

**MODIFIKASI MAGNETIT ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) PADA ASAM HUMAT HASIL  
ISOLASI TANAH GAMBUT SUMATERA SEBAGAI ADSORBEN ZAT  
WARNA *NAPHTOL BLUE B***

**Skripsi**

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



**Erni Yunita  
14630036**

**PROGAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2018**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : B.809/Un.02/DST/PP.05.3/07/2018

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Modifikasi Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Sumatera Sebagai Adsorben Zat Warna *Naphthol Blue B*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
 Nama : Erni Yunita  
 NIM : 14630036  
 Telah dimunaqasyahkan pada : 16 Juli 2018  
 Nilai Munaqasyah : A  
 Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**


Ketua Sidang

  
 Dr. Maya Rahmayanti, M.Si.  
 NIP.19810627 200604 2 003

Penguji I

  
 Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.  
 NIP. 19760621 199903 2 005


Penguji II

  
 Didik Krisdiyanto, M.Sc.  
 NIP. 19811111 201101 1 007

Yogyakarta, 25 Juli 2018

UIN Sunan Kalijaga  
 Fakultas Sains dan Teknologi  
 Dejen



  
 Dr. Nurono, M.Si.  
 NIP. 19691212 200003 1 001

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Erni Yunita  
NIM : 14630036  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya ini adalah asli hasil penelitian peneliti sendiri dan bukan plagiasi karya orang lain kecuali bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Yogyakarta, April 2018



Erni Yunita  
NIM. 14630036



## MOTTO

**Dari sahabat Abi Shirmah radhiyallahu Ta’ala ‘anhu berkata, Rasulullah Shallallahu ‘alaihi wa allam bersabda:**

*“Barangsiapa yang memberikan kemudharatan kepada seorang muslim, maka Allah akan memberi kemudharatan kepadanya, barangsiapa yang merepotkan (menyusahkan) seorang muslim maka Allah akan menyusahkan dia.”*



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



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahNya sehingga penyusunan Skripsi dengan judul “**MODIFIKASI MAGNETIT (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) PADA ASAM HUMAT HASIL ISOLASI TANAH GAMBUT SUMATERA SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA NAPHTOL BLUE B**” ini dapat diselesaikan dengan tiada halangan suatu apapun.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, dorongan serta bantuan baik mental maupun fisik sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Ucapan terimakasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Drs. Yudian Wahyudi Ph.D, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga (UIN) Yogyakarta
2. Dr. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
4. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, kritik serta saran sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik
5. Bapak Sukarji, Ibu Sarmini selaku orangtua penulis yang selalu memberikan dukungan, bimbingan serta pengorbanannya sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan hingga jenjang strata 1 ini

6. Kakak Juparno Hatta, S.Sos yang selalu menemani di saat senang maupun susah
7. Simbah Sutirah, almarhum simbah Saiman, simbah Silam, almarhum simbah Poijo, adek Edi serta keluarga besar penulis
8. Teman-teman sebimbangan (Feni, Citra, Indah, Rafida, dan Nisvi) yang selalu memberikan semangat, dukungan serta tempat berkeluh kesah saya
9. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan saya Caem Kimia14 serta semua pihak yang terlibat.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran masih sangat diperlukan dalam tulisan ini. Semoga hasil tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan .

Yogyakarta, April 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
ABSTRAK .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	6
C. Rumusan Masalah .....	6
D. Tujuan Penelitian .....	7
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	8
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Landasan Teori.....	10
a) Zat Warna .....	10
b) Magnetit .....	12
c) Sintesis Magnetit .....	13
d) Asam Humat .....	14
e) Asam Humat sebagai Adsorben .....	17
f) Adsorpsi .....	17
g) Kinetika Adsorpsi .....	18



h) Isoterm Adsorpsi.....	19
i) <i>X-ray diffraction</i> (XRD).....	20
j) Spektroskopi UV-Vis.....	22
k) FTIR.....	23
C. Hipotesis Penelitian.....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
B. Alat-alat Penelitian.....	27
C. Bahan Penelitian.....	27
D. Cara Kerja Penelitian.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
A. Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat (AH) .....	32
B. Sintesis dan Karakterisasi magnetit-asam humat ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ ) .....	34
C. Penentuan Kandungan Gugus Fungsional Asam Humat (AH) dan Magnetit-Asam Humat ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ ) .....	38
D. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan <i>naphthol blue b</i> .....	40
E. Penentuan pH Optimum Adsorpsi Zat Warna <i>naphthol blue b</i> .....	42
F. Penentuan Kinetika Adsorpsi.....	44
G. Penentuan Isotherm Adsorpsi .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>51</b>
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Reaksi pembentukan garam natrium naftolat .....	11
Gambar II. 2 Reaksi pembentukan pewarna <i>naphtol blue b</i> .....	12
Gambar II.3 Struktur molekul pewarna <i>naphtol blue b</i> .....	12
Gambar II. 4 Struktur hipotetik asam humat menurut Fuch .....	15
Gambar II. 5 Prinsip dasar penggunaan difraksi sinar-X.....	20
Gambar IV. 1 Spektra IR asam humat .....	33
Gambar IV. 2 Spektra IR Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH .....	36
Gambar IV. 3 Interaksi magnetit dengan asam humat.....	36
Gambar IV. 4 Difraktogram Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH .....	38
Gambar IV. 5 Spektra UV-Vis larutan <i>naphtol blue b</i> .....	41
Gambar IV. 6 Grafik hubungan konsentrasi Vs absorbansi larutan <i>naphtol blue b</i> .....	41
Gambar IV.7 Grafik hubungan % daya adsorp Vs pH .....	43
Gambar IV. 8 Interaksi adsorben dengan zat warna <i>naphtol blue b</i> .....	43
Gambar IV. 9 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi zat warna <i>naphtol blue b</i> .....	45
Gambar IV. 10 Grafik model kinetika adsorpsi a. Orde satu semu menurut Lagergren dan b. Orde dua menurut Ho.....	47
Gambar IV. 11 Grafik model kinetika adsorpsi menurut Santosa.....	48
Gambar IV. 12 Grafik isoterm a. Langmuir dan b. Freundlich.....	50

**DAFTAR TABEL**

Tabel III. 1 Komposisi pembuatan larutan standar <i>naphtol blue b</i> .....	31
Tabel IV. 1 Nilai perbandingan gugus fungsional AH dan Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH.....	39
Tabel IV. 2 Nilai perbandingan model kinetika adsorpsi .....	47
Tabel IV. 3 Kemampuan adsorben Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH dalam mengadsorp zat warna	49
Tabel IV. 4 Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH .....	50



## **Modifikasi Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Sumatera sebagai Adsorben Zat Warna *Naphtol blue b***

Oleh:  
**Erni Yunita**

### **ABSTRAK**

Magnetit-asam humat ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ ) telah disintesis menggunakan metode kopresipitasi dengan NaOH sebagai agen pengendap. Asam humat diisolasi dari tanah gambut Sumatera menggunakan metode ekstraksi alkali dan berhasil dilapiskan pada permukaan magnetit. Karakterisasi FTIR mengindikasikan bahwa telah terjadi ikatan Fe-O yang ditandai dengan munculnya serapan pada panjang gelombang  $586,36\text{ cm}^{-1}$ . Magnetit-asam humat digunakan sebagai adsorben zat warna *naphtol blue b*. Adsorpsi zat warna *naphtol blue b* digunakan untuk mempelajari optimasi pH, penentuan kinetika adsorpsi dan isoterm adsorpsi. Berdasarkan hasil penelitian, optimasi pH larutan zat warna *naphtol blue b* optimum pada pH 6. Penentuan konstanta laju reaksi diperlukan dalam mempelajari kinetika adsorpsi. Berdasarkan hasil penelitian, adsorpsi zat warna *naphtol blue b* oleh adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  mengikuti model kinetika adsorpsi orde dua menurut Ho dengan konstanta laju reaksi sebesar  $26,43\text{ g mol}^{-1}\text{ menit}^{-1}$ . Adsorpsi zat warna *naphtol blue b* pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  mengikuti model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar  $2,30\text{ mmol g}^{-1}$  yang artinya setiap 1 gram adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  akan mengadsorpsi zat warna *naphtol blue b* sebesar  $2,30\text{ mmol}$  dengan energi potensial sebesar  $23,02\text{ kJ mol}^{-1}$ .

**Kata kunci:** *asam humat, magnetit,  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ , adsorpsi, zat warna *naphtol blue b**

**Modification of Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) on Humic Acid Isolation Result of Peat soil of Sumatera as Adsorben Substance Color of *Naphtol blue b***

By:  
**Erni Yunita**

### **ABSTRACT**

Magnetite-humic acid ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ ) has been synthesized by a coprecipitation method using sodium hydroxide. The humic acid was extracted from Sumatran peat soil and successfully coated onto the surface of magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). FTIR characterization indicates that there has been Fe-O bond which is characterized by the appearance of absorption at  $586,36\text{ cm}^{-1}$  wavelength. Magnetite-humic acid is used as a *naphtol blue b* dye adsorbent. *Naphtol blue b* dye adsorption was used to study pH optimization, determination of adsorption kinetics and adsorption isotherm. Based on the result of research, optimization of pH of optimum *naphtol blue b* dye solution at pH 6. Determination of reaction

rate constant is needed in studying adsorption kinetics. Based on the results of the research, the adsorption of naphthol blue b dye by  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  adsorbent follows the second order adsorption kinetics model according to Ho with the reaction rate constant of  $26,43 \text{ g mol}^{-1} \text{ minute}^{-1}$ . The adsorption of naphthol blue b dye on  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  follows Langmuir's isotherm model with adsorption capacity of  $2.30 \text{ mmol g}^{-1}$  which means that every 1 gram of  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  adsorbent will adsorb naphthol blue b dye by 2.30 mmol with a potential energy of  $23.02 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

**Keyword:** *humic acid, magnetite,  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ , adsorption, naphthol blue b dye*



# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang**

Seni kerajinan batik sudah dikenal kalangan masyarakat sejak jaman penjajahan Belanda bahkan sejak Nusantara masih dalam bentuk kerajaan Hindu maupun Budha. Batik telah mendunia sejak ditetapkan sebagai warisan dunia oleh UNESCO pada bulan Oktober 2009. Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota wisata yang terkenal dengan batik khasnya. Batik Jogja merupakan bagian dari perkembangan sejarah di Jawa Tengah yang telah mengalami perkembangan dalam hal coraknya. Seiring berjalannya waktu, kain batik tidak hanya digunakan oleh keluarga keraton, namun juga mulai digunakan oleh kalangan masyarakat biasa. Industri-industri batik di kota Yogyakarta mulai berdiri dan menjadi mata pencaharian masyarakat yang tidak hanya menimbulkan efek positif tetapi juga menimbulkan efek negatif.

Dilansir dalam Meryana (2011) berdasarkan data Kementerian Perindustrian, konsumen batik dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Tahun 2010 konsumen batik mencapai 72,86 juta orang. Peningkatan jumlah konsumen juga akan meningkatkan jumlah industrinya, sehingga menimbulkan persoalan-persoalan lingkungan seperti penambahan jumlah limbah berupa cair, *sludge* maupun gas. Limbah tersebut mengandung bahan kimia berbahaya dan beracun, salah satunya yaitu logam berat dan zat warna sintetis. Jenis limbah yang dihasilkan dari industri batik diantaranya yaitu limbah hasil proses perendaman dan pengentalan, limbah proses pengkajian tipis, limbah proses pewarnaan,

limbah proses pelepasan malam dan limbah hasil proses penyempurnaan. Dari berbagai proses tersebut, limbah hasil proses pewarnaan merupakan proses yang sangat dikhawatirkan karena dalam proses tersebut melibatkan berbagai senyawa kimia yang mengandung senyawa organik dan logam berat yang sukar larut dalam air. Berdasarkan strukturnya, zat warna dibedakan menjadi zat warna *nitroso*, *nitro*, *stilben*, *difenil metana*, *akridin*, *kinolin*, *indigoida*, *aminokinon*, *anin* dan *indofenol*, sedangkan berdasarkan sifat zatnya dibedakan menjadi zat warna asam, basa, *disperse*, *direct* dan lain-lain (Al-Kdasi, 2004). Zat warna yang digunakan dalam industri batik misalnya *remazol black*, *golden* dan *yellow*, *methylen blue*, *methylen orange*, *naphtol*, *indigosol* dan lainnya. Jenis zat warna yang paling banyak digunakan dalam industri batik salah satunya yaitu *naphtol blue b*. Senyawa ini sangat stabil sehingga sangat sulit untuk terdegradasi (terurai) di alam dan berbahaya bagi lingkungan karena dalam konsentrasi tinggi dapat menaikkan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Hal ini tentu saja dapat merusak keseimbangan ekosistem lingkungan yang ditandai dengan matinya organisme kehidupan diperairan di sekitar lokasi pembuangan limbah sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar limbah batik aman bagi lingkungan sekitar.

Limbah dengan kontaminan zat warna sintesis yang berada di dalam air harus dihilangkan terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam badan air. Zat warna didalam air akan menghambat fotosintesis, menghambat pertumbuhan biota dan bahkan juga memiliki kecenderungan sebagai bahan toksik bagi ikan atau organisme lainnya (Peng *et al.* 2012).

Pengolahan limbah cair khususnya pada limbah batik dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya adsorpsi, biodegradasi, koagulasi serta metode kimia seperti klorinasi dan ozonisasi, namun dari berbagai metode tersebut memiliki beberapa kelemahan diantaranya yaitu biaya yang tinggi atau menghasilkannya efek samping yang justru menambah polutan baru. Metode yang dapat digunakan dalam memurnikan limbah cair khususnya limbah batik dapat dilakukan dengan metode adsorpsi, presipitasi, evaporasi, ekstraksi pelarut, pertukaran ion dan *reverse osmosis* (Putra *et al.* 2014). Adsorpsi yaitu proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antar molekul atau interaksi kimia atau akibat medan gaya pada permukaan padatan adsorben yang menarik molekul gas atau uap dan cairan.

Adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling banyak dikembangkan untuk menghilangkan zat pencemar. (Rachmawati, 2016). Metode adsorpsi dapat menurunkan kadar logam dalam limbah cair dengan cara menyerap logam-logam tersebut ke dalam permukaan adsorbennya (Putra *et al.* 2014). Metode adsorpsi umumnya berdasarkan interaksi logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pembentukan kompleks. Adsorpsi ini biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya akan gugus fungsional seperti  $-OH$ ,  $-NH$ ,  $-SH$  dan  $-COOH$  (Rahmawati dan Sri, 2012). Secara struktur asam humat memiliki gugus fungsional  $-OH$  dan  $-COOH$  sehingga dimungkinkan asam humat dapat digunakan sebagai adsorben. Faktor penting yang dapat mempengaruhi tingkat penyerapan adsorpsi diantaranya karakteristik adsorben, pH larutan, waktu pengadukan, temperatur dan ukuran adsorben (Andreas dan



M.Ali, 2004). Beberapa adsorben lain seperti arang aktif, zeolite, bentonit dan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  juga dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki partikel yang bersifat magnetit (Putra *et al.* 2014).

Asam humat (AH) merupakan makromolekul dengan struktur yang kompleks dengan gugus fungsional yang melimpah terutama gugus  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$  fenolat,  $-\text{OH}$  alkoholat, enolat dan  $-\text{C}=\text{O}$  (Koesnarpadi dan Daniel, 2014). Dengan gugus fungsional inilah asam humat akan mengadsorpsi bahan organik maupun bahan anorganik dengan cara interaksi pada kation logamnya. Berdasarkan keberadaan senyawa humat yang heterogen, interaksi kation logam dengan senyawa humat terjadi pada sejumlah besar sisi aktif, dengan afinitas yang berbeda (Rahmawati dan Sri, 2012).

Adsorben magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) merupakan jenis adsorben berskala nanopartikel dengan morfologi permukaan yang teratur serta memiliki sifat kemagnetan yang baik (Koesnarpadi dan Daniel, 2014). Nanopartikel magnetit memiliki ukuran, sifat fisik yang unik dan dapat diaplikasikan pada biomedis, bioteknologi, ilmu material, teknik dan lingkungan (Koesnarpadi *et al.* 2015). Aplikasi dalam lingkungan yakni dapat menghilangkan kontaminan warna dalam air, karena dapat dengan mudah mengikat warna dalam air (Zhang *et al.* 2013). Kelebihan lain seperti permukaannya luas, memiliki kapasitas adsorpsi yang besar untuk menghilangkan logam-logam berat serta mudah dalam proses pemisahan logam berat karena dapat ditarik medan magnet luar (Shen *et al.* 2009). Namun kelemahan adsorben ini adalah mudah teroksidasi dan mengalami penggumpalan dalam sistem larutan berair (Koesnarpadi dan Daniel, 2014). Sintesis magnetit

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, diantaranya yaitu sol gel, solvothermal, sonokimia dan *Chemical Vapor Deposition* (CVD) atau dengan menggunakan metode tradisional misalnya kopresipitasi. Proses hidrotermal atau solvothermal dapat menghasilkan kristal yang lebih banyak dengan kemurnian yang tinggi namun dibutuhkan temperatur dan tekanan yang tinggi (Kumari *et al.* 2015) sedangkan pada metode kopresipitasi yaitu metode yang didasarkan pada pengendapan. Keuntungan dari metode kopresipitasi yaitu prosesnya menggunakan suhu rendah dan mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lebih singkat.

Asam humat yang merupakan senyawa makromolekul dan senyawa yang kaya akan gugus  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}$ ,  $-\text{SH}$  dan  $-\text{COOH}$  dilapiskan pada senyawa nanopartikel magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  agar didapatkan senyawa nanopartikel yang mengandung gugus-gugus aktif tersebut dengan luas permukaan yang lebih besar dan memiliki sifat magnetik. Modifikasi pada sisi aktif magnetit ini difungsikan untuk meminimalkan oksidasi pada magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Pelapisan AH pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dapat bersifat menstabilkan sisi aktif permukaan, meningkatkan kapasitas adsorpsi serta tidak mengalami penggumpalan pada range pH yang lebar, kestabilan interaksi AH dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  disebabkan karena adanya efek elektrostatik dan interaksi sterik (Koesnarpadi dan Daniel, 2014).

Interaksi asam humat terjadi pada sebagian besar sisi aktifnya, maka dalam penelitian ini peneliti akan memodifikasi asam humat yang merupakan senyawa makromolekul dengan nanopartikel magnetit serta modifikasi magnetit ini bertujuan untuk ekstraksi fasa padatnya. Asam humat diharapkan akan menempel

pada nanopartikel magnetit sehingga dihasilkan asam humat modifikasi magnetit dengan luas permukaan yang lebih besar dan memiliki sifat magnetik. Metode sintesis magnetit yang akan digunakan yaitu metode kopresipitasi dengan menjaga pH dari larutan basa yang akan diaplikasikan dalam penurunan kadar zat warna *naphtol blue b*.

### **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan dalam sintesis magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) adalah metode kopresipitasi
2. Perbandingan mol sintesis magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) metode kopresipitasi adalah 2:1
3. Isolasi asam humat diperoleh dari tanah gambut Sumatera dengan menggunakan metode ekstraksi
4. Uji stabilitas asam humat termodifikasi magnetit dibatasi pada pH 2-8, waktu kontak selama 3-15 menit dan konsentrasi 150-500 ppm.

### **C. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakterisasi asam humat termodifikasi magnetit ?
2. Bagaimana pengaruh pH, waktu kontak, dan konsentrasi zat warna *naphtol blue b* terhadap kemampuan adsorpsinya pada asam humat termodifikasi magnetit?
3. Bagaimana kapasitas adsorpsi asam humat termodifikasi magnetit dalam penurunan kadar zat warna *naphtol blue b*?

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

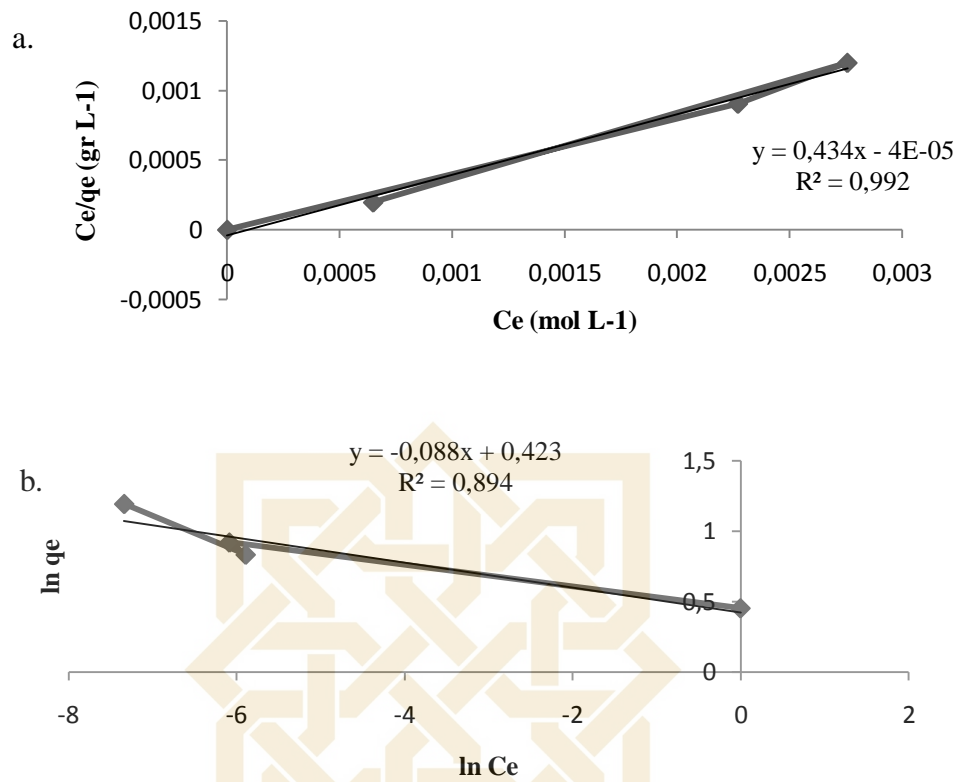
Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari karakteristik asam humat termodifikasi magnetit.
2. Mempelajari pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi zat warna *naphtol blue b* terhadap kemampuan adsorpsi pada asam humat termodifikasi magnetit.
3. Mempelajari kapasitas adsorpsi asam humat termodifikasi magnetit dalam penurunan kadar zat warna *naphtol blue b*.

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

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Memberikan informasi mengenai daya serap nanopartikel magnetit terlapisi asam humat dalam penurunan kadar zat warna *naphtol blue b*
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik asam humat dan nanopartikel magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi dalam penurunan kadar zat warna *naphtol blue b*



Gambar IV. 12 Grafik Isotherm a. Langmuir, dan b. Freundlich

**Tabel IV. 4 Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH**

$q_{\max}$ (mmolg <sup>-1</sup> )	Langmuir			Freundlich		
	$K_L$ (L mol <sup>-1</sup> )	$E$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$R^2$	$K_f$	$n$	$R^2$
2,30	10850	23,02	0,992	2,65	-11,36	0,894

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Isolasi asam humat dan sintesis magnetit-asam humat telah berhasil dilakukan menggunakan metode kopresipitasi. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR mengindikasikan bahwa telah terjadi ikatan Fe-O antara asam humat dengan permukaan magnetit yang ditandai dengan munculnya serapan pada panjang gelombang  $586,36 \text{ cm}^{-1}$ . Berdasarkan pada karakterisasi menggunakan XRD, keberhasilan sintesis magnetit-asam humat ditunjukkan dengan munculnya puncak karakteristik dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang sesuai dengan database pada JCPDS Card #19-629, serta adanya senyawa humat ditunjukkan adanya *peak medium* dengan intensitas sedang.
2. Kemampuan adsorpsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH pada zat warna *naphtol blue b* sangat dipengaruhi oleh kondisi pH karena pada berbagai kondisi, keadaan spesies dari adsorbat maupun adsorben memiliki karakteristik yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi maksimum dari zat warna *naphtol blue b* yaitu pada pH 6. Waktu kontak dalam hal ini juga berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi. Tujuan dari variasi waktu kontak ini yaitu untuk mengetahui konstanta laju reaksi dari adsorbat, karena dalam mempelajari kinetika adsorpsi penentuan nilai konstanta laju adsorpsi sangat penting. Berdasar hasil penelitian, adsorpsi zat warna *naphtol blue b* oleh adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH mengikuti model kinetika adsorpsi orde dua menurut Ho

dengan nilai konstanta laju reaksi sebesar  $26,427 \text{ g mol}^{-1} \text{ menit}^{-1}$ , dan adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  mengikuti model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar  $2,30 \text{ mmol g}^{-1}$  yang artinya setiap 1 gram adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  akan mengadsorpsi zat warna *naphthol blue b* sebesar  $2,30 \text{ mmol}$  dengan energi potensial sebesar  $23,02 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

3. Kapasitas adsorpsi magnetit-asam humat yaiu sebesar  $2,30 \text{ mmol g}^{-1}$ .

## B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian, maka penulis merekomendasikan berupa saran-saran sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kapasitas desorpsi atau regenerasi dari adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$
2. Diperlukan aplikasi langsung pada limbah batik dengan pewarna *naphthol blue b*

## DAFTAR PUSTAKA

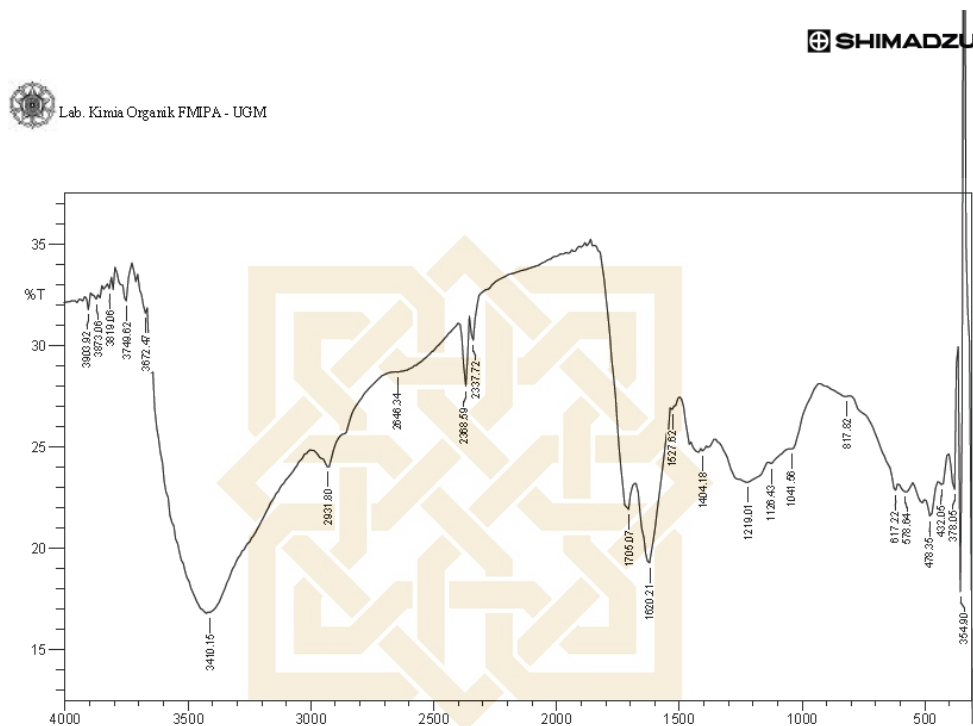
- Andreas, D. P dan M. Ali. 2004. Penurunan Kadar Besi oleh Media Zeolit Alam Ponorogo secara Kontinyu, *Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS*
- Atkins. P. W., 1999. *Kimia Fisika*. (diterjemahkan oleh: Kartahadiprojo Irma I) edisi ke-2. Jakarta: Erlangga
- Al-Kdasi, Adel., Azni Idris, Katayon Said, Chuah Teong Guan. 2004. Treatment of Textile Wastewater by Advanced Oxidation Processes-A Review. *Global Nest: the Int. J. Vol 6, No 3, pp 222-230*
- Chang, Q., Zhu, L., Luo, Z., Lei, M., Zhang, S., dan Tang H. 2011. Sono-Assisted Preparation of Magnetic Magnesium-Aluminium Layered Double Hydroxides and Their Application for Removing Fluoride, *Ultrason Sonochem. 18, 553-561*
- Chen, Fengxi, Shenglong Xie, Xuanlin Huang, Xinhong Qiu. 2016. Ionothermal Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetic Nanoparticles as Efficient Heterogeneous Fenton-like Catalyst for Degradation of Organic Pollutants with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, *G Model HAZMAT-17507; No of pages 11*
- Dana, E.S and Ford, W.E. 1971. *A Textbook of Mineralogy*, Ed 4, New York: John wiley & Sons. Inc.
- Dann, Ss. E., 2000. *Reaction and Characterization of Solids*. Cambridge:RSC
- Day, R.A. dan Underwood, A.L. 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Kelima* (Alih bahasa: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ph.D.). Jakarta : Penerbit Erlangga
- Fatimah, Is. 2013. *Kinetika Kimia*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Ferkous, Hamza., Slimane Merouani, Oualid Hamdaoui, Yacie Rezgui, Mileud Guemini. 2015. Comprehensive experimental and numerical investigations of the effect of frequency and acoustic intensity on the sonolytic degradation of naphthol blue black in water. *Ultrasonics Sonochemistry Vol:26, pages 30-39*
- Fitriani, Rizky Dwi. 2016. Degradasi Elektrokimia Zat Warna Naphtol blue black Menggunakan Elektroda Pasta Karbon Nanopori [Tesis]. Surabaya: Universitas Airlangga
- Giri, S.K., N. N. Das dan G. C. Pradhan. 2011. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles Using Waste Iron Ore Tailings for Adsorptive Removal of Dyes from Aqueous Solution. *Colloids and Surface A: Physicochem. Eng. Aspects 389(2011) 43-49*
- Hayes, M. B., dan Himes, F. L., 1986. Nature and Properties of Humus-Mineral Complexes. In: Interaction of soil Mineral with Natural Organics and



- Microbes (P. M. Huang dan M. Schnitzer), *Soil Sci. Soc Am. Special Publ.*, 17, *Soil Sci. Am. Madison, WI*:103-158
- Jha, M. K., V. Kumar, L. Maharaj, R. Singh. 2004. Studies on Leaching and Recycling of Zinc from Rayon Waste Sludge, *J. Ind. Eng. Chem. Res.* 43. 1284-1285
- Khopkar, S. M. 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press
- Koesnarpadi, Soerja., Sri Juari Santoso, Dwi Siswanta, Bambang Rusdiarso. 2015. Synthesis and Characterization of Magnetic Nanoparticles coated Humic Acid ( $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{HA}$ ), *Procedia Environmental Sciences* 30(2015) 103-108
- Koesnarpadi, Soerja dan Daniel Tarigan. 2014. Kinetika Adsorpsi Cr(VI) Menggunakan Adsorben Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan Magnetit terlapis Asam Humat ( $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AH}$ ). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2014*. ISBN: 978-602-19421-0-9
- Kumari, Madhu., Charles U. Pittman Jr., Dinesh Mohan. 2015. Heavy Metals [Chromium(VI) and Lead(II)] Removal from Water Using Mesoporous Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Nanospheres. *Journal of Colloid and Interface Science* S0021-9797(14)00661-4
- Kustomo. 2016. Sintesis Magnetit Terlapis Asam Humat ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ ) dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Kation (Metilen Biru) dan Anion (Metilen Orange) [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Laksono, Endang Widjajanti. 2009. *Kajian Penggunaan Adsorben sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Zat Pewarna Tekstil*. Jurdik Kimia, FMIPA, UNY
- Li, J. H., Hong, R. R., Li, H. Z. Ding J, Zheng Y dan Wei D. G. 2009. Simple Synthesis and Magnetic Properties of  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{BaSO}_4$  Multi-core/Shell Particles. *J. Matter. Chem.*, 113, 140-144
- Manahan, S. E. 2000. *Environmental Chemistry*. Seventh Edition, Willard Grant Press, Boston
- Putra, Dhafid Etana., Fitri Puji Astuti dan Edi Suharyadi. 2014. Studi Penurunan Kadar Logam (Fe) pada Limbah Bati dengan Sistem Purifikasi Menggunakan Adsorben Nanopartikel Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng dan DIY, Yogyakarta, 26 April 2014*
- Peng, Liang., Pufeng Qin, Ming Lei, Qingru Zeng, Huijuan Song, Jiao Yang. 2012. Modifying  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Nanoparticles with Humic Acid for Removal of Rhodamine b in Water, *Journal of Hazardous Materials* 209-210 (2012) 193-198
- Rahmawati, Atik. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat dari Tanah Gambut. *Jurnal Phenomeon Vol 2 No 1, November 2011*
- Rahmayanti, Maya. 2016. Imobilisasi Asam Salisilat, Asam Galat dan Asam Humat pada Magnetit serta Aplikasinya untuk Adsorpsi  $[\text{AuCl}_4]^-$  [Disertasi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Rahmayanti, Maya., Sri Juari Santosa, Sutano. 2016. Mechanims of Gold Recovery From Aqueous Solutions Using Gallic acid-modified Magnetite Particles Synthesized Via Recoverse Co-precipitation

- Method. *International Journal of ChemTech Research CODEN (USA): IJCRGG ISSN: 0974-4290 Vol.9, No.04 pp 446-452, 2016*
- Sagara. 2003. *Zat Warna Kompleks Logam*. Yogyakarta:Blog
- Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi edisi ketiga*. Yogyakarta:Liberty
- Shen, Y. F., J. Tang, Z. H. Nie, Y. D. Wang, Y. Ren dan L. Zuo. 2009. Preparation and Application of Magnetite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles for WasteWater Purification. *Separation and Purification Technology* 68 (2009) 312-319
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry:Genesis, Composition, Reactions*. New York:John Wiley & sons Inc
- Sururi, M. Rangga, Etih Hartarti, Reza Husyaeri. Studi Kinetika Proses NOM pada Air Permukaan dengan Zeolit dan Karbon Aktif. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan ISSN: 2085-1227 Vol. 1, No. 2, Juni 2009 Halaman 107-116*
- Tan, K. H. 1998. *Principles of Soil Chemistry Fourth Edition*. New York: CRC Press
- Triyono. 2013. *Keseimbangan Kimia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Vlack, Van L.H. 1995. *Ilmu dan Teknologi Bahan* (diterjemahkan oleh Djaprie, S., Edisi 5. Jakarta:UI-Press
- West, A. R. 1992. *Solid State Chemistry and Its Applications*. New York:John Wiley and Sons, Ltd
- Zhang, Xian., Panyue Zhang, Zhen Wu, Ling Zhang, Guangming Zeng, Chunjiao Zhou. 2013. Adsorption of Methylene Blue onto Humic Acid coated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles, *COLSUA-18119; No.of page 6*.

## Lampian 1. Spektra FTIR asam humat kotor



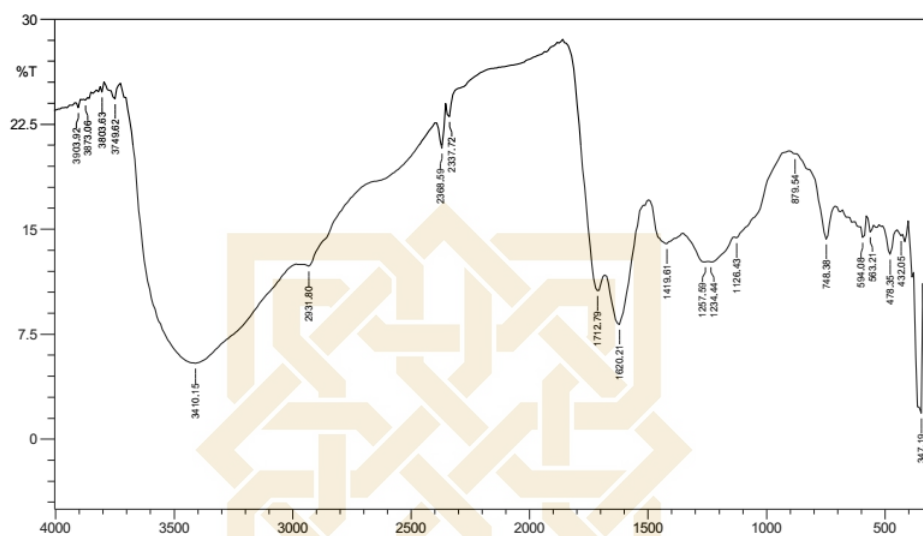
No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	300.9	5.492	21.065	316.33	293.18	20.335	6.963
2	354.9	17.855	22.638	362.62	339.47	11.85	4.564
3	378.05	22.888	4.918	401.19	362.62	23.109	1.266
4	432.05	23.122	0.589	447.49	401.19	28.996	0.248
5	478.35	21.573	1.066	493.78	447.49	30.182	0.515
6	578.64	22.759	0.391	601.79	547.78	34.556	0.253
7	617.22	22.847	0.484	802.39	609.51	114.595	-0.743
8	817.82	27.464	0.114	925.83	802.39	68.749	0.128
9	1041.56	24.87	0.407	1056.99	933.55	71.274	0.308
10	1126.43	24.157	0.133	1134.14	1056.99	47.082	0.07
11	1219.01	23.234	1.392	1350.17	1141.86	129.706	3.365
12	1404.18	24.795	0.14	1411.89	1388.75	13.985	0.032
13	1527.62	26.829	0.176	1535.34	1496.76	21.859	0.061
14	1620.21	19.261	5.355	1674.21	1535.34	91.059	7.604
15	1705.07	21.901	3.014	1836.23	1681.93	87.567	3.159
16	2337.72	30.24	1.306	2353.16	1982.82	176.585	0.287
17	2368.59	27.972	3.28	2391.73	2353.16	20.396	0.91
18	2646.34	28.668	0.086	2654.05	2399.45	134.608	1.094
19	2931.8	23.981	1.459	2985.81	2654.05	190.884	1.772
20	3410.15	16.82	12.326	3664.75	3001.24	451.609	85.527
21	3672.47	31.578	0.589	3703.33	3664.75	18.948	0.196
22	3749.62	32.184	1.796	3795.91	3726.47	33.328	0.748
23	3819.06	32.776	0.403	3826.77	3811.34	7.434	0.041
24	3749.62	32.27	0.384	3888.49	3849.92	18.836	0.13
25	3903.92	31.752	0.764	3919.35	3896.21	11.399	0.096

## Lampiran 2. Spektra IR asam humat murni

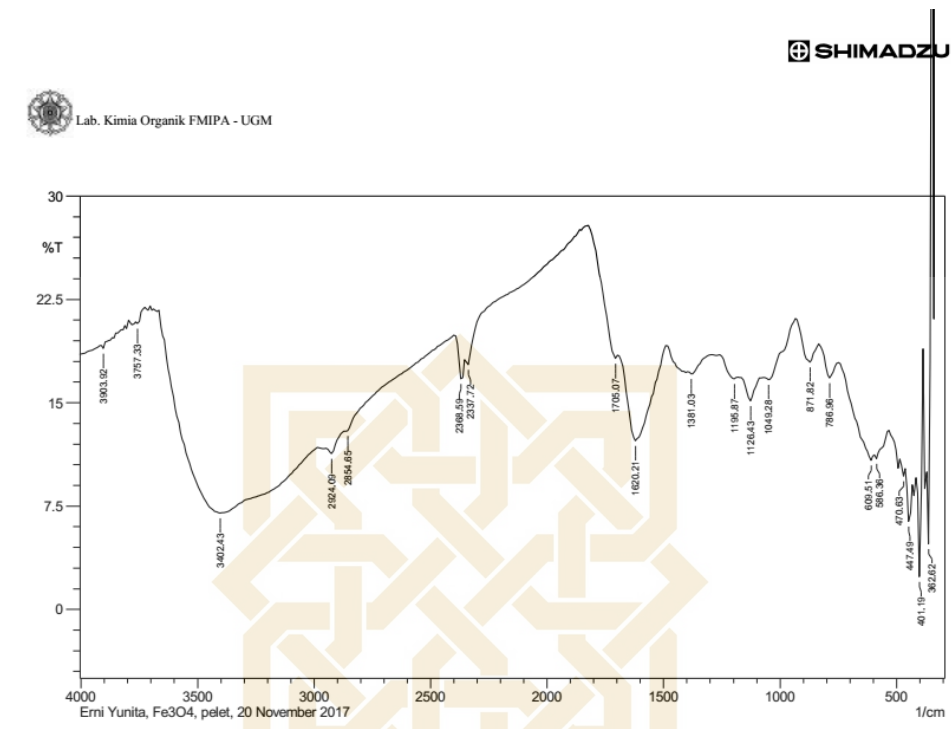
SHIMADZU



Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM



No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	300.9	1.249	1.06	331.76	293.18	64.696	3.321
2	347.19	1.837	9.833	401.19	339.47	76.593	21.666
3	432.05	14.517	0.203	447.49	424.34	19.296	0.072
4	478.35	13.183	1.818	524.64	455.2	58.504	1.396
5	563.21	14.784	0.823	578.64	547.78	25.191	0.293
6	594.08	14.397	1.407	624.94	578.64	38.097	0.918
7	748.38	14.288	3.23	871.82	709.8	122.706	3.429
8	879.54	20.364	0.056	902.69	871.82	21.28	0.021
9	1126.43	14.365	0.268	1134.14	902.69	176.023	1.344
10	1234.44	12.66	0.155	1242.16	1141.86	87.894	0.933
11	1257.59	12.664	0.178	1350.17	1249.87	87.397	0.491
12	1419.61	13.944	1.824	1489.05	1357.89	109.933	4.561
13	1620.21	8.181	5.11	1674.21	1496.76	164.044	14.088
14	1712.79	10.611	4.043	1859.38	1681.93	134.176	5.579
15	2337.72	23.023	1.071	2353.16	1867.09	280.658	0.411
16	2368.59	20.772	2.634	2391.73	2353.16	25.324	0.988
17	2931.8	12.363	0.389	2947.23	2399.45	413.19	0.3
18	3410.15	5.424	14.47	3726.47	2985.81	774.291	218.208
19	3749.62	24.311	1.132	3795.91	3726.47	41.873	0.615
20	3803.63	24.767	0.577	3811.34	3795.91	9.276	0.077
21	3873.06	24.2	0.185	3880.78	3849.92	18.896	0.086
22	3903.92	23.656	0.536	3919.35	3896.21	14.374	0.091

Lampiran 3. Spektra IR Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	362.62	4.74	13.45	385.76	354.9	31.86	9.1
2	401.19	2.35	9.58	408.91	385.76	26.39	6.94
3	447.49	6.38	3.6	462.92	416.62	50.53	3.85
4	470.63	10.2	0.31	532.35	462.92	66.33	0.8
5	586.36	10.92	0.54	594.08	540.07	50.16	0.7
6	609.51	10.82	1.06	748.38	594.08	133.19	2.22
7	786.96	16.8	1.58	825.53	756.1	52.44	1.34
8	871.82	17.92	2.07	925.83	833.25	67.12	2.5
9	1049.28	16.66	0.67	1064.71	933.55	96.29	1.23
10	1126.43	15.12	1.69	1165	1087.85	61.43	1.68
11	1195.87	16.74	0.42	1257.59	1180.44	58.72	0.56
12	1381.03	17.08	0.24	1388.75	1296.16	69.29	0.19
13	1620.21	12.22	6.42	1689.64	1489.05	164.41	18.69
14	1705.07	18.21	0.81	1820.8	1697.36	79.73	0.14
15	2337.72	17.77	0.62	2353.16	1828.52	327.97	0.16
16	2368.59	16.72	1.98	2399.45	2353.16	34.23	0.81
17	2854.65	12.93	0.12	2862.36	2399.45	358.09	0.02
18	2924.09	11.31	0.75	2947.23	2870.08	70.82	0.75
19	3402.43	6.98	10.86	3664.75	2985.81	691.61	149.37
20	3757.33	20.72	0.35	3765.05	3726.47	25.85	0.12
21	3903.92	18.94	0.43	3919.35	3795.91	86.63	0.61

## Lampiran 4. Penentuan gugus fungsional asam humat dan magnetit-asam humat

Asam humat

$$\text{Keasaman total} = \frac{(V_b - V_s) \times 0,1 \times 10^5}{\text{mg sampel}}$$

$$= \frac{(7,1 - 0) \times 0,1 \times 10^5}{100}$$

$$= 710 \text{ cmol kg}^{-1}$$

$$\text{Gugus } -\text{COOH} = \frac{(V_s - V_b) \times 0,1 \times 10^5}{\text{mg sampel}}$$

$$= \frac{(3,9 - 1,3) \times 0,1 \times 10^5}{100}$$

$$= 260 \text{ cmol kg}^{-1}$$

$$\text{Gugus } -\text{OH} = \text{Keasaman total} - \text{gugus } -\text{COOH}$$

$$= 710 \text{ cmol kg}^{-1} - 260 \text{ cmol kg}^{-1} = 450 \text{ cmol kg}^{-1}$$

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH

$$\text{Keasaman total} = \frac{(V_b - V_s) \times 0,1 \times 10^5}{\text{mg sampel}}$$

$$= \frac{(7,1 - 0) \times 0,1 \times 10^5}{100}$$

$$= 710 \text{ cmol kg}^{-1}$$

$$\text{Gugus } -\text{COOH} = \frac{(V_s - V_b) \times 0,1 \times 10^5}{\text{mg sampel}}$$

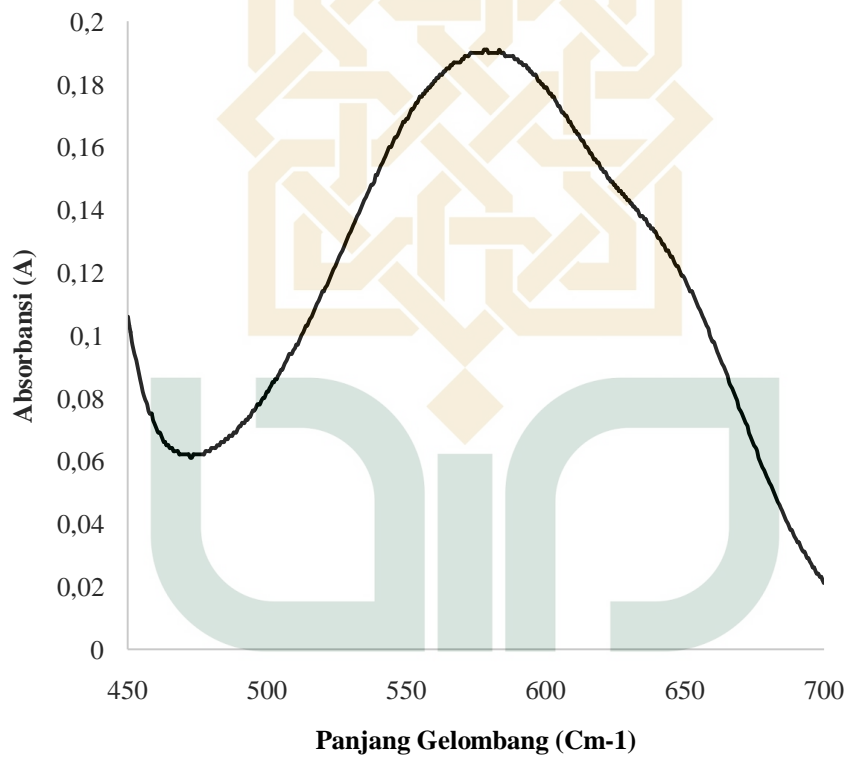
$$= \frac{(1,8-1,3) \times 0,1 \times 10^5}{100}$$

$$= 50 \text{ cmol kg}^{-1}$$

Gugus  $\text{-OH}$  = Keasaman total – gugus  $\text{-COOH}$

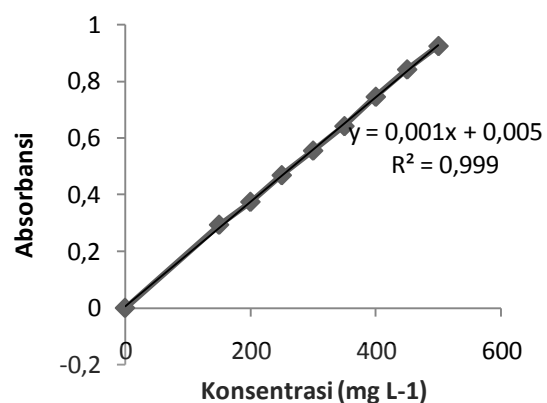
$$= 710 \text{ cmol kg}^{-1} - 50 \text{ cmol kg}^{-1} = 660 \text{ cmol kg}^{-1}$$

Lampiran 5. Penentuan panjang gelombang maksimum



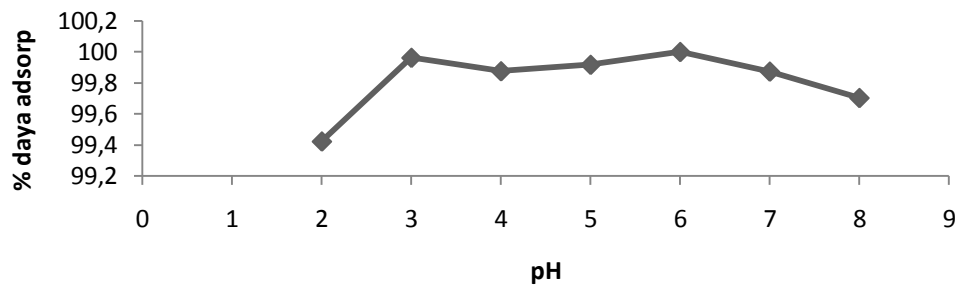
Lampiran 6. Kurva Standar *naphtol blue b*

Konsentrasi (mg L-1)	Absorbansi
0	-0,0006
150	0,2931
200	0,374
250	0,4681
300	0,5549
350	0,6414
400	0,7451
450	0,8417
500	0,9243

Grafik larutan standar *naphtol blue b*Lampiran 7. Data adsorpsi *naphtol blue b* pada berbagai pH

pH	A awal	Konsentrasi		Konsentrasi ( <i>naphtol blue b</i> ) teradsorp (mg L-1)	% teradsorpsi	
		( <i>naphtol blue b</i> ) awal (mg L-1)	A akhir			( <i>naphtol blue b</i> ) akhir (mg L-1)
1	1,1290	1124,0	0,0068	2,3	1121,7	99,7954
2	1,0120	1007,0	0,0103	5,8	1001,2	99,4240
3	1,0700	1065,0	0,0049	0,4	1064,6	99,9624
4	1,4557	1450,7	0,0063	1,8	1448,9	99,8759
5	1,5769	1571,9	0,0058	1,3	1570,6	99,9173
6	1,5426	1537,6	0,0045	0,0	1537,6	100,0000
7	1,4296	1424,6	0,0063	1,8	1422,8	99,8736
8	1,8967	1891,7	0,0101	5,6	1886,1	99,7040

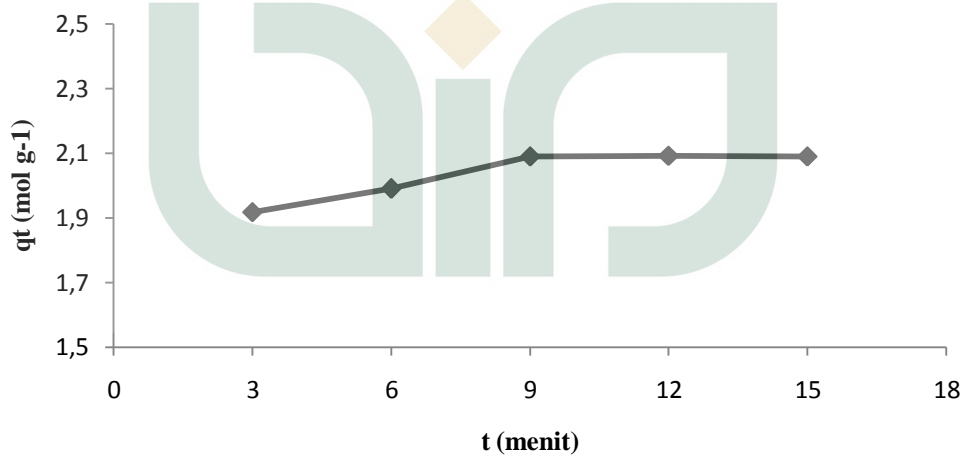




Grafik variasi pH

Lampiran 8. Pengaruh waktu kontak

t (menit)	m adsorben (gram)	V (L)	A awal	C awal (mg L-1)	C awal (mol L-1)	A akhir	C akhir (mg L-1)	C akhir (mol L-1)	C teradsorpsi (mol L-1)	C teradsorpsi (mol g-1) qt
3	0,0109	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	1,9167
6	0,0105	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	1,9897
9	0,0100	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	2,0892
12	0,0100	0,01	1,295	1290	2,0924	0,004	1	0,0016	2,0908	2,0908
15	0,0100	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	2,0892

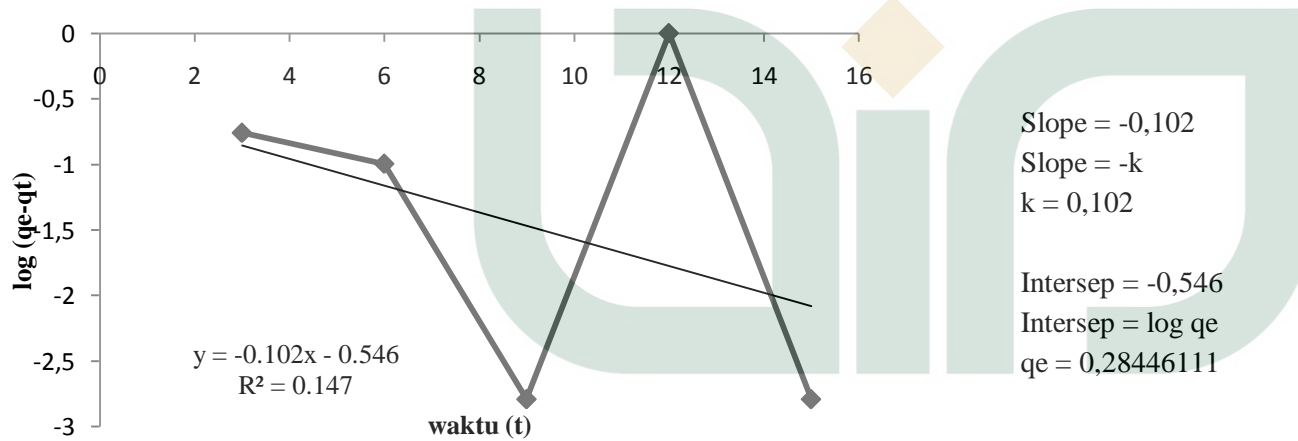


Grafik pengaruh waktu kontak

Lampiran 9. Penentuan kinetika adsorpsi

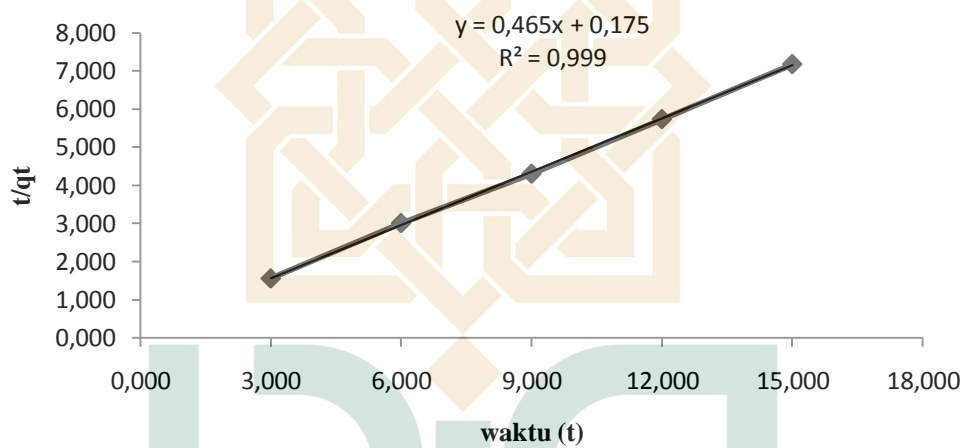
Kinetika adsorpsi orde satu semu menurut Lagergren

t (menit)	m adsorben (gram)	V (L)	A awal	C awal (mg L <sup>-1</sup> )	C awal (mol L <sup>-1</sup> )	A akhir	C akhir (mg L <sup>-1</sup> )	C akhir (mol L <sup>-1</sup> )	C teradsorpsi (mol L <sup>-1</sup> )	C teradsorpsi (mol g <sup>-1</sup> )	q <sub>e</sub>	q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub>	ln(q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub> )	log(q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub> )
3	0,0109	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	1,9167	2,0908	0,1741	-1,7479	-0,7591
6	0,0105	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	1,9897	2,0908	0,1011	-2,2915	-0,9952
9	0,01	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	2,0892	2,0908	0,0016	-6,4240	-2,7899
12	0,01	0,01	1,295	1290	2,0924	0,004	1	0,0016	2,0908	2,0908	2,0908	0	0	0
15	0,01	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	2,0892	2,0908	0,0016	-6,4240	-2,7899



Orde dua menurut Ho

t(m enit )	M adsorb en (gram)	V (L)	A awal	C awal (mg L-1)	C awal (mol L-1)	A akhir	C akhi r (mg L-1)	C akhir (mol L-1)	C terads orp (mol L-1)	C terads orpsi (mol g-1) qt	t/qt
3	0,0109	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	1,9167	1,565
6	0,0105	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	1,9897	3,015
9	0,01	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	2,0892	4,308
12	0,01	0,01	1,295	1290	2,0924	0,004	1	0,0016	2,0908	2,0908	5,739
15	0,01	0,01	1,295	1290	2,0924	0,005	2	0,0032	2,0892	2,0892	7,18

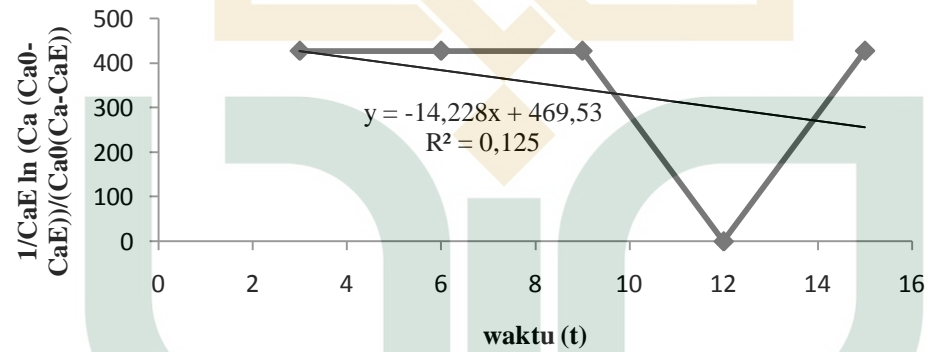


Slope = 0,465  
 Slope =  $1/q_e$   
 $q_e = 2,150537634$

Intersep = 0,175  
 Intersep =  $1/kq_e^2$   
 $k = 26,4274978$

Kinetika adsorpsi menurut Santosa

t (menit)	Ca0 (mol L-1)	Ca (mol L-1)	CaE (mol L-1)	1/CaE	Ca0-CaE	Ca (Ca0-CaE)	Ca-CaE	Ca0 (Ca-CaE)	Ca (Ca0-CaE)	ln (Ca (Ca0-CaE))/(Ca0 (Ca-CaE))	1/CaE ln (Ca (Ca0-CaE))/(Ca0 (Ca-CaE))
3	2,0924	0,0032	0,0016	616,5000	2,0908	0,0068	0,0016	0,0034	0,0068	0,6924	426,8471
6	2,0924	0,0032	0,0016	616,5000	2,0908	0,0068	0,0016	0,0034	0,0068	0,6924	426,8471
9	2,0924	0,0032	0,0016	616,5000	2,0908	0,0068	0,0016	0,0034	0,0068	0,6924	426,8471
12	2,0924	0,0016	0,0016	616,5000	2,0908	0,0034	0	0	0,0034	#DIV/0!	#DIV/0!
15	2,0924	0,0032	0,0016	616,5000	2,0908	0,0068	0,0016	0,0034	0,0068	0,6923	426,8471

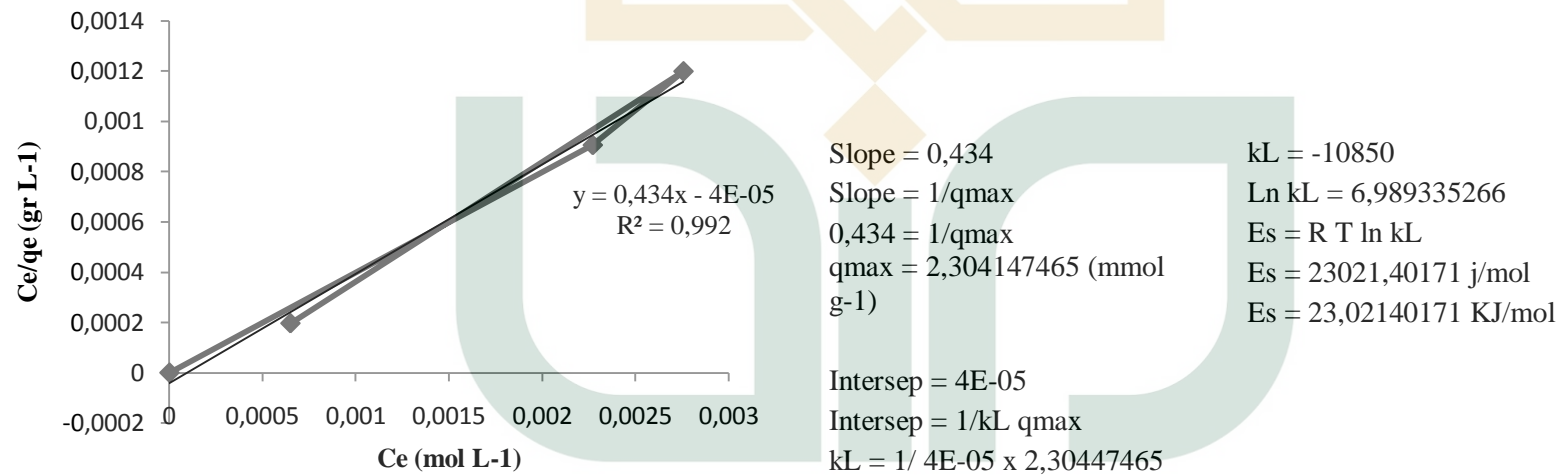


$K_s = -14,22 \text{ mol menit}^{-1}$

## Lampiran 10. Penentuan Isoterm adsorpsi

## Isoterm Langmuir

M adsorben (g)	V (L)	A awal	C awal (mg L <sup>-1</sup> )	C awal (mol L <sup>-1</sup> )	A akhir	C akhir (mg L <sup>-1</sup> )	C akhir (mol L <sup>-1</sup> ) Ce	C teradsorp (mol L <sup>-1</sup> )	C teradsorp (mol g <sup>-1</sup> ) qe	Ce/qe (g L <sup>-1</sup> )
0,0102	0,01	0,9932	988,2	1,6029	0,0017	0	0	1,6029	1,5715	0
0,0101	0,01	1,5677	1562,7	2,5348	0,0031	1,4	0,0023	2,5325	2,5074	0,0009
0,0106	0,01	1,5093	1504,3	2,4401	0,0034	1,7	0,0028	2,4373	2,2993	0,0012
0,0105	0,01	2,1407	2135,7	3,4642	0,0021	0,4	0,0006	3,4636	3,2986	0,0002



## Isoterm Freundlich

m adsorben (mg)	v (L)	A awal	c awal (mg L <sup>-1</sup> )	c awal (mol L <sup>-1</sup> )	A akhir	c akhir (mg L <sup>-1</sup> )	c akhir (mol L <sup>-1</sup> )	c teradsorp (mol L <sup>-1</sup> )	cteradsorp (mol g <sup>-1</sup> )	Ce/qe (gL <sup>-1</sup> )	ln Ce	ln qe
0,0102	0,01	0,9932	988,2	1,6029	0,0017	0	0	1,6029	1,5715	0	0	0,4520
0,0101	0,01	1,5677	1562,7	2,5348	0,0031	1,4	0,0023	2,5325	2,5074	0,0009	-6,0876	0,9193
0,0106	0,01	1,5093	1504,3	2,4401	0,0034	1,7	0,0028	2,4373	2,2993	0,0012	-5,8934	0,8326
0,0105	0,01	2,1407	2135,7	3,4642	0,0021	0,4	0,0006	3,4636	3,2986	0,0002	-7,3403	1,1935

