

SINTESIS ZEOLIT ZSM-12 MENGGUNAKAN TEMPLAT ORGANIK TETRAETILAMONIUM BROMIDA PADA VARIASI RASIO SI/Al DAN SUHU KRISTALISASI

SANAYA NURHALIZA PUTRI SOLITHA



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sintesis Zeolit ZSM-12 Menggunakan Templat Organik Tetraetilamonium Bromida pada Variasi Rasio Si/Al dan Suhu Kristalisasi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Sanaya Nurhaliza Putri Solitha
G4401221105

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

SANAYA NURHALIZA PUTRI SOLITHA. Sintesis Zeolit ZSM-12 Menggunakan Templat Organik Tetraetilamonium Bromida pada Variasi Rasio Si/Al dan Suhu Kristalisasi. Dibimbing oleh MUHAMMAD FARID dan RIZKI EKANANDA.

Zeolit ZSM-12 berstruktur MTW berpotensi sebagai katalis heterogen, tetapi sifat fisikokimianya dipengaruhi oleh kondisi sintesis. Penelitian ini mengoptimalkan sintesis hidrotermal zeolit ZSM-12 menggunakan tetraetilamonium bromida (TEABr) sebagai templat organik pada variasi rasio Si/Al (70, 80, 90) dan suhu kristalisasi 140, 145, dan 150 °C. Sembilan variasi sampel disintesis dan dianalisis kristalinitasnya menggunakan XRD, kemudian tiga sampel dengan kristalinitas tertinggi dikarakterisasi lebih lanjut menggunakan analisis FTIR, SEM-EDX, dan TGA. Hasil menunjukkan seluruh sampel membentuk fase MTW khas ZSM-12 dengan derajat kristalinitas 61,02–81,99%, tertinggi pada rasio Si/Al 80 dan suhu 145 °C (Z80-145, 81,99%). Spektroskopi FTIR mengonfirmasi terbentuknya kerangka aluminosilikat, analisis SEM menunjukkan morfologi kuboid dengan agregasi terendah pada Z80-145 dengan analisis EDX menunjukkan rasio Si/Al yang mendekati nilai target, dan analisis TGA mengindikasikan kestabilan termal yang baik hingga 800 °C.

Kata kunci: kristalinitas, sintesis hidrotermal, TEABr, zeolit ZSM-12.

ABSTRACT

SANAYA NURHALIZA PUTRI SOLITHA. Synthesis of ZSM-12 Zeolite Using Tetraethylammonium Bromide Organic Template at Various Si/Al Ratios and Crystallization Temperatures. Supervised by MUHAMMAD FARID and RIZKI EKANANDA.

MTW-structured ZSM-12 zeolite has potential as a heterogeneous catalyst, but its physicochemical properties are influenced by the synthesis conditions. This study optimizes the hydrothermal synthesis of ZSM-12 zeolite using tetraethylammonium bromide (TEABr) as an organic template with variations in the Si/Al ratio (70, 80, 90) and crystallization temperatures of 140, 145, and 150 °C. Nine sample variations were synthesized and their crystallinity analyzed using XRD, then the three samples with the highest crystallinity were further characterized using FTIR, SEM-EDX, and TGA analysis. The results showed that all samples formed the typical MTW phase of ZSM-12 with a crystallinity degree of 61.02–81.99%, highest at the Si/Al ratio of 80 and temperature of 145 °C (Z80-145, 81.99%). FTIR spectroscopy confirmed the formation of the aluminosilicate framework, SEM analysis showed a cuboid morphology with the lowest aggregation in Z80-145, EDX analysis showed a Si/Al ratio close to the target value, and TGA analysis indicated good thermal stability up to 800 °C.

Keywords: crystallinity, hydrothermal synthesis, TEABr, zeolite ZSM-12



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

SINTESIS ZEOLIT ZSM-12 MENGGUNAKAN TEMPLAT ORGANIK TETRAETILAMONIUM BROMIDA PADA VARIASI RASIO SI/Al DAN SUHU KRISTALISASI

SANAYA NURHALIZA PUTRI SOLITHA

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada
Program Studi Kimia

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Zulhan Arif, S.Si., M.Si.
- 2 Dr.rer.nat. Noviyana Darmawan, S.Si., M.Sc.
- 3 Dr. Dra. Sri Mulijani, M.Si.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi :

Sintesis Zeolit ZSM-12 Menggunakan Templat Organik Tetraetilamonium Bromida pada Variasi Rasio Si/Al dan Suhu Kristalisasi

Nama :

Sanaya Nurhaliza Putri Solitha

NIM :

G4401221105

@Halima m... IPB University

Pembimbing 1:

Dr. Drs. Muhammad Farid, M.Si.

Pembimbing 2:

Dr. Rizki Ekananda, S.Si., M.T.

Disetujui oleh

Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia :

Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc. Agr.

NIP 196707301991032001

Tanggal Ujian: 13 Juli 2026

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Desember 2025 sampai April 2026 ini ialah sintesis material zeolit dengan judul “Sintesis Zeolit ZSM-12 Menggunakan Templat Organik Tetraetilamonium Bromida pada Variasi Rasio Si/Al dan Suhu Kristalisasi”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Drs. Muhammad Farid, M.Si. dan Dr. Rizki Ekananda, S.Si., M.T. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Penghargaan penulis sampaikan kepada staf Laboratorium Process Development Reseach PT Pertamina Reseach and Technology Innovation, Ibu Nari Maningsih, Mas Mohamad Iman, Mas Dwi Widianoro, Mba Gina Rimayanti, dan Mas Afif Sena yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayahanda Yulius Soli, Ibunda Susi Anita, Kakak Aanisa Putri, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Nadia Zahra, Fatih tsabita, Azzahra Salsabila, Ryandra Putri, Wilda Na Mora, Auliya Isnayni, Salwa Salsabila, Nabila Amalia Masykur, Ari Himawan, Keysha Alivia, Shafa Rahmayani, Givana Indah, Wisnu Bimantoro, Luthful Hakim, Lulu Nabilah, Amanda Paramadita, Adhirajasa Maximillian, Muchamad Aldi, Sri Sandra, Aulia Rivianti, Samuel Krishna, dan rekan-rekan kimia angkatan 59 yang telah membantu, memberikan masukan, motivasi, dan dukungan moral sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Sanaya Nurhaliza Putri Solitha

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Penelitian	4
III HASIL DAN PEMBAHASAN	7
3.1 Pembentukan Zeolit ZSM-12	7
3.2 Karakteristik Zeolit ZSM-12 Hasil Sintesis	10
IV SIMPULAN DAN SARAN	16
4.1 Simpulan	16
4.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	20
RIWAYAT HIDUP	35



DAFTAR TABEL

2.1	Variasi parameter sintesis ZSM-12	5
3.1	Derajat kristanilitas zeolit ZSM-12	9
3.2	Interpretasi spektrum FTIR zeolit ZSM-12 hasil sintesis	10
3.3	Kadar unsur penyusun ZSM-12 berdasarkan karakterisasi EDX	13

DAFTAR GAMBAR

1.1	Kerangka zeolit tipe MTW	2
1.2	Sistem pori satu dimensi ZSM-12	2
3.1	Skema mekanisme nukleasi dan pertumbuhan kristal zeolit	7
3.2	Material zeolit ZSM-12 hasil sintesis	8
3.3	Difraktogram zeolit ZSM-12 hasil sintesis	8
3.4	Spektrum FTIR zeolit ZSM-12 hasil sintesis	10
3.5	Hasil citra SEM zeolit ZSM-12 variasi Z70-140 (A), Z80-145 (B), dan Z80-150 (C)	11
3.6	Kurva <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA) zeolit ZSM-12 dari variasi Z70-140 (A), Z80-145 (B), Z80-150 (C)	14

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	21
2	Contoh perhitungan Rasio Si/Al	22
3	Difraktogram karakterisasi XRD ZSM-12	25
4	Difraktogram <i>Database International Centre for Diffraction Data</i> (ICDD) No. 00-043-0439 MTW	28
5	<i>Database International Centre for Diffraction Data</i> (ICDD) No. 00-043-0439 MTW	29
6	Derajat Kristanilitas optimasi sintesis ZSM-12	30
7	Data komposisi unsur Melalui EDX	31
8	Hasil kurva TGA ZSM-12	33