

**KARAKTERISASI DAN APLIKASI BIJI ASAM JAWA SEBAGAI
KOAGULAN DAN ASAM HUMAT SEBAGAI ADSORBEN UNTUK
MENURUNKAN KONSENTRASI ZAT WARNA *REMAZOL RED* DAN
NILAI COD LIMBAH CAIR BATIK**

Skripsi

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



Oleh:
Sekar Wangi Retno Pembayun
16630032

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TENOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2020**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1414/Un.02/DST/PP.00.9/07/2020

Tugas Akhir dengan judul : Karakterisasi dan Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD Limbah Cair Batik

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SEKAR WANGI RETNO PEMBAYUN
Nomor Induk Mahasiswa : 16630032
Telah diujikan pada : Rabu, 03 Juni 2020
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.
SIGNED

Valid ID: 5f0d76669892a



Penguji I
Endaruji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 5f07208c910d9



Penguji II
Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5f0d618203ded

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Yogyakarta, 03 Juni 2020
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Murtono, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 5f0e5bd192066



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 : Sekar Wangi Retno Pembayun

NIM : 16630032

Judul Skripsi : Karakterisasi dan Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna *Remazol Red* dan Nilai COD Limbah Cair Batik

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, 18 Juni 2020

Pembimbing

Dr. Maya Rahmayanti, M. Si

NIP. 19810627 200604 2 003



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 : Sekar Wangi Retno Pembayun
NIM : 16630032
Judul Skripsi : Karakterisasi dan Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna *Remazol Red* dan Nilai COD Limbah Cair Batik

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

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 14 Juli 2020
Konsultan



Enderuji Sedyadi, M.Sc.
NIP. 19820205 201503 1 003



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 : Sekar Wangi Retno Pembayun

NIM : 16630032

Judul Skripsi : Karakterisasi dan Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna *Remazol Red* dan Nilai COD Limbah Cair Batik

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

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 14 Juli 2020

Konsultan



Sudarlin, M.Si.

NIP. 19850611 201503 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sekar Wangi Retno Pembayun

NIM : 16630032

Program Studi : Kimia

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, 18 Juni 2020

Menyatakan,



Sekar Wangi Retno Pembayun

NIM. 16630032

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Bismillahirrahmanirrahim

*Memulailah sesuatu dengan niat yang baik,
karena setiap niat yang baik setiap langkah kita dipermudah Allah S.W.T.*

Out of The Box

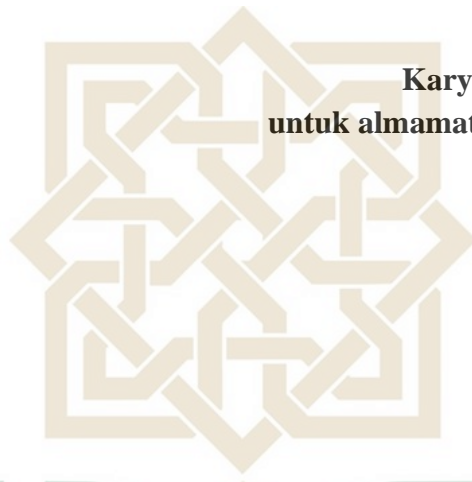
*Jangan menunggu peluang untuk bergerak,
Tapi Bergeraklah untuk menciptakan sebuah peluang*



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 penulisan Tugas Akhir yang berjudul “**Karakterisasi dan Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD Limbah Cair Batik**” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberi dukungan, dorongan, serta bantuan fisik maupun materil. Ucapan terimakasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Phil. Sahiron, M. A., selaku Plt. Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Murtono, M. Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, kritik, saran, dukungan, dan motivasi.
5. Dosen-dosen yang mengajar Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si., selaku Pranata Laboratorium Pendidikan UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan masukan, bimbingan, dan motivasi.
7. Bapak Yani Sri Widodo dan Ibu Samiasih, selaku orang tua penulis yang telah mendoakan yang terbaik, memberikan dukungan, arahan, motivasi,

serta pengorbanannya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikannya hingga jenjang strata satu.

8. Mas Handoko, Adik Aditya Erlangga dan seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan semangat.
9. Sahabatku Sulis Dian Islami yang selalu memberikan suport, semangat, dan selalu ada dalam keadaan apapun.
10. Mbak Syarifatul, Mbak Nabila, Mbak Silvia kakak angkatan Kimia 2015 yang telah memberikan bantuan dalam penulisan Skripsi.
11. Sholekhawati, Anissa Monitasari, Faridah, Fadhila, Vina, Dwiana, Intan, Anisatul, Dewi, Rahmah, Yusi, Ida, Nurin, Ninda, Kurnia Dian, Nur bee, Ahmad Adi, Mas Muqodar, mbak Sari, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, bantuan dan tempat berbagi dalam suka maupun duka.
12. Teman-teman sebimbingan dan satu tim (Vina, Nur Fitriana, Ulfa, Rifana) yang selalu memberikan semangat, bantuan, dukungan, dan kerjasama yang baik sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
13. Kakak-kakak dan adik-adik Asisiten Laboran Prodi Kimia, yang telah memberikan motivasi dan saran pada penulis.
14. Teman-teman seangkatan, Kimia Angkatan 2016 (Spectrum).
15. Keluarga Kimia UIN Sunan Kalijaga.
16. Forum Kajian Islam dan Sains Teknologi (FKIST) UIN Sunan Kalijaga.
17. Keluarga Besar Bidikmisi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
18. Seluruh teman-teman 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, 18 Juni 2020

Penulis



DAFTAR ISI

MOTTO	ii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR	iv
NOTA DINAS KONSULTASI	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka.....	7
B. Landasan Teori.....	14
1. Remazol Red	14
2. Koagulasi.....	16
3. Biji Asam Jawa.....	17
4. Adsorpsi	18
5. Asam Humat.....	20
6. FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)	23
7. UV-Vis (Ultraviolet-Visible)	25
8. COD (Chemical Oxygen Demand)	29
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis.....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
B. Alat-alat Penelitian.....	36
C. Bahan Penelitian	37
D. Cara Kerja Penelitian	37
1. Preparasi dan Karakterisasi Koagulan Biji Asam Jawa dan Adsorben Asam Humat	37
a. Preparasi dan Karakterisasi Biji Asam Jawa.....	37
b. Pemurnian dan karakterisasi asam humat	38
2. Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Batik	38
a. Preparasi larutan induk dan penentuan panjang gelombang	38
b. Pembuatan Kurva Standar	39
c. Penentuan pH Optimum Koagulasi Limbah Batik Zat Warna Remazol Red menggunakan Koagulan Biji Asam Jawa.....	39
d. Penentuan pH Optimum Adsorpsi Limbah Batik Zat Warna Remazol Red menggunakan Asam Humat.....	40

e. Kombinasi Koagulasi-Adsorpsi Limbah Batik Zat Warna Remazol Red Menggunakan Koagulan Biji Asam Jawa dan Adsorben Asam Humat	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Karakterisasi koagulan biji asam jawa dan adsorben asam humat menggunakan FTIR	43
1. Karakterisasi gugus fungsi biji asam jawa sebelum dan setelah koagulasi menggunakan FTIR	44
2. Karakterisasi gugus fungsi asam humat sebelum dan setelah adsorpsi menggunakan FTIR	47
B. Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Batik	51
1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Remazol Red</i>	51
2. Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i>	52
3. Optimasi pH Koagulasi <i>Remazol Red</i> Limbah Cair Batik menggunakan Koagulan Biji Asam Jawa.....	53
4. Optimasi pH Adsorpsi Zat Warna <i>Remazol Red</i> Limbah Cair Batik menggunakan Adsorben Asam Humat.....	57
C. Penentuan Efektivitas dan Perbandingan Metode Koagulasi, Adsorpsi, dan Koagulasi-Adsorpsi dalam Menurunkan Konsentrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i> dan Nilai COD Limbah Cair Batik	60
BAB V PENUTUP.....	74
A. KESIMPULAN.....	74
B. SARAN.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Struktur <i>remazol red</i> (Ara, 2013).....	15
Gambar 2.2.	Model struktur asam humat berdasarkan stevenson (1982); R dapat berupa alkil, aril, dan aralkil	22
Gambar 2.3.	Gambar komponen spektrofotometer UV-Vis	29
Gambar 4.1.	Spektra FTIR (a) biji asam jawa sebelum koagulasi, (b) zat warna <i>remazol red</i> , dan (c) biji asam jawa setelah koagulasi	45
Gambar 4.2.	Spektra FTIR asam humat sebelum adsorpsi(a), zat warna <i>remazol red</i> (b) dan asam humat setelah adsorpsi (c)	49
Gambar 4.3.	Grafik penentuan panjang gelombang zat warna <i>remazol red</i>	51
Gambar 4.4.	Grafik hubungan konsentrasi vs absorpsi <i>remazol red</i>	52
Gambar 4.5.	Grafik hubungan persentase konsentrasi zat warna <i>remazol red</i> terkoagulasi vs pH	54
Gambar 4.6.	Mekanisme Proses koagulasi zat warna <i>remazol red</i> pada koagulan biji asam jawa (a) Koagulan biji asam jawa (BAJ) bereaksi dengan larutan asam, (b) Interaksi antara Biji asam jawa (BAJ) dengan Remazol Red. (c) Interaksi koagulasi membentuk gumpalan	56
Gambar 4.7.	Gambar hubungan persentase konsentrasi zat warna <i>remazol red</i> teradsorpsi vs pH	58
Gambar 4.8.	Gambar mekanisme interaksi zat warna <i>remazol red</i> dengan asam humat. (a). Adsorben asam humat mengalami protonasi, (b). Interaksi antara zat warna <i>remazol red</i> dengan adsorben asam humat, (c). Hasil adsorpsi.....	59
Gambar 4.9.	Grafik penurunan konsentrasi zat warna <i>remazol red</i> limbah cair batik dalam metode koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi koagulasi-adsorpsi	63
Gambar 4.10.	Grafik penurunan nilai COD limbah cair batik metode koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi koagulasi-adsorpsi	66
Gambar 4.11.	Mekanisme proses koagulasi zat warna <i>remazol red</i> limbah cair batik pada koagulan biji asam jawa (a) Koagulan biji asam jawa (BAJ) bereaksi dengan larutan asam, (b) Interaksi antara biji asam jawa (BAJ) (abu-abu) dengan <i>remazol red</i> (merah) dan senyawa organik bermuatan negatif (hijau). (c) Interaksi koagulasi membentuk gumpalan. (d) Hasil koagulasi.....	69
Gambar 4.12.	Gambar mekanisme interaksi zat warna <i>remazol red</i> limbah cair batik dengan asam humat. (a). Adsorben asam humat mengalami protonasi, (b). Interaksi antara zat warna <i>remazol red</i> (merah) dan senyawa organik (hijau) dengan adsorben asam humat (abu tua), (c). Hasil proses adsorpsi.	70
Gambar 4.13.	Gambar mekanisme zat warna <i>remazol red</i> dan senyawa organik limbah cair batik dalam metode kombinasi koagulasi-adsorpsi. (a). Metode koagulasi. (b) Metode adsorpsi. .	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Komposisi pembuatan <i>buffer</i> untuk proses koagulasi.....	38
Tabel 3.2.	Komposisi pembuatan <i>buffer</i> untuk proses adsorpsi.....	40
Tabel 4.1.	Tabel hasil FTIR biji asam jawa sebelum koagulasi, zat warna <i>remazol red</i> dan biji asam jawa setelah koagulasi	44
Tabel 4.2.	Perbandingan intepretasi bilangan gelombang Spektra IR asam humat Stevenson dan asam humat hasil penelitian	47
Tabel 4.3.	Tabel hasil FTIR asam humat, zat warna <i>remazol red</i> dan asam humat setelah adsorpsi.....	48
Tabel 4.4.	Data penentuan pH optimum koagulasi.....	55
Tabel 4.5.	Data hasil adsorpsi dengan variasi pH.....	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Penentuan panjang gelombang.....	84
Lampiran 2.	Kurva standar larutan zat warna <i>remazol red</i>	84
Lampiran 3.	Grafik FTIR zat warna <i>remazol red</i>	85
Lampiran 4.	Grafik FTIR koagulan biji asam jawa sebelum koagulasi.....	85
Lampiran 5.	Grafik FTIR koagulan biji asam jawa setelah adsorpsi.....	86
Lampiran 6.	Grafik FTIR adsorben asam humat sebelum adsorpsi.....	86
Lampiran 7.	Grafik FTIR adsorben asam humat setelah adsorpsi.....	87
Lampiran 8.	Data koagulasi zat warna <i>remazol red</i> dengan koagulan biji asam jawa dalam berbagai pH.....	88
Lampiran 9.	Data adsorpsi zat warna <i>remazol red</i> dengan adsorben asam humat dalam berbagai pH.....	89
Lampiran 10.	Data hasil penurunan konsentrasi zat warna dalam variasi metode	90
Lampiran 11.	Data hasil penurunan nilai COD dalam variasi metode	91
Lampiran 12.	Perhitungan pembuatan larutan penyangga (<i>buffer</i>).....	92
Lampiran 13.	Dokumentasi penelitian	96

Karakterisasi dan Aplikasi Biji Asam Jawa sebagai Koagulan dan Asam Humat sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna dan Nilai COD Limbah Cair Batik

Oleh
Sekar Wangi Retno Pembayun

ABSTRAK

Limbah cair batik dengan kandungan zat warna *remazol red* dan senyawa organik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan perairan dan bersifat racun. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi konsentrasi zat warna *remazol red* dan kandungan nilai COD limbah cair batik menggunakan biji asam jawa sebagai koagulan dan asam humat sebagai adsorben. Karakterisasi koagulan biji asam jawa dan adsorben asam humat dilakukan dengan FTIR. Penentuan pH optimum koagulasi dipelajari pada pH 2, 3, 4, 5, dan 6 dan adsorpsi dipelajari pada pH 1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Penentuan efektivitas metode dilakukan dengan variasi metode koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi koagulasi-adsorpsi. Hasil penelitian karakterisasi biji asam jawa sebelum dan setelah koagulasi menunjukkan pergeseran bilangan gelombang pada gugus -OH dan gugus NH₂, munculnya serapan baru pada bilangan gelombang 3749,62 cm⁻¹, dan pergeseran bilangan gelombang pada gugus alkil halida yang mengindikasikan terjadinya interaksi elektrostatis koagulan biji asam jawa dengan zat warna *remazol red*. Karakterisasi asam humat sebelum dan setelah adsorpsi menunjukkan pergeseran bilangan gelombang pada gugus -OH, gugus C=O, dan gugus C-O yang mengindikasikan terjadinya interaksi elektrostatis adsorben asam humat dengan zat warna *remazol red*. pH optimum koagulasi didapatkan pada pH 3 dengan tingkat efisiensi sebesar 68,26% dan pH optimum adsorpsi didapatkan pada pH 2 dengan tingkat efisiensi sebesar 68,93%. Tingkat efektivitas metode koagulasi, adsorpsi dan kombinasi koagulasi-adsorpsi dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dalam limbah cair batik berturut-turut 68,26 %, 71,89%, 77,27 % dan tingkat efektivitas dalam menurunkan nilai COD dalam limbah cair batik berturut-turut 97,94 %, 98,20 %, dan 99,04%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa biji asam jawa dapat diaplikasikan sebagai koagulan dan asam humat dapat diaplikasikan sebagai adsorben untuk menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik.

Kata Kunci : koagulasi, adsorpsi, kombinasi koagulasi-adsorpsi, *remazol red*, biji asam jawa, asam humat, COD, FTIR.

Characterization and Application of Tamarindus Indica Seeds Coagulant and Humic Acid Adsorbent to Remove The Concentration of Dyes and COD of Batik Liquid Waste

By
Sekar Wangi Retno Pembayun

ABSTRACT

Remazol red and organic compound in batik liquid waste cause damage and toxic to the aquatic environment. The research aim to remove the concentration remazol red of dyes and COD of batik liquid waste by tamarindus indica seeds coagulant and humic acid adsorbent. The characterization tamarindus indica seeds and humic acid by FTIR. Determination of the optimum pH of coagulant was studied in pH 2, 3, 4, 5, 6 and adsorption in pH 1, 2, 3, 4, 5, 6. Determination of the effectiveness of the method by method variations coagulation, adsorption, and the combination of coagulation-adsorption. Research result characterization of tamarindus indica seeds before and after coagulation showed the chemical shift of $-OH$, NH_2 , the presences of new peak at wavenumber $3749,62\text{ cm}^{-1}$, and chemical shift of alkyl halides can be concluded that remazol red was electrostatically attached on the positively charged tamarindus indica seeds surface. The characterization of humic acid before and after adsorption showed the chemical shift of $-OH$, $C=O$, and $C-O$ can be concluded that remazol red was electrostatically attached on the positively charged humic acid surface. Optimum pH of coagulation in pH 3 with 68,26% efficiency and Optimum pH of adsorption in pH 2 with 68,93% efficiency. Efficiency of coagulation, adsorption, and coagulation-adsorption to remove concentration of dyes 68,26 %, 71,89%, 77,27 % and remove COD from batik liquid waste 97,94 %, 98,20 %, 99,04%. From this discussion, it can be concluded that application tamarindus indica seeds coagulant and humic acid adsorbent can be remove concentration of remazol red and COD.

Keyword: *coagulation, adsorption, coagulation-adsorption, remazol red, tamarindus indica, humic acid, COD, FTIR.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Batik merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang secara sah telah diakui UNESCO pada hari Jumat 2 Oktober 2009 di Abu Dhabi (Wiana, 2015). Hal ini membuat batik Indonesia semakin dikenal dunia. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian Republik Indonesia pencapaian nilai ekspor batik pada tahun 2017 sebesar USD 58,46 juta (Kementerian Perindustrian, 2017). Seiring dengan meningkatnya produksi batik di Indonesia, industri batik dituntut untuk memperbaiki kualitas dan standar operasional prosedur baik dalam proses pembuatan maupun dalam penanganan limbahnya. Permasalahan yang dihadapi saat ini, banyak industri batik kecil dan menengah yang tidak melakukan dan menerapkan proses penanganan limbah sehingga menjadi masalah baru bagi lingkungan sekitarnya.

Masalah yang erat kaitannya dengan industri batik yaitu penggunaan zat warna. Zat warna yang banyak digunakan dalam industri batik di Kulonprogo yaitu *indigosol*, *remazol*, *naphtol*, *rodhamin*. *Remazol* merupakan jenis pewarna tekstil yang cukup mudah diaplikasikan dibanding jenis pewarna yang lainnya. Hal ini dikarenakan pewarna tekstil ini dapat larut dalam air (Fatimah dkk., 2018), tetapi sisa zat warna *remazol red* dalam limbah cair batik sulit terdegradasi sehingga dapat meracuni biota yang hidup diperairan dan merusak estetika perairan. Sunu dalam Masyithoh (2018) menyatakan bahwa zat warna sintetik bersifat racun dan dapat menyebabkan terjadinya kanker.

Limbah batik juga mengandung senyawa organik seperti kanji, sisa lilin, dan soda abu (Jannah dkk., 2019). Senyawa organik yang tinggi dapat meningkatkan nilai COD. Semakin tinggi nilai COD, maka semakin tinggi pencemaran dalam suatu perairan (Manik, 2018). Menurut Boyd (1990) yang mempengaruhi nilai COD di antaranya: oksigen terlarut, zat organik dan sumber pencemar lainnya. Oleh karena itu, sebelum dibuang ke badan air diperlukan pengolahan terlebih dahulu.

Pengolahan limbah cair telah banyak dilakukan di antaranya menggunakan metode bioremediasi (Imron, 2016), fotokatalis (Fraditasari, 2015), filtrasi (Pramitasari, 2017), elektrokoagulasi (Fatimah dkk., 2018), adsorpsi (Nurmasari dkk., 2013, Rahmayanti dkk., 2019, Boraie dkk., 2019), koagulasi (Hendrawati, 2013, Andre dkk., 2015, Rahman dkk., 2015, Martina dkk., 2018). Metode bioremediasi memiliki kelebihan dapat diterapkan dilapangan dan biaya relatif murah, tetapi membutuhkan waktu yang lama (Putri dkk., 2014). Kelebihan metode fotokatalis dapat menjernihkan air limbah, tetapi menghasilkan radikal hidroksil (Suchaya dkk., 2016). Kelebihan metode filtrasi mampu memisahkan endapan dan filtrat dengan baik, tetapi semakin kecil ukuran pori semakin mahal biaya yang dikeluarkan dan tidak bisa memisahkan partikel dalam bentuk ion. Kelebihan metode elektrokoagulasi mampu menurunkan konsentrasi zat warna lebih besar, tetapi kelemahannya membutuhkan energi listrik yang besar. Menganalisis dari berbagai kekurangan metode tersebut, metode koagulasi merupakan metode yang banyak dikembangkan dalam pengolahan limbah cair. Kelebihan metode koagulasi dibandingkan metode yang lainnya di antaranya:

lebih mudah, cepat dan efektif dalam mengolah limbah khususnya dalam bentuk koloid (Suryadiputra, 1995).

Koagulan yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah yaitu aluminium dan PAC. Namun hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa tersebut dapat memicu terjadinya penyakit alzheimer dan memiliki sifat neurotoksisitas (Hendrawati, 2013). Madavi dkk. (2013) menyatakan biokoagulan merupakan alternatif yang memiliki masa depan yang cerah karena jumlahnya yang banyak, mudah didapatkan, ramah lingkungan, dan sifatnya yang *biodegradable*. Berdasarkan hal tersebut maka biji asam jawa dipilih sebagai biokoagulan dalam penelitian ini. Biji asam jawa dipilih karena mengandung protein polielektrolit yang mampu berperan dalam proses koagulasi (Hendrawati dkk. 2016).

Azis dkk. (2018) telah melakukan penelitian kombinasi biji asam jawa dengan polialuminium klorida menggunakan metode koagulasi-flokulasi dengan hasil penurunan warna 97,3%, TSS sebesar 99,3%, dan nilai COD 67,4%. Meskipun koagulan anorganik umumnya efektif dalam mengolah limbah, hasil pengamatan menunjukkan adanya kandungan logam yang tinggi pada lumpur hasil koagulasi (Meraz dkk., 2016). Pada penelitian ini untuk meningkatkan efektivitas biji asam jawa maka perlu dikombinasikan dengan metode yang lain yang ramah lingkungan. Metode adsorpsi merupakan metode yang ramah lingkungan. Hal ini dikarenakan metode adsorpsi mampu mengadsorpsi limbah tanpa mengubahnya menjadi senyawa yang berbahaya (Magfiroh, 2017). Kelebihan lainnya dari metode adsorpsi di antaranya: tidak memerlukan

pre-treatment, efektif dan efisien, biaya yang digunakan relatif rendah (Park dkk., 2016), dan adsorben dapat digunakan kembali atau diregenerasi ulang (Ekowati, 2019). Proses adsorpsi umumnya berdasarkan interaksi gugus fungsional seperti $-OH$, $-NH$, $-SH$, dan $-COOH$ (Stum dkk., 1996).

Adsorben yang banyak digunakan yaitu adsorben hasil sintesis dan aktivasi dengan harga yang tinggi sehingga dalam penelitian ini menggunakan adsorben dari bahan alam yang lebih ramah lingkungan, harganya lebih murah dan jumlahnya banyak. Salah satu adsorben yang potensial dalam menurunkan dan menghilangkan zat warna adalah asam humat yang terkandung di tanah (Volikov dkk., 2016 dan Chen dkk., 2015). Gugus fungsi asam humat di antaranya $-COOH$, fenolat, enolat, $-OH$ alkoholat dan $-C=O$. Penelitian Rahmayanti (2019) menunjukkan bahwa asam humat Sumatera dan Kalimantan memiliki gugus fungsi $COOH$, OH , dan juga $-NH$.

Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan pengolahan zat warna *remazol red* dan senyawa organik limbah cair batik dengan metode koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi koagulasi-adsorpsi menggunakan koagulan biji asam jawa dan adsorben asam humat. Variasi metode dilakukan untuk mengetahui efektivitas metode koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi metode koagulasi-adsorpsi

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Adsorben yang digunakan yaitu asam humat hasil isolasi Tanah gambut Riau, Sumatera.

2. Koagulan yang digunakan yaitu biji asam jawa yang diambil dari Pasar Sorogenen, Desa Purwomartani, Kecamatan Kalasan.
3. Limbah cair batik yang digunakan berasal dari salah satu pengrajin batik di daerah Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. Parameter limbah yang diuji meliputi konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*).
5. Gugus fungsi biji asam jawa dan asam humat dikarakterisasi dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).
6. Variasi pH yang digunakan dalam proses koagulasi adalah 2, 3, 4, 5 dan 6.
7. Variasi pH yang digunakan dalam proses adsorpsi adalah 1, 2, 3, 4, 5, dan 6.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakterisasi gugus fungsi biji asam jawa dan asam humat sebelum dan setelah koagulasi dan sebelum dan setelah adsorpsi dengan FTIR?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH limbah cair batik terhadap kemampuan koagulasi dan adsorpsi konsentrasi zat warna *remazol red* limbah cair batik?
3. Bagaimana efektivitas metode koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi metode koagulasi-adsorpsi dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami karakterisasi gugus fungsi biji asam jawa dan asam humat sebelum dan setelah koagulasi dan sebelum dan setelah adsorpsi dengan FTIR.
2. Memahami pengaruh variasi pH limbah cair batik terhadap kemampuan koagulasi dan adsorpsi konsentrasi zat warna *remazol red* limbah cair batik.
3. Menjelaskan efektivitas metode koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi metode koagulasi-adsorpsi dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat di antaranya:

1. Memberikan informasi karakterisasi biji asam jawa, asam humat, dan zat warna *remazol red* sebelum dan setelah proses pengolahan limbah.
2. Memberikan informasi pengolahan zat warna *remazol red* dan senyawa organik limbah cair batik, khususnya dalam penggunaan biokoagulan biji asam jawa dan adsorben asam humat hasil isolasi tanah gambut Sumatera.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakterisasi biji asam jawa sebelum dan setelah koagulasi mengalami pergeseran bilangan gelombang pada gugus $-OH$ dan gugus NH_2 , munculnya serapan baru pada bilangan gelombang $3749,62\text{ cm}^{-1}$, dan pergeseran gugus alkil halida yang menandakan terjadinya interaksi antara koagulan biji asam jawa dan zat warna *remazol red* dalam limbah cair batik. Karakterisasi asam humat sebelum dan setelah adsorpsi mengalami pergeseran bilangan gelombang pada gugus $-OH$, gugus $C=O$, dan gugus $C-O$ yang menandakan terjadinya interaksi antara adsorben asam humat dan zat warna *remazol red* dalam limbah cair batik.
2. Kemampuan koagulasi dan adsorpsi zat warna *remazol red* dalam limbah cair batik dipengaruhi oleh kondisi pH. Kemampuan koagulasi optimum didapatkan pada pH 3 dengan persentase terkoagulasi 68,26 % dan kemampuan adsorpsi optimum dicapai pada pH 2 dengan persentase teradsorpsi 68,93 %.
3. Tingkat efektivitas metode koagulasi, adsorpsi dan kombinasi koagulasi-adsorpsi dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dalam limbah cair batik berturut-turut 68,26 %, 71,89%, 77,27 % dan tingkat efektivitas dalam menurunkan nilai COD dalam limbah cair batik berturut turut 97,94 %, 98,20 %, dan 99,04%.

B. SARAN

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

1. Penggunaan larutan buffer efektif untuk menurunkan konsentrasi zat warna hanya saja kadar bahan kimia yang tinggi meningkatkan nilai COD dalam limbah, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut penggunaan pengatur pH yang tidak memberikan efek samping yang tinggi pada larutan yang akan diolah.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan dan asam humat sebagai adsorben untuk diaplikasikan pada limbah cair batik lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdulmalik, Nadia, Khairunnisa. 2016. Pengaruh Komposisi Damar Mata Kucing pada Pembuatan Lilin Batik Terhadap Kualitas Pewarnaan Hasil Pematikan. *Jurnal Teknoin*. Vol. 22. No. 4. Hal. 252-260.
- Alberty, R.A. 1997. *Physical Chemistry*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Alpizar-Reyes, Erik, Carillo-Navas, Hector, Gallardo-Rivera, Raquel, Varela-Guerrero, Alvarez-Ramirez, Jose, Perez-Alonso, Cesar. 2017. *Journal of Food Engineering*. Hal. 1-8.
- Andre. 2015. Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD pada Air Limbah Usaha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 4. No. 4. Hal. 1-5.
- Ara, Nargish Jahan, Hasan, Md. Abu, Rahman, Mohammad Arifur, Salam, Md, Abdus, Salam, abdu, dan Alam, A. M. Shafiqul. 2013. Removal of Remazol Red from Textile Waste Water using Treated Sawdust- An Effective Way of Effluent Treatment. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*. Vol. 16. No. 1. Hal. 93-98.
- Atkins, P. W. 1990. *Kimia Fisika Edisi ke IV*. Jakarta: Erlangga.
- Audiana, M. 2017. Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Teknik Lingkungan dengan Koagulasi dan Adsorpsi untuk Menurunkan COD, Fe, dan Pb. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. Hal. 1-10.
- Azha, Syahida Farhan, Sharafee, Muhamad, Shamsudin, Shahadat, Mohammad, Ismail, SuzyLawati. 2018. Low Cost Zwitterionic Adsorbent Coating for Treatment of Anionic and Cationic dyes. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. Hal. 1-38
- Azis, Y.C., Yii, S. F.F., Syed Zainal, S.F., Ramli, C.O., Akinbile. 2018. Effect of using *Tamarindus indica* Seeds as a natural coagulant aid in landfill leachate treatment. *Global NEST Journal*. Vol. 20. No. 2. Hal. 373-380.
- Bagaswara, Tony, Sudarno, Sari, Ajeng Arum. 2017. Penyisihan COD, TSS pada Lindi Hitam dengan menggunakan Koagulasi, Fenton, dan Adsorpsi pada Proses Pretreatment Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bioetanol. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6. No. 2. Hal. 1-7.
- Benefield, L.D. 1982. *Process Chemistry For Water and waswater Treatment*. New Jersey: Prentice Hall Inc.

- Boraei, N. F. El., Ibrahim, M.A.M. 2019. Black Binary Nickel Cobalt Oxide Nano-powder Prepared by Cathodic Electrodeposition; Characterization and its Efficient Application on removing the Remazol Red Textile Dye from Aqueous Solution. *Journal Material Chemistry and Physic* 238 (2019) 121894. Hal. 1-15.
- Boyd, C. 1990. *Water Quality Management in Alabama in Aquaculture experiment stations ponds for aquaculture*. Alabama: Auburn University.
- Chen, R. P., Lian, F. Z., Xiao. 2015 Lead (II) and Menthylene Blue Removal Using a Fully Biodegradable Hydrogel Based on Starch Immobilized Humic Acid. *Chemical Engineering Journal*.
- Chowdhury, Shamik, Saha, Papita Das. 2011. Biosorption kinetics, thermodynamics and isostretic heat of sorption of Cu(II) onto Tamarindus indica seed powder. *Journal Elsevier*. Hal 697-705.
- Correa, S.N., Naranjo, A. M., Herrera, A. P. 2016. Biosynthesis and characterization of gold nanoparticles using extracts of tamarindus indica L leaves. *Journal of Physics: Conference series*. Hal 1-4.
- Demarchi, Carla Albertina, Debrassi, Aline, Buzzi, Fa'tima de Campos, Nedelke, Nataliya, S'lawska-Waniewska, Anna, Piotr, Magro, Jacir Dal, Scapinello, jaqueline, Rodrigues, Clovis Antonio. 2015. Adsorption of the dey Remazol Red 198 (RR 198) by 0-carboxymethylchitosan-Nlauryl/ γ -Fe₃O₂ magnetic nanoparticles. *Arabian Journal of Chemistry*. Vol. 12. Hal. 3444-3453.
- Dey, Shaikat Chandra, Al-Amin, Mohammad, Rashid, taslim Ur, Sultan, Md. Zakir, Ashaduzaman, Sarker Mithn, Shamsuddin, Sayed Md. 2016. Preparation, Charazterization, and Performance Evaluation of Chitosan as an Adsorbent for Remazol Red. *International Journal of Latest Research in Engineering and Technology (IJLRET)*. Vol. 2, No.2. Hal. 52-62.
- Eckenfelder, W. W. Jr. 1989. *Industrial Water Pollution Control*. New York: Mc Graw-Hill Co.
- Ekowati, Girda Wahyu dan Rahmayanti, Maya. 2019. Kajian Desorpsi Zat Warna Indigosol Blue dari Adsorben Humin Hasil Isolasi Tanah Gambut Riau Sumatera. *Analytical and Enviromental Chemistry*, Vol. 4, No. 02, hlm 68-75.
- Fardiaz, Srikandi. L01992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Farooq, S dan Velioglu, S.G. 1989. *Physico-Chemical Treatment of Domestic Technology*. Houston: Gulf Publishing Company Book Division.

- Fadhillah, Nur Hijjah B., Azis, Isalmi, Hendrawati. 2013. Penggunaan H-Zeolit dan Tawas dalam Pemurnian Crude Glycerol dengan Proses Adsorpsi dan Koagulasi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. Vol. 3. No. 1. Hal. 35-43.
- Fatimah, Nurul, Alimmudin, dan Gunawan, Rahmat. 2018. Penurunan Intensitas Warna Remazol Red RB 133 dalam Limbah Batik dengan Elektrokoagulasi menggunakan NaCl. *Jurnal Atomi*. Vol. 03. No. 1. Hal. 39-46.
- Fraditasari, Risca, Wardhani, Sri dan Khunur, Mohammad Misbah. 2015. Degradasi Methyl Orange menggunakan fotokatalis TiO₂-N: Kajian Pengaruh Sinar dan Konsentrasi TiO₂-N. *Kimia Student Journal*. Vol. 1. No.1. Hal. 606-612.
- 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.
- Hancock, I. C. D. R. 1996. *Mechanism of Pasive Sorption of Heavy Metals by Biomass and Biological Product*. Yogyakarta: UGM.
- Hartono, J. A. 1986. *Penyidikan Spektrometrik Senyawa Organik Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Hendayana, S., Kadarohmah, A., Sumarna, A. A., dan Supriatna, A. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Press.
- Hendrawati, Syamsumarsih, Delsy, Nurhasni. 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarandus Indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*) sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah. *Jurnal Valensi*. Vol. 3. No. 1. Hal. 22-23.
- Imron, Muhammad Fauzul dan Puwanti, Ipung Fitri. 2016. Uji Kemampuan Bakteri Azotobacter S8 dan Bacillus subtilis untuk Menyisihkan Trivalent Chromium (Cr³⁺) pada limbah. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 5. No. 1. Hal. F4-F10. ISSN: 2337-3539.
- Irawati, Heni, Aprilita, Nurul Hidayat dan sugiharto, Eko. 2018. Adsorpsi Zat Warna Violet Menggunakan Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta*). *Jurnal Berkala MIPA*. Vol. 25. No. 1. Hal. 17-31.
- Ismillali, Nurul dan Hermanto, Dhony. Isolasi Asam Humat dari Bendungan Batujai Lombok Tengah-NTB dan potensinya sebagai Reduktif-Biosorben

- Au (III) pada Sistem Batch. *Jurnal ILMU DASAR*. Vol. 21. No. 1. Hal. 43-48.
- Januardi, Robin, Setyawati, Tri Rima, Mukarlina. 2014. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Kombinasi Serbuk Kelor (*Moringa oleifera*) dan Asam Jawa (*Tamarindus Indica*). *Jurnal Protobiont*. Vol. 3. No. 1. Hal. 41-45.
- Joker, D. 2002. *Informasi Singkat Benih*. Bandung: Direktorat Pembenihan Tanaman Hutan.
- Juhra, Fatimah, Notodarmodjo, Suprihanto. 2016. Degradasi Zat Warna pada Air Gambut Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi dan Fotokatalik ZnO. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 22. No. 1. Hal. 42-51.
- Kementrian Perindustrian. 2017. Batik Indonesia Makin Mendunia. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/15310/Batik-Indonesia-Makin-Mendunia>.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Terjemahan Saptohjardi. Jakarta: Penerbit UI.
- Khusniyah. 2014. Pengaruh Tawas dan Soda Abu Terhadap Pewarnaan pada Biji Buah Melon dengan Zat Warna Rhodamine B sebagai Bahan Kerajinan Bando. *E-Journal*. Vol. 03. No. 01. Hal. 65-70.
- Lestari, Novianti Dwi dan Agung, Tuhi. 2014. Penurunan TSS dan Warna Limbah Industri Batik Secara Elektro Koagulasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol. 6. No. 1. Hal. 37-44.
- Manik. 2018. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kencana.
- Madhavi. 2013. Utilisation of Natural Coagulant for Reduction of Turbidity from Wastewater. *International Journal of ChemTech Research*. Vol. 5. No. 3. Hal. 1119-1123.
- Maghfiroh, Lu'lu'atul, Mahatmanti, F. Widhi., dan Kusumastuti, Ella. 2017. Adsorpsi Remazol Brilliant Blue menggunakan Zeolit yang Disintesis dari Abu Layang Batubara. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol. 6. No. 1. Hal . 43-49. P-ISSN 2252-6951, E-ISSN 2502-6844.
- Martina, Angela, Effendy, Dian Santoso, Soetedjo, Jenny Novianti M. 2018. Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna *Drimared Red* pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol. 12. No. 2. Hal. 98-103. P-ISSN 1978-287X. E-ISSN 2549-1490.

- Masrun. 1987. *Ilmu Kimia Lingkungan*. Bandung: ITB Press.
- Meraz, S.M.P., Vargas, J.T.L., Moldonado, dan A.K., Mishra. 2016. Flocculation Performances of Polymers and Nanomaterials for The Treatment of Industrial Wastewaters. *Journal Smart Material For Waste Water Application*. 213-236.
- Muniroh, syarifatul dan Rahmayanti, Maya. 2019. Kinetika Adsorpsi Kromium (VI) yang Terkandung dalam Limbah Batik pada Asam Humat Termodifikasi Magnetit (AH-Fe₃O₄). *Integrated Lab Journal*. Vol. 07. No. 02. Hal. 42-46. P-ISSN 2339-0905. E-ISSN 2655-3643.
- Nurmasari, Radna, Mujiyanti, Dwi Rasy, dan Fitria, Hari. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Adsorben Asam Humat Termobilisasi pada Hibrida Merkapto Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. Vol. 7. No. 2. Hal. 126-133.
- Oladiplo, Bello, Adeoye, Abdulsalam, Giwa. 2014. Sorptive Removal of Dyes From Aqueous Solution: A Riview. *Adv Environ Biol*. Vol. 7. Hal. 3311-3327.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.
- Oscik, J. 1994. *Adsorption*. Chichester: Ellis Horwod 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*. Vol. 48. Hal. 186-193.
- Pine, S. 1998. *Kimia Organik Terbitan Keempat*. Bandung: ITB Press.
- Pramitasari, Noven dan Damayanti, Alia. 2017. Pemanfaatan Zeolit dan Silika sebagai Material Membran Filtrasi untuk Menurunkan Konsentrasi Warna Limbah Batik. *Jurnal Purifikasi*. Vol. 17, No. 1.
- Prandini, Masyithah Nisvi. 2018. Adsorpsi Zat Warna Naphtol Menggunakan Adsorben Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Rahman, M. Mostafizur, Sarker, Protima, Saha, Badhan, Jakarin, Nusraf, Shammi, Mashura, Uddin, M. Khabir, Sikder, Md. Tajuddin. 2015. Removal of Turbidity from The River Water using Tamarindus Indica and Litchi chinensis Seeds as Natural Coagulant. *International Journal of Environmetal Protection and Policy*. 2(6-2): 13-20. ISSN: 2330-7528.

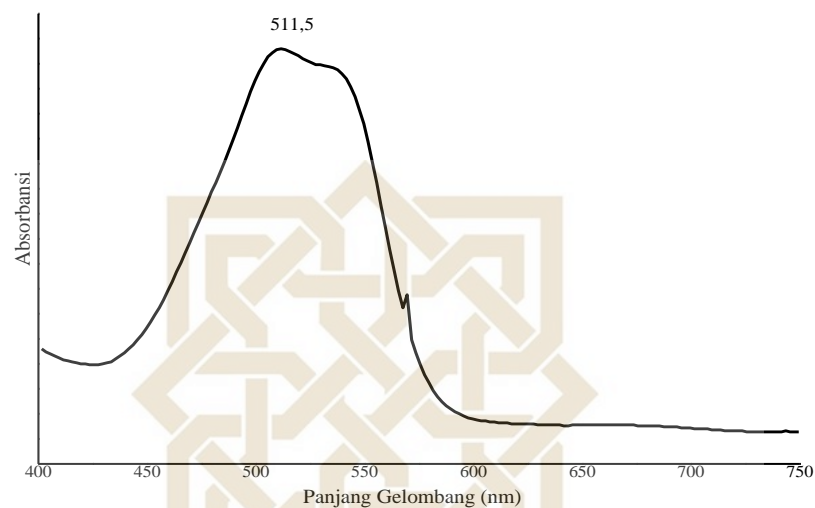
- Putri, Ade Rahayu, Amraini, Said Zul, Bahruddin. 2014. Pengaruh Kadar Serbuk Gergaji dalam Proses Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*. Vol. 1. Hal. 1-6.
- Rahmayanti, Maya, Yunita, Erni dan Prandini, Masyithah Nisvi. 2019. Isolasi Asam Humat dari Tanah Gambut Sumatera dan Kalimantan dan Analisis Kandungan Gugus Fungsionalnya. *Integrated Lab Journal*. Vol. 07. No. 02. Hal.132-139. P ISSN 2339-0905. E ISSN 2655-3643.
- Ramadhani, G. I., dan Moesriati, A. 2013. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan studi kasus Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Teknik POMITS*. Vol. 2. No. 1. ISSN: 2337-3539.
- Ramesh, S., Mekala. 2018. Treatment of Textile Waste Water using Moringa Oleifera and *Tamarindus Indica*. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Vol. 05. No. 03. Hal. 3891-3895. E-ISSN: 2395-0056. P-ISSN: 2395-0072.
- Rizki, Andri, Syahputra, Ervan, Pandia, Setiaty, Halimatuddahlia. 2019. Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dengan Aktivator H₃PO₄ terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 08. No. 2. Hal. 54-60.
- Santi, Gita Citra. 2018. Adsorpsi Zat Warna Indigosol Blue pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Santi, Gita Citra dan Rahmayanti, Maya. 2019. Effect of Solution pH to Indigosol Blue Adsorption on Humic Acid Isolated from Kalimantan peat Oil. *PROC. INTERNAT. CONF. SCI. ENGIN*. Volume 2. Hal. 193-195. ISSN 2597-5250.
- Saratele, Rijuta G., Gandhi, Soniya S., Purankar, Madhavi V., Kurade, Mayur B., Govindwar, Sanjay P. Oh, Sang Eun, Saratale, Ganesh D. 2013. Decoloration and detoxification of Sulfonated Azo Dye C.I. Remazol Red and Textile Effluent by Isolated *Lysinibacillus sp.* RGS. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. Vol. 115. No. 6. Hal. 658-667.
- Schnitzer, M. dan Khan, S. 1972. *Humic Substances in Environment*. New York: John Wiley & Sons.

- Setiyanto, Henry. 2016. Kajian Reaksi Fenton untuk Fegradasi Senyawa *Remazol Red B* pada Limbah Industri Tekstil. *Jurnal Molekul*. Vol. 11, No. 2. Hal. 168-179.
- Sisyanreswari, Hadinta, Oktiawan, Wiharyanto, Rezagama, Arya. 2014. Penurunan TSS, COD, dan Fosfat pada Limbah *Laundry* menggunakan Koagulan Tawas dan Media Zeolit. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 3. No. 4. Hal. 1-11.
- Soebagio, Stefanuas Biondi, Soares, Jaimito Salvador, Indraswati, Nani, Kurniawan, Yohanes. 2014. Ekstraksi Polisakarida pada Biji Tamarin (*Tamarindus indica L*). *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*. Vol. 13. No. 02. Hal. 23-32. ISSN 1412-7350/
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. New York: John Wiley & Sons.
- Stum, W., dan Morgan, J.J. 1996. *Aquatic Chemistry*. New York: JohnWilley and Son Inc.
- Sucahya, Transmissia Noviska, Permatasari, Novie, Nandiyanto, Asep Bayu Dani. 2016. Fotokatalis untuk Pengolahan Limbah. *Jurnal Integrasi Proses*. Vol. 6. No. 1. Hal 1-15.
- Sulistiyanti, Dyah, Antoniker, Nasrokhah. 2018. Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Laboratorium. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*. Vol. 3. No. 2. E-ISSN 2502-4787.
- Sunu, Pramudya. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: Gramedia.
- Supriyantini, Endang, Nuraini, Ria Azizah Tri, Fadmawati, Anindya Putri. 2017. Studi Kandungan Bahan Organik pada Beberapa Muara Sungai di Kawasan Ekosistem Mangrove, di Wilayah Pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Osenografri Marina*. Vol. 6. No.1. Hal. 29-38.
- Suryadiputra. 1995. *Pengantar Kuliah Pengolahan Air Limbah: Pengolahan Air Limbah dengan Metode Kimia (Koagulasi dan Flokulasi)*. Bogor: IPB press.
- Sutresna, Nana. 2007. *Kimia*. Bandung: Penerbit Grafindo.
- Syafii, Imam. 2017. Sintesis Komposit Montmorillonit-TiO₂ dengan Variasi Suhu Kalsinasi dan Aplikasinya untuk Pengolahan Zat Warna Remazol Red. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

- Tan, K. H. 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Underwood, A.L. dan Day, R.A. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Volikov, A. B. 2016. Nature Like Solution for Removal of Direct Brown I Azo Dye from Aqueous Phase Using Humic-Modified Silica Gel. *Journal Chemosphere*. Vol. 145. Hal. 83-88.
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Yazid, Estien dan Nursanti, Lisda. 2006. *Penuntun Praktikum Biokimia untuk Mahasiswa Analisis*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

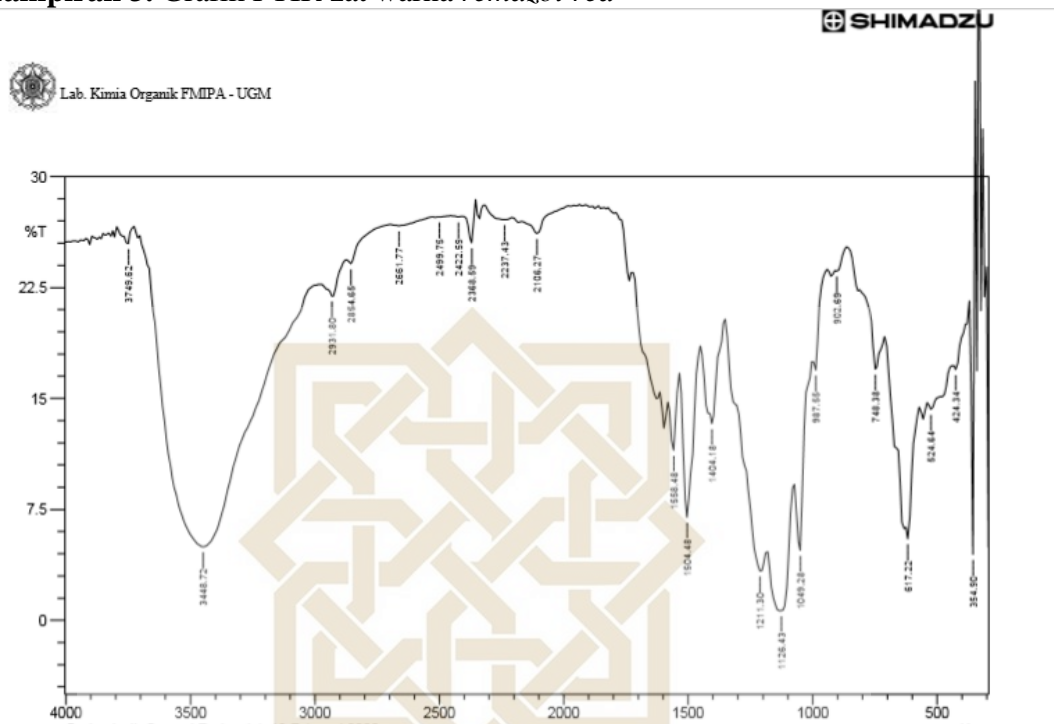


Lampiran 2. Kurva Standar larutan zat warna *remazol red*

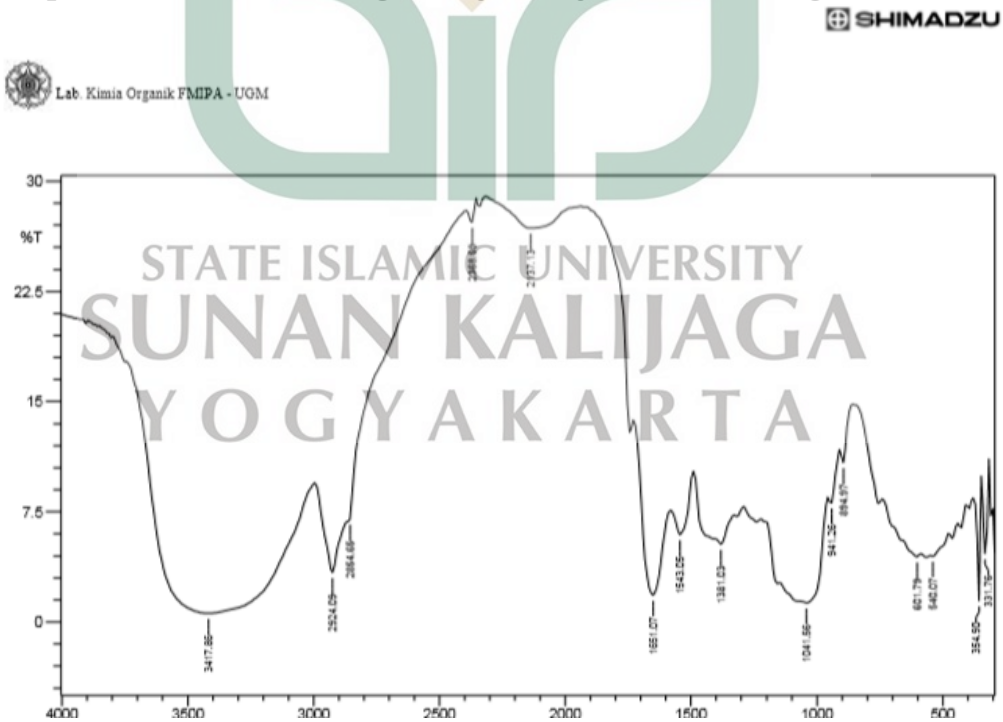


Konsentrasi (mg L ⁻¹)	Absorbansi
0	0,013
5	0,080
10	0,144
15	0,207
20	0,267
25	0,326

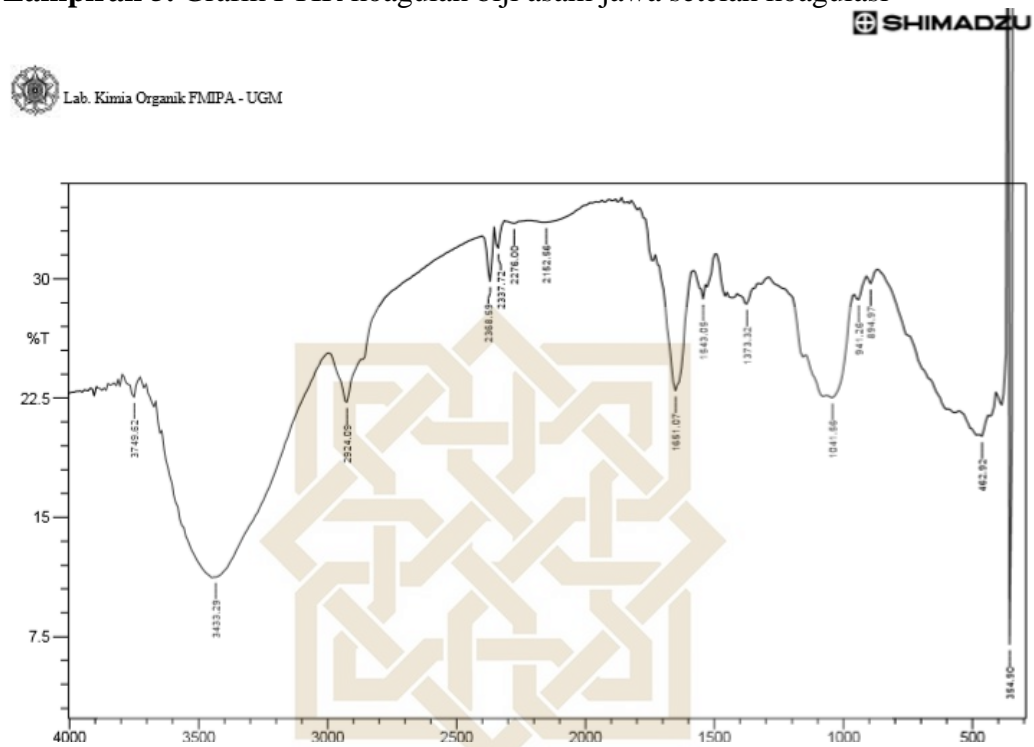
Lampiran 3. Grafik FTIR zat warna *remazol red*



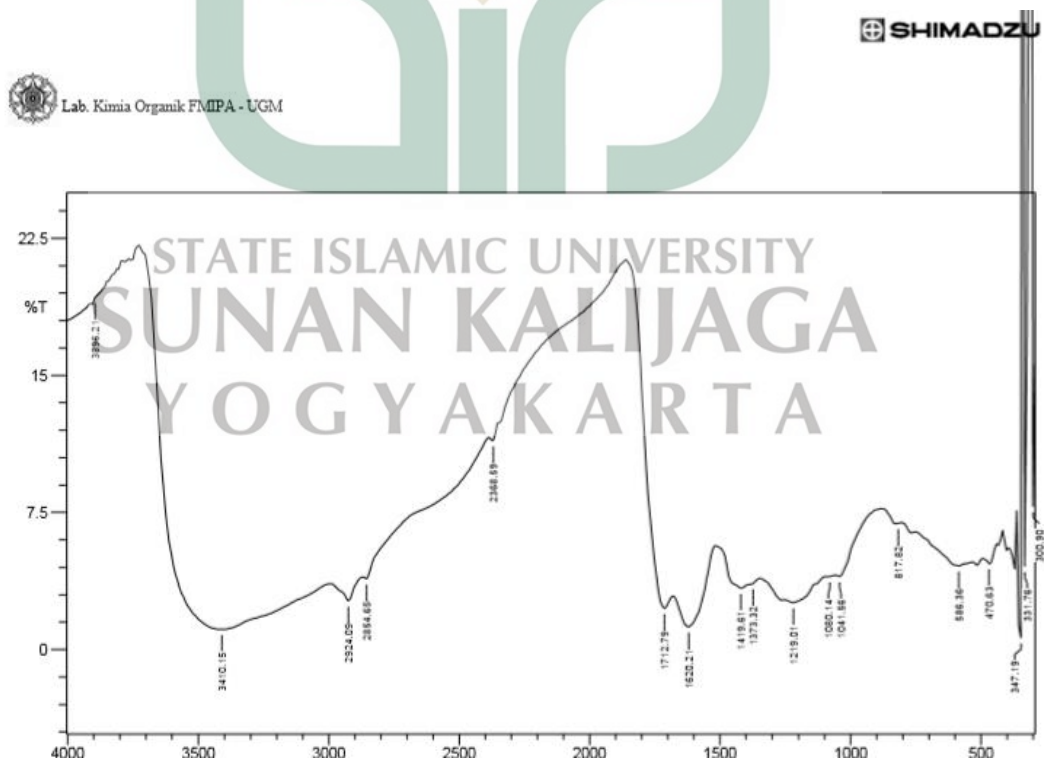
Lampiran 4. Grafik FTIR koagulan biji asam jawa sebelum koagulasi

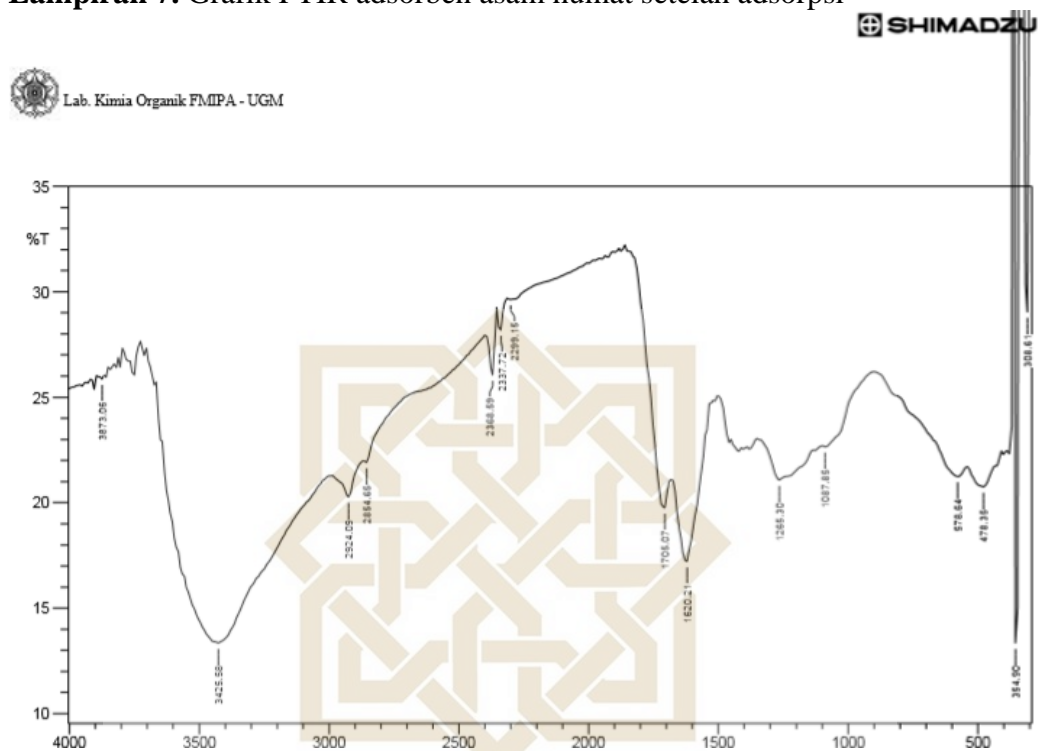


Lampiran 5. Grafik FTIR koagulan biji asam jawa setelah koagulasi



Lampiran 6. Grafik FTIR adsorben asam humat sebelum adsorpsi



Lampiran 7. Grafik FTIR adsorben asam humat setelah adsorpsi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 8. Data koagulasi zat warna remazol red dengan koagulan biji asam jawa dalam berbagai pH

Kode pH	Massa (mg)	V (mL)	A _{Limbah}	C _{Limbah} (mg L ⁻¹)	A _{Campuran limbah dan buffer}	C _{campuran limbah dan buffer} (mg L ⁻¹)	A _{setelah koagulasi}	C _{setelah koagulasi} (mg L ⁻¹)	Konsentrasi terkoagulasi (mg L ⁻¹)	Persentase konsentrasi zat warna terkoagulasi (%)
pH 2	500	50	2.638	209,72	0,389	29,80	0,142	10,40	19,40	65,10
pH 3	500	50	2.638	209,72	0,352	26,84	0,123	8,52	18,32	68,26
pH 4	500	50	2.638	209,72	0,294	22,20	0,122	8,44	13,76	61,98
pH 5	500	50	2.638	209,72	0,233	17,32	0,133	9,32	8,00	46,19
pH 6	500	50	2.638	209,72	0,205	15,08	0,134	9,40	5,68	37,67



Grafik Persentase konsentrasi zat warna remazol red terkoagulasi

Lampiran 9. Data adsorpsi zat warna remazol red dengan adsorben asam humat dalam berbagai pH

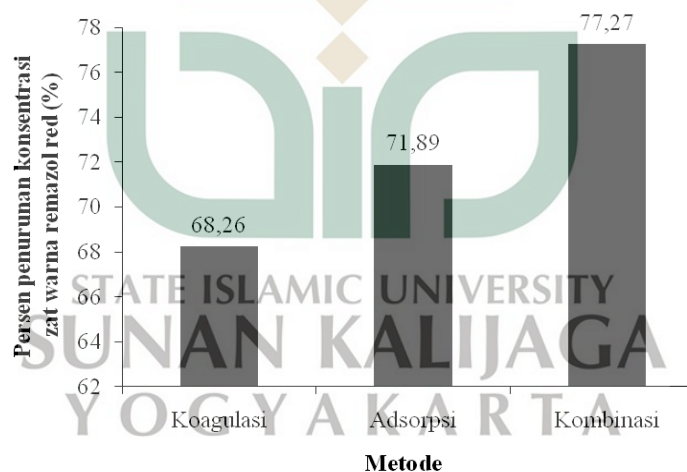
Kode pH	Massa (mg)	V (mL)	A_{Limbah}	$C_{\text{limbah awal}}$ (mg L^{-1})	$A_{\text{Campuran limbah dan buffer}}$	$C_{\text{Campuran limbah dan buffer}}$ (mg L^{-1})	$A_{\text{setelah adsorpsi}}$	$C_{\text{setelah adsorpsi}}$ (mg L^{-1})	Konsentrasi teradsorp (mg L^{-1})	Persentase konsentrasi teradsorp zat warna remazol red (%)
pH 1	25	25	2,420	192,28	0,046	2,36	0,064	3,80	0,00	0,00
pH 2	25	25	2.638	209,72	0,342	26,04	0,118	8,09	17,95	68,93
pH 3	25	25	2.638	209,72	0,305	23,13	0,135	9,45	13,68	59,14
pH 4	25	25	2.638	209,72	0,284	21,47	0,203	14,92	6,55	30,51
pH 5	25	25	2.638	209,72	0,411	31,51	0,395	30,31	1,20	3,81
pH 6	25	25	2.638	209,72	0,851	66,74	1,812	146,27	0,00	0,00



Grafik Optimasi pH adsorpsi

Lampiran 10. Data hasil penurunan konsentrasi zat warna dalam variasi metode

Metode	A _{limbah awal}	C _{limbah awal} (mg L ⁻¹)	A _{campuran limbah dan buffer}	C _{campuran limbah dan buffer} (mg L ⁻¹)	A _{akhir}	C _{akhir} (mg L ⁻¹)	C _{terkoagulasi} (mg L ⁻¹)	Persentase Penurunan zat warna <i>remazol red</i> (%)
Koagulasi	2.638	209,72	0,352	26,84	0,123	8,52	18,32	68,26%
Adsorpsi	2.638	209,72	0,342	26,04	0,108	7,32	18,72	71,89%
Kombinasi Koagulasi-Adsorpsi	2.638	209,72	0,375	28,68	0,098	6,52	22,16	77,27%



Grafik penurunan konsentrasi zat warna *remazol red*

Lampiran 11. Data hasil penurunan nilai COD dalam variasi metode

Metode	Nilai COD limbah murni (mg L ⁻¹)	Nilai COD limbah murni dengan buffer (mg L ⁻¹)	Nilai COD akhir (mg L ⁻¹)	Nilai COD terkoagulasi (mg L ⁻¹)	Persentase penurunan COD
Koagulasi	7526,4	60091	1240	58851	97,94%
Adsorpsi	7526,4	54441,6	979,2	53462,4	98,20%
Kombinasi Koagulasi-Adsorpsi	7526,4	54441,6	522,24	53919,36	99,04%



Grafik Penurunan nilai COD

Lampiran 12. Perhitungan Pembuatan Larutan Penyangga (*Buffer*)

1. Perhitungan Konsentrasi Asam asetat Glasial

$$M \text{ CH}_3 \text{ COOH Glasial} = \frac{10 \times \rho \times \% (b/v)}{M_r}$$

$$M \text{ CH}_3 \text{ COOH Glasial} = \frac{10 \times 1,05 \times 100}{60,05}$$

$$M \text{ CH}_3 \text{ COOH Glasial} = 17,4854 \text{ M}$$

2. Perhitungan pembuatan asam asetat 1 M

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 1 \text{ M}}{17,4854 \text{ M}}$$

$$V_1 = 5,719 \text{ mL}$$

3. Perhitungan pembuatan asam asetat 0,1 M

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M}}{17,4854 \text{ M}}$$

$$V_1 = 0,5719 \text{ mL}$$

4. Perhitungan Larutan Penyangga pH 1

$$[\text{H}^+] = \frac{K_a \times [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{K_a \times [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{H}^+]}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{1,75 \times 10^{-5} \times 1 \text{ M}}{10^{-1} \text{ M}}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = 1,75 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{\text{Massa } [\text{CH}_3\text{COONa}]}{\text{Mr}} \times \frac{1}{V}$$

$$1,75 \times 10^{-4} \text{ M} = \frac{\text{Massa } [\text{CH}_3\text{COONa}]}{136,08 \text{ gr/mol}} \times \frac{1}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Massa}_{[\text{CH}_3\text{COONa}]} = 0,00238 \text{ gram}$$

5. Perhitungan Larutan Penyangga pH 2

$$[\text{H}^+] = \frac{K_a \times [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COONa}]}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{K_a \times [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{H}^+]}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{1,75 \times 10^{-5} \times 1 \text{ M}}{10^{-2} \text{ M}}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = 1,75 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{\text{Massa } [\text{CH}_3\text{COONa}]}{\text{Mr}} \times \frac{1}{V}$$

$$1,75 \times 10^{-3} \text{ M} = \frac{\text{Massa } [\text{CH}_3\text{COONa}]}{136,08 \text{ gr/mol}} \times \frac{1}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Massa}_{[\text{CH}_3\text{COONa}]} = 0,0238 \text{ gram}$$

6. Perhitungan Larutan Penyangga pH 3

$$[H^+] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[CH_3COONa]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[H^+]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{1,75 \times 10^{-5} \times 1 \text{ M}}{10^{-3} \text{ M}}$$

$$[CH_3COONa] = 1,75 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{Mr} \times \frac{1}{V}$$

$$1,75 \times 10^{-2} \text{ M} = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{136,08 \text{ gr/mol}} \times \frac{1}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Massa}_{[CH_3COONa]} = 0,2381 \text{ gram}$$

7. Perhitungan Larutan Penyangga pH 4

$$[H^+] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[CH_3COONa]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[H^+]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{1,75 \times 10^{-5} \times 0,1 \text{ M}}{10^{-4} \text{ M}}$$

$$[CH_3COONa] = 1,75 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{Mr} \times \frac{1}{V}$$

$$1,75 \times 10^{-2} \text{ M} = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{136,08 \text{ gr/mol}} \times \frac{1}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Massa}_{[CH_3COONa]} = 0,2381 \text{ gram}$$

8. Perhitungan Larutan Penyangga pH 5

$$[H^+] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[CH_3COONa]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[H^+]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{1,75 \times 10^{-5} \times 0,1 \text{ M}}{10^{-5} \text{ M}}$$

$$[CH_3COONa] = 1,75 \times 10^{-1} \text{ M}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{Mr} \times \frac{1}{V}$$

$$1,75 \times 10^{-1} \text{ M} = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{136,08 \text{ gr/mol}} \times \frac{1}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Massa}_{[CH_3COONa]} = 2,3814 \text{ gram}$$

9. Perhitungan Larutan Penyangga pH 6

$$[H^+] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[CH_3COONa]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{K_a \times [CH_3COOH]}{[H^+]}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{1,75 \times 10^{-5} \times 0,01 \text{ M}}{10^{-1} \text{ M}}$$

$$[CH_3COONa] = 1,75 \times 10^{-1} \text{ M}$$

$$[CH_3COONa] = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{Mr} \times \frac{1}{V}$$

$$1,75 \times 10^{-1} \text{ M} = \frac{\text{Massa } [CH_3COONa]}{136,08 \text{ gr/mol}} \times \frac{1}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Massa}_{[CH_3COONa]} = 2,3814 \text{ gram}$$

Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian

1. Preparasi biji asam jawa



Perendaman biji asam jawa



Pengupasan dan pengeringan



Penghalusan dengan blender



Penghalusan dengan lumpang alu

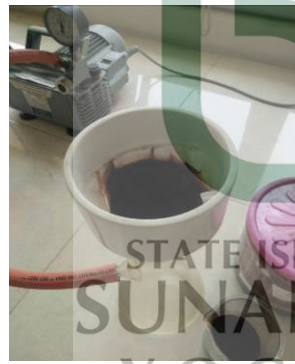


Pengeringan dengan oven

2. Preparasi Asam Humat



Pemurnian asam humat dengan HCl-HF



Penyaringan dengan pompa vakum



Pengeringan dengan oven

3. Koagulasi zat warna *remazol red* dengan koagulan biji asam jawa



Proses koagulasi zat warna *remazol red* limbah cair batik dengan biji asam jawa



Proses pengendapan hasil koagulasi



Proses penyaringan



Endapan hasil koagulasi



Hasil perbandingan sebelum dan setelah koagulasi



Hasil pH optimum pH 3

4. Adsorpsi zat warna *remazol red* dengan koagulan asam humat



Proses adsorpsi limbah batik zat warna *remazol red*



Proses pengendapan adsorben



Proses filtrasi



Hasil penelitian sebelum dan setelah adsorpsi

5. Hasil koagulasi, adsorpsi, dan kombinasi koagulasi-adsorpsi



Proses pengendapan adsorben asam humat dan koagulan biji asam jawa



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOOGYAKARTA

Proses filtrasi adsorpsi, koagulasi, kombinasi koagulasi-adsorpsi



Hasil sebelum dan setelah adsorpsi, koagulasi, dan kombinasi koagulasi-adsorpsi