

**ADSORPSI ZAT WARNA *INDIGOSOL BLUE* PADA ASAM
HUMAT HASIL ISOLASI TANAH GAMBUT KALIMANTAN**

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



**Oleh:
Gita Citra Santi
14630018**

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



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B.1248/Un.02/DST/PP.05.3/08/2018

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Zat Warna *Indigosol Blue* Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Gita Citra Santi
NIM : 14630018
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. Imelda Fajriati, M.Si.
NIP. 19750725 200003 2 001

Penguji II

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

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 : Gita Citra Santi

NIM : 14630018

Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Indogol Blue* Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan

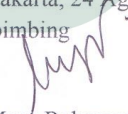
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Kimia.

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 : Gita Citra Santi
NIM : 14630018
Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Indogol Blue* Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan

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,

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



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:

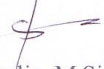
Nama : Gita Citra Santi
NIM : 14630018
Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Indogol Blue* Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan

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,


Sudarlin, M.Si
NIP. 19850611 201503 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gita Citra Santi

NIM : 14630018

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ Adsorpsi Zat Warna Indigosol Blue Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka..

Yogyakarta, Agustus 2018



Penulis,

Gita Citra Santi

NIM. 14630018

MOTTO



**IF YOU FOCUS ON ONE THING, YOU
CAN BURN THE WORLD**



Karya ini kami dedikasikan
untuk Almamater
Kimia UIN Sunan Kalijaga

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Rabbul ‘alamin yang telah memberikan kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul **“Adsorpsi Zat Warna *Indigosol Blue* Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan”** ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan dan semangat sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terimakasih secara khusus disampaikan kepada:

1. Prof. Drs. Yudian Wahyudi Ph.D, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan selama studi.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, M.Si. selaku dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi dan pengarahan sebagai pembimbing skripsi.
5. Bapak Santoso, Ibu Arwinarti, Idham Rendika yang telah memberikan doa dan dukungan.
6. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat dibuat dengan lancar.

7. Teman-teman kimia angkatan 2014 UIN Sunan Kalijaga atas saran dan bantuannya.
8. Teman-teman satu bimbingan (Mimin, Feni, Rafida, Indah dan Nisvi) yang selalu bersama-sama memberikan semangatnya untuk kelancaran penelitian ini.
9. Sahabat di Jogja (Ambar, Kibang, Dahlia, Ayuk, Fifi dkk) sebagai partner seperjuangan yang selalu mengingatkan selama proses penelitian.
10. Ike, Septy, Reni sahabat yang di Tulungagung yang selalu memberi dukungan dan doa.
11. Kakak tingkat yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah meluangkan waktunya untuk sharing penelitian kepada penulis.
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus..

Yogyakarta, Juni 2018

Gita Citra Santi
14630018

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pengesahan Skripsi/ Tugas Akhir.....	ii
Surat Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir	iii
Nota Dinas Konsultan	iv
Nota Dinas Konsultan	v
Surat Pernyataan Keaslian.....	vi
Motto	vii
Halaman Persembahan	viii
Kata Pengantar	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori.....	10
1. Zat Warna	10
2. Zat Warna Indigosol	11
3. Senyawa Humat	12
4. Pemurnian Asam Humat Hasil Isolasi	14
5. Asam Humat Sebagai Adsorben	14
6. Adsorpsi	15
7. Kinetika Adsorpsi	17
8. Isoterm Adsorpsi	20
9. Spektrofotometer UV-Vis	22
10. FTIR	28
11. SEM	31
C. Hipotesis Penelitian.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
A. Waktu dan Tempat Penelitian	35

B. Alat-alat Penelitian.....	35
C. Bahan Penelitian.....	35
D. Cara Kerja Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat	39
B. Penentuan Kandungan Gugus Fungsional pada Asam Humat.....	43
C. Menentukan Bilangan gelombang Maksimum <i>Indigosol blue</i>	44
D. Penentuan Kurva Kalibrasi Standar <i>Indigosol blue</i>	45
E. Optimasi pH adsorpsi <i>Indigosol blue</i> pada Asam Humat	46
F. Penentuan Kinetika Adsorpsi.....	49
G. Penentuan Isoterm Adsorpsi	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
A. KESIMPULAN	59
B. SARAN	60
DAFTAR PUSTAKA	62
Lampiran	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Pertumbuhan Jumlah Industri Batik di Indonesia	1
Gambar II.2	Struktur <i>Indigosol blue</i>	12
Gambar II.3	Model Struktur Asam Humat Berdasarkan Stevenson (1982); R dapat berupa alkil, aril dan aralkil.....	15
Gambar II.4.	Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir	21
Gambar II.5.	Kurva Isoterm Adsorpsi Freundlich	22
Gambar II.6.	Menentukan konsentrasi dengan kurva baku	25
Gambar II.7.	Skema peralatan Spektrofotometer UV-Vis.....	26
Gambar II.8.	Spektra IR dari t-propanol	29
Gambar II.9.	Penampilan fisik dan intensitas serapan IR	30
Gambar II.10	Diagram skematik fungsi dasar dan cara kerja SEM	32
Gambar VI.1	Spektrum IR (a) asam humat kotor, (b) asam humat murni.....	40
Gambar IV.2	Hasil Karakterisasi AH menggunakan SEM	42
Gambar IV.3	Grafik hubungan konsentrasi vs absorbansi <i>indigosol blue</i>	45
Gambar IV.4	Grafik hubungan antara zat warna <i>indigosol blue</i> yang teradsorpsi (%) vs pH	47
Gambar IV.5	Mekanisme adsorpsi indigosol blue pada adsorben asam humat	48
Gambar IV.6	Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi <i>Indigosol blue</i>	49
Gambar IV.7	Grafik kinetika pseudo orde satu menurut Lagergren	51
Gambar IV.8	Grafik kinetika adsorpsi menurut Santosa.....	53
Gambar IV.9	Grafik kinetika pseudo orde dua menurut Ho	53
Gambar IV.10	Hubungan Linier C_e/q_e (g L^{-1}) vs C_e (mol L^{-1}) dari pola Isoterm Langmuir pada Asam Humat	56
Gambar IV.11	Hubungan Linier $\log C_e$ vs $\log q_e$ dari pola Isoterm Freudlich pada Asam Humat	56

DAFTAR TABEL

Tabel II.2.	Unit Struktural Indigo.....	11
Tabel II.3.	Beberapa serapan simetri dan anti-simetri untuk triatomik.....	29
Tabel VI.1.	Perbandingan interpretasi bilangan gelombang spektra IR asam humat kotor dan asam humat murni	41
Tabel IV.2.	Kandungan gugus fungsi asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan	44
Tabel IV.3.	Perbandingan parameter model kinetika adsorpsi Lagergren, Santosa dkk dan Ho untuk adsorpsi <i>indigosol blue</i> oleh asam humat.....	54
Tabel IV.4.	Hasil penentuan isoterm adsorpsi <i>indigosol blue</i> pada asam humat	58
Tabel IV.5.	Kemampuan beberapa material asam humat dalam megadsorpsi zat warna	58



ABSTRAK

Adsorpsi Zat Warna *Indigosol Blue* Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan

Oleh:

Gita Citra Santi

14630018

Telah dilakukan penelitian tentang isolasi asam humat dan interaksinya dengan *indigosol blue*. Tujuan penelitian ini adalah mengisolasi asam humat dari tanah gambut Kalimantan dan mempelajari optimasi pH, penentuan kinetika adsorpsi serta isoterm adsorpsi. Isolasi asam humat menggunakan metode ekstraksi alkali dengan NaOH sebagai pelarut dan diendapkan kembali dengan HCl. Pemurnian asam humat menggunakan HCl dan HF dengan perbandingan 1:1. Asam humat dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR untuk mengetahui gugus fungsionalnya. Berdasarkan hasil karakterisasi FTIR, serapan asam humat terdapat pada bilangan gelombang $3140,15\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi ulur -OH, $2924,09\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur -CH alifatik, 1705 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur -C=O dari COOH, $1627,92\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur C=C aromatis dan $1226,73\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan -OH dan C-O dari -COOH. Berdasarkan hasil penelitian, optimasi pH larutan zat warna *indigosol blue* pada pH 5. Model kinetika adsorpsi *indigosol blue* pada asam humat mengikuti pseudo orde satu menurut Lagergren dengan konstanta laju reaksi sebesar $0,0308\text{ g mol}^{-1}\text{ menit}^{-1}$. Adsorpsi *indigosol blue* pada asam humat mengikuti isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi $1,98\text{ mol}^{-1}\text{ g}$ dengan energi potensial $15,668\text{ kJ mol}^{-1}$.

Kata kunci: asam humat, adsorpsi, zat warna, *indigosol blue*

ABSTRACT

Adsorption of *Indigosol Blue* on Humic Acid from Kalimantan Peat Soil

There has been research on the isolation of humic acid and its interaction with *indigosol blue*. The objectives of this study were to isolate humic acid from Kalimantan peat soil and to study pH optimization, determination of adsorption kinetics and adsorption isotherm. Isolation of humic acid using alkali extraction method with NaOH as solvent and precipitated with HCl. Purification of humic acid using HCl and HF with ratio 1:1. Humic acid is characterized using FTIR spectroscopy to determine functional group. Based on the result FTIR characterization, absorption of humic acid was found in the wave number 3140,15 cm^{-1} which showed the vibration of -OH, 2924,09 cm^{-1} show vibration of aliphatic -CH, 1705 cm^{-1} show vibration -C = O of COOH, 1627,92 cm^{-1} show vibration of C=C aromatic and 1226,73 cm^{-1} indicate of -OH and CO from -COOH. Based on the result of research, optimation pH of *indigosol blue* at pH 5. Kinetic model of *indigosol blue* adsorption on humic acid follow pseudo first orde according Lagergren with reaction rate constant of 0.0308 $\text{g mol}^{-1} \text{min}^{-1}$. Adsorption *indigosol blue* on acid humat follow Langmuir isotherm with adsorption capacity 1,98 $\text{mol}^{-1} \text{g}$ with potential energy 15,668 kJ mol^{-1} .

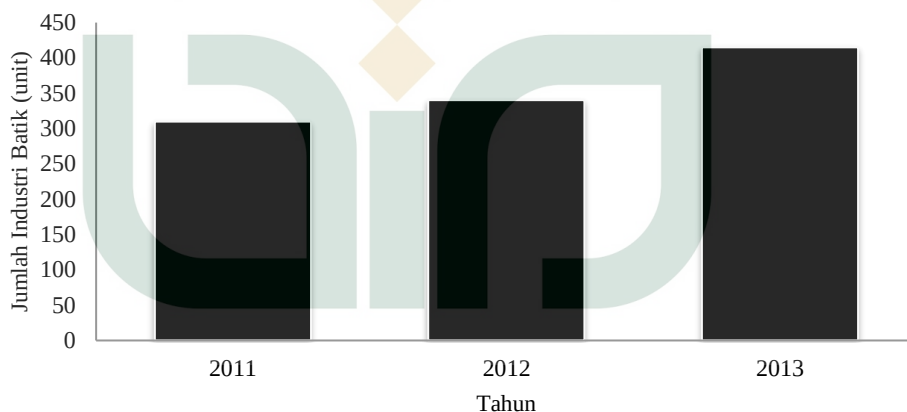
Keywords: *humic acid, adsorption, dyestuff, indigosol blue*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri tekstil telah mengalami peningkatan yang sangat signifikan, salah satunya industri batik. Industri batik mulai tumbuh dengan pesat dimulai sejak UNESCO menetapkan batik sebagai warisan budaya dunia pada tanggal 2 Oktober 2009. Kota Yogyakarta mengambil peran besar dalam pertumbuhan batik di Indonesia karena letaknya yang strategis dan sebagai tempat wisata yang menjadi tujuan para wisatawan baik domestik maupun luar negeri. Selain itu, batik saat ini bukan hanya sebagai bahan pembuat baju, tetapi juga dikembangkan untuk segala perlengkapan seperti sprei, tas, kerajinan kayu dan barang-barang bernilai seni lainnya.



Gambar I.1 Pertumbuhan Jumlah Industri Batik di Indonesia (Kemenperin, 2013)

Pada Gambar I.1, industri batik di Indonesia terlihat semakin menjamur. Hal ini merupakan salah satu potensi yang harus tetap ditingkatkan. Manfaatnya yaitu untuk meningkatkan perekonomian dan mengurangi tingkat pengangguran,

sekaligus menjaga keberlangsungan batik sebagai simbol budaya di Indonesia. Disisi kebermanfaatan tersebut, terdapat permasalahan yang serius yaitu limbah cair, padatan dan gas yang dibuang begitu saja oleh kebanyakan industri batik karena sudah tidak terpakai lagi, dimana hal ini akan berbahaya bagi lingkungan. Industri tekstil menghasilkan air limbah dengan parameter BOD, COD, padatan tersuspensi dan zat warna yang relatif tinggi. Beberapa limbah yang dihasilkan dari industri batik yaitu limbah hasil proses perendaman dan pengentalan, limbah proses pengkajian tipis, limbah proses pewarnaan, limbah proses pelepasan malam dan limbah hasil proses penyempurnaan. Pada berbagai macam proses tersebut, limbah yang sangat merusak lingkungan adalah limbah proses pewarnaan karena melibatkan zat warna yang mengandung berbagai senyawa organik. Zat warna sulit terdegradasi dan sukar untuk larut dalam air sehingga jika dibiarkan terus-menerus akan terakumulasi dan mengganggu kehidupan akuatik.

Dewasa ini, industri batik yang menggunakan zat warna sintetis jumlahnya begitu banyak karena prosesnya yang cepat dan dapat diperoleh dengan harga yang murah. Zat warna yang digunakan oleh kebanyakan pengrajin batik di Yogyakarta adalah naftol, indigosol, metilen biru dan metilen orange. Indigosol atau bejana larut sering digunakan karena menghasilkan warna yang cerah dan tidak mudah memudar, namun air bekas cucianya dapat mengakibatkan gangguan terhadap lingkungan. Zat warna ini mengakibatkan penyakit kulit dan yang sangat berbahaya dapat mengakibatkan kanker kulit (Nugroho, 2013). Terlepas dari manfaatnya untuk meningkatkan nilai produk, ternyata penggunaan zat warna dapat mencemari

lingkungan apabila tidak dibuang begitu saja ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu (Suwarsa, 1998).

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara mengolah limbah dengan metode dan material yang tepat untuk meminimalisir tercemarnya badan air. Beberapa metode pengolahan limbah warna yaitu koagulasi dan flokulasi, ozonisasi, elektrokimia, dekolorisasi dan adsorpsi (Hasemian dkk, 2014), oksidasi dan fotokatalisis (Ramesh, 2017) serta pengolahan biologi yang dilakukan dengan menggunakan bakteri untuk mendegradasi senyawa pewarna (V. Prigione, 2008). Metode ozonisasi memiliki kelemahan yaitu memerlukan biaya yang tinggi dan sukar untuk diterapkan di masyarakat (Matis, 1980). Penghilangan warna secara koagulasi akan menghasilkan lumpur (*sludge*) dalam jumlah yang relatif besar dan dari adanya lumpur tersebut akan menimbulkan masalah baru bagi unit pengolahan limbah (Suparno, 2010). Pengolahan secara biologi seringkali gagal dikarenakan bakteri tidak mampu beradaptasi dengan kompleksitas zat warna (Kusumawati dkk, 2012). Menurut Robinson (2001) dalam Ahmad *et al.* (2002), kekurangan dari metode-metode lainnya yaitu metode elektrokimia membutuhkan biaya listrik yang tinggi, metode filtrasi membran akan menghasilkan lumpur pekat dan metode pertukaran ion tidak efektif digunakan pada semua jenis zat warna.

Menganalisis dari berbagai kekurangan tersebut, metode adsorpsi dianggap memiliki banyak keuntungan salah satunya yaitu lebih efektif digunakan untuk memisahkan zat warna. Keuntungan lainnya dari metode adsorpsi yaitu cepat dalam menurunkan konsentrasi zat warna dengan biaya yang ekonomis. Metode adsorpsi sudah banyak digunakan untuk mengatasi limbah cair zat warna karena dapat

menurunkan kadar zat warna dari larutan dengan sempurna tanpa mengubahnya menjadi senyawa yang berbahaya (Setyaningtyas, 2007). Adsorpsi biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya gugus fungsional –OH, –NH, –SH dan –COOH (Stumm dan Morgan, 1996). Banyak peneliti telah menyelidiki terkait bahan yang layak dijadikan adsorben dengan harga yang murah, seperti sekam kacang tanah, tongkol jagung, tepung jagung, kitin, mineral dari lempung dan resin komersial. Adsorben ini memiliki kapasitas adsorpsi yang rendah (Park *et al.*, 2016). Karbon aktif juga sering digunakan sebagai adsorben zat warna, tetapi dalam proses produksi biaya yang dikeluarkan terlalu tinggi sehingga tidak ekonomis.

Salah satu adsorben yang potensial untuk menurunkan dan menghilangkan zat warna adalah asam humat yang terkandung di tanah (Lesbani *et al.*, 2002; Volikov *et al.*, 2015 dan Chen *et al.*, 2015). Asam humat memiliki kelimpahan gugus –COOH dan –OH yang dapat menurunkan konsentrasi zat warna pada limbah cair. Zat warna yang sering digunakan dalam industri batik salah satunya adalah *indigosol blue*.

Indigosol blue merupakan salah satu zat warna yang merupakan golongan bejana larut tahan luntur, berwarna rata dan cerah (Hasanudin, 1997). *Indigosol blue* seringkali dipakai oleh industri batik sebagai salah satu zat warna yang digunakan pada proses pencelupan cara rendaman untuk menghasilkan warna pada kain batik. Permasalahannya adalah larutan bekas pencelupan yang berwarna kuat dan mengandung zat kimia dengan konsentrasi tinggi biasanya langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga akan mencemari lingkungan.

Asam humat dapat digunakan sebagai adsorben *indigosol blue* karena memiliki situs aktif berupa -COOH dan -OH yang pada keadaan asam akan bersifat parsial positif untuk berinteraksi dengan *indigosol blue* yang memiliki situs aktif SO_3^- melalui interaksi elektrostatik.

Berdasarkan uraian tersebut dilakukan adsorpsi zat warna *indigosol blue* pada asam humat. Keberadaan asam humat yang melimpah di alam harus dimanfaatkan dengan optimal. Asam humat yang kaya akan gugus fungsional seperti -COOH dan -OH diharapkan mampu berinteraksi dengan situs aktif yang dimiliki oleh zat warna *indigosol blue*.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah batik yang digunakan berasal dari limbah pencucian *home industry* di Yogyakarta dengan menggunakan jenis pewarna *indigosol blue*.
2. Adsorben yang digunakan adalah asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan.
3. Optimasi kondisi pada proses adsorpsi limbah zat warna *indigosol blue* oleh asam humat dilakukan dengan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi larutan *indigosol blue*.
4. Karakterisasi asam humat menggunakan FTIR, UV-Vis dan SEM.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan dari hasil karakterisasi FTIR , SEM dan gugus fungsional ?
2. Bagaimana pengaruh pH larutan *indigosol blue*, waktu kontak dan konsentrasi larutan *indigosol blue* terhadap proses adsorpsi zat warna *indigosol blue* pada asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan ?
3. Bagaimana kapasitas adsorpsi zat warna *indigosol blue* pada asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan ?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari karakteristik asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan.
2. Mempelajari pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi terhadap proses adsorpsi zat warna *indigosol blue* pada asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan.
3. Mempelajari kapasitas adsorpsi zat warna *indigosol blue* pada asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Memberikan informasi mengenai metode yang praktis dan efisien dalam mengolah zat warna *indigosol blue* pada asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan.
2. Memberikan informasi kepada peneliti selanjutnya untuk mendapatkan kondisi variabel yang tepat dalam adsorpsi zat warna *indigosol blue* pada asam humat hasil isolasi tanah gambut Kalimantan.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Asam humat diisolasi menggunakan metode ekstraksi alkali. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang 3140,15 cm^{-1} , 2924,09 cm^{-1} , 2337,72 cm^{-1} dan 1705 cm^{-1} . Kandungan gugus fungsional asam humat yaitu -COOH, -OH fenolat dan keasaman total berturut-turut sebesar 106 cmol/kg , 469 cmol/kg dan 575 cmol/kg .
2. Proses adsorpsi memiliki pH optimum 5 dan waktu optimum 60 menit. Dilihat dari perbandingan nilai R^2 disimpulkan bahwa adsorpsi *indigosol blue* pada asam humat mengikuti model kinetika pseudo orde satu menurut Lagergren dengan nilai konstanta laju reaksi sebesar 0,0308 $\text{g mol}^{-1} \text{ menit}^{-1}$. Isoterm adsorpsi yang terjadi pada adsorben asam humat adalah isoterm Langmuir dengan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9403 dan kapasitas adsorpsi sebesar 1,69 mol g^{-1} dimana dalam setiap 1 gram adsorben asam humat akan mengadsorp zat warna *indigosol blue* sebesar 15,668 kJ mol^{-1} .
3. Kapasitas adsorpsi *indigosol blue* pada asam humat yaitu sebesar 1,69 mol g^{-1}

B. Saran

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

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai desorpsi atau regenerasi dari adsorben asam humat
2. Penelitian lebih lanjut sampai tahap proses aplikasi pada limbah



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Nasir, Khaleed dan M. Daud. 2002. Adsorption Studies of Lead on Lateritic Minerals From Aqueous Media. *Separation Science and Technology*.37:2, 343-362.
- Alimano M. dan Mindriany S. 2014. Reduksi Ukuran Adsorben untuk Memperbesar Diameter Pori Dalam Upaya Meningkatkan Efisiensi Adsorpsi Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 20, No. 2.
- Anggraeni, Nuha D. 2008. Analisa SEM dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematit. *Conference Paper: Seminar Nasional VII* . Kampus ITENAS, Bandung.
- Azmiyawati, Choiril. 2006. Kajian Kinetika Adsorpsi Mg(II) Pada Silika Gel Termodifikasi Gugus Sulfonat. *JKSA*, Volume VII, No. 1.
- Banwell, C. N. 1983. *Fundamentals of Molecular Spectroscopy*. UK: McGraw Hill International.
- Cheremisinoff, N.P. dan Gonsalves, E.E. 1989. *Principles and Application of Carbon Adsorption in Cheremisinoff, N.P. Hanbook Heat and Mass Transfer Volume 2*. Houston: Gulf Publishing Company.
- Chen, R.P., Yin, L.Z., Lian, F.Z., Xiao, Y.W., Jian, Q.C., Ai, J.M. dan Wi,. M.J. 2015. Lead (II) and Methylene Blue Removal Using a Fully Biodegradable Hydrogel Based on Starch Immobilized Humic Acid. *Chemical Engineering Journal*.
- Ding at, al. 2002. Long-Term Tillage Effect on Soil Metolachor Sorption and Desorption Behaviour. *Chemosphere* , 48, 897-904.
- Gaffney, J.S.,Marley, N.A., dan Clark, S.B.1996. *Humic and Fulvic Acids: Isolation, Structure and Environmental Role*. Washington DC: American Chemical Society.
- Gu, Lin, Zhu, N., Wang, L., Bing, X dan Chen, X. 2011. Combined Humic Acid Adsorption and Enchanced Fenton Processes for The Treatment of Naphthalene Dye Intermediate Wastewater. *Journal of Hazardous Material*, 198, 232-240.
- Hancock, I.C.D.R. 1996. Mechanism of Pasive Sorption of Heavy Metals by Biomass and Biological Product. *Symposium and Workshop on Heavy Metals Bioaccumulation*, IUC Biotechnology, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- Hayes, M.B. dan Himes, F. L. 1986. "Nature and Properties of Humus-Mineral Complexes" in: "Interaction of Soil Mineral with Natural Organics and Microbes". *Soil Science Society of America*. SSSA Special Publication No. 17.
- Ho, Y.S. dan McKay, G. 1999. Pseudo-second Order Model for Sorption Processes. *Procedia Biochemistry*, 34 (5), 451-465.
- Ho, Y.S. dan McKay, G. 1998. A Comparison of Chemisorption Kinetic Models Applied to Pollutant Removal on Various Sorbent. *Trans IchemE*, 76 B, 332-340.
- Ho, Y.S. 2004. Citation Review of Lagergren Kinetic Rate Equation on Adsorption Reactions. *Journal Scientometrics*, 59, 171-177.
- Kemenperin. 2013. *Kinerja Industri Indonesia Tahun 2010-2013* <http://www.kemenperin.go.id>. Diakses pada 20 Maret 2017.
- Kusumawati, Nita., Wijastuti, A. dan Rahmadyanti, E. 2012. Operating Condition Optimization on Indonesia "Batik" Dyes Wastewater Treatment by Fenton Oxidating and Separating Ultrafiltration Membrane. *Journal of Environment Science and Engineering*, A 1, 672-682.
- Lesbani, A., Miksusanti dan Setiawati, Y. 2002. Studi Interaksi Zat Warna Tekstil Auramin dengan Asam Humat Dari Tanah Gambut. *Jurnal Penelitian Sains*. ISSN: 1410-7058
- Matis K. A. 1980. Treatment of industrial liquid wastes by electro-floatation. *Water Pollution Control*
- McCabe, W.L., J.C. Smith dan P. Harriot. 1999. *Operasi Teknik Kimia Edisi keempat Jilid 2*. Terjemahan E. Jasjfi. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mohadi, Risfidian., Nurlisa H., Sri Juara S., dan Narsito. 2008. Karakterisasi Asam Humat dari Gambut Indralaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan. *Jurnal Penenelitan Sains*. 411-420
- Nugroho, S. 2013. Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow IRK dalam Limbah Batik dengan Elektroda Grafit. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA UNNES, Semarang.
- Nurdin, Dasli. 1985. *Elusidasi Stuktur Senyawa Organik Dengan Cara Spektroskopi Ultralembayung dan Inframerah*. Bandung: Angkasa.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.

- Oscik, J. 1994. *Adsorption*. Chichester: Ellis Horwood Publisher.
- Park, Min Chang, Han, J., Chu, K. H., Al-Hamadani, Y.A.J., Her, N., Heo, J. dan Yoon, Y. 2017. Influence of Solution pH, Ionic Strength, and Humic Acid on Cadmium Adsorption onto Activated Biochar: Experiment and Modelling. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 48, 186-193.
- Peng, Liang., Pufeng, Q., Ming, L., Qingru, Z., Huijuan, S., dan Jiao, Y. 2012. Modifying Fe₃O₄ Nanoparticles with Humic Acid for Removal of Rhodamine B from Indonesian Water. *Journal of Hazardous Materials*. 209-210.
- Purvis, K. 1991. Fibrous Clay Mineral Collapse Produced By Beam Damage of Carbon-Coated Samples During Scanning Electron Microscopy. *The Mineralogical Society: Clay Mineral*, 26, 141-145.
- Putri, M. A., Rochani, Imam dan Supomo, Heri. 2012. Studi Laju Korosi dan Surface Morfologi Pipa Bawah Laut API 5L Grade X65 dengan Variasi Sudut Bending. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 1, ISSN: 2301- 9271.
- Rahmawati, Atik. 2004. Studi Adsorpsi Kadmium (II) dan Timbal (II) pada Asam Humat. *Tesis Kimia*. UGM
- Rahmawati, Atik. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat dari Tanah Gambut. *Jurnal PHENOMENON*, Volume 2, No.1, 117-136.
- Rahmawati, Atik. 2011. Pengaruh Derajat Keasaman Terhadap Adsorpsi Logam Kadmium(II) dan Timbal(II) Pada Asam Humat. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, Volume 12, No. 1, 1-14.
- Rahmawati, Atik dan Santoso, S. J. 2012. Studi Adsorpsi Logam Pb (II) dan Cd (II) pada Asam Humat dalam Medium Air. *Alchemy*. 2(1): 46-57.
- Ramesh, T.N., Kirana, D.V., Ashmini, A. dan Manasa. T.R. 2017. Calcium Hydroxide as Low Cost Adsorbent for The Effective Removal of Indigo Carmine Dye in Water. *Journal of Saudi Chemical Society*, 21, 165-171.
- Robinson, T., G. McMullan G., R. Marchant, P. Nigam. 2001. Remediation of Dyes in Textile Effluent: a Critical Review on Current Treatment Technologies With a Proposed Alternative. *Journal of Bioresource Technology*, 77, 247-255.
- Rousseau, R. W. 1987. *Handbook of Separation Process Technology*. United States : John Wiley and Sons Inc.

- Santosa, Sri Juari. 2014. Sorption Kinetics of Cd (II) Species on Humic Acid-Based Sorbent. *Clean Journal Soil Air Water*, 42 (6), 760-766.
- Schnitzer, M dan S. Khan U. 1972. *Humic Substances in the Environment*. New York: Marcel Dekker.
- Sitorus, Marham. 2009. *Spektroskopi: Elusidasi Stuktur Molekul Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Stevenson, F.J.1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. New York: John Wiley & Sons.
- Stumm,W dan Morgan, J.J.1996. *Aquatic Chemistry 3th*. New York: John Wiley & Sons
- Sumar, Hendayana. 1994. *Kimia Analisis Farmasi*. Jakarta: UI Press
- Suparno. 2010. Degradasi Zat Warna Indigosol Dengan Metode Oksidasi Katalitik Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi dan Ozonisasi. *Tesis*. Program Pascasarjana Kimia Universitas Indonesia, Depok.
- Suwarso, S. 1998. Penyerapan Zat Warna Tekstil BR. Red HE 7B Oleh Jerami Padi. *JMS*. Vol 3 No 1. Fakultas MIPA. ITB
- Tan, K.H. 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: UGM Press
- Trewin, N. 1988. Use of The Scanning Electron Microscopie in Sedimentology in: Fibrous Clay Mineral Collapse Produced By Beam Damage of Carbon-Coated Samples During Scanning Electron Microscopy. *The Mineralogical Society: Clay Mineral*, 26, 141-145.
- Underwood, A. L dan Day, R.A. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Volikov, A.B., Sergey, A.P., Andrey, I.K., Kiek, H. Dan Irina, V.P. 2016. Nature-Like Solution for Removal of Direct Brown 1 Azo Dye From Aqueous Phase Using Humics-Modified Silica Gel. *Chemosphere*, 145, 83-88.
- V. Prigione, G.C. Varese, L. Casieri dan V.F. Marchisio. 2008. Biosorption of Simulated Dyed Effluents by Inactivated Fungal Biomasses. *Bioresource Technology*, 99, 3559-3567.
- Waksman, S. A. 1952. *Soil Microbiology*. New Work: John Willey and Sons.

- Wang K. Dan Xing,B. 2005. Chemical Ekstractions Affect The Structure Phenanthrene Sorption of Soil Humin. *Environmental Science Technology*, 39, 8333-8340.
- Xu, Duanping,Gu, C. dan Chen,X. 2013. Adsorption and Removal of Acid Red 3R from Aqueous Solution Using Flocculent Humic Acid Isolated from Lignite. *Procedia Environmental Sciences*, 18, 127-134, International Symposium on Environmental Science and Technology.
- Yuliyati, Yati B., Rustaman, Ernawati, E.E. dan Lubis, R.A. 2016. Laju Adsorpsi Asam Humat Hasil Isolasi dari Batubara Terhadap Cu dan Fe. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. ISBN: 978-602-72216-1-1.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Larutan

1. Pembuatan larutan HCl 1 M sebanyak 100 ml
HCl 2 M sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml
lalu ditambahkan aquades hingga tanda tera dan dihomogekan.
2. Pembuatan larutan NaOH 1 M sebanyak 100 ml
NaOH ($M_r = 40 \text{ g/mol}$) sebanyak 4 gram dimasukkan ke dalam labu
ukur 100 ml lalu ditambahkan aquades hingga tanda tera dan dihomogekan.
3. Pembuatan larutan HCl 0,1M sebanyak 100 ml
HCl 1 M sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml
lalu ditambahkan aquades hingga tanda tera dan dihomogenkan.

Lampiran 2. Penentuan Gugus Fungsi Asam Humat Hasil Isolasi

A. Penentuan Keasaman Total

Humat	pH Awal	pH Akhir	Volume Awal (ml)	Volume Awal + Volume Akuades (ml)	Volume Akhir (ml)	Volume Titrasi HCl (ml)
Sampel	12,68	7,76	20	40	93,5	53,5
Blangko	1,84	7,76	20	40	105	65

$$\begin{aligned}
 \text{Keasaman total} &= \frac{(\text{volume blanko} - \text{volume sampel titrasi HCl}) \times N \text{ HCl} \times 100000}{\text{mg sampel}} \\
 &= \frac{(65 - 53,5) \text{ ml} \times 0,05 \text{ N} \times 100000}{100 \text{ mg}} \\
 &= 575
 \end{aligned}$$

B. Penentuan Kandungan -COOH

Humat	pH Awal	pH Akhir	Volume Awal (ml)	Volume Awal + Volume Akuades (ml)	Volume Akhir (ml)	Volume Titrasi HCl (ml)
Sampel	6,43	10,03	50	70	86	16
Blangko	8,02	10,03	50	70	75,4	5,4

$$\begin{aligned}
 \text{Kandungan COOH} &= \frac{(\text{volume titran NaOH} - \text{volume blanko}) \times N \text{ NaOH} \times 100000}{\text{mg sampel}} \\
 &= \frac{(16 - 5,4) \text{ ml} \times 0,01 \text{ N} \times 100000}{100 \text{ mg}} \\
 &= 106
 \end{aligned}$$

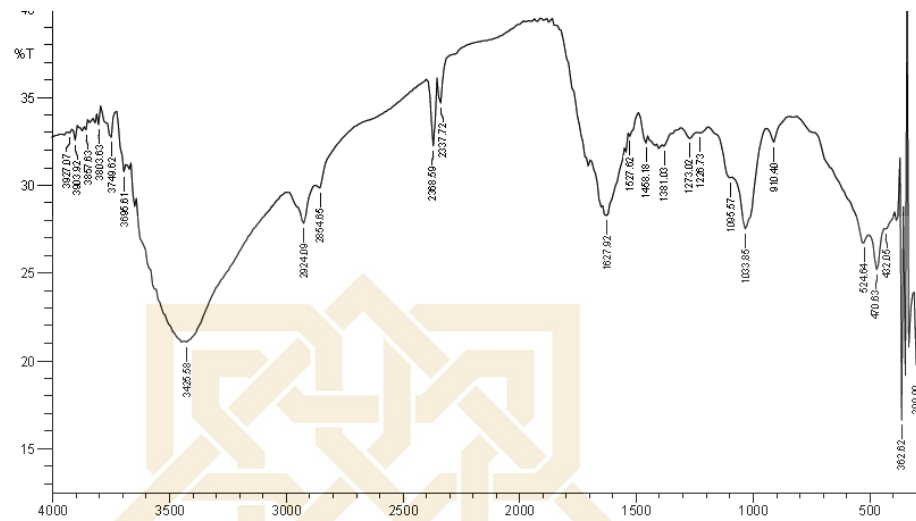
C. Penentuan -OH Fenolat

$$\text{-OH Fenolat} = \text{Keasaman total} - \text{Kandungan -COOH}$$

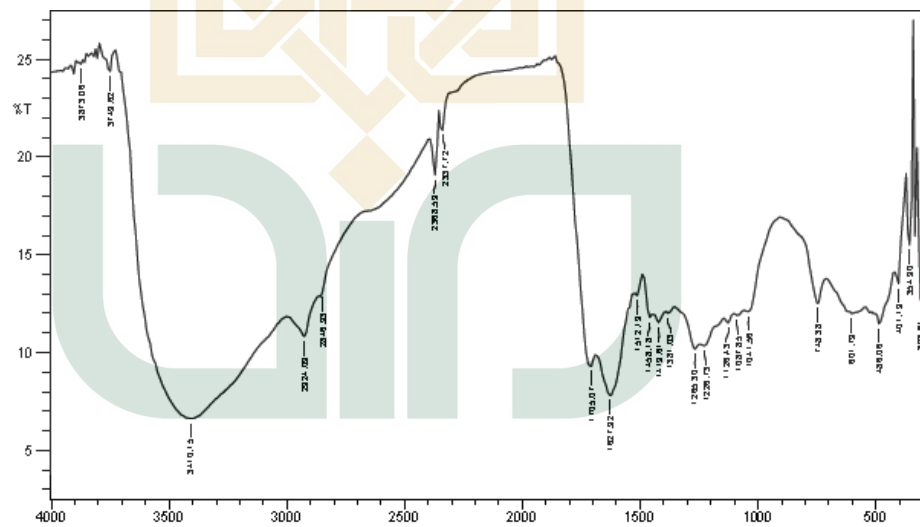
$$= (575 - 106) \text{ cmol/Kg}$$

$$= 469$$

Lampiran 3. Spektra Inframerah Asam Humat Kotor dan Asam Humat Murni Isolasi dari Tanah Gambut Kalimantan



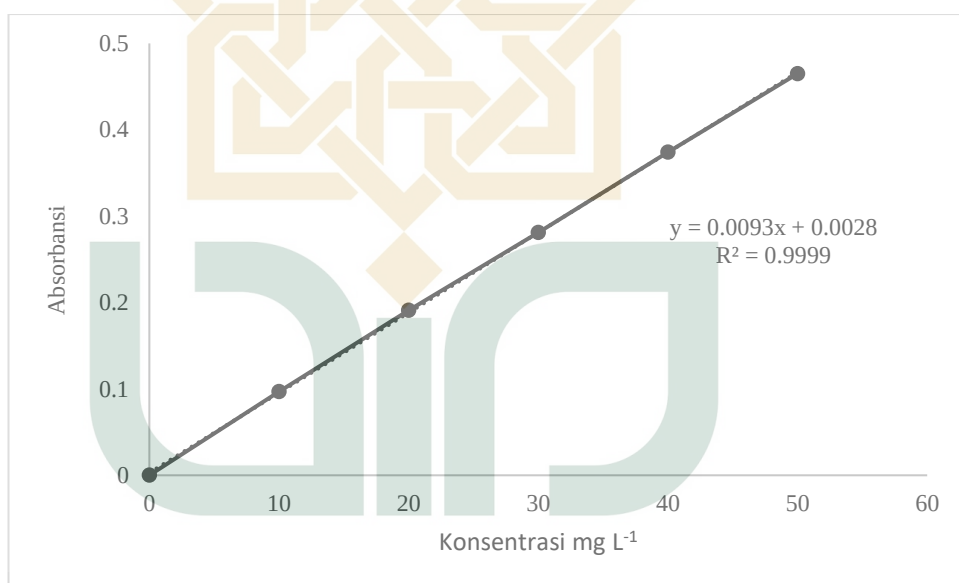
Spektra IR asam humat kotor



Spektra IR asam humat murni

Lampiran 4. Grafik Kurva Standar Larutan *Indigosol blue*

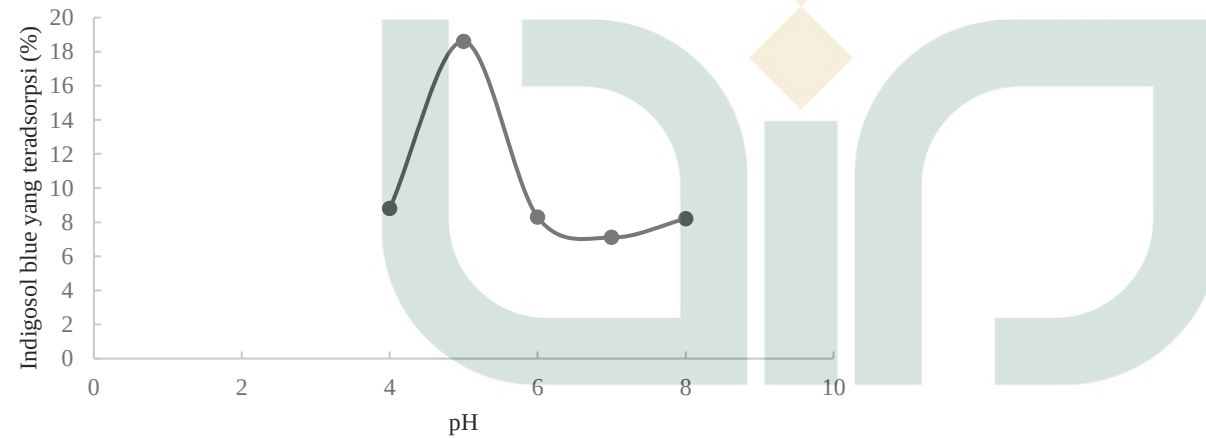
Konsentrasi mg L ⁻¹	Absorbansi
0	0
10	0,097
20	0,191
30	0,281
40	0,374
50	0,465



Grafik larutan standar *indigosol blue*

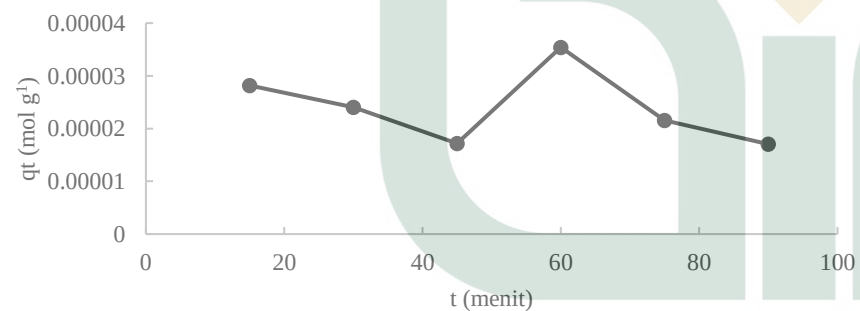
Lampiran 5. Data Penentuan pH Optimum Adsorpsi *Indigosol blue* Oleh Asam Humat

pH	Waktu (menit)	Berat adsorben (mg)	Volume (L)	A awal	Konsentrasi IB (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB (mol L ⁻¹)	A akhir	Konsentrasi IB akhir (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB akhir (mol L ⁻¹)	Konsentrasi IB teradsorp (mol L ⁻¹)	% Adsorpsi
4	120	0,01	0,01	0,407	43,695	0,000098	0,371092	39,84	0,00009	0,000008	8,8
5	120	0,01	0,01	0,410	44,017	0,000099	0,333648	35,82	0,00008	0,000019	18,6
6	120	0,01	0,01	0,403	43,201	0,000097	0,369501	39,61	0,000089	0,000008	8,3
7	120	0,01	0,01	0,386	41,394	0,000093	0,358547	38,45	0,000086	0,000007	7,1
8	120	0,01	0,01	0,366	39,225	0,000088	0,335936	35,83	0,000080	0,000008	8,2



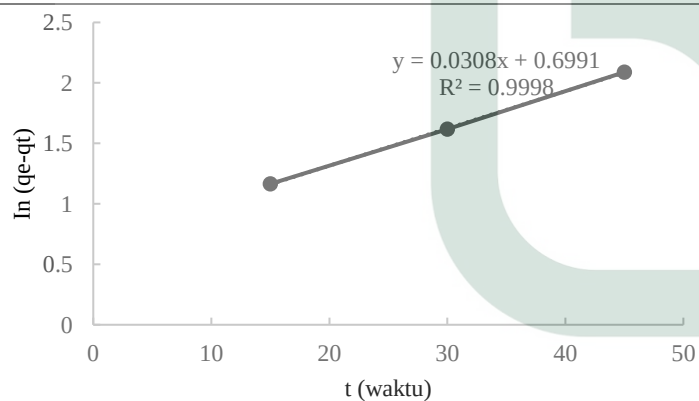
Lampiran 6. Data Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi *Indigosol blue* Oleh Asam Humat

Waktu (menit)	Berat adsorben (mg)	Volume (L)	A awal	Konsentrasi IB awal (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB awal (mol L ⁻¹)	A akhir	Konsentrasi IB akhir (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB akhir (mol L ⁻¹)	Konsentrasi IB teradsorp (mol L ⁻¹)	Konsentrasi IB teradsorp (mol g ⁻¹) qt
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0,01	0,01	0,46	45,768	0,00010344	0,312	33,302	0,00007527	0,00002817	0,00002817
30	0,01	0,01	0,46	45,768	0,00010344	0,329	35,13	0,0000794	0,00002404	0,00002404
45	0,01	0,01	0,46	45,768	0,00010344	0,357	38,172	0,00008627	0,00001717	0,00001717
60	0,01	0,01	0,46	45,768	0,00010344	0,282	30,097	0,00006802	0,00003542	0,00003542
75	0,01	0,01	0,46	45,768	0,00010344	0,339	36,223	0,00008187	0,00002157	0,00002157
90	0,01	0,01	0,46	45,768	0,00010344	0,357	38,217	0,00008638	0,00001706	0,00001706



Lampiran 7. Data Kinetika Pseudo Orde Satu Menurut Lagergren

Waktu (menit)	Berat adsorben (gram)	A awal	Konsentras i IB awal (mg L ⁻¹)	A akhir	Konsentras i IB akhir (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB teradsorp (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB teradsorp (mol g ⁻¹) qt	qe	qe-qt	ln(qe-qt)
0	0	0	0	0	0	0	0	15,671	0	0
15	0,01	0,46	45,768	0,312	33,302	12,466	12,466	15,671	3,205	1,16471209
30	0,01	0,46	45,768	0,329	35,13	10,638	10,638	15,671	5,033	1,616016228
45	0,01	0,46	45,768	0,357	38,172	7,596	7,596	15,671	8,075	2,088772869
60	0,01	0,46	45,768	0,282	30,097	15,671	15,671	15,671	0	#NUM!
75	0,01	0,46	45,768	0,339	36,223	9,545	9,545	15,671	6,126	1,812542008
90	0,01	0,46	45,768	0,357	38,217	7,551	7,551	15,671	8,12	2,094330154



Slope = 0,0308

Slope = -k

K = -0,0308

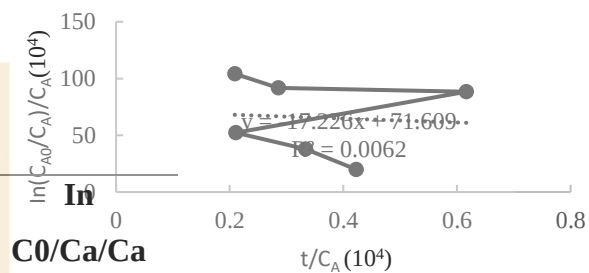
Intersep = 0,6991

Loq qe = intersep

Qe = 5,001

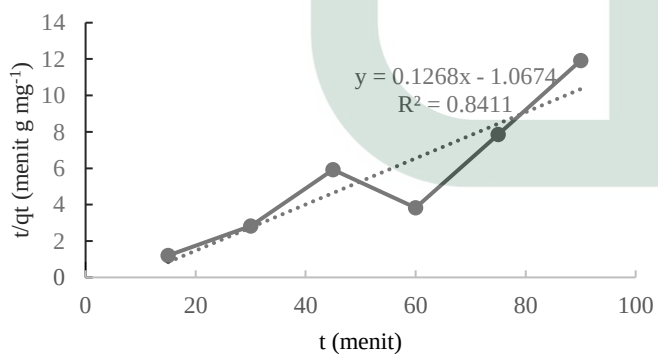
Lampiran 8. Data Kinetika Orde Satu Menurut Santosa dkk (2007)

Waktu (menit)	C ₀ (mol L ⁻¹)	C _a (mol L ⁻¹)	C ₀ /C _a	ln C ₀ /C _a	t/C _a (menit L mol ⁻¹)	ln C ₀ /C _a /C _a
0	0	0	0	0	0	0
15	0,00010344	0,00007527	1,37425269	0,317910085	199282,5827	4223,596193
30	0,00010344	0,0000794	1,302770781	0,264493366	377833,7531	3331,150708
45	0,00010344	0,00008627	1,199026313	0,181509821	521618,1755	2103,973819
60	0,00010344	0,00006802	1,520729197	0,419189955	882093,5019	6162,745588
75	0,00010344	0,00008187	1,263466471	0,233859111	916086,4786	2856,468927
90	0,00010344	0,00008638	1,197499421	0,180235567	1041907,849	2086,542798

**K_s = 17, 226**

Lampiran 9. Data Kinetika Orde Satu Menurut Ho

Waktu (menit)	Berat adsorben (gram)	A awal	Konsentrasi IB awal (mg L ⁻¹)	A akhir	Konsentrasi IB akhir (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB teradsorp (mg L ⁻¹) qt	t/qt
0	0	0	0	0	0	0	0
15	0,01	0,46	45,768	0,312	33,302	12,466	1,203272902
30	0,01	0,46	45,768	0,329	35,13	10,638	2,820078962
45	0,01	0,46	45,768	0,357	38,172	7,596	5,924170616
60	0,01	0,46	45,768	0,282	30,097	15,671	3,828728224
75	0,01	0,46	45,768	0,339	36,223	9,545	7,857517025
90	0,01	0,46	45,768	0,357	38,217	7,551	11,91895113



Slope = 0,1268

Slope = $1/q_e$

$Q_e = 7,886$

Intersep = -1,0674

Intersep = $1/kq_e^2$

$K = -58,2685$

Lampiran 10. Data Isoterm Adsorpsi Asam Humat

Konsentrasi (mg L ⁻¹)	A awal	Konsentrasi awal (mg L ⁻¹)	Konsentrasi IB awal (mol L ⁻¹)	A akhir	Konsentrasi akhir (mg L ⁻¹)	Konsentrasi akhir (mol L ⁻¹)	Konsentrasi terdsorp (mol L ⁻¹)	Konsentrasi teradsorp (mol L ⁻¹)	Ce/qe (g L ⁻¹)	In Ce	In qe
10	0,083	8,419	0,1902	0,053	5,066	0,1145	0,0757	0,0757	1,51254	-2,1671804	-2,5809771
20	0,169	17,76	0,4015	0,084	8,478	0,1916	0,2099	0,2099	0,91281	-1,6523454	-1,5611240
30	0,255	27,07	0,612	0,096	9,756	0,2205	0,3915	0,3915	0,56321	-1,5118575	-0,9377697
40	0,341	36,52	0,8255	0,171	17,98	0,4068	0,4187	0,4187	0,97157	-0,8994336	-0,8706006
50	0,422	45,24	1,0227	0,219	23,22	0,5249	0,4978	0,4978	1,05443	-0,6445475	-0,6975568

