

**ADSORPSI ZAT WARNA INDIGOSOL *BLUE* O4B MENGGUNAKAN  
ASAM HUMAT TERMODIFIKASI MAGNETIT ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )**

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



**Rafida Ati Fauzi**  
**NIM. 14630032**

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



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : B.1249/Un.02/DST/PP.05.3/08/2018

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Zat Warna Indigosol *Blue* O4B Menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit ( $Fe_3O_4$ )

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Rafida Ati Fauzi  
NIM : 14630032  
Telah dimunaqasyahkan pada : 15 Agustus 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

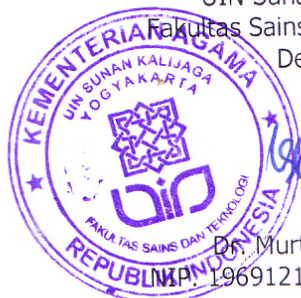
Penguji I

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

Penguji II

  
Karmanto, M.Sc.  
NIP. 19820504 200912 1 005

Yogyakarta, 24 Agustus 2018  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



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

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Rafida Ati Fauzi

NIM : 14630032

Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna Indogol Blue O4B Menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit ( $Fe_3O_4$ )

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

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 24 Agustus 2018

Pembimbing

  
Dr. Maya Rahmayanti, M.Si

NIP. 19810627 200604 2 003



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultasi Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Rafida Ati Fauzi

NIM : 14630032

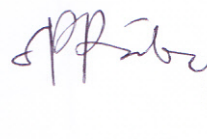
Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna Indogoso<sup>l</sup> *Blue* O4B Menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit ( $Fe_3O_4$ )

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

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 24 Agustus 2018  
Konsultan,



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

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultasi Skripsi

Lamp : -

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

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

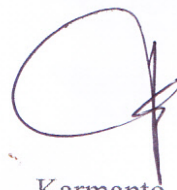
Nama : Rafida Ati Fauzi  
NIM : 14630032  
Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna Indogosol *Blue* O4B Menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit ( $Fe_3O_4$ )

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

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 24 Agustus 2018  
Konsultan,



Karmanto, S.Si, M.Sc  
NIP. 19820504 200912 1 005

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawahini:

Nama : Rafida Ati Fauzi

NIM : 14630032

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, 31 Juli 2018

Yang menyatakan,



Rafida Ati Fauzi  
NIM. 14630032

## MOTTO

*“Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain) dan berharaplah kepada Tuhanmu. (Q.S Al Insyirah : 6-8”*

*“If you want success, but you avoid the effort to achieve success by reason of fear of failure, then your fear is fear to be successful” (Prof. Schein)*



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Adsorpsi Zat Warna Indigosol menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)”**.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberi dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan laporan ini telah selesai.

Ucapan terima kasih 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 tidak pernah lelah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, kritik serta saran sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Slamet Fauzi dan Ibu Khamidah selaku orang tua penulis yang selalu memberi dukungan, doa, serta motivasinya sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan hingga jenjang strata 1 ini.
6. Kakak-kakak penulis Rifah'atul Mahmudah dan Nadiatus sa'adah S.Pd yang telah memberi motivasi dan dukungan selamaini.



7. Ahmad Imam Syafii DNR yang telah memberikan semangat dan dukungan tanpa bosan selama ini.
8. Teman-teman satu bimbingan yaitu Citra, Feni, Erni, Nisvi dan Indah yang selalu berkerjasama, saling memberikan semangat, dukungan serta tempat berkeluh kesah dalam proses terselesaikannya skripsi ini.
9. Triwer squad (Ditha dan Nafis) serta Bapermania (afi, fifi, ditha, nafis, viki, Mahfud dan imam) yang telah mengisi hari-hariku selama kuliah.
10. Teman-teman CAEM (Chemistry Empat Belas) atas motivasi dan dukungannya dalam pengerjaan skripsi.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, Agustus 2018

Penulis

## **ABSTRACT**

### **ADSORPTION OF BLUE INDIGOSOL O4B DYE USING A HUMIC ACID MODIFIED MAGNETITE ( $Fe_3O_4$ )**

**By:**

**RafidaAtiFauzi**

**14630032**

*Humic acid modified magnetite ( $Fe_3O_4$ -AH) were prepared by inverted coprecipitation method and used for adsorption blue indigosol O4B dye. This study aims to develop a material from Sumatra peat soil for more effective adsorption applications and to study the interactions that occur during the adsorption process of blue indigosol O4B dye using  $Fe_3O_4$ -AH and obtained the adsorption kinetics and adsorption isotherms.*

*Successfully of asamhumat modification in magnetite indicated by result of determining the functional group content of  $Fe_3O_4$ -AH has decreased compared to the results of determining the functional group content of humic acid. The interaction of  $Fe_3O_4$ -AH with optimum blue indigosol O4B dye at pH 5 and optimum time of 45 minutes followed the pseudo first order reaction kinetics according to Lagergren with the adsorption rate constant 0.0047. The adsorption isotherm model follows the Langmuir isotherm model with an adsorption capacity 1,234 mmol  $g^{-1}$  which means that every 1 gram of  $Fe_3O_4$ -AH adsorbs 1,234 mmol blue indigosol O4B.*

*Keywords:  $Fe_3O_4$ -AH, adsorption, blue indigosol O4B*

**ABSTRAK**  
**ADSORPSI ZAT WARNA INDIGOSOL *BLUE* O4B MENGGUNAKAN**  
**ASAM HUMAT TERMODIFIKASI MAGNETIT ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )**

**Oleh:**  
**Rafida Ati Fauzi**  
**14630032**

Sintesis asam humat termodifikasi magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ ) dilakukan menggunakan metode kopresipitasi terbalik dan digunakan untuk adsorpsi zat warna indigosol *blue* O4B. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu material dari tanah gambut Sumatera untuk aplikasi adsorpsi yang lebih efektif serta mempelajari interaksi yang terjadi pada saat proses adsorpsi zat warna indigosol *blue* O4B menggunakan ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ ) sehingga dapat diketahui kinetika adsorpsi dan isotherm adsorpsinya.

Keberhasilan modifikasi asam humat pada magnetit ditandai salah satunya yaitu hasil penentuan kandungan gugus fungsional  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  mengalami penurunan disbanding hasil penentuan kandungan gugus fungsional asam humat. Interaksi  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  dengan zat warna indigosol *blue* O4B optimum pada pH 5 dan waktu optimum 45 menit yang mengikuti kinetika reaksi orde satu semu menurut Lagergren dengan konstanta laju adsorpsi sebesar 0,0047. Model isotherm adsorpsi mengikuti model isotherm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi  $1,234 \text{ mmol g}^{-1}$  yang berarti setiap 1 gram  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  mengadsorp 1,234 mmol indigosol *blue* O4B.

Kata kunci:  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ , adsorpsi, indigosol *blue* O4B

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN .....	iv
NOTA DINAS KONSULTAN .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. LatarBelakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	5
C. RumusanMasalah .....	6
D. TujuanPenelitian .....	6
E. ManfaatPenelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
A. TinjauanPustaka .....	8
B. Dasar Teori .....	13
1. AsamHumat .....	13
2. Magnetit .....	14
3. Adsorpsi .....	15
4. IsotermAdsorpsi .....	16
5. KinetikaAdsorpsi .....	18
6. Indigosol .....	19
7. Spektrofotometri UV-Vis .....	20
8. <i>Fourirer Transform Infrared</i> (FTIR) .....	22
9. <i>X-RayDiffraction</i> (XRD) .....	23
C. HipotesisPenelitian .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan TempatPenelitian .....	28
B. Alat-AlatPenelitian .....	28
C. BahanPenelitian .....	28
D. Cara KerjaPenelitian .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. IsolasiAsamHumat .....	33
B. SintesisFe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH .....	34
C. KarakterisasiAsamHumat (AH) dan MagnetitTerlapisiAsam	



Humat ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH).....	35
D. Kandungan Gugus Fungsional.....	38
E. Penentuan Panjang Gelombang dan Kurva Kalibrasi Larutan Indigosol <i>Blue</i> O4B.....	40
F. Penentuan pH Optimum.....	42
G. Penentuan Kinetika Adsorpsi.....	44
H. Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	58



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Model struktur samuhmat menurut Stevenson .....	13
Gambar II. 2 Struktur molekul indigosol <i>blue</i> O4B.....	20
Gambar IV. 1 Spektra FTIR Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH dan AH .....	35
Gambar IV. 2 Difraktogram Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH.....	38
Gambar IV. 3 Grafik hubungan konsentrasi Vs absorbansi larutan indigosol <i>blue</i> O4B.....	41
Gambar IV. 4 Grafik hubungan % daya adsorp Vs pH.....	42
Gambar IV. 5 Ilustrasi interaksi antara Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH dan indigosol <i>blue</i> O4B pada suasana asam .....	44
Gambar IV. 6 Grafik hubungan % daya adsorp Vs waktu kontak .....	45
Gambar IV. 7 Grafik model kinetika adsorpsi a. Orde satu se menurut Lagergreen dan b. Orde dua se menurut Ho.....	47
Gambar IV. 8 Grafik Isoterm a. Langmuir dan b. Freundlich.....	50



## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Pembagianfraksihumat .....	14
Tabel IV. 1	Hasil spektra FTIR AH murni .....	36
Tabel IV. 2	Hasil spektra FTIR tanda keberhasilan modifikasi Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH.....	36
Tabel IV. 3	Nilai perbandingangugusfungsional AH dan Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH.....	38
Tabel IV. 4	Nilai perbandingan model kinetikaadsorpsi .....	48
Tabel IV. 5	Hasil perhitungankapasitasadsorpsiFe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -AH .....	51
Tabel IV. 6	Interaksi dan karakteristik ikatan hidrogen menurut Prananto (2013).....	52
Tabel IV. 7	Kemampuan beberapa material adsorbendalam proses adsorpsi .....	53



# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang**

Yogyakarta merupakan daerah sentra industri batik, mulai dari skala industri rumah tangga sampai skala besar. Dampak positif dari perindustrian ini adalah kesejahteraan masyarakat. Selain dampak positif, terdapat dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh air limbah industri batik yang dibuang ke sungai atau selokan tanpa diolah terlebih dahulu. Kualitas air sungai menjadi rendah ditandai dengan warna air sungai yang pekat.

Proses pembuatan batik secara garis besar terdiri dari pembuatan pola, pembatikan tulis, pewarnaan/pencelupan, pelodoran/penghilangan lilin, dan penyempurnaan. Industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia yang biasanya digunakan pada proses pewarnaan atau pencelupan. Pada umumnya polutan yang terkandung dalam limbah industri batik selain zat warna dapat berupa logam berat, padatan tersuspensi, atau zat organik.

Sisa zat warna merupakan komponen paling dominan pada limbah pewarnaan industri batik. Penggolongan zat warna berdasarkan pada sifat-sifat dan penggunaannya yaitu zat warna asam, basa, *direct*, mordan, kompleks logam, azoat, belerang, bejana, dispersi dan reaktif (Isminingsih dkk, 1982). Zat warna yang sering digunakan pada industri batik antara lain naptol, indigosol, metilen biru, rhemazol kuning, dan lain sebagainya. Dipilih zat warna indigosol *blue* O4B karena zat warna ini sering digunakan oleh industri batik di Yogyakarta dan belum ada penelitian mengenai adsorpsi zat warna indigosol *blue* O4B menggunakan adsorben



$\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH. Indigosol *blue* O4B merupakan salah satu zat warna dengan gugus aktif ( $\text{SO}_3^-$ ) yang dapat berinteraksi dengan adsorben.

Limbah yang dihasilkan industri batik sebagian besar dalam bentuk cair hasil dari proses pembilasan/pencucian. Limbah air ini biasanya dibuang langsung ke selokan di sekitar rumah atau lokasi industri batik dan mampu menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan, karena lingkungan mempunyai kemampuan yang terbatas dalam mendegradasi zat warna tersebut. Metode adsorpsi adalah salah satu metode alternatif yang dapat diandalkan karena prosesnya yang relatif sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dapat didaur ulang, dan memerlukan biaya yang relatif murah (Eka dkk, 2013). Salah satu material yang dikembangkan adalah asam humat.

Zat humat merupakan senyawa yang paling melimpah di bumi, dan sebagai konstituen utama materi organik alami. Senyawa ini memainkan peran penting dalam distribusi dan mobilitas bahan kimia di lingkungan, terutama karena kehadiran dari berbagai kelompok fungsional (asam) serta hidrofobik (aromatik) gugus dalam struktur mereka. Berdasarkan kelarutannya, zat humat dapat dibagi menjadi dua fraksi utama yaitu asam humat (AH) larut dalam larutan netral dan asam, dan asam fulvat (asam lemak) larut dalam kedua asam dan basa (Pavel dkk, 2013).

Asam humat mengandung gugus  $-\text{COOH}$ , fenolat, enolat,  $-\text{OH}$  alkoholat dan  $-\text{C}=\text{O}$ . Gugus fungsional 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). Hal ini telah dibuktikan oleh penelitian Kustomo (2016) yang mengadsorpsi zat warna MB dan MO menggunakan asam humat, dimana gugus  $-COOH$  dan  $-OH$  akan berinteraksi dengan anion dan kation dari zat warna MB dan MO.

Metode isolasi/ekstraksi senyawa humat pada berbagai jenis sampel lingkungan tanah maupun perairan sudah dilakukan oleh sejumlah peneliti. Metode isolasi asam humat dari tanah gambut salah satunya menggunakan metode ekstraksi alkali, dilakukan juga pemurnian dan penentuan gugus fungsional asam humat secara titrasi potensiometri (Rahmawati, 2011). Isolasi asam humat dari tanah gambut dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi alkali, karakterisasi gugus fungsi, struktur kristal, morfologi, dan ukuran distribusi (Koesnarpadi, 2015). Isolasi asam humat dari tanah gambut Sumatera dalam penelitian ini akan menggunakan metode ekstraksi alkali karena dinilai lebih mudah, serta metode ini berlaku universal untuk semua jenis tanah dan pereaksi yang digunakan tidak merusak bahan yang diisolasi.

Berdasarkan penjelasan diatas asam humat saja sudah dapat digunakan menjadi suatu adsorben, namun luas permukaan asam humat kecil karena ukuran partikelnya makro. Magnetit ( $Fe_3O_4$ ) merupakan salah satu oksida besi selain maghemit ( $\gamma-Fe_2O_3$ ) dan hematit ( $\alpha-Fe_2O_3$ ) yang menunjukkan kemagnetan paling kuat di antara oksida-oksida besi yang lain sehingga banyak dimanfaatkan di berbagai bidang. Magnetit menunjukkan manfaat yang semakin luas dengan sifat kemagnetan yang kuat dan dalam skala nanometer, salah satunya adalah sebagai

pengikat zat warna dalam air limbah batik. Daya serapnya yang besar didukung oleh luas permukaannya yang besar serta kemampuan merespon medan magnet sehingga memudahkan proses pemisahan adsorben dari larutan (Eka dkk, 2013). Namun kelemahan adsorben ini adalah mudah teroksidasi dan mengalami penggumpalan dalam sistem larutan berair (Koesnarpadi dan Daniel, 2014).

Sintesis nanopartikel magnetit telah dikembangkan dengan berbagai metode, baik konvensional (seperti kopresipitasi) maupun inovatif (misalnya *sol-gel*, hidrotermal, dan elektrokimia) (Fajaroh dkk, 2012). Sintesis partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  pada umumnya menggunakan metode kimia basah dengan cara yang sangat efektif. Salah satu metode tersebut adalah kopresipitasi (Sera, 2013). Dalam penelitian ini akan digunakan metode kopresipitasi terbalik yang dinilai lebih mudah dilakukan, bahan-bahan dan cara kerja yang digunakan lebih sederhana, prosesnya menggunakan suhu rendah dan mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang digunakan relatif singkat.

Uraian diatas telah membahas kelebihan asam humat dan magnetit, maka pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi magnetit dan asam humat. Asam humat akan menempel pada magnetit sehingga dihasilkan asam humat termodifikasi magnetit dengan luas permukaan yang lebih besar. Luas permukaan yang lebih besar akan memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi terhadap zat warna indigosol *blue* O4B. 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 akan memodifikasi asam humat yang merupakan senyawa makromolekul dengan nanopartikel magnetit serta modifikasi magnetit ini bertujuan untuk ekstraksi fasa padatnya.  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  akan diuji karakterisasi dengan Spektrofotometer Infra Merah (FTIR) dan Difraktometer Sinar X (XRD) untuk mengetahui keberhasilan sintesis dan pengujian aplikasinya. Hasil dari modifikasi ini nantinya akan menghasilkan suatu adsorben dengan gugus dominan  $-\text{COOH}$  dan  $-\text{OH}$  yang dapat mengikat suatu adsorbat pada kondisi tertentu. Penelitian ini akan mempelajari kondisi optimum interaksi antara gugus  $-\text{COOH}$  dan  $-\text{OH}$  adsorben dengan gugus ( $\text{SO}_3^-$ ) zat warna indigosol *blue* O4B.

## **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Isolasi asam humat berasal dari tanah gambut Sumatera menggunakan metode ekstraksi alkali.
2. Metode yang digunakan dalam sintesis  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  adalah metode kopresipitasi terbalik.
3. Zat pewarna yang digunakan merupakan pewarna batik jenis indigosol *blue* O4B.
4. Uji adsorpsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  dibatasi pada pH 4 - 7, waktu pengadukan 30 - 90 menit, konsentrasi 10 - 50 ppm.



5. Perbandingan mol  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  :  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dalam sintesis magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) metode kopresipitasi terbalik adalah 2 : 1.
6. Model isoterm adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah model isoterm Freundlich dan Langmuir.

### C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik asam humat hasil isolasi dari tanah gambut Sumatera yang dimodifikasi dengan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ?
2. Bagaimana model kinetika reaksi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH terhadap adsorpsi zat warna indigosol *blue* O4B?
3. Bagaimana model isoterm adsorpsi serta kapasitas adsorpsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH terhadap adsorpsi zat warna indigosol *blue* O4B?

### D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui karakteristik asam humat hasil isolasi dari tanah gambut Sumatera yang dimodifikasi dengan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .
2. Mempelajari model kinetika reaksi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH terhadap adsorpsi zat warna indigosol *blue* O4B.
3. Mempelajari model isoterm adsorpsi serta kapasitas adsorpsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -AH terhadap adsorpsi zat warna indigosol *blue* O4B.

### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya:

1. Meningkatkan pemanfaatan tanah gambut Sumatera.
2. Memberikan alternatif cara pengolahan limbah cair batik khususnya yang mengandung zat warna indigosol *blue* O4B.
3. Memberikan alternatif pengembangan adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$  dan aplikasinya.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik asam humat hasil isolasi dari tanah gambut Sumatera sesuai dengan teori Stevenson dan modifikasi menggunakan magnetit berhasil dilakukan ditandai dengan berkurangnya keasaman total dan gugus -COOH dari Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH.
2. Telah dipelajari kinetika orde reaksi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH pada adsorpsi indigosol *blue* O4B dimana mengikuti persamaan orde satu semu menurut Lagergren dan diketahui konsentrasi adsorbat yang terserap pada kesetimbangan sebesar 0,15 mol tiap 1 gram Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH.
3. Telah dipelajari model isoterm adsorpsi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH terhadap adsorpsi indigosol *blue* O4B yang mana didapatkan hasil bahwa adsorpsi ini mengikuti model isoterm adsorpsi Langmuir dan kapasitas adsorpsi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH sebesar 1,234 mmol g<sup>-1</sup>.

#### B. Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka penulis memiliki saran sebagai berikut:

1. Agar lebih memanfaatkan adsorben yang dihasilkan dari tanah gambut, karena tanah gambut memiliki banyak fraksi yang dapat dijadikan adsorben.
2. Perbanyak variasi zat warna anion dan kation, agar diketahui adsorben yang tepat.
3. Melanjutkan penelitian hingga desorpsi dan adsorpsi kembali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P. W. 1997. *Kimia Fisika jilid 1 edisi keempat*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Bruice, P. Y. 2001. *Organic Chemistry*. Prentice Hall International Inc: New Jersey.
- Castellan, G. W. 1983. *Physical Chemistry Third Edition*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc: California.
- Cornell dan Schwertmann. 2000. *The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses*. John Wiley & Sons Inc: New York.
- Cornell dan Schwertmann. 2003. *The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co: Weinheim.
- Dann, S.E. 2000. *Reaction and Characterization of Solids*. Royal Society of Chemistry: UK.
- Eka, N. S.; Fajaroh, F.; dan Wonohardjo, S. 2013. *Jurnal Kimia*, Sintesis Nanopartikel Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Secara Elektrokimia dan Aplikasinya Sebagai Penyerap Pb (II). FMIPA, Universitas Negeri Malang.
- El-Kharrag, R.; Amin, A.; dan Greish, Y. E. 2011. *Low Temperature Synthesis of Monolithic Mesoporous Magnetite Nanoparticles*. *Ceram. Int.*
- Fajaroh, F.; Setyawan, H.; Widiyastuti, W.; dan Winardi, S. *Jurnal Kimia*, Synthesis of magnetite nanoparticles by surfactant-free electrochemical method in an aqueous system. 2012. 23, 328-333.
- Faputri, A. F. 2009. Remediasi Limbah Cair Tekstil Pewarna Indigosol Blue O4B Buatan dengan Menggunakan Zeolit Alam Arang Sebagai Adsorben. *Tesis*. FMIPA Universitas Gadjah Mada.
- Hamdaoui, O. and Chiha, M. 2006. Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran. *Acta Chim.* 5, 407-418.
- Handayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. IKIP Semarang Press: Semarang.
- Ho, Y. S. dan McKay G. 1998. A Comparison of Chemisorption Kinetics Model Applied to Pollutant Removal on Various Sorbents. *Trans IchemE*. Vol 7, Part B.
- Ismorningsih, G.; L. Djufri; dan Rassid. 1982. *Pengantar Kimia Zat Warna*. Institut Teknologi Tekstil: Bandung.
- Khopkar, S. M. 2002. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press: Jakarta.
- Koesnarpadi, Soerja.; Santosa, S. J.; Siswanta, D.; dan Rusdiarso, B. 2015. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticle Coated Humic Acid ( $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{HA}$ ). *Procedia Environmental Science*, 103-108.
- Kustomo. 2016. Sintesis Magnetit Terlapisi Asam Humat ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-HA}$ ) dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Kation (Metylen Biru) dan Anion (Metil Orange). *Tesis*. FMIPA Universitas Gadjah Mada.

- Oxford. 1994. *Kamus Lengkap Kimia*. Erlangga: Jakarta.
- Pavel, J.; Kormunda, M.; Novak, F.; Ivotsky, O. Z.; Fuitova, J.; dan Pilarčova, V. 2013. Multifunctional humate-based magnetic sorbent: Preparation, properties and sorption of Cu (II), phosphates and selected pesticides. *Journal Chem.*, 73, 46-52.
- Pohan, H. G.; dan Tjiptahadi. 1987. Pembuatan Desain Prototipe Alat Pembuatan Arang Aktif dan Studi Teknologi Ekonominya. *BBPP IHP Proyek Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian*. Jakarta.
- Pringgodigdo, A. G. 1991. *Ensiklopedia Umum*. Yayasan Franklin: Jakarta.
- Rahmayanti, Maya; Santosa S, J.; dan Sutarno. 2016. Comparative Study on the Adsorption of [AuCl<sub>4</sub>]- onto Salicylic Acid and Gallic Acid Modified Magnetite Particles. *Indones. J. Chem.*, 16 (3), 329-337.
- Rahmawati, Atik. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat dari Tanah Gambut. *Jurnal PHENOMENON*, Volume 2, No. 1, 117-136.
- Rahmawati, Atik. dan Santosa, S. J. 2012. Studi Adsorpsi Logam Pb(II) dan Cd(II) pada Asam Humat dalam Medium Air. *Jurnal Alchemy*, Volume 2, No. 1, 46-57.
- Robert, A. A. 1997 *Physical Chemistry*. John Willey and Sons Inc: New York.
- Rusdiarso, Bambang; Basuki Rahmat; dan Santosa S. J. 2016. Evaluation of Lagergren Kinetics Equation by Using Novel Kinetics Expression of Sorption of Zn<sup>2+</sup> onto Horse Dung Humic Acid (HD-HA). *Indones. J. Chem.*, 16 (3), 338-346.
- Sastrohamidjojo, H. 2001. *Spektroskopi Edisi Ketiga*. Liberty: Yogyakarta.
- Sera, M. 2013. Sintesis Partikel Nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> dengan Metode Kopresipitasi. *Prosiding PTNBR-BATAN Bandung*.
- Sukardjo. 1997. *Kimia Fisika*. PT Rineka Cipta: Jakarta.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus Chemistry : Genesis, Compositio, Reaction, Second Edition*. John Willey and Sons Inc: New York.
- Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry : Genesis, Compositio, Reaction*. John Willey and Sons Inc: New York.
- Tan, Kim. H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. UGM Press: Yogyakarta.
- Vogel, A. I. 1979. *Textbook of Macro and Semimacro Qualitative Inorganic Analysis, 5<sup>th</sup> ed.* Longman Inc: London.
- Volensky, B., dan Diniz, V. 2005. *Desorption Of Lanthanum, Europium and Ytterbium From Sargasum*. McGill University: Canada.
- Yamaura, M.; Camilo, R. L.; dan Felinto, M. C. F. C. 2002. Synthesis and Performance of Organic-Coated Magnetite Particles. *Journal of Alloys and Compound*. 344. 152-156.

## Lampiran 1. 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

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

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

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

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

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

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

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

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