

**SINTESIS LEMPUNG MAGNETIK (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*)
SERTA APLIKASINYA BAGI ADSORPSI ASAM HUMAT**

Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Kimia



Oleh
Asrel
11630008

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 warahmatullahi wabarakatuh

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

Nama : Asrel

NIM : 11630008

Judul Skripsi : Sintesis Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) Serta Aplikasinya Bagi Adsorpsi Asam Humat

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

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

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 13 Mei 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 : Asrel
NIM : 11630008
Judul Skripsi : Sintesis Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) Serta Aplikasinya Bagi Adsorpsi Asam Humat

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, 13 Mei 2015
Konsultan,

Irwan Nugraha, M.Sc

NIP.: 19820329 201101 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 : Asrel
NIM : 11630008
Judul Skripsi : Sintesis Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) Serta Aplikasinya Bagi Adsorpsi Asam Humat

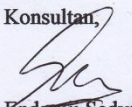
sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

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

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 13 Mei 2015

Konsultan,


Endaraji Sedyadi, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asrel
NIM : 11630008
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **SINTESIS LEMPUNG MAGNETIK (*Mg/Al-Fe hydrotalcite*) SERTA APLIKASINYA BAGI ADSORPSI ASAM HUMAT** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 13 Mei 2015





Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1312/2015

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : SINTESIS LEMPUNG MAGNETIK (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*)
SERTA APLIKASINYA BAGI ADSORPSI ASAM HUMAT

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Asrel
NIM : 11630008
Telah dimunaqasyahkan pada : 16 April 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

Irwan Nugraha, M.Sc
NIP. 19820829 201101 1 005

Penguji II

Endaruji Sedyadi, M.Sc

Yogyakarta, 13 Mei 2015
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi



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

HALAMAN MOTTO

*Jika tak mampu menjadi yang terbaik, jadilah yang pertama, jika tak mampu juga jadilah yang berbeda (3Be)
(Karmanto)*

*Mintalah Pertolongan Kepada **KU** dengan **Sabar** dan **Sholat**. Sesungguhnya Kedua hal itu Sangat Berat Kecuali bagi Orang-Orang yang **Khusu'** (2S Al-Baqarah)*

Sebab Do'a dan Ridho dari Orangtua adalah Penting!!!

Pemimpin yang Bijak Bisa jadi Berasal dari Sosok Pendengar yang Baik.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamiin

Kupersembahkan Karya kecil ini untuk

Mamak yang senantiasa setia mendoakan ku dalam menjalani hidup

Bapak yang selalu mengajarkan ku tentang arti pantang menyerah

*Kakak, Abang dan Kedua Adik ku (Marzuki dan Dedek Kh.A) yang
selalu memberikan pelajaran tentang sikap bagaimana seharusnya
menjadi seorang Abang sekaligus seorang Adik yang bijak*

*Keluarga Besar Kimia 2011 yang telah ikhlas berbagi canda, tawa, dan
kisah hidup. Semoga kelak kita dipertemukan dalam keadaan Sehat dan
Tercapai Segala cita*

Dan untuk Almamater Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Big Thanks to ...

Keluarga Besar Kimia 2011 (K&B&K'11)

Ade irfan Risnandar Damayanti Iskandar Irwan Agung Saputro

Fahrul Anggara Gesyth Mutiara H. Al-Ich Sofiatul Mar'ati

Heru Dwi Prasetya Riyandi Putra Muhammad Yasin

Ariffah Nur U.H Fina Idha M.I Dian Prihatiningtias E.W

Bagus budi Setiawan Abdullah Faqih Hafidzah Amelia

Indra Prilana Linda Ayu Lusiantika Yuan Sidarta

Alfiatun Nur Rohma Titik Amalia Firly Rozza N.R Anis Fuad

Ayu Diah Syafaati Firda Mirna Wati Eni Harayani Faizah

Idha Setyarini Luluk Maghfiroh M.Fuad Nasrullah Kamilan

Wisnu Muliawati Puji Siswanti Nunung Nurfaizah

Wahyu Nugroho Umi Kulsum Nurhayati Rohima Yuliana

Mumuh M.A.M Anita Sari Dewi Anggraini Syafiana K.A Nasik

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi *Rabbul'alamin* yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “Sintesis Lempung Magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) Serta Aplikasinya Bagi Adsorpsi Asam Humat” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

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

1. Dr. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech, 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. Terima kasih pak telah menjadi Bapak yang baik dan kami mohon maaf hanya mampu mempersembahkan ini.
4. Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah sabar memberikan kami arahan juga motivasi.
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., pak Indra Nafiyanto, S.Si., dan bu Isnı Gustanti, S.Si., selaku laboran Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan dorongan dan pengarahan selama melakukan penelitian.

7. Mamak dan Bapak Penyusun yang selalu setia mendoakan dan tak pernah bosan memberikan semangat yang tak terhingga. Jika kata Bangga dapat mewakili rasa syukur ini kepada-Nya, sungguh “Diri ini bangga memiliki orangtua seperti mamak dan bapak”.
8. Abang, Kakak dan Kedua Adik penyusun (Marzuki dan Dedek Khoirul Anam).
9. Teman-teman Kimia 2011 terima kasih atas sikap hangat kekeluargaan kita. Maaf, tidak bisa menyebutkan satu persatu. Kalian sangat berarti.
10. *Humic Substances Research Group* (Agung, Sofi, dan Lia) terima kasih untuk segala bantuan, diskusi dan sarannya.
11. Imam, Fahrul, Ade, Heru, Adit, Krisna, dan Heru Barkas terima kasih sudah mau berbagi menjadi bagian dari keluarga selama di Jogja. Dumai, Gesyth, Yasin, Riyan, Yuan, Firly, Yuli, Ariffah, Fino, Dian, Ayulusi, Puji, Bagus dan Indra terima kasih atas segala semangat dan nasihatnya.
12. Mumudh, terimakasih untuk semangat, Do’a, dan kebersamaannya.
13. Mas Andika, Mbak Devi, Ulfah, Mas Wahyu, Mbak iik, Mbak Riska dan Mas Tarno terima kasih sudah mau menjadi teman berbagi ilmu dan pengalaman yang luar biasa.
14. 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 penyusun mendapatkan balasan yang sesuai dari Allah SWT. Akhir kata penyusun mohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan. Mudah-mudahan skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi penyusun dan pembaca sekalian

Yogyakarta, 09 maret 2015

Penyusun

Asrel
NIM.: 11630008



DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMA PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori	12
1. Struktur <i>Hydrotalcite</i>	12
2. Preparasi Senyawa <i>Hydrotalcite</i>	16

3. Struktur Magnetit (Fe_3O_4)	18
4. <i>Zero Point of Charge</i> (ZPC)	20
5. Asam Humat	21
a. Senyawa Humat	21
b. Struktur Senyawa Humat	22
c. Sifat-Sifat Senyawa Humat	23
6. Karakterisasi Spektroskopi Asam Humat	26
a. Ultraviolet	26
b. Inframerah	27
7. XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	30
8. Sifat Logam dan Ligan	31
9. Kinetika Adsorpsi Asam Humat Terhadap Kation Logam	33
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesa	39

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	43
B. Alat dan Bahan	43
1. Alat-Alat Penelitian	43
2. Bahan-Bahan Penelitian yang Digunakan	43
C. Prosedur Penelitian	44
1. Preparasi Adsorbat	44
a. Isolasi Asam Humat dari Tanah Gambut Teluk Panji	44
b. Sintesis <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	44
c. Uji Kemagnetan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> Menggunakan Medan Magnet Luar	45
d. Uji Kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> terhadap pH Medium	45
2. Pengaruh pH terhadap Proses Adsorpsi Asam Humat oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	45
3. Mekanisme Adsorpsi Asam Humat oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	46

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Adsorben dan Adsorbat	47
1. Karakteristik Asam Humat	47
2. Sintesis dan Karakterisasi <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	49
3. Uji Kemagnetan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> Menggunakan Medan Magnet Luar	52
4. Pengaruh Kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> pada pH Medium	53

B. Pengaruh pH terhadap Proses Adsorpsi Asam Humat oleh
Mg/Al-Fe Hydrotalcite 55

C. Kinetika Adsorpsi Asam Humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* 60

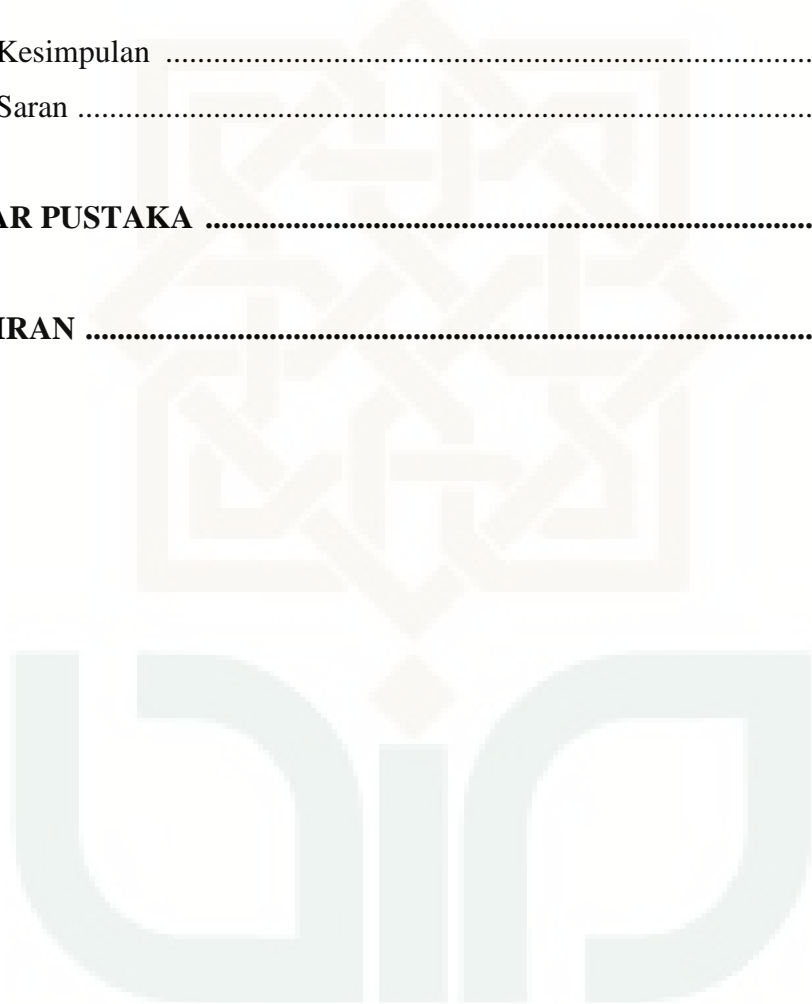
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan 64

B. Saran 64

DAFTAR PUSTAKA 66

LAMPIRAN 73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Sel Satuan <i>Hydrotaalcite</i>	14
Gambar 2.2. Struktur <i>Hydrotaalcite</i> Menurut Schulze	14
Gambar 2.3. <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i> dengan Muatan-Muatan Positif pada Struktur Permukaan	15
Gambar 2.4. Hasil Simulasi Komputer Struktur <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i>	15
Gambar 2.5. Struktur Hipotetik Asam Humat Menurut Fuch	19
Gambar 2.6. Struktur Hipotetik Asam Humat Menurut Stevenson	22
Gambar 2.7. Struktur Kisi Magnetit	23
Gambar 2.8. Spektrum Inframerah Asam Humat (A) Tanah Mollisol, (B) Lignin Dakota Utara, (C) Tanah Spodzol Horizon –B dan (D) Danau Florida	28
Gambar 2.9. Prinsip Kerja XRD	31
Gambar 4.1. Spektre FTIR Asam Humat Teluk Panji Sumatera Utara	48
Gambar 4.2. Profil Difraktogram Karakterisasi <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i>	50
Gambar 4.3. Profil Spektre Inframerah <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i>	52
Gambar 4.4. Grafik Kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i> pada Berbagai pH	54
Gambar 4.5. Grafik Konsentrasi Asam Humat dalam Berbagai Keasaman Medium dengan <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i>	56
Gambar 4.6. Grafik kinetika adsorpsi orde satu umum untuk adsorpsi asam humat pada <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i>	62
Gambar 4.7. Grafik kinetika adsorpsi orde satu (Santosa dan Muzakky) untuk adsorpsi asam humat pada <i>Mg/Al-Fe Hydrotaalcite</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jari-Jari (Å) untuk Beberapa Kation Bervalensi Dua dan Tiga	16
Tabel 2.2. Kandungan Gugus Fungsional Asam Humat dari Tiga Lokasi Berbeda (Stevenson, 1994; Rahmawati, 2004; Ismillayli, 2009)	24
Table 2.3. Asam dan Basa untuk beberapa senyawa dari ion berdasarkan HSAB menurut Pearson	32
Tabel 4.1. Perbandingan kinetika orde satu (Santosa dan Muzakky) dan orde satu umum terhadap adsorpsi asam humat oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar-gambar hasil penelitian	73
Lampiran 2. Padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> saat Didekatkan dengan medan magnet	74
Lampiran 3. Standar <i>JCPDS Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	75
Lampiran 4. Standar <i>JCPDS Magnetit (Fe₃O₄)</i>	76
Lampiran 5. Standar <i>JCPDS Goethit (FeO(OH))</i>	77
Lampiran 6. Difraktogram Sinar-X Padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	78
Lampiran 7. Difraktogram Sinar-X (A) Magnetit-Mg/Al hidrotalsit (Ardhayanti, 2014) dan <i>Mg/Al Hydrotalcite-Magnetit</i> (Wasis, 2013).....	84
Lampiran 8. Spektrum FTIR (A) Magnetit-Mg/Al hidrotalsit (Ardhayanti, 2014) dan <i>Mg/Al Hydrotalcite-Magnetit</i> (Wasis, 2013).....	84
Lampiran 9. Spektra FTIR Padatan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i>	85
Lampiran 10. Spektra FTIR Asam Humat	86
Lampiran 11. Uv-Visibel Asam Humat	87
Lampiran 12. Tabel kestabilan <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> pada Berbagai pH	92
Lampiran 13. Tabel Interaksi asam humat oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> terhadap varias pH	92
Lampiran 14. Tabel Interaksi asam humat oleh <i>Mg/Al-Fe Hydrotalcite</i> terhadap varias waktu	93
Lampiran 15. Tabel Kesalahan Relatif Konsentrasi Sebagai Fungsi Transmittansi dan Absorbansi untuk Model-Model yang Tidak Tentu (Skoog, 1985)	95

ABSTRAK

SINTESIS LEMPUNG MAGNETIK (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) SERTA APLIKASINYA BAGI ADSORPSI ASAM HUMAT

Oleh:

Asrel

11630008

Telah dilakukan sintesis lempung magnetik (*Mg/Al-Fe Hydrotalcite*) serta aplikasinya bagi adsorpsi asam humat. *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* sebagai adsorben disintesis dengan mereaksikan larutan campuran $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ perbandingan (1:1) dengan $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ perbandingan (2:1) secara kopresipitasi serempak pada interval pH 10-13. Kajian sintesis meliputi kajian tentang karakteristik padatan hasil sintesis dengan difraksi sinar X dan Spektroskopi FTIR, uji Kemagnetan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* menggunakan medan magnet luar serta uji kestabilan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dalam berbagai pH medium. Asam humat sebagai adsorbat pada penelitian ini diisolasi dari tanah gambut Teluk Panji Sumatera Utara dengan menggunakan larutan NaOH dan dikarakterisasi dengan Spektroskopi FTIR. Kajian adsorpsi asam humat dipelajari dengan mengkaji pengaruh pH terhadap proses adsorpsi serta kinetika adsorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*.

Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan metode kopresipitasi serempak untuk mensintesis *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dengan terdapatnya puncak serta gugus fungsi dari *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dalam difraktogram sinar X dan Spektroskopi FTIR. Kestabilan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* cenderung stabil pada pH di atas 3. Berdasarkan data Spektroskopi FTIR asam humat dari Teluk Panji memiliki gugus fungsi utama –COOH (alifatik dan aromatik) dan gugus –OH fenolat. Hasil pola adsorpsi asam humat, menunjukkan pada pH 5 terjadi adsorpsi optimum, cenderung turun pada pH 7, kemudian naik kembali pada pH 9 dan pada pH lebih besar dari 9 asam humat mengalami penurunan adsorpsi. Adsorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* merupakan kinetika reaksi orde satu yang mencapai kesetimbangan dengan konstanta laju reaksi (k_1) sebesar $3,6 \times 10^{-3}$ menit⁻¹.

Kata kunci: *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*, Adsorpsi, Asam humat.



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Luas lahan gambut di Indonesia menempati urutan ke empat terbesar di dunia setelah Rusia, Kanada, dan Amerika Serikat. Menurut Toro (1992) tanah gambut di Indonesia mempunyai penyebaran yang sangat luas dan diperkirakan meliputi 27 juta hektar dan kurang lebih 17 hektar di antaranya merupakan gambut dataran rendah yang tersebar di pulau Sumatera bagian timur, Kalimantan dan sisanya tersebar di pulau Jawa.

Lahan gambut telah dibuka di Indonesia sebagian besar dipergunakan untuk area pertanian yang berorientasi pada budidaya tanaman pangan (Santoso, 2001). Tanah gambut mempunyai bagian terbesar berupa humus yaitu sebesar 50%-85% dimana 65%-75% dari humus ini terdiri dari senyawa humat, antara lain fraksi asam humat, asam fulvat dan humin.

Asam humat sebagai salah satu fraksi dari senyawa humat dalam tanah gambut merupakan polielektrolit linear dan fleksibel yang memiliki gugus fungsional -COOH, -OH fenolat maupun alkoholat. Salah satu karakteristik khas yang dimiliki oleh asam humat adalah kemampuannya untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidrokarbon, mineral dan senyawa organik. Stevenson (1994) menyatakan bahwa pembentukan kompleks asam humat dengan ion logam terjadi karena adanya deprotonasi gugus fungsional COOH maupun OH fenolat pada pH yang relatif tinggi.

Selain itu, asam humat dengan kandungan gugus fungsional (COOH, OH fenolat maupun alkoholat) merupakan senyawa yang mempunyai peranan penting terhadap mobilitas ion logam dalam tanah maupun lingkungan akuatik, asam humat juga merupakan media transport bagi peptisida, akan tetapi keberadaan asam humat dalam lingkungan khususnya sistem perairan sering menyebabkan penurunan kualitas air. Hal ini terkait dengan sifat senyawa asam humat yang dapat menyebabkan warna khas terhadap air gambut yakni kuning sampai coklat kemerah-merahan dan banyak mengandung senyawa organik sehingga tidak memenuhi standar kualitas air minum (Suherman dan Sumawijaya, 2013),

Reaksi antara asam humat dengan klorin dalam pengolahan air minum dapat membentuk suatu senyawa organik terklorinasi, yang beberapa di antaranya merupakan senyawa bersifat karsinogenik bagi manusia (Grabowska dkk, 2004). Kandungan bahan organik pada senyawa humat yang tinggi dapat menjadi sumber makanan bagi mikroorganisme dalam air sehingga menyebabkan bau pada air gambut apabila bahan organik tersebut terurai secara biologis, selain itu ikatan asam humat dengan ion logam (besi dan mangan) menyebabkan kandungan logam dalam air tinggi sehingga dapat menyebabkan kematian jika dikonsumsi secara terus-menerus (Mu'min, 2002).

Usaha untuk meminimalkan kandungan asam humat dalam perairan merupakan langkah yang sangat penting untuk dilakukan. Ada beberapa macam metode yang sering digunakan dalam pemisahan asam humat dari sistem perairan diantaranya adalah koagulasi dengan penambahan koagulan aluminium sulfat dan metode

pertukaran ion dengan resin pengkelat tiosulfat, namun metode-metode tersebut memiliki kekurangan yaitu dapat mencemari lingkungan serta berbahaya bagi kesehatan, disamping itu metode-metode ini akan menghasilkan partikel-partikel koloid yang saling tarik menarik dan menggumpal membentuk flok serta memerlukan waktu yang lama dalam pemisahannya.

Untuk itu perlu dikembangkan metode alternatif yang lebih ramah lingkungan, prosesnya mudah dan efisien untuk memisahkan asam humat dari perairan. Metode alternatif yang dapat digunakan yaitu metode adsorpsi, metode adsorpsi merupakan metode alternatif yang sangat sesuai di Negara berkembang karena lebih murah, mudah, lebih sederhana dan memiliki sifat selektifitas yang baik saat terjadi kompetisi antara adsorbat oleh adsorben, adsorben yang digunakan biasanya berupa adsorben sintesis maupun adsorben alam. Adsorben sintesis dapat dibuat melalui campuran berbagai macam bahan kimia dengan mempertimbangkan perlakuan saat proses sintesis. Sedangkan adsorben alam yang biasa digunakan diantaranya berupa zeolit, bentonit, dan kitosan.

Salah satu adsorben sintesis yang cukup mudah mensitesisnya adalah Lempung sintesis (*Mg/Al hydrotalcite*). *Mg/Al-hydrotalcite* sebagai salah satu adsorben sintesis merupakan senyawa penukar ion dengan anion-anion pada daerah antar lapis yang dapat dipertukarkan. Menurut Karmanto (2006) hampir 80% larutan asam humat dengan konsentrasi 150 mg/L dapat teradsorb pada material lempung sintesis *Mg/Al hydrotalcite*. Akan tetapi, material *Mg/Al Hydrotalcite* ini tidak mampu memisahkan partikel-partikel koloid dengan waktu yang relatif cepat. Sehingga perlu dilakukan

modifikasi terhadap *Mg/Al Hydrotalcite* dengan magnetit. Magnetit (Fe_3O_4) merupakan oksidasi besi yang paling kuat sifat magnetiknya (Teja dan Koh, 2008). Hal ini karena adanya momen magnetik dari ion-ion dalam setiap kisi yang saling berpasangan secara antipararel, setiap subkisi memiliki satu ion Fe^{2+} dan Fe^{3+} berpasangan dengan subkisi lain yang memiliki satu ion Fe^{3+} , karena adanya sepasang momen magnet yang dihasilkan oleh satu ion Fe^{2+} serta pasangan antipararel yang tidak seimbang tersebut menyebabkan magnetit bersifat ferimagnetik. Selain itu Purba dkk, (2010) melaporkan adanya orbital dan spin elektron serta interaksi antara elektron yang satu dengan elektron yang lain dapat menyebabkan suatu bahan dikatakan memiliki sifat magnetik.

Wasis (2013) telah mensintesis komposit padatan *Mg/Al Hydrotalcite*-magnetit dengan metode kopresipitasi dan memvariasikan perbandingan antar kation logam serta uji kestabilan material terhadap pH medium. Ardhayanti (2014) juga telah mensintesis Magnetit-*Mg/Al Hydrotalcite* yang kemudian diaplikasikan untuk adsorpsi zat warna NB dan Yellow F3G. Ardhayanti (2014) melaporkan bahwa dengan adanya penambahan magnetit dalam *Mg/Al-hydrotalcite* dapat meningkatkan kemampuan adsorben dalam mengadsorp zat warna tersebut. Sedangkan Suwito (2006) melakukan sintesis *Zn-Al-Fe hydrotalcite* melalui metode kopresipitasi serempak dengan satu kation Fe^{3+} , kemudian diaplikasikan untuk adsorpsi desorpsi asam humat. Pada penelitian ini dibuat material sintesis dengan metode kopresipitasi serempak dari penelitian yang telah disebutkan di atas dengan dua penambahan kation Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Diharapkan dengan metode tersebut akan mendapatkan material

sintesis yang muda dalam sintesis juga memiliki sifat magnetik yang baik ketika diaplikasikan sebagai adsorben.

Ditinjau dari begitu banyak kelimpahan asam humat di Indonesia, maka penelitian tentang adsorpsi asam humat dari lingkungan perairan menggunakan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* merupakan obyek penelitian yang cukup penting untuk dipelajari. Penelitian tentang adsorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* diharapkan dapat menjadi salah satu bahan alternatif untuk pemisahan asam humat dalam perairan yang ramah lingkungan.

Pada penelitian ini, kajian adsorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dievaluasi berdasarkan interaksi adsorben dengan gugus fungsional $-\text{COOH}$ asam humat melalui interaksi pertukaran ion. Kemampuan adsorpsi *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* terhadap asam humat dikaji dengan menggunakan kinetika adsorpsi.

B. Batasan Masalah

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

1. Metode sintesis material *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dibatasi pada kajian metode kopresipitasi serempak pada interval pH 10-13 dilanjutkan proses *hydrothermal* pada temperatur 110 °C selama 5 jam
2. Adsorben yang digunakan pada penelitian ini berupa hasil sintesis *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dengan perbandingan mol $[\text{Mg}^{2+}]/[\text{Al}^{3+}]$ 2:1 dan $[\text{Fe}^{3+}]/[\text{Fe}^{2+}]$ 1:1.

Selanjutnya dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *Difraktometer sinar-X* (XRD) dan *Flourier Transform InfraRed* (FTIR).

3. Asam humat yang digunakan merupakan hasil isolasi tanah gambut yang berasal dari Desa Teluk Panji, Sumatera Utara dan dilakukan karakterisasi menggunakan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR).
4. Kajian interaksi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* pada pH medium dibatasi pada pH 3, 5, 7, 9, 11, 12 dan 13.
5. Kajian interaksi asam humat dengan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* dibatasi pada kajian kinetika adsorpsi pada pH 5.

C. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik material *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* hasil sintesis?
2. Bagaimana pengaruh pH 3, 5, 7, 9, 11, 12 dan 13 terhadap kemampuan adsorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*?
3. Bagaimana kinetika adsorpsi asam humat pada *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*?

D. Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui karakteristik *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* hasil sintesis.

2. Mengetahui pengaruh pH 3, 5, 7, 9, 11, 12 dan 13 kemampuan adsorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*.
3. Mengetahui kinetika adsorpsi asam humat pada *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya :

1. Bagi bidang ilmu pertanian dapat sebagai masukan dalam menentukan kebijakan dalam pembenahan atau pemeliharaan tanah.
2. Memberikan informasi tentang material yang berpotensi untuk digunakan diberbagai aplikasi, khususnya sebagai adsorben.

BAB V

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 ikatan hidrogen molekul air pada antar lapisnya.
2. Hasil pola adsorpsi asam humat, menunjukkan pada pH 5 terjadi adsorpsi optimum.
3. Adsorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* merupakan kinetika reaksi orde satu yang mencapai kesetimbangan dengan konstanta laju reaksi (k_1) sebesar $3,6 \times 10^{-3} \text{ menit}^{-1}$.

B. Saran

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

1. Perlu dilakukan kajian tentang zpc pada material sintesis untuk mengetahui pengaruhnya lebih lanjut terhadap *Mg/Al-Hydrotalcite* dalam mengadsorp asam humat.

2. Perlu dilakukan karakterisasi material pasca adsorpsi dengan XRD dan FTIR untuk mengetahui proses adsorpsi asam humat pada material adsorben.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kapasitas adsorpsi dan desorpsi asam humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*.



DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, G.R., D.MMcKniht, R.I, Wershaw, dan P MacCanty. 1985. *Humic Substance in Soil, Sediment and Water : Geochemistry, Isolation, and Characterization*. John Willey and Sons. New York.
- Ardhayanti, I,L. 2014. Sintesis Magnetit-Mg/Al Hydrotalcite dan Aplikasinya untuk adsorpsi zat warna Navy Blue dan Yellow F3G. Tesis. Program Studi S2 Ilmu Kimia. FMIPA. UGM.
- Aschnbrenner, O., McGuire, P., Alsamag, S., Wang J., Supasitmongkol, S., Al-Duri, B., Styring,P., dan Wood., J., 2011. Adsorption of Carbon Dioxide on Hydrotalcite-Like Compounds of Different Composition, *Chem. Eng.Sci.*, 89. 1711-1721.
- Astuti. 2013. Sintesis Mg-Al-Diklorofenak Hydrotalcite melalui Reaksi Penukar ion. *Tesis*. FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Basile, F., Benito, P., Fornasari, G., dan Vaccari, A., 2010. Hydrotalcite-type Precursors of Active Catalyst for Hydrogen Production. *Appl. Clay Sci.*, 48-250-259.
- Cameron. R.S., Thornton, B.K., Swift, R.S and Posner A.M., 1972. Molecular Weight and Shape of Humic Acid from Sedimentation and Diffusion Measurement on Fractinated Extracts, *European J.Soil.*, 23, 394-408.
- Cavani, F., Trifiro. F., dan Vaccari, A., 1991. Hydrotalcite-type Anionic Clays : Preparations. Properties and Applications. *Catal Today*, 11. 173-301.
- Change, Q., Zhu, L., Luo. Z., Lie, M., Zhang, S., dan Tang. H., 2011. Sonoassisted Preparation of Magnetic Magnesium-Aluminium Layered Double Hydroxide and their Application for Removing Flouride . *Ultrasome Sonochem.*, 18, 553-561.

- Dadan Suherman dan Nyoman Sumawijaya, 2013. Menghilangkan Warna dan Zat Organik Air Gambut dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Suasana Basa. *RISSET Geologi dan Pertambangan*. 23 (2) Desember. 2013. ISSN 0125-9849.
- Dang. F., Enomoto. N. Hojo., J. dan Enpuku. K., 2010. Syntesis of Monodispersed Cubic magnetic Particles Through the Edition of Small Amoun of Fe^{3+} into $\text{Fe}(\text{OH})_2$ Suspension. *J. Crystal Growth*,. 312. 1736-1740.
- Diaz, A.B., Mohallem, N.D., and Sinisterra, R.D., 2003. Preparation of a Ferrofluid Using Cyclodextrin and Magnetit, *J. Braz chem., Soc*, 14 : 936-941.
- Faiyas. A.P.A. Vinod. E.M., Joseph. J. Ganesan. R dan Panday. R.K. 2010. Dependence of pH and Surfactans Effect in the Shyntesis of Magnetite (Fe_3O_4) Nanoparticles and It's Properties. *J Magn. Magn Matter*. 322. 400-404.
- Fonin, M., Pentcheva, R., Dedkov, Yu. S., Sperlich, M., Vyalikh, D. V., Csheffler, M., Rudiger, U., and Guntherodt. 2005. Surface Electronic Structure of the Fe_3O_4 (100) : Evidence a half-metal to metal transition. *J Phys. Rev.*, 72. 104-436.
- Ferreire. O.P., Duran. N., Cornejo. L., dan Alves, O.L., 2006. Evaluation of Boron Removal from Water by Hydrotalcite-Like Compuonds Chemsphere. 68. 80-88.
- Hayes M.B., dan F.L. Himes. 1986. *Nature and Humus Mineral Complexes*, In: *Interaction of Soil Mineral With Natural Organics and Microbes* (P.M. Huang and M. Schintzer, eds). Soil.Sci.Soc. WI:103-158.
- Iksan, Nur Aini., 2011. Kajian Adsorpsi-Desorpsi $[\text{AuCl}_4]^-$ pada Mg/Al Hidrotalsit. *Tesis*, FMIPA Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ikhsani, Yulia Idha. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Mg/Al Hydrotalcite sebagai adsorben Zat Warna Dispersi Navy Blue, Yellow F3G dan Campuran Kedua Zat Warna. *Skripsi*. Jurusan Kimia. FMIPA. UGM.

- Illes, E. dan Tombacz, E., 2006. The Effect of Humic Acid Adsorption on pH-Dependent Surface Charging and Aggregation of Magnetite Nanoparticles. *J. Colloid Interface Sci.*, 295, 115-123.
- Karmanto. 2006. Sintesis Mg/Al Hydrotalcite Sebagai Adsorben Asam Humat. *Skripsi*. FMIPA UGM Yogyakarta.
- Karmanto. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Material Lempung Magnetik (Mg/Al-Fe Hydrotalcite). *Jurnal Pendidikan Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*. Kaunia. IX (2). Oktober 2013. ISSN (online). 2301-8550.
- Khopkar, S.M. 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Klopprogge, J.T. Kristof, J., and Frost, R.L., 2001., Thermogravimetric Analysis-Mass Spectrometry (TGA-MS) of Hydrotalcite Containing CO₃²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻ or ClO₄⁻, Proceeding of the 12th International Clay Conference Bahai-Blanca, editors Cravera et al. Argentina, Diakses tanggal 16 maret 2014.
- Konova, M.M., 1966. *Soil Organic Matter, It's Role in Soil Formation and in Soil Fertility*, 2nd Ed., Pergamon press, Oxford.
- Kim, J. Choi. H-J. Sohn, T. Kang. 1999. *J. Electrochem.Soc.* 146. 4401.
- Maity, D., dan Agrawal, D.C., 2007. Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles Under Oxidizing Environment and their Stabilization in Aqueous and non Aqueous Media, *J. Magn, Magn matter.*, 308. 46-55.
- Manahan. S.E., 2005. *Environmental Chemistry*. 8th Ed., CRC Press. Boca Raton.
- Mastalir, A. and Kiraly, Z., 2003. Pd Nanoparticles in Hydrotalcite : Mild and Highly Selective Catalysts for Alkyne Semihydrogenation, *J.Cat.*, 220. 372-381. Website www.elsevier.com/locate/J.cat. diakses tanggal 22 desember 2005.

- Mokhtar. M., Inayat. A., ofili. J., dan Schwleger. W., 2010. Thermal Decomposition bas Phase Hydrotalcite and Liquid Phase Recontructions in the System Mg/Al Hydrotalcite/Mixed oxide : a Comparative Study. *Appl cly Sci.*, 50. 176-181.
- Mu'min, B. 2002. Penurunan Zat Organik dan Warna Pada Pengolahan Air Gambut Menggunakan Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Cross Flow yang didahului dengan Proses Koagulasi /Flokulasi dan Adsorpsi Karbon Aktif, *Tesis*. Program magister Institut Teknologi Bandung.
- Nurul Ismillayli. 2009. Aplikasi Asam Humat Tanah Gambut Rawa Pening untuk Adsorpsi Reduktif AuCl₄ dalam Larutan. *Tesis*. FMIPA UGM Yogyakarta.
- Petcharoen, K. dan Sirivat, A., 2012, Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles via the Chemical Co-precipitation Method, *Materials science and.Engineering*, B 177,421-427.
- Petrova, M, Tanya., dkk. *The Magnetite as Adsorbent for Some Hazardous Species From Aqueous Solutions: a Review*. 2011. International Review of Chemical Engineering, vol.3, N.2.
- Pollman, H. 1989. *Mineralogisch-Kristallographische Untersuchugena Hydratations Produktender Aluminat Phase Hydraulisher Bindemittel – Hailitation – Schrift*. Mineralogishes Intitutder Universitas Erlangen Nurenberg. [http :// www. Wiley.com](http://www.Wiley.com), diakses pada tanggal 13 september 2013.
- R, M, Cornell, U. Schwertmann. 2003. *The Iron Oxides, Structure, Properties, Reactions, Occurences and Uses*. Wiley-VCH. 2nd Edition.
- Samat dan A., Lesbani. 2012. Studi Interaksi Senga(II) pada Asam Humat Muara Kuang serta Aplikasinya terhadap Limbah Industri Pelapisan Seng. *Jurnal Penelitian Sains*, Vol 15 No 1©15105.
- Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi*. Edisi ketiga. Yogyakarta. Liberty.

- Santoso, S. J., 2001. Penentuan Kapasitas dan Stabilitas Penyerapan Tembaga dalam Sistem Alir Oleh Asam Humat. *Laporan Penelitian. MIPA UGM*. Yogyakarta.
- 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.
- Schinitzer, M. 1986. *Pengikatan Bahan Humat Oleh Koloid Mineral Tanah*. (dalam Huang, P.M., dan Schinitzer, M. 1986. *Interaksi Mineral Tanah dengan Organik Alam dan Mikrobia*. Terjemahan Goenadi. D.H., 1997). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- 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 15th*. World Congress of Soil Sci. Acapulco, Mexico.
- Skoog, D.A., dan West. D.M., 1985. *Fundamental of Analytical Chemistry*. Four editions. CBS College Publishing The Dryden Press. New York.
- Suwito. 2006. Sintesis Zn-Al-Fe Hidrotalsit dan Aplikasinya pada sorpsi-desorpsi asam humat. *Tesis*. Program Studi kimia. Jurusan Ilmu-ilmu Matematika Pengetahuan alam. Sekolah Pascasarjana UGM.
- Stevenson, F.J. and 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.
- Stum, W., and J.J. Morgan. 1981. *Aquatic Chemistry*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

- Tan. K.H., 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Teja, Aryn S. and Koh, pei Yoong. Synthesis, Properties, and Applications of Magnetic Iron Oxide Nanoparticle. *Progrees in Crystal Growth and Characterization of Materials*. Xx : 1-24. 2008.
- Tombacz, E. and Rise, J.A., 1999. Change of Colloidal State in Aqueous System of Humic Acids in : *Understanding Humic Substances : Advances method, Properties and Application* (Eds: Ghabbour, E.A. and Davie, G.), The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Tombacz. E., dkk. 2006. Magnetite in Aqueous Medium: Coating Its Surface and Surface Coated with It. *Rom. Rep. Phys.*, 58. 281-286.
- Toro. M.B., 1992. *Perkembangan Akar Tanaman Jagung serta Penyerapan Hara K dan N pada Tanah Gambut yang dimampatkan*. Tesis. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Trifo, F., dan A. Vaccari. 1996. *Comprehensive Supramoleculer Chemistry*. Penerjemah F. Vogtle, Atwood, J.E.D Davies, dan D MacNion. Pergamon Press. Oxford. Pp. 251-291.
- Underwood. 2002. *Analisi Kimia Kuantitatif*. Edisi keenam. Jakarta. Erlangga.
- U. Schwertmann, R.M, Cornell. 1991. *Iron Oxides in The Laboratory: Preparation and Characterization*. "VCH Publishers. Inc. New York.
- Vaclavikova, M., Jakabsky, S., and Hredzak, S. 2003. *Magnetit Nanoscale Particles for Removal of Heavy Metal Ions*, <http://Drexel.edu/coe/research/conference/NATO ASI 2003/manuscripts/5.2.vacklavikova.pdf>.
- Wang, J., Zhou, J., Li, Z., Liu Qi., dan Yang, P., 2010, Design of Magnetic and Fluorescent Mg-Al Layered Double Hydroxides by Introducing Fe₃O₄

Nanoparticles and Eu^{3+} Ions for Intercalation of Glycine, *Material Research Bulletin*, 45, 640-645.

Wasis. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Lempung *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* - magnetit. *Skripsi*. Saintek Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Waseda, Y., Matsubara, E., dan Shinodo, K. 2011. *X-Ray Diffraction Crystallography*. New York: Spinger.

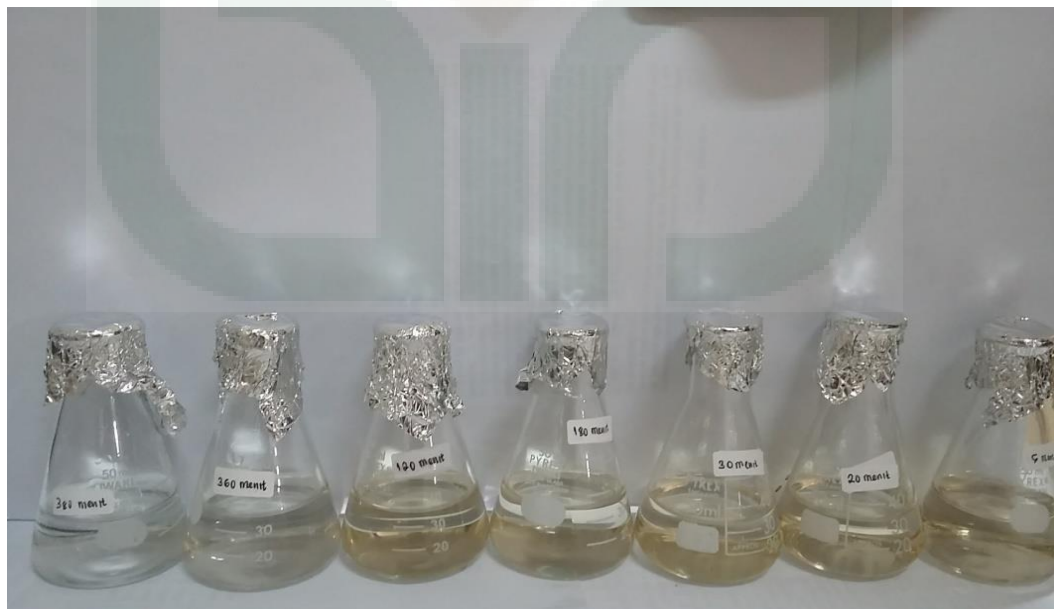
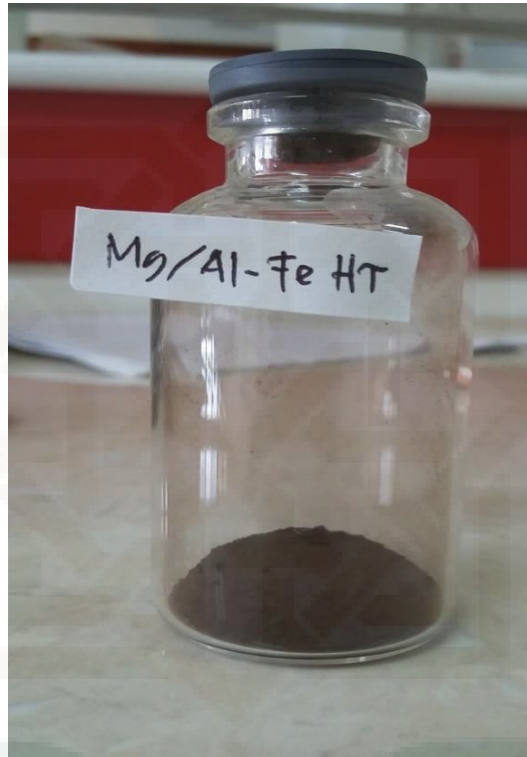
West, A.R. 1984. *Solid State Chemistry and its Application*. New York: John Willey and Sons, Ltd.

Zhou, C.H., 2011. Clay mineral-based catalysts and catalysis. *Appl. Clay Sci.*, 53,85-86.

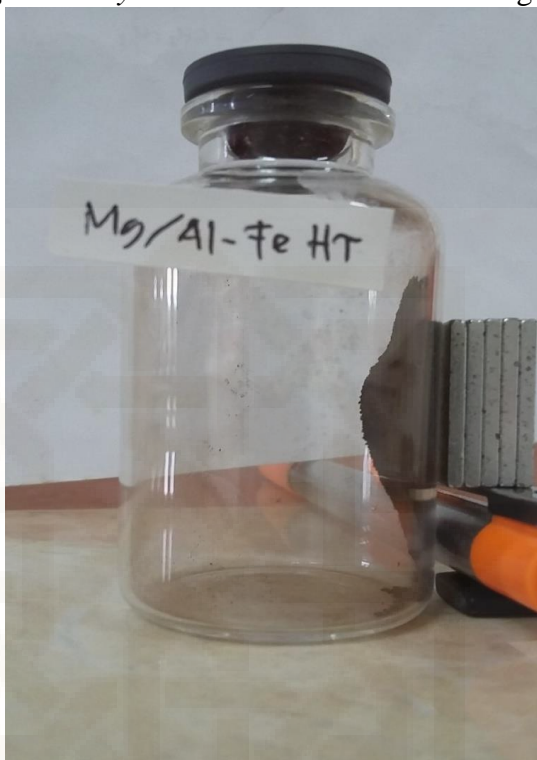
Xianmei, X., et al. 2003. Preparation Characetrization and Aplication of Zn/Al Hydrotalcite-Like Compoun. *J.Chem. Nat. Gas*. Vol. 12, No. 4. Pp. 259-263.

LAMPIRAN

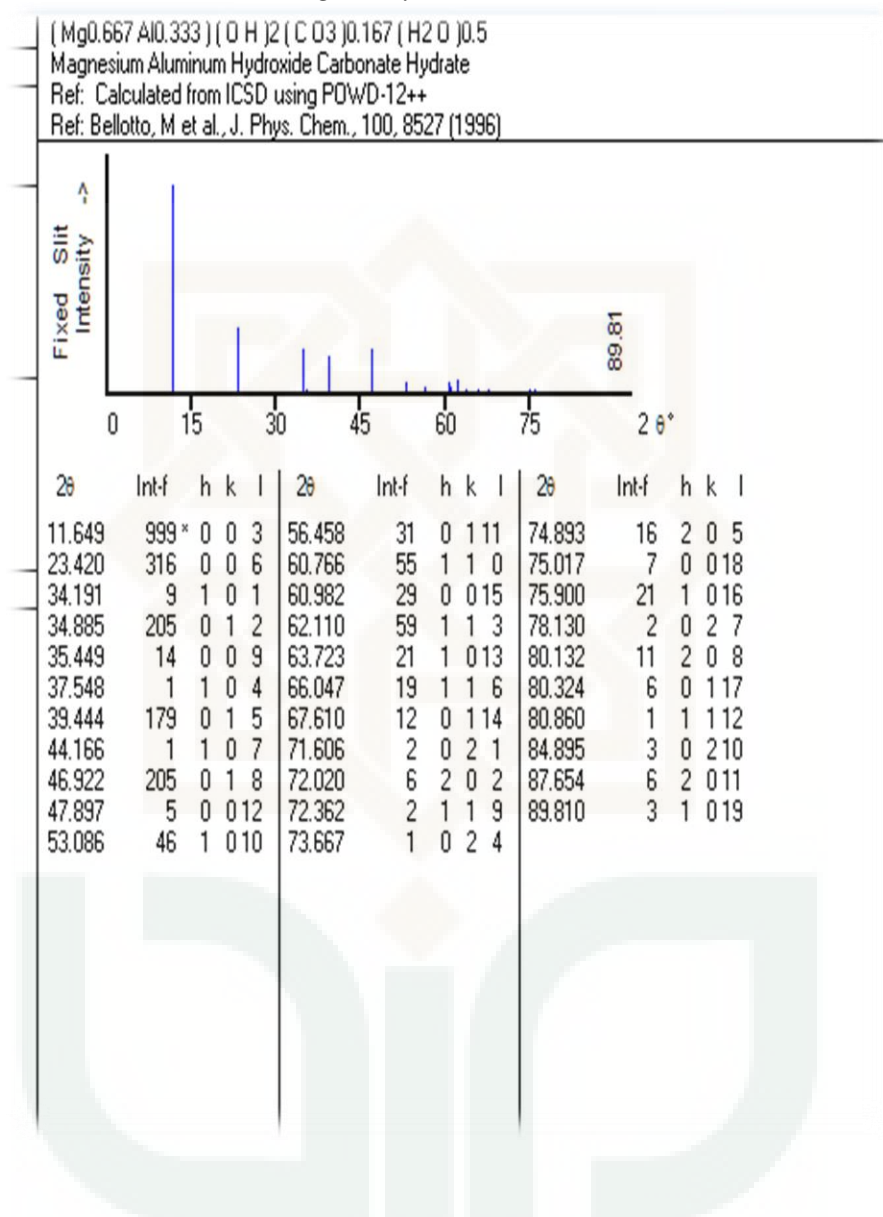
Lampiran 1. Gambar-gambra hasil Penelitian



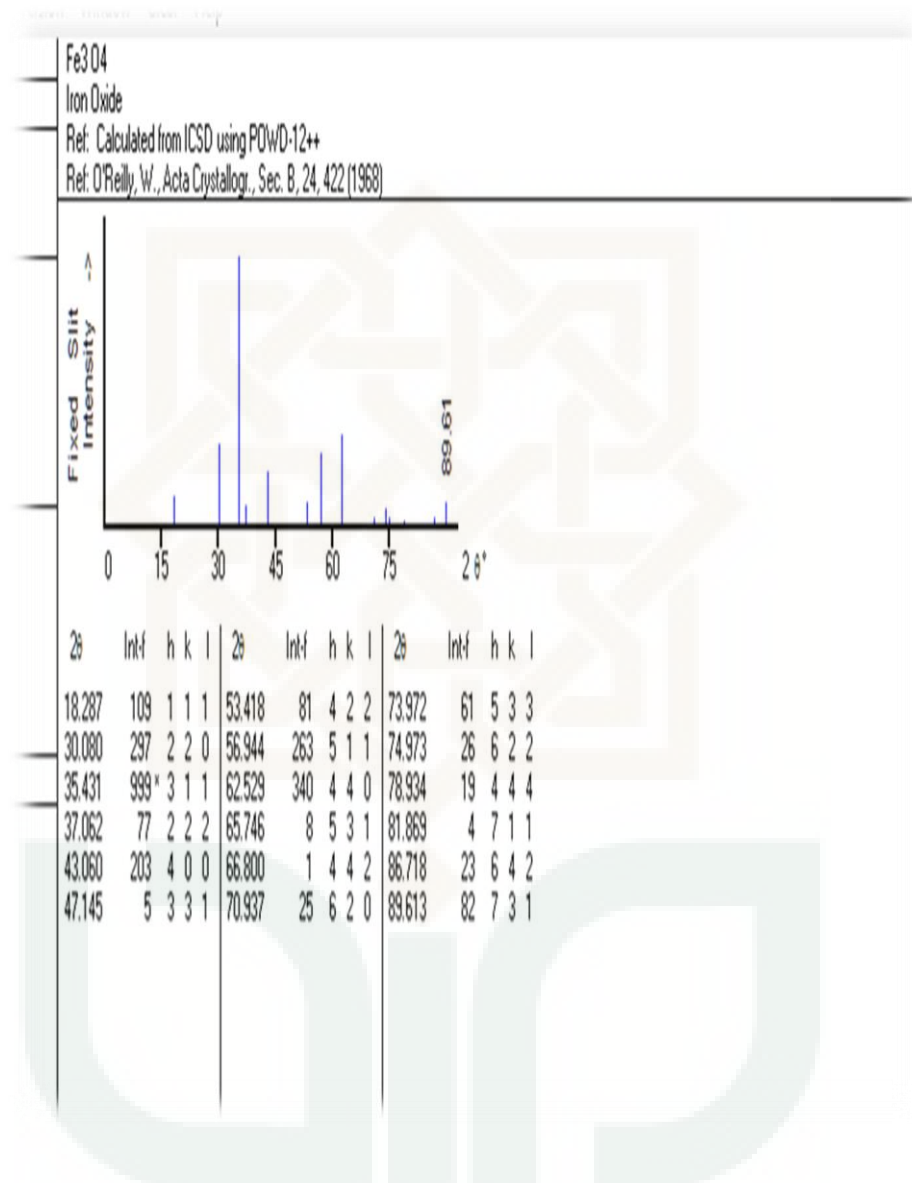
Lampiran 2. Padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* saat didekatkan dengan medan magnet.



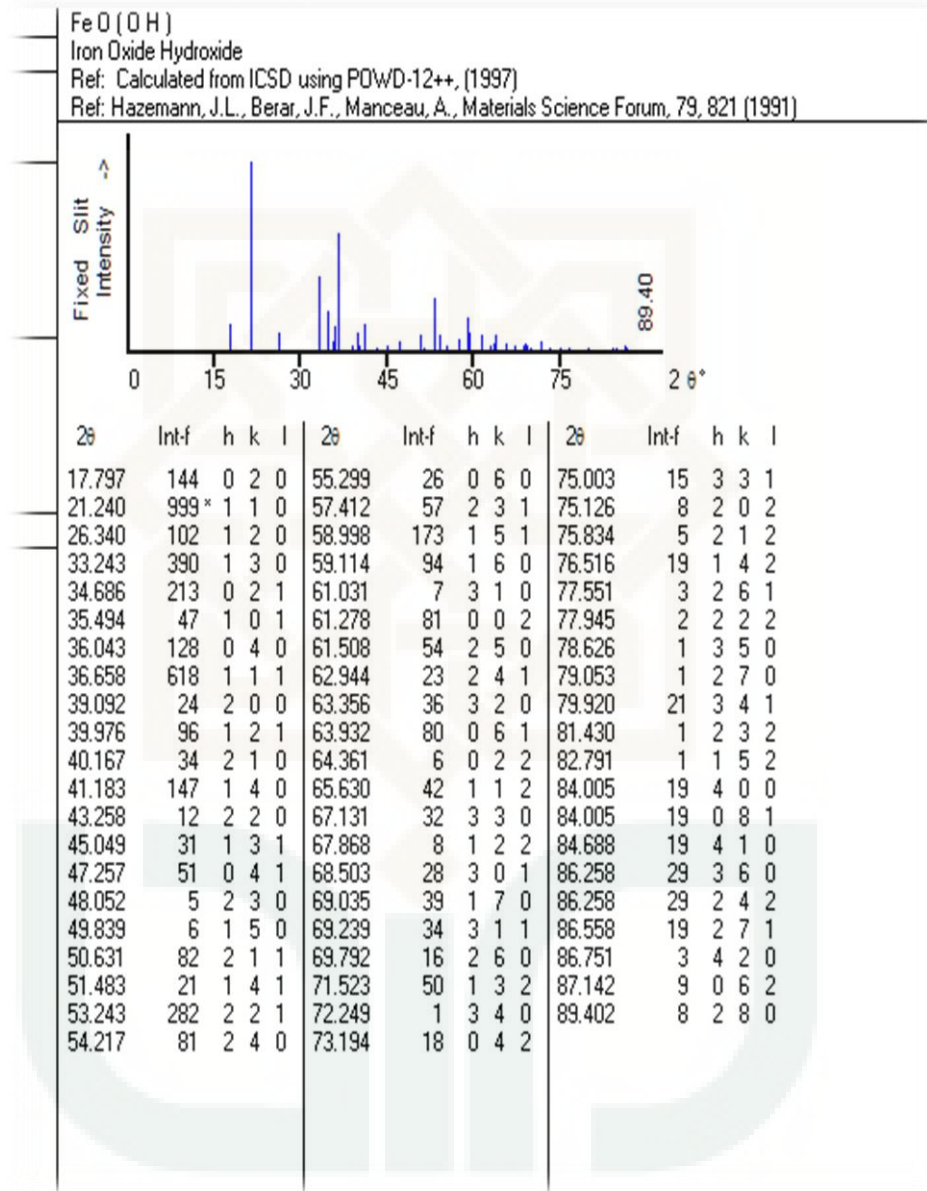
Lampiran 3. Standar JCPDS *Mg/Al-Hydrotalcite*



Lampiran 4. Standar JCPDS Magnetit (Fe_3O_4)



Lampiran 5. Standar JCPDS Geothit (FeO(OH))



Lampiran 6. Difraktogram Sinar-X Padatan Mg/Al-Fe Hydrotalcite

*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2014
 Data Name : Asraf-1
 File Name : Asraf-1.PKR
 Sample Name : Hidrotalsit-Magnetit
 Comment : Hidrotalsit-Magnetit

Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	63	35.6352 ^{HT}	2.51742	100	0.35050	144	3085
2	12	11.3350 ^{HT}	7.80009	55	0.85000	79	2690
3	57	33.2195 ^G	2.69476	52	0.31100	75	1206

Peak Data List

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	1	5.1900	17.01350	6	0.10000	9	78
2	2	5.3700	16.44361	4	0.14000	6	53
3	3	6.1700	14.31322	5	0.10000	7	82
4	4	6.5720	13.43857	6	0.13600	9	122
5	5	7.1900	12.28482	5	0.06000	7	57
6	6	7.7900	11.33991	6	0.14000	8	84
7	7	8.1980	10.77644	8	0.15600	12	119
8	8	8.6367	10.23001	8	0.22000	11	183
9	9	9.3966	9.40435	13	0.43330	18	467
10	10	9.8800	8.94528	17	0.22000	24	243
11	11	10.3800	8.51548	29	0.80000	42	1286
12	12	11.3350	7.80009	55	0.85000	79	2690
13	13	11.9000	7.43099	20	0.38000	29	598
14	14	12.4775	7.08832	15	0.36500	22	424
15	15	13.0200	6.79417	7	0.28000	10	161
16	16	13.2600	6.67173	10	0.24000	15	175
17	17	13.6066	6.50255	14	0.21330	20	285
18	18	14.1815	6.24021	3	0.05300	5	17
19	19	14.6245	6.05217	10	0.19900	14	183
20	20	15.0633	5.87684	10	0.07330	14	128
21	21	15.4700	5.72324	6	0.10000	8	74
22	22	16.1633	5.47928	10	0.15330	15	139
23	23	16.4450	5.38605	7	0.23000	10	138
24	24	16.6954	5.30583	9	0.06510	13	66
25	25	17.2450	5.13795	8	0.13000	11	138
26	26	17.6200	5.02944	5	0.11000	7	101
27	27	18.3043 ^{Maj}	4.84293	10	0.19140	15	191
28	28	18.6366	4.75732	3	0.04670	4	14
29	29	19.3600	4.58116	13	0.16000	18	178
30	30	19.8200	4.47586	10	0.16000	14	123
31	31	20.2400	4.38392	11	0.56000	16	418
32	32	20.8200	4.26308	17	0.36000	24	412
33	33	21.3844 ^G	4.15183	26	0.43110	38	917
34	34	21.7800	4.07730	17	0.00000	24	0
35	35	22.4000	3.96583	26	0.60000	38	1683
36	36	22.8200	3.89378	33	0.00000	48	0
37	37	23.2200 ^{HT}	3.82760	22	0.29340	32	1049
38	38	24.1257	3.68592	22	0.33140	31	656
39	39	24.9556	3.56519	9	0.18470	13	208
40	40	25.4533	3.49660	6	0.13330	9	131
41	41	25.9125	3.43566	8	0.09500	12	106
42	42	26.2618 ^G	3.39075	6	0.10640	9	64
43	43	26.5675	3.35243	8	0.12500	11	154
44	44	27.3400	3.25943	4	0.00000	6	0
45	45	27.8683	3.19883	8	0.08330	11	91
46	46	28.3200	3.14883	4	0.04000	6	32
47	47	28.6871	3.10936	8	0.13430	12	125

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
48	29.2085	3.05503	5	0.08700	7	84
49	29.4400	3.03154	5	0.00000	7	0
50	29.9000	2.98594	14	0.24000	20	399
51	30.3180 <i>M</i>	2.94571	24	0.23600	34	428
52	31.0516	2.87777	8	0.21670	12	157
53	31.2650	2.85862	10	0.13000	15	174
54	31.5000	2.83782	8	0.00000	11	0
55	32.1233	2.78417	31	0.40670	45	984
56	32.5000	2.75275	10	0.06660	15	107
57	33.2195 <i>G</i>	2.69476	52	0.31100	75	1206
58	33.5200	2.67128	13	0.12000	19	230
59	33.9600	2.63767	7	0.00000	10	0
60	34.4200	2.60347	19	0.41000	28	887
61	34.8000 <i>HT</i>	2.57590	24	0.00000	35	0
62	35.0400 <i>M</i>	2.55881	27	0.00000	39	0
63	35.6352 <i>HT</i>	2.51742	100	0.35050	144	3085
64	36.1400 <i>G</i>	2.48341	13	0.26000	18	363
65	36.7850 <i>G</i>	2.44133	16	0.55000	23	594
66	37.2866 <i>M</i>	2.40963	6	0.10670	8	66
67	37.7953	2.37836	6	0.09730	8	63
68	38.4633	2.33858	8	0.19330	12	192
69	39.1240 <i>HT</i>	2.30059	11	0.28800	16	231
70	40.3250	2.23480	8	0.07000	12	86
71	40.8360 <i>G</i>	2.20801	28	0.32800	41	661
72	41.2000	2.18934	8	0.12000	11	77
73	41.4975	2.17433	8	0.17500	12	159
74	42.2180	2.13887	13	0.11600	19	213
75	43.4480 <i>M</i>	2.08113	16	0.46400	23	618
76	44.3000	2.04306	7	0.16000	10	110
77	44.5700 <i>HT</i>	2.03131	11	0.14000	16	172
78	45.0411	2.01115	13	0.10630	19	120
79	45.2957	2.00044	12	0.05650	17	65
80	45.7890	1.98002	15	0.15800	22	193
81	46.3383	1.95782	9	0.24330	13	159
82	46.7650 <i>HT</i>	1.94095	17	0.37000	25	438
83	47.2750 <i>M</i>	1.92119	8	0.09000	12	84
84	47.6340 <i>HT</i>	1.90755	11	0.18800	16	191
85	48.1000	1.89015	14	0.20000	20	201
86	48.4200	1.87840	13	0.41340	18	356
87	49.4316	1.84230	21	0.32330	30	493
88	50.0675	1.82039	5	0.05500	7	25
89	51.1950	1.78291	6	0.07000	8	36
90	51.6483	1.76832	10	0.12330	15	108
91	52.1040	1.75392	8	0.07200	11	66
92	52.7073	1.73526	6	0.07870	8	30
93	53.1733	1.72115	3	0.09330	4	28
94	53.5000 <i>M</i>	1.71140	10	0.08000	14	103
95	54.0345 <i>G</i>	1.69573	51	0.30240	74	1075
96	54.7070	1.67646	6	0.08600	9	53
97	55.4616	1.65543	8	0.15670	12	102
98	55.8566	1.64465	8	0.16670	12	100
99	57.0220	1.61378	7	0.19600	10	111
100	57.3150 <i>G</i>	1.60622	16	0.21000	23	276
101	57.8083	1.59368	8	0.15670	12	110
102	59.1800	1.55997	6	0.17000	8	65
103	59.7575	1.54627	8	0.08500	11	60
104	60.1400	1.53735	3	0.02660	5	21
105	60.4983 <i>HT</i>	1.52910	10	0.29670	14	231
106	61.1086	1.51528	11	0.23070	16	171
107	61.6166	1.50400	10	0.24670	14	151
108	62.1920 <i>HT</i>	1.49146	24	0.21600	35	381
109	62.5400 <i>HT</i>	1.48400	17	0.36000	25	373

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
110	62.9421 <i>Magn</i>	1.47548	9	0.33570	13	210
111	63.4000	1.46592	7	0.16000	10	112
112	63.8278 <i>HT</i>	1.45712	24	0.31570	35	639
113	64.6660	1.44025	10	0.17790	14	135
114	64.9100	1.43542	8	0.10000	11	110
115	65.1200	1.43130	6	0.00000	8	0
116	65.4200 <i>Magn</i>	1.42546	12	0.21140	17	253
117	66.2000 <i>HT</i>	1.41054	6	0.10000	9	68
118	66.5850 <i>Magn</i>	1.40332	9	0.15000	13	132
119	67.0800	1.39416	3	0.04000	5	29
120	67.3125	1.38991	13	0.13500	18	180
121	67.8883 <i>HT</i>	1.37952	14	0.26330	20	280
122	68.8200	1.36310	6	0.16800	9	113
123	69.0943	1.35835	10	0.14860	15	133
124	69.4360	1.35250	8	0.15200	12	135
125	69.8425	1.34562	5	0.07500	7	78
126	70.4328	1.33578	10	0.06570	15	64
127	70.9587 <i>Magn</i>	1.32717	10	0.03750	14	38
128	71.4691	1.31894	5	0.04830	7	45
129	72.1860	1.30759	8	0.17200	12	108
130	72.5950	1.30123	10	0.11000	14	90
131	73.3300	1.28999	6	0.10000	9	57
132	73.6200 <i>Magn</i>	1.28563	7	0.12000	10	143
133	74.3600	1.27465	6	0.12000	8	106
134	74.7340 <i>Magn</i>	1.26920	13	0.22800	18	282
135	75.1600	1.26306	3	0.00000	5	0
136	75.3650	1.26013	10	0.27000	14	198
137	76.0100	1.25103	7	0.08000	10	60
138	76.3175	1.24676	8	0.12500	11	97
139	76.7853 <i>G</i>	1.24032	13	0.19730	19	213
140	77.3000	1.23335	10	0.28000	14	183
141	77.8895	1.22548	9	0.09100	13	82
142	78.3980 <i>HT</i>	1.21880	24	0.27600	35	487
143	78.9433 <i>Magn</i>	1.21174	14	0.22000	20	197
144	79.3600	1.20642	6	0.04000	8	28
145	80.0000	1.19837	15	0.36000	22	243

*** Basic Data Process ***

Data Information

Group Name : Data 2014
Data Name : Asraf-1
File Name : Asraf-1.RAW
Sample Name : Hidrotalsit-Magnetit
Comment : Hidrotalsit-Magnetit
Date & Time : 10-09-14 15:06:37

Measurement Condition

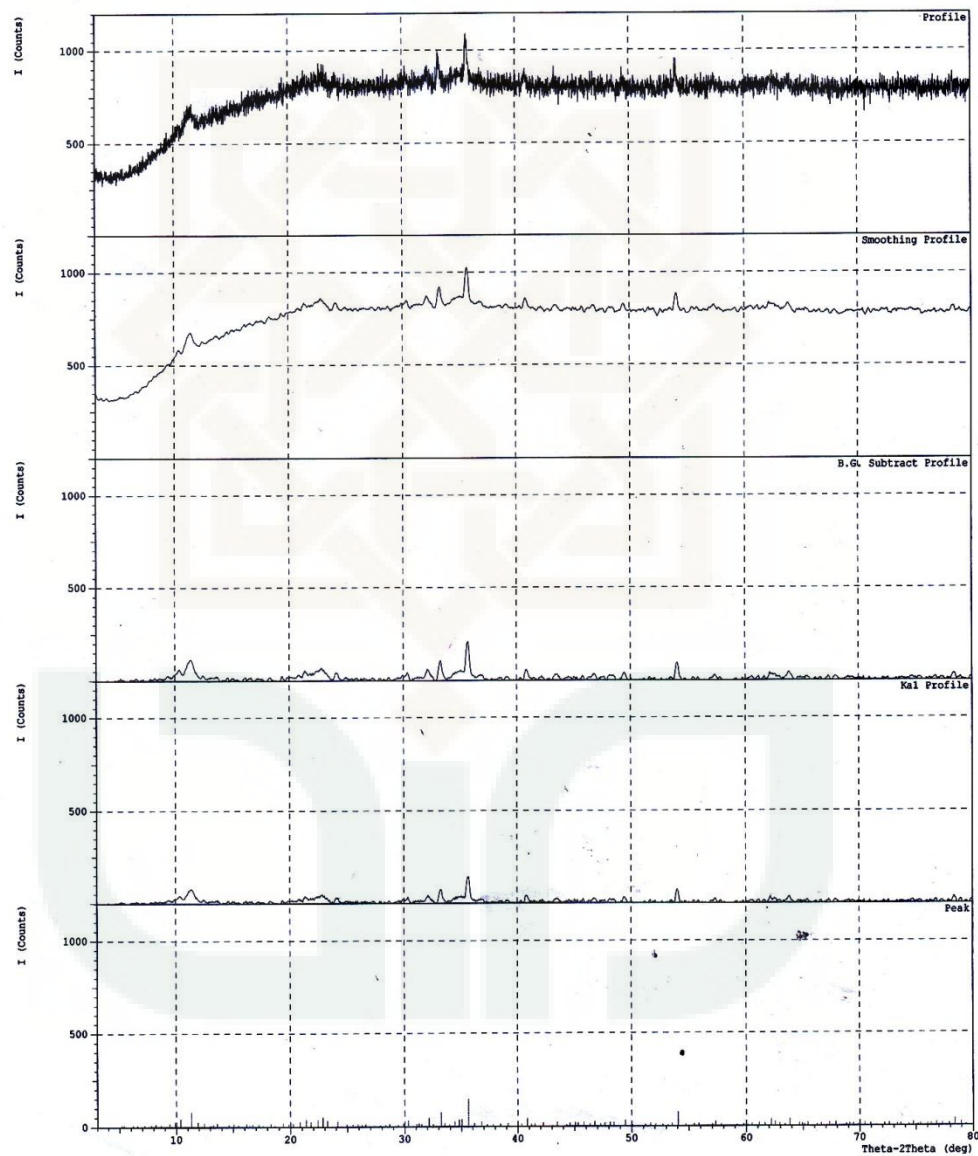
X-ray tube
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 30.0 (mA)
Slits
divergence slit : 1.00 (deg)
scatter slit : 1.00 (deg)
receiving slit : 0.30 (mm)
Scanning
drive axis : Theta-2Theta
scan range : 3.0200 - 80.0000 (deg)
scan mode : Continuous Scan
scan speed : 5.0000 (deg/min)
sampling pitch : 0.0200 (deg)
preset time : 0.24 (sec)

Data Process Condition

Smoothing [AUTO]
smoothing points : 27
B.G.Subtraction [AUTO]
sampling points : 27
repeat times : 30
Kal-a2 Separate [MANUAL]
Kal a2 ratio : 50 (%)
Peak Search [AUTO]
differential points : 19
FWHM threshold : 0.050 (deg)
intensity threshold : 30 (par mil)
FWHM ratio (n-1)/n : 2
System error Correction [NO]
Precise peak Correction [NO]

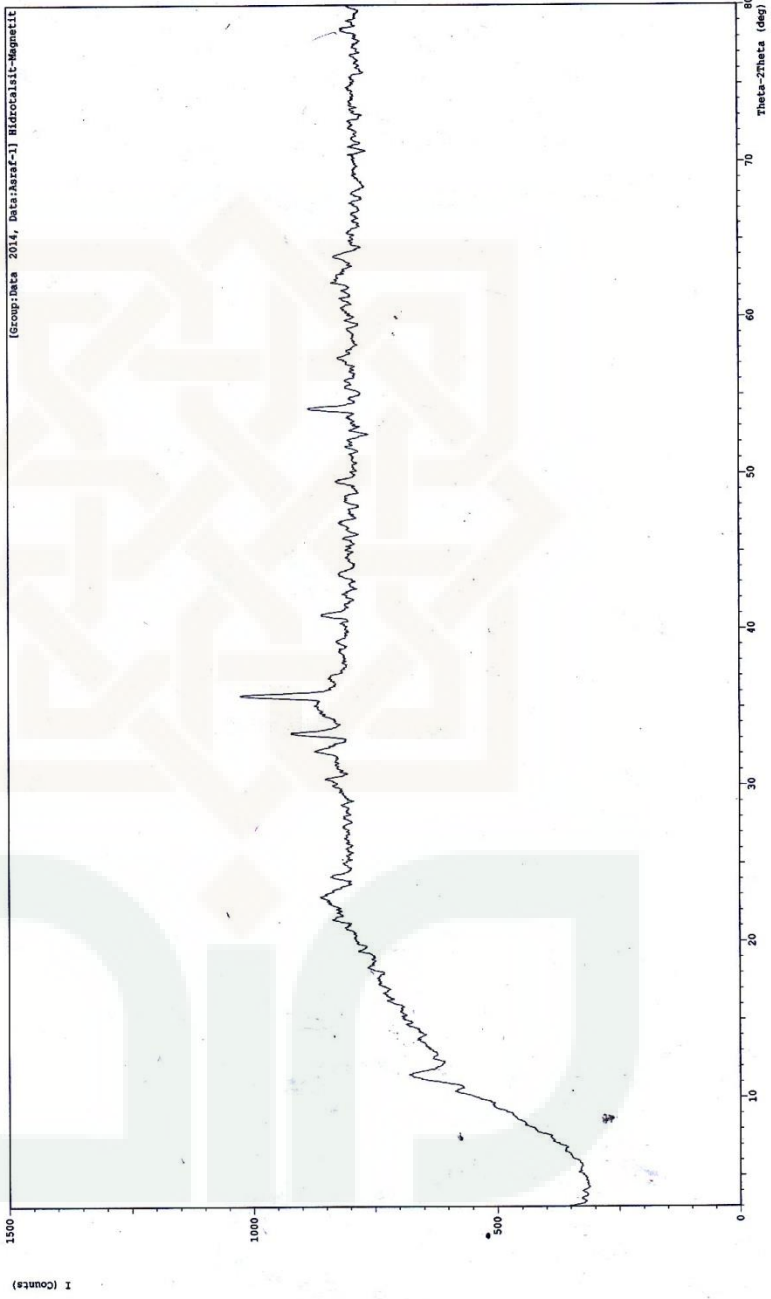
*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2014
Data Name : Asraf-1
File Name : Asraf-1.PKR
Sample Name : Hidrotalsit-Magnetit
Comment : Hidrotalsit-Magnetit

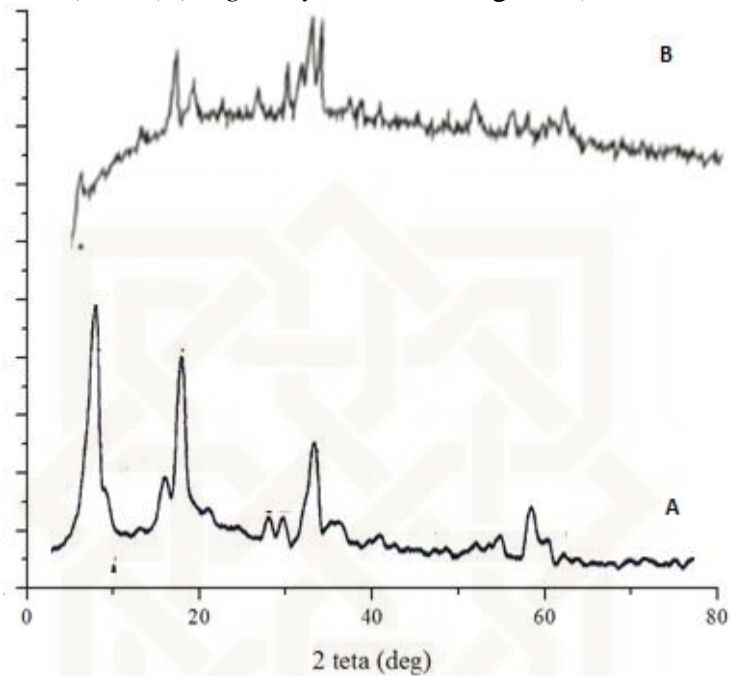


*** Multi Plot ***

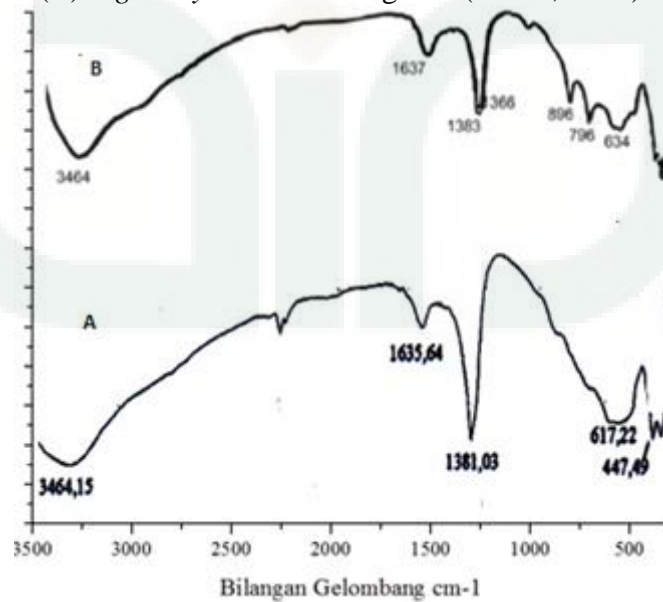
File Name : Data 2014\Asraf-1
Sample Name : Hidrotalsit-Magnetit
Date & Time : 10-09-14 15:06:37
Comment : Hidrotalsit-Magnetit
Condition
X-ray Tube : Cu(1.54060 Å) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
Scan Range : 3.0000 <-> 80.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



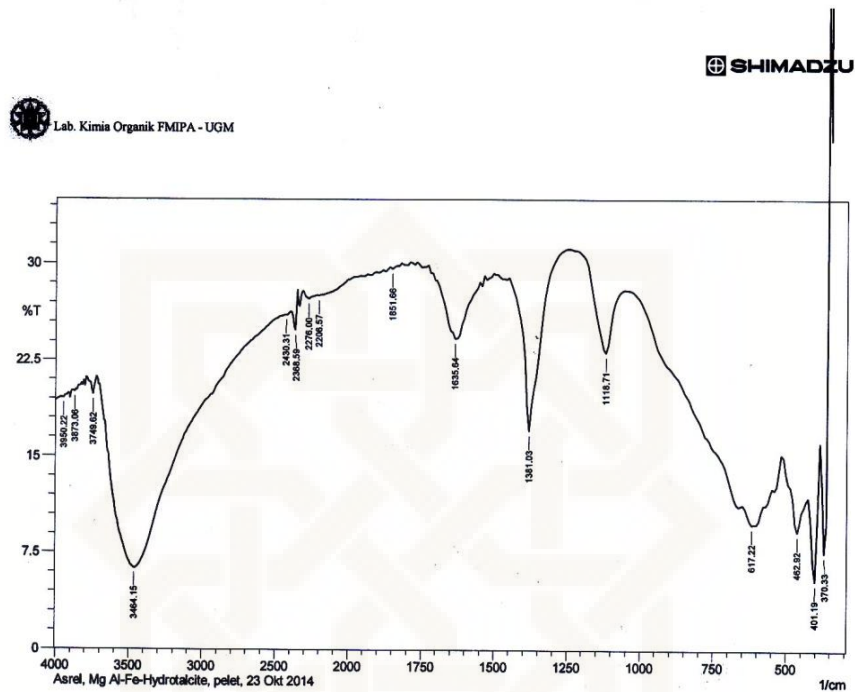
Lampiran 7. Difraktogram Sinar-X (A) Magnetit-Mg/Al hidrotalsit (Ardhayanti, 2014) dan (B) *Mg/Al hydrotalcite*-magnetit (Wasis, 2013)



Lampiran 8. Spektrum FTIR (A) Magnetit-Mg/Al hidrotalsit (Ardhayanti, 2014) dan (B) *Mg/Al hydrotalcite*-magnetit (Wasis, 2013)



Lampiran 9. Spektrum FTIR Padatan *Mg/Al-Fe Hydrotalcite*



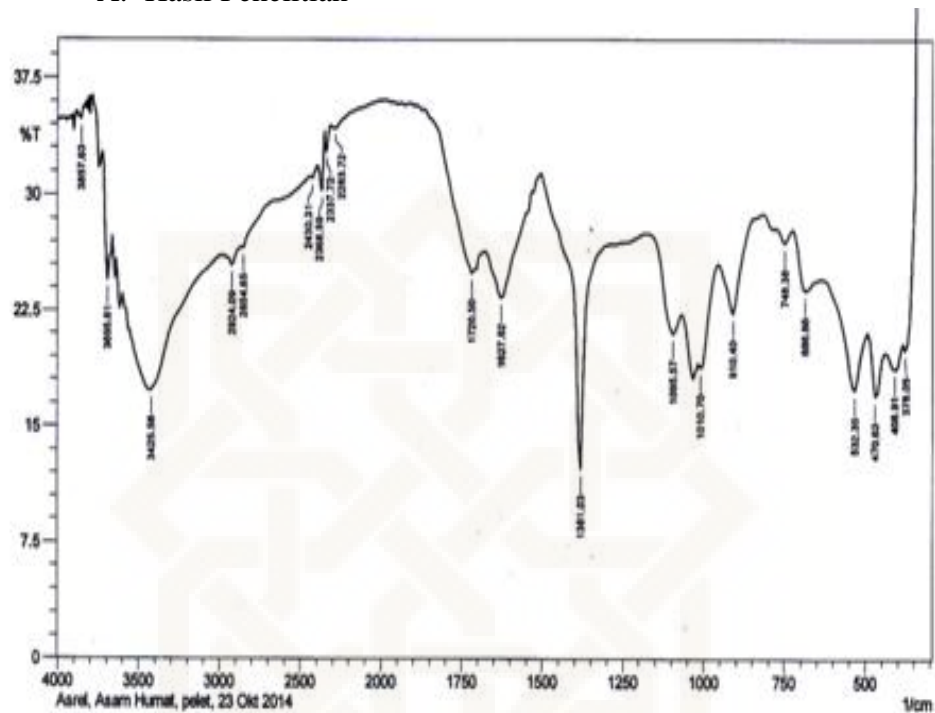
	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	370.33	7.53	20.19	378.05	339.47	22.28	7.91
2	401.19	5.38	9.06	424.34	385.76	40.36	7.76
3	462.92	9.22	3.76	509.21	432.05	73.04	4.79
4	617.22	9.78	1.94	648.08	547.78	96.93	4.58
5	1118.71	23.1	5.9	1242.16	1056.99	103.73	5.56
6	1381.03	17.02	12.67	1450.47	1249.87	117.77	13.03
7	1635.64	24.19	4.71	1728.22	1558.48	97.4	5.96
8	1851.66	29.57	0.23	1859.38	1820.8	20.29	0.07
9	2206.57	27.53	0.06	2214.28	1982.82	127.76	0.73
10	2276	27.28	0.45	2314.58	2222	51.99	0.35
11	2368.59	24.82	2.45	2391.73	2353.16	22.55	0.78
12	2430.31	26.03	0.07	2438.02	2399.45	22.47	0.03
13	3464.15	6.28	15.73	3718.76	2438.02	1024.58	216.92
14	3749.62	19.8	1.34	3788.19	3726.47	42.36	0.72
15	3873.06	20.01	0.22	3888.49	3849.92	26.83	0.12
16	3950.22	19.52	0.1	3957.93	3919.35	27.21	0.04

Comment;

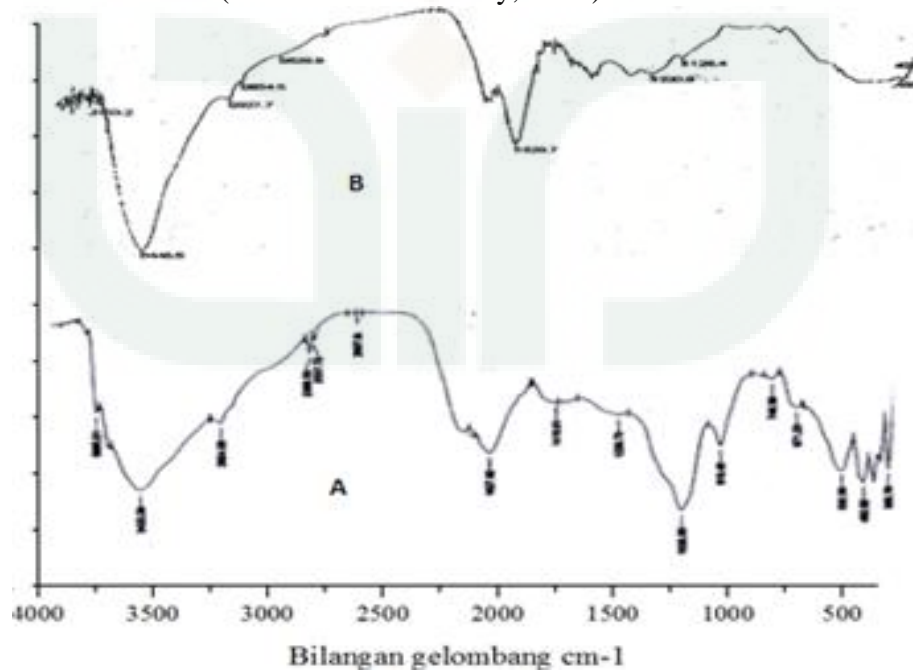
Asrel, Mg Al-Fe-Hydrotalcite, pelet, 23 Okt 2014

Lampiran 10. Spektrum Asam Humat

A. Hasil Penelitian

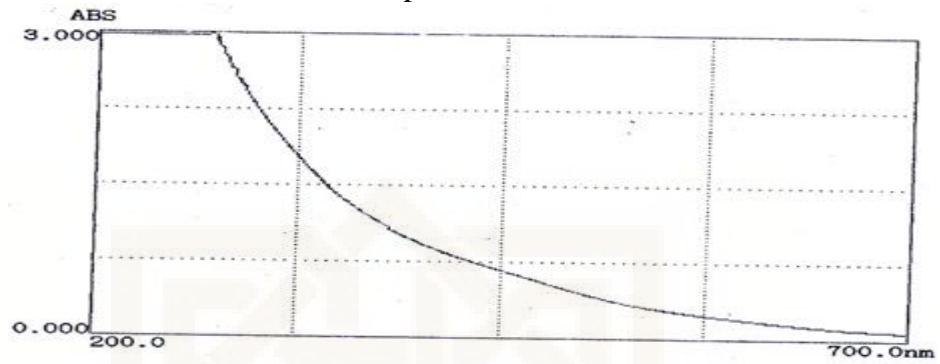


B. Hasil Asam Humat Jawa Tengah (Ismilyli, 2009) dan Sumatera Barat (Santosa dan Muzakky, 2002)

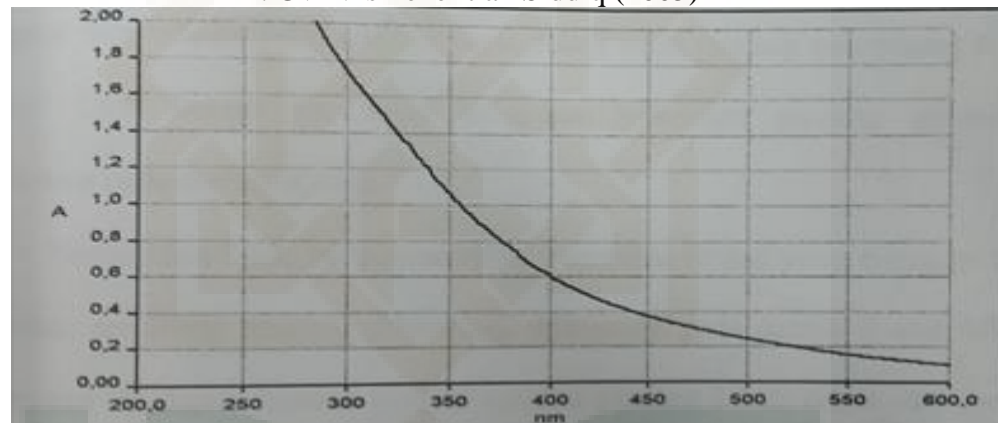


Lampiran 11. Uv-Visibel asam humat.

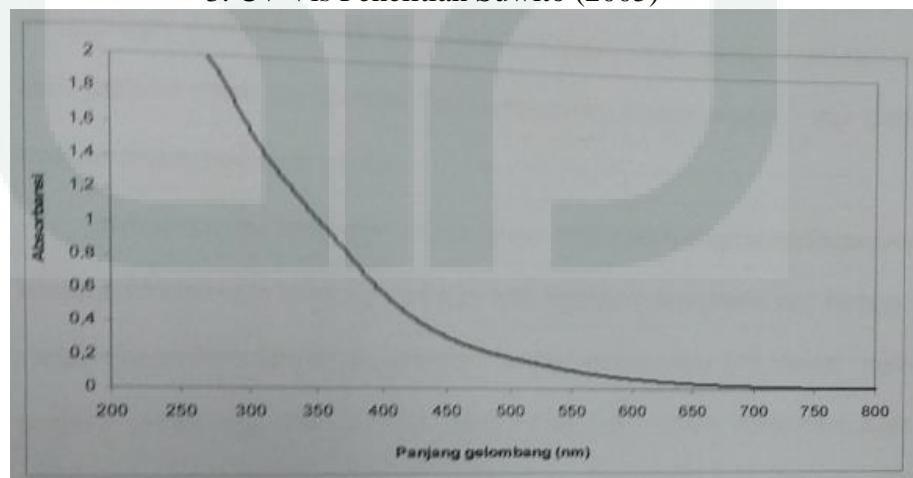
1. Uv-Visibel penelitian ini



2. Uv- Vis Penelitian Siddiq (2005)



3. Uv-Vis Penelitian Suwito (2005)



U-1800 Spectrophotometer

Serial NUM: 5103498
 ROM Version: 13
 Sample Name:
 Date:
 Operator:

Wavelength Scan
 Data Mode: ABS
 Scan Range: 700.0-200.0nm
 Slit Width: 4nm
 Speed(nm/min): 400nm/min
 Lamp Change Wavelength: 340.0nm
 Path Length:

ALL Data

WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS
700.0	0.070	699.5	0.070	699.0	0.071	698.5	0.071
698.0	0.071	697.5	0.071	697.0	0.072	696.5	0.072
696.0	0.073	695.5	0.073	695.0	0.073	694.5	0.073
694.0	0.074	693.5	0.074	693.0	0.074	692.5	0.074
692.0	0.075	691.5	0.075	691.0	0.076	690.5	0.076
690.0	0.076	689.5	0.077	689.0	0.077	688.5	0.078
688.0	0.078	687.5	0.078	687.0	0.078	686.5	0.079
686.0	0.079	685.5	0.079	685.0	0.080	684.5	0.080
684.0	0.081	683.5	0.081	683.0	0.081	682.5	0.082
682.0	0.082	681.5	0.083	681.0	0.083	680.5	0.083
680.0	0.084	679.5	0.084	679.0	0.085	678.5	0.085
678.0	0.085	677.5	0.086	677.0	0.086	676.5	0.086
676.0	0.087	675.5	0.087	675.0	0.088	674.5	0.088
674.0	0.088	673.5	0.089	673.0	0.089	672.5	0.090
672.0	0.090	671.5	0.091	671.0	0.091	670.5	0.091
670.0	0.092	669.5	0.092	669.0	0.093	668.5	0.093
668.0	0.094	667.5	0.094	667.0	0.094	666.5	0.095
666.0	0.095	665.5	0.096	665.0	0.096	664.5	0.096
664.0	0.097	663.5	0.097	663.0	0.098	662.5	0.098
662.0	0.099	661.5	0.099	661.0	0.100	660.5	0.100
660.0	0.101	659.5	0.101	659.0	0.102	658.5	0.102
658.0	0.103	657.5	0.103	657.0	0.104	656.5	0.104
656.0	0.105	655.5	0.105	655.0	0.106	654.5	0.106
654.0	0.107	653.5	0.108	653.0	0.108	652.5	0.109
652.0	0.109	651.5	0.110	651.0	0.110	650.5	0.111
650.0	0.111	649.5	0.112	649.0	0.112	648.5	0.113
648.0	0.113	647.5	0.114	647.0	0.115	646.5	0.115
646.0	0.116	645.5	0.116	645.0	0.117	644.5	0.118
644.0	0.118	643.5	0.119	643.0	0.119	642.5	0.120
642.0	0.120	641.5	0.121	641.0	0.122	640.5	0.122
640.0	0.123	639.5	0.124	639.0	0.124	638.5	0.125
638.0	0.125	637.5	0.126	637.0	0.126	636.5	0.127
636.0	0.128	635.5	0.128	635.0	0.129	634.5	0.130
634.0	0.131	633.5	0.131	633.0	0.132	632.5	0.133
632.0	0.133	631.5	0.134	631.0	0.135	630.5	0.135
630.0	0.136	629.5	0.137	629.0	0.138	628.5	0.138
628.0	0.139	627.5	0.140	627.0	0.140	626.5	0.141
626.0	0.142	625.5	0.142	625.0	0.143	624.5	0.144
624.0	0.144	623.5	0.145	623.0	0.146	622.5	0.147
622.0	0.147	621.5	0.148	621.0	0.149	620.5	0.150
620.0	0.151	619.5	0.151	619.0	0.152	618.5	0.153
618.0	0.154	617.5	0.154	617.0	0.155	616.5	0.156
616.0	0.157	615.5	0.157	615.0	0.158	614.5	0.159
614.0	0.160	613.5	0.161	613.0	0.162	612.5	0.162
612.0	0.163	611.5	0.164	611.0	0.165	610.5	0.166
610.0	0.167	609.5	0.167	609.0	0.168	608.5	0.169
608.0	0.170	607.5	0.170	607.0	0.171	606.5	0.172
606.0	0.173	605.5	0.173	605.0	0.174	604.5	0.175
604.0	0.176	603.5	0.177	603.0	0.178	602.5	0.179
602.0	0.180	601.5	0.180	601.0	0.181	600.5	0.182
600.0	0.183	599.5	0.183	599.0	0.184	598.5	0.185
598.0	0.186	597.5	0.187	597.0	0.188	596.5	0.189
596.0	0.189	595.5	0.190	595.0	0.191	594.5	0.191
594.0	0.192	593.5	0.193	593.0	0.194	592.5	0.195
592.0	0.196	591.5	0.197	591.0	0.197	590.5	0.198
590.0	0.199	589.5	0.200	589.0	0.200	588.5	0.201
588.0	0.202	587.5	0.203	587.0	0.204	586.5	0.204

586.0	0.205	585.5	0.206	585.0	0.207	584.5	0.208
584.0	0.209	583.5	0.210	583.0	0.211	582.5	0.212
582.0	0.212	581.5	0.212	581.0	0.213	580.5	0.214
580.0	0.215	579.5	0.216	579.0	0.218	578.5	0.219
578.0	0.220	577.5	0.221	577.0	0.222	576.5	0.222
576.0	0.223	575.5	0.223	575.0	0.224	574.5	0.225
574.0	0.226	573.5	0.228	573.0	0.229	572.5	0.230
572.0	0.231	571.5	0.232	571.0	0.232	570.5	0.233
570.0	0.234	569.5	0.235	569.0	0.236	568.5	0.237
568.0	0.238	567.5	0.240	567.0	0.240	566.5	0.241
566.0	0.242	565.5	0.243	565.0	0.244	564.5	0.245
564.0	0.246	563.5	0.247	563.0	0.248	562.5	0.249
562.0	0.250	561.5	0.251	561.0	0.252	560.5	0.253
560.0	0.254	559.5	0.255	559.0	0.256	558.5	0.257
558.0	0.258	557.5	0.259	557.0	0.259	556.5	0.260
556.0	0.262	555.5	0.263	555.0	0.264	554.5	0.266
554.0	0.267	553.5	0.268	553.0	0.269	552.5	0.270
552.0	0.271	551.5	0.272	551.0	0.272	550.5	0.273
550.0	0.274	549.5	0.276	549.0	0.277	548.5	0.278
548.0	0.280	547.5	0.281	547.0	0.281	546.5	0.282
546.0	0.283	545.5	0.285	545.0	0.286	544.5	0.287
544.0	0.288	543.5	0.289	543.0	0.290	542.5	0.292
542.0	0.293	541.5	0.294	541.0	0.295	540.5	0.297
540.0	0.298	539.5	0.299	539.0	0.300	538.5	0.301
538.0	0.302	537.5	0.304	537.0	0.305	536.5	0.306
536.0	0.308	535.5	0.309	535.0	0.310	534.5	0.312
534.0	0.313	533.5	0.315	533.0	0.316	532.5	0.317
532.0	0.319	531.5	0.320	531.0	0.322	530.5	0.323
530.0	0.325	529.5	0.326	529.0	0.328	528.5	0.329
528.0	0.330	527.5	0.332	527.0	0.333	526.5	0.334
526.0	0.336	525.5	0.337	525.0	0.339	524.5	0.341
524.0	0.343	523.5	0.344	523.0	0.346	522.5	0.348
522.0	0.349	521.5	0.350	521.0	0.352	520.5	0.353
520.0	0.355	519.5	0.356	519.0	0.358	518.5	0.360
518.0	0.362	517.5	0.363	517.0	0.365	516.5	0.367
516.0	0.368	515.5	0.370	515.0	0.372	514.5	0.374
514.0	0.376	513.5	0.378	513.0	0.380	512.5	0.381
512.0	0.383	511.5	0.385	511.0	0.386	510.5	0.388
510.0	0.390	509.5	0.392	509.0	0.394	508.5	0.396
508.0	0.398	507.5	0.400	507.0	0.402	506.5	0.404
506.0	0.405	505.5	0.407	505.0	0.409	504.5	0.411
504.0	0.413	503.5	0.415	503.0	0.417	502.5	0.419
502.0	0.421	501.5	0.423	501.0	0.425	500.5	0.427
500.0	0.429	499.5	0.431	499.0	0.433	498.5	0.435
498.0	0.437	497.5	0.439	497.0	0.442	496.5	0.444
496.0	0.446	495.5	0.448	495.0	0.450	494.5	0.452
494.0	0.455	493.5	0.457	493.0	0.459	492.5	0.461
492.0	0.463	491.5	0.465	491.0	0.467	490.5	0.470
490.0	0.472	489.5	0.474	489.0	0.476	488.5	0.478
488.0	0.481	487.5	0.483	487.0	0.485	486.5	0.487
486.0	0.490	485.5	0.492	485.0	0.494	484.5	0.497
484.0	0.499	483.5	0.501	483.0	0.503	482.5	0.505
482.0	0.508	481.5	0.510	481.0	0.513	480.5	0.515
480.0	0.517	479.5	0.519	479.0	0.522	478.5	0.524
478.0	0.527	477.5	0.529	477.0	0.531	476.5	0.533
476.0	0.536	475.5	0.539	475.0	0.541	474.5	0.543
474.0	0.546	473.5	0.548	473.0	0.551	472.5	0.553
472.0	0.555	471.5	0.558	471.0	0.560	470.5	0.563
470.0	0.565	469.5	0.567	469.0	0.570	468.5	0.572
468.0	0.574	467.5	0.577	467.0	0.579	466.5	0.581
466.0	0.584	465.5	0.586	465.0	0.589	464.5	0.591
464.0	0.593	463.5	0.595	463.0	0.597	462.5	0.600
462.0	0.602	461.5	0.604	461.0	0.607	460.5	0.609
460.0	0.612	459.5	0.614	459.0	0.616	458.5	0.618
458.0	0.621	457.5	0.623	457.0	0.625	456.5	0.627
456.0	0.630	455.5	0.632	455.0	0.634	454.5	0.637
454.0	0.639	453.5	0.641	453.0	0.644	452.5	0.646
452.0	0.648	451.5	0.650	451.0	0.653	450.5	0.655
450.0	0.657	449.5	0.660	449.0	0.662	448.5	0.664
448.0	0.667	447.5	0.669	447.0	0.671	446.5	0.673
446.0	0.675	445.5	0.677	445.0	0.679	444.5	0.682
444.0	0.684	443.5	0.687	443.0	0.689	442.5	0.692
442.0	0.694	441.5	0.696	441.0	0.698	440.5	0.700
440.0	0.703	439.5	0.705	439.0	0.707	438.5	0.710
438.0	0.712	437.5	0.715	437.0	0.717	436.5	0.719
436.0	0.721	435.5	0.724	435.0	0.726	434.5	0.729
434.0	0.732	433.5	0.734	433.0	0.737	432.5	0.740
432.0	0.742	431.5	0.745	431.0	0.747	430.5	0.749
430.0	0.752	429.5	0.754	429.0	0.756	428.5	0.759
428.0	0.761	427.5	0.764	427.0	0.766	426.5	0.769

426.0	0.771	425.5	0.774	425.0	0.776	424.5	0.779
424.0	0.781	423.5	0.784	423.0	0.787	422.5	0.790
422.0	0.793	421.5	0.795	421.0	0.798	420.5	0.800
418.0	0.803	419.5	0.805	419.0	0.808	418.5	0.810
416.0	0.813	417.5	0.816	417.0	0.819	416.5	0.821
414.0	0.824	415.5	0.827	415.0	0.830	414.5	0.833
412.0	0.835	413.5	0.838	413.0	0.841	412.5	0.844
410.0	0.846	411.5	0.850	411.0	0.853	410.5	0.856
408.0	0.859	409.5	0.862	409.0	0.864	408.5	0.867
406.0	0.882	405.5	0.872	407.0	0.876	406.5	0.879
404.0	0.889	405.0	0.885	405.0	0.888	404.5	0.892
402.0	0.906	403.5	0.897	403.0	0.900	402.5	0.903
400.0	0.920	401.5	0.909	401.0	0.913	400.5	0.916
398.0	0.933	399.5	0.923	399.0	0.927	398.5	0.930
396.0	0.946	397.5	0.936	397.0	0.940	396.5	0.943
394.0	0.960	395.5	0.949	395.0	0.953	394.5	0.956
392.0	0.974	393.5	0.964	393.0	0.968	392.5	0.970
390.0	0.987	391.5	0.977	391.0	0.981	390.5	0.984
388.0	1.002	389.5	0.991	389.0	0.994	388.5	0.998
386.0	1.015	387.5	1.005	387.0	1.008	386.5	1.011
384.0	1.030	385.5	1.018	385.0	1.022	384.5	1.026
382.0	1.043	383.5	1.033	383.0	1.036	382.5	1.040
380.0	1.063	381.5	1.047	381.0	1.050	380.5	1.053
378.0	1.100	379.5	1.080	379.0	1.091	378.5	1.095
376.0	1.116	377.5	1.105	377.0	1.109	376.5	1.113
374.0	1.134	375.5	1.121	375.0	1.126	374.5	1.129
372.0	1.153	373.5	1.139	373.0	1.144	372.5	1.149
370.0	1.170	371.5	1.158	371.0	1.161	370.5	1.165
368.0	1.188	369.5	1.174	369.0	1.178	368.5	1.183
366.0	1.208	367.5	1.193	367.0	1.198	366.5	1.203
364.0	1.225	365.5	1.213	365.0	1.216	364.5	1.220
362.0	1.245	363.5	1.230	363.0	1.235	362.5	1.241
360.0	1.264	361.5	1.251	361.0	1.256	360.5	1.260
358.0	1.286	359.5	1.269	359.0	1.275	358.5	1.280
356.0	1.308	357.5	1.291	357.0	1.297	356.5	1.302
354.0	1.331	355.5	1.313	355.0	1.320	354.5	1.325
352.0	1.353	353.5	1.335	353.0	1.342	352.5	1.348
350.0	1.378	351.5	1.359	351.0	1.364	350.5	1.371
348.0	1.397	349.5	1.382	349.0	1.385	348.5	1.391
346.0	1.425	347.5	1.405	347.0	1.413	346.5	1.419
344.0	1.449	345.5	1.431	345.0	1.435	344.5	1.442
342.0	1.475	343.5	1.459	343.0	1.466	342.5	1.468
340.0	1.506	341.5	1.482	341.0	1.487	340.5	1.494
338.0	1.541	339.5	1.519	339.0	1.526	338.5	1.533
336.0	1.572	337.5	1.547	337.0	1.553	336.5	1.562
334.0	1.599	335.5	1.579	335.0	1.585	334.5	1.590
332.0	1.633	333.5	1.607	333.0	1.616	332.5	1.624
330.0	1.664	331.5	1.640	331.0	1.644	330.5	1.654
328.0	1.699	329.5	1.670	329.0	1.678	328.5	1.689
326.0	1.728	327.5	1.706	327.0	1.712	326.5	1.719
324.0	1.760	325.5	1.738	325.0	1.745	324.5	1.753
322.0	1.797	323.5	1.769	323.0	1.780	322.5	1.786
320.0	1.836	321.5	1.810	321.0	1.818	320.5	1.827
318.0	1.876	319.5	1.842	319.0	1.851	318.5	1.863
316.0	1.910	317.5	1.879	317.0	1.886	316.5	1.896
314.0	1.947	315.5	1.925	315.0	1.932	314.5	1.940
312.0	1.987	313.5	1.955	313.0	1.963	312.5	1.975
310.0	2.018	311.5	1.995	311.0	2.000	310.5	2.009
308.0	2.056	309.5	2.032	309.0	2.041	308.5	2.051
306.0	2.102	307.5	2.066	307.0	2.081	306.5	2.092
304.0	2.143	305.5	2.108	305.0	2.119	304.5	2.131
302.0	2.174	303.5	2.149	303.0	2.161	302.5	2.168
300.0	2.215	301.5	2.187	301.0	2.194	300.5	2.208
298.0	2.258	299.5	2.229	299.0	2.244	298.5	2.252
296.0	2.298	297.5	2.268	297.0	2.276	296.5	2.293
294.0	2.340	295.5	2.319	295.0	2.328	294.5	2.347
292.0	2.383	293.5	2.357	293.0	2.366	292.5	2.387
290.0	2.456	291.5	2.409	291.0	2.432	290.5	2.444
288.0	2.509	289.5	2.482	289.0	2.482	288.5	2.495
286.0	2.537	287.5	2.509	287.0	2.523	286.5	2.537
284.0	2.602	285.5	2.553	285.0	2.553	284.5	2.568
282.0	2.658	283.5	2.620	283.0	2.658	282.5	2.658
280.0	2.699	281.5	2.658	281.0	2.658	280.5	2.678
278.0	2.769	279.5	2.721	279.0	2.721	278.5	2.745
276.0	2.854	277.5	2.769	277.0	2.769	276.5	2.797
274.0	2.854	275.5	2.854	275.0	2.854	274.5	2.854
272.0	2.958	273.5	2.886	273.0	2.921	272.5	2.958
270.0	3.000	271.5	2.921	271.0	2.958	270.5	3.000
268.0	3.000	269.5	3.000	269.0	3.000	268.5	3.000
266.0	3.000	267.5	3.000	267.0	3.000	266.5	3.000
266.0	3.000	265.5	3.000	265.0	3.000	264.5	3.000

264.0	3.000	263.5	3.000	263.0	3.000	262.5	3.000
262.0	3.000	261.5	3.000	261.0	3.000	260.5	3.000
260.0	3.000	259.5	3.000	259.0	3.000	258.5	3.000
258.0	3.000	257.5	3.000	257.0	3.000	256.5	3.000
256.0	3.000	255.5	3.000	255.0	3.000	254.5	3.000
254.0	3.000	253.5	3.000	253.0	3.000	252.5	3.000
252.0	3.000	251.5	3.000	251.0	3.000	250.5	3.000
250.0	3.000	249.5	3.000	249.0	3.000	248.5	3.000
248.0	3.000	247.5	3.000	247.0	3.000	246.5	3.000
246.0	3.000	245.5	3.000	245.0	3.000	244.5	3.000
244.0	3.000	243.5	3.000	243.0	3.000	242.5	3.000
242.0	3.000	241.5	3.000	241.0	3.000	240.5	3.000
240.0	3.000	239.5	3.000	239.0	3.000	238.5	3.000
238.0	3.000	237.5	3.000	237.0	3.000	236.5	3.000
236.0	3.000	235.5	3.000	235.0	3.000	234.5	3.000
234.0	3.000	233.5	3.000	233.0	3.000	232.5	3.000
232.0	3.000	231.5	3.000	231.0	3.000	230.5	3.000
230.0	3.000	229.5	3.000	229.0	3.000	228.5	3.000
228.0	3.000	227.5	3.000	227.0	3.000	226.5	3.000
226.0	3.000	225.5	3.000	225.0	3.000	224.5	3.000
224.0	3.000	223.5	3.000	223.0	3.000	222.5	3.000
222.0	3.000	221.5	3.000	221.0	3.000	220.5	3.000
220.0	3.000	219.5	3.000	219.0	3.000	218.5	3.000
218.0	3.000	217.5	3.000	217.0	3.000	216.5	3.000
216.0	3.000	215.5	3.000	215.0	3.000	214.5	3.000
214.0	3.000	213.5	3.000	213.0	3.000	212.5	3.000
212.0	3.000	211.5	3.000	211.0	3.000	210.5	3.000
210.0	3.000	209.5	3.000	209.0	3.000	208.5	3.000
208.0	3.000	207.5	3.000	207.0	3.000	206.5	3.000
206.0	3.000	205.5	3.000	205.0	3.000	204.5	3.000
204.0	3.000	203.5	3.000	203.0	3.000	202.5	3.000
202.0	3.000	201.5	3.000	201.0	3.000	200.5	3.000
200.0	3.000						

Lampiran 12. 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
1,47	0.202	0.087	43.07
3,21	0.202	0.1512	74.85
5,12	0.2018	0.162	80.28
7,09	0.2008	0.1611	80.23
9,37	0.201	0.1741	86.67
11,05	0.201	0.1721	86.01
13,16	0.2005	0.1623	80.94

Rumus :

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

Lampiran 13. Tabel Interaksi Asam Humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* terhadap variasi pH.

pH	CAwal(ppm)	CTeradsorp (ppm)	Csisa (ppm)
0	0	0	0
3.011	15	5.234375	9.765625
5.138	15	12.093023	2.9069775
7.246	15	11.264368	3.7356325
9.075	15	11.73913	3.26087
11.007	15	10.212765	4.787235
12	15	9.212765	5.787235
22.997	15	8.27957	6.72043

Lampiran 14. Tabel Interaksi Asam Humat oleh *Mg/Al-Fe Hydrotalcite* terhadap variasi waktu.

a. Tabel Kinetika Orde satu Santosa dan Muzakky

t (s)	CA0(mol/L)	CA (mol/L)	CA0/CA(mol/L)	ln(CA0/CA(mol/L))	ln(CA0/CA/A(mol/L))	t/CA
0	2.53E-05	2.43E-05	1.041135	0.040312	1658.239	0
5	2.53E-05	1.75E-05	1.45	0.371564	21286.73	286448
20	2.53E-05	1.67E-05	1.513043	0.414123	24756.47	1195609
30	2.53E-05	1.60E-05	1.581818	0.458575	28659.9	1874933
120	2.53E-05	1.45E-05	1.74	0.553885	38078.23	8249704
180	2.53E-05	1.26E-05	2.016	0.701115	55845.46	14337416
360	2.53E-05	5.02E-06	5.04	1.617406	322075.3	71687081
380	2.53E-05	4.36E-06	5.8	1.757858	402828	87080206

Persamaan garis lurus $y = 225,96x - 2E+06$

Maka, $k_{1A} = 225.96 \text{ s}^{-1}$

$K = 2E+06$

$k_{-1A} = k_{1A}/K = 11.3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$

a. Tabel Kinetika Orde satu umum

t (s)	CA0 (mol/L)	CA (mol/L)	CA/CA0 (mol/L)	ln(CA/CA0 (mol/L))
0	0.00002531	0.00002531	1	0
5	0.00002531	1.74552E-05	0.689655168	-0.371563563
20	0.00002531	1.67279E-05	0.660919536	-0.414123178
30	0.00002531	1.60006E-05	0.632183904	-0.45857494
120	0.00002531	1.4546E-05	0.57471264	-0.55388512
180	0.00002531	1.25546E-05	0.496031743	-0.701115357
360	0.00002531	5.02183E-06	0.198412697	-1.617406089
380	0.00002531	4.36379E-06	0.172413792	-1.757857924

Persamaan garis lurus $y = -0,0036x - 0,271$

Konstanta laju reaksi (k)

$-k = -0.0036 \text{ s}^{-1}$

$$K = 0.27$$

$$K_{-1A} = 0.013 \text{ s}^{-1}$$

Tabel 15. Tabel Kesalahan konsentrasi sebagai fungsi transmiansi dan absorbansi untuk model-model yang tidak tentu (Skoog, 1985)

Transmiansi (T)	Absorbansi (A)	Kesalahan Realtif , $\sigma_c/C \times 100$ untuk σ_T yang sesuai		
		K_1	K_2T	$K_3 (T^2 + T)^{1/2}$
0.95	0.022	± 8.2	± 25.3	± 8.4
0.9	0.046	± 3.2	± 12.3	± 4.1
0.8	0.087	± 1.7	± 5.8	± 2
0.6	0.222	± 0.98	± 2.5	± 0.96
0.4	0.398	± 0.82	± 1.4	± 0.61
0.2	0.699	± 0.93	± 0.81	± 0.46
0.1	1	± 1.3	± 0.56	± 0.43
0.032	1.5	± 2.7	± 0.38	± 0.5
0.01	2	± 6.5	± 0.28	± 0.65
0.0032	2.5	± 10.3	± 0.23	± 0.92
0.001	3	± 43.3	± 0.19	± 1.4



