound.....	18
4. Aktivasi Microwave .....	20
F. Sintesis Zeolit Aktivasi Gelombang Mikro (Microwave).....	21
G. <i>Green Chemistry</i> .....	25
H. Instrumen .....	26
1. <i>Microwave Electrolux EMM2308X</i> .....	26
2. <i>Fourier-transform Infrared (FTIR)</i> .....	28
3. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	30
4. <i>Brunauer Emmett Teller (BET)</i> .....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	34



A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	34
B. Objek Penelitian .....	34
C. Variabel Penelitian .....	34
D. Alat dan Bahan .....	34
1. Alat .....	34
2. Bahan .....	35
E. Prosedur Kerja .....	35
1. Pembuatan Larutan NaOH 1 M .....	35
2. Pembuatan Natrium silikat .....	35
3. Pembuatan Natrium aluminat .....	35
4. Sintesis Zeolit NaX .....	36
5. Karakterisasi Zeolit .....	36
6. Analisis Data .....	36
F. Desain Penelitian .....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
A. Sintesis Zeolit dengan Bantuan Aktivasi Gelombang Mikro .....	38
B. Karakterisasi Zeolit dengan FTIR .....	40
C. Karakterisasi Zeolit NaP dengan XRD .....	42
D. Karakterisasi Zeolit NaP dengan BET .....	45
BAB V PENUTUP .....	48
A. Kesimpulan .....	48
B. Saran .....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	49
LAMPIRAN .....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur dasar zeolit .....	1
Gambar 2. Zeolite beta dengan pori dan channel yang banyak .....	1
Gambar 3. Penelitian Zeolit Terdahulu .....	7
Gambar 4. Susunan tetrahedral molekul $\text{SiO}_4$ & $\text{AlO}_4$ .....	9
Gambar 5. Susunan tetrahedral ikatan Si-O & Al-O .....	9
Gambar 6. Mekanisme pembentukan zeolit NaX .....	12
Gambar 7. Mekanisme pembentukan zeolit NaP .....	14
Gambar 8. Skema Aktivasi Hidrotermal .....	15
Gambar 9. Skema Aktivasi Alkali-Fusi .....	17
Gambar 10. Skema Aktivasi Ultrasonik .....	18
Gambar 11. Microwave .....	21
Gambar 12. Geombang Micro .....	22
Gambar 13. Rotasi dipol .....	23
Gambar 14. Komponen <i>Microwave Electrolux EMM2308X</i> .....	26
Gambar 15. Panel Kontrol Daya dan Waktu .....	27
Gambar 16. Instrumen FTIR .....	28
Gambar 17. Skema FTIR .....	28
Gambar 18. Instrumen XRD .....	30
Gambar 19. Skema XRD .....	30
Gambar 20. Instrumen BET .....	32
Gambar 21. Hasil Karakterisasi FTIR .....	40
Gambar 22. Hasil XRD .....	42



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Zeolit alam yang sering ditemukan .....	10
Tabel 2. Beberapa rumus oksida zeolit sintetis .....	11
Tabel 3. Komposisi Zeolit NaX .....	13
Tabel 4. Daya Microwave .....	27
Tabel 5. Ukuran kristal produk .....	44
Tabel 6. Hasil BET Adsorpsi-Desorpsi N <sub>2</sub> .....	45
Tabel 7. Perbandingan luas permukaan zeolit.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

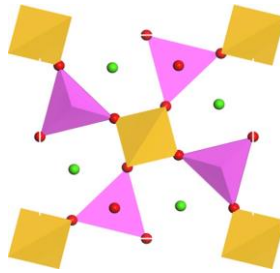
Lampiran 1. Skema Penelitian .....	54
Lampiran 2. Perhitungan.....	55
Lampiran 3. Ukuran Kristal .....	56
Lampiran 4. Spektrum FTIR .....	58
Lampiran 5. Data XRD .....	60
Lampiran 6. Data BET .....	62
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	67



# BAB 1 PENDAHULUAN

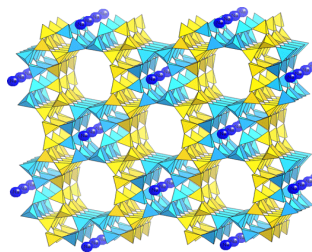
## A. Latar Belakang

Zeolit adalah bahan alumino-silikat mikrokristalin dengan struktur kerangka tiga dimensi yang memiliki dimensi pori molekuler yang seragam. Struktur dasar zeolit terdiri dari jaringan tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan tetrahedral  $[\text{AlO}_4]^{5-}$ . Tetrahedron dihubungkan melalui atom oksigen untuk membentuk struktur terbuka dengan lubang kosong seperti pada Gambar 1 (Tran-Nguyen et al., 2021).



Gambar 1. Struktur dasar zeolit yang terdiri dari tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  (kuning) dan tetrahedral  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  (ungu), ion penyeimbang muatan (hijau), serta jembatan atom oksigen (merah)

Zeolit adalah material anorganik aluminosilikat 3 dimensi, dengan pori dan channel yang banyak (Gambar 2).



Gambar 2. Zeolite beta dengan pori dan channel yang banyak

Pori-pori zeolit mengadsorpsi molekul yang masuk ke dalam pori dan menghalangi molekul yang lebih besar dari ukuran porinya, sehingga dapat berperan sebagai penyaring molekul (*molecular sieve*) (Indira & Abhitha, 2022).

Terdapat dua jenis zeolit, yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit alam merupakan zeolit yang mengalami pembentukan dari batuan vulkanik serta batuan sedimen yang mengendap akibat proses perubahan alam jutaan tahun lalu, yang biasanya digunakan sebagai katalis maupun sebagai penyangga pada reaksi katalitik (Joya et al., 2014). Sedangkan zeolit sintesis merupakan zeolit yang dibuat di laboratorium yang waktu pembuatannya hanya sebentar tidak memakan waktu jutaan tahun seperti zeolit alam. Zeolit sintesis lebih unggul dari zeolit alam pada waktu pembuatannya yang tidak memakan waktu, parameter sintesis yang bisa dikontrol, yang pada gilirannya memungkinkan untuk memperoleh bahan dengan parameter tertentu dan bentuk yang sangat murni serta memiliki kristalinitas yang lebih tinggi (Szerement et al., 2021).

Zeolit sintesis terdiri dari berbagai jenis, seperti zeolit faujasit (Zeolit X/NaX dan Zeolit Y/NaY), A, ZSM-5, zeolite gismondine (zeolit P), dan lain-lain. Umumnya zeolit faujasit banyak digunakan untuk katalis yang dimana zeolit faujasit ini mempunyai rongga yang ukurannya relatif besar sehingga mempunyai luas permukaan yang besar. Sumber utama pada sintesis zeolit faujasit yaitu alumina dan silikat, dimana dilihat dari kandungan rasio alumina dan silika dalam karangkanya, zeolit X atau NaX memiliki rasio perbandingan silika dan aluminanya yaitu 2 dan 3, sedangkan zeolit Y atau NaY rasio



perbandingan silika dan alumina di atas 3. Zeolit NaX dapat disintesis dalam temperatur yang tidak terlalu tinggi (relatif rendah) sehingga energi yang dipakai tidak terlalu besar (Umam et al., 2015). Proses pertumbuhan kristal zeolit NaX memakan waktu yang lama sekitar 28 sampai 40 hari. Zeolit NaX dapat disintesis dengan beberapa metode, diantaranya metode hidrotermal (N.Abu-Zahra, 2020), metode alkali-fusi (Chen & Lu, 2018), metode ultrasonik (Ramirez Mendoza et al., 2020) dan metode microwave (Ansari et al., 2014).

Zeolit NaP merupakan zeolit tipe gismondine yang merupakan kerangka (*framework*) dengan saluran perpotongan 0,31 nm x 0,44 nm dan 0,26 nm x 0,49 nm. Zeolite NaP umumnya disintesis dengan metode hidrotermal dengan suhu 70°-250°C dengan waktu sintesis mencapai 96 jam lamanya. Ukuran mikroporinya lebih kecil daripada zeolit lain seperti Faujasite (FAU), Linde type A (LTA) dan Mordenite (MOR), yang mengarah pada penghilangan kation logam beracun seperti  $Zn^{2+}$  secara efektif dari air limbah. Selain itu, NaP digunakan untuk memisahkan air ( $H_2O$ ) atau gas-gas kecil seperti  $N_2$ ,  $CO_2$ , dan  $H_2$  (Bunmai et al., 2020).

Gelombang mikro atau microwave adalah salah satu pemanfaatan energi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang antara 1 mm - 1 m dimana frekuensinya antara 0,3 - 300 GHz. Microwave domestik biasanya belangsung pada frekuensi 2,45 GHz yang panjang gelombangnya 12,25 cm. Komponen pada microwave berupa magnet dan gelombang listrik. Adanya komponen listrik dalam medan elektromagnetik mengakibatkan terjadinya pemanasan dengan dua mekanisme utama yaitu konduksi ionik dan polarisasi dipolar

(Zalmi & Khair, 2021). Energi gelombang mikro dapat memanaskan campuran reaksi secara lebih seragam, sehingga menghasilkan partikel yang lebih kecil dengan distribusi ukuran yang sempit (Serhan et al., 2019).

Penelitian ini akan mencoba meneliti tentang efek microwave sebagai aktivator pada prosedur sintesis zeolit yang disintesis oleh peneliti lain sebelumnya (Tran Ngu-Yen) yang menggunakan metode refluks biasa. Sehingga, judul yang akan dilaksanakan dalam penelitian semula berupa “Studi Sintesis Zeolit NaX dengan bantuan Gelombang Mikro sebagai Aktivator” berubah menjadi “Potensi Sintesis Zeolit NaP Dengan Bantuan Gelombang Mikro Sebagai Aktivator” .

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Metode konvensional untuk mensintesis zeolit NaX memakan waktu yang lama, sehingga diperlukan metode yang cepat dan ramah lingkungan.
2. Penerapan aspek green chemistry pada prosedur sintesis Zeolite NaX.

## **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Zeolit yang akan dibuat merupakan zeolit NaX.
2. Metode yang digunakan adalah metode green chemistry yaitu metode gelombang mikro (microwave) untuk membantu sintesis.



3. Variasi waktu microwave yang dipakai dalam sintesis zeolit NaX yaitu 1, 2, 3, 4, 5 menit dengan daya 150 watt.

#### **D. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah dengan menggunakan metode sintesis zeolit NaX menggunakan gelombang mikro dapat menghasilkan kristal zeolit NaX yang cepat dan lebih baik daripada metode dengan pemanasan konvensional?
2. Apakah gelombang mikro (microwave) mempengaruhi sintesis zeolit NaX atau adakah potensi pembentukan zeolite lain?
3. Bagaimana karakteristik zeolit NaX atau Zeolite lain yang terbentuk dengan menggunakan metode ini?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui proses pembuatan/sintesis zeolit NaX dengan bantuan gelombang mikro.
2. Mengetahui pengaruh dari waktu gelombang mikro (microwave) terhadap proses sintesis zeolit NaX.
3. Mengetahui karakteristik zeolite yang terbentuk.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang pembuatan/sintesis zeolit NaX dengan bantuan gelombang mikro.

2. Memberikan informasi tentang pengaruh dari daya dan waktu gelombang mikro (microwave) terhadap proses sintesis zeolit.
3. Memberikan informasi tentang karakteristik zeolite yang telah dibuat.