

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis Anggota

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi
- b. Nomor ISSN : 1410-8917
- c. Vol, No., Bln Thn : vol. 20, no. 1, pp. 13-18, Apr. 2017.
- d. Penerbit : Kimia FSM Undip
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.13-18>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273>

Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273/11559>

Url Turnitin: (19%)
<https://doc-pak.undip.ac.id/2874/23/Turnitin%20C21.pdf>

g. Terindex : Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☐ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☒ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

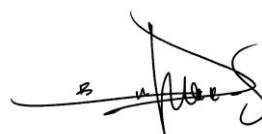
Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional	Nasional Terakreditasi	Nasional Tidak Terakreditasi	
	☐	☐	☒	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)			1	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			3	3
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			3	2,8
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			3	3
Total = (100%)			10,00	9,8
Penulis Korespondensi: $(0,4 \times 9,8)/2 = 1,96$				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

- Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:**
Unsur jurnal sesuai dan lengkap mencakup pendahuluan, isi dan kesimpulannya. Nilai 1
- Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:**
Ruang lingkup pengaruh pembakaran Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium. Pembahasan sangat baik dan detail. Nilai 3
- Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:**
Kemutakhiran informasi cukup memadai, meski dengan referensi terbatas dan ada yang tanpa tahun. Metodologi detail diulas, sehingga mudah untuk diulang oleh penelitian lain. Nilai 2,8
- Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:**
Unsur terbitan lengkap, kualitas terbitan baik. Nilai 3

Semarang, 31 Maret 2020
 Reviewer 1



Dr. Bambang Cahyono
 NIP. 196303161988101001
 Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis Anggota

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi
- b. Nomor ISSN : 1410-8917
- c. Vol, No., Bln Thn : vol. 20, no. 1, pp. 13-18, Apr. 2017.
- d. Penerbit : Kimia FSM Undip
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.13-18>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273/11559>
- Url Turnitin: (19%)
<https://doc-pak.undip.ac.id/2874/23/Turnitin%20C21.pdf>
- g. Terindex : Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☐ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☒ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional ☐	Nasional Terakreditasi ☐	Nasional Tidak Terakreditasi ☒	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)			1	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			3	3
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			3	3
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			3	2
Total = (100%)			10,00	9
Penulis Korespondensi: $(0,4 \times 9)/2 = 1,8$				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

- Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:**
Unsur jurnal sesuai dan lengkap mencakup pendahuluan, isi dan kesimpulannya. Nilai 1
- Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:**
Ruang lingkup artikel ini adalah adsorpsi ABS oleh zeolit termodifikasi dengan tingkat kebaruan tinggi. Pembahasan diulas dengan baik dan dalam disertai literatur pendukung. Nilai 3
- Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:**
Data/informasi yang disajikan cukup memadai disertai data literatur yang mutakhir. Metodologi runtut dan mudah diikuti dan diulang. Nilai 3
- Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:**
Unsur terbitan sudah lengkap hanya kualitas terbitan kurang karena ada notasi kimia yang tidak sesuai penulisannya. Nilai 2

Semarang, 18 Maret 2020
 Reviewer 2

Drs. Gunawan, M.Si, Ph.D
 NIP.196408251991031001
 Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium

Jumlah Penulis : 3 orang

Status Pengusul : Penulis Anggota

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi
- b. Nomor ISSN : 1410-8917
- c. Vol, No., Bln Thn : vol. 20, no. 1, pp. 13-18, Apr. 2017.
- d. Penerbit : Kimia FSM Undip
- e. DOI artikel (jika ada) : <https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.13-18>
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273>
- Alamat Artikel : <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273/11559>
- Url Turnitin: (19%)
<https://doc-pak.undip.ac.id/2874/23/Turnitin%20C21.pdf>
- g. Terindex : Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : ☐ Jurnal Ilmiah Internasional
 (beri ✓ pada kategori yang tepat) ☐ Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
☒ Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Reviewer		Nilai Rata-rata
	Reviewer I	Reviewer II	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)	1	1	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	3	3	3
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	2,8	3	2,9
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)	3	2	2,5
Total = (100%)	9,8	9	9,4
Penulis Korespondensi: $(0,4 \times 9,4)/2 = 1,88$			

Semarang, 31 Maret 2020

Reviewer 2



Drs. Gunawan, M.Si, Ph.D
 NIP.196408251991031001
 Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

Reviewer 1



Dr. Bambang Cahyono, MS
 NIP. 196303161988101001
 Unit Kerja : Departemen Kimia FSM UNDIP

ISSN 1410-8917

JURNAL KIMIA SAINS DAN APLIKASI

VOL. XX, No. 1, April 2017

DITERBITKAN OLEH

**DEPARTEMEN KIMIA FMIPA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

JKSA	VOL	NO	HALAMAN	SEMARANG	ISSN
	XX	1	1 - 52	April 2017	1410-8917



(<http://icics2020.unram.ac.id/>).

Journal Content

Search

Search Scope

All ▼

Search

Browse

- [By Issue \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive)
- [By Author \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/authors\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/authors)
- [By Title \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/titles\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/search/titles)
- [Other Journals \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search)
- [Categories \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search/categories\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/index/search/categories)

[Home \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/index\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/index) / [Archives \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/archive)

/ [Vol 20, No 1 \(2017\) \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/view/2155\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/view/2155)

Vol 20, No 1 (2017): Volume 20 Issue 1 Year 2017



(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/view/2155/showToc>)

Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi (ISSN 1410-8917)

Volume 20 Issue 1 Year 2017

April 2017

Full Issue

View or download the full issue

PDF

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/issue/view/2155/99>

Table of Contents

Research Articles

Pengaruh Variasi Jenis Asam terhadap Karakter Nanosilika yang Disintesis dari Abu Sekam Padi
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15202>)

PDF

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15202/11523>

1-4

 Dini Hayati, Pardoyo Pardoyo, Choiril Azmiyawati

 Views: **823 (#)**

 Citations: **2**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.1-4?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.1-4?domain=https://ejournal.undip.ac.id)
domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.20.1.1-4**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.1-4>)

 Published: 1 Apr 2017.

Studi Pendahuluan tentang Enkapsulasi Vitamin C dalam Liposom Kelapa (Cocos nucifera L.)
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15218>)

PDF

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15218/11534>

5-8

 Dwi Hudiyantri, Desita Triana, Parsaoran Siahaan

 Views: **1016 (#)**

 Citations: **6**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.5-8?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.5-8?domain=https://ejournal.undip.ac.id)
domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.20.1.5-8**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.5-8>)

 Published: 1 Apr 2017.

Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Produk Fermentasi Susu Kedelai dan Whey Tahu menggunakan Bakteri Asam Laktat Komersial
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15221>)

PDF

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15221/11535>

9-12

 Kunti Nadiyah S. Muthia, Purbowatiningrum Ria Sarjono, Agustina L. N. Aminin

 Views: **1117 (#)**

 Citations: **1**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.9-12?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.9-12?domain=https://ejournal.undip.ac.id)
domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.20.1.9-12**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.9-12>)

 Published: 1 Apr 2017.

Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273>)

PDF

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15273/11559>

13-18

 Anis Komariah, Sriatun Sriatun, Pardoyo Pardoyo

 Views: **1043 (#)**

 Citations: **2**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.13-18?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.13-18?domain=https://ejournal.undip.ac.id)
domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.20.1.13-18**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.13-18>)

 Published: 1 Apr 2017.

Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y
(<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15274>)

PDF

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/15274/11560>

19-24

 Sriatun Sriatun, Taslimah Taslimah, Erwin Nur Cahyo, Fuguh Devi Saputro

 Views: **1233 (#)**

 Citations: **0**

([https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.19-24?](https://badge.dimensions.ai/details/doi/10.14710/jksa.20.1.19-24?domain=https://ejournal.undip.ac.id)
domain=<https://ejournal.undip.ac.id>)

| Language: **ID (#)** | DOI: **10.14710/jksa.20.1.19-24**

(<https://doi.org/10.14710/jksa.20.1.19-24>)

 Published: 1 Apr 2017.

People > [Editorial Team \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/editorialTeam\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/editorialTeam) |
[Peer Reviewers \(https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/displayMembership/422/1\)](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/about/displayMembership/422/1)

Editorial Team

Editor in Chief



Dr. Adi Darmawan (ScopusID: [55953897600](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55953897600) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55953897600>))
[id \(http://orcid.org/0000-0001-5744-5789\)](http://orcid.org/0000-0001-5744-5789) Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia

Associate editors



Dr. Amin Fatoni (ScopusID: [55488648900](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55488648900) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55488648900>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-6550-2461\)](http://orcid.org/0000-0002-6550-2461) Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia



Dr. Choiril Azmiyawati (ScopusID: [55543514300](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55543514300) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55543514300>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-4143-9832\)](http://orcid.org/0000-0002-4143-9832) Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Didik Setiyo Widodo (ScopusID: [57195404137](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57195404137) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57195404137>))
[id \(http://orcid.org/0000-0001-8411-9700\)](http://orcid.org/0000-0001-8411-9700) Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Dr. Fitria Rahmawati (ScopusID: [36053591500](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=36053591500) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=36053591500>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-3145-9063\)](http://orcid.org/0000-0002-3145-9063) Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret University, Indonesia



Dr. Gaurav A Bhaduri (ScopusID: [28367493600](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=28367493600) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=28367493600>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-7714-8877\)](http://orcid.org/0000-0002-7714-8877) Indian Institute of Technology Jammu (IIT JMU), India



Dr. Guozhao Ji (ScopusID: [55262553900](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55262553900) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55262553900>))
 School of Environmental Science and Technology, Dalian University of Technology Dalian, Liaoning, China



Dr. Ibrahim A. I. Hassan (ScopusID: [55652057500](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55652057500) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=55652057500>))
 Department of Chemistry, South Valley University Qena, Egypt, Egypt



Dr. Ismiyarto Ismiyarto (ScopusID: [56955654800](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56955654800) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56955654800>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-3939-3433\)](http://orcid.org/0000-0002-3939-3433) Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Dr. Mukhammad Asy'ari (ScopusID: [56117266100](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56117266100) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56117266100>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-3489-1644\)](http://orcid.org/0000-0002-3489-1644) Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



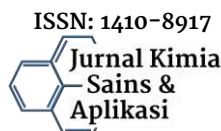
Dr. Mus'ab Abdul Razak (ScopusID: [38961852200](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=38961852200) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=38961852200>))
[id \(http://orcid.org/0000-0001-5120-1345\)](http://orcid.org/0000-0001-5120-1345) Department of Chemical and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, Malaysia



Dr. Nor Basid Adiwibawa Prasetya (ScopusID: [56574376400](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56574376400) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=56574376400>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-6956-3667\)](http://orcid.org/0000-0002-6956-3667) Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Dr. Yayuk Astuti (ScopusID: [57100033100](http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57100033100) (<http://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorid=57100033100>))
[id \(http://orcid.org/0000-0002-2107-3829\)](http://orcid.org/0000-0002-2107-3829) Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia



Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi *Cetyltrimethylammonium*

Anis Komariah^a, Sriatun^{a,*}, Pardoyo^a

^a Inorganic Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

* Corresponding author: sriatun@live.undip.ac.id

Article Info	Abstract
Keywords: ZMS (Zeolite Modified Surfactant), Adsorption, Alkyl Benzene Sulfonate	In this research, modification of NH_4Cl (H-Zeolite) activated zeolite with CTAB (Cetyltrimethylammonium Bromide) surfactant of various concentrations of 0.25 mM (ZMS-1), 1 mM (ZMS-2) and 100 mM (ZMS-3) as an Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) compound adsorbent has been conducted.. Characterization was performed on H-Zeolite and ZMS using FTIR spectrophotometer. The main parameters in this study were variation of concentration of ABS (50, 75, and 100 ppm) and contact time (15, 30, 45, 60, 75, and 90 min). The adsorbed ABS concentration was analysed by UV-Vis spectrophotometer using the MBAS (Methylene Blue Active Substance) method. The result of FTIR spectra of modified surfactant modified zeolite (ZMS) showed peak at wave number $2931,80\text{ cm}^{-1}$; $2854,65\text{ cm}^{-1}$ and $1404,18\text{ cm}^{-1}$ indicating the presence of CTAB group on zeolite. The maximum concentration and optimum time ABS that could be absorbed by 0.1 gram ZMS was 50 ppm in 25 mL at 60 minutes with adsorption percentage of 84.04% for H-Zeolite; 96.42% for ZMS-1; 96.48% for ZMS-2; And 97.29% for ZMS-3. ZMS performance tended to increase with CTAB concentration in zeolites.
Kata kunci: ZMS (Zeolit Modifikasi Surfaktan), Adsorpsi, Alkil Benzena Sulfonat	Abstrak Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi zeolit alam teraktivasi NH_4Cl (H-Zeolit) dengan surfaktan CTAB (<i>Cetyltrimethylammonium Bromide</i>) berbagai konsentrasi yaitu sebesar 0,25 mM (ZMS-1), 1 mM (ZMS-2), dan 100 mM (ZMS-3) sebagai adsorben senyawa ABS (Alkil Benzena Sulfonat). Karakterisasi dilakukan terhadap H-Zeolit dan ZMS menggunakan spektrofotometer FTIR. Parameter utama dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi ABS (50, 75, dan 100 ppm) dan waktu kontak (15, 30, 45, 60, 75, dan 90 menit). Konsentrasi ABS yang teradsorpsi dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis menggunakan metode MBAS (<i>Methylene Blue Active Substance</i>). Hasil spektra FTIR zeolit alam termodifikasi surfaktan (ZMS) menunjukkan puncak pada bilangan gelombang $2931,80\text{ cm}^{-1}$; $2854,65\text{ cm}^{-1}$ dan $1404,18\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan keberadaan gugus CTAB pada zeolit. Konsentrasi maksimum dan waktu optimum ABS yang dapat dijerap oleh per 0,1 gram ZMS adalah 50 ppm dalam 25 mL pada waktu 60 menit dengan persen adsorpsi sebesar 84,04% untuk H-Zeolit ; 96,42% untuk ZMS-1; 96,48% untuk ZMS-2; dan 97,29% untuk ZMS-3. Performa ZMS cenderung meningkat dengan konsentrasi CTAB pada zeolit.

1. Pendahuluan

Detergen yang digunakan rumah tangga (masyarakat umum dan usaha *laundry* pakaian),

umumnya mengandung surfaktan yang merupakan zat aktif permukaan seperti Alkil Benzena Sulfonat (ABS) yang berbahaya bagi organisme air karena dapat menurunkan konsentrasi oksigen dalam air dan

memberikan efek karsinogenik, sehingga kehidupan organisme air akan terganggu bahkan mati [1]. Senyawa ABS mempunyai struktur rantai bercabang dan stabil, sehingga memiliki tingkat *biodegradable* yang sangat rendah. Di Indonesia ABS masih digunakan karena relatif murah dan stabil saat proses produksinya. Metode konvensional untuk degradasi surfaktan dari air antara lain oksidasi elektrokimia, teknologi membran, presipitasi kimia, fotokatalitik, adsorpsi dan metode biologis.

Menurut Taffarel dan Rubio [2], adsorpsi senyawa organik seperti surfaktan anionik paling efektif menggunakan resin penukar ion zeolit ataupun karbon aktif. Selain itu telah dilakukan adsorpsi surfaktan linier alkil benzena sulfonat (LAS) menggunakan karbon nanotube (CNT) termodifikasi karboksil [3], menggunakan karbon dari tempurung kelapa [4], menggunakan bentonit alam [4] dan menggunakan magnetit [5].

Zeolit merupakan kristal aluminasilikat yang mempunyai struktur tiga dimensi, tersusun atas unsur utama aluminium, silikon dan oksigen serta pengotor seperti air dan kation penyeimbang golongan alkali atau alkali tanah. Xia *dkk.* [6], Zhang *dkk.* [7], dan Zhou [8] menyatakan bahwa faktor luas permukaan, keasaman, sifat porous dan KPK (Kapasitas Penukar Kation) zeolit yang tinggi menyebabkan bahan ini banyak diaplikasikan sebagai penyerap selektif, penukar ion, serta katalis. Zeolit alam biasanya mempunyai karakter rasio Si/Al yang rendah, misalnya zeolit alam Bayat, Klaten, Jawa Tengah, mempunyai rasio Si/Al 2,852 [9]. Kandungan alumina pada kerangka zeolit alam yang tinggi mengakibatkan konsentrasi kation penyeimbang pada permukaan zeolit juga tinggi, sehingga menyebabkan strukturnya berkarakter hidrofilik dan mempunyai kecenderungan bermuatan negatif. Dengan demikian perlu dilakukan modifikasi terhadap permukaan zeolit agar bersifat lebih hidrofob dan bermuatan positif sehingga selektif dalam mengadsorpsi senyawa anionik organik non polar.

Modifikasi dengan surfaktan kationik CTAB (cetyltrimethylammonium Bromide) pada permukaan MCM-49 [10], pada MCM-41 via mikroemulsi [11], pada Na-montmorillonit [12] dan pada zeolit alam oleh [9, 13]. Sementara itu Taffarel dan Rubio [2] dalam modifikasi zeolit-CTAB (Cetyltrimethylammonium Bromide) sebagai penyerap surfaktan anionik SDBS (Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate) sedangkan Setiawati *dkk.* [14] sebagai penyerap fosfat.

Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi zeolit alam menggunakan surfaktan kationik *cetyltrimethylammonium bromide* (CTAB) dan menguji daya jerapnya sebagai adsorben senyawa organik surfaktan anionik Alkil Benzena Sulfonat (ABS) yang terkandung dalam detergen.

2. Metodologi Penelitian

Bahan: Zeolit alam Bayat (Klaten), akuades, akuademineral, CTAB (*Cetyltrimethylammonium*

Bromide), NH_4Cl , Alkil Benzena Sulfonat (ABS), AgNO_3 , metilen biru, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 p.a, CHCl_3 .

Alat: Peralatan gelas, *batch shaker*, sentrifugasi, ayakan ukuran 150 mesh, oven, furnace, spektrofotometer FTIR, spektrofotometer UV-Visible Shimadzu.

Prosedur Penelitian

Preparasi Zeolit Alam. Zeolit alam Bayat dicuci dengan aquades dan dikeringkan suhu 105°C selama 10 jam, kemudian diayak menggunakan ayakan lolos 150 mesh.

Pengaktifan. 30 gram zeolit direndam dalam 600 mL larutan NH_4Cl 1,5 M selama 12 jam dan diaduk 350 rpm pada suhu kamar. Selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquademineralisasi hingga filtrate menunjukkan pH netral (diperiksa dengan AgNO_3). Residu dikalsinasi suhu 350°C selama 9 jam. Hasil pengaktifan selanjutnya kita sebut H-Zeolit.

Modifikasi Zeolit Alam Teraktivasi Dengan Surfaktan CTAB. Sebanyak 21 gram zeolit dibagi kedalam tiga buah erlenmeyer dan ditambahkan CTAB dengan konsentrasi yaitu 0,25 mM, 1 mM, 100 mM (selanjutnya disebut ZMS-1, ZMS-2, dan ZMS-3). Campuran diaduk dalam *shaker* 150 rpm selama 24 jam, dicuci hingga filtrat tidak menunjukkan endapan putih AgBr (diperiksa dengan AgNO_3) dan residunya dikeringkan suhu 70°C selama 5 jam.

Karakterisasi Zeolit. H-Zeolit, ZMS-1, ZMS-2, dan ZMS-3 dikarakterisasi menggunakan instrument FTIR.

Pembuatan Larutan Standar ABS. Persiapan uji dilakukan dengan membuat larutan standar ABS berbagai variasi konsentrasi yaitu 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; dan 2,0 ppm melalui pengenceran larutan induk ABS 1000 ppm.

Analisis Konsentrasi ABS Melalui Metode MBAS (*Methylene Blue Active Substance*). 10 mL sampel ABS dimasukkan kedalam corong pisah lalu ditambahkan 2,5 mL larutan metilen biru (0,0125 g metilen biru : 12,5 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 1,7 mL H_2SO_4 : aquades hingga 250 mL dalam labu ukur), dan ditambahkan 5 mL kloroform, kemudian digojok dan dikeluarkan gasnya sebanyak 2 x 1,5 menit dan didiamkan sampai terbentuk dua fasa air di atas dan fasa kloroform di bawah. Fasa kloroform ditampung dicorong pisah lainnya, sedangkan fasa air di buang. Fasa kloroform ditambah dengan 5 mL larutan pencuci (12,5 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 1,7 mL H_2SO_4 : aquades hingga 250 mL dalam labu ukur) dan digojog kembali sambil dibuang gasnya selama 1,5 menit dan didiamkan. Lapisan bawah ditampung dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan sampai tanda tera dengan kloroform, sedangkan fasa atas dibuang. Larutan hasil pengenceran siap diuji dengan spektrofotometer UV-Vis.

Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan ABS. Sebanyak 0,1 g zeolit hasil modifikasi dicampurkan dengan 25 mL larutan ABS (Alkil Benzena Sulfonat) 50,

75, dan 100 ppm. Campuran selanjutnya diaduk dalam stirrer dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu 60 menit. Kemudian disentrifugasi selama 10 menit dan larutannya diuji dengan menggunakan metode MBAS dan instrumen spektrofotometer UV-Vis.

Pengaruh Variasi Waktu Kontak. Sebanyak 0,1 g zeolit hasil modifikasi dicampurkan dengan konsentrasi optimum alkil benzena sulfonat. Campuran selanjutnya diaduk dalam stirrer dengan kecepatan 150 rpm dengan variasi waktu 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Kemudian disentrifugasi selama 10 menit dan larutannya diuji dengan menggunakan metode MBAS dan instrumen spektrofotometer UV-Vis.

3. Hasil dan Pembahasan

Preparasi zeolit dilakukan untuk menghilangkan pengotor organik, memperbesar ukuran pori, dan memperluas permukaan. Proses ini dapat disebut pula aktivasi zeolit secara fisika. Hasilnya adalah butiran zeolit bebas pengotor organik dengan luas permukaan dan ukuran pori yang beragam sekitar 106 μm atau 150 mesh.

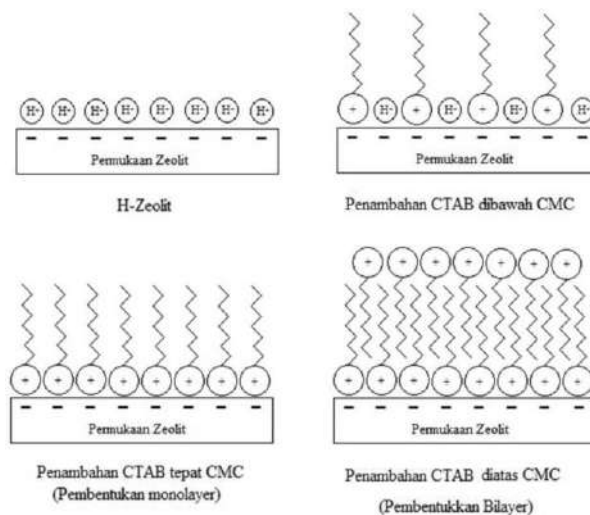
Aktivasi Zeolit

Aktivasi zeolit secara kimia dapat dilakukan dengan pengasaman yang menyebabkan terjadinya pertukaran kation penyeimbang dengan H^+ . Tujuan pengaktifan ini juga agar H^+ dalam zeolit dapat bertukar dengan kation CTAB untuk keperluan proses modifikasi, karena H^+ merupakan gugus pergi yang baik. Pertukaran kation pada zeolit menggunakan NH_4Cl pada temperatur ruang dapat menggantikan kation dengan NH_4^+ sehingga didapatkan NH_4^+ -zeolit. Pengaktifan ini menurut tidak merusak struktur tetapi dapat lebih memurnikan zeolit dari pengotor-pengotornya. Pembentukan H-zeolit selanjutnya dilakukan secara termal yaitu pada suhu 3500 C, hal ini dilakukan agar NH_3 dapat terlepas dan menyisakan H^+ yang berinteraksi elektrostatis dengan permukaan zeolit.

Modifikasi H-Zeolit Menggunakan Surfaktan CTAB

Modifikasi H-zeolit ini dilakukan melalui pertukaran kation menggunakan surfaktan kationik CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromide*) dengan harapan dapat mengubah sifat zeolit menjadi lebih hidrofob dan berkarakter parsial positif akibat permukaan zeolit yang terlapisi molekul surfaktan dalam bentuk bilayer sehingga dapat mengikat anion. Menurut Taffarel dan Rubio [2], pada konsentrasi surfaktan rendah, kation surfaktan dapat dipertukarkan dengan kation penyeimbang dari zeolit alam sehingga akan terbentuk monolayer kation surfaktan pada permukaan eksternal zeolit. Pada konsentrasi yang lebih

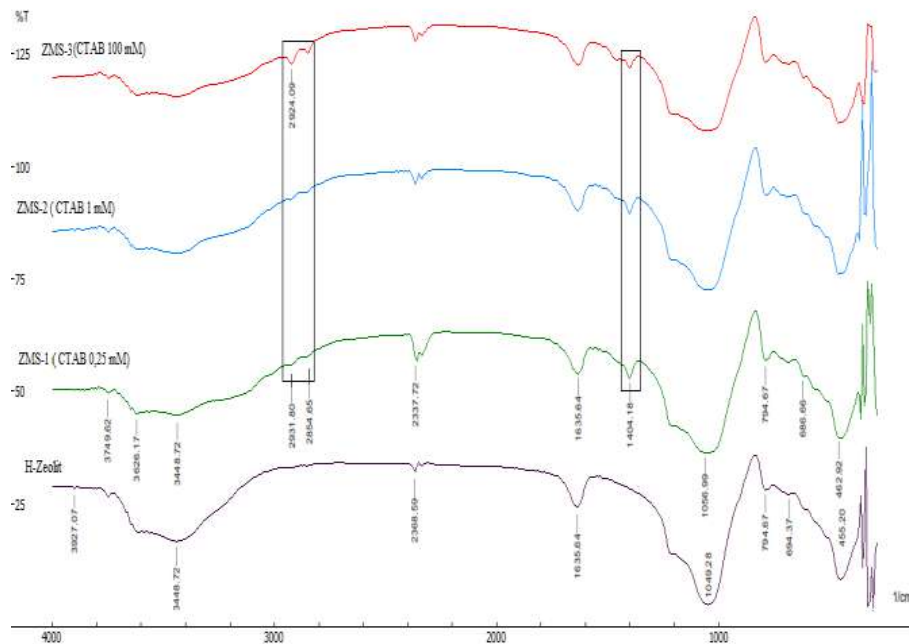
tinggi yaitu pada saat CMC (*Critical Micelles Concentration*) atau diatas CMC molekul surfaktan yang melekat dengan interaksi elektrostatis ke permukaan eksternal akan membentuk bilayer atau lebih, di mana lapisan luar molekul surfaktan terikat oleh interaksi hidrofobik. Ilustrasi interaksi ini terdapat pada Gambar 1. Muatan permukaan eksternal zeolit berubah dari negatif menjadi positif dan sekarang mempunyai kapasitas tukar anion.



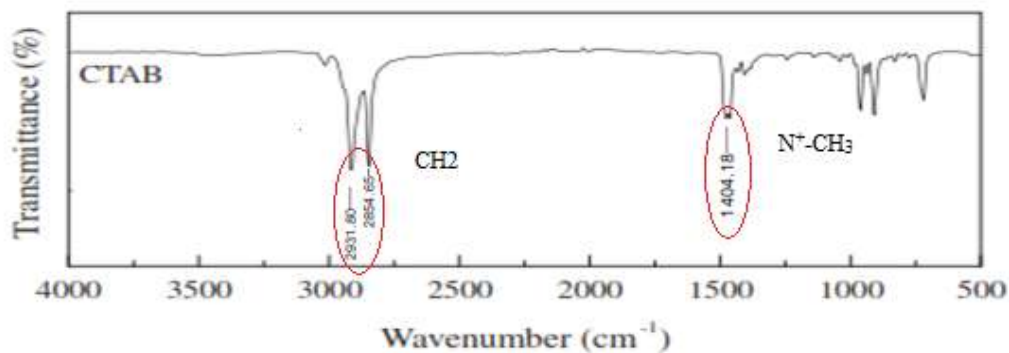
Gambar 1. Skema Konfigurasi CTAB pada permukaan zeolit

Spektra infra merah zeolit dapat diamati pada rentang bilangan gelombang 300– 1300 cm^{-1} yang menginterpretasikan daerah utama serapan ikatan tetrahedral dari komponen utama penyusun zeolit yaitu SiO_4 dan AlO_4 [2]. Perbandingan hasil FTIR antara zeolit alam teraktivasi (H-Zeolit) dengan zeolit termodifikasi CTAB di bawah CMC, tepat CMC dan diatas CMC ditunjukkan dalam Gambar 2.

Spektra FTIR untuk zeolit alam teraktivasi dan zeolit termodifikasi CTAB membuktikan bahwa telah terjadi pertukaran kation H^+ dengan kation CTA^+ (*Cetyltrimethylammonium*) dari CTAB pada zeolit aktif, dengan membandingkan spektra surfaktan CTAB dari Taffarel dan Rubio [2] pada Gambar 3, yang menunjukkan ciri khas serapan kristal CTAB yakni pada panjang gelombang 2931,80 cm^{-1} dan 2854,65 cm^{-1} dimana pita serapan ini merupakan vibrasi asimetrik dan simetrik $-\text{CH}_2$ serta vibrasi ulur asimetrik dan simetrik pada terminal gugus metil dari trimetilammonium (CH_3-R).



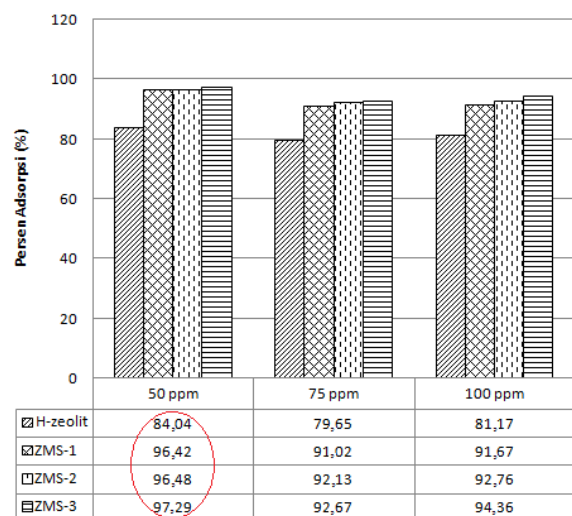
Gambar 2. Spektra FTIR (a) H-Zeolit, (b) ZMS-1, (c) ZMS-2, dan (d) ZMS-3



Gambar 3. Spektra FTIR kristal CTAB murni [2]

Pada spektra ZMS-3 terlihat puncak serapan pada bilangan gelombang $2931,80 \text{ cm}^{-1}$ dan $2854,65 \text{ cm}^{-1}$ semakin tajam, hal ini menegaskan jika surfaktan CTAB berhasil teradsorpsi ke permukaan zeolit karena menurut Hongping dkk. [15] pada konsentrasi CTAB yang tinggi, kisaran frekuensi berada pada bilangan gelombang yang lebih rendah karena pita absorpsi rentangan CH_2 asimetrik berada pada *all-trans conformation*. Namun, pada konsentrasi CTAB rendah, frekuensi bergeser secara signifikan pada bilangan gelombang yang lebih tinggi, yang mengindikasikan bahwa sejumlah besar rantai amina berada pada konformer *gauche*. Pada panjang gelombang $1404,18 \text{ cm}^{-1}$ dalam spektra FTIR ZMS-1, ZMS-2, maupun ZMS-3 [16] memperkuat asumsi bahwa zeolit telah berhasil dimodifikasi dengan CTAB karena merupakan vibrasi $\text{N}-(\text{CH}_3)$ tekuk yang terdapat pada gugus aktif rantai surfaktan CTAB.

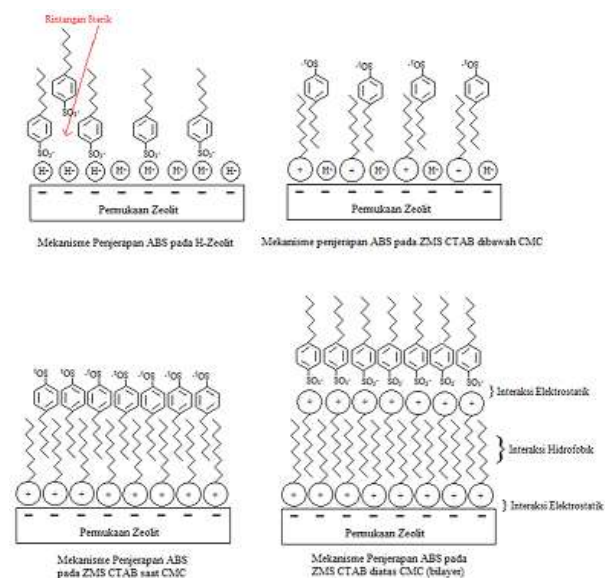
Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan ABS



Gambar 4. Hasil adsorpsi zeolit terhadap ABS berbagai konsentrasi

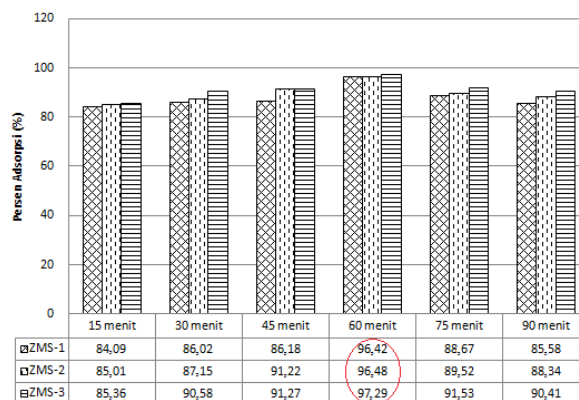
Pada gambar 4, konsentrasi ABS 50 ppm merupakan konsentrasi maksimum dalam

pengadsorpsian ABS oleh H-zeolit maupun zeolit temodifikasi surfaktan (ZMS), dan persen adsorpsi terbesar ditunjukkan oleh ZMS-3 yaitu sebesar 97,29 %. Hal ini membuktikan bahwa dipermukaan zeolit telah terjadi bilayer surfaktan CTAB yang menyebabkan performanya lebih baik dibandingkan H-zeolit, ZMS-1 atau ZMS-2. Terbentuknya bilayer pada ZMS-3 ini menyebabkan interaksi *van der waals* [2] antara muatan positif pada permukaan bilayer zeolit dengan muatan negatif dari surfaktan anion ABS, sehingga penyerapannya terhadap ABS lebih maksimal. Kemampuan adsorpsi ZMS-2 lebih baik dibandingkan ZMS-1, hal ini wajar terjadi sebab pada saat penambahan CTAB di bawah CMC permukaan zeolit masih belum berinteraksi sempurna dengan CTAB. Namun, untuk kondisi ZMS-2 dimungkinkan seluruh permukaan zeolit telah tertutupi oleh rantai metil dari CTAB yang menyebabkan interaksi hidrofobik antara permukaan monolayer zeolit dengan ABS. Adsorpsi dapat pula terjadi pada H-zeolit, walaupun performanya tidak lebih baik dibandingkan dengan adsorpsi oleh ZMS-1, ZMS-2 dan ZMS-3, hal ini dikarenakan pada saat adsorpsi ABS dengan H-zeolit, terjadi interaksi elektrostatis antara muatan positif dari permukaan zeolit (H^+) dengan muatan negatif dari anionik ABS (SO_3^-), mengakibatkan H-zeolit mampu mengadsorpsi surfaktan ABS. Gambar 5, merupakan perkiraan skema kejadian saat adsorpsi surfaktan ABS dengan H-Zeolit dan ZMS berbagai variasi konsentrasi CTAB berdasarkan CMC-nya yang mengacu pada penelitian Taffarel dan Rubio [2] dan Chutia dkk. [13].



Gambar 5. Mekanisme penyerapan ABS

Pengaruh Parameter Waktu Kontak



Gambar 6. Hasil adsorpsi terhadap 25 mL larutan ABS 50 ppm dengan variasi waktu kontak

Pada Gambar 6, waktu optimum untuk adsorpsi ABS oleh zeolit termodifikasi surfaktan adalah 60 menit, dimana waktu ini menunjukkan persen adsorpsi terbesar yaitu 96,42 % untuk ZMS-1, 96,48 % untuk ZMS-2, dan 97,29% untuk ZMS-3. Hal ini menjelaskan dalam waktu 60 menit telah terjadi kesetimbangan antara adsorben zeolit termodifikasi CTAB dengan adsorbat ABS. Namun pada saat setelah kondisi optimum terjadi penurunan kemampuan adsorpsi, hal ini dapat terjadi karena proses adsorpsi ini merupakan adsorpsi fisika yang dapat membuat senyawa ABS terlepas kembali kedalam larutan dengan adanya pengadukan yang terlalu lama.

4. Kesimpulan

Zeolit alam yang sudah teraktivasi NH_4Cl telah berhasil dimodifikasi dengan surfaktan CTAB (Cetiltrimethylammonium Bromida). Daya jerap paling tinggi diperlihatkan oleh ZMS-3 yaitu zeolit termodifikasi CTAB dengan konsentrasi 100 mM (di atas CMC) sebesar 97,29% pada konsentrasi ABS 50 ppm dengan waktu kontak 60 menit.

5. Daftar Pustaka

- [1] Roberto Leyva-Ramos, Effect of temperature and pH on the adsorption of an anionic detergent on activated carbon, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 45, 3, (1989) 231-240 <http://dx.doi.org/10.1002/jctb.280450308>
- [2] Silvio R. Taffarel, Jorge Rubio, Adsorption of sodium dodecyl benzene sulfonate from aqueous solution using a modified natural zeolite with CTAB, *Minerals Engineering*, 23, 10, (2010) 771-779 <http://dx.doi.org/10.1016/j.mineng.2010.05.018>
- [3] Zhuo Guan, Xiang-Yu Tang, Taku Nishimura, Yu-Ming Huang, Brian J. Reid, Adsorption of linear alkylbenzene sulfonates on carboxyl modified multi-walled carbon nanotubes, *Journal of Hazardous Materials*, 322, (2017) 205-214 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.02.067>
- [4] Maulidah, Studi adsorpsi ABS (Alkyl Benzene Sulphonate) dari limbah rumah tangga Desa Ngadirgo menggunakan arang tempurung kelapa

- (coconut shells), in: Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, 2015.
- [5] Selli Renata Sari, Kajian Adsorpsi Linear Alkilbenzena Sulfonat (Las) Menggunakan Magnetit, in: Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2015.
- [6] Housheng Xia, Chun-Hui Zhou, Dongshen Tong, Junjun Chen, Weihua Yu, Shaomin Liu, Preparation and catalysis in epoxidation of allyl chloride of zeolitic titanosilicate-1/smectitic clay minerals, *Applied Clay Science*, 53, 2, (2011) 279–287 <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2011.04.014>
- [7] Di Zhang, Chun-Hui Zhou, Chun-Xiang Lin, Dong-Shen Tong, Wei-Hua Yu, Synthesis of clay minerals, *Applied Clay Science*, 50, 1, (2010) 1–11 <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2010.06.019>
- [8] Chun Hui Zhou, An overview on strategies towards clay-based designer catalysts for green and sustainable catalysis, *Applied Clay Science*, 53, 2, (2011) 87–96 <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2011.04.016>
- [9] Sriatun, Dimas Buntarto, Adi Darmawan, Pengaruh Penambahan Surfaktan Hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) pada Zeolit Alam Terdealuminasi terhadap Kemampuan Mengadsorpsi Fenol, *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 11, 1, (2008) 20–24
- [10] Huijuan Wei, Sujuan Xie, Kefeng Liu, Wenjie Xin, Xiujie Li, Shanhe Liu, Shunming Gu, Shenglin Liu, Longya Xu, CTAB modification of MCM-49 zeolite containing HMI and its acylation of anisole, *Chinese Journal of Catalysis*, 36, 10, (2015) 1766–1776 [http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2067\(15\)60887-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2067(15)60887-7)
- [11] Jailson A. Araújo, Fernanda T. Cruz, Ivana H. Cruz, Dilson Cardoso, Encapsulation of polymers in CTA-MCM-41 via microemulsion, *Microporous and Mesoporous Materials*, 180, (2013) 14–21 <http://dx.doi.org/10.1016/j.micromeso.2013.05.010>
- [12] Ahmet Gürses, Kübra Güneş, Ferda Mindivan, Mehtap Ejder Korucu, Metin Açıkıldız, Çetin Doğan, The investigation of electrokinetic behaviour of micro-particles produced by CTA⁺ ions and Na-montmorillonite, *Applied Surface Science*, 318, (2014) 79–84 <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.01.036>
- [13] Pratap Chutia, Shigeru Kato, Toshinori Kojima, Shigeo Satokawa, Adsorption of As(V) on surfactant-modified natural zeolites, *Journal of Hazardous Materials*, 162, 1, (2009) 204–211 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.05.024>
- [14] Dita Setiawati, Lia Destiarti, Nelly Wahyuni, Pemanfaatan Zeolit A Termodifikasi Hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) Sebagai Adsorben Fosfat, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4, 2, (2015)
- [15] He Hongping, Frost L. Ray, Zhu Jianxi, Infrared study of HDTMA⁺ intercalated montmorillonite, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 60, 12, (2004) 2853–2859 <http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2003.09.028>
- [16] Zhaohui Li, Wei-Teh Jiang, Hanlie Hong, An FTIR investigation of hexadecyltrimethylammonium intercalation into rectorite, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 71, 4, (2008) 1525–1534 <http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2008.05.015>

Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium

by Sriatun Sriatun

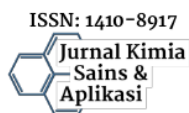
Submission date: 25-May-2019 08:12AM (UTC+0700)

Submission ID: 1135637594

File name: onat_Menggunakan_Zeolit_Termodifikasi_Cetyltrimethylammonium.pdf (611.6K)

Word count: 2877

Character count: 17624



Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi *Cetyltrimethylammonium*

Anis Komariah^{a,*}, Sriatun^{a,*}, Pardoyo^a

¹⁹
^a Inorganic Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

³⁶
 * Corresponding author: sriatun@live.undip.ac.id

Article Info

Keywords:

ZMS (Zeolite Modified Surfactant), Adsorption, Alkyl Benzene Sulfonate

Kata kunci:
 ZMS (Zeolit Modifikasi Surfaktan), Adsorpsi, Alkil Benzena Sulfonat

Abstract

In this research, modification of NH_4Cl (H-Zeolite) activated zeolite with CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromide*) surfactant of various concentrations of 0.25 mM (ZMS-1), 1 mM (ZMS-2) and 100 mM (ZMS-3) as an Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) compound adsorbent has been conducted. Characterization was performed on H-Zeolite and ZMS using FTIR spectrophotometer. The main parameters in this study were variation of concentration of ABS (50, 75, and 100 ppm) and contact time (15, 30, 45, 60, 75, and 90 min). The adsorbed ABS concentration was analysed by UV-Vis spectrophotometer using the MBAS (*Methylene Blue Active Substance*) method. The result of FTIR spectra of modified surfactant modified zeolite (ZMS) showed peak at wave number $2931,80\text{ cm}^{-1}$; $2854,65\text{ cm}^{-1}$ and $1404,18\text{ cm}^{-1}$ indicating the presence of CTAB group on zeolite. The maximum concentration and optimum time ABS that could be absorbed by 0.1 gram ZMS was 50 ppm in 25 mL at 60 minutes with adsorption percentage of 84.04% for H-Zeolite; 96.42% for ZMS-1; 96.48% for ZMS-2; And 97.29% for ZMS-3. ZMS performance tended to increase with CTAB concentration in zeolites.

Abstrak

Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi zeolit alam teraktivasi NH_4Cl (H-Zeolit) dengan surfaktan CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromide*) berbagai konsentrasi yaitu sebesar 0,25 mM (ZMS-1), 1 mM (ZMS-2), dan 100 mM (ZMS-3) sebagai adsorben senyawa ABS (Alkil Benzena Sulfonat). Karakterisasi dilakukan terhadap H-Zeolit dan ZMS menggunakan spektrofotometer FTIR. Parameter utama dalam penelitian ini adalah variasi konsentrasi ABS (50, 75, dan 100 ppm) dan waktu kontak (15, 30, 45, 60, 75, dan 90 menit). Konsentrasi ABS yang teradsorpsi dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis menggunakan metode MBAS (*Methylene Blue Active Substance*). Hasil spektra FTIR zeolit alam termodifikasi surfaktan (ZMS) menunjukkan puncak pada bilangan gelombang $2931,80\text{ cm}^{-1}$; $2854,65\text{ cm}^{-1}$ dan $1404,18\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan keberadaan gugus CTAB pada zeolit. Konsentrasi maksimum dan waktu optimum ABS yang dapat dijerap oleh per 0,1 gram ZMS adalah 50 ppm dalam 25 mL pada waktu 60 menit dengan persen adsorpsi sebesar 84,04% untuk H-Zeolit ; 96,42% untuk ZMS-1; 96,48% untuk ZMS-2; dan 97,29% untuk ZMS-3. Performa ZMS cenderung meningkat dengan konsentrasi CTAB pada zeolit.

1. Pendahuluan

Detergen yang digunakan rumah tangga (masyarakat umum dan usaha laundry pakaian),

umumnya mengandung surfaktan yang merupakan zat aktif permukaan seperti Alkil Benzena Sulfonat (ABS) yang berbahaya bagi organisme air karena dapat menurunkan konsentrasi oksigen dalam air dan

memberikan efek karsinogenik, sehingga kehidupan organisme air akan terganggu bahkan mati [1]. Senyawa ABS mempunyai struktur rantai bercabang dan stabil, sehingga memiliki tingkat *biodegradable* yang sangat rendah. Di Indonesia ABS masih digunakan karena relatif murah dan stabil saat proses produksinya. Metode konvensional untuk degradasi surfaktan dari air antara lain oksidasi elektrokimia, teknologi membran, presipitasi kimia, fotokatalitik, adsorpsi dan metode biologis.

Menurut Taffarel dan Rubio [2], adsorpsi senyawa organik seperti surfaktan anionik paling efektif menggunakan resin penukar ion zeolit ataupun karbon aktif. Selain itu telah dilakukan adsorpsi surfaktan linier alkil benzene sulfonat (LAS) menggunakan karbon nanotube (CNT) termodifikasi karboksil [3], menggunakan karbon dari tempurung kelapa [4], menggunakan bentonit alam [4] dan menggunakan magnetit [5].

Zeolit merupakan kristal aluminasilikat yang mempunyai struktur tiga dimensi, tersusun atas unsur utama aluminium, silikon dan oksigen serta pengotor seperti air dan kation penyeimbang golongan alkali atau alkali tanah. Xia dkk. [6], Zhang dkk. [7], dan Zhou [8] menyatakan bahwa faktor luas permukaan, keasaman, sifat porous dan KPK (Kapasitas Penukar Kation) zeolit yang tinggi menyebabkan bahan ini banyak diaplikasikan sebagai penyerap selektif, penukar ion, serta katalis. Zeolit alam biasanya mempunyai karakter rasio Si/Al yang rendah, misalnya zeolit alam Bayat, Klaten, Jawa Tengah, mempunyai rasio Si/Al 2,852 [9]. Kandungan alumina pada kerangka zeolit alam yang tinggi mengakibatkan konsentrasi kation penyeimbang pada permukaan zeolit juga tinggi, sehingga menyebabkan strukturnya berkarakter hidrofilik dan mempunyai kecenderungan bermuatan negatif. Dengan demikian perlu dilakukan modifikasi terhadap permukaan zeolit agar bersifat lebih hidrofob dan bermuatan positif sehingga selektif dalam mengadsorpsi senyawa anionik organik non polar.

Modifikasi dengan surfaktan kationik CTAB (cetyltrimethylammonium Bromide) pada permukaan MCM-49 [10], pada MCM-41 via mikroemulsi [11], pada Na-monomilonit [12] dan pada zeolit alam oleh [9, 13]. Sementara itu Taffarel dan Rubio [2] dalam modifikasi zeolit-CTAB (Cetyltrimethylammonium Bromide) sebagai penyerap surfaktan anionik SDBS (Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate) sedangkan Setiawati dkk. [14] sebagai penyerap fosfat.

Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi zeolit alam menggunakan surfaktan kationik *cetyltrimethylammonium bromide* (CTAB) dan menguji daya jerapnya sebagai adsorben senyawa organik surfaktan anionik Alkil Benzene Sulfonat (ABS) yang terkandung dalam detergen.

2. Metodologi Penelitian

Bahan: Zeolit alam Bayat (Klaten), akuades, akuademineral, CTAB (*Cetyltrimethylammonium*

Bromide), NH_4Cl , Alkil Benzene Sulfonat (ABS), AgNO_3 , metilen biru, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 p.a, CHCl_3 .

Alat: Peralatan gelas, *batch shaker*, sentrifugasi, ayakan ukuran 150 mesh, oven, furnace, spektrofotometer FTIR, spektrofotometer UV-Visible Shimadzu.

Prosedur Penelitian

Preparasi Zeolit Alam. Zeolit alam Bayat dicuci dengan aquades dan dikeringkan suhu 105°C selama 10 jam, kemudian diayak menggunakan ayakan lolos 150 mesh.

Pengaktifan. 30 gram zeolit direndam dalam 600 mL larutan NH_4Cl 1,5 M selama 12 jam dan diaduk 350 rpm pada suhu kamar. Selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquademineralisasi hingga filtrate menunjukkan pH netral (diperiksa dengan AgNO_3). Residu dikalsinasi suhu 350°C selama 9 jam. Hasil pengaktifan selanjutnya kita sebut H-Zeolit.

Modifikasi Zeolit Alam Teraktivasi Dengan Surfaktan CTAB. Sebanyak 21 gram zeolit dibagi kedalam tiga buah erlenmeyer dan ditambahkan CTAB dengan konsentrasi yaitu 0,25 mM, 1 mM, 100 mM (selanjutnya disebut ZMS-1, ZMS-2, dan ZMS-3). Campuran diaduk dalam *shaker* 150 rpm selama 24 jam, dicuci hingga filtrat tidak menunjukkan endapan putih AgBr (diperiksa dengan AgNO_3) dan residunya dikeringkan suhu 70°C selama 5 jam.

Karakterisasi Zeolit. H-Zeolit, ZMS-1, ZMS-2, dan ZMS-3 dikarakterisasi menggunakan instrument FTIR.

Pembuatan Larutan Standar ABS. Persiapan uji dilakukan dengan membuat larutan standar ABS berbagai variasi konsentrasi yaitu 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; dan 2,0 ppm melalui pengenceran larutan induk ABS 1000 ppm.

Analisis Konsentrasi ABS Melalui Metode MBAS (*32 ethylene Blue Active Substance*). 10 mL sampel ABS dimasukkan kedalam corong pisah lalu ditambahkan 2,5 mL larutan metilen biru (0,0125 g metilen biru : 12,5 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 1,7 mL H_2SO_4 : aquades hingga 250 mL dalam labu ukur), dan ditambahkan 5 mL kloroform, kemudian digojok dan dikeluarkan gasnya sebanyak 2 x 1,5 menit dan didiamkan sampai terbentuk dua fasa air di atas dan fasa kloroform di bawah. Fasa kloroform ditampung dicorong pisah lainnya, sedangkan fasa air di buang. Fasa kloroform ditambah dengan 5 mL larutan pencuci (12,5 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 1,7 mL H_2SO_4 : aquades hingga 250 mL dalam labu ukur) dan digojok kembali sambil dibuang gasnya selama 31,5 menit dan didiamkan. Lapisan bawah ditampung dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan sampai tanda tera dengan kloroform, sedangkan fasa atas dibuang. Larutan hasil pengenceran siap diuji dengan spektrofotometer UV-Vis.

Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan ABS. Sebanyak 0,1 g zeolit hasil modifikasi dicampurkan dengan 25 mL larutan ABS (Alkil Benzene Sulfonat) 50,

75, dan 100 ppm. Campuran selanjutnya diaduk dalam stirrer dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu 60 menit. Kemudian disentrifugasi selama 10 menit dan larutannya diuji dengan menggunakan metode MBAS dan instrumen spektrofotometer UV-Vis.

Pengaruh Variasi Waktu Kontak. Sebanyak 0,1 g zeolit hasil modifikasi dicampurkan dengan konsentrasi optimum alkil benzena sulfonat. Campuran selanjutnya diaduk 30 am stirrer dengan kecepatan 150 rpm dengan variasi waktu 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Kemudian disentrifugasi selama 10 menit dan larutannya diuji dengan menggunakan metode MBAS dan instrumen spektrofotometer UV-Vis.

3. Hasil dan Pembahasan

Preparasi zeolit dilakukan untuk menghilangkan pengotor organik, memperbesar ukuran pori, dan memperluas permukaan. Proses ini dapat disebut pula aktivasi zeolit secara fisika. Hasilnya adalah butiran zeolit bebas pengotor organik dengan luas permukaan dan ukuran pori yang seragam sekitar 106 μm atau 150 mesh.

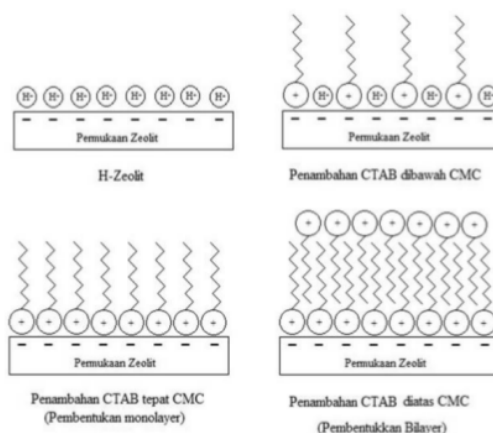
Aktivasi Zeolit

Aktivasi zeolit secara kimia dapat dilakukan dengan pengasaman yang menyebabkan terjadinya pertukaran kation penyeimbang dengan H^+ . Tujuan pengaktifan ini juga agar H^+ dalam zeolit dapat bertukar dengan kation CTAB untuk keperluan proses modifikasi, karena H^+ merupakan gugus pergi yang baik. Pertukaran kation pada zeolit menggunakan NH_4Cl pada temperatur ruang dapat menggantikan kation dengan NH_4^+ sehingga didapatkan NH_4^+ -zeolit. Pengaktifan ini menurut tidak merusak struktur tetapi dapat lebih memurnikan zeolit dari pengotor-pengotornya. Pembentukan H-zeolit selanjutnya dilakukan secara termal yaitu pada suhu 3500 C, hal ini dilakukan agar NH_3 dapat terlepas dan menyisakan H^+ yang berinteraksi elektrostatis dengan permukaan zeolit.

Modifikasi H-Zeolit Menggunakan Surfaktan CTAB

Modifikasi H-zeolit ini dilakukan melalui pertukaran kation menggunakan surfaktan kationik CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromide*) dengan harapan dapat mengubah sifat zeolit menjadi lebih hidrofob dan berkarakter parsial positif akibat permukaan zeolit yang terlapisi molekul surfaktan dalam bentuk bilayer sehingga dapat mengikat anion. Menurut Taffarel dan Rubio [2], pada konsentrasi surfaktan rendah, kation surfaktan dapat dipertukarkan dengan kation penyeimbang dari zeolit alam sehingga akan terbentuk monolayer kation surfaktan pada permukaan eksternal zeolit. Pada konsentrasi yang lebih

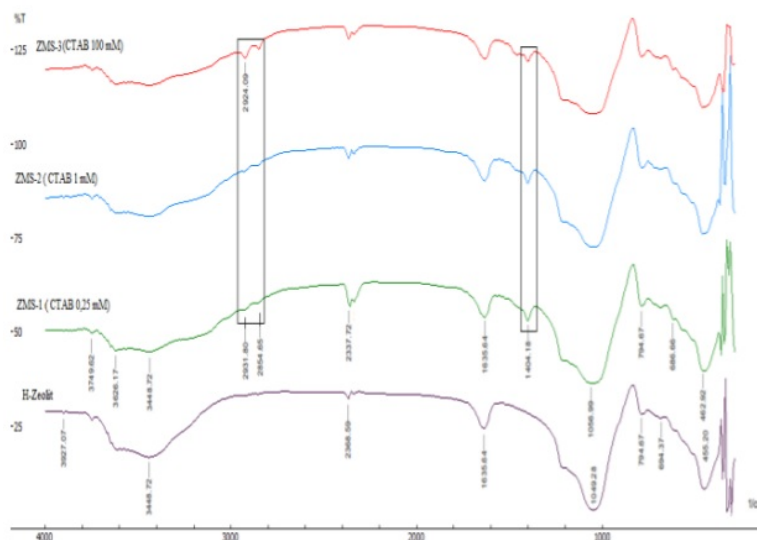
tinggi yaitu pada saat CMC (*Critical Micelles Concentration*) atau diatas CMC molekul surfaktan yang melekat dengan interaksi elektrostatis ke permukaan eksternal akan membentuk bilayer atau lebih, di mana lapisan luar molekul surfaktan terikat oleh interaksi hidrofobik. Ilustrasi interaksi ini terdapat pada Gambar 1. Muatan permukaan eksternal zeolit berubah dari negatif menjadi positif dan sekarang mempunyai kapasitas tukar anion.



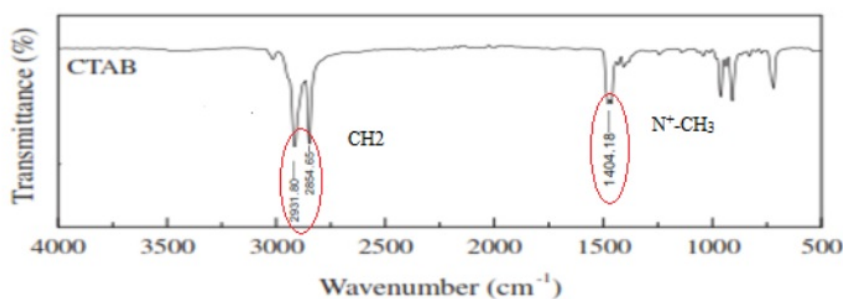
Gambar 1. Skema Konfigurasi CTAB pada permukaan zeolit

Spektra infra merah zeolit dapat diamati pada rentang bilangan gelombang 300- 1300 cm^{-1} yang menginterpretasikan daerah utama serapan ikatan tetrahedral dari komponen utama penyusun zeolit yaitu SiO_4 dan AlO_4 [2]. Perbandingan hasil FTIR antara zeolit alam teraktivasi (H-Zeolit) dengan zeolit termodifikasi CTAB di bawah CMC, tepat CMC dan diatas CMC ditunjukkan dalam Gambar 2.

Spektra FTIR untuk zeolit alam teraktivasi dan zeolit termodifikasi CTAB membuktikan bahwa telah terjadi pertukaran kation H^+ dengan kation CTA^+ (*Cetyltrimethylammonium*) dari CTAB pada zeolit aktif, dengan membandingkan spektra surfaktan CTAB dari Taffarel dan Rubio [2] pada Gambar 3, yang menunjukkan ciri khas serapan kristal CTAB yakni pada panjang gelombang 2931,80 cm^{-1} dan 2854,65 cm^{-1} dimana pita serapan ini merupakan vibrasi asimetrik dan simetrik $-\text{CH}_2$ serta vibrasi ulur asimetrik dan simetrik pada terminal gugus metil dari trimetilammonium ($\text{CH}_3\text{-R}$).



Gambar 2. Spektra FTIR (a) H-Zeolit, (b) ZMS-1, (c) ZMS-2, dan (d) ZMS-3

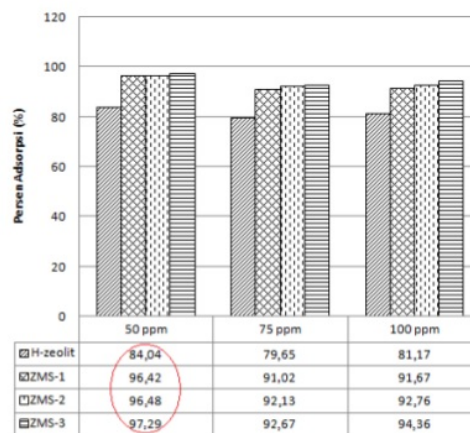


Gambar 3. Spektra FTIR kristal CTAB murni [2]

8

Pada spektra ZMS-3 terlihat puncak serapan pada bilangan gelombang $2931,80 \text{ cm}^{-1}$ dan $2854,65 \text{ cm}^{-1}$ semakin tajam, hal ini menegaskan jika surfaktan CTAB berhasil teradsorpsi ke permukaan zeolit karena menurut Hongping dkk. [15] pada konsentrasi CTAB yang tinggi, kisaran frekuensi berada pada bilangan gelombang yang lebih rendah karena pita absorpsi rentangan CH_2 asimetrik berada pada *all-trans conformation*. Namun, pada konsentrasi CTAB rendah, frekuensi bergeser secara signifikan pada bilangan gelombang yang lebih tinggi, yang mengindikasikan bahwa sejumlah besar rantai amina berada pada konformer *gauche*. Pada panjang gelombang $1404,18 \text{ cm}^{-1}$ dalam spektra FTIR ZMS-1, ZMS-2, maupun ZMS-3 [16] memperkuat asumsi bahwa zeolit telah berhasil dimodifikasi dengan CTAB karena merupakan vibrasi $\text{N}-(\text{CH}_3)$ tekuk yang terdapat pada gugus aktif rantai surfaktan CTAB.

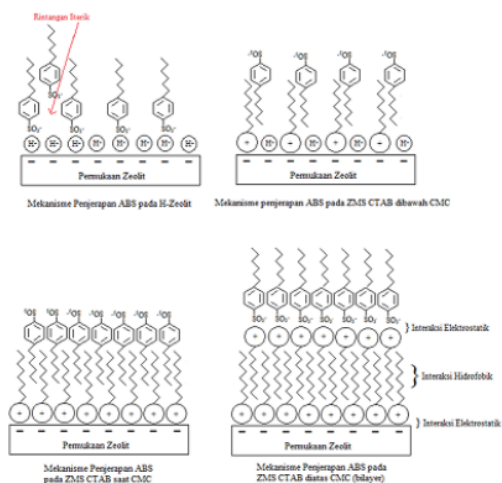
Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan ABS



Gambar 4. Hasil adsorpsi zeolit terhadap ABS berbagai konsentrasi

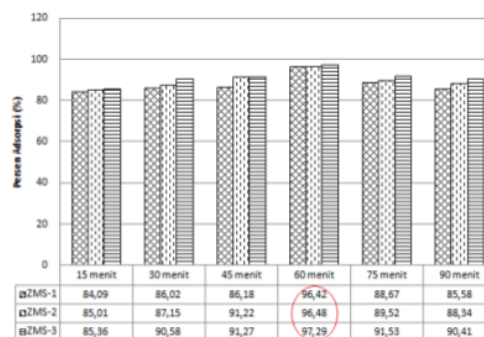
Pada gambar 4, konsentrasi ABS 50 ppm merupakan konsentrasi maksimum dalam

pengadsorpsi ABS oleh H-zeolit maupun zeolit temodifikasi surfaktan (ZMS), dan persen adsorpsi terbesar ditunjukkan oleh ZMS-3 yaitu sebesar 97,29 %. Hal ini membuktikan bahwa dipermukaan zeolit telah terjadi bilayer surfaktan CTAB yang menyebabkan performanya lebih baik dibandingkan H-zeolit, ZMS-1 atau ZMS-2. Terbentuknya bilayer pada ZMS-3 ini menyebabkan interaksi *van der waals* [2] antara muatan positif pada permukaan bilayer zeolit dengan muatan negatif dari surfaktan anion ABS, sehingga penjerapannya terhadap ABS lebih maksimal. Kemampuan adsorpsi ZMS-2 lebih baik dibandingkan ZMS-1, hal ini wajar terjadi sebab pada saat penambahan CTAB di bawah CMC permukaan zeolit masih belum berinteraksi sempurna dengan CTAB. Namun, untuk kondisi ZMS-2 dimungkinkan seluruh permukaan zeolit telah tertutupi oleh rantai metil dari CTAB yang menyebabkan interaksi hidrofobik antara permukaan monolayer zeolit dengan ABS. Adsorpsi dapat pula terjadi pada H-zeolit, walaupun performanya tidak lebih baik dibandingkan dengan adsorpsi oleh ZMS-1, ZMS-2 dan ZMS-3, hal ini karena ²⁵ pada saat adsorpsi ABS dengan H-zeolit, terjadi interaksi elektrostatis antara muatan positif dari permukaan zeolit (H^+) dengan muatan negatif dari anionik ABS (SO_3^-), mengakibatkan H-zeolit mampu mengadsorpsi surfaktan ABS. Gambar 5, merupakan perkiraan skema kejadian saat adsorpsi surfaktan ABS dengan H-Zeolit dan ZMS berbagai variasi konsentrasi CTAB berdasarkan CMC-nya yang mengacu pada penelitian Taffarel dan Rubio [2] dan Chutia dkk. [13].



Gambar 5. Mekanisme penjerapan ABS

Pengaruh Parameter Waktu Kontak



Gambar 6. Hasil adsorpsi terhadap 25 mL larutan ABS 50 ppm dengan variasi waktu kontak

Pada Gambar 6, waktu optimum untuk adsorpsi ABS oleh zeolit termodifikasi surfaktan adalah 60 menit, dimana waktu ini menunjukkan persen adsorpsi terbesar yaitu 96,42 % untuk ZMS-1, 96,48 % untuk ZMS-2, dan 97,29 % untuk ZMS-3. Hal ini menjelaskan dalam waktu 60 menit telah terjadi kesetimbangan antara adsorben zeolit termodifikasi CTAB dengan adsorbat ABS. Namun pada saat setelah kondisi optimum terjadi penurunan kemampuan adsorpsi, hal ini dapat terjadi karena proses adsorpsi ini merupakan adsorpsi fisika yang dapat membuat senyawa ABS terlepas kembali kedalam larutan dengan adanya pengadukan yang terlalu lama.

4. Kesimpulan

Zeolit alam yang sudah teraktivasi NH_4Cl telah berhasil dimodifikasi dengan surfaktan CTAB (*Cetyltrimethylammonium Bromida*). Daya jerap paling tinggi diperlihatkan oleh ZMS-3 yaitu zeolit termodifikasi CTAB dengan konsentrasi 100 mM (di atas CMC) sebesar 97,29% pada konsentrasi ABS 50 ppm dengan waktu kontak 60 menit.

5. Daftar Pustaka

- [1] Roberto Leyva-Ramos, Effect of temperature and pH on the adsorption of an anionic detergent on activated carbon, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 45, 3, (1989) 231-240 [10.1002/jctb.280450308](https://doi.org/10.1002/jctb.280450308)
- [2] Silvio R. Taffarel, Jorge Rubio, Adsorption of sodium dodecyl benzene sulfonate from aqueous solution using a modified natural zeolite with CTAB, *Minerals Engineering*, 23, 10, (2010) 771-779 [http://dx.doi.org/10.1016/j.mineng.2010.05.018](https://doi.org/10.1016/j.mineng.2010.05.018)
- [3] Zhuo Guan, Xiang-Yu Tang, Taku Nishimura, Yu-Ming Huang, Brian J. Reid, Adsorption of linear alkylbenzene sulfonates on carboxyl modified multi-walled carbon nanotubes, *Journal of Hazardous Materials*, 322, (2017) 205-214 [http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.02.067](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.02.067)
- [4] Maulidah, Studi adsorpsi ABS (Alkyl Benzene Sulphonate) dari limbah rumah tangga Desa Ngadirgo menggunakan arang tempurung kelapa

- (coconut shells), in: Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, 2015.
- [5] Selli Renata Sari, Kajian Adsorpsi Linear Alkilbenzena Sulfonat (Las) Menggunakan Magnetit, in: Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2015.
- [6] Housheng Xia, Chun-Hui Zhou, Dong-Shen Tong, Junjun Chen, Weihua Yu, Shaomin Liu, Preparation and catalysis in epoxidation of allyl chloride of zeolitic titanasilicate-1/smectitic clay minerals, *Applied Clay Science*, 53, 2, (2011) 279-287 <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2011.04.014>
- [7] Di Zhang, Chun-Hui Zhou, Chun-Xiang Lin, Dong-Shen Tong, Wei-Hua Yu, Synthesis of clay minerals, *Applied Clay Science*, 50, 1, (2010) 1-11 <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2010.06.019>
- [8] Chun Hui Zhou, An overview on strategies towards clay-based designer catalysts for green and sustainable catalysis, *Applied Clay Science*, 53, 2, (2011) 87-96 <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2011.04.016>
- [9] Sriatun, Dimas Buntarto, Adi Darmawan, Pengaruh Penambahan Surfaktan Hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) pada Zeolit Alam Terdealuminasi terhadap Kemampuan Mengadsorpsi Fenol, *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 11, 1, (2008) 20-24
- [10] Huijuan Wei, Sujuan Xie, Kefeng Liu, Wenjie Xin, Xiujie Li, Shiguo Liu, Shunming Gu, Shenglin Liu, Longya Xu, CTAB modification of MCM-49 zeolite containing HMI and its acylation of anisole, *Chinese Journal of Catalysis*, 36, 10, (2015) 1766-1776 [http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2067\(15\)60887-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2067(15)60887-7)
- [11] Jailson A. Araújo, Fernanda T. Cruz, Ivana H. Cruz, Dilson Cardoso, Encapsulation of polymers in CTA-MCM-41 via microemulsion, *Microporous and Mesoporous Materials*, 180, (2013) 14-21 <http://dx.doi.org/10.1016/j.micromeso.2013.05.010>
- [12] Ahmet Gürses, Kübra Güneş, Ferda Mindivan, Mehtap Ejder Korucu, Metin Açıkıldız, Çetin Doğan, The investigation of electrokinetic behaviour of micro-particles produced by CTA⁺ ions and Na-montmorillonite, *Applied Surface Science*, 318, (2014) 79-84 <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.01.036>
- [13] Pratap Chutia, Shigeru Kato, Toshinori Kojima, Shigeo Satokawa, Adsorption of As(V) on surfactant-modified natural zeolites, *Journal of Hazardous Materials*, 162, 1, (2009) 204-211 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.05.024>
- [14] Dita Setiawati, Lia Destiarti, Nelly Wahyuni, Pemanfaatan Zeolit A Termodifikasi Hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) Sebagai Adsorben Fosfat, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4, 2, (2015)
- [15] He Hongping, Frost L. Ray, Zhu Jianxi, Infrared study of HDTMA⁺ intercalated montmorillonite, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 60, 12, (2004) 2853-2859 <http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2003.09.028>
- [16] Zhaohui Li, Wei-Teh Jiang, Hanlie Hong, An FTIR investigation of hexadecyltrimethylammonium intercalation into rectorite, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*,

71, 4, (2008) 1525-1534
<http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2008.05.015>

Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

11%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.erzincan.edu.tr

Internet Source

1%

2

setac.onlinelibrary.wiley.com

Internet Source

1%

3

M. Carabasa, A. Ibarz, S. Garza, G.V. Barbosa-Cánovas. "Removal of dark compounds from clarified fruit juices by adsorption processes", Journal of Food Engineering, 1998

Publication

1%

4

Wang, Xiaoyu, Orhan Ozdemir, Marc A. Hampton, Anh V. Nguyen, and Duong D. Do. "The effect of zeolite treatment by acids on sodium adsorption ratio of coal seam gas water", Water Research, 2012.

Publication

1%

5

jurnal.uii.ac.id

Internet Source

1%

6

Soraya Ghayempour, Majid Montazer. "Tragacanth nanocapsules containing

1%

Chamomile extract prepared through sono-assisted W/O/W microemulsion and UV cured on cotton fabric", Carbohydrate Polymers, 2017

Publication

7

Ã lvarez, A., S. Moreno, R. Molina, S. Ivanova, M.A. Centeno, and J.A. Odriozola. "Gold supported on pillared clays for CO oxidation reaction: Effect of the clay aggregate size", Applied Clay Science, 2012.

Publication

8

repository.usu.ac.id

Internet Source

9

cas-ir.dicp.ac.cn

Internet Source

10

dxy.cug.edu.cn

Internet Source

11

rua.ua.es

Internet Source

12

ir.lib.uth.gr

Internet Source

13

epublication.cheme.utm.my

Internet Source

14

sinta2.ristekdikti.go.id

Internet Source

eprints.library.qut.edu.au

15	Internet Source	1 %
16	c.wanfangdata.com.cn Internet Source	1 %
17	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	1 %
18	www.zhoulab.com Internet Source	1 %
19	www.portalgaruda.org Internet Source	1 %
20	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
21	id.scribd.com Internet Source	<1 %
22	Su Gil Hur, Tae Woo Kim, Seong-Ju Hwang, Sung-Ho Hwang, Jae Hun Yang, Jin-Ho Choy. "Heterostructured Nanohybrid of Zinc Oxide-Montmorillonite Clay", The Journal of Physical Chemistry B, 2006 Publication	<1 %
23	slidedocuments.org Internet Source	<1 %
24	www.ir.nctu.edu.tw Internet Source	<1 %

25	Submitted to Universitas Indonesia Student Paper	<1 %
26	geneticsmr.com Internet Source	<1 %
27	www.soilmicrobialecolgy.com Internet Source	<1 %
28	aip.scitation.org Internet Source	<1 %
29	ujcontent.uj.ac.za Internet Source	<1 %
30	www.elrinalria.com Internet Source	<1 %
31	irvanmaulanafirdaus.blogspot.com Internet Source	<1 %
32	Submitted to iGroup Student Paper	<1 %
33	Submitted to Seton Hill University Student Paper	<1 %
34	www.bjorl.org Internet Source	<1 %
35	dev.gacetasanitaria.elsevier.es Internet Source	<1 %
36	Sriatun, Heru Susanto, Widayat, Adi Darmawan.	

"Characteristic of ZSM-5 catalyst supported by nickel and molybdenum", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019

Publication

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

Adsorpsi Alkil Benzena Sulfonat Menggunakan Zeolit Termodifikasi Cetyltrimethylammonium

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/100

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6