

**STUDI DESORPSI *INDIGOSOL BLUE* PADA ADSORBEN
ASAM HUMAT TERMODIFIKASI MAGNETIT DENGAN
AGEN PENDESORPSI HCl DAN H₂SO₄**

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



**Inarotu Millati Azka
15630050**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2022**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1900/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : Studi Desorpsi Indigosol Blue Pada Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit Dengan Agen Pendesorpsi HCl dan H₂SO₄

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : INAROTU MILLATI AZKA
Nomor Induk Mahasiswa : 15630050
Telah diujikan pada : Selasa, 16 Agustus 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

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.
SIGNED

Valid ID: 630578b03d406



Penguji I
Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63057648cd64d



Penguji II
Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63047e7709661



Yogyakarta, 16 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63070ba0c6a4f

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Inarotu Millati Azka
NIM : 15630050
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :
“**Studi Desorpsi Indigosol Blue Pada Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit Dengan Agen Pendesorpsi HCl dan H₂SO₄**” adalah hasil karya pribadi tidak mengandung plagiarisme dan tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagai acuan dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 24 Agustus 2022

Yang menyatakan,




Inarotu Millati Azka

NIM : 15630050

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



NOTA DINAS KONSULTASI

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 berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Inarotu Millati Azka

NIM : 15630050

Judul Skripsi : Studi Desorpsi *Indigosol Blue* Pada Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit Dengan Agen Pendesorpsi HCl dan H₂SO₄

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

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 24 Agustus 2022

Konsultan

Dr. Imelda Fajriati, M. Si.

NIP. 19750725 200003 2 001



NOTA DINAS KONSULTASI

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 berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Inarotu Millati Azka
NIM : 15630050
Judul Skripsi : Studi Desorpsi Indigosol Blue Pada Adsorben Asam Humat
Termodifikasi Magnetit Dengan Agen Pendesorpsi HCl dan H₂SO₄

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

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 24 Agustus 2022
Konsultan


Sudarlin, M.Si.
NIP. 19850611 201503 1 002



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 : Inarotu Millati Azka

NIM : 15630050

Judul Skripsi : Studi Desorpsi Indigosol Blue Pada Asam Humat Termodifikasi Magnetit Dengan Agen Pendesorpsi HCl dan H₂SO₄

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

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 24 Agustus 2022

Pembimbing

Dr. Maya Rahmayanti, S. Si., M. Si

NIP: 19810627 200604 2 003

MOTTO

الحياة للعبادة



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya ini penulis dedikasikan
Untuk almamater Program Studi Kimia
UIN Sunan Kalijaga



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta rezeki-Nya sehingga penyusunan tugas akhir yang berjudul “**Studi Desorpsi Indigosol Blue Pada Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit Dengan Agen Pendesorpsi HCl dan H₂SO₄**” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberi dukungan, dorongan, serta bantuan fisik maupun materil. Ucapan terimakasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Khurul Warati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriyati, M.Si., selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan banyak sekali bimbingan, arahan, ilmu, kritik, saran, dukungan dan motivasi.
5. Dosen-Dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Bapak Wijayanto, S.Si., Ibu Isnı Gustanti, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga.
7. Ayahanda Tercinta Muhammad Suhud Muchson (alm) dan Ibunda Hanifah Muyasarah, M.Si., selaku orang penulis yang selalu memberikan banyak dukungan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan hingga jenjang strata satu.

8. Bapak Dr. H. Tulus Mustofa, MA dan Ati Hj. Habibah Nurul Ummah, M.Ag., yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi.
9. Anggit, Iffa, Wachidah, Yossi, Girda dan Cipi yang selalu memberikan semangat, bantuan, dukungan dan dorongan sehingga penyusunan skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
10. Semua pihak yang terlibat yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

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

Yogyakarta, 12 Juli 2022

Penulis
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTASI I.....	iv
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTASI II.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka.....	6
B. Landasan Teori.....	7
C. Hipotesis Penelitian.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
B. Alat dan Bahan.....	20
C. Prosedur Penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Penentuan panjang gelombang maksimum dan Kurva Regresi Linier Larutan <i>Indigosol Blue</i>	22
B. Adsorpsi.....	24
C. Desorpsi.....	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
A. Kesimpulan	31
B. Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	36
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur zat warna <i>indigosol blue</i> (Herfiani dkk, 2017)	9
Gambar 2. 2 Struktur hipotetik asam humat menurut Fuch (stevenson, 1994).....	11
Gambar 2. 3 Struktur hipotetik asam humat menurut Dragunov (Stevenson, 1994)....	12
.....	12
Gambar 4. 1 Grafik hubungan konsentrasi dan absorbansi <i>indigosol blue</i>	23



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Adsorpsi.....	25
Tabel 4. 2 Persen desorpsi zat warna <i>indigosol blue</i> terhadap $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$	27
Tabel 4. 3 pengaruh konsentrasi H_2SO_4 terhadap persen desorpsi $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kurva Larutan Standar <i>Indigosol Blue</i>	36
Lampiran 2. Data adsorbansi <i>indigosol blue</i> terhadap $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ pada kondisi optimum	36
Lampiran 3. Grafik pengaruh pH HCl terhadap persen desorpsi zat warna.....	37
Lampiran 4. Grafik pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 terhadap	37



ABSTRAK
STUDI DESORPSI *INDIGOSOL BLUE* PADA ADSORBEN ASAM
HUMAT TERMODIFIKASI MAGNETIT DENGAN AGEN
PENDESORPSI HCl DAN H₂SO₄

Oleh :

Inarotu Millati Azka

15630050

Pembimbing

Dr. Maya Rahmayanti, M. Si

Telah dilakukan penelitian tentang studi desorpsi *indigosol blue* pada adsorben asam humat termodifikasi magnetit dengan agen pendesorpsi HCl dan H₂SO₄. Metode desorpsi digunakan untuk mengetahui kemampuan HCl dan H₂SO₄ sebagai agen pendesorpsi bagi zat warna anionik. Desorpsi dilakukan dengan menggunakan larutan pendesorpsi HCl dengan variasi pH 3, 4, 5, 6, 7 dan H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi 1; 1,5; 2 M. Hasil persen desorpsi maksimum pada variasi pH HCl sebesar 59,25% dan variasi konsentrasi H₂SO₄ sebesar 45,67%.

Kata Kunci: *Fe₃O₄-AH, Adsorpsi, Desorpsi, Indigosol blue*

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batik merupakan warisan leluhur yang unik dan khas. Popularitas batik mulai meningkat pada akhir abad ke-18. Setelah diakui oleh *United Nations Education, Scientific and Cultural Organisation* (UNESCO) pada 2 Oktober 2009 sebagai salah satu identitas Indonesia, maka geliat industri batik dan pariwisata batik semakin terlihat nyata. Hal ini didukung dengan beberapa event-event yang diadakan oleh pemerintah pada setiap tahunnya dengan tema utama batik. Adanya event tersebut mengundang simpati dari banyak turis baik domestik maupun mancanegara untuk datang melihat, membeli bahkan investasi (Iskandar dkk, 2017).

Proses pembuatan batik sendiri dilakukan melalui tiga tahapan yaitu pemalaman, pewarnaan dan pelorodan. Salah satu yang dapat menambah nilai estetika dan nilai jual dari suatu batik adalah pewarnaannya. Oleh karena itu, banyak industri yang melakukan proses pewarnaan dengan bermacam-macam zat warna baik yang berupa zat warna alami maupun zat warna sintesis atau buatan (Novriani dkk, 2017). Namun pada prakteknya, produsen batik lebih sering menggunakan pewarna sintesis. Hal ini dikarenakan zat warna sintetik lebih banyak digunakan karena zat warna sintetik lebih menghasilkan warna yang cerah dan tidak mudah selain itu zat warna sintesis lebih ekonomis (Nugroho, 2013).

Banyaknya limbah cair batik yang dihasilkan dari proses pewarnaan menjadi salah satu permasalahan yang terjadi di lingkungan. Berdasarkan

observasi dan wawancara kepada pengrajin batik, sebagian besar menyatakan bahwa tidak mengolah limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang dikarenakan untuk proses pengolahan limbah membutuhkan biaya yang mahal serta terdapat kesulitan-kesulitan pada teknik pengolahannya. Penggunaan zat warna sintesis dalam industri batik seperti naftol, indigosol, metil biru, metil jingga mengakibatkan kerusakan pada lingkungan. Hal ini disebabkan karena zat warna sintesis merupakan kontaminan badan air yang dapat mempengaruhi jalannya fotosintesis, menghambat pertumbuhan biota air, dan mematikan organisme lain yang hidup di air (Peng dkk, 2012).

Saat ini sudah banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah cair industri batik baik secara kimia, biologi, maupun fisika (Kurniawan, 2013). Salah satu metode yang sering digunakan adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lainnya (Park dkk, 2016). Pada proses adsorpsi, limbah warna yang dihasilkan kemudian dijernihkan dengan cara mengumpulkan adsorbat di atas permukaan adsorbennya (Atkins, 1999). Beberapa adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif, *zeolit*, *bentonite*, senyawa organik dan magnetik (Aldi, 2016).

Kuatomo (2017) telah melakukan penelitian mengenai sintesis magnetit terlapis asam humat dan aplikasinya untuk adsorpsi zat warna kation (metilen biru) dan anion (metilen orange). Tujuan modifikasi adsorben asam humat menggunakan magnetit yaitu untuk menstabilkan sisi aktif permukaan magnetit (Koesnarpadi dan Daniel, 2014), meningkatkan stabilitas nanodispersi melalui pencegahan aglomerasi serta mencegah terjadinya benturan antara partikel adhesi

proses pemanasan (Koesnarpadi dkk, 2015). Asam humat memiliki afinitas atau daya tarik yang tinggi terhadap Fe_3O_4 sehingga diharapkan mampu menyerap dengan baik apabila keduanya digabungkan (Peng, 2012).

Asam humat yang dimodifikasi dengan Fe_3O_4 bertujuan agar adsorben yang didapatkan akan memiliki sifat kemagnetan dan permukaan yang lebih luas. Selain itu, modifikasi asam humat dengan Fe_3O_4 dapat membuat permukaan adsorben menjadi stabil karena adanya interaksi elektrostatik dan efek sterik serta untuk mencegah terjadinya penggumpalan pada pH yang lebar (Koesnarpadi dan Daniel, 2004). Menurut Peng (2012) Fe_3O_4 memiliki tingkat kestabilan yang tinggi sehingga tidak mengalami oksidasi.

Pengolahan zat warna dengan menggunakan metode adsorpsi belum sepenuhnya menyelesaikan masalah pada lingkungan. Adsorben yang telah digunakan dalam proses adsorpsi dapat menimbulkan permasalahan baru pada lingkungan apabila tidak diolah terlebih dahulu. Salah satu metode yang digunakan adalah desorpsi adsorbat sehingga adsorben dapat digunakan kembali (Peng, 2012).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian mengenai desorpsi adsorben Fe_3O_4 -AH terhadap zat warna tekstil *indigosol blue* dilakukan untuk melanjutkan penelitian Fauzi (2018) dengan menggunakan agen pendesorpsi HCl dan H_2SO_4 karena zat warna *indigosol blue* merupakan zat warna anionik sehingga dapat didesorpsi dengan larutan asam. Penelitian ini akan berfokus pada perbandingan persen desorpsi dari larutan pendesorpsi dengan Fe_3O_4 -AH berdasarkan hasil pengukuran absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis.

Penelitian-penelitian jenis ini masih jarang dilakukan, khususnya di Indonesia. Hal ini menyebabkan perlunya dilakukan penelitian tentang efektivitas larutan pendesorpsi pada $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$ terhadap salah satu zat pewarna tekstil yaitu *indigosol blue*.

B. Batasan Masalah

1. Adsorbat yang digunakan merupakan zat pewarna tekstil *Indigosol blue* yang didapatkan dari sebuah toko perlengkapan batik di Yogyakarta.
2. Adsorpsi dilakukan pada konsentrasi optimum berdasarkan penelitian fauzi (2018).
3. Desorpsi dilakukan dengan variasi pH HCl dan variasi konsentrasi H_2SO_4 sebagai agen pendesorpsi.
4. Penentuan nilai absorbansi dilakukan setelah proses adsorpsi, dan desorpsi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana efektivitas agen pendesorpsi HCl dan H_2SO_4 pada proses desorpsi zat warna *indigosol blue* pada asam humat termodifikasi magnetit ($\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-AH}$)?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH dan konsentrasi larutan pendesorpsi terhadap persen desorpsi zat warna *indigosol blue* pada adsorben asam humat termodifikasi magnetit ?

D. Tujuan Penelitian

1. Menentukan efektivitas agen pendesorpsi HCl dan H₂SO₄ pada proses desorpsi zat warna *indigosol blue* asam humat termodifikasi magnetit (Fe₃O₄-AH).
2. Menentukan pengaruh variasi pH dan konsentrasi larutan pendesorpsi terhadap persen desorpsi zat warna *indigosol blue* pada adsorben asam humat termodifikasi magnetit.

E. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai teknik desorpsi pada pengolahan limbah batik yang megandung zat warna *indigosol blue*.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh variasi pH dan konsentrasi terhadap persen desorpsi zat warna jenis anion dari asam humat termodifikasi magnetit.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. HCl dan H₂SO₄ dapat digunakan sebagai larutan pendesorpsi pada adsorbat zat warna indigosol dari pada Fe₃O₄-AH.
2. Desorpsi makasimal terjadi pada pH HCl 6 yaitu sebesar 59,25% dan H₂SO₄ pada konsentrasi 1,5 M sebesar 45,67%.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimalisasi larutan pendesorpsi zat warna *indigosol blue* dari Fe₃O₄-AH.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai regenerasi pada adsorben Fe₃O₄-AH.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W., dan Gast, A.P. 1997. *Physical Chemistry of Surface*. New York: John Willey & Sons.
- Afifah, Maryam, *et al.* 2014. *Adsorpsi dan Regenerasi Karbon Aktif Batu Bara dan Tempurung Kelapa Terhadap Zat Warna Anionik Congo Red*. Departemen of Civil Engineering, University Indonesia, Jakarta.
- Atkins, P.W. 1990. *Kimia Fisika edisi ke IV*. Jakarta: Erlangga.
- Atkins, P.W. 1999. *Physical Chemistry ed 4*. Oxford: Oxford University Prees.
- Azalia, Nola. 2014. *Adsorben Berbasis Limbah Padat Agar-Agar Sebagai Penjerap Zat Warna Indigosol dan Zat Warna Limbah Industri Batik*. Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Basset, J., Denney, R.C., Jeffery, G.H., dan Mendham, J. 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Edisi Pertama. (diterjemahkan oleh: Dr. A. Hadyana Pudjaatmaka dan Ir. L. Setiono). Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Budiyono. 2008. *Kriya Tekstil Untuk SMK*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Fauzi, Rafida Ati. 2018. *Adsorpsi Zat Warna Indigosol Blue O4B Menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit (Fe₃O₄-AH)*. [Skripsi]. Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Gaffney, J.S., Marley, N.A., dan Clark, S.B. 1996. *Humic and Fulvic Acids: Isolation, Structure and Environmental Role*. Washington DC: America Chemical Society.
- Herfiani., Arya Rezagama., Muhammad Nur. 2017. *Pengolahan Limbah Cair Zat Warna Jenis Indigoool Blue (C.1 Vat Blue 4) Sebagai Hasil Produksi Kain Batik Menggunakan Metode Ozonasi dan Adsorpsi Arang Aktif Botok Kelapa Terhadap Parameter COD dan Warna*. Departemen Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. UNDIP : Semarang.
- Husein, G., dan C. M. Rosenlly. 2005. *Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Logam Timbal Menggunakan Karbon Aktif dari Batang Pisang*. (Tesis). Banda Aceh: Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darrusalam.
- Keenan. 1999. *Kimia Untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.

- Kolodyfisika., J. Krukowska., P. Thomas. 2017. *Comparison of Sorption Studies of Heavy Metal Ions from Biochar and Commercial Active Carbon*. Departement of Inorganic chemistry. USA, hc. United States.
- Koesnarpadi, Soerja dan Daniel Tarigan. 2014. *Kinetika Adsorpsi Cr(VI) Menggunakan Adsorben Magnetit (Fe₃O₄) dan Magnetit Terlapis Asam Humat (Fe₃O₄/AH)*. Prosiding Seminar Kimia Nasional 2014. ISBN : 978-602-1941-0-9.
- Koesnarpadi, Serja, S.J., Santosa, D., Siswant, dan B., Sudiarmo. 2015. *Synthesis and Characterization of Magnetic Nanoparticles coated Humic Acid/Chitosan Composites*. Journal of Central South University.
- Latifah, Wachidah Nur. 2019. *Adsorpsi-Desorpsi Asam Humat Termodifikasi Magnetit Terhadap Zat Warna Industri Batik (Indigosol Blue)*. [Skripsi]. Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Nugroho, S. 2013. *Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow IRK dalam Limbah Batik dengan Elektroda Grafit*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: Jurusan Kimia, FMIPA UNNES.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.
- Oxford. 1994. *Kamus Lengkap Kimia*. Erlangga: Jakarta.
- Pavia, D.L., et al. 2008. *Introduction to Spectroscopy, Four Edition*. United States of America: Brooks Cole.
- Peng, Liang., pufeng Qin, Ming Lei, Qingru Zeng. Huijuan Song, Jiao Yang. 2012. *Modifying Fe₃O₄ Nanoparticles with Humic Acid for Removal of Rhodamine B in Water, Journal of Hazardous Materials 209-210 (2012) 193-198*.
- Pescok, R.L., Shield, L.D., Cairns, T., dan McWilliam, I. G. 1976. *Modern Methods of Chemical Analysis*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Purwaningsih, I., 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cv. Batik Indah Rorojonggrang Yogyakarta Dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau dari Parameter Chemical Oxygen Demend (COD) dan Warna*. UII Yogyakarta.
- Rahmawati, atik. 2011. *Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat dari Tanah Gambut*. *Jurnal PHENOMENON*, Volume 2, No. 1, 1-14.

- Rahmayanti, Maya. 2016. *Imobilisasi Asam Salisilat, Asam Galt, Asam Humat pada Magnetit serta Aplikasinya untuk Adsorpsi [AuCl₄]⁻* [Disertasi]. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Rambe, A. 2009. Pemanfaatan Biji Kelor *Moringa oleifera* Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatra Utara Medan.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Samat dan Lesbani, A. 2012. Studi Interaksi Seng (II) pada Asam Humat dan Muara Kuang serta Aplikasinya terhadap Limbah Industri Pelapisan Seng. *Jurnal Penelitian Sains*. 15(1): 22-25.
- Sembodo, B. S. 2006. Model Kinetika Langmuir Untuk Adsorpsi Timbal Pada Abu Sekam Padi. *Jurnal Equilibrium Volume 5, No. 1*, 28-23.
- Shaw, P.J. 1983. *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*. New York: Butterworth & Co, Ltd.
- Silvrstein, R.M., dan Bassler. 1998. *Spectrometric Identification of Organic Compounds. Sixth Edition*. New York: John Willey and Sons.
- Singh, B. And Allowat, B.J. 2006. *Adsorptive Minerals to Reduce The Availability of Cadmium and Arenic in Contaminated Soils*. Scholl of Land, Water & Crop Sciences, University of Sydney.
- Skoog, D.A., dan West, D.M. 1971. *Principles of Instrumental Analysis*. New York: Holt, Rineheart and Winston.
- Soeprijanto, E. A., dan Sulistyowati, E. 2004. Kinetika Biosorpsi Ion Logam Berat Cu (II) Menggunakan Biomassa *Sacharomyces cerevisiae*. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Compositon, Reaction*. New York: John Wiley & Sons.
- Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Sukardjo. 1990. *Kimia Fisika*. Yogyakarta: Rineka Cipta.
- Sugiyarto, K.H. 2003. *Common Textbook Kimia Anorganik II*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tanabe, K. 1981. *Solid Acid and Base Catalyst Science and Technology*. Jonh R. Anderson and Michael Boundart Vol 2. Soringer Link. Berlin pp 231-273.

- Tan, K.H. 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Teja, A.S. and Koh, P. 2009. Synthesis, Properties, and Application of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials*, 55(1): 22-24.
- Volensky, Bohimil and V. Diniz. 2005. *Desorption of Lanthanum, Europium and Ytterbium from Sargassum*. McGill University. Canada
- Y Deng, D Qi, C Deng, X Zang, D Zhao. 2008. Superparamagnetic highmagnetization microspheres with an $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot 2\text{SiO}_2$ core and perpendicular aligned mesoporous SiO_2 shell for removal of microcystins. *J. Am. Chem. Soc.* 130: 28-29.