

**ADSORPSI ZAT WARNA *CONGO RED* MENGGUNAKAN  
ADSORBEN HIDROKSI LAPIS GANDA Ca/Fe DAN Mg/Fe**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



**OLEH  
HELDA  
08031181419050**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ADSORPSI ZAT WARNA *CONGO RED* MENGGUNAKAN  
ADSORBEN HIDROKSI LAPIS GANDA Ca/Fe DAN Mg/Fe**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

**HELDA**

**08031181419050**

Indralaya, Agustus 2018

Pembimbing I



Prof. Aldes Lesbani, Ph.D

NIP. 197408121998021001

Pembimbing II



Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si

NIP. 197711272005011003

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M.Sc**  
**NIP. 197210041997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Adsorpsi Zat Warna Congo Red Menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Mg/Fe” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 1 Agustus 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 1 Agustus 2018

### Ketua :

1. **Prof. Aldes Lesbani, M.Si, Ph.D**  
NIP. 197408121998021001

(  )

### Anggota :

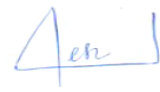
2. **Dr.rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si**  
NIP. 19771127200501100

(  )

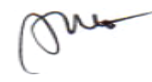
3. **Nurlisa Hidayati, M.Si**  
NIP. 197211092000032001

(  )

4. **Dra. Desnelli, M.Si**  
NIP. 196912251997022001

(  )

5. **Dr. Muharni, M.Si**  
NIP. 196903041994122001

(  )

Mengetahui,



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Helda  
NIM : 08031181419050  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Agustus 2018

Penulis.



Helda

NIM. 08031181419050

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Helda  
NIM : 08031181419050  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
JenisKarya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan,

Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Adsorpsi Zat Warna *Congo Red* Menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Mg/Fe”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Agustus 2018

Yang menyatakan,



Helda

NIM. 08031181419050

## LEMBAR PERSEMBAHAN

- *Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar. (Ar-Rum: 60).*
- *Menjadi seorang ilmuwan bukanlah untuk besar kepala atas penelitian yang berhasil ditemukan dan dibuktikan, menjadi seorang ilmuwan adalah satu langkah nyata untuk membuktikan bahwa Tuhan-mu Maha Hebat. (Dr. Ady Mara, M.Si)*
- *Jangan pernah merendahkan dan menyakiti hati seseorang, karena dunia itu terus berputar dan tidak selamanya kita selalu berada di atas. (Prof. Aldes Lesbani, Ph.D)*
- *Jadikanlah setiap hinaan sebagai tombak untuk terus maju, yakin bahwa kau bisa dan buktikanlah sampai dia hanya bisa terdiam tanpa kata . (Helda)*

*Skripsi ini sebagai tanda syukur ku kepada:*

- ♦ Allah SWT
- ♦ Nabi Muhammad SAW

*Dan kupersembahkan kepada :*

1. *Ibu dan Ayahku tercinta yang senantiasa mendoakan, menyayangi dengan penuh kesabaran dan memberiku semangat.*
2. *Saudara-saudaraku yang selalu aku sayangi dan cintai.*
3. *Pembimbingku (Prof. Aldes Lesbani, Ph.D & Dr.rer.nat Rísfidian Mohadi, M.Si)*
4. *Sahabat-sahabatku Tersayang*
5. *Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Tuhan Yang Maha Esa semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Adsorpsi Zat Warna *Congo Red* Menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Mg/Fe”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, pengumpulan data sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Prof. Aldes Lesbani, Ph.D** dan Bapak **Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya yang begitu besar. Terima kasih atas segalanya.
2. Dana PNBH Hibah Profesi Universitas Sriwijaya Tahun 2017 selaku pihak yang mendanai penelitian ini.
3. Bapak Prof. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan MIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Eliza, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik.

7. Ibu Dr. Muharni, M.Si, Ibu Nurlisa Hidayati, M.Si dan Ibu Dra. Desneli, M.Si selaku penguji sidang sarjana.
8. Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si selaku Koordinator Seminar yang membantu dalam segala hal dalam pengurusan jadwal.
9. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA yang telah mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
10. Kepada **Ayahku** yang sekaligus menjadi cinta pertamaku, terima kasih telah menjadi sosok yang tangguh yang selalu mengajarku arti sebuah kesabaran dan arti sebuah kehidupan, terima kasih atas didikan yang menguatkan, terima kasih telah menjadi alasanku untuk terus berjuang dan menjadi hebat.
11. Kepada **Ibuku** tersayang yang selalu menyayangiku, yang menjadi motivasiku untuk terus berjuang dalam menghadapi kehidupan yang pedih ini. Terima kasih atas kesabaran, kasih sayang, dan dukungannya. Terima kasih untuk doa-doa tulusnya. Terima kasih atas pengorbanan dan perjuangan yang tak bisa terbalaskan oleh apapun.
12. Kepada kakak-kakakku (**a'Cuen**), yuk **Nelly**, yuk **Lila** yang telah memberikan semangat, nasihat dan dukungan. Terima kasih atas pengertiannya dan maaf sudah banyak merepotkan.
13. LAB cantiks squad (kak Neza, Mia, Hani, Dwi, Tira, Leni, Riza, Lavini, Afifah, Fika, Ade, Winny dan Yuriska) yang selalu mencerikan suasana di laboratorium. Senang sedih sudah pernah kita lalui bersama, maafkan segala khilaf dan salah paham sewaktu penelitian di laboratorium. Kak Neza terima kasih atas masukan dan nasehatnya. **Mia** rossiku, terima kasih sudah menjadi partner sejati bolak-balik indralaya-bukit. **Hani** dan **Fika** yang menjadi sohib selama di Lab. **Riza, Ade, Winny** dan **Yuriska**, terima kasih telah menjadi tempat aku untuk bertanya dan kalian mau menjelaskan. **Dwi, Leni** dan **Tirta** teman yang selalu enak diajakin cerita. Mari berjuang kembali untuk masa depan, dijalan masing-masing.
14. Kakak–kakak MIKI 2012 yang menjadi sumber inspirasi ku, menuntun jalan, yang telah banyak membantu, dan menjadi pengasuh kami semenjak kami baru menginjakkan kaki di Universitas Sriwijaya.



15. Kak **Tarmizi Taher** dan kak **Neza Rahayu Palapa** yang menjadi tentor terbaik di lab, terima kasih untuk ilmu yang diajarkan, terima kasih sudah banyak membantu. Semoga ilmunya semakin luas dan bertambah. Semoga bisa jadi 'the next Bapak', aamiin.
16. Sahabatku cabe squad (**Ayu putri, Mia Trianita, Muthia Okthaviani** dan **Nyayu Ummu Hani**) terima kasih untuk kebersamaan dan kekompakkannya. Terima kasih sudah menemaniku Selama 4 tahun terakhir ini, yang selalu berbagi cerita dan keluh kesah. Terima kasih untuk keceriaan, canda tawa dan tangis yang telah kita rasakan bersama. Semoga kebersamaan kita selalu terjaga sampai akhir nanti, Aamiin.
17. Teman-teman seperjuangan MIKI 2014 (sandra, retno, nunik, lisa, bella, marini, rio, kupek putri, firda, resta, aryanti, apeh, mak lisana, clau, fiul, putri, riska, hengki, robi, aan, ikhsan, dewi, wimda, rona, eka, icak, dll) terima kasih atas kebersamaan selama menumpuh perkuliahan dan memberikan kesan-kesan terindah selama kuliah. Semangat terus untuk kalian dan sukses selalu.
18. Adik-adik MIKI 2015, MIKI 2016 & MIKI 2017. Semangat terus!!
19. Mbak **Novi** yang tersayang, kak **Roni** dan kak **Iin** yang baik hati, selaku admin jurusan kimia yang telah banyak membantu kelancaran proses tugas akhir ku, mengurus surat dan berkas.
20. Kak **Dedi Iskandar** asisten Laboratorium Riset Terpadu Pascasarjana Unsri yang telah banyak membantu di Laboratorium.

21. Mbak Nur, Mbak Yanti, Mbak Niar selaku analis kimia yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian tugas akhirku.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, 1 Agustus 2018



Penulis

## SUMMARY

### ADSORPTION OF CONGO RED DYE BY USING LAYERED DOUBLE HYDROXIDE ADSORBENT OF Ca/Fe AND Mg/Fe

Helda : Supervised by Prof. Aldes Lesbani, Ph.D and Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, M.Si

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xx + 71 pages, 16 pictures, 8 tabels, 12 attachments

The synthesis of layered double hydroxide (LDH) Ca/Fe and Mg/Fe have been done. The layered double hydroxide (LDH) Ca/Fe and Mg/Fe were characterized by spektrofotometer FT-IR and XRD. Then, layered double hydroxide Ca/Fe and Mg/Fe were used as adsorbent of congo red dye. Characterization by FT-IR showed the vibration stretch layered double hydroxide Ca/Fe and Mg/Fe that appear of O-H at  $3410.15\text{ cm}^{-1}$ , Ca-O and Fe-O at  $470.63\text{ cm}^{-1}$  and  $586.36\text{ cm}^{-1}$  for layered double hydroxide Ca/Fe and O-H vibration stretch at  $3448.72\text{ cm}^{-1}$ , Mg-O and Fe-O at  $347.19\text{ cm}^{-1}$  and  $586.35\text{ cm}^{-1}$  for layered double hydroxide Mg/Fe. The XRD diffraction was showed in  $2\theta$  at  $10^\circ$  with the basal spacing of Ca/Fe is  $8.08\text{ \AA}$  and Mg/Fe is  $7.80\text{ \AA}$ . The adsorption process of congo red dye in layered double hydroxide compatible using pseudo-second-order equation. The Freundlich equation more suitable than Langmuir equation for congo red adsorption of layered double hydroxide Ca/Fe and Mg/Fe. Gibbs free energy ( $\Delta G$ ) has negative value that showed the adsorption process occurs spontaneously and exothermic reactions as physical adsorption.

**Keywords :** Layered double hydroxide Ca/Fe, Layered double hydroxide Mg/Fe, energy, adsorption, *congo red*.

**Citations :** 47 (1950-2017)

## RINGKASAN

### ADSORPSI ZAT WARNA *CONGO RED* MENGGUNAKAN ADSORBEN HIDROKSI LAPIS GANDA Ca/Fe DAN Mg/Fe

Helda : Dibimbing oleh Prof. Aldes Lesbani Ph.D dan Dr.rer.nat Risfidian  
Mohadi, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
xx + 71 halaman, 16 gambar, 8 tabel, 12 lampiran

Telah dilakukan sintesis material hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe yang dilanjutkan dengan karakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR dan XRD. Selanjutnya material hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe digunakan sebagai adsorben zat warna *congo red*. Material hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe berhasil disintesis yang terlihat adanya vibrasi ulur gugus O-H pada bilangan gelombang  $3410,15\text{ cm}^{-1}$ , Ca-O dan Fe-O pada bilangan gelombang  $470,63\text{ cm}^{-1}$  dan  $586,36\text{ cm}^{-1}$  untuk hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan vibrasi ulur gugus O-H pada bilangan gelombang  $3448,72\text{ cm}^{-1}$ , Mg-O dan Fe-O pada bilangan gelombang  $347,19\text{ cm}^{-1}$  dan  $586,35\text{ cm}^{-1}$  untuk hidroksi lapis ganda Mg/Fe. Karakterisasi hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe menggunakan XRD menunjukkan jarak antar lapisan hidroksi lapis ganda Ca/Fe yaitu sebesar  $8,08\text{ \AA}$  dan hidroksi lapis ganda Mg/Fe sebesar  $7,80\text{ \AA}$  pada sudut  $2\theta$  di  $10^\circ$ . Proses adsorpsi *congo red* pada hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe cocok menggunakan persamaan *pseudo-second-order*. Persamaan Freundlich lebih cocok dari pada persamaan Langmuir untuk adsorpsi *congo red* pada adsorben hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe. Energi bebas Gibbs ( $\Delta G$ ) yang diperoleh bernilai negatif dan energi adsorpsi dibawah  $100\text{ kJ/mol}$  menunjukkan bahwa proses adsorpsi zat warna *congo red* terjadi secara spontan dan termasuk adsorpsi fisika serta reaksi secara eksoterm.

Kata kunci: hidroksi lapis ganda Ca/Fe, hidroksi lapis ganda Mg/Fe, energi, adsorpsi, zat warna *congo red*.

Kutipan : 47 (1950-2017)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	I
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	Ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	Iii
<b>HALAMAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Hidroksi Lapis Ganda.....	4
2.1.1 Struktur Hidroksi Lapis Ganda.....	5
2.1.2 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda.....	7
2.2 Zat Warna.....	7
2.2.1 <i>Congo Red</i> .....	8
2.3 Adsorpsi.....	8
2.3.1 Faktor-Faktor Adsorpsi.....	9
2.3.2 Adsorpsi Zat Warna.....	10
2.4 Karakterisasi.....	12

2.4.1 Spektrofotometri FT-IR.....	12
2.4.2 X-Ray Powder Diffraction XRD.....	13
2.4.3 Spektrofotometri UV-Vis.....	15
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe.....	18
3.3.2 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe .....	19
3.3.3 Aplikasi Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Mg/Fe sebagai Adsorben Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	19
3.3.3.1 Pembuatan Larutan Stok <i>Congo Red</i> .....	19
3.3.3.2 Pembuatan Larutan Standar <i>Congo Red</i> .....	19
3.3.3.3 Penentuan $\lambda$ Maksimal Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	20
3.3.3.4 Analisis pH PZC (pH <i>point of zero charge</i> ).....	20
3.3.3.5 Pengaruh Waktu Adsorpsi.....	20
3.3.3.6 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi.....	20
3.3.4 Analisis Data.....	22
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Mg/Fe Menggunakan Sinar X-Difraksi.....	24
4.2 Karakterisasi Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe Menggunakan Spektrofotometer FT-IR.....	24
4.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Congo</i> <i>Red</i> .....	27
4.4 Penentuan pH <sub>pzc</sub> dari Material Hidroksi lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe .....	28
4.5 Proses Adsorpsi.....	29
4.5.1 Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe	

dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe .....	29
4.5.2 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.	32
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	44

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kemungkinan Kombinasi Kation Logam $M^{2+}$ dan $M^{3+}$ di Hidroksi Lapis Ganda.....	4
Tabel 2. Spektrum Cahaya Tampak dan Warna-Warna Komplementer.....	17
Tabel 3. Data Bilangan Gelombang Material Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Mg/Fe.....	26
Tabel 4. Karakteristik Vibrasi Spektrum Senyawa Organik dan Anorganik.....	26
Tabel 5. Konstanta Model Kinetik dalam Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> Terhadap Pengaruh Waktu Adsorpsi.....	30
Tabel 6. Data Isoterm Adsorpsi menggunakan Model Isoterm Freundlich pada Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe dengan Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	32
Tabel 7. Data Energi Adsorpsi (E), Entropi ( $\Delta S$ ), Entalpi ( $\Delta H$ ), dan Kapasitas Adsorpsi ( $Q_e$ ) pada Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe Terhadap Pengaruh Temperatur.....	36
Tabel 8. Data Energi Adsorpsi (E), Entropi ( $\Delta S$ ), Entalpi ( $\Delta H$ ), dan Kapasitas Adsorpsi ( $Q_e$ ) pada Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe Terhadap Pengaruh Temperatur.....	37



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Senyawa <i>Brucite</i> .....	5
Gambar 2. Skema Struktur Hidroksi Lapis Ganda.....	6
Gambar 3. Struktur <i>Congo Red</i> .....	8
Gambar 4. Pengaruh Larutan pH pada Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> .	10
Gambar 5. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	10
Gambar 6. Pengaruh Temperatur Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	11
Gambar 7. Spektrum Raman dari Sampel Bentuk Nitrat.....	12
Gambar 8. Skema Kerja XRD.....	14
Gambar 9. Pola XRD dari Sampel Hidroksi Lapis Ganda Ca-Fe-NO <sub>3</sub> ....	14
Gambar 10. Pola Difraksi XRD Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe .....	23
Gambar 11. Spektrum FT-IR Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	25
Gambar 12. Panjang Gelombang Maksimum <i>Congo Red</i> .....	27
Gambar 13. Grafik Penentuan pH <sub>pzc</sub> pada Material Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	28
Gambar 14. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> menggunakan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	29
Gambar 15. Pengaruh Temperatur Adsorpsi dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe Terhadap Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	33

Gambar 16. Pengaruh Temperatur Adsorpsi dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe Terhadap Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	34
---	----

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Digital XRD Material Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe.....	44
Lampiran 2. Data Digital XRD Material Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	45
Lampiran 3. Data Digital Spektrum FT-IR Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe.....	46
Lampiran 4. Data Digital Spektrum FT-IR Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	47
Lampiran 5. Data dan Grafik <i>Point Zero Charge</i> .....	48
Lampiran 6. Absorbansi Larutan Standar Parameter Kinetik.....	49
Lampiran 7. Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	50
Lampiran 8. Perhitungan Parameter Kinetik Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	51
Lampiran 9. Data Pengaruh Konsentrasi Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> oleh Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	54
Lampiran 10. Perhitungan Parameter Isoterm Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	57
Lampiran 11. Data Pengaruh Temperatur Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	68
Lampiran 12. Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Ca/Fe dan Hidroksi Lapis Ganda Mg/Fe.....	71

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dewasa ini merupakan tuntutan yang menjadi parameter kemajuan suatu bangsa. Seiring dengan tuntutan manusia akan kebutuhan sandang yang terus meningkat menyebabkan industri tekstil berkembang dengan pesat (Yahdiana, 2011). Industri tekstil merupakan salah satu industri yang berkembang pesat diberbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia (Achmad, 2004). Dimana industri tekstil memberikan banyak keuntungan bagi manusia namun industri tekstil juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini dikarenakan dalam produksi tekstil selalu menghasilkan limbah, salah satunya adalah limbah zat warna (Ida, 2011).

Pada umumnya, zat warna dari limbah cair industri tekstil merupakan suatu senyawa organik yang memiliki struktur aromatik, sehingga sulit terdegradasi secara alamiah, tidak ramah lingkungan, sulit terurai, bersifat resisten dan toksik (Wardhana, 2004). Salah satu zat warna yang biasa digunakan pada industri tekstil adalah *congo red* (Prameswari, 2013). Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Zat warna azo adalah senyawa yang paling banyak terdapat dalam limbah tekstil, yaitu sekitar 60 % - 70 % . Senyawa azo memiliki struktur 2 umum  $R-N=N-R'$ , dengan R dan R' adalah rantai organik yang sama atau berbeda (Allen, 2005). Saat ini sekitar lima belas persen dari total produksi zat pewarna dikeluarkan sebagai limbah industri tekstil. Pelepasan limbah zat pewarna tersebut ke ekosistem merupakan sumber polusi yang berbahaya (Wijaya *et al*, 2005).

Namun seiring dengan meningkatnya standar kualitas lingkungan internasional, berbagai sistem teknologi atau metode untuk menanggulangi limbah yang dihasilkan oleh industri zat pewarna juga telah dikembangkan, Metode penanggulangan limbah seperti adsorpsi, biodegradasi serta metode kimia seperti klorinasi dan ozonasi merupakan metode-metode yang paling sering digunakan (Wijaya *et al*, 2005). Penanggulangan limbah zat warna dapat dilakukan melalui adsorpsi menggunakan material hidroksi lapis ganda. Hidroksi lapis ganda disebut

sebagai hidrotalsit yang memiliki rumus umum  $[M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2]^{x+}[A^{n-}]_{b/n} \cdot mH_2O$ , dengan  $M^{2+}$  dan  $M^{3+}$  masing-masing adalah logam bervalensi dua dan tiga,  $n$  adalah fraksi *mol*  $M^{3+}$  dan  $A$  adalah anion penyeimbang antar lapisan. Hidrotalsit banyak juga dimanfaatkan sebagai adsorben, katalis dan material penukar anion (Kukkapdapu *et al*, 1996).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ahmed (2012) tentang studi adsorpsi pewarna reaktif anionik dari larutan berair dengan menggunakan adsorben hidroksi lapis ganda Mg/Fe/CO<sub>3</sub>. Hasilnya menunjukkan bahwa Mg/Fe/CO<sub>3</sub> sangat efisien dalam menghilangkan zat warna *congo red*, dimana pH konstan terdapat pada kisaran pH antara 1 sampai 4, kemudian menurun dengan peningkatan nilai pH, Kesetimbangan tercapai setelah 15 menit di mana 100 mg/L *congo red* telah teradsorpsi dan jumlah zat warna *congo red* teradsorpsi meningkat dengan meningkatnya temperatur. Kapasitas adsorpsi hidroksi lapis ganda Mg/Fe/CO<sub>3</sub> untuk zat warna *congo red* sebesar 104,6 mg/g dan kinetika adsorpsi dapat dihitung dengan persamaan *pseudo-second-order* (Ahmed, 2012).

Pada penelitian Soltani *et al* (2016) telah mengaplikasikan hidroksi lapis ganda Mg/Ca/Fe memiliki tiga kation logam yang membuat ukurannya bervariasi dan luas permukaannya semakin besar dan dapat digunakan untuk menghilangkan zat warna *congo red* dalam larutan berair. Parameter yang digunakan seperti konsentrasi awal zat warna, suhu, dosis adsorben dan efek pH. Hasil yang didapat yaitu konsentrasi zat warna 10 mgL<sup>-1</sup>, suhu 25°C, dosis adsorben 0,5 gL<sup>-1</sup> dan pH 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data adsorpsi pada kondisi optimal ditemukan mengikuti model kinetik *pseudo-second-order* dengan koefisien korelasi yang tinggi dan hidroksi lapis ganda Mg/Ca/Fe dapat digunakan sebagai adsorben yang efisien untuk menghilangkan zat warna anionik dalam air limbah (Soltani *et al*, 2016).

Pada penelitian ini dilakukan sintesis material hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe dengan metode kopresipitasi. Material hidroksi lapis ganda yang telah didapatkan dari hasil sintesis dikarakterisasi dengan menggunakan difraksi sinar-X dan spektrofotometer FT-IR. Selanjutnya material hidroksi lapis ganda hasil sintesis digunakan sebagai material penyerap zat warna. Zat warna yang digunakan yakni zat warna *congo red*. Variabel yang diamati dalam proses

adsorpsi *congo red* yakni pengaruh waktu adsorpsi, pengaruh konsentrasi dan pengaruh temperatur adsorpsi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Zat warna *congo red* merupakan salah satu zat warna yang telah banyak digunakan pada industri tekstil. Penggunaan zat warna tersebut dapat memberikan dampak pencemaran lingkungan terutama di lingkungan perairan. Penelitian tentang mengurangi zat warna *congo red* terus dilakukan hingga saat ini. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi zat warna *congo red* adalah dengan metode adsorpsi menggunakan material hidroksi lapis ganda. Pada penelitian ini dilakukan sintesis material hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe dengan metode kopresipitasi dan dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar-X dan spektrofotometer FT-IR, Selanjutnya material hidroksi lapis ganda hasil sintesis akan digunakan sebagai adsorben. Hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe diharapkan mempunyai kapasitas adsorpsi yang besar untuk menyerap zat warna *congo red*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Sintesis material hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe serta karakterisasinya menggunakan analisis XRD dan spektrofotometer FT-IR.
2. Studi adsorpsi zat warna *congo red* pada material hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe melalui variasi waktu adsorpsi, variasi konsentrasi dan temperatur adsorpsi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini memberikan informasi tentang hidroksi lapis ganda Ca/Fe dan Mg/Fe dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap zat warna *congo red* dalam upaya mengatasi pencemaran zat warna di lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Appel, C., Lena Q. Ma, R. D. Rhue and E. Kennelley. 2002. Point of Zero Charge Determination in Soils and Minerals via Traditional Methods and Detection of Electroacoustic Mobility. *Elsevier Science. Geodema* 113 (2003) : 77-93
- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Allen, S. J., and B, Koumanova. 2005. Decolourisation of Water/Waswater Using Adsorption. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy* 40.
- Ahmed, M. I., and Gasser, M. S. 2012. Adsorption Study of Anionic Reactive Dye from Aqueous Solution to Mg-Fe-CO<sub>3</sub> Layered Double Hydroxide (LDH). *Journal of Applied Surface Science*. 1(259) : 650– 656.
- Al-Jaberi, M., Naille, S., Dossot, M., and Ruby, C. 2015. Interlayer Interaction in Ca-Fe Layered Double Hydroxides Intercalated with Nitrate and Chloride Species. *Journal of Molecular Structure*. 1(1102) : 253-260.
- Brown, G. G. (1950). *Unit Operation, 2nd ed Modern Asia* : John Wiley and Sons, Ltd.
- Bridson, A. K. 2003. *Inorganic Spectroscopic Methods*. Inggris : Oxford University.
- Bullut, E., Ozacar, M., Sengil, L.A. 2008. Equilibrium and Kinetic Data and Process Design for Adsorption of Congo Red Onto Bentonite. *J. Hazard Mater*. 1(154) : 613-622.
- Benicio, L. F., Silva, R.A., Lopes, J. A., Eulalio, D., Santos, R. M., Aquino, L. A., Vergutz, L., Novais, R. F., Costa, L. M., Pinto, F. G., and Tronto, J. 2015. *Layered Double Hydroxides: Nanomaterials for Applications in Agriculture*. Brazil : Universidade Federal De Viçosa.
- Bhoi, K, S. 2010. Adsorption Characteristic of Congo Red Dye onto PAC and GAC Based on S/N Ratio Ataguchi Approach. *Btech Thesis*. National Institute of Tech. India.
- Budianto. 2015. Pengaruh Penambahan Nanopartikel Perak pada Setiap Sel Elemen Basah (ACCU) Terhadap Tegangan Keluaran Elemen Basah (ACCU). *Skripsi*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Cavani, F., Trifiro, F., and Vaccari, A. 1991. Hydrotalcite Type Anionic Clays: Preparation, Properties and Applications. *Catalysis Today*. 1(11) : 173– 301.
- Cristiana, M., Mu'nisatun., Saptaji, R., Marjanto, D. 2010. *Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 keV/10 mA*. Yogyakarta : Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.

- Das, J., Das, D., Dash, G. P., and Parida, K. M. 2002. Studies on Mg/Fe Hydrotalcite-Like-Compound (HTIc): Removal of Inorganic Selenite ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) from Aqueous Medium. *Journal of Colloid and Interface Science*. 1(251): 26-32.
- Dewi, K., dan Perdanawati, U. 2010. Pemakaian Reaktor Adsorpsi Menggunakan Adsorben Limbah Las Karbid untuk Mengolah  $\text{CO}_2$ . *Jurnal Teknik Lingkungan*. 16(2) : 210-221.
- Ginting, D. F. 2008. *Adsorpsi*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumental Edisi Kesatu*. Semarang : IKIP Semarang Pres.
- Henry, A. 2002. Analisis Spektrofotometri UV-Vis pada Obat Influenza dengan Menggunakan Aplikasi Sistem Persamaan Linier. *Skripsi*. Depok : Universitas Indonesia.
- Hunger, K. 2003. *Industrial Dyes: Chemistry, Properties, Applications*, Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, German.
- Husin, G and Rosnelly, C. M. 2005. Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Logam Timbal Menggunakan Karbon Aktif dari Batang Pisang. *Tesis*. Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam : Banda Aceh.
- Handayani, S., Kusumawardani, C., dan Budiasih, S. 2013. Sintesis Senyawa Sinamalaseton melalui Reaksi Hidrotalsit Mg-Al untuk Aplikasi Tabir Surya. *Skripsi*. Yogyakarta: UNY.
- Hassannia, S., and Yadollahi, B. 2015. Zn-Al LDH Nanostructure Pillared by Fe Substituted Keggin Type Polyoxometalate: Synthetic and Characterization. *Polyhedron*. 1(99): 260-265.
- Herlina, R., Masri, M., dan Sudding. 2017. Studi Adsorpsi Dedak Padi terhadap Zat Warna Congo Red di Kabupaten Wajo. *Jurnal Chemica*. 18(1) : 16 – 25.
- Ida, A. G. 2011. Fotodegradasi Metilen Biru dengan Sinar UV-Vis dan Katalis  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . *Skripsi*. Bali : Universitas Udayana Bukit Jimbaran.
- Kukkadapu, R. K., Witkowaski, M. S., and Amonette, J. E. 1996. Synthesis of a Low-carbonate High-charge Hydrotalcite-like Compound of Ambient Pressure and Atmosphere. *J Chem and Mater*. 1(9) : 417-419.
- Kang, D., Yu, X., Tong, S., Ge, M., Zuo, J., Cao, C., and Song, W. 2013. Performance and Mechanism of Mg/Fe Layered Double Hydroxides for Fluoride and Arsenate Removal from Aqueous Solution. *Chemical Engineering Journal*. 1(228): 731-740.



- Leofanti, G., Tozzola, G., Padavon, M., Petrini, G., Bordiga, S., and Zeechina, A. 1997. Catalyst Characterization: Characterization Techniques . *Catalysis. Today*. 1(34) : 329-352.
- Mahmoud, M. E., Nabil, G., El-Mallah, N., El-Mallah, N., Bassiouny, H., Kumar, S., and Abdel, F. T. 2016. Kinetics, Isotherm, and Thermodynamic Studies of the Adsorption of Reactive Red 195 A Dye from Water by Modified Switchgrass Biochar Adsorbent. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 1(34) : 321-330.
- Neldawati. 2013. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Pillar of Physics*. Vol 2 : 76-83.
- Noviarty dan Anggraini, D. 2013. Analisis Neodimium Menggunakan Metoda Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Batan*. 1(11) : 1-9.
- Nopianingsih, N. N. S., Sudiarta, I. W., dan Sulihingtyas, W. D. 2015. Sintesis Silika Gel Terimobilisasi Difenilcabazon dari Abu Sekam Padi Melalui Teknik Sol Gel. *Jurnal Kimia* 9. Vol 2 : 226-234.
- Prameswari, T. 2013. Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Sekam Padi untuk Dekolorisasi Zat Warna Congo Red. *Skripsi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Prameswari, T., Eko, B, S., Agung, T, P. 2014. Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Sekam Padi untuk Dekolorisasi Zat warna Congo Red. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 3(1) : 2.
- Suminta, S. 2006. Karakterisasi Zeolit Alam dengan Metode Difraksi Sinar-X. *Jurnal Zeolit Indonesia*. Vol 5(2) : 4-12.
- Suseno, E. J. 2008. Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Jurnal Berkala Fisika*. Vol 11(1) : 23-28.
- Sawant, S. D. 2011. FT-IR Spectroscopy: Principle, Technique and Mathematics. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2(1) : 3-7.
- Soltani, Z., Salavati, H., Movahedi, M., and Sadeghi, Z. 2016. MgCaFe- Layered Double Hydroxide (LDH) for Congo Red (CR) Dye Removal in Aqueous Solution. *Iranian Chemical Communication*. 1(6) : 39-48.
- Tien, C., and Ramarao, B. V. 2014. Further Examination of the Relationship between the Langmuir Kinetics and the Lagergren and the Second-Order Rate Models of Batch Adsorption. *Separation and Purification Technology*. 1(136) : 303–308.

- Taher, T., and Lesbani, A. 2016. Adsorption of Procion Red Dye on Natural Bentonite: A Kinetic Studies. *Sriwijaya Journal of Environment*. Vol 1(1) : 1-4.
- Underwood, A. L., dan Day, R. A. 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta : Erlangga.
- Vita, E. 2015. Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrospinning. *Skripsi*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Warren, E. 1969. *X-ray Diffraction*. Addition-wesley. Public : Messachssuset.
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan Cetakan Keempat*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Wijaya, K., Tahir, I., and Haryanti, N. 2005. Synthesis of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Montmorillonite and its Application as a Photocatalyst for Degradation of Congo Red Dye. *Jurnal Kimia Indonesia*. Vol 5(1) : 41-47.
- Wardani, H. W. 2009. Adsorpsi Zat Warna Tekstil *Erichrome Black T* dengan Menggunakan Serbuk Biji Kelor. *Thesis*. Semarang : UNNES.
- Wiyantoko, B., Kuniawati, P., Purbaningtyas, E., and Fathimah. 2015. Synthesis and Characterization of Hydrotalcite at Differential Mg/Al Molar Ratio. *Procedia Chemistry*. 1(17) : 21-26.
- Yahdiana, 2011. Studi Degradasi Zat Warna Tekstil *Congo Red* Menggunakan Suspensi TiO<sub>2</sub>. *Skripsi*. Depok : FMIPA Kimia Universitas Indonesia.