

ISBN : 978-979-8911-97-2

ISBN 978-979-8911-97-2



# PROSIDING SEMINAR NASIONAL KIMIA ( SNK ) 2016

“Pengembangan Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal:  
Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri”

Mataram, 10 - 11 Agustus 2016  
Puri Indah Hotel & Conventions, Mataram - Lombok



## PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA & ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS MATARAM

JL. Majapahit No. 62. Mataram - NTB

[www.mipa.unram.ac.id](http://www.mipa.unram.ac.id)

Telp / Fax : ( 0370 ) 646506

Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Titanium	Vanadium	Chromium	Manganese	Iron	Cobalt	Nickel
46.06	50.942	51.996	54.938	55.845	58.933	58.693
Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
Zirconium	Niobium	Molybdenum	Technetium	Ruthenium	Rhodium	Palladium
91.224	92.906	95.95	98.907	101.07	102.906	106.42
40	41	42	43	44	45	46
72	73	74	75	76	77	78

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL KIMIA –LOMBOK 2016**

**“Pengembangan Ilmu Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal: Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri”**

---

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang

*Copyright@2016*

**ISBN: 9-789798-911972**

**Editor:**

Prof. Ir. Surya Hadi, M.Sc, Ph.D

Prof. Dr. Yana Maolana Syah

Prof. Dr. Euis Holisotan Hakim

Prof. Dr. Syamsul Arifin Ahmad

Prof. Dr. A. Bambang Setiaji

Dedy Suhendra, Ph.D

Erin Ryantin Gunawan, Ph.D

**Diterbitkan oleh:**

Program Studi Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Mataram

**Alamat Penerbit:**

Jl.Majapahit No.62 Mataram NTB Telp. (0376) 646506

## Kata Pengantar

Bismillahirrohmanirrohim,

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah mencurahkan segala nikmat dan kesempatan yang diberikan sehingga Buku Prosiding Seminar Nasional Kimia – Lombok 2016 dengan teman “ Pengembangan Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal: Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri” yang dilaksanakan pada tanggal 10-11 Agustus 2016 di Hotel Puri Indah Mataram.

Buku Prosiding ini memuat sejumlah artikel hasil penelitian pada berbagai aspek bidang kimia yang dilakukan oleh peneliti, akademisi dan praktisi industri serta mahasiswa dari berbagai daerah di seluruh indonesia yang dikumpulkan dan ditata oleh tim kepanitiaan dari Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Mataram. Oleh karena itu, kami ucap terima kasih kepada semua pihak diantaranya, pihak sponsor, tamu undangan, penanggung jawab, teman-teman panitia dan semua yang telah mendukung demi suksesnya acara seminar tersebut sehingga Buku Prosiding ini dapat disusun.

Dengan disusunnya Buku Prosiding ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua dalam mengembangkan ilmu pengetahuan demi kemajuan bangsa dan negara. Terakhir, kami ingin mengucapkan mohon maaf apabila ada kesalahan baik selama berlangsungnya acara seminar serta yang berkaitan dengan isi Buku Prosiding ini.

Mataram, 1 September 2016

Ketua Panitia SNK-Lombok 2016,



Dr. Maria Ulfa, S.Si., M.Si.

## **SUSUNAN KEPANTITIAAN SEMINAR NASIONAL KIMIA – LOMBOK 2016**

**Pelindung dan Penasehat** : Prof.Ir.Surya Hadi, M.Sc, Ph.D  
**Pengarah** : Drs. Teguh Ardianto, M.Si  
                          Mamika Ujianita Romdini, M.Si  
                          Drs.Suripto, M.Si  
                          Prof. I Made Sudarma  
**Penanggung Jawab** : Dra. Erin Ryantin Gunawan, Ph.D

**Ketua** : Dr. Maria Ulfa  
**Sekretaris** : Saprini Hamdiani, M.Sc  
**Bendahara** : Lely Kurniawati, M.Si

**Divisi-divisi:**

**1. Divisi Kesekretariatan**

Koordinator : Ahip Riady, SP  
Anggota : Siti Raudatul Kamali, M.Sc  
                          Oktavina Kartika Putri, M.Si  
                          Made Ganesh Darmayanti, M.Si  
                          Linda Marta Shofiana, S.Si

**2. Divisi Acara:**

Koordinator : Nurul Ismilayli, M.Sc  
                          Ni Putu Ayu Wedhiyanty  
                          Baiq Mariana, S.Si

**3. Divisi Buku Abstrak dan Prosiding**

Koordinator : Dina Asnawati, M.Si  
Anggota : Sudirman, M.Si  
                          Fakhrurrazi

**4. Divisi Dana dan Konsumsi**

Koordinator : Sri Seno Handayani, ST, MT  
Anggota : Murniati, M.Sc  
                          Nurlaela  
                          Angka Sartono, SE  
                          Lale Ratna Dewi Tanuri S.Si

**5. Divisi Humas dan Publikasi**

Koordinator : Dedy Suhendra, Ph.D  
Anggota : Lalu Rudyat Telly Savalas, Ph.D  
                          Emmy Yuanita, M.Si  
                          Ni Komang Tri Darmayani,M.Si  
                          Dhony Hermanto, M.Sc

**6. Divisi Perlengkapan**

Koordinator : Lalu Eldin Indrawahyudi, SE  
Anggota : Iwan Sumarlan, M.Sc  
              Yusuf Ahmad  
              Dwi Ampera Hananto  
              Kusmayadi  
              Syukri  
              Murhaeni

**7. Divisi Field Trip**

Koordinator : Drs. Imam Saekoni  
Anggota : Ahmad Wirahadi, S.Si  
              Ulul Khairi Zuryati, S.Si  
              Wirahardi

## DAFTAR PESERTA

Abdul Kadir Martoprawiro

Abu Bakar

Agung Abadi Kiswandono

Aliefman Hakim

Asaf Kleopas Sugih

Baiq Nila Sari

Dartini

Desi Zulfina

Dimas Franata Simatupang

Dwi Lestari

Dwi Maryam Suciati

Ella Fitriani

Elda Pelita

Emas Agus Prastyo Wibowo

Ena Yunia

Eni Widiyati

Erin Riyantin Gunawan

Erwin

Evana

Fatimah Nursandi

Gani Purwiandono

Haerul Fahmi

Hasriyanti

Hiasinta Rini Utari

Ismail Marzuki

I Made Sudarma

Kamisah D. Pandiangan

Kholis A. Audah

Kurnia Wiji Prasetyo

Lela Lailatul

Lusiana R.A

Liliasari

Maria Paristowati

Merry Asria

Merry Asria

Miratul Khasanah

Mita Rilyanti

Muhammad Arsyik Kurniawan

Muhammad Ikhsan

Muhammad Syahrur Ramadhan

Muhammad Yanis

Muhdarina

Muji Hasini

Mutiah

Nelly Suryani

Nelson Saksono

Noor Fitri

Nova Kurnia

Noviany

Nururrahmah

Oktavinus SR Pasanda

Paulina Destinugraini Kasi

Rahmawaty

Renny Futeri

Restu Kartiko

Rosnalia Widya

Selfina Gala

Septiana Mangiwa

Shoviah Faradillah

Simon Sembiring

Sukib

Susilawati

Syafrizayanti

Syaiful Bahri

Teja Dwi Susanto

Tengku Rachmi Hidayani

Tri Sutanti Budikania

Triyatma Hadinugrahaningsih

Usman

Wasinton Simanjuntak

Yuli Astuti

Yusmaniar

Zakaria

Zulmanelis Darwin

## DAFTAR ISI

- Kata Pengantar**
- Susunan Panitia**
- Susunan Acara**
- Daftar Nama Peserta**
- Daftar Isi**

### PEMAKALAH KUNCI

A001-DISAIN DAN SINTESIS KANDIDAT ANTIBIOTIK DARI EUGENOL SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI PENICILLIN .....	i-xiii
A002-PENGEMBANGAN KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI KIMIA .....	xiv-xx
A003- STUDI KOMPUTASI MEKANISME REAKSI PIROLISIS DAN SINTESIS-TURUNAN MOLEKUL-MOLEKUL ALAM .....	xxi-xxii

### PEMAKALAH PENDAMPING

B001-EFEKTIVITAS KATALIS ASAM DAN BASA DALAM REAKSI HIDROLISIS METOKSIFENILASETONITRLI.....	P-1-10
B002-PENGEMBANGAN <i>EXTRACT LIBRARY</i> DARI BIODIVERSITAS INDONESIA MENUJU KEMANDIRIAN BANGSA DALAM PENEMUAN OBAT-OBATAN .....	11-19
B003- KONVERSI KOMPONEN LAIN PADA MINYAK PERMEN ( <i>Mentha piperita</i> ) MENJADI MENTOL.....	20-29
B004- UJI AKTIVITAS DAN MEKANISME PENGHAMBATAN ANTI-FUNGI KATEKIN GAMBIR ( <i>Uncaria gambir, Roxb</i> ) PADA BEBERAPA FUNGI.....	30-40
B005- EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DARI LIMBAH KAYU MAHONI ( <i>Swietenia mahagoni</i> ) DENGAN METODE BERBANTUKAN GELOMBANG MIKRO .....	41-50
B006- KANDIDAT REFERENCE MATERIAL UNTUK PENENTUAN KAFEIN DARI BIJI KOPI HIJAU SECARA HPTLC .....	51-58
B007- BENZOFENON GLUKOSIDA DARI EKSTRAK ETIL ASETAT BUAH MAHKOTA DEWA ( <i>Phaleria macrocarpa (Scheff.) Boerl.</i> ) .....	59-68
B008- PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, ANTIBAKTERI, DAN TOKSISITAS DARI PRODUK EKSTRAK KERING KULIT MANGGIS .....	69-78
B009- STUDI FITOKIMIA DAN UJI AKTIVITAS SITOTOKSIK TUMBUHAN SARANG SEMUT <i>Hydnophytum moseleyanum</i> ASAL PAPUA.....	79-87
B010-AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI FRAKSI ARTOCARPUS INTEGRER (Thunb.) Merr.DENGAN METODE DPPH .....	88-95

B011-SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA ( <i>E</i> -3-(2-HIDROksi-5-METOksifENIL)-1-(4-(TETRADESILOKS) FENIL) PROP-2-EN-1-ON .....	<b>96-101</b>
B012-ISOLASI DAN KARAKTERISASI FLAVONOID DARI KULIT BATANG SURIAN (TOONA SURENI (BLUME) MERR) .....	<b>102-108</b>
B013- UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAUN RUKEK ( <i>Flacourtie rukam</i> ) DENGAN METODE DPPH (1,1-Difenil-2-PikrilhidraZil) .....	<b>109-123</b>
B014- UJI AKTIVITAS EKSTRAK DAUN KETAPANG ( <i>Terminalia catappa</i> ) TERHADAP HAMA BIBIT RUMPUT LAUT ( <i>Eucheuma cottonii</i> ) .....	<b>124-130</b>
B015- UJI FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL PADA JARINGAN AKAR MANGROVE <i>Rhizophora mucronata</i> TERHADAP BAKTERI <i>Escherichia coli</i> DAN <i>Staphylococcus aureus</i> .....	<b>131-145</b>
B016- ANALISIS KANDUNGAN ASAM SINAMAT DAN SKRINING FITOKIMIA GETAH KEMENYAN JENIS BULU ( <i>Styrax benzoinne</i> var. <i>Hiliferum</i> ) DARI TAPANULI UTARA .....	<b>146-155</b>
C001-PENGARUH SILIKA TERHADAP SERAPAN BUNYI BIOKOMPOSIT BERBAHAN DASAR SERAT SABUT KELAPA DAN LIMBAH KERTAS .....	<b>160-165</b>
C002- PENGARUH KONSENTRASI TiO <sub>2</sub> TERHADAP AKTIVITAS KRIM TABIR SURYA BERBAHAN BAKU MINYAK KELAPA .....	<b>166-172</b>
C003- SINTESIS DAN APLIKASI LAPIS TIPIS TiO <sub>2</sub> NANOTUBE UNTUK SEL SURYA. ....	<b>173-182</b>
C004- POTENSI DYE ANTOSIANIN SEBAGAI PENANGKAP FOTON DALAM FABRIKASI DYE-SENSITIZED SOLAR CELL .....	<b>183-190</b>
C005-PENGARUH PENGGUNAAN INHIBITOR BAHAN ALAM DALAM MENGHAMBAT PEMBENTUKAN KERAK KALSIUM SULFAT (CaSO <sub>4</sub> ) .....	<b>191-200</b>
C006- PENGARUH NISBAH Si/AI TERHADAP AKTIVITAS ALUMINOSILIKAT SEBAGAI KATALIS TRANSESTERIFIKASI MINYAK KELAPA SAWIT .....	<b>201-210</b>
C007-STUDI STABILITAS KOMPOSIT KARBON/Na-ALGINAT SEBAGAI MATERIAL ELEKTRODA SEL ELEKTROKIMIA .....	<b>211-218</b>
C008- PENGARUH GLISEROL TERHADAP LAJU TRANSMISI UAP AIR, DENSITAS, DAN SIFAT KETAHANAN TERHADAP AIR EDIBLE FILM DARI PATI TALAS BELITUNG ( <i>XANTHOSOMA SAGITIFOLIUM</i> ) .....	<b>219-226</b>
C009- UJI STABILITAS FISIK GEL MASKER PEEL OFF SERBUK GETAH BUAH PEPAYA ( <i>Carica papaya L.</i> ) DENGAN BASIS POLIVINIL ALKOHOL DAN HIDROKSIPROPIL METILSELULOSA .....	<b>227-236</b>
C010- PEMANFAATAN KITOSAN DARI CANGKANG KEONG MAS ( <i>Pomacea canaliculata</i> ) SEBAGAI PENGAWET IKAN CAKALANG ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ).....	<b>237-244</b>

C011- SINTESIS TiO <sub>2</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -BENTONIT DAN APLIKASINYA DALAM FOTODEGRADASI FENOL.....	<b>245-250</b>
C012- EFEK PENAMBAHAN ALUMINA PADA KARAKTERISTIK MIKROSTRUKTUR DAN FISIS CORDIERITE DARI SILIKA AMORPH SEKAM PADI .....	<b>251-260</b>
C013- PIROLISIS BIOMASA KAYU PINUS (PINE WOOD) DENGAN KATALIS MO/LEMPUNG MENJADI BIO-OIL.....	<b>261-271</b>
C014- KO-PIROLISIS CAMPURAN BAGAS TEBU DAN MINYAK JARAK UNTUK PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR MENGGUNAKAN ALUMINOSILIKAT DENGAN NISBAH Si/AI YANG BERBEDA .....	<b>272-281</b>
C015- SINTESIS BIODISEL DARI MINYAK KEMIRI SUNAN (REUTEALIS TRISPERMA (BLANCO) AIRY SHAW) DENGAN KATALIS CaO DAN IRRADIASI GELOMBANG MIKRO .....	<b>282-290</b>
C016- PENGARUH PENAMBAHAN MALEAT ANHIDRIDA DAN BPO SEBAGAI PENGIKAT SILANG TERHADAP BIODEGRADASI PLASTIK BIODEGRADABEL DARI LIMBAH POLIPROPILENA DAN PATI BIJI DURIAN .....	<b>291-300</b>
C017- SIFAT-SIFAT KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL-MIKROFIBRIL PELEPAH KELAPA SAWIT YANG TERISI KHITOSAN.....	<b>301-308</b>
C018- AKTIVASI ARANG AKTIF SECARA FISIKA DARI LIMBAH PABRIK CPO (CRUDE PALM OIL) SEBAGAI ADSORBEN METILEN BIRU .....	<b>309-319</b>
C019- PEMANFAATAN PATI BIJI DURIAN SEBAGAI FILLER DALAM PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DENGAN MATRIKS POLIPROPILENA.....	<b>320-330</b>
C-020 SINTESIS ZSM-5 PORI HIRARKI TANPA PENAMBAHAN TEMPLET ORGANIK MENGGUNAKAN METODA STEAM ASSISTED CONVERSION (SAC) ..	<b>331-339</b>
D001- PENENTUAN KADAR VITAMIN C PADA BERBAGAI MACAM BUAH SEGAR DAN OLAHANNYA.....	<b>340-345</b>
D002- ELEKTRODA PASTA KARBON NANOPORI TERMODIFIKASI MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER SEBAGAI SENSOR POTENSIOMETRIK KREATININ ....	<b>346-355</b>
D003- PENGGUNAAN KOAGULAN CAIR DAN ADSORBEN BERBASIS LEMPUNG ALAM UNTUK PENGOLAHAN AIR GAMBUT.....	<b>356-368</b>
D004- DEGRADASI ELEKTROKIMIA INDIGO BIRU MENGGUNAKAN ELEKTRODA KARBON .....	<b>369-378</b>
D005- DEGRADASI FENOL DALAM LIMBAH CAIR DENGAN METODE CONTACT GLOW DISCHARGE ELECTROLYSIS MENGGUNAKAN ELEKTROLIT KOH.....	<b>379-387</b>
D006- HIDROLISIS LIMBAH RUMPUT LAUT MELALUI PERLAKUAN AUTOKLAF.....	<b>388-397</b>

**SINTESIS ZSM-5 PORI HIRARKI TANPA PENAMBAHAN  
TEMPLET ORGANIK MENGGUNAKAN METODA  
STEAM ASSISTED CONVERSION (SAC)**  
**SYNTHESIS OF HIERARCHICAL ZSM-5 IN ABSENCE OF ORGANIC  
TEMPLATE USING STEAM-ASSISTED CONVERSION METHOD (SAC)**

Mita Rilyanti<sup>1\*</sup>, Rino R. Mukti<sup>2</sup>, Hadi Nur<sup>3</sup> dan Ismunandar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1 Bandar Lampung 35145

<sup>2</sup> Division of Inorganic and Physical Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa no 10 Bandung

<sup>3</sup>Ibnu Sina Institute for Fundamental Science Studies, Faculty of Science, 8130 UTM,  
Johor Bahru, Malaysia  
e-mail: [mita\\_rilyanti@yahoo.com](mailto:mita_rilyanti@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Sintesis ZSM-5 berpori hirarki tanpa penambahan senyawa organik (bebas templet organik) dapat dilakukan menggunakan metoda steam-assisted conversion (SAC). Gel prekursor dengan perbandingan molar 1 SiO<sub>2</sub> : 0,025Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,13NaOH : 37,5 H<sub>2</sub>O dapat memberikan fasa kristalin zeolit tinggi dengan menambahkan 1 % (b/b) benih, yaitu zeolit MFI tanpa alumunium (Silikalit-1). ZSM-5 hasil sintesis bebas SDA memiliki mesopori dengan diameter pori sekitar 2-3 nm. Pembentukan ZSM-5 dalam campuran prekursor tanpa penambahan senyawa organik menggunakan metoda benih-SAC terjadi melalui beberapa tahap. Tahap ini diawali dengan pelarutan kristal benih. Amorf aluminosilikat yang terbentuk akibat pelarutan kristal benih dapat mengalami nukleasi (amorf sekunder). Benih residu dan benih yang terbentuk akibat nukleasi amorf sekunder akan mengalami kristalisasi menggunakan nutrien yang terdapat dalam campuran prekursor. Nukleasi dalam jumlah besar akan menghasilkan sejumlah kristal-kristal kecil (nano-kristal). Selama proses hidrotermal dengan bantuan uap (SAC), nanokristal dapat mengalami agregasi membentuk partikel zeolit yang lebih besar. Proses agregasi ini diikuti dengan pembentukan celah diantara nanokristal yang disebut sebagai mesopori.

Kata Kunci: ZSM-5 pori hirarki, nanokristal, benih, templet organik, dan steam-assisted conversion

**ABSTRACT**

A hierarchical zeolite materials in the absence of organic template was successfully synthesized using steam-assisted conversion (SAC) method. The chemical composition 1SiO<sub>2</sub>:0.025Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> :0.13NaOH:37.5H<sub>2</sub>O of the Na<sup>+</sup>-aluminosilicate gel was fully crystallized by the initial addition of the silicalite-1 seeds. Here, the quantity of the silicalite-1 seeds was 1 wt% relative to silica source. The crystallization processes of the Na<sup>+</sup>-aluminosilicate gels with and without the Silicalite-1 seeds were monitored by XRD. The hierarchical ZSM-5 zeolite has an average pore diameter about 2-3 nm. The formation of hierarchical ZSM-5 in the precursor gel without organic compound using seeding-SAC method occurred through several steps. The starting step was seed crystallite dissolution. The Na<sup>+</sup>-aluminosilicate gel that was formed due to seed crystal dissolution can undergo nucleation (secondary amorph). Seed residues and the seeds were formed by secondary amorph nucleation which were crystallized by the nutrients in the gel precursor. Nucleation will produce small crystals (nano-crystal). During the hydrothermal process by the SAC method, nanocrystal aggregated to generate large zeolite particles. This aggregation creates the observed mesoporosity from interparticle voids.

Keywods: hierarchical ZSM-5, nanocrystals, seed, organic template, and steam-assisted conversion

## PENDAHULUAN

Zeolit didefinisikan sebagai material kristalin aluminosilikat yang memiliki struktur yang unik, tersusun terutama atas atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat pada jaringan ini, atom silikon digantikan oleh atom aluminium. Karena atom aluminium ini hanya memiliki muatan 3+ sedangkan silikon memiliki muatan 4+, keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif dan menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Di samping itu zeolit juga sering disebut sebagai “*molecular sieve*”, karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekular (mikropori) sehingga mampu memisahkan atau menyaring molekul dengan ukuran tertentu [1-3].

ZSM-5 (*Zeolite Socony Mobil-5*) termasuk ke dalam zeolit tipe MFI sangat menarik perhatian karena aplikasinya yang sangat luas dalam industri petrokimia. Karena sistem mikropori yang dimiliki ZSM-5, banyak reaksi katalitik dalam zeolit ini dibatasi oleh kendala dalam perpindahan molekul-molekul reaktan dan produk ke dan dari situs aktif zeolit atau keterbatasan difusi intrakristal (*intracrystalline diffusion limitations*). Hal ini menyebabkan aktivitas katalitik zeolit menjadi sangat rendah, terutama dalam mengkatalisis reaksi-reaksi yang melibatkan reaktan dengan ukuran molekul lebih besar daripada ukuran pori [4].

Berbagai inovasi telah dilakukan untuk mengatasi masalah keterbatasan difusi intrakristal (*intracrystalline diffusion limitations*), salah satu diantaranya adalah menyisipkan pori tambahan dalam skala meso ke dalam partikel zeolit [5-7]. Membuat zeolit dengan ukuran pori yang cukup besar diharapkan dapat mengakomodasi molekul-molekul reaktan dengan baik, sehingga aktivitas katalitik yang dihasilkan juga meningkat [8]. Pada umumnya sintesis zeolit MFI pori hirarki menggunakan senyawa organik berupa SDA dan surfaktan yang jarang ditemukan secara komersil. Kalaupun ada, harganya relatif mahal. Selain itu, dalam tahap akhir sintesis, senyawa organik harus dihilangkan untuk membuka pori zeolit. Hal ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan [9].

Dalam penelitian ini dilakukan sintesis zeolit MFI pori hirarki dan memiliki tingkat kristalinitas tinggi menggunakan metoda kristalisasi bantuan-uap (*steam-assisted crystallization*, SAC) tanpa menambahkan senyawa organik baik sebagai SDA maupun sebagai mesoporogen. Teknik SAC melibatkan proses kristalisasi zeolit dalam fasa padat dengan bantuan uap air menggunakan prekursor berupa gel kering yang ditambahkan sejumlah benih.

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan meliputi sintesis ZSM-5 pori hirarki dengan metoda *steam-assisted crystallization* (SAC), karakterisasi struktur zeolit yang dihasilkan menggunakan difraksi sinar-X, analisis porositas menggunakan isoterm nitrogen sorpsi, dan analisis morfologi menggunakan SEM.

## Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari Ludox (40%) HS-40 (Sigma Aldrich), Cab-O-Sil, NaAlO<sub>2</sub> (Sigma Aldrich), Al(OH)<sub>3</sub> tetrapropylamonium bromide (TPABr) (Merck), NaOH 50% (w/v) (Merck), air destilasi, kertas whatman.

## Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat-alat gelas, neraca analitik, botol polipropilen, spatula, seperangkat autoklaf, krus alumina, tungku pemanas THERMOLYNE 48000, oven, *hot plate*, buchner, difraktometer sinar-X serbuk Bruker D8 dan RINT2000, SEM Hitachi S-4500 dan JEOL-JSM-6510LV, Agilent DD2 500 MHz, Quantachrome Autosorb iQ.

## Prosedur

### Sintesis benih ZSM-5

Sintesis ZSM-5 dilakukan menggunakan metoda hidrotermal konvensional dengan komposisi molar reaktan : 1 SiO<sub>2</sub>: 0,06Al(OH)<sub>3</sub> : 0,17 NaOH : 22,38 H<sub>2</sub>O. Parameter sintesis : Si/Al = 16, Na/Si = 0,17 dan OH/Si = 0,17. Sebanyak 0,35 g Al(OH)<sub>3</sub> dilarutkan dalam akuades, kemudian ditambahkan 1,58 g NaOH 50% (w/v). Selanjutnya campuran tersebut ditambahkan CabOSil sebanyak 4,43 g dan diaduk hingga berbentuk gel yang homogen. Gel yang terbentuk kemudian di *aging* selama 24 jam. Gel yang diperoleh dimasukkan ke dalam teflon (autoklaf) dan dihidrotermal pada suhu 150 °C selama 96 jam menggunakan oven tumbling. Kristal yang didapat kemudian dicuci dengan akuades dan disaring menggunakan corong buchner selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 °C selama 4 jam.

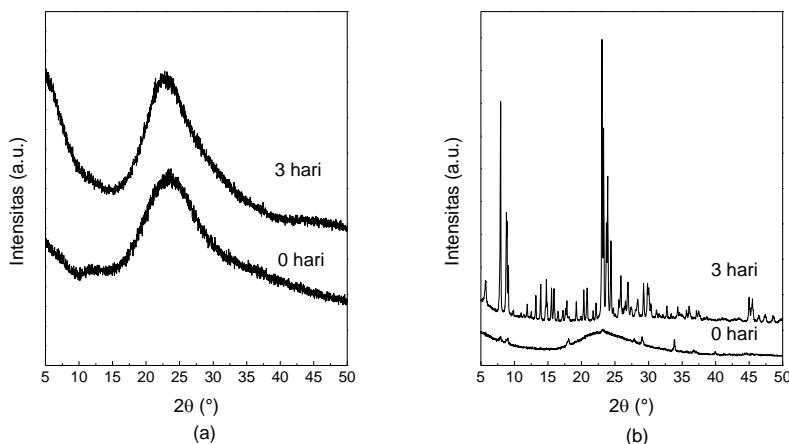
### Sintesis ZSM-5 menggunakan tanpa penambahan templet organik

Zeolit ZSM-5 disintesis menggunakan metoda *steam-assisted crystallization* (SAC), dengan perbandingan molar standar pereaksi adalah 1SiO<sub>2</sub>:0,025Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0,14NaOH: 37,5H<sub>2</sub>O. Pada prinsipnya sintesis dilakukan melalui 2 tahap yaitu (a) pembuatan gel kering dan (b) kristalisasi gel kering dengan bantuan

uap air. Pada tahap pertama, ditimbang sebanyak 0,0855 gram NaAlO<sub>2</sub> dan 0,1240 gram NaOH, kemudian keduanya dilarutkan dalam setengah bagian air destilasi di dalam botol polipropilen sambil diaduk selama 15 menit (larutan A). Sementara itu dalam botol propilen yang lain, 1,5503 gram Ludox dilarutkan dalam sisa air (larutan B). Secara perlahan-lahan larutan A ditambahkan ke dalam larutan B sambil diaduk dengan kecepatan 600 rpm. Selanjutnya ditambahkan benih ZSM-5 sebanyak 0,0331 gram sampai campuran diaduk hingga homogen selama 24 jam. kemudian campuran ini dievaporasi pada suhu ruang selama 6 hari dan suhu 100 °C selama 4-5 jam sehingga diperoleh gel kering (*dry gel*). Selanjutnya tahap kristalisasi dilakukan dengan memasukkan 0,3 gram gel kering ke dalam teflon berukuran 5 mL. Teflon kecil ini kemudian dimasukkan ke dalam teflon besar yang telah berisi 5 mL air. Rangkaian teflon ini dimasukkan ke dalam autoklaf *stainless steel* dan dipanaskan menggunakan oven pada suhu 150 °C selama beberapa jam. Kemudian autoklaf didinginkan dan produk dicuci menggunakan air destilasi sebanyak dua kali dan dikeringkan pada suhu 60°C.

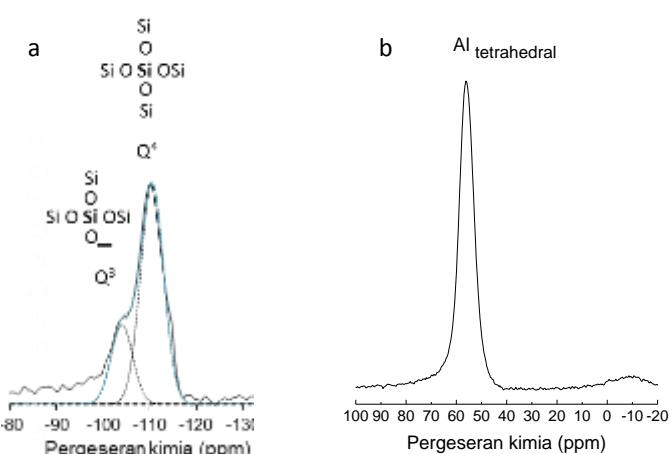
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis ZSM-5 menggunakan metoda benih-SAC telah dilakukan dengan menambahkan Silikalit-1 sebagai benih. Silikalit-1 sebanyak 1 %(b/b) ditambahkan ke dalam gel prekursor yang memiliki perbandingan molar 1SiO<sub>2</sub>:0,025Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0,14NaOH:37,5H<sub>2</sub>O dan dihidrotermal dengan bantuan uap. Pola difraksi ZSM-5 yang disintesis menggunakan metoda benih-SAC dengan komposisi molar gel prekursor 1SiO<sub>2</sub>:0,025Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,14NaOH: 37,5H<sub>2</sub>O pada suhu 150 °C ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Pola difraksi ZSM-5 yang disintesis menggunakan metoda benih-SAC pada suhu 150 °C selama 3 hari dengan komposisi molar gel prekursor 1SiO<sub>2</sub>:0,025Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0,14NaOH:37,5H<sub>2</sub>O (a) tanpa benih dan (b) 1% benih (Silikalit-1).

Berdasarkan pola difraksi pada Gambar 1 terlihat bahwa gel kering (0 hari) maupun produk yang dihasilkan setelah gel kering dihidrotermal menggunakan metoda SAC tanpa penambahan benih didominasi oleh fasa amorf. Hal ini menunjukkan bahwa gel kering bebas  $\text{TPA}^+$  tanpa penambahan benih tidak dapat mengkristal membentuk ZSM-5 setelah dihidrotermal selama 3 hari. Sementara itu penambahan benih berupa Silikalit-1 sebanyak 1% ke dalam campuran gel prekursor sebelum dikeringkan dapat dikonversi dengan baik membentuk partikel zeolit MFI setelah dihidrotermal selama 3 hari. Ini ditandai munculnya puncak-puncak yang sangat tajam pada  $2\theta = 7^\circ\text{-}9^\circ$  dan  $22^\circ\text{-}23^\circ$  yang karakteristik untuk zeolit MFI. Dengan demikian penambahan benih dalam jumlah yang relatif sedikit dapat merangsang kristalisasi zeolit MFI dengan sangat cepat, meskipun campuran gel prekursor tidak mengandung kation  $\text{TPA}^+$ . Spektrum  $^{29}\text{Si}$  MAS NMR padatan ZSM-5 yang disintesis menggunakan metoda SAC dengan komposisi molar gel prekursor  $1\text{SiO}_2\text{:}0,025\text{Al}_2\text{O}_3\text{:}0,14\text{NaOH}\text{:}37,5\text{H}_2\text{O}$  melalui penambahan benih 1% (b/b) pada suhu  $150^\circ\text{C}$  ditunjukkan pada Gambar 2(a). ZSM-5 hasil sintesis memiliki puncak pada pergeseran kimia  $-110,4$  ppm dan  $104$  ppm dikenali sebagai  $\text{Q}^4$  dan  $\text{Q}^3$ . Munculnya puncak pada pergeseran kimia  $104$  ppm memberi informasi adanya atom selain Si yang ikut terkoordinasi pada kerangka zeolit hasil sintesis. Hasil ini dikonfirmasi menggunakan  $^{27}\text{Al}$  MAS NMR padatan dan spektrumnya ditunjukkan pada Gambar 2(b). Adanya puncak pada pergeseran kimia  $57$  ppm sebagai aluminium tetrahedral, menjelaskan bahwa aluminium ikut berperan dalam membentuk kerangka zeolit MFI (ZSM-5).

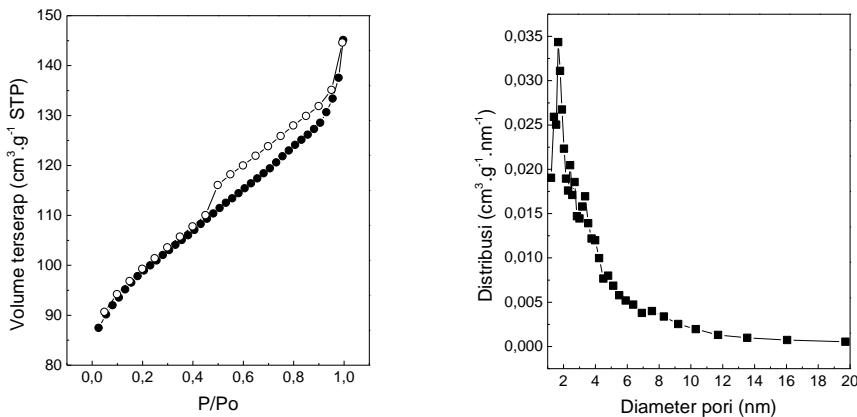


**Gambar 2** Spektrum  $^{29}\text{Si}$  MAS NMR (a) dan  $^{27}\text{Al}$  MAS NMR (b) padatan ZSM-5 yang disintesis menggunakan metoda benih-SAC dengan perbandingan molar gel prekursor  $1\text{SiO}_2\text{:}0,025\text{Al}_2\text{O}_3\text{:}0,14\text{NaOH}\text{:}37,5\text{H}_2\text{O}$  dengan penambahan benih 1% (b/b) berupa ZSM-5 pada suhu  $150^\circ\text{C}$

Rasio Si/Al dalam kerangka ZSM-5 hasil sintesis ditentukan dengan melakukan dekonvolusi spektrum  $^{29}\text{Si}$  MAS NMR padatan ZSM-5 hasil sintesis. Luas puncak spektrum hasil dekonvolusi digunakan untuk menghitung rasio Si/Al menggunakan persamaan 6. Hasilnya menunjukkan bahwa rasio Si/Al dalam kerangka ZSM-5 hasil sintesis adalah 19.

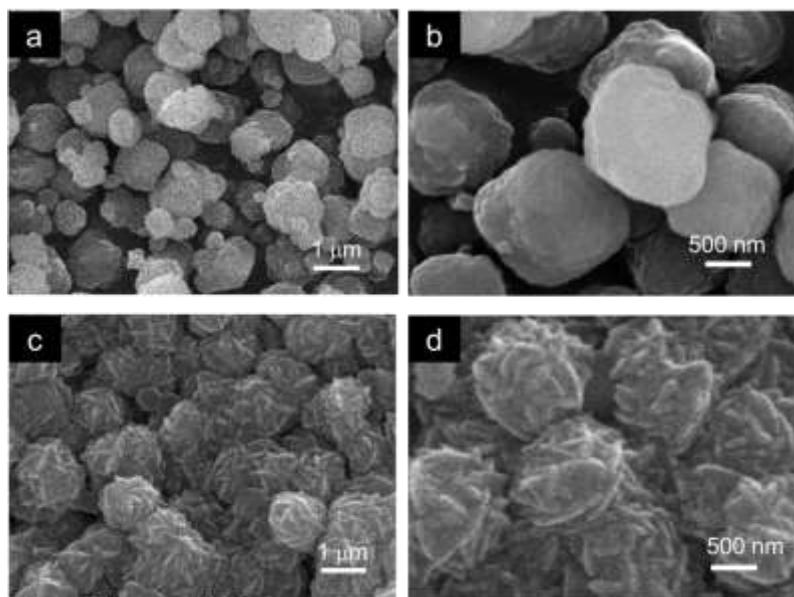
Pola isoterm adsorpsi-desorpsi nitrogen dan distribusi ukuran pori ZSM-5 hasil sintesis menggunakan metoda benih-SAC dapat dilihat pada

Gambar 3. Isoterm fisisorpsi nitrogen menunjukkan pola tipe-IV dengan histeresis yang sangat kecil pada  $P/P_0=0,2-0,85$ . ZSM-5 hasil sintesis memiliki mesopori yang sangat kecil dengan diameter ukuran pori sekitar 2-3 nm.



Gambar 3 Isoterm adsorpsi-desorpsi nitrogen (a) dan distribusi ukuran pori (b) ZSM-5 yang disintesis menggunakan metoda benih-SAC pada suhu 150 °C selama 3 hari dengan perbandingan molar gel prekursor  $1\text{SiO}_2:0,025\text{Al}_2\text{O}_3:0,14\text{NaOH}: 37,5\text{H}_2\text{O}$  dan penambahan benih 1% (b/b) berupa ZSM-5.

Morfologi ZSM-5 sebagai benih dan ZSM-5 hasil sintesis menggunakan metoda benih-SAC menggunakan ZSM-5 sebagai benih dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4** Foto SEM (a-b) Silikalit-1 yang digunakan sebagai benih (c-d) ZSM-5 hasil sintesis menggunakan metoda benih-SAC pada suhu 150 °C selama 3 hari dengan penambahan zeolit (a) sebagai benih sebanyak 1% (b/b).

Morfologi Silikalit-1 yang digunakan sebagai benih terlihat berbentuk bola dengan ukuran yang beragam. Sementara itu ZSM-5 yang disintesis menggunakan Silikalit-1 sebagai benih dan dihidroternal dengan metoda SAC diperoleh partikel zeolit yang berbentuk bulat dan relatif seragam berukuran sekitar 1  $\mu\text{m}$ . Terlihat jelas bahwa permukaan benih dan produk hasil sintesis memiliki morfologi yang sangat berbeda. Permukaan partikel ZSM-5 hasil sintesis terlihat kasar yang terbentuk sebagai akibat agregasi nanopartikel zeolit yang terjadi secara acak. Agregasi nanopartikel ini mengakibatkan adanya celah antar nanopartikel yang dianggap sebagai mesopori seperti yang ditemukan oleh Cheng, X., dkk. (2014) dalam mensintesis zeolit Beta dengan bantuan benih dan menggunakan metoda SAC [10]

Dengan demikian sintesis ZSM-5 pori hirarki dapat dilakukan menggunakan metoda benih-SAC tanpa penambahan senyawa organik ke dalam campuran prekursor menggunakan silikalit-1 sebagai benih. Kristalisasi ZSM-5 terjadi sebagai akibat pertumbuhan benih yang ditambahkan ke dalam campuran prekursor sebelum dilakukan hidrotermal dengan bantuan uap air (SAC). Dalam hal ini gel merupakan prekursor yang bebas organik dengan perbandingan molar  $1\text{SiO}_2:0,025\text{Al}_2\text{O}_3:0,14\text{NaOH}:37,5\text{H}_2\text{O}$ .

Benih merupakan salah satu teknik yang biasa dilakukan untuk mensintesis ZSM-5 bebas organik dengan penambahan benih menggunakan metoda hidrotermal konvensional [11-13]. Sementara itu teknik benih juga telah digunakan dalam sintesis zeolit Beta pori hirarki menggunakan metoda SAC tapi masih menambahkan sejumlah

SDA berupa tetraethylamonium hidroksida ke dalam gel prekursor [10]. Sementara itu pada penelitian ini telah dilakukan sintesis ZSM-5 tanpa penambahan templet organik sama sekali menggunakan metoda seeding-steam assisted conversion.

## KESIMPULAN

Sintesis ZSM-5 pori hirarki tanpa penambahan senyawa organik (bebas SDA) dapat dilakukan menggunakan metoda benih-SAC. Gel prekursor dengan perbandingan molar  $1\text{SiO}_2:0,025\text{Al}_2\text{O}_3:0,14\text{NaOH}:37,5\text{H}_2\text{O}$  dapat mengkristal dengan sangat baik jika ditambahkan 1 % (b/b) benih berupa Silikalit-1. Disamping itu ZSM-5 hasil sintesis memiliki mesopori dengan diameter pori sekitar 2-3 nm.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Shiralkar, V.P. and A. Clearfield, *Synthesis of The Molecular Sieve ZSM-5 Without the Aid of Templates*. Zeolites, 1989. **9**(5): p. 363-370.
2. Schwieger, W., et al., *Synthesis of Pentasil Zeolites With and Without Organic Templates*. Zeolite Synthesis. Vol. 398. 1989: American Chemical Society. 274-290.
3. Barrer, R.M., L. Hinds, and E.A. White, *The Hydrothermal Chemistry of Silicates. Part III. Reactions of Analcite and Leucite*. Journal of the Chemical Society., 1953: p. 1466-1475.
4. Meng, X., F. Nawaz, and F.-S. Xiao, *Templating route for synthesizing mesoporous zeolites with improved catalytic properties*. Nano Today, 2009. **4**(4): p. 292-301.
5. Egeblad, K., et al., *Templating mesoporous zeolites*. Chemistry of Materials, 2008. **20**(3): p. 946-960.
6. Fujiwara, M., et al., *Mesoporous MFI zeolite material from silica-alumina/epoxy-resin composite material and its catalytic activity*. Microporous and Mesoporous Materials, 2011. **142**(1): p. 381-388.
7. Epping, J.D. and B.F. Chmelka, *Nucleation and growth of zeolites and inorganic mesoporous solids: Molecular insights from magnetic resonance spectroscopy*. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 2006. **11**(2-3): p. 81-117.
8. Zhou, M., A.A. Rownaghi, and J. Hedlund, *Synthesis of mesoporous ZSM-5 zeolite crystals by conventional hydrothermal treatment*. RSC Advances, 2013. **3**(36): p. 15596-15599.
9. Wang, J., et al., *Single-template synthesis of zeolite ZSM-5 composites with tunable mesoporosity*. Chemical Communication, 2007: p. 4653–4655.

10. Cheng, X., et al., *Fast synthesis of nanosized zeolite beta from a low-seeded, lowlated dry gel with a seeding-steam-assisted conversion method*. Journal of Materials Chemistry A, 2014. **2**(5): p. 1247-1251.
11. Ren, N., et al., *A seed surface crystallization approach for rapid synthesis of submicron ZSM-5 zeolite with controllable crystal size and morphology*. Microporous and Mesoporous Materials, 2010. **131**(1-3): p. 103-114.
12. Ren, N., et al., *Controllable and SDA-free synthesis of sub-micrometer sized zeolite ZSM-5. Part 1: Influence of alkalinity on the structural, particulate and chemical properties of the products*. Microporous and Mesoporous Materials, 2011. **139**(1-3): p. 197-206.
13. Kamimura, Y., et al., *OSDA-free synthesis of MTW-type zeolite from sodium aluminosilicate gels with zeolite beta seeds*. Microporous and Mesoporous Materials, 2012. **163**: p. 282-290.