

**PENGARUH WAKTU AKTIVASI BASA ZEOLIT ALAM  
KLATEN DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI ZAT  
WARNA METILEN BIRU**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Oleh:  
Wahyu Nugroho  
11630047**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2016**



## **SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Wahyu Nugroho

NIM : 11630047

Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Aktivasi Basa Zeolit Alam Klaten dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 15 Maret 2016

Pembimbing

  
Irwan Nugraha, M.Sc.

NIP. 19820329 201101 1 005



### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : WAHYU NUGROHO

NIM : 11630047

Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Aktivasi Basa Zeolit Alam Klaten dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 30 Maret 2016

Konsultan,

Khamidinal, M.Si

NIP. 196911042000031002



### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi  
Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : WAHYU NUGROHO  
NIM : 11630047  
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Aktivasi Basa Zeolit Alam Klaten dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 31 Maret 2016  
Konsultan,

Pedy Artsanti, M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Nugroho  
NIM : 11630047  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“Pengaruh Waktu Aktivasi Basa Zeolit Alam Klaten dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru”**

Adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 16 maret 2016

Yang menyatakan



Wahyu Nugroho

NIM. 11630047



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1257/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Waktu Aktivasi Basa Zeolit Alam Klaten dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Wahyu Nugroho  
NIM : 11630047  
Telah dimunaqasyahkan pada : 28 Maret 2016  
Nilai Munaqasyah : A  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Irwan Nugraha, M.Sc.  
NIP.19820329 201101 1 005

Penguji I

Pedy Artsanti, M.Sc.

Penguji II

Khamidinal, M.Si.  
NIP. 19691104 200003 1 002

Yogyakarta, 31 Maret 2016  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Maizer Sard Nahdi, M.Si.  
NIP. 19550427 198403 2 001



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Rabb semesta alam yang telah memberikan rahmat, dan nikmat yang tidak terhitung banyaknya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Waktu Aktivasi Basa Zeolit Alam Klaten dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru”**. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada *khotamul anbiya wal mursalin* Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan ummatnya yang berpegang teguh pada sunnah beliau SAW sampai *yaumul akhir*.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Bapak Irwan Nugraha, M.Sc., selaku Pembimbing yang telah membimbing dengan penuh perhatian sejak penyusunan proposal penelitian sampai penulisan skripsi.
2. Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama masa studi.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Kaprodi Kimia yang telah memberikan pengarahan dan motivasi selama masa studi.
4. Kedua orang tua, istri dan anak-anak yang telah memberikan perhatian, doa, dukungan moral dan semangat.
5. Teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2011 yang tidak penulis sebutkan satu-satu yang telah membantu selama masa studi.
6. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
7. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, 15 Maret 2016

Wahyu Nugroho

11630047





**HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Karya ini kami dedikasikan  
untuk almamater Program Studi Kimia  
UIN Sunan Kalijaga*



## DAFTAR ISI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	ii
NOTA DINAS KONSULTASI SKRIPSI .....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
A. Tinjauan .....	Pustaka
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
B. Landasan .....	Teori
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
A. Waktu dan Tempat .....	Penelitian
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
B. Alat-alat .....	Penelitian
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
C. Bahan .....	Penelitian
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
D. Cara Kerja .....	Penelitian
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	

1. Karakterisasi material awal  
**Error! Bookmark not defined.**
2. Aktivasi basa zeolit alam  
**Error! Bookmark not defined.**
3. Adsorpsi zat warna metilen biru  
**Error! Bookmark not defined.**

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **Error! Bookmark not defined.**

- A. Karakterisasi Material Awal  
**Error! Bookmark not defined.**
- B. Aktivasi Basa Zeolit Alam  
**Error! Bookmark not defined.**
  1. Karakterisasi zeolit teraktivasi basa dengan FTIR  
**Error! Bookmark not defined.**
  2. Karakterisasi zeolit teraktivasi basa dengan XRD  
**Error! Bookmark not defined.**
  3. Karakterisasi zeolit teraktivasi basa dengan GSA  
**Error! Bookmark not defined.**
  4. Karakterisasi dengan zeolit teraktivasi basa dengan TEM  
**Error! Bookmark not defined.**
- C. Uji Kemampuan Zeolit Alam dan Zeolit Teraktivasi Basa untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru  
**Error! Bookmark not defined.**

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	5
A.	Kesimpulan .....	5
B.	Saran .....	5
DAFTAR PUSTAKA	.....	6
LAMPIRAN	.....	9



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Struktur  $TO_4$  (T = Si atau Al).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2 Satuan pembangun sekunder zeolit...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3 Bangunan polyhedral sodalit dan modifikasi strukturnya..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4 XRD pattern untuk lima jenis zeolit komersial (Burton, 2009) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5 Struktur metilen biru .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6 Proses penyerapan sinar oleh larutan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 1 Spektra FTIR zeolit alam dari Klaten**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2 Difraktogram zeolit alam dari Klaten**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Grafik adsorpsi isoterm zeolit alam dari Klaten**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Grafik distribusi pori zeolit alam dari Klaten**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Gambar hasil TEM zeolit alam dari Klaten (a) perbesaran 10 k dan (b) perbesaran 300 k. ....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6 Spektra zeolit alam dari Klaten dan zeolit teraktivasi basa..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7 Difraktogram zeolit alam dan zeolit teraktivasi basa ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 8 Grafik volume pori total zeolit teraktivasi basa**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 9 Grafik distribusi pori zeolit alam dari Klaten dan zeolit teraktivasi basa .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 10 Gambar TEM zeolit teraktivasi basa pada perbesaran 10 k (a) zeolit teraktivasi basa 2 minggu (b) zeolit teraktivasi basa 4 minggu.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 11 Gambar TEM zeolit teraktivasi basa pada perbesaran 80 k (a) zeolit teraktivasi basa 2 minggu (b) zeolit teraktivasi basa 4 minggu.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 12 Gambar TEM zeolit teraktivasi basa pada perbesaran 300 k (a) zeolit teraktivasi basa 2 minggu (b) zeolit teraktivasi basa 4 minggu.**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 4. 1 Tabel luas permukaan, prosentase pori dan volume pori total zeolit alam dari Klaten.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Tabel luas permukaan zeolit alam dan zeolit teraktivasi basa dengan variasi waktu .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Prosentase pori zeolit alam dari Klaten dan zeolit teraktivasi basa. ....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 pH suspensi zeolit alam dan zeolit teraktivasi basa**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Kapasitas adsorpsi zeolit alam dan zeolit teraktivasi basa..... **Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spektra FTIR Zeolit Alam dari Klaten .....	9
Lampiran 2 Difraktogram Zeolit Alam Klaten .....	9
Lampiran 3 Grafik distribusi pori zeolit alam Klaten .....	10
Lampiran 4 Gambar TEM Zeolit alam Klaten .....	11
Lampiran 5 Spektra FTIR zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa.....	12
Lampiran 6 Difraktogram zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa.....	13
Lampiran 7 Grafik volume pori total zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa .....	14
Lampiran 8 Grafik distribusi pori zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa	15
Lampiran 9 Gambar TEM zeolit teraktivasi basa 2 minggu .....	16
Lampiran 10 Gambar TEM zeolit teraktivasi basa 4 minggu .....	17
Lampiran 11 Perhitungan kemampuan adsorpsi zat warna metilen biru zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa.....	18



# **PENGARUH WAKTU AKTIVASI BASA ZEOLIT ALAM KLATEN DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU**

Oleh :  
Wahyu Nugroho  
11630047

Dosen Pembimbing : Irwan Nugraha, M.Sc.

## **INTISARI**

Aktivasi basa zeolit alam Klaten dan aplikasinya untuk adsorpsi zat warna metilen biru telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aktivasi basa terhadap ukuran partikel dan porositas zeolit dan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi zeolit alam dan zeolit teraktivasi basa terhadap zat warna metilen biru.

Material awal yang digunakan adalah zeolit alam yang berasal dari Klaten. Aktivasi dilakukan dengan cara mengaduk zeolit alam dalam larutan NaOH 6 M selama 1 hari, 1 minggu, 2 minggu dan 4 minggu. Zeolit alam dan zeolit teraktivasi basa dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, TEM, dan GSA, serta diaplikasikan untuk adsorpsi zat warna metilen biru. Pengujian adsorpsi metilen biru dilakukan dengan Spektrofotometer sinar tampak.

Hasil karakterisasi zeolit teraktivasi basa menunjukkan peningkatan luas permukaan, volume pori dan distribusi pori dibandingkan dengan zeolit alam. Partikel zeolit teraktivasi basa menjadi lebih seragam dan berukuran nano. Hasil pengujian kapasitas adsorpsi zeolit teraktivasi basa menunjukkan peningkatan dibanding dengan zeolit alam.

Kata kunci : *Zeolit alam Klaten, NaOH, Zeolit teraktivasi basa, porositas, adsorpsi, metilen biru*

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Zeolit alam yang terkandung dalam sumber daya mineral mempunyai kelimpahan yang cukup besar di Indonesia khususnya pada lokasi yang secara geografis terletak di jalur pegunungan vulkanik. Indonesia memiliki sejumlah sumber zeolit alam yang terdapat di beberapa daerah seperti Malang, Wonosari dan Bogor (Arryanto *et al.*, 2011). Secara struktur, zeolit merupakan kristal berbasis aluminosilikat atau silikat, memiliki struktur mikro yang sangat teratur dan terbuka yang dibentuk oleh jaringan tiga dimensi dari  $\text{SiO}_4^{-4}$  dan  $\text{AlO}_4^{-5}$  (Szostak, 1998). Zeolit alam memiliki kerangka negatif yang dinetralkan dengan kation alkali atau alkali tanah misalnya  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  atau  $\text{Ca}^{2+}$ . Gugus aktif kation ini berfungsi sebagai penyeimbang muatan yang dapat dipertukarkan dengan kation lain (Kesraoui-Ouki *et al.*, 1994).

Struktur internal zeolit alam berupa saluran dan pori yang saling berhubungan yang menyebabkan luas permukaan yang besar. Semakin banyak pori yang dimiliki, semakin besar luas permukaan total yang dimiliki zeolit. Menurut Dyer (1998), luas permukaan internal zeolit dapat mencapai puluhan sampai ratusan kali lebih besar dibandingkan dengan luas permukaan luarnya. Luas permukaan yang besar ini dimanfaatkan sebagai adsorben yang baik maupun sebagai katalis heterogen.

Zeolit alam Indonesia sebagian besar merupakan zeolit dengan kualitas rendah karena berada di deret pegunungan karst yang menyebabkan kadar CaO di dalam zeolit cukup tinggi. Kondisi ini menyebabkan pemanfaatan zeolit alam Indonesia masih sangat terbatas pada bidang pertanian. Di sisi lain, kebutuhan industri akan material zeolit cukup tinggi untuk digunakan sebagai *molecular sieve*, penukar ion, adsorben, dan sebagainya (Arryanto *et al.*, 2011). Kemurnian yang rendah dari zeolit alam menyebabkan pemanfaatannya yang tidak optimal dibandingkan dengan zeolit sintetik (Barrer, 1982). Untuk meningkatkan

kemampuan zeolit sebagai adsorben maka perlu dilakukan modifikasi terhadap permukaan dan struktur zeolit alam. Beberapa metode yang sering dilakukan adalah memodifikasi sifat permukaan zeolit dengan pencucian menggunakan asam akan menghilangkan pengotor yang terdapat pada pori zeolit sehingga permukaan zeolit akan lebih luas (Kurama *et al.*, 2002). Modifikasi dengan surfaktan kationik untuk mengubah sifat permukaan zeolit yang bermuatan negatif menjadi bermuatan positif (Li dan Bowman, 1998).

Modifikasi yang lain yaitu dengan metode aktivasi basa. Aktivasi basa zeolit alam atau biasa disebut dengan *aging* adalah penuaan zeolit dengan cara perendaman dalam larutan basa baik dengan pengadukan maupun tanpa pengadukan. Pada proses ini larutan basa akan melarutkan pengotor yang dapat larut dalam basa (seperti silika dan alumina) yang berada di bagian luar kerangka kristal dan yang menutupi permukaan pori-pori zeolit alam. *Aging* yang disertai dengan pengadukan akan mengakibatkan terjadinya benturan antar partikel sehingga Si dan Al yang berada dalam kerangka bisa terlepas dan terlarut dalam basa yang berakibat ukuran partikel zeolit menjadi lebih kecil. Penelitian tentang *aging* zeolit telah dilakukan oleh Alfaro *et.al* (2007) yang melakukan *aging* dengan NaOH dan pemanasan selama 2 minggu yang mengubah ukuran partikel zeolit menjadi lebih kecil sehingga luas permukaan meningkat.

Berdasarkan tinjauan-tinjauan diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk memodifikasi bentuk makro partikel dari zeolit alam dari Klaten agar memiliki bentuk yang lebih kecil dan seragam sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dan katalisnya. Metode yang digunakan adalah aktivasi basa zeolit dengan larutan natrium hidroksida yang divariasikan waktunya sehingga akan diketahui tahapan-tahapan perubahan perubahan partikel zeolit alam. Penggunaan larutan NaOH adalah mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Alfaro *et.al*. (2007), dan Sari L.A. (2012) yang menggunakan larutan NaOH sebagai larutan aktivator dan memberikan hasil yang lebih baik daripada penelitian yang menggunakan larutan basa yang lain.

Zeolit teraktivasi basa perlu diaplikasikan untuk melihat peningkatan kemampuannya. Aplikasi zeolit sebagai adsorben sudah banyak dikenal. Pada penelitian, zeolit alam dan zeolit teraktivasi basa dengan variasi waktu akan digunakan untuk adsorpsi zat warna metilen biru. Zat warna ini biasanya digunakan sebagai pewarna tekstil dan limbah yang dihasilkan dari sisa penggunaan zat warna cukup berbahaya dan dapat menyebabkan kenaikan detak jantung, muntah, *shock*, *cynosis*, *jaundice*, *quadriplegia*, dan *necrosis* jaringan pada manusia (Hameed *et al.*, 2007).

## **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Zeolit alam yang digunakan berasal dari Klaten, Jawa Tengah.
2. Larutan basa yang digunakan adalah larutan Natrium Hidroksida 6 M.
3. Instrumen yang digunakan dalam karakterisasi adalah FTIR, TEM, XRD, GSA, dan Spektrofotometer sinar tampak.

## **C. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh aktivasi basa terhadap porositas zeolit?
2. Bagaimana pengaruh proses aktivasi terhadap ukuran partikel zeolit?
3. Berapa kapasitas adsorpsi zeolit teraktivasi basa terhadap zat warna metilen biru?

## **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perubahan porositas zeolit alam Klaten setelah proses aktivasi basa.
2. Mengetahui perubahan ukuran partikel zeolit alam Klaten setelah proses aktivasi basa.

3. Mengetahui kapasitas adsorpsi zeolit teraktivasi basa terhadap zat warna metilen biru.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai metode aktivasi basa zeolit alam dengan larutan natrium hidroksida, baik teknik preparasi dan karakterisasinya
2. Memberikan informasi tentang hubungan waktu aktivasi basa dengan ukuran partikel dan porositas zeolit alam Klaten

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Porositas zeolit teraktivasi basa meningkat, dengan peningkatan luas permukaan zeolit dari  $54,354 \text{ m}^2/\text{g}$  menjadi  $101,904 \text{ m}^2/\text{g}$  untuk zeolit teraktivasi basa 4 minggu, peningkatan total volume pori dari zeolit alam  $0,076 \text{ cc/g}$  menjadi  $0,404 \text{ cc/g}$  untuk zeolit teraktivasi basa 4 minggu, dan distribusi ukuran pori yang juga meningkat.
2. Ukuran partikel zeolit teraktivasi basa mengalami penurunan sampai ukuran nano dibandingkan dengan zeolit alam yang berukuran mikro. Ukuran partikel zeolit teraktivasi basa 2 minggu  $20 - 30 \text{ nm}$ , dan zeolit teraktivasi basa 4 minggu  $10 - 20 \text{ nm}$ .
3. Kapasitas adsorpsi zeolit teraktivasi basa terhadap zat warna metilen biru meningkat dari  $54,385 \text{ mg/g}$  untuk zeolit alam menjadi  $59,167 \text{ mg/g}$  dan  $59,048 \text{ mg/m}$  untuk zeolit teraktivasi basa 2 minggu dan 4 minggu.

#### B. Saran

Untuk menyempurnakan hasil zeolit teraktivasi basa yang masih banyak mengikat gugus  $-\text{OH}$ , penulis menyarankan agar pada penelitian selanjutnya dilakukan pencucian sampai pH netral atau penetralan dengan asam agar didapatkan material silikalit yang hidrofobik yang mempunyai nilai jual lebih tinggi dan aplikasi yang lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfaro, S., Rodriguez, C., Valenzuela, M.A., dan Bosch, P., 2007, Aging Time Effect on the Synthesis of Small Crystal LTA Zeolites in the Absence of Organic Template, *Materials Letters*, 61, 4655-4658.
- Ariyadi, A., 2006, Pengaruh Perlakuan Asam Klorida Terhadap Karakter Zeolit Alam Wonosari dan Uji Katalitik untuk Perengkahan n-Heksana, *Skripsi*, FMIPA UGM., Yogyakarta
- Arryanto, Y., Suwardi, Husaini, T. Affandi, S. Amini, M. Al Jabri, P. Siagian, D. Setyorini, A. Rahman, dan Y. Pujiastuti, 2011, *Zeolit dan Masa Depan Bangsa: Roadmap Revitalisasi Peranan Zeolit Alam Dalam Ketahanan Pangan dan Kedaulatan Bangsa*, Toprint, Yogyakarta.
- Barrer, R. M., 1982, *Hydrothermal Chemistry of Zeolites*, Academic Press, London.
- Barret, E.P., Joyner, L.G., Halenda, P.P., 1951, The Determination of Pore Volume and Area Distributions in Porous Substances. I. Computations from Nitrogen Isotherms, *J. Am. Chem. Soc.*, 73, 1 : 373-380
- Benetoli, L.O.de B., Bruno, M., Codorin, Cicero da S., Postiglione, Ivan, G. de S., Debachter, N.A., 2011, Effect of Temperature on Methylene Blue Decolorization in Aqueous Medium in Electrical Discharge Plasma Reactor, *J. Braz. Chem. Soc.*, Vol.22 No. 9
- Bo, W. dan Ma, H., 1998, Factor Affecting the Synthesis of Microsized NaY Zeolites, *Microporous and Macroporous Materials*, 25(1-3), 131-136.
- Brady, J.E., 1990, *General Chemistry*, 5<sup>th</sup> Ed, John Willey & Sons, New York.
- Burton, A. W. (auth), Chester, A. W. dan Derouane, E. G. (eds.), *Zeolit Characterization and Catalysis*, Springer Science Business Media B.V., USA.
- Day, R.A, dan Underwood A.L, 1986, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dyer, A., 1998, *An Introduction to Zeolit Molecular Sieve*, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England.
- Flanigen, E.M. dan Khatami, H., 1971, *Infrared Structural Studies of Zeolite Frameworks*, Union Carbide Corporation: New York
- Greg, S. J., dan Sing, K. S. W., 1982, *Adsorption Surface Area and Porosity*, 2<sup>nd</sup>ed., Academic Press Inc., London.
- Hameed, B.H., Din, A.T.M., dan Ahmad, A.L., 2007, Adsorption of Methylene Blue onto Bamboo-based Activated Carbon: Kinetics and Equilibrium Studies, *Journal of Hazardous Materials*, 141, 819-825.

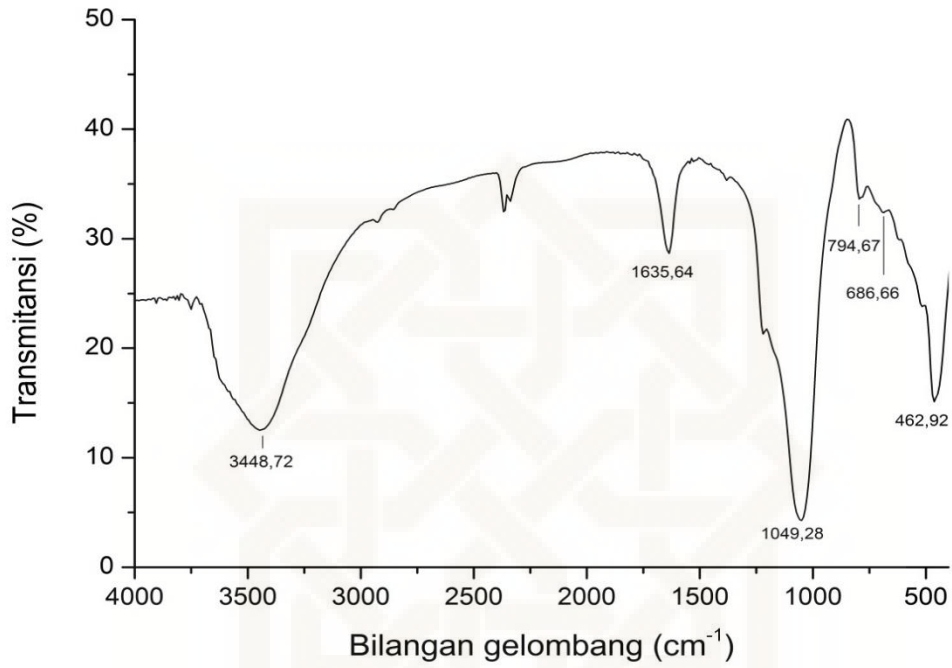


- Henri John, 1998, Pengaktifan Zeolit Lampung dengan Berbagai Perlakuan, *Jurnal Sains dan Teknologi* vol. 4, no.2, hal 173-180.
- Heraldy, E., Hisyam, S. W., dan Sulistiyono, 2003, Characterization and Activation of Natural Zeolit from Ponorogo, *Indo.J.Chem.*, 3(2), 91-97.
- Jha, V. K., dan Hayashi, S., 2009, Modification on Natural Clinoptilolite Zeolit for Its  $\text{NH}_4^+$  Retention Capacity, *Journal of Hazardous Material*, 169, 29-35.
- Kaviratna, H., dan Pinnavia, T. J., 1994, Acid Hydrolysis of Octahedral  $\text{Mg}^{2+}$  sites in 2:1 Layered Silicates : an Assesment of Edge Attack and Gallery Acces Mechanisms, *Clays and Clay Minerals*, 42, 6, 717-723.
- Kecht, J., 2008, Colloidal Porous Nanoparticles : Synthesis and Functionalization of Nanostructured Aluminosilicates and Silicas, *Dissertation* der Fakultatfur Chemie Und Pharmazie der Ludwig-Maximillians-Universitat Munchen.
- Kesraoui-Ouki, S., Cheeseman, R.C., dan Perry, R., 1994, Natural Zeolit Utilization in Pollutan Control: A Review of Application to Metals Effluents, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 59, 121-126.
- Khalid, Z., 2001, Studies of the Photochemical Kinetics of Methylene Blue with Reductans, *Thesis*, Departement of Chemistry, University of Karachi, Karachi.
- Kurama, H., Zimmer, A., dan Reschetilowski, T., 2002, Chemical Modification Effect on the Sorption Capacities of Natural Clinoptilolite, *Chem. Eng. Technol.*, 25, 301-305.
- Kurniasari, L., 2010, Potensi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Air pada Alat Pengering, *Momentum*, 6, 1, 15-17.
- Lobo, R. F., 2003, *Introduction to the Structural Chemistry of Zeolits*, Aurbach, M. S., Carrado, A. K., Dutta, P. K., *Handbook of Zeolits Sceince and Technology*, Marcekker, New York.
- Li, Z., dan Bowman, R. S., 1998, Sorption of Perchloroethylene by Surfactant-Modified Zeolit as Controlled by Surfactant Loading, *Environ. Sci. Technol.*, 32, 2628-2632.
- Makhouki, B., 2009, Acid Activation of Bentonite for Use as Vegetable Oil Bleaching Agent, *Grasas Y Aceites*, 60, 4, 343-349.
- Mansouri, N., Rikhtegar, N., Panahi, H.A., Atabi, F., Shahraki, B.K., 2013, Porosity, Characterization And Structural Properties Of Natural Zeolit – Clinoptilolite – As A Sorbent, *Environment Protection Engineering*, Vol. 39 No.1
- Mumpton, F. A., 1985, Using Zeolit in Agriculture, *Inovative Biological Technologiesfor Lesser Developed Countries*, Washington.

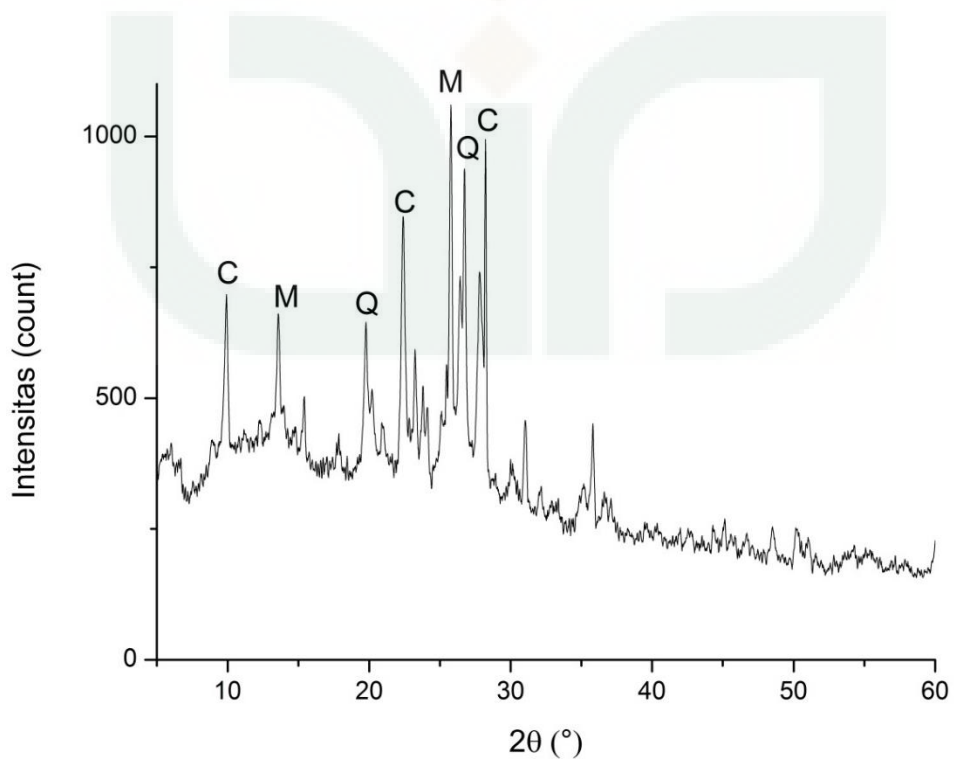
- Ohja, K., Pradhan, N.C., dan Samnata, A.N., 2004, Zeolit from Fly Ash: Synthesis and Characterization, *Bull. Mater. Sci.*, 27, 555-564.
- Palomo, A., Fernandez-Jimenez, A.A., dan Garcìa\_Lodeiro, I., 2007, Durability of Alkali-Activated Fly Ash Cementitious Materials, *J. Mater. Sci.*, 42, 3055-3065.
- Panagiotopoulou, Ch., Kontori, E., Perraki, Th., dan Kakali, G., 2007, Dissolution of Aluminosilicate Minerals and By-Products in Alkaline Media, *J. Mater. Sci.*, 42, 2967-2973.
- Park, Sang-Sook, Kang, Hwa-Young dan Son In-Ja, 2008, Characterization of Fly Ash-Pastes Synthesized at Different Activator Conditions, *Korean J. Chem. Eng.*, 25, 78-93
- Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., Vyvyan, J.R., 2001, *Introduction to Spectroscopy*, 4<sup>rd</sup> Edition, Department of Chemistry, Western Washington University, Washington.
- Petkowicz, Ivan D., Brambilla, Rodrigo, Radtke, Claudio D.S., Silva, D.S., da Rocha, Zenis, N., Pergher, Sibeles B.C., dan Joao, H.Z., 2009, Photodegradation of Methylene Blue by in situ Generated Titania Supported on a Na-Zeolit, *Applied Catalysis A: General*, 357, 125-134.
- Sari, L.A., 2012, Pengaruh Konsentrasi Basa pada Aktivasi Zeolit sebagai *Filler* dan Korelasinya terhadap Sifat Mekanik Komposit PVA-Zeolit-Clay, *Skripsi*, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Sing, K. S., Everett, D. H., Haul, R., Moscou, L., Pierotti, R. A., Rouquerol, J., dan Siemieniewska, T., 1985, Reporting Physisorption Data for Gas/Solid System with Special Reference to The Determination of Surface Area and Porosity, *J. Pure Appl. Chem.* 57, 603-619.
- Seipenbusch, M., Rothenbacher, S., Weber, A.P., dan Kasper, G., 2007, Interparticle forces in Nanoparticle Agglomerates, *European Aerosol Conference 2007*, Salzburg, Abstract T09A025.
- Sutarti, M., dan Rachmawati, M., 1994, *Zeolit : Tinjauan Literatur*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jakarta.
- Szostak, R., 1998, *Molecular Sieves — Principles of Synthesis and Identification*, 2nd ed., Blackie, London.
- Valdes, M. G., Perez-Cordoves, A. I., dan Diaz-Garcia, M. E., 2006, Zeolites and zeolit-based Materials in Analytical Chemistry, *Trac-Trend. Anal. Chem.*, 1, 25.
- Warren, B. E., 1969, *X-Ray Diffraction*, Addison-Wesley, Reading.
- Zhang, Z., Liu, X., Xu, Y., dan Xu, R., 1991, Dealumination of Dealuminated Zeolites Y, *Zeolites*, 11, 232.

## LAMPIRAN

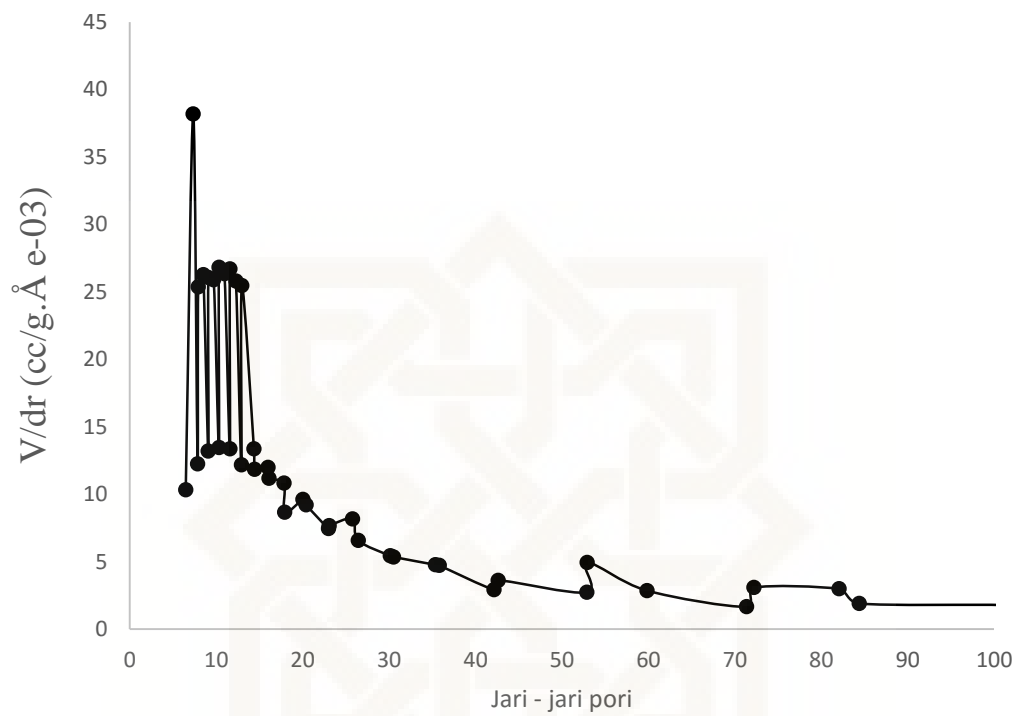
Lampiran 1 Spektra FTIR Zeolit Alam dari Klaten



Lampiran 2 Difraktogram Zeolit Alam Klaten

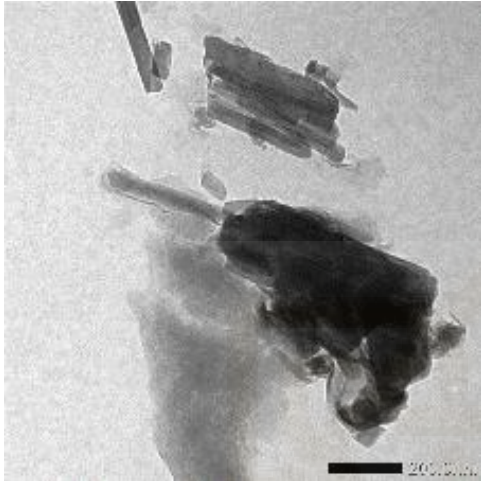


Lampiran 3 Grafik distribusi pori zeolit alam Klaten



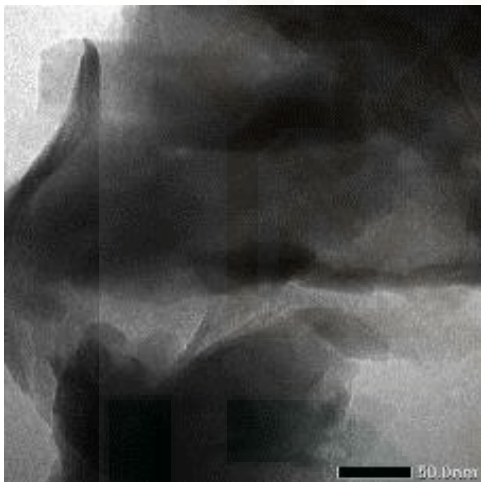
Prosentasi pori		
Mikropori	Mesopori	Makropori
34,24 %	52,44%	13,32%

## Lampiran 4 Gambar TEM Zeolit alam Klaten



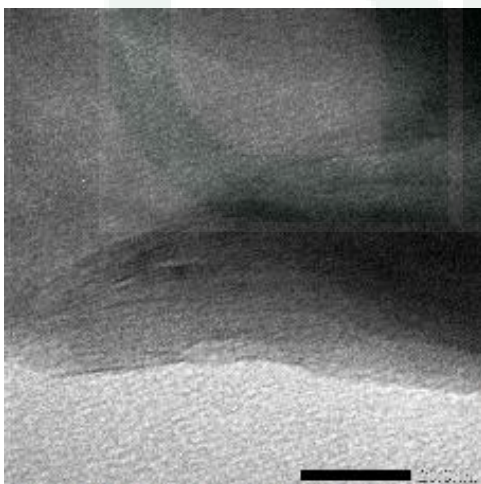
Gambar pada Perbesaran

10.000 x



Gambar pada Perbesaran

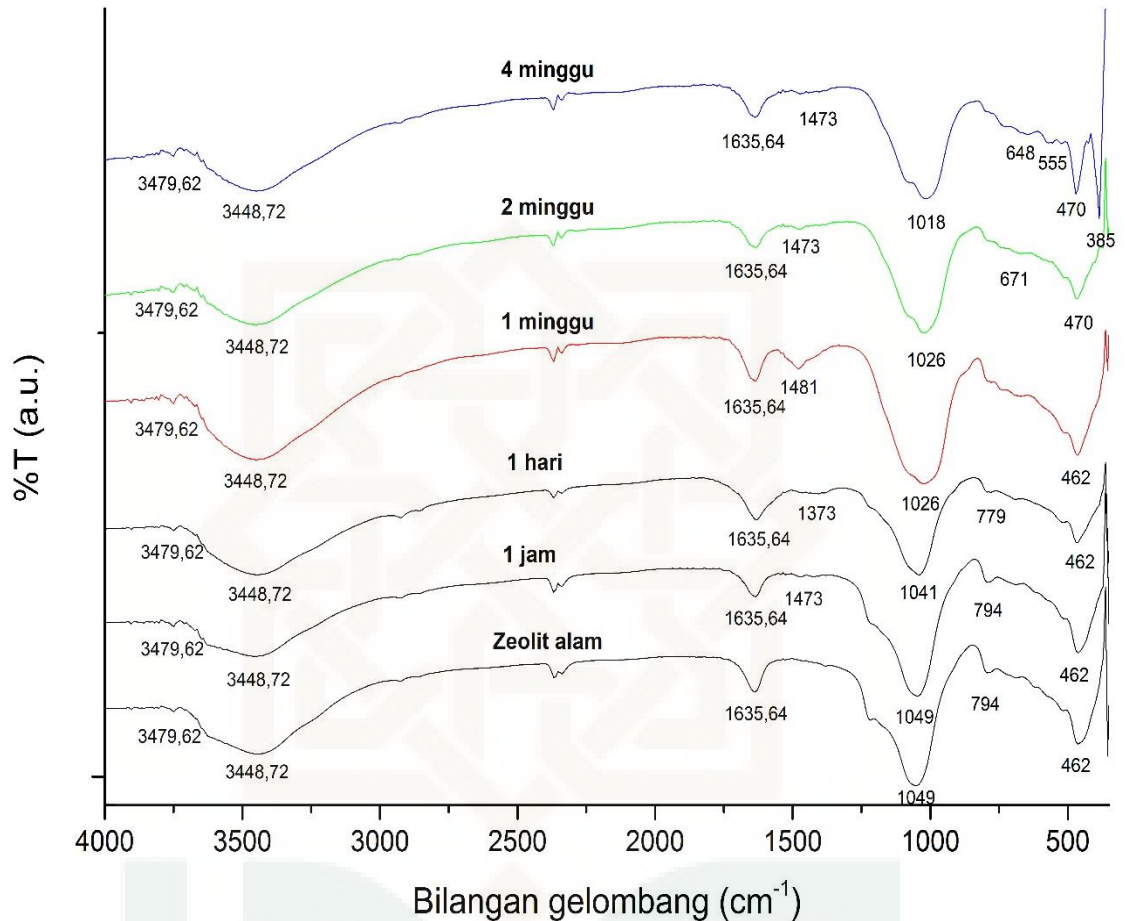
80.000 x



Gambar pada Perbesaran

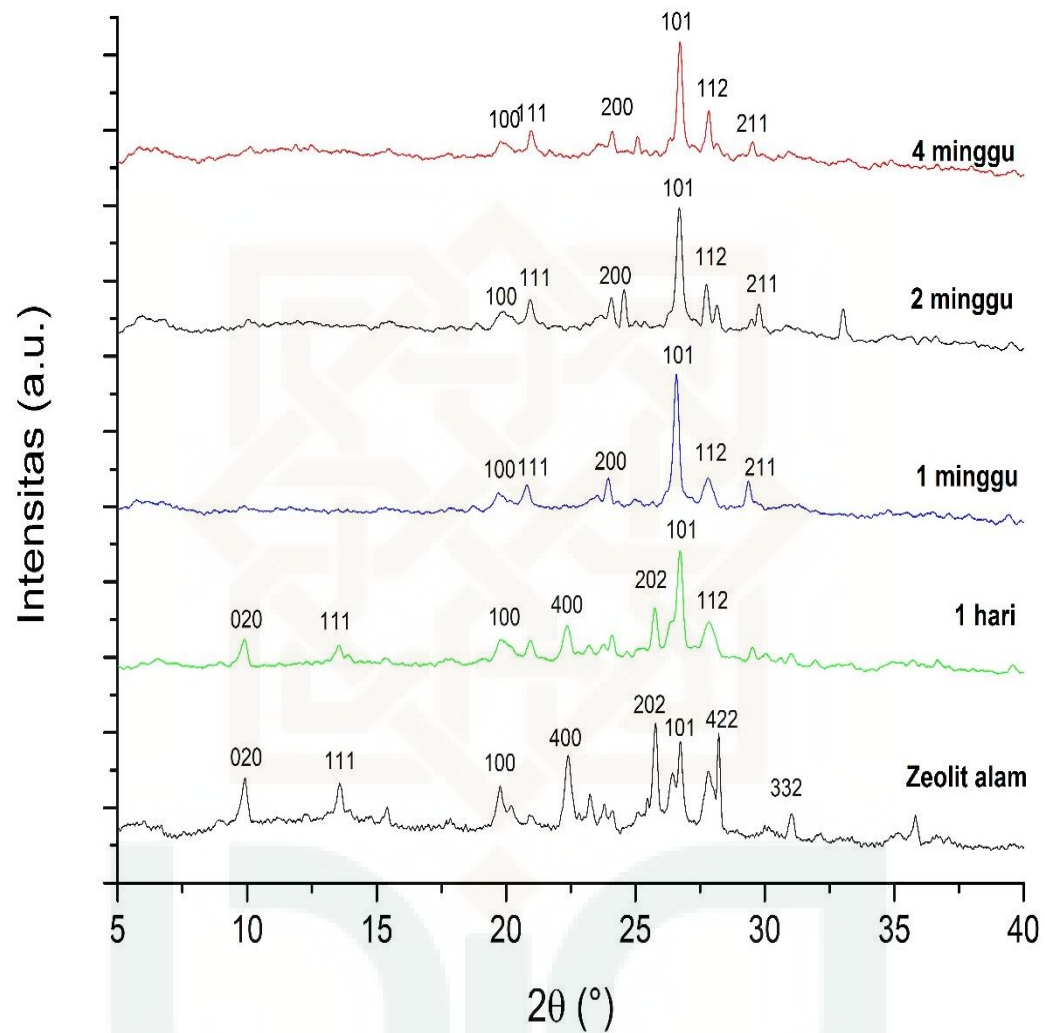
300.000 x

Lampiran 5 Spektra FTIR zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa



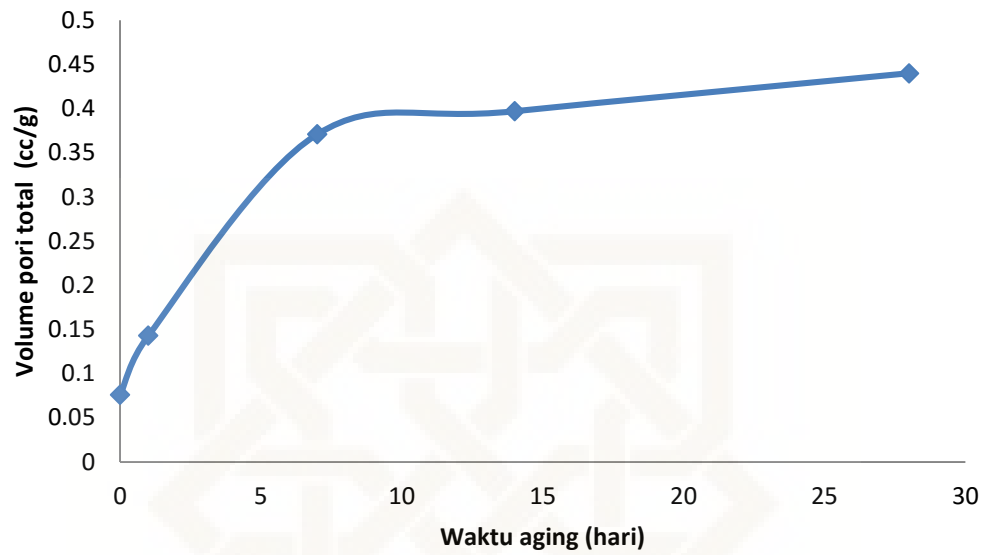
No	Gugus fungsi	Zeolit awal Bil Gel	Zeolit teraktivasi basa				
			1 Jam	1 Hari	1 Minggu	2 Minggu	4 Minggu
1	Si-OH/Al-OH	3749.62	3749.62	3749.62	3749.62	3749.62	3749.62
2	O-H	3448.72	3448.72	3448.72	3448.72	3448.72	3448.72
3	O-H	1635.64	1635.64	1635.64	1635.64	1635.64	1635.64
4	Si/Al-at terhidrasi		1473.62	1373.32	1481.33	1473.62	1473.62
5	O-T-O Eksternal	1049.28	1049.28	1041.56	1026.92	1026.13	1018.41
6	O-T-O Internal	794.67	794.67	779.24		671,23	648,08
7	cincin ganda						555.55
8	T-O pada TO4	462.92	462.92	462.92	462.92	470.63	470.63
9	open pore	354.9	347.19	347.19	324.04	370.33	385.76

Lampiran 6 Difraktogram zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa



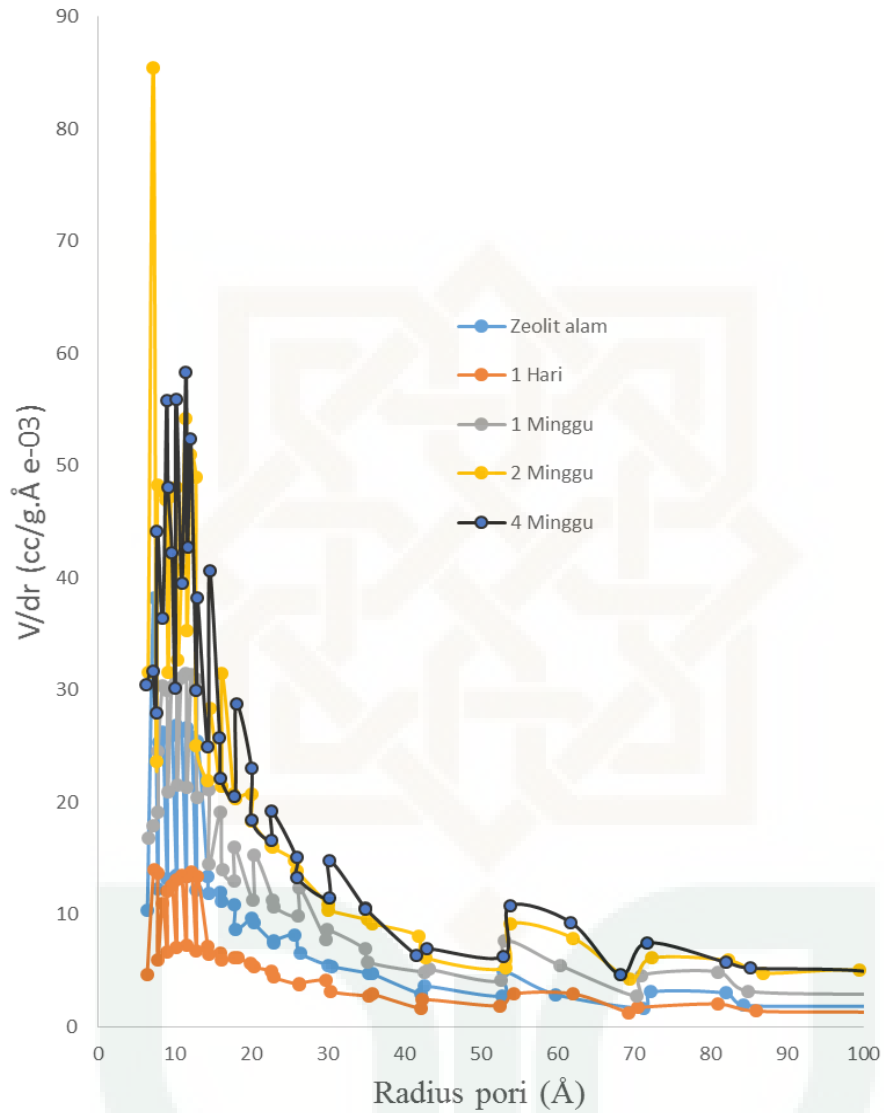


Lampiran 7 Grafik volume pori total zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa



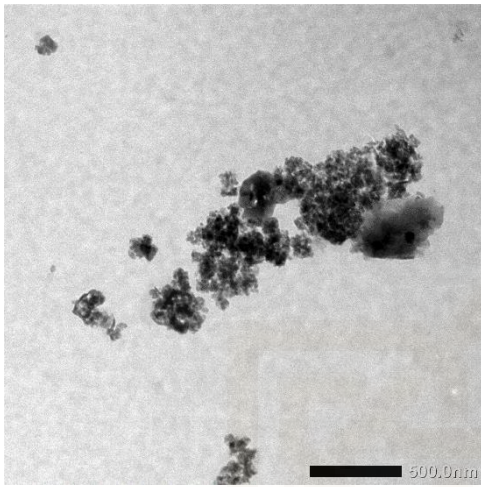
Zeolit Awal	Zeolit teraktivasi basa				
	1 Hari	1 Minggu	2 Minggu	4 Minggu	
Volume pori (cc/g)	0.076	0.143	0.371	0.397	0.44

Lampiran 8 Grafik distribusi pori zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa



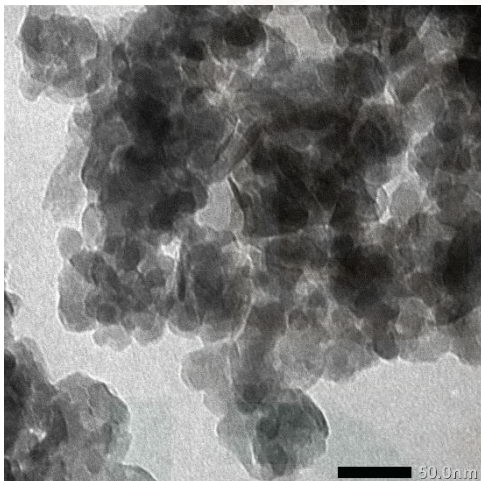
	Zeolit alam	Zeolit teraktivasi basa			
		1 Hari	1 Minggu	2 Minggu	4 Minggu
% Mikropori	34.24	29.54	28.52	34.11	29.70
% Mesopori	52.44	53.87	54.85	51.87	55.07
% Makropori	13.32	16.59	16.63	14.03	15.24

## Lampiran 9 Gambar TEM zeolit teraktivasi basa 2 minggu



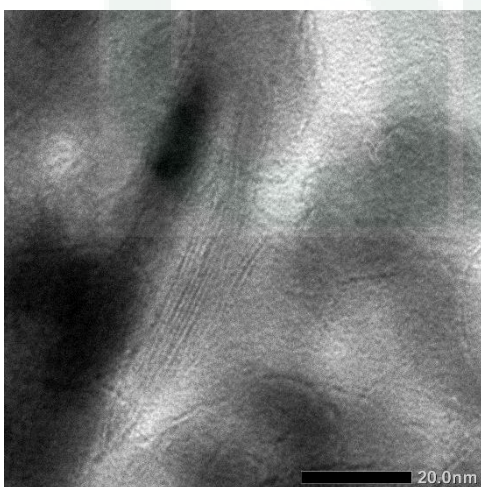
Gambar pada Perbesaran

10.000 x



Gambar pada Perbesaran

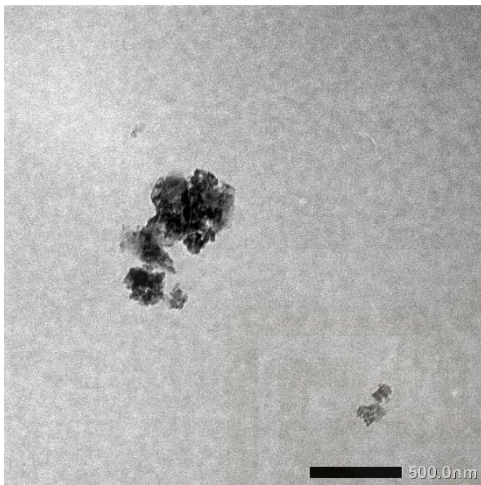
80.000 x



Gambar pada Perbesaran

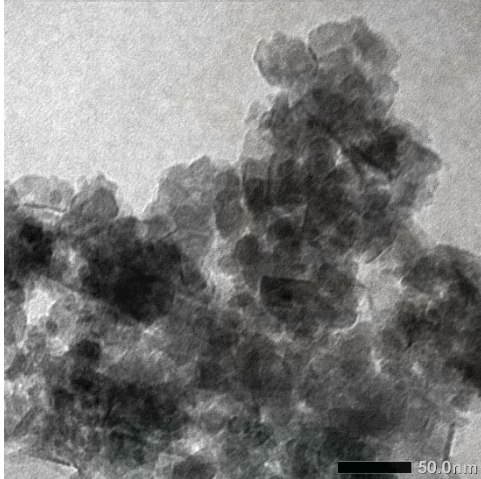
300.000 x

## Lampiran 10 Gambar TEM zeolit teraktivasi basa 4 minggu



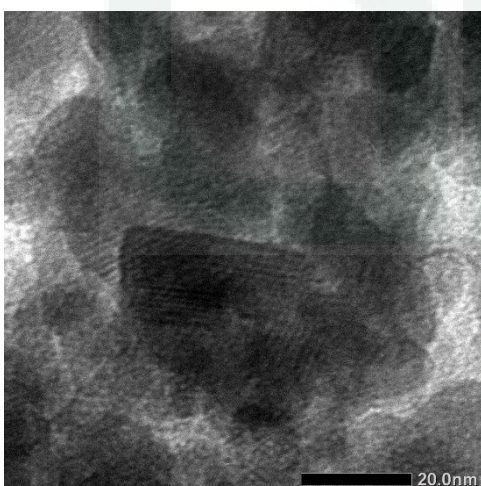
Gambar pada Perbesaran

10.000 x



Gambar pada Perbesaran

80.000 x



Gambar pada Perbesaran

300.000 x

Lampiran 11 Perhitungan kemampuan adsorpsi zat warna metilen biru zeolit alam Klaten dan zeolit teraktivasi basa

Mencari  $\lambda_{\text{maks}}$  dengan menggunakan standar konsentrasi 1 ppm untuk *discan* :

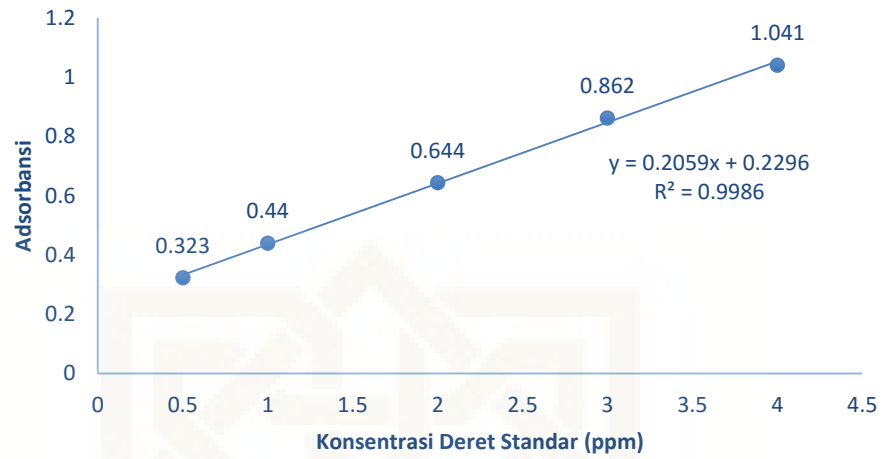
$\lambda$ (nm)	A
580	0,086
590	0,123
600	0,162
610	0,192
620	0,202
630	0,220
640	0,262
650	0,325
<b>660</b>	<b>0,378</b>
<b>670</b>	<b>0,351</b>
680	0,216

$\lambda$ (nm)	A
660	0,378
662	0,368
<b>664</b>	<b>0,373</b>
666	0,362

Pembuatan kurva baku

Konsentrasi standar	Absorbansi
0,5 ppm	0,323
1 ppm	0,440
2 ppm	0,644
3 ppm	0,862
4 ppm	1,041

### KURVA BAKU



Kapasitas adsorpsi zeolit alam Klaten dan Zeolit teraktivasi basa

Zeolit	Zeolit alam	1 Hari	1 Minggu	2 Minggu	4 Minggu
Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	54,385	57,25	57,525	59,167	59,048