

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI LEMPUNG MAGNETIK  
(Mg/Al-Fe HYDROTALCITE) SERTA APLIKASINYA SEBAGAI  
ADSORBEN ASAM FULVAT**

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



**Oleh:  
Irwan Agung Saputro  
11630020**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2015**



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Irwan Agung Saputro

NIM : 11630020

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*)  
Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Asam Fulvat

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

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 25 Juni 2015

Pembimbing,

Karmanto, M.Sc

NIP. 19820504 200912 1 005

## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

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

Nama : Irwan Agung Saputro  
NIM : 11630020  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) serta Aplikasinya sebagai Adsorben Asam Fulvat

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.  
*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 24 Juni 2015  
Konsultan,



Nina Hamidah, S.Si., MA  
NIP.19770630 200604 2 001

## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

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


Nama : Irwan Agung Saputro  
NIM : 11630020  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) serta Aplikasinya sebagai Adsorben Asam Fulvat

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 22 Juni 2015  
Konsultan,

  
Sudarlin, M.Si.



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Irwan Agung Saputro  
NIM : 11630020  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI LEMPUNG MAGNETIK (*Mg/Al-Fe HYDROTALCITE*) SERTA APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ASAM FULVAT**

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

Yogyakarta,

Yang menyatakan



Irwan Agung S

NIM. 11630020



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1818/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sintesis dan Karakterisasi Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) serta Aplikasinya sebagai Adsorben Asam Fulvat

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Irwan Agung Saputro  
NIM : 11630020  
Telah dimunaqasyahkan pada : 18 Juni 2015  
Nilai Munaqasyah : A  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Karmanto, M.Sc  
NIP.19820504 200912 1 005

Penguji I

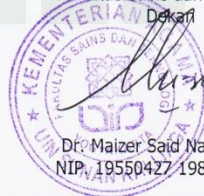
Nina Hamidah, S.Si., MA.  
NIP.19770630 200604 2 001

Penguji II

Sudarlin, M.Si.

Yogyakarta, 23 Juni 2015  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



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





## HALAMAN MOTO

*"Life was like a box of chocolates. You never know what you're gonna get" (Forest Gump)*

*"You try, You fail,  
You try, You fail,  
But the real failure is when you stop trying!"*

*"hope is a good thing, maybe the best of things, and no good thing ever dies"*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Kupersembahkan Karya kecil ini untuk .....*

*Ibu dan Bapak yang telah memberikan doa dan  
dukungan untuk tetap terus melangkah...*

*Kedua Adik Tercinta yang selalu mengganggu dengan  
canda dan tawa mereka...*

*Keluarga Kimia 2011 yang selalu ada*

*Serta Almamater Kimia*

*Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta*

## KATA PENGANTAR

Syukur *alhamdulillah*, saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang tentunya sangat berarti. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Karmanto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan tekun dan sabar meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan dan memotivasi hingga skripsi ini tersusun.
4. Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc., selaku Dosen pembimbing akademik.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang sudah membagi ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Bapak Wijayanto, S.Si., Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si., selaku laboran Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan dorongan dan pengarahan selama melakukan penelitian.
7. Ibu dan Bapak penulis yang selalu setia dan mendoakan serta memberikan dorongan baik moril maupun material yang sangat tidak ternilai harganya.

8. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa kimia khususnya angkatan 2011 yang merupakan keluarga baru yang sangat besar bagi penulis.
9. *Humic Substances Research Group*. Asrel, Sofi, dan Lia yang telah membantu dan berdiskusi sejak awal penelitian hingga skripsi ini tercipta.
10. Teman nongkrong dan makan Asrel, Fahrul, Sofi, Gesit, Maymay yang selalu menemani dan berbagi canda tawa.
11. Maymay yang telah memberikan semangat, doa, dan menemani dari awal hingga akhir.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu tersusunnya skripsi ini.

Semoga amal baik dan segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang sesuai dari Allah SWT. Akhir kata, penulis mohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan. Mudah-mudahan skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 28 Mei 2015

Penulis

Irwan Agung Saputro  
NIM. 11630020

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
HALAMA PENGESAHAN .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
ABSTRAK .....	xvii

### BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	5
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka .....	7
B. Landasan Teori .....	11
1. Lempung .....	11
2. Struktur <i>Hydrotalcite</i> .....	12
3. Sintesis <i>Hydrotalcite</i> .....	14
4. Struktur Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) .....	17
5. Kekuatan Medan Magnet Untuk Menarik Oksida Besi .....	19
6. Asam Fulvat .....	20
7. Sifat Logam dan Ligan .....	27

9. Adsorpsi .....	28
C. Hipotesa dan Kerangka Berpikir .....	33

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	38
B. Alat dan Bahan .....	38
1. Alat-Alat Penelitian .....	38
2. Bahan-Bahan Penelitian yang Digunakan .....	38
C. Prosedur Penelitian .....	39
1. Preparasi Adsorbat .....	39
a. Isolasi Asam fulvat dari Tanah Gambut Teluk Panji .....	39
b. Sintesis <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	39
c. Uji Kemagnetan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> Menggunakan Medan Magnet Luar .....	40
d. Uji Kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> terhadap pH Medium .....	41
2. Kinetika Adsorpsi Asam Fulvat pada <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	41
3. Kajian Desorpsi Asam Fulvat dari <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	41

### **BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Karakteristik Asam Fulvat .....	43
B. Sintesis dan Karakteristik <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	45
1. Sintesis <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	45
2. Karakteristik <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	46
3. Uji Kemagnetan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> Menggunakan Medan Magnet Luar .....	49
4. Kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> pada pH Medium .....	50
C. Kinetika Adsorpsi Asam Fulvat Oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	51
D. Kajian Desorpsi Asam Fulvat dari <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	55
1. Karakteristik Pasca Adsorpsi .....	55
2. Desorpsi Asam Fulvat dari <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	58

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	61
B. Saran .....	62

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>
-----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur <i>Hydrotalcite</i> .....	13
Gambar 2.2. Struktur kisi magnetit .....	18
Gambar 2.3. Struktur asam fulvat menurut Afghan.....	24
Gambar 2.4. Spektra FTIR asam fulvat hasil isolasi stevenson dari berbagai sumber isolasi .....	26
Gambar 3.1 Mekanisme pemisahan adsorben dan adsorbat pasca adsorpsi menggunakan medan magnet eksternal . .....	40
Gambar 4.1. Spektra FTIR asam fulvat hasil isolasi .....	43
Gambar 4.2. Spektra inframerah <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	46
Gambar 4.3. Profil difraktogram padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	48
Gambar 4.4. Grafik kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> pada berbagai pH .....	50
Gambar 4.5. Grafik persen asam fulvat teradsorp pada <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> . .....	52
Gambar 4.6. Grafik kinetika adsorpsi orde satu (Santosa dan Muzakky) untuk adsorpsi asam fulvat pada <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> . .....	54
Gambar 4.7. Grafik kinetika adsorpsi orde satu umum untuk adsorpsi asam fulvat pada <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> . .....	55
Gambar 4.8. Spektra infra merah (A) <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite-Fulvat</i> (B) <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	56
Gambar 4.9. Difraktogram (A) <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> (B) <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite-Fulvat</i> . .....	57
Gambar 4.10. Hubungan persentase asam fulvat terdesorpsi asam fulvat dengan waktu desorpsi pada <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> . .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Intensitas medan magnet untuk menarik mineral .....	19
Table 2.2. Asam dan basa untuk beberapa senyawa dari ion berdasarkan HSAB menurut Pearson .....	27
Tabel 4.1. Perbandingan nilai koefisien korelasi orde satu, orde dua dan orde tiga .....	53
Tabel 4.2. Perbandingan orde satu, orde satu (Santosa dan Muzakky) dan orde satu umum terhadap adsorpsi asam fulvat oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	53
Tabel 4.3 Harga $d(\text{\AA}) / 2\theta$ <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> sebelum dan setelah adsorpsi asam fulvat.....	58



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> saat Didekatkan dengan medan magnet eksternal .....	68
Lampiran 2. Standar JCPDS <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .....	68
Lampiran 3. Standar JCPDS magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) .....	69
Lampiran 4. Standar JCPDS geothit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ) .....	69
Lampiran 5. Difraktogram sinar-X padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> sebelum adsorpsi .....	70
Lampiran 6. Difraktogram sinar-X <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> pasca adsorpsi .....	71
Lampiran 7. Spektrum FTIR Padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> Sebelum Adsorpsi ..	72
Lampiran 8. Spektrum FTIR Padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> Pasca Adsorpsi .....	72
Lampiran 9. Spektrum Asam Fulvat .....	73
Lampiran 10 Spektra Asam Fulvat Hasil Isolasi (A) Baddi dkk., (2014) dan (B) Stevenson (1982).....	73
Lampiran 11. UV-Visibel asam Fulvat. ....	74
Lampiran 12. Perhitungan untuk metode analisis adisi standar tunggal .....	76
Lampiran 13. Prosedur penentuan konsentrasi asam fulvat menggunakan metode analisis standar adisi tunggal.....	77
Lampiran 14. Tabel kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> terhadap pH .....	78
Lampiran 15. Tabel Interaksi Asam Fulvat oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> terhadap variasi waktu. ....	79
Lampiran 16. Perhitungan konsentrasi awal asam fulvat yang digunakan pada percobaan desorpsi asam fulvat dari <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> .. .....	81
Lampiran 17. Perhitungan dan data persen desorpsi.....	82

## ABSTRAK

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI LEMPUNG MAGNETIK (*Mg/Al-Fe HYDROTALCITE*) SERTA APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ASAM FULVAT

Oleh:

**Irwan Agung Saputro**  
**11630020**

---

Sintesis lempung magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) serta aplikasinya sebagai adsorben asam fulvat telah dilakukan. *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* disintesis dengan cara mereaksikan larutan  $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (1:1) dengan  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  (2:1) menggunakan metode kopresipitasi serempak pada interval pH 10-13. Kajian sintesis meliputi kajian karakteristik padatan hasil sintesis menggunakan difraktometer sinar-X dan spektrometer FTIR, uji kemagnetan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* menggunakan medan magnet luar serta uji kestabilan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dalam berbagai pH medium. Asam fulvat diisolasi menggunakan larutan metanol dan dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR. Kajian adsorpsi dan desorpsi asam fulvat dipelajari dengan mengkaji kinetika adsorpsi asam fulvat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* serta pengaruh waktu terhadap konsentrasi asam fulvat terdesorpsi dari *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*.

Hasil karakterisasi menunjukkan karakteristik puncak serta gugus fungsi *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dalam difraktogram sinar-X dan spektra FTIR. Kestabilan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* cenderung stabil pada pH di atas 3. Berdasarkan data spektra FTIR, asam fulvat Teluk Panji memiliki gugus fungsi utama yaitu –COOH (alifatik dan aromatik) dan gugus –OH fenolat. Hasil pola adsorpsi asam fulvat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* merupakan kinetika reaksi orde satu yang mencapai kesetimbangan dengan konstanta laju reaksi ( $k_1$ ) sebesar  $24 \times 10^{-4}$  menit<sup>-1</sup>. Hasil karakterisasi pasca adsorpsi menunjukkan bahwa asam fulvat masuk ke dalam antar lapis *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* yang dibuktikan dengan peningkatan harga *basal spacing* pada  $d_{003}$  yang merupakan karakteristik dari *hydrotalcite*. Pengaruh waktu terhadap konsentrasi asam fulvat terdesorpsi menunjukkan asam fulvat mampu terdesorpsi dari *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* sebesar 82,83% atau sebesar 18,52 mg/L dari konsentrasi total 22,3556 mg/L.

---

Kata kunci: *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*, Adsorpsi, desorpsi, asam fulvat.

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Lempung merupakan material yang telah banyak dimanfaatkan oleh manusia. Lempung mempunyai ciri dalam kondisi basah akan menjadi liat dan jika dipanaskan akan menjadi kering. Lempung merupakan salah satu mineral dengan berbagai aplikasi yang luas seperti keramik, material bangunan, dan juga dalam bidang kimia mempunyai peranan yang penting khususnya sebagai adsorben. (Jai, 2002). Lempung dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu lempung kationik dan lempung anionik. Lempung kationik banyak ditemukan di alam, sedangkan lempung anionik jarang ditemukan di alam, tetapi dapat disintesis.

Menurut Jai (2002), lempung anionik mempunyai kemampuan mengikat anion pada struktur lapisan lebih besar daripada lempung kation. *Hydrotalcite* termasuk dalam jenis lempung anionik. *Hydrotalcite* memiliki sifat yang istimewa karena mampu berperan sebagai penukar ion, mempunyai luas permukaan yang besar, dan memiliki sifat *memory effect*. *Hydrotalcite* dapat digunakan sebagai adsorben senyawa anorganik maupun senyawa organik karena memiliki kemampuan yang baik untuk memisahkan partikel-partikel koloid dengan ukuran yang sangat halus. Prinsip kerjanya melalui pertukaran ion pada permukaan adsorben maupun pada bidang antar lapisnya dengan senyawa yang ingin diadsorpsi (Xiao dkk., 2011).

Bagian antar lapis *hydrotalcite* berisi anion dan air yang bersifat bebas berpindah dengan cara memutus ikatannya dan membentuk ikatan baru. Air yang mengisi bagian antar lapis tersebut dapat dieliminasi tanpa merusak struktur inti dari *hydrotalcite*. Muatan negatif anion tersebut dapat mengalami pertukaran anion secara reversibel (Bish, dalam Wasis 2013). Kemampuan suatu bahan untuk diregenerasi merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan saat proses sintesis. Sebagian besar bahan sintetik sulit diregenerasi sehingga dapat berpengaruh terhadap lingkungan. Bahan yang mampu diregenerasi akan memberikan nilai ekonomi yang tinggi. Penggunaan material yang bersifat reversibel akan mengurangi polutan akibat limbah produksi serta mengurangi konsumsi energi, dengan kata lain turut berpartisipasi dalam mewujudkan prinsip *green chemistry*.

*Hydrotalcite* merupakan adsorben yang baik dalam perairan sehingga sering digunakan dalam proses pengolahan air bersih, khususnya perairan yang memiliki kandungan senyawa organik tinggi. Air gambut merupakan perairan yang memiliki kadar senyawa organik terlarut sangat tinggi berkisar antara 243-290 mg/L, sedangkan ambang batas maksimum zat organik dalam air konsumtif adalah 10 mg/L. Air gambut memiliki ciri-ciri umum yaitu intensitas warna yang tinggi (kuning atau merah kecokelatan), pH rendah antara 3-5, rasanya masam, serta rendahnya konsentrasi partikel dan kation (Elfiana, 2012).

Warna keruh pada air gambut disebabkan oleh senyawa-senyawa humus yang terkandung di dalam air tersebut. Kandungan senyawa humus yang terdapat pada air gambut adalah asam humat, asam fulvat, dan humin. Senyawa humus ini yang menyebabkan warna yang khas terhadap air gambut yakni kuning sampai

cokelat kemerah-merahan. Senyawa humus terbentuk dari dekomposisi zat organik alami yaitu senyawa humus seperti lignin, tanin, dan asam organik lainnya (Effendi, 2006).

Asam fulvat adalah fraksi dari senyawa humat dengan bobot molekul yang kecil, senyawa rantai pendek, berwarna kuning, larut dalam asam maupun basa (Supriyati, 2007). Asam fulvat keberadaannya di perairan dapat menjadi faktor penurunan kualitas air, karena dapat menyebabkan rasa asam yang tidak enak serta warna yang keruh pada perairan. Sifat asam fulvat yang sangat reaktif dalam mengadsorpsi logam-logam di perairan juga menjadi indikator bahwa di dalam sistem perairan tersebut telah terjadi akumulasi logam-logam berat.

Asam fulvat merupakan bahan makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional -COOH, -OH fenolat maupun -OH alkoholat seperti asam humat, tapi jumlah gugus -COOH jauh lebih tinggi (Pettit, 2006). Penelitian pada tahun 1980 yang dilakukan oleh peneliti US menjelaskan bahwa reaksi antara klorin dan asam fulvat serta alga dengan kadar Cl 10 mg/L dapat membentuk senyawa kloro-organik yang bersifat karsinogen (Anna dkk., 2011). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa keberadaan asam fulvat di perairan sangat berbahaya sehingga perlu dilakukan *treatment* untuk mengisolasi asam fulvat dari badan air.

Usaha untuk meminimalkan kandungan asam fulvat dalam perairan merupakan langkah yang sangat penting untuk dilakukan. Metode yang paling umum digunakan untuk menghilangkan asam fulvat adalah metode isolasi. Namun, metode tersebut sangat sulit dilakukan dan justru akan mencemari

lingkungan karena diperlukan beberapa *reagent* kimia untuk melakukannya seperti NaOH dan HCl.

Metode lain yang dapat digunakan dan tidak memiliki banyak risiko adalah metode adsorpsi menggunakan lempung anionik *Mg/Al Hydrotalcite*. Namun *Mg/Al Hydrotalcite* tidak dapat mengadsorpsi dengan cepat sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap material ini. Ardhayanti (2014) melaporkan bahwa penambahan magnetit dalam *Mg/Al-hydrotalcite* dapat meningkatkan kemampuannya sebagai adsorben dalam mengadsorpsi zat warna NB dan yellow F3G. Dame (2013) juga melaporkan telah membuat komposit *magnetit-Mg/Al Hydrotalcite* menggunakan metode kopresipitasi. Penambahan gugus magnetit menyebabkan adsorben bersifat magnetik sehingga pemisahan antara adsorben dan adsorbat pasca adsorpsi dapat dilakukan dengan bantuan medan magnet eksternal.

Pada penelitian ini, *Mg/Al Hydrotalcite* dimodifikasi dengan penambahan ion  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  menggunakan metode kopresipitasi serempak. Hasilnya adalah adsorben *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* yang diharapkan tidak hanya memiliki kemampuan adsorpsi yang baik tetapi juga memiliki sifat magnet sehingga proses pemisahan adsorben dan adsorbat pasca adsorpsi dapat menggunakan medan magnet eksternal. Kajian lain yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengaruh penambahan senyawa yang bersifat magnetik pada lempung sintetik *hydrotalcite*, kinetika adsorpsi lempung magnetik terhadap asam fulvat, dan desorpsi asam fulvat dari lempung sintetik *hydrotalcite*.

## B. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dalam pembahasannya, maka diambil batasan masalah sebagai berikut:

1. Sintesis *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* menggunakan metode kopresipitasi serempak pada interval pH 10-13 dilanjutkan proses hidrotermal pada temperatur 110 °C selama 5 jam.
2. Karakterisasi lempung sintetis *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* menggunakan instrumen FT-IR dan XRD.
3. Metode yang digunakan untuk mengisolasi asam fulvat adalah metode ekstraksi menggunakan pelarut metanol dan hasilnya dikarakterisasi menggunakan FTIR.
4. Kajian interaksi asam fulvat dengan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dibatasi pada kajian kinetika adsorpsi dan desorpsi.
5. Proses pemisahan antara adsorben dan filtrat hasil interaksi dilakukan menggunakan medan magnet eksternal untuk menjerat adsorben.

## C. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* hasil sintesis menggunakan FTIR dan XRD?
2. Bagaimana karakteristik asam fulvat hasil ekstraksi menggunakan FTIR?
3. Bagaimana kinetika adsorpsi dan desorpsi asam fulvat oleh lempung magnetik *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*?

4. Bagaimana pengaruh medan magnet eksternal terhadap pemisahan adsorben dan adsorbat pasca adsorpsi.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* hasil sintesis menggunakan FTIR dan XRD.
2. Mengetahui karakteristik asam fulvat hasil ekstraksi menggunakan FTIR.
3. Mempelajari kinetika adsorpsi dan desorpsi asam fulvat oleh lempung magnetik *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*.
4. Mengetahui pengaruh medan magnet eksternal terhadap pemisahan adsorben dan adsorbat pasca adsorpsi.

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

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang material yang ramah lingkungan sebagai adsorben asam fulvat pada perairan gambut. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat mengatasi masalah air bersih di wilayah-wilayah bergambut seperti Sumatera dan Kalimantan.



## BABV KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil XRD padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* menunjukkan puncak-puncak utama yang khas pada sudut difraksi  $11,33^\circ$ ,  $33,21^\circ$  dan  $35,63^\circ$ . Sedangkan spektra FTIR menunjukkan adanya ikatan Mg-OH, Al-OH dan Fe-OH serta adanya anion nitrat yang mengisi antar lapisnya.
2. Hasil FTIR asam fulvat menunjukkan bahwa asam fulvat hasil isolasi memiliki gugus aktif -COOH dan -OH fenolat maupun alkoholat.
3. Adsorpsi asam fulvat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* merupakan kinetika reaksi orde satu yang mencapai kesetimbangan dengan konstanta laju reaksi ( $k_1$ ) sebesar  $2,4 \times 10^{-3}$  menit<sup>-1</sup>. Desorpsi asam fulvat dari *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* yang mulai konstan pada menit ke-240 dan memiliki nilai persen desorpsi sebesar 82,23% atau 18,52 mg/L dari konsentrasi total sebesar 22,35 mg/L
4. Asam fulvat teradsorpsi ke dalam antar lapis *hydrotalcite* ditunjukkan dengan peningkatan harga *basal spacing*  $d_{003}$  yang merupakan karakteristik dari *hydrotalcite*.
5. Hasil pengujian magnet eksternal menunjukkan hasil bahwa material *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* hasil sintesis memiliki sifat magnetik, sehingga pemisahan antara adsorben dan larutan adsorbat pasca adsorpsi dapat dilakukan menggunakan bantuan medan magnet eksternal.

## B. Saran

Dengan berbagai keterbatasan dalam penelitian yang telah dilakukan, maka untuk pengembangan lebih lanjut disarankan untuk kelanjutan penelitian berikut:

1. Perlu dilakukan pemurnian terhadap asam fulvat menggunakan kolom XAD-8 / XAD-7.
2. Perlu dikembangkan lebih lanjut aplikasi *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*, seperti dilakukan imobilisasi agar pemisahan antara adsorben dan adsorbat pasca adsorpsi semakin mudah.
3. Kajian kapasitas adsorpsi *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* terhadap asam fulvat perlu dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afghan, B.K., dan Alfred S.Y. Chau. 1989. *Analysis of Trace Organiks in the Aquatic Environment*. CRC Press. England
- Anna, Anielak., Milena, dan Grzegorzczuk-Nowacka. 2011. Significance of Zeta Potential in the Adsorption of Fulvic Acid on Aluminum Oxide and Activated Carbon. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol 20. 1381-1386
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika, Edisi ke-2*. Erlangga. Jakarta
- Baddi, G.A., Mohamed, Hafidi., dan Juan. 2004. Characterization of Fulvic Acids by Elemental and Spectroscopic (FTIR and  $^{13}\text{C}$ -NMR) Analysis During Composting of Olive Mill Wastes Plus Straw. *Bioresource Technology*. Vol 93. 285–290
- Bejoy. 2001. *Hydrotalcite : The Clay That Cure*. Indian Institute of Technology. India
- Cavani, F., Trifiro. F., dan Vaccari, A., 1991. Hydrotalcite-type Anionic Clays : Preparations. *Properties and Applications. Catal Today*. Vol 11. 173-301
- Chackravorty. 1989. *Magnetic Separation, in ; Third Short Term Refresher Course on Classification and Concentration*. Institute for Miners and Metal Workers Education. Balaipanda. Puri
- Chang, Qing., Zhu, Lihua., Luo, Zhihong., Lei, Min., Zhang, Suicheng., dan Tang, Heqing. 2011. Sono-Assisted Preparation of Magnetic Magnesium-Aluminum Layered Double Hydroxides and Their Application for Removing Fluoride. *Ultrasonics Sonochemistry*. Vol 18. 553-561
- Dame, Sari. 2013. Sintesis Magnetit Mg/Al-NO<sub>3</sub> Hidrotalsit dengan Metode Kopersipitasi dan Aplikasinya sebagai Adsorben [AuCl<sub>4</sub>]<sup>-</sup>. Skripsi. FMIPA UGM. Yogyakarta
- Effendy, Hefni. 2006. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Yogyakarta
- Elfiana dan Zulfikar. 2012. Penurunan Konsentrasi Organik Air Gambut secara AOP (Advanced Oxidation Processes) dengan Fotokimia Sinar Uv. *Politeknik Negeri Lhokseumawe*. Lhokseumawe
- Ferreira, O.P., Sandra, G.M., Duran, Nelson., Cornejo, dan Lorena. 2005. Evaluation of Boron Removal From Water by Hydrotalcite-like Compounds. *Chemosphere*. Vol 62. 80-88

- Frost, Ray L. Erickson, Kristy L. Bostrom, dan Thor E. 2006. A Study of Structural Memory Effects in Synthetic Hydrotalcites Using Environmental SEM. *Materials Letters*. Vol 59. 226-229
- Grover, Kanchan., Komarneni, Sridhar., Katsuki, dan Hiroaki. 2010. Synthetic Hydrotalcite-Type and Hydrocalumite-Type Layered Double Hydroxides for Arsenate Uptake. *Applied Clay Science*. Vol 48. 631-637
- Iksan, Nur Aini., 2011. *Kajian Adsorpsi-Desorpsi [AuCl<sub>4</sub>] pada Mg/Al Hidrotalsit*. Tesis. FMIPA Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Jin, X., Bailey, Y.S., dan Lynch, A.T., 1996. Kinetics of Single and Multiple Metal Ion Sorption Processes on Humic Substances. *Soil Sci*. Vol 8. 161-509
- Karmanto. 2006. *Sintesis Mg/Al Hydrotalcite Sebagai Adsorben Asam Humat*. Skripsi. FMIPA UGM Yogyakarta
- Khopkar, S.M. 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Klopragge. J.T. Kristof. J., dan Frost, R.L. 2001. Thermogravimetric Analysis-Mass Spectrometry (TGA-MS) of Hydrotalcite Containing CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, So<sub>4</sub><sup>2-</sup> or ClO<sup>4-</sup>. *Proceeding of the 12<sup>th</sup> International Clay Conference Bahai-Blanca*.
- Kostas, Triantafyllidis S., Peleka, Efrosyni N., Komvokis, Vasilis G., dan Mavros, Paul P. 2009. Iron-Modified Hydrotalcite-Like Materials as Highly Efficient Phosphate Sorbents. *Journal of Colloid and Interface Science*. Vol 342. 427-436
- Kovanda, František., Koloušek, David., Cílová, Zuzana., dan Hulínský, Václav. 2005. Crystallization of Synthetic Hydrotalcite Under Hydrothermal Conditions. *Applied Clay Science*. Vol 28. 101-109
- Kusmiyati, Dwi. 2006. *Kajian Adsorpsi Desorpsi Asam Fulvat Tanah Gambut Pada dan dari Mg/Al Hydrotalcite*. Skripsi. FMIPA UGM. Yogyakarta
- Li J.H., R.Y. Hong., H.Z. Li., J. Ding., Y. Zheng., dan D.G. Wei. 2009. Simple Synthesis and Magnetic Properties Of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/BaSO<sub>4</sub> Multi-Core/Shell Particles. *Materials Chemistry and Physics*. Vol 113. 140-144
- Miftahurrohmah. 2011. *Aktivasi Dan Karakterisasi Lempung Alam Besito-Kudus Untuk Adsorben Zat Warna Congo Red*. Thesis. FMIPA UGM. Yogyakarta
- Miodragovic Z.M., Jokic., dan Pfenndt, P.A. 1992. Fulvic Acid Characterization in an Alluvial Sediment Sequence. *Organic Geochemistry*. Vol 18. 481-487
- Oscik J. 1982. *Adsorption*. John Willey and Sons Inc. New York

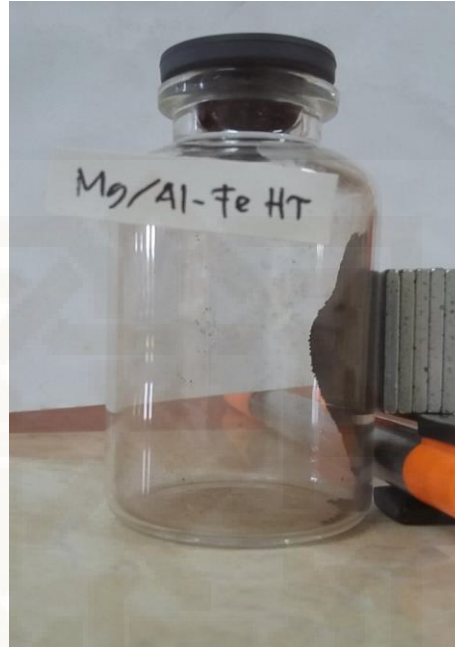
- Pearson, R.G., 1968. *Hard Soft Acids and Base, HSAB, Part I, Fundamental Principles*. J. Chemistry Education.
- Perez, M.R., Pavlovic, L., Barriga, C., dan Cornejo, J. 2006. Uptake of  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ , and  $\text{Pb}^{2+}$  on Zn-Al Layered Double Hydroxide Intercalated with EDTA. *App. Clay Science*. Vol 32. 245-251
- Perioli, Luana., Ambrogi, Valeria., di Nauta, Laura., Nocchetti, Morena., dan Rossi, Carlo. 2011. Effects of Hydrotalcite-Like Nanostructured Compounds on Biopharmaceutical Properties and Release of BCS Class II Drugs: The Case of Flurbiprofen. *Applied Clay Science*. Vol 51. 407-413
- Petcharoen, K., dan Sirivat, A. 2012. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles Via The Chemical Co-Precipitation Method. *Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology*. Vol 177. 421-427
- Pettit, Robert. 2006. *Organik Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid and Humin: Their Importance In Soil Fertility and Plant Health*. Emeritus Associate Professor Texas A&M University ; Texas
- Purba, C.P.P. 2014. *Potret Keadaan Hutan Indonesia*. Forest Watch Indonesia. Bogor
- Rozov, K., Berner, U., Taviot-Gueho, C., Leroux, F., Renaudin, G., Kulik, D., dan Diamond, L. W. 2010. Synthesis and Characterization of The LDH Hydrotalcite-Pyroaurite Solid-Solution Series. *Cement and Concrete Research*. Vol 40. 1248-1254
- Salomão, Rafael., Milena, L. M., Wakamatsu, M. H., dan Pandolfelli, Victor C. 2011. Hydrotalcite Synthesis Via Co-Precipitation Reactions Using  $\text{MgO}$  And  $\text{Al}(\text{OH})_3$  Precursors. *Ceramics International*. Vol 37. 3063-3070
- Santosa dan Muzakky. 2002. *Kinetika Adsorpsi Logam Berat (Krom, Tembaga, dan Uranium) Oleh Senyawa Humat Dalam Tanah Gambut*. Laporan Penelitian, penelitian dasar. Lembaga Penelitian UGM. Yogyakarta.
- Santosa, Sri Juari., Kunarti, Eko Sri., dan Karmanto. 2008. Synthesis and Utilization of Mg/Al Hydrotalcite for Removing Dissolved Humic Acid. *Applied Surface Science*. Vol 254. 7612-7617
- Schulze, K., 2001, *Ni/Mg/Al Catalysts Derived From Hydrotalcite-Type Precursors for The Partial Oxidation of Propane*. *Synthesis And Characterisation of Physicochemical and Catalytic Properties*, Ph.D. Thesis, Gerhard-Mercator-University, Duisburg, Germany

- Senesi, N. 1994. Spectroscopic Studies of Metal Ion Humic Acid Substance Complexation in Soil, In 15<sup>th</sup>. *World Congress of Soil Sci.* Acapulco. Mexico
- Shidiq, Z. 2005 *Sintesis Zn/Al Hydrotalcite dan Aplikasinya Untuk Isolasi Asam Humat*. Skripsi. FMIPA UGM. Yogyakarta
- Skoog, D.A., dan West. D.M., 1985. *Fundamental of Analytical Chemistry*. Four editions. CBS College Publishing The Dryen Press. New York.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry, Genesis Composition, Reaction*. John Wiley and Sons. New York
- Stevenson, F.J. dan Goh, K.M., 1971. Infrared Spectra of Humic Acids and Related Substances. *Geochimica et Cosmochimica*. Vol 35. 471-483
- Stevenson, F.J. dan Goh, K.M., 1972. Infrared Spectra of Humic and Fulvic Acids and Their Methylated derivative, Evidence for Specificity of Analytical Methods for Oxygen-Containing Functional Groups. *Soil Sci.*, 113, 334-345
- Stevenson, F.J., dan Piccolo, A. 1982. Infrared Spectra of  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  and  $\text{Ca}^{2+}$  Complexes of Humic Substances. *Geoderma*. Vol 27. 195-208
- Sudiono, S. 2001. *Sifat Asam Basa Asam Humat dan Interaksinya dengan Kromium (III), Tembaga (II), Kobalt (II) dan Nikel (II)*. Thesis. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta
- Supriyati, 2007. *Pengaruh Prebiotik Asam Fulvat Terhadap Kandungan Kolesterol Dalam Daging Ayam*. Balai penelitian ternak. Bogor
- Swift, R.S., 1989. *Molecular Weight, Size, Shape, and Charge Characteristics of Humic Substances*. John Wiley and Sons. New York
- Tamura, H., Chiba, J., Ito, M., Takeda, T., dan Kikkawa, S. 2004. Synthesis and Characterization of Hydrotalcite-ATP Intercalates. *Solid State Ionics*. Vol 172. 607-609
- Tan. K.H., 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Teja, Aryn S. and Koh, dan pei Yoong.2009. Synthesis, Properties, and Applications of Magnetic Iron Oxide Nanoparticle. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials*. Vol 55. 22-45
- Tipler, A. Paul. 1991. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2*. Erlangga. Jakarta

- Trifiro, F., dan A. Vaccari. 1996. *Comprehensive Supramolecular Chemistry*. Penerjemah F. Vogtle, Atwood, J.E.D Davies, dan D MacNion. Pergamon Press. Oxford. Pp. 251-291
- Wang, Jun., Zhou, Jideng., Li, Zhanshuang., Liu, Qi., Yang, Piaoping., Jing, Xiaoyan., dan Zhang, Milin. 2010. Design of magnetic and fluorescent Mg-Al layered double hydroxides by introducing Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles and Eu<sup>3+</sup> ions for intercalation of glycine. *Materials Research Bulletin*. Vol 45. 450-455
- Wasis. 2013. *Sintesis dan Karakterisasi Lempung Mg/Al-Fe Hydrotalcite - magnetit*. Skripsi. Saintek Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Xianmei, Xie., An, Xia., Wang, Xiulan., dan Wang, Zhizhong. 2003. Preparation , Characterization and Application of ZnAlLa-Hydrotalcite-Like Compounds. *Natural Gas Chemistry*. Vol 12. 259-263
- Xiao, Ying Kai., Liu, Yu Ping., Xu, Wan Bang., Liang, Mei Fang., Cheng, Jian., Wan, Jian Ping., dan Chen, Ling Zhu. 2011. Synthesis and structural analysis of a regular Cu-Mg-Al hydrotalcite-like compound. *Turkish Journal of Chemistry*. Vol 35. 881-891
- Yan, Hao., Zhang, Jiancheng., You, Chenxia., Song, Zhenwei., Yu, Benwei., dan Shen, Yue. 2009. Influences of Different Synthesis Conditions on Properties of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles. *Materials Chemistry and Physics*. Vol 113. 46-52
- Zhao, s., Yi, H., Tang, X, Kang, D., Wang., Li, Kai, dan Duan, K. 2012. Characterization of Zn-Ni-Fe Hydrotalcite-Derived Oxides and Their Application in The Hydrolysis of Carbonyl Sulfide. *Applied Clay Science*. 56. 84-89

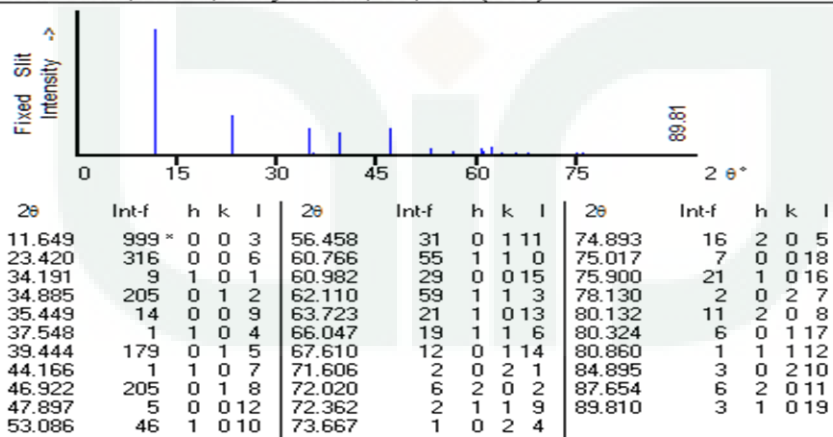
## LAMPIRAN

Lampiran 1. Padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* saat didekatkan dengan medan magnet eksternal.

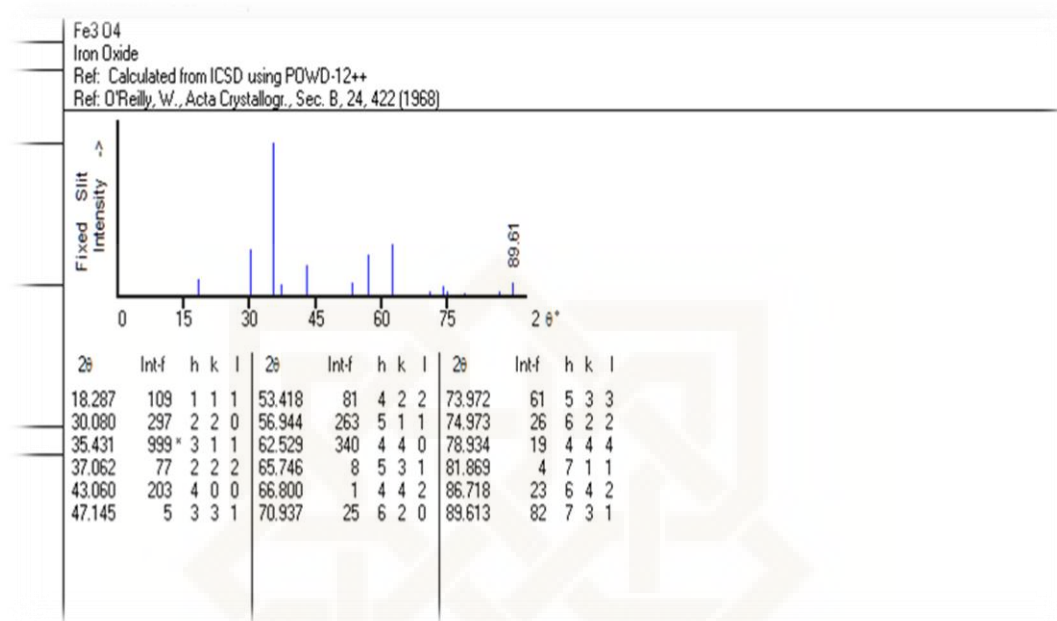
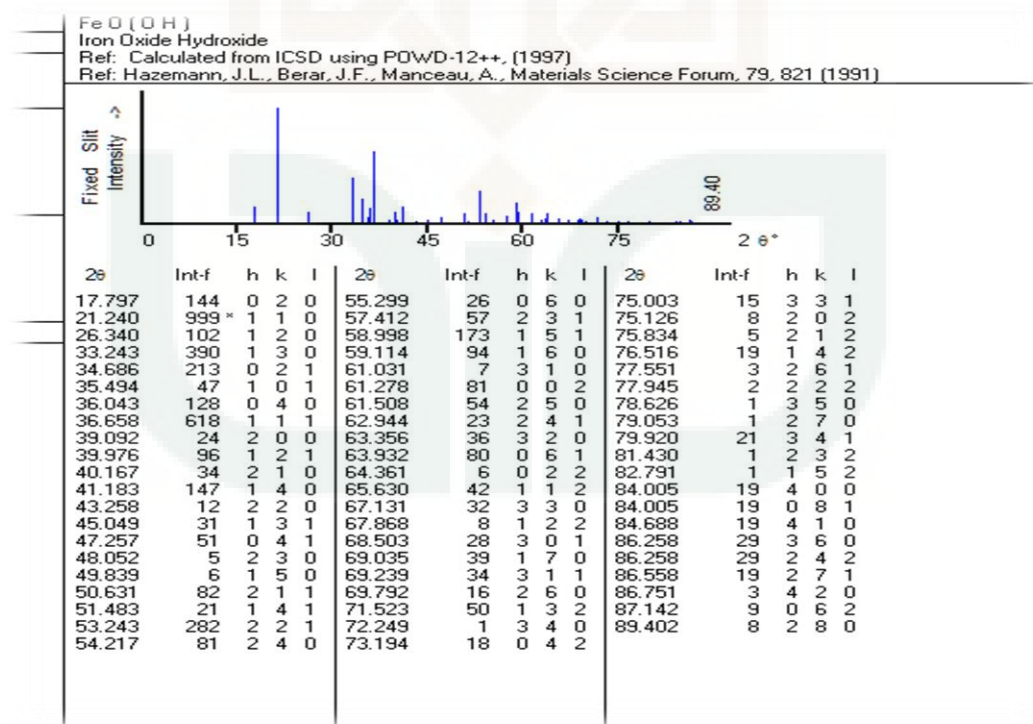


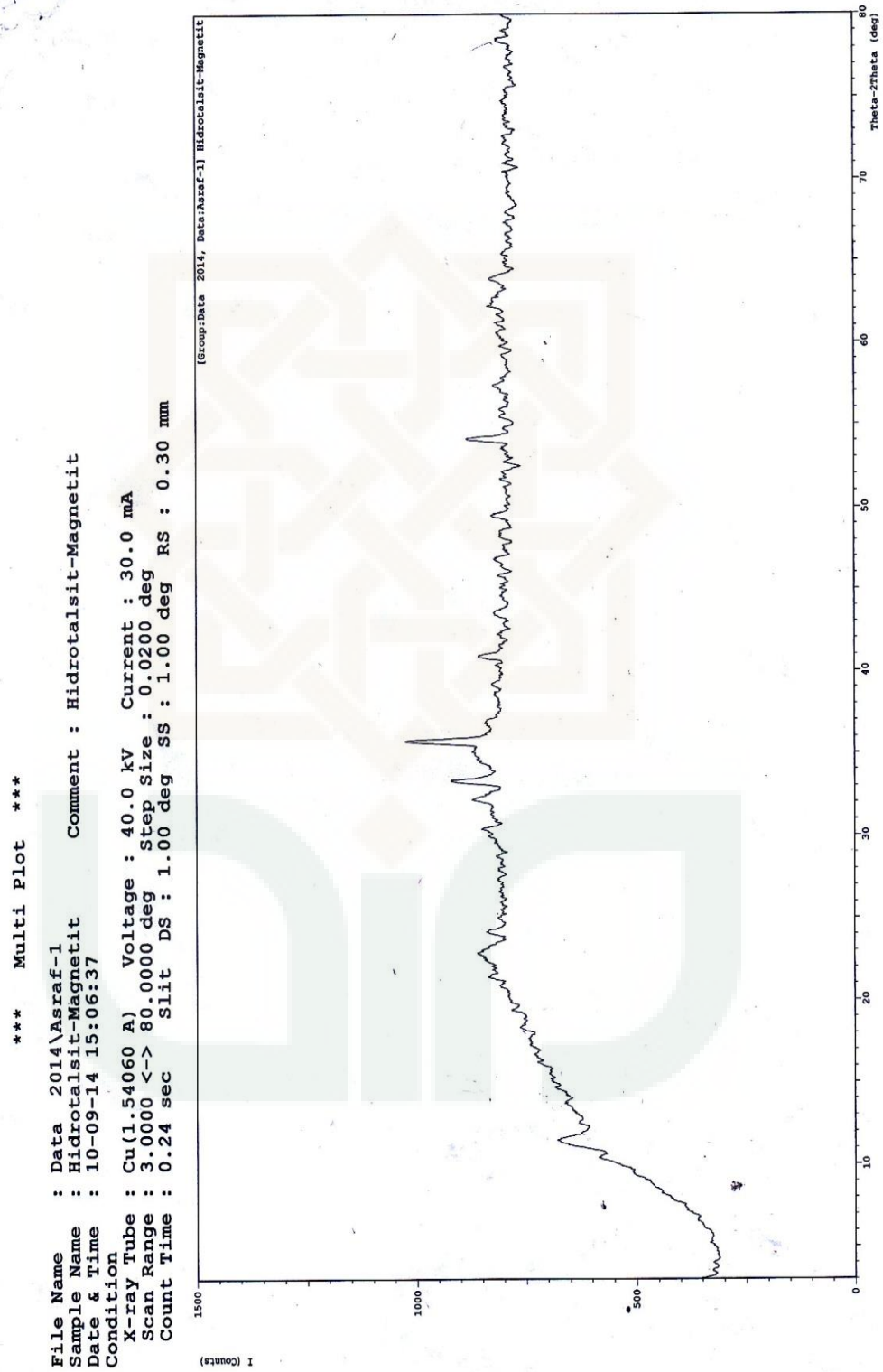
Lampiran 2. Standar JCPDS *Mg/Al-Hydrotalcite*

[ Mg<sub>0.667</sub> Al<sub>0.333</sub> ] ( OH )<sub>2</sub> ( CO<sub>3</sub> )<sub>0.167</sub> ( H<sub>2</sub>O )<sub>0.5</sub>  
 Magnesium Aluminum Hydroxide Carbonate Hydrate  
 Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++  
 Ref: Bellotto, M et al., J. Phys. Chem., 100, 8527 (1996)

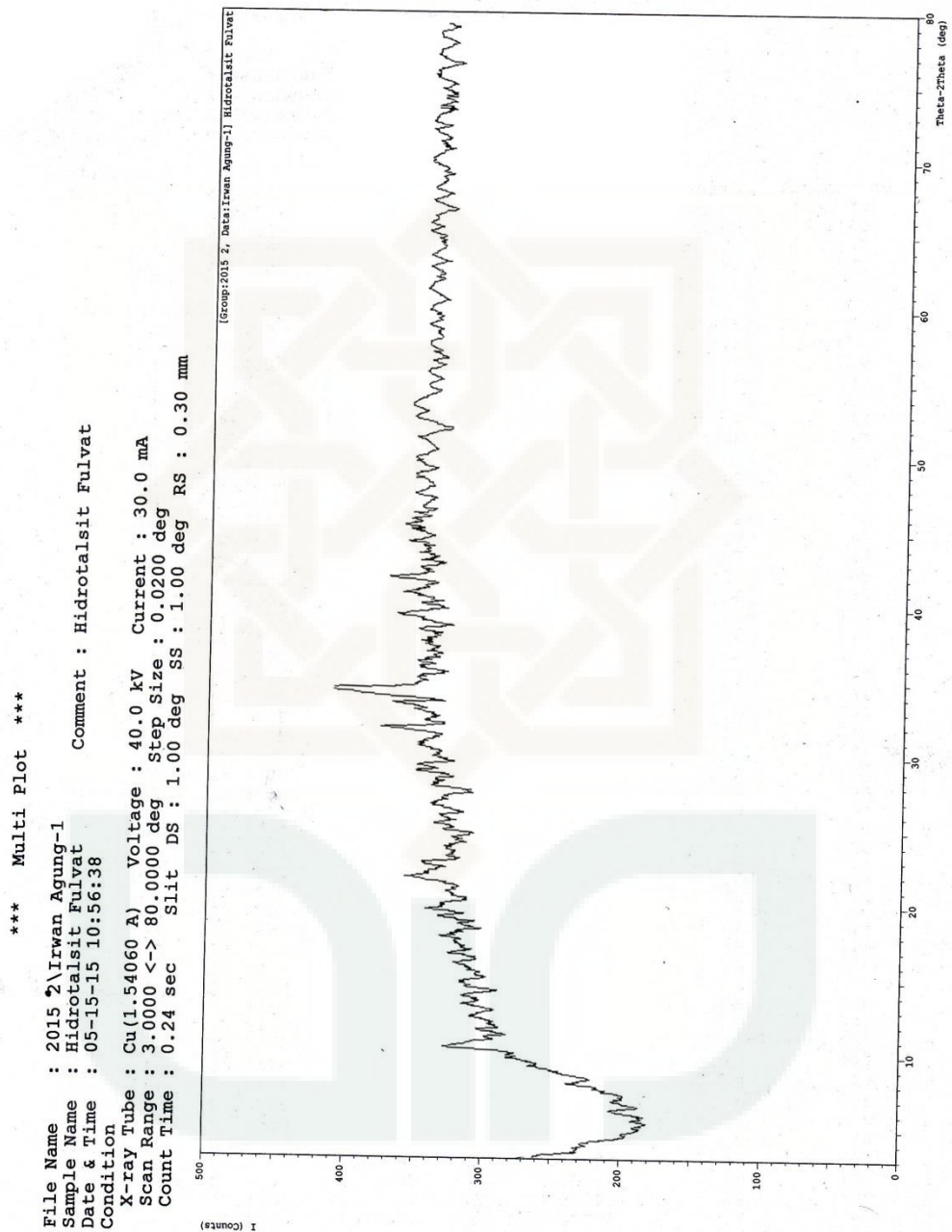


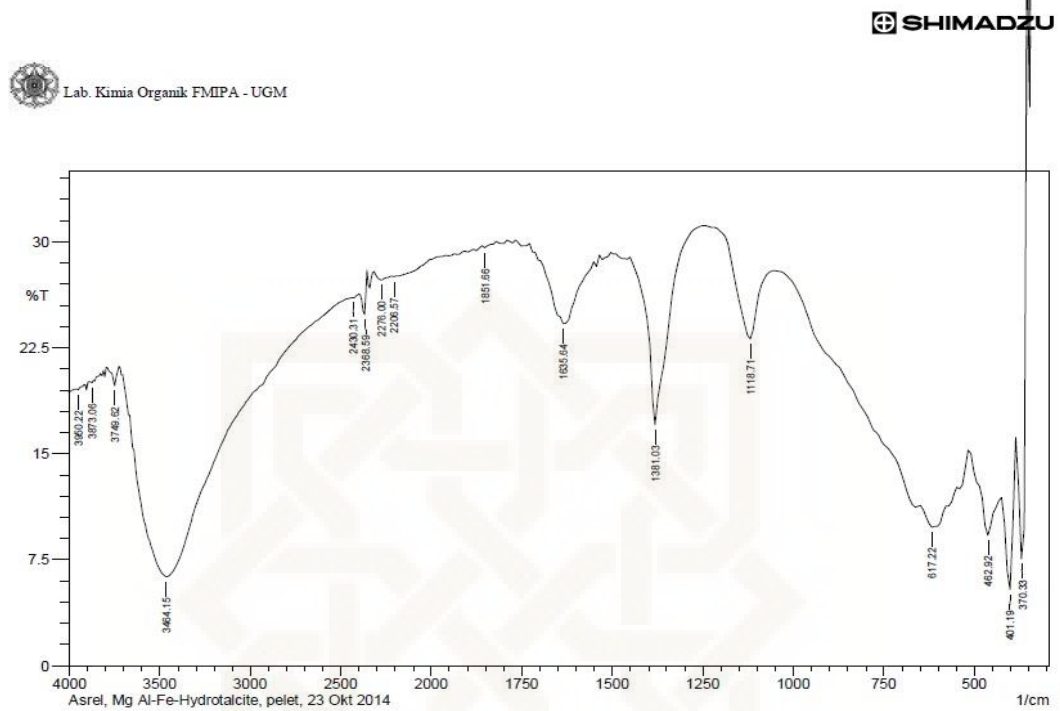
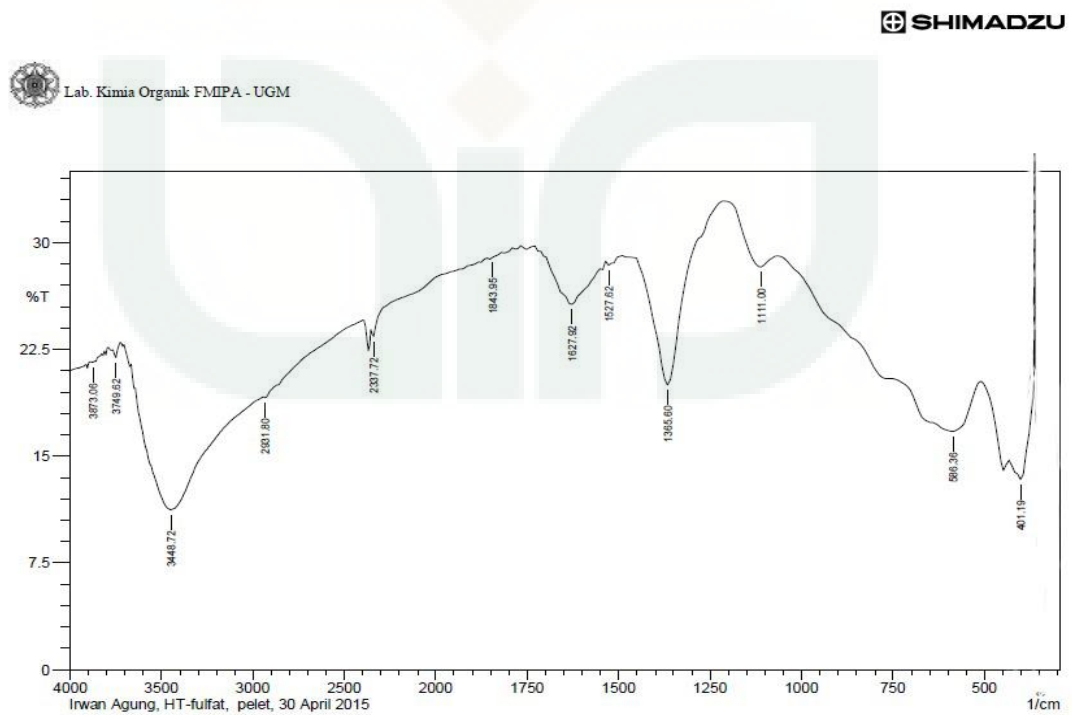


Lampiran 3. Standar JCPDS Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )Lampiran 4. Standar JCPDS Goethit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ )

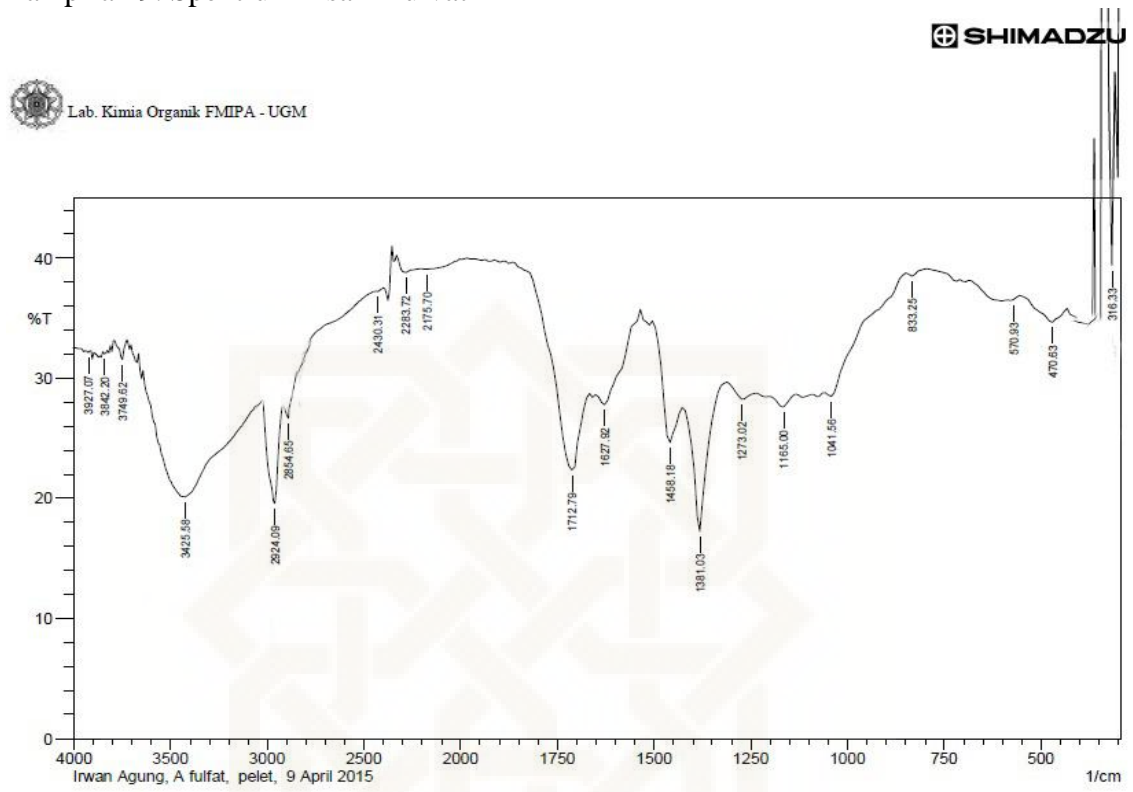
Lampiran 5. Difraktogram Sinar-X *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* sebelum adsorpsi

Lampiran 6. Difraktogram sinar-X Mg/Al-Fe Hydrotalcite pasca adsorpsi

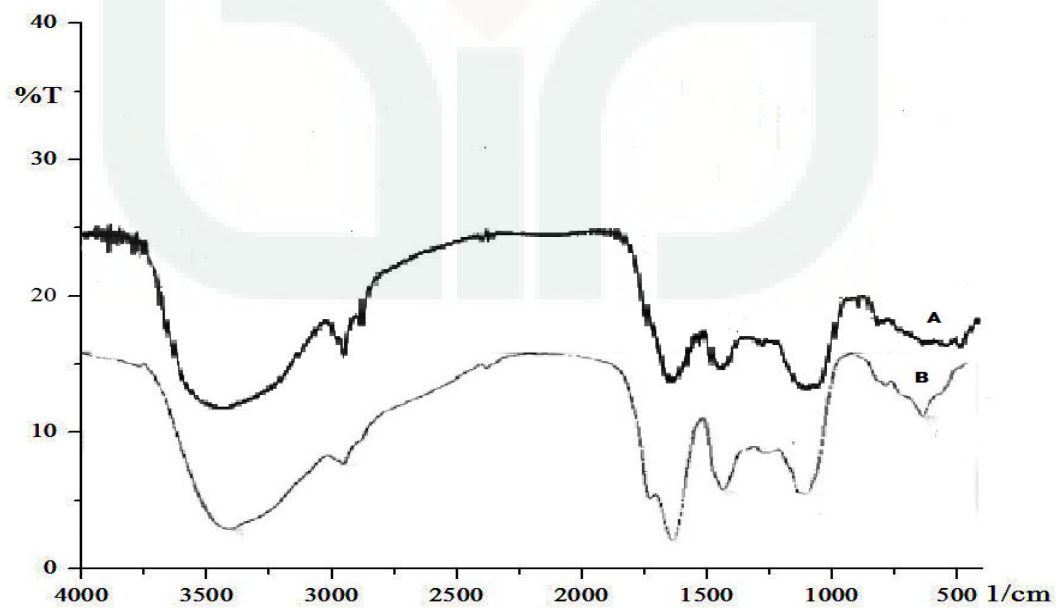


Lampiran 7. Spektrum FTIR Padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* Sebelum AdsorpsiLampiran 8. Spektrum FTIR Padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* Pasca Adsorpsi

## Lampiran 9. Spektrum Asam Fulvat

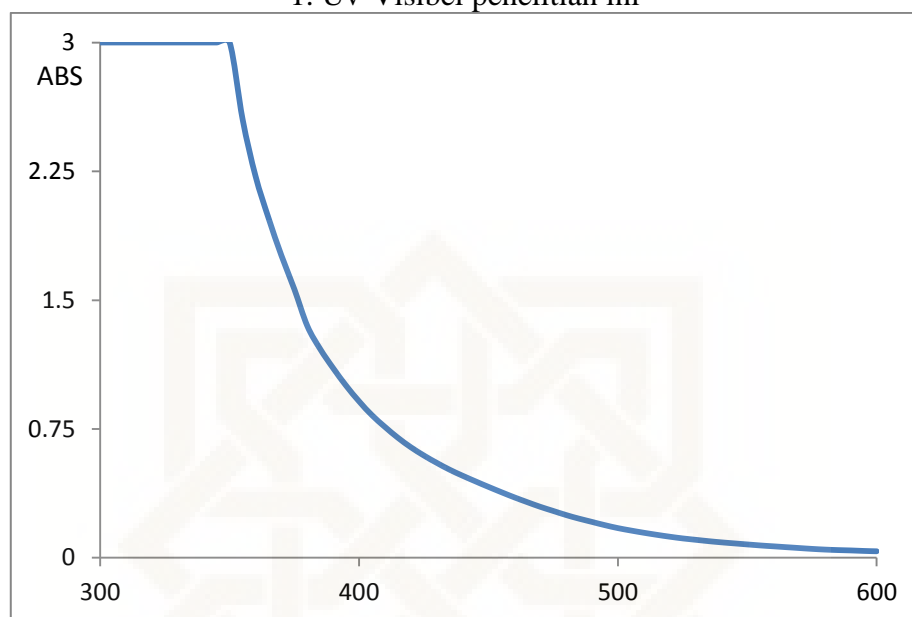


## Lampiran 10. Spektra Asam Fulvat Hasil Isolasi (A) Baddi dkk., (2014) dan (B) Stevenson (1982)



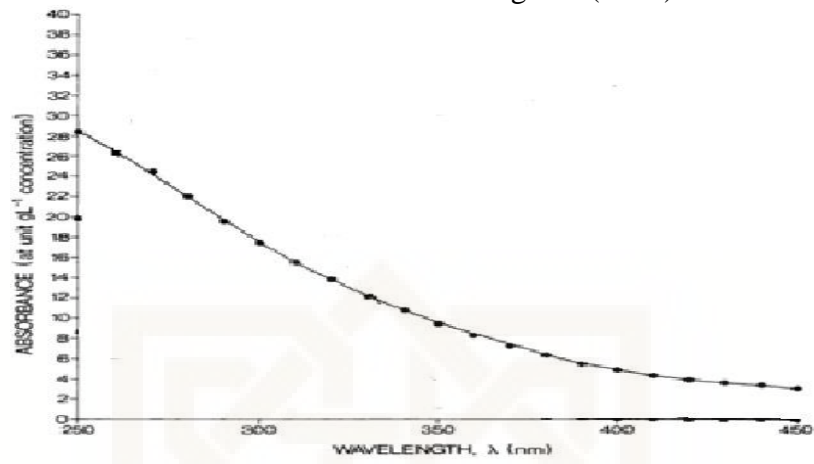
## Lampiran 11. Uv-Visibel asam Fulvat.

## 1. Uv-Visibel penelitian ini

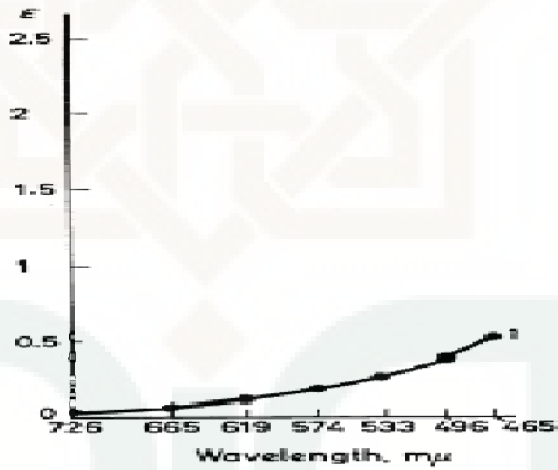


WL	ABS	WL	ABS	WL	ABS	WL	ABS
300	3	380	1,35	460	0,352	540	0,09
305	3	385	1,215	465	0,324	545	0,084
310	3	390	1,104	470	0,297	550	0,078
315	3	395	1,002	475	0,273	555	0,072
320	3	400	0,911	480	0,249	560	0,067
325	3	405	0,83	485	0,228	565	0,062
330	3	410	0,762	490	0,209	570	0,057
335	3	415	0,699	495	0,19	575	0,052
340	3	420	0,644	500	0,173	580	0,048
345	3	425	0,596	505	0,159	585	0,045
350	3	430	0,553	510	0,146	590	0,043
355	2,553	435	0,513	515	0,134	595	0,04
360	2,222	440	0,478	520	0,123	600	0,038
365	1,979	445	0,445	525	0,113		
370	1,76	450	0,413	530	0,105		
375	1,564	455	0,382	535	0,097		

## 2. Uv- Vis Asam Fulvat Afghan (1986)



## 3. Uv-Vis Asam Fulvat Manskaya (2007)



## Lampiran 12. Perhitungan untuk metode analisis adisi standar tunggal

Berdasarkan hukum Lambert-Beer maka besarnya konsentrasi sampel asam fulvat dapat dihitung menurut persamaan berikut :

$$\frac{A_{std}}{A_T} = \frac{a.b.c_{std}}{a.b.c_r}$$

Yang dapat dimodifikasi menjadi :

$$C_{smpel} = \frac{C_{std}(A_T - A_{std})}{A_{std}}$$

Dimana :

$C_{smpel}$  : Konsentrasi sampel asam fulvat dalam larutan (mg/L)

$C_{std}$  : Konsentrasi standar asam fulvat (mg/L)

$A_T$  : absorbansi sampel asam fulvat + standar

$A_{std}$  : Absorbansi standar



Lampiran 13. Prosedur penentuan konsentrasi asam fulvat dengan menggunakan metode analisis standar adisi tunggal

Diambil 10 mL larutan standar asam fulvat 50 mg/L, kemudian dilarutkan dengan 10 mL akuades. Larutan tersebut digunakan sebagai larutan standar untuk mengetahui harga absorbansi standar ( $A_{std}$ ) dan konsentrasi standar ( $C_{std}$ ). Untuk mengetahui absorbansi total ( $A_T$ ) dilakukan dengan cara melarutkan 4 mL sampel asam fulvat dengan 10 mL larutan standar asam fulvat dengan konsentrasi 50 mg/L serta ditambahkan dengan 6 mL akuades. Larutan tersebut dianalisis menggunakan spektrometer Uv-Visibel pada panjang gelombang 400 nm. Dengan rumus perhitungan pada lampiran 12 dapat ditentukan besarnya konsentrasi asam fulvat dalam larutan.

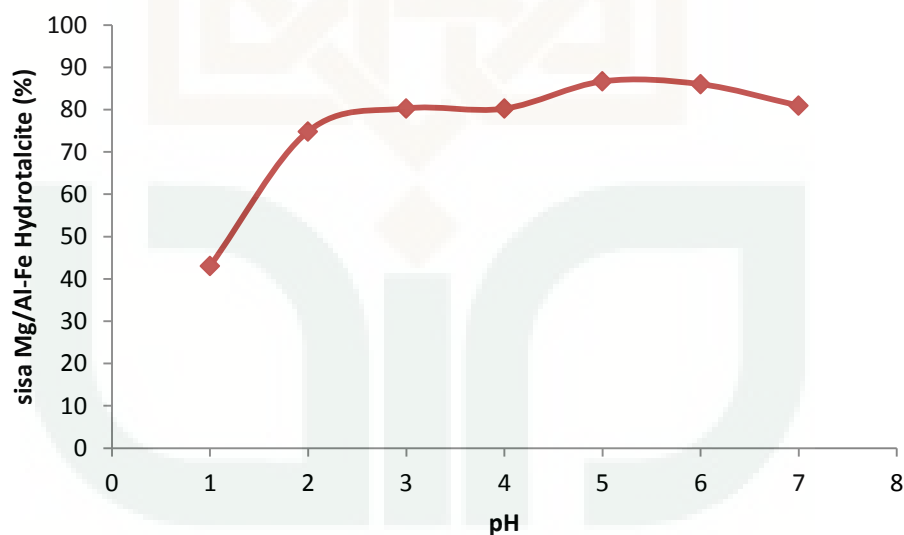
Lampiran 14. Tabel Kestabilan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* terhadap pH

Variasi Ph	Mg/Al-FeHTawal (g)	Mg/Al-Fe HTakhir (g)	Kestabilan Mg/Al-Fe HT (%)
0	0	0	0
1,471	0,2020	0,0871	43,07
3,210	0,2022	0,1512	74,85
5,120	0,2018	0,1621	80,28
7,090	0,2008	0,1611	80,23
9,370	0,2011	0,1741	86,67
11,05	0,2011	0,1721	86,01
13,16	0,2005	0,1623	80,94

Rumus :

$$\text{Kestabilan} = \frac{\text{Berat adsorben akhir}}{\text{Berat adsorben awal}} \times 100 \%$$

Dari data di atas dibuat grafik kestabilan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* lawan variasi pH sebagai berikut :



Lampiran 15. Tabel Interaksi Asam Fulvat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* terhadap variasi waktu.

A. Tabel Orde reaksi satu, dua dan tiga

<b>t (s)</b>	<b>Ln(CA)</b>	<b>1/CA</b>	<b>1/2(CA)<sup>2</sup></b>
<b>0</b>	-8,360	4308	9281000
<b>5</b>	-8,530	5084	12920000
<b>20</b>	-8,630	5648	15950000
<b>30</b>	-8,690	5981	17880000
<b>120</b>	-8,890	7262	26370000
<b>180</b>	-9,040	8470	35870000
<b>360</b>	-9,350	11550	66750000
<b>380</b>	-9,560	14310	102500000

Persamaan reaksi linear orde satu:  $\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$

$$y = a.x + b, \text{ di mana } y = -0,002x - 8,585$$

Konstanta laju reaksi (k)

$$k_{1A} = -0,002 \text{ s}^{-1}$$

$$K = 8,585$$

$$k_{1A} = 2,79 \times 10^{-4}$$

B. Tabel Kinetika Orde satu Santosa dan Muzakky

<b>t (s)</b>	<b>CA0 (mol/L)</b>	<b>CA (mol/L)</b>	<b>CA0/CA (mol/L)</b>	<b>ln(CA0/CA) (mol/L)</b>	<b>ln(CA0/CA/CA) (mol/L)</b>	<b>t/CA</b>
<b>5</b>	0,2321	0,0001966	1180	7,073	35960	25420
<b>20</b>	0,2321	0,0001770	1311	7,178	40550	112900
<b>30</b>	0,2321	0,0001671	1388	7,235	43270	179400
<b>120</b>	0,2321	0,0001376	1686	7,429	53960	871500
<b>180</b>	0,2321	0,0001180	1966	7,583	64230	1524000
<b>360</b>	0,2321	8,6546E-05	2682	7,894	91210	4159000
<b>380</b>	0,2321	6,9834E-05	3324	8,108	116100	5441000

Persamaan garis lurus  $y = 72,53x - 3E+06$

Maka,  $k_{1A} = 72,53 \text{ s}^{-1}$

$$K = 3E+06$$

$$k_{-1A} = k_{1A}/K = 11,3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

A. Tabel Kinetika Orde satu umum

t (s)	CA0 (mol/L)	CA (mol/L)	CA/CA0 (mol/L)	ln(CA/CA0) (mol/L)
5	0,2321	0,0001971	0,0008474	-7,073
20	0,2321	0,0001771	0,0007627	-7,178
30	0,2321	0,0001672	0,0007203	-7,235
120	0,2321	0,0001383	0,0005932	-7,429
180	0,2321	0,0001184	0,0005086	-7,583
360	0,2321	8,652E-05	0,0003728	-7,894
380	0,2321	6,982E-05	0,0003008	-8,108

Persamaan garis lurus  $y = -0,0024x - 7,1244$

Konstanta laju reaksi (k)

$$-k = -0,0024 \text{ s}^{-1}$$

$$K = 7,124$$

$$K_{-1A} = 0,00034 \text{ s}^{-1}$$

Lampiran 16. Perhitungan konsentrasi awal asam fulvat yang digunakan pada percobaan desorpsi asam fulvat dari *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*.

Pada percobaan dilakukan interaksi 50 mg/L asam fulvat dengan 0,7 g *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*. Apabila dianggap asam fulvat dalam larutan teradsorpsi sempurna maka berat padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* + asam fulvat sebesar 0,75 g dan diperoleh berat asam fulvat dalam 0,1 g padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* + asam fulvat sebagai berikut :

$$X = \frac{0,1\text{gram}}{0,75\text{gram}} \times 50\text{mg} = 6,66\text{mg}$$

Keterangan :

X = berat asam fulvat dalam padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* + asam fulvat.

Karena desorpsi dilakukan dengan penambahan larutan NaOH 0,5 M sampai 15 mL maka konsentrasi asam fulvat total dalam larutan sebesar :

$$Y = 6,66 \times \frac{50}{15} \text{mg} / \text{L} = 22,2 \text{ppm}$$

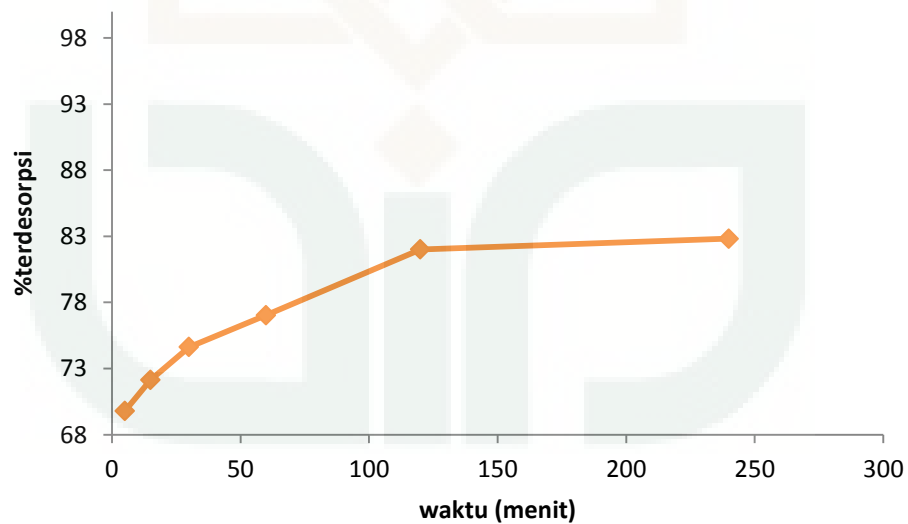
Lampiran 17. Perhitungan dan data persen desorpsi

$$\text{Persen terdesorpsi} = \frac{C_{\text{terdesorpsi}}}{C_{\text{total}}} \times 100\%$$

Tabel persen desorpsi dalam bentuk fungsi waktu desorpsi

Waktu (menit)	Persen terdesorpsi (%)
5	69,79
15	72,14
30	74,62
60	77,03
120	81,92
240	82,82

Selanjutnya dibuat grafik persen asam fulvat terdesorpsi lawan waktu dan diperoleh grafik seperti berikut :



Dari data diatas didapat persen terdesorpsi rata-rata setelah desorpsi konstan sebesar 82,83%