

**ADSORPSI LOGAM Cr (VI) DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK  
MENGUNAKAN ADSORBEN ASAM HUMAT TERMODIFIKASI  
MAGNETIT (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)**

**SKRIPSI**

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



**Syarifatul Muniroh  
15630047**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2019**



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-3842/Un.02/DST/PP.00.9/09/2019

Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Logam Cr (VI) dari Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)


yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SYARIFATUL MUNIROH  
Nomor Induk Mahasiswa : 15630047  
Telah diujikan pada : Jumat, 23 Agustus 2019  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR


Ketua Sidang

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

Penguji I

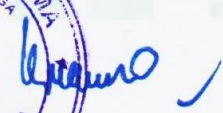
  
Dr. Imelda Fajriati, M.Si.  
NIP. 19750725 200003 2 001

Penguji II

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

Yogyakarta, 23 Agustus 2019  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



  
Dr. Murtono, M.Si.  
NIP. 19671212 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.*

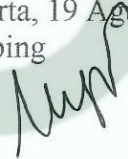
Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Syarifatul Muniroh  
NIM : 15630047  
Judul Skripsi : Adsorpsi logam Cr(VI) dari Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)

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 mengaharap agar skripsi.tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 19 Agustus 2019  
Pembimbing

  
Dr. Maya Rahmayanti, S.Si, M.Si  
NIP. 198110627 200604 2 003

## NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

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 berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Syarifatul Muniroh  
NIM : 15630047  
Judul Skripsi : Adsorpsi logam Cr(VI) dari Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)

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

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

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 10 September 2019  
Konsultan



Dr. Imelda Fajriati, M.Si.  
NIP. 19750725 200003 2 001



## NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

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 berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Syarifatul Muniroh  
NIM : 15630047  
Judul Skripsi : Adsorpsi logam Cr(VI) dari Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)

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

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 6 September 2019  
Konsultan



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Syarifatul Muniroh

NIM : 15630047

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

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

Yogyakarta, 19 Agustus 2019

Menyatakan,



Syarifatul Muniroh

NIM. 15630047

## MOTTO

*Lā yukallifullāhu nafsan illā wus'ahā*

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(QS Al Baqarah: 286)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”

-Ali bin Abi Thalib-



**HALAMAN PERSEMBAHAN**

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





## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta rezeki-Nya sehingga penyusunan tugas akhir yang berjudul **“Adsorpsi ion logam Cr(VI) dalam Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Adsorben Asam Humat Modifikasi Magnetit (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)”** dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberi dukungan, dorongan, serta bantuan fisik maupun materil. 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 Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga (UIN) Yogyakarta.
3. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
4. Dr. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, kritik, saran, dukungan, dan motivasi.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah membagikan ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Wijayanto, S.Si., Isnı Gustanti, S.Si., Indra Nafiyanto, S.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga.
7. Almarhum Bapak Madfur dan Ibu Sofiyah, selaku orang tua penulis yang telah mendoakan yang terbaik, memberikan dukungan, dan pengorbanannya

kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan hingga jenjang strata satu.

8. Kakak Mudzofar Sofyan dan Miftahul Mubarakah, yang selalu memberikan dukungan, dorongan, serta biaya penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi saya dengan baik.
9. Erni Yunita, kakak angkatan kimia 2014 yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi.
10. Lia, Mbak Wachid, Zila, Nabila, dan Yosi, selaku teman-teman penulis yang selalu memberikan dukungan, motivasi, bantuan, dan tempat berbagi dalam suka maupun duka.
11. Teman-teman sebangkutan (Yosi, Wachidah, Silvia, Girda, dan Azka) yang selalu memberikan semangat, bantuan, dukungan, dan dorongan sehingga penyusunan skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
12. Teman-teman seangkatan, Kimia Angkatan 2015 (Kalium).
13. Keluarga Kimia UIN Sunan Kalijaga
14. Semua teman, kerabat, dan keluarga penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan sehingga penulis memerlukan kritik dan saran demi kebaikan tulisan selanjutnya. Semoga hasil tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, April 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN .....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	7
A. Tinjauan Pustaka.....	7
B. Landasan Teori .....	9
1. Limbah Batik.....	9
2. Asam Humat.....	10
3. Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) .....	12
4. Asam Humat Termodifikasi Magnetit ( $\text{AH-Fe}_3\text{O}_4$ ) .....	14
5. Kromium(VI) .....	16
6. Adsorpsi .....	19
7. Kinetika adsorpsi.....	21
8. Spektrofotometri <i>UV-Visible</i> .....	25
9. FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> ) .....	26
10. X-Ray Diffraction (XRD) .....	28
C. Hipotesis Penelitian .....	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
B. Alat-alat Penelitian .....	31
C. Bahan Penelitian .....	31
D. Cara Kerja Penelitian.....	31
1. Sintesis Magnetit termodifikasi Asam Humat .....	31
2. Pengambilan Sampel dan Preparasi Limbah.....	32
2.1 Pengambilan Sampel .....	32
2.2 Preparasi Limbah.....	32
3. Adsorpsi logam Cr(VI) dari limbah cair batik menggunakan AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 33	
3.1. Optimasi pH.....	33
4. Kinetika Adsorpsi.....	34
5. Karakterisasi Adsorben .....	34
6. Preparasi pengukuran konsentrasi Cr(VI).....	34
6.1 Pembuatan Larutan 1,5 Difenilkarbazid 0,25% .....	34
6.2 Pembuatan Larutan Standar Kromium Heksavalen.....	35
7 Pengukuran Konsentrasi Cr(VI) sebelum dan setelah Adsorpsi.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	36
A. Karakterisasi Asam Humat dan AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	36
B. Adsorpsi Logam Cr(VI) dalam Limbah Batik menggunakan AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	41
C. Optimasi pH.....	41
D. Kinetika Adsorpsi .....	46
E. Karaterisasi AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> sebelum dan setelah adsorpsi .....	51
F. Analisis kadar ion logam Cr(VI) dalam limbah batik sebelum dan setelah adsorpsi .....	53
BAB V PENUTUP.....	57
A. KESIMPULAN .....	57
B. SARAN .....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	58
LAMPIRAN.....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur hipotetik asam humat menurut Stevonson (1994).....	11
Gambar 2.2. Struktur hipotetik asam humat menurut Flaig (Stevenson, 1994)..	12
Gambar 2.3. Struktur hipotetik asam humat menurut Fuch (Stevenson, 1994)..	12
Gambar 2.4. Struktur hipotetik asam humat menurut Dragunov memperlihatkan: 1) cincin aromatik, 2) nitrogen dalam bentuk siklis, 3) nitrogendalam rantai periperal dan 4) residukarbohidrat .....	12
Gambar 2.5. Struktur magnetit. a) Model polyhedral yaitu lapisan gabungan oktahedral dan tetrahedral. b) Model ball and stick. Bagian luar menjadi satu. c) Model ball and stick dari lapisan gabungan oktahedral dan tetrahedral (Schwertmann,2000) .....	13
Gambar 2.6 Partikel magnetit dalam keadaan pH asam, netral, dan basa (Durdureanu-Angheluta, 2012) .....	16
Gambar 2.7. Spesiasi logam Cr(VI) dalam berbagai pH (Kumral, E., 2007)...	19
Gambar 2.8. Bagan susunan alat spektrofotometri UV-Vis. (A) Sumber cahaya (B) Monokromator (C) Sel absorpsi (tempat larutan) (C1) Contoh (C2) Pelarut (D) Detektor (Triyati, 1985) .....	26
Gambar 2.9. Skema alat spektroskopi FTIR. (1) Sumber inframerah. (2) pembagi berkas (beam splitter). (3) Kaca pemantul. (4) Sensor inframerah.(5) Sampel. (6) Display (Anam dkk.,2007) .....	27
Gambar 2.10. Skema difraktometer (Bunaciu, dkk., 2015) .....	29
Gambar 4.1 Spektra FTIR Asam Humat (a) dan AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (b) .....	37
Gambar 4.2. Interaksi asam humat dengan magnetit .....	39
Gambar 4.3. Difraktogram XRD AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	40
Gambar 4.4. Grafik adsorpsi ion Cr(VI) variasi pH .....	42
Gambar 4.5. Pembentukan kompleks ion bikromat dengan gugus -OH <sup>-</sup> fenolik pada asam humat (Elovitz dan Fish, 1995) .....	44
Gambar 4.6 Pembentukan kompleks diion kromat dengan ion -O <sup>-</sup> fenolat pada asam humat (Aldmour, dkk., 2018) .....	45
Gambar 4.7. Grafik adsorpsi Cr(VI) variasi waktu.....	47
Gambar 4.8. Model kinetika adsorpsi pH 7 (a) orde satu, (b) orde dua,(c) pseudo orde satu Lagergren, (d) pseudo orde dua Ho... ..	48
Gambar 4.9. Model kinetika adsorpsi pH 10 (a) orde satu, (b) orde dua, (c) pseudo orde satu lagergren, (d) pseudo orde dua Ho .....	49
Gambar 4.10. Spektra FTIR AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> sebelum adsorpsi (a) dan setelah adsorpsi pH 10 (b). .....	51
Gambar 4.11. Difraktogram XRD adsorben AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> sebelum adsorpsi (a) dan setelah adsorpsi pH 10 (b) dengan M= Magnetit, H= Humat, dan C= Ferrochromide .....	53
Gambar 4.12. Grafik Larutan Standar ion logam Cr(VI).....	55
Gambar 4.13. Struktur 1,5 difenilkarbazid (Vogel, 1985).....	56
Gambar 4.14. Reaksi antara ion Cr(VI) dengan ligam 1,5 difenilkarbazid untuk spesies Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> .....	56



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Kapasitas Adsorpsi logam Cr(VI) pada berbagai material adsorben .....	7
Tabel 4.1	Serapan spektra FTIR AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	38
Tabel 4.2.	Persentase Adsorpsi Variasi pH .....	42
Tabel 4.3.	Hasil kinetika adsorpsi pada pH 7 .....	50
Tabel 4.4.	Hasil kinetika adsorpsi larutan pH 10 .....	50
Tabel 4.5.	Serapan spektra FTIR Adsorben AH-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> sebelum dan setelah adsorpsi.....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	63
Lampiran 2.	Kurva Standar larutan Cr(VI) .....	63
Lampiran 3.	Data adsorpsi ion logam Cr(VI) pada berbagai pH.....	64
Lampiran 4.	Data adsorpsi ion logam Cr(VI) Variasi Waktu.....	65
Lampiran 5.	Kinetika adsorpsi ion logam Cr(VI) pada berbagai pH .....	68
Lampiran 6.	Perhitungan lebar kisi (Gambar 4.3.).....	74
Lampiran 7.	Perhitungan ukuran kristal (Gambar 4.3.).....	75
Lampiran 8.	Karakterisasi XRD Ferrite (Fe) (a) dan Ferrochromide (Fe-Cr) (b) .....	76



**Adsorpsi logam Cr(VI) dari Limbah Cair Industri Batik Menggunakan  
Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)**

**Oleh:  
Syarifatul Muniroh**

**ABSTRAK**

Kromium heksavalen Cr(VI) merupakan salah satu logam yang bersifat racun bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi logam Cr(VI) dari limbah industri batik menggunakan metode adsorpsi dengan asam humat modifikasi magnetit (Ah-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) sebagai adsorbennya. Adsorpsi dipelajari pada pH 4, 7, dan 10 dengan waktu 2, 2,5, 3,5, 4, 4,5 jam. Variasi tersebut bertujuan untuk mempelajari interaksi adsorben dan Cr(VI) dalam berbagai pH. Adsorpsi mencapai optimum pada pH 10 dengan efisiensi 39,6%. Sementara variasi waktu digunakan untuk menentukan laju dari proses adsorpsi melalui model kinetika adsorpsinya. model kinetika yang digunakan yaitu orde satu, orde dua, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua. Adsorpsi dalam penelitian ini mengikuti model pseudo orde dua Ho dengan konsentrasi adsorbat teradsorpsi 0,052 mg/g.

**Kata Kunci:** *Adsorpsi, AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Cr(VI), kinetika adsorpsi*

**Adsorption of Cr(VI) from Batik Industry by Humic Acid  
Modified Magnetite (HA-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)**

**by:  
Syarifatul Muniroh**

**ABSTRACT**

*Hexavalent chromium Cr(VI) is one of extremely toxic metal in environment. This research aim to remove Cr(VI) from batik (Indonesian traditional fabric) industry by adsorption method with humic acid modified magnetite (HA-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) as an adsorbent. Adsorption studied in pH 4, 7, and 10 with 2, 2.5, 3.5, 4, and 4.5 hours. These variance aim to learn the interaction of adsorbent and Cr(VI) in different pH. Optimum reached in pH 10 with 39,6% efficiency. However, time variance used for determine the rates of adsorption process through kinetic model adsorption. The models are first order, second order, Lagergren pseudo first order, and Hopseudo second order models. This adsorption followed pseudo second order model with 0,052 mg/g capacity.*

**Keyword: Adsorption, Adsorption kinetic, Cr(VI), HA-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Secara umum, hampir sama semua logam berpotensi sebagai pencemar lingkungan. Logam berat seperti perak (Ag), cadmium (Cd), krom (Cr), kobalt (Co), merkuri (Hg), molibdat (Mo), nikel (Ni), timbal (Pb), timah (Sn), dan unsur-unsur lain yang lebih ringan seperti aluminium (Al), arsen (As) dan selenium (Se) memiliki efek toksik bagi organisme (Freedman dalam Purwaningsih, 2007). Diantara logam-logam tersebut, Cr(VI) memiliki toksisitas yang cukup tinggi jika berada di dalam air. Oleh karena itu nilai maksimum yang diperbolehkan oleh *world health organization* (WHO) sebesar 0,005 mg/L untuk air limbah yang mengandung Cr(VI). Ion logam Cr(VI) diketahui memiliki mobilitas yang tinggi dalam tanah dan sistem akuatik, serta 500 kali bersifat lebih toksik, mutagenik, dan karsinogenik dibandingkan Cr(III). Spesies kromium ini banyak terdapat dalam limbah industri penyamakan kulit (*leather tanning*) pewarnaan (*pigmentation*), pelapisan logam (*electroplating*) dan industri tekstil (Aydin dan Aksoy, 2009). Industri tekstil menghasilkan limbah yang mengandung banyak polutan, baik senyawa organik maupun logam, meliputi fenol, amonia, Besi (Fe), kromium (Cr), dan lain-lain. Polutan senyawa organik biasanya terdapat pada zat pembangkit warna, diantaranya yaitu senyawa *nitroso*, *nitro*, *azo*, *stilbene*, *diphenyl*, *anin*, dan *indofenol*. Polutan logam dalam limbah yaitu biasanya berupa logam berat, seperti Tembaga (Cu), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Kromium (Cr), dan Timbal (Pb). Berbagai metode untuk mengurangi kadar logam Cr(VI) dalam limbah tekstil telah



banyak dilakukan seperti presipitasi, oksidasi, reduksi, filtrasi, penukar ion, pemisahan membran, dan adsorpsi. Namun berbagai metode tersebut memiliki beberapa kelemahan dalam penerapannya. Presipitasi menghasilkan endapan berupa lumpur, sementara teknologi membran membutuhkan biaya yang cukup besar. Teknologi yang pada saat ini menguntungkan adalah sistem adsorpsi dimana efisiensi yang tinggi, biaya yang lebih murah serta prosesnya yang dianggap lebih mudah. Berbagai kelebihan pada metode adsorpsi pada penurunan kadar Cr(VI) dalam air, pengembangan dan penelitian dilakukan untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi proses adsorpsi. Adsorben organik makromolekul merupakan salah satu bahan adsorben yang semakin banyak dikembangkan pada saat ini yaitu dengan menggabungkan material anorganik yang memiliki kelimpahan cukup besar di alam dan disintesis dengan mudah. Pengembangan material organik makromolekul dengan material anorganik bertujuan untuk menggabungkan sifat kimia dari masing-masing penyusun sehingga menghasilkan struktur dan sifat baru yang diharapkan akan lebih baik daripada material penyusunnya sendiri (Viswanathan dan Meenakshi, 2010).

Penggunaan adsorben magnetit termodifikasi asam humat (AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) merupakan pengembangan dalam bidang penelitian yang memiliki kemampuan baik dalam mengadsorpsi logam berat maupun zat warna, diantaranya Cu, Fe, dan Au. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan adsorben AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> untuk melihat kemampuan adsorpsi Cr(VI) dari limbah batik. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh keasaman maupun kebasaan media, dimana adsorben akan mengalami disosiasi gugus fungsi dan muatan yang berlangsung pada berbagai pH

tertentu. Adsorpsi dipengaruhi oleh kondisi adsorbat, dimana ion logam Cr(VI) memiliki jenis spesi yang berbeda dalam berbagai pH, yaitu  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCrO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ , dan  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Perbedaan spesi ion pada berbagai pH tersebut menjadi salah satu tujuan peneliti untuk melihat pengaruh pH terhadap kemampuan adsorben AH- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dalam mengadsorpsi logam Cr(VI) dari limbah batik.

Sejauh pengetahuan penulis, penggunaan adsorben AH- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  untuk mengadsorpsi logam Cr(VI) dalam limbah belum pernah dilakukan sebelumnya. Limbah yang digunakan biasanya berupa limbah sintetik, dimana cara kerja yang digunakan bisa berbeda ketika diaplikasikan pada limbah asli secara langsung. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan limbah yang berasal dari salah satu industri batik di Yogyakarta. Adsorpsi logam Cr(VI) dari limbah batik pada penelitian ini menggunakan variasi pH 4, 7, dan 10. Penggunaan variasi pH (pH 4, 7, dan 10) dalam proses adsorpsi merupakan bagian dari penelitian ini yang belum pernah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan sampel dari limbah cair industri batik. Penggunaan variasi tersebut didasarkan pada kondisi adsorben AH- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang mengalami kerusakan atau deformasi jika berada pada media pH terlalu rendah, maupun pH terlalu tinggi. Menurut Hermanson (2004) melaporkan bahwa dekomposisi partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dimungkinkan terjadi pada kondisi sangat asam dan Fe dalam  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  akan teroksidasi dan terlepas sifat kemagnetannya ketika berada pada kondisi di bawah pH 4.

Menurut Illes, dkk (2006) semakin meningkatnya nilai pH maka akan menurunkan kekuatan ikatan AH dalam nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  karena hidrofilitas AH semakin berkurang pada kondisi pH sangat basa. Oleh karena itu, adsorpsi pada

penelitian ini menggunakan variasi pH 4, 7, dan 10. Menurut Kustomo (2016), adsorben AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> memiliki nilai pH<sub>PZC</sub> (pH=6,47) dan stabil pada 2<pH<10. Ketika AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> berada dalam larutan dengan pH < pH<sub>PZC</sub> maka adsorben bermuatan positif, sementara AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dalam larutan pH > pH<sub>PZC</sub> maka akan bermuatan negatif. Point zero charge (PZC) atau pH<sub>pzc</sub> merupakan pH pada muatan permukaan adsorben yang mempunyai nilai nol (Fiol dan Villaescusa, 2009). Adsorpsi pada penelitian ini dikaji dalam variasi waktu yaitu 2, 2,5, 3,5, 4, dan 4,5 jam. Variasi waktu tersebut bertujuan untuk mempelajari kinetika adsorpsinya. Model kinetika adsorpsi yang dipelajari pada penelitian ini yaitu kinetika orde satu, orde dua, pseudo orde satu menurut Lagergren, dan pseudo orde dua menurut Ho. Penggunaan model kinetika tersebut didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Jiang, dkk (2014) dan Koesnarpadi dan Tarigan (2017) yang menggunakan adsorben AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dalam mengadsorpsi Cr(VI). Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa adsorpsi mengikuti model pseudo orde dua Ho. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan model kinetika yang meliputi orde satu, orde dua, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua untuk menentukan model kinetika yang sesuai dalam adsorpsi logam Cr(VI) pada kondisi pH 4, 7, dan 10. Sejauh pengetahuan peneliti, kinetika adsorpsi pada berbagai pH tersebut belum pernah dilakukan oleh peneliti lain sebelumnya.

## **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini, adalah:

1. Limbah yang digunakan berasal dari industri batik di *Kampoeng Batik Giriloyo*, Bantul, Yogyakarta.

2. Limbah berasal dari sisa hasil pewarnaan kain menggunakan naftol dengan pewarna remazol merah.
3. Asam humat diisolasi dari tanah gambut Riau, Sumatera.
4. Adsorpsi dilakukan pada pH 4, 7, dan 10 dengan variasi waktu 2, 2,5, 3,5, 4, dan 4,5 jam pada masing-masing pH.
5. Analisis logam Cr(VI) yang dilakukan menggunakan EPA Method 34 dengan beberapa modifikasi pada konsentrasi standar kromium dan panjang gelombang.
6. Model kinetika adsorpsi yang digunakan adalah orde satu, orde dua, pseudo orde satu dan pseudo orde dua.
7. Karakterisasi adsorben yang digunakan adalah FTIR (*Fourrier Transform Infrared Spectroscopy*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*).

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah, dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi pH 4, 7, dan 10 dalam limbah batik terhadap kemampuan adsorpsi logam Cr(VI) pada AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>?
2. Bagaimana kinetika adsorpsi Cr(VI) dari limbah batik pada AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dalam pH 4, 7, dan 10?

### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, diketahui tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi pH 4, 7, dan 10 dalam limbah batik terhadap kemampuan adsorpsi logam Cr(VI) pada AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

2. Mengetahui kinetika adsorpsi Cr(VI) dari limbah batik pada AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dalam pH 4, 7, dan 10.

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

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Memberikan informasi mengenai kemampuan adsorben Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-AH dalam penyerapan ion logam Cr(VI) dalam limbah industri batik.
2. Mampu menjadi referensi dalam mengurangi kadar logam Cr(VI) menggunakan limbah pada berbagai rentang pH, sehingga dapat digunakan sebagai *treatment* limbah sebelum dibuang ke lingkungan.



## **BAB V PENUTUP**

### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kemampuan adsorpsi ion logam Cr(VI) dari limbah cair industri batik menggunakan adsorben AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dipengaruhi oleh kondisi pH, dimana pada kondisi pH yang berbeda, ion Cr(VI) membentuk spesi yang berbeda. Kemampuan adsorpsi optimum dicapai pada pH 10 dengan efisiensi 39,6%.
2. Laju adsorpsi pada pH 7 dan pH 10 ditentukan melalui model kinetika, yaitu kinetika orde satu, orde dua, pseudo orde satu Lagergren, dan pseudo orde dua Ho. Proses adsorpsi pada pH 7 dan pH 10 mengikuti model kinetika pseudo orde dua Ho, dengan laju adsorpsi 197,601 mg g<sup>-1</sup> menit dan 190,83 g mg<sup>-1</sup> menit<sup>-1</sup>. Konsentrasi adsorbat teradsorpsi yang diperoleh pada pH 7 dan pH 10 yaitu 0,001 mg/g dan 0,052 mg/g.

### **B. SARAN**

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

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kapasitas desorpsi atau regenerasi adsorben AH-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dalam adsorpsi logam Cr(VI).
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai adsorpsi logam Cr(VI) pada jenis limbah industri lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadleh, H. A., Mifflin, A. L., Bertin, P. A., Nguyen, S. T., dan Geiger, F. M. 2005. Control of Carboxylic Acid and Ester Groups on Chromium (VI) Binding to Functionalized Silica/Water Interfaces Studied by Second Harmonic Generation. *J. Phys. Chem. B* 2005, 109, 9691-9702.
- Alberty, R. A. 1997. *Physical Chemistry*. John Willey and Sons Inc. New York.
- Aldmour, T. S., Burke, I.T., Andrew, W.B., Daniel, L.B., Andrew, B.R., Fiona, L.G., Giannantonio C., Michael, E.R., Douglas, I. S. 2018. Abiotic Reduction of Cr(VI) by Humic Acids Derived from Peat and Lignite: Kinetics and Removal Mechanism. *Environmental Science and Pollution Research* 26:4717–4729.
- Alothman, Z. dan Ali, R. 2012. Hexavalent Chromium Removal from Aqueous Medium by Activated Carbon Prepared from Peanut Shell: Adsorption Kinetics, Equilibrium and Thermodynamic Studies. *The Chemical Engineering Journal*. King Saudi University.
- Anam, Choirul, Sirojudun. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin, dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Beerkala Fisika*. Vol 10 No, 1.79-85
- Atkins, P.W. (1990). *Kimia Fisika*. Edisi ke IV, Erlangga, Jakarta.
- Aydin, Y.A. & Aksoy, N. D. 2009. Adsorption of Chromium on Chitosan: Optimization, Kinetics and Thermodynamics. *Chem. Eng. J*, 151, 188-194.
- Blaedel, W.J., dan V.W. Meloche. 1963. *Elementary Quantitative Analysis: Theory and Practice*. New York: Harper & Row.
- Bunaciu A., Elena G. U, Hasan Y.A. 2015. *X-Ray Diffraction: Instrumentation and Application*. Romania: Department of Analytical Chemistry, University of Bucharest.
- Carlos, L., Einschlag, F.S.G., González, M.C., and Mártire, D.O., “Applications of Magnetite Nanoparticles for Heavy Metal Removal from Wastewater“ in *Waste Water: Treatment Technologies and Recent Analytical Developments*, Eds. Einschlag, F.S.G., and Carlos, L., *InTech*, Croatia, 2013, 63–77.
- Dula dan Siraj. 2014. Adsorption of Hexavalent Chromium from Aqueous Solution Using Chemically Activated Carbon Prepared from Locally Available Waste of Bamboo (*Oxytenanthera Abyssinica*). Program studi kimia. Universitas Jimma: Ethiopia.
- Durdureanu-Angleuta, A., Dascalu, A., Fifere, A., Coroaba, A., Pricop, L., Chiriac, H., Tura, V., Pintela, M., Simionescu, B. C. 2012. Progress in the synthesis and characterization of magnetite nanoparticles with amino groups on the surface. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*.
- Elovitz, M. S., dan Fish, W. 1995. Redox Interactions of Cr(VI) and Substituted Phenols: and Mechanism. *Environ. Sci. Technol.* 1995, 29, 1933-1943.
- Fiol, N., dan Villaescusa, I. Determination of sorbent point zero charge: usefulness in sorption studies. *Environ Chem Lett* (2009) 7:79–84.

- Gandjar, I.G., dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. Hal. 419, 425.
- Geurtin, J. dkk. 2005. *Chromium (VI) Handbook*. New York, USA: CRC Press.
- Ghadi, A.A., dan Soltanieh, M. 2015. Effect of Carbon Presence in the Substrate and Salt Bath on the Formation of Chromium Coating Layers on Steel through TRD Process. *Journal of Ceramic Proessing Research*. Vol. 16, Nomor 6, pp. 657-661.
- Giwangkara S, E.G. 2012. Aplikasi Logika Syaraf Fuzzy pada Analisis Sidik Jari Minyak Bumi Menggunakan FTIR. Sekolah Tinggi Energi dan Mineral. Cebu Jawa Tengah.
- Habibah, Nur. 2015. Pengembangan Beads PVA-Natrium Alginat Sebagai Matriks Imobilisasi 1,5 difenilkarbazida untuk Deteksi Cr(VI). *Tesis*. UGM. Yogyakarta.
- Hamdila, J.D. 2012. Pengaruh Variasi Massa Terhadap Karakteristik Fungsionalitas dan Termal Komposit MgO-SiO<sub>2</sub> Berbasis Silika Sekam Padi Sebagai Katalis. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hermanson, Hans-Petter. 2004. The stability of magnetite and its significance as a passivating Film in the repository Environment. *The Research Article of Swedish Nuclear Power Inspectorate (SKI)*. ISRN SKI-R- 04/07-SE.
- Hindrayawati, N dan Alimuddin. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH). *Jurnal Kimia Mulawarman*. Vol. 7, No. 2. Hlm. 75-77.
- Ho, Y.S. 2006. Review of Second-Order Models for Adsorption Systems. *Journal of hazardous Materials*, 136(3): 103-111.
- Illes, E., E., Tombacz. 2006. The Effect of Humic Acid Adsorption on pH Dependent Surface Charging and Aggregation of Magnetite Nanoparticles. *J. Colloid Interf. Sci*.
- Jacobs, J, et. al. 2004. *Overview of Chromium (VI) in the Environment: Background and History*. England: School of Engineering, University of Connecticut.
- Jiang, Wenjun,. 2014. Cr(VI) Adsorption and Reduction by Humic Acid Coated on Magnetite. Department of Chemistry and Biochemistry. Miami, USA: Florida International University.
- Kharismawastu, N., dan Adhika A.L. 2011. Pembuatan alat pengolahan limbah cair industri batik dengan proses kombinasi adsorpsi dan elektrolisis. Jurusan Teknik Kimia: UNS. Surakarta.
- Koesnarpadi, Soerja, Daniel, T. 2014. Kinetika Adsorpsi Cr(VI) Menggunakan Adsorben Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) dan Magnetit Terlapis Asam Humat (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/AH). Fakultas MIPA: Universitas Mulawarman.
- Koesnarpadi, Soerja, Daniel, T. 2015. Modification of Magnetite Coated Humic Acids (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/HA) to Degradation of Heavy Metal Cu nd Cr from Liquid Waste on Plywood Industries. *ARPJN Journal of Engineering and Applied Science*. Fakultas MIPA: Universitas Mulawarman.
- Koesnarpadi, Soerja., Santosa, S.J., Siswanta, D., dan Rudiarmo, B. 2017. Humic Acid Coated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticle for Phenol Sorption. *Indones. J. Chem.*, 17 (2) 274-283.

- Kumral, E. 2007. Speciation of Chromium In Waters Via Sol-Gel Preconcentration Prior to Atomic Spectrometric Determination. *Tesis*. Pascasarjana Sains dan Teknologi. Institut teknologi Izmir: Turki.
- 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
- Lestari, P. Isolation of Humic Acid from Peat Soil and Its Application as an Adsorbent for  $\text{AuCl}_4^-$  in Solution. *American Institute of Physics*. Indonesia.
- Li, Qin., Sun, Li., Zhang, Ya., Qian, Yan., Zhai, J. 2011. Characteristics of equilibrium, kinetics studies for adsorption of Hg(II) and Cr(VI) by polyaniline/humic acid composite. *Desalination*. 266 (2011) 188-194.
- Maity, D., dan Agrawal D.C. 2007. Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles Under Oxidizing Environment and Their Stabilization in Aqueous and Non-Aqueous Media. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. Vol 208. Elsevier.
- Marchart, H. 1964. Uber Die Rieaction Von Chrom Mit Dphenilkarbazid and Diphenilkarbazon. *J. Anal. Chim.* 30, 11-16.
- Mistry, B. D. 2009. *A Handbook of Spectroscopic Data Chemistry (UV, IR, PMR,  $^{13}\text{CNMR}$ , and Mass Spectroscopy)*. Oxford Book Company: Jaipur, India.
- Mustanginah, T. 2011. Analisis Spesies Logam Fe(II), Fe(III), Cr(III) Dan Cr(VI) Dalam Limbah Cair Industri Menggunakan Metode Kombinasi Spektrofotometri Uv-Tampak Dan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). *Tesis*. Kimia: UGM.
- Nedkov, I., Merodiiska, T., Slakov L., Vendenberghe, R.E, Kusano, Y., Takada, J. 2006. Surface oxidation, size, and shape of nanosized magnetite obtained by co-precipitation. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 300 (2006) 358-367.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Palar H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Petrova, T.M., Fachikov, L., Hirstov, J. 2011. The Magnetite as Adsorbent for Some Hazardous Species From Awueous Solution. *International Review of Chemical Engineering (I.Re.CHE.)*, Vol. 3 N.2
- Purwaningsih, D. 2007. Interaksi Cr(III) dan Cr(VI) dengan Gugus Etilendiamin yang Terimobilisasi pada Silika Melalui Proses Sol-Gel. *Tesis*, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Rahmayanti, M., Santosa, S.R., Sutarno. 2016. Mechanisms of Gold Recovery From Aqueous Solutions Using Gallic acid-modified Magnetite Particles Synthesized Via Reverse Co-precipitation Method. *International Journal of Chem Tech Research*. Vol.9, No.04 pp 446-452.
- Rumidatul, A. 2006. "Efektivitas Arang Aktif Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Limbah". *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. hlm. 26-28.
- Samat, Lesbani. A, 2012, Studi Interaksi Seng(II) Pada Asam Humat Muara Kuang dan Aplikasinya Terhadap Limbah Industri Pelapisan Seng, *Jurnal Penelitian Sains*, 15,1, 15105-22-25.



- Schwertmann U., R.M. Cornell. *The Iron Oxides: Structure, Properties, Reaction, Occurrence, and Uses*. Universitas Bern dan Universitas Teknologi Munchen: Switzerland dan Germany
- 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 Waste Water Purification. *Separation and Purification Technology*.
- Siregar, S.A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. 1 ed. Kanisius. Yogyakarta.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genetic, Compositon, Reaction Second Edition*. Universitas Illonis: Kanada.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. New York: John Wiley & sons Inc.
- Sudirham, S. 2013. Struktur Kristal dan Nonkristal. Darpublik.
- Sukardjo, 1989. *Kimia Fisika*. Penerbit P.T. Bina Aksara, Jakarta.
- Tan, Kim. H. 1998. *Principles of Soil Chemistry Third Edition*. Universitas Georgia: New York USA.
- Thermo Nicolet. 2001. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Thermo Nicolet Corporation : Madison – USA
- Triyati, E. 1985. Spektrofotometer Ultra-Violet Dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya Dalam Oseanologi. Vol X, No 1: 39-47. *Oseana: LIPI*.
- Turanyi, T., Tomlin, A.S. 2014. *Analysis of Kinetic Reaction Mechanism*. Springer: Verlag-Berlin.
- Underwood, A.L. 1992. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Edisi kelima, Erlangga, Jakarta.
- Viswanathan, N., dan Meenakshi, S. 2010. Selective fluoride Adsorption by A Hydrocalcite/Chitosan Composite. *Appl. Clay Sci.*, 48, 607-611.
- Vogel. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Edisi kelima. Bagian I. PT Kalman Pustaka : Jakarta.
- Warren, B.E. 1969. *X-Ray Diffraction*. Massachusetts Intitute of Technology: New York .
- Wu, W., He Q., Jiang, C. 2008. Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis and Surface Functionalization Strategies. *Nanoscale Res Lett* (2008) 3:397-415.
- Yuan, P., Fan, M., Yang, D., He, H., Liu, D., Yuan, A., Zhu J.X., Chen, T.H. 2008. Montmorillonite-supported magnetite nanoparticles for the removal of hexavalent chromium [Cr(VI)] from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*. Guangzhou Institue of Geochemistry. China
- Yunitarni. 2018. 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. *Skripsi*. Program Studi Kimia, UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Zakaria, 2003. Analisis Kandungan Mineral Magnetik pada Batuan Beku dari Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Metode X-Ray Difrraction. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Kendari: Universitas Haluoleo.
- Zhang, Xiang, Panyue, Z., Zhen, Wu, Ling, Z., Guangming, Z. 2013. Adsorption of Methylene Blue onto Humic Acid-coated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles, *J.f Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspects*.
- Zhao, Ting-Ting., Wen-Zhi Ge, Yan-Xin Nie, Ying-Xiong Wang, Fan-Gui Zeng, Yan Qiao. 2016. Highly efficient detoxification of Cr(VI) by Brown Coal

and Kerogen Process and Structure Studies. *Fuel Processing Technology*.  
150 71-77.

Zhitkovich, A. 2011. Chromium in Drinking Water: Sources, Metabolism, and  
Cancer Risks. *J. Chem. Res. Toxicol.*, 24, 1617–1629.





## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Data Diri

Nama : Syarifatul Muniroh  
Alamat : Jl. Kyai Puji, Bagongan RT 04 RW 02, Sukorejo,  
Mertoyudan, Magelang  
Email : [syarifatul.muniroh4@gmail.com](mailto:syarifatul.muniroh4@gmail.com)  
Tempat Tanggal Lahir: Magelang, 04 Oktober 1997



### Riwayat Pendidikan

No	Pendidikan	Tahun
1	SD N Sukorejo 2	2003-2009
2	SMP N 1 Kota Mungkid	2009-2012
3	SMA N 1 Salaman	2012-2015
4	UIN Sunan Kalijaga	2015-2019

### Riwayat Organisasi

No	Organisasi	Tahun
1	Forum Kajian Islam dan Sains Teknologi (FKIST)	2015-2018