

**PENGARUH VARIASI pH TERHADAP PROSENS KOAGULASI DAN
ADSORPSI ZAT WARNA REMAZOL RED PADA LIMBAH CAIR BATIK
MENGUNAKAN KITOSAN SEBAGAI KOAGULAN ALAMI DAN
ADSORBEN ASAM HUMAT**

Skripsi

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



Oleh :

Rifana Adilla Safitri

NIM. 16630015

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
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-1069/Un.02/DST/PP.00.9/05/2020

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Variasi pH terhadap Proses Koagulasi dan Adsorpsi Zat Warna Remazol Red pada Limbah Cair Batik Menggunakan Kitosan sebagai Koagulan Alami dan Adsorben Asam Humat.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RIFANA ADILLA SAFITRI
Nomor Induk Mahasiswa : 16630015
Telah diujikan pada : Rabu, 06 Mei 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 : See09B2587c2



Penguji I
Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID : See091efcc555



Penguji II
Endang Sedvadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID : See090ac501c0



Yogyakarta, 06 Mei 2020
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Murtono, M.Si.
SIGNED

Valid ID : See093b31347



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 : Rifana Adilla Safitri

NIM : 16630015

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi pH Terhadap Proses Koagulasi Dan Adsorpsi Zat
Warna *Remazol Red* Pada Limbah Cair Batik Menggunakan
Kitosan Sebagai Koagulan Alami Dan Adsorben Asam Humat

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, 22 April 2020
Pembimbing

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



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

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

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Nama : Rifana Adilla Safitri
NIM : 16630015

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi pH Terhadap Proses Koagulasi Dan Adsorpsi Zat Warna *Remazol Red* Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Kitosan Sebagai Koagulan Alami Dan Adsorben Asam Humat

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

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

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, Mei 2020
Konsultan,

Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820329201101 1 005



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

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

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Nama : Rifana Adilla Safitri

NIM : 16630015

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi pH Terhadap Proses Koagulasi Dan Adsorpsi Zat Warna *Remazol Red* Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Kitosan Sebagai Koagulan Alami Dan Adsorben Asam Humat

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

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

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, Mei 2020

Konsultan,



Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820205 201503 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifana Adilla Safitri

NIM : 16630015

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Variasi pH Terhadap Proses Koagulasi Dan Adsorpsi Zat Warna Remazol Red Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Kitosan Sebagai Koagulan Alami Dan Adsorben Asam Humat”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga 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, 23 Mei 2020



Rifana Adilla Safitri
NIM 16630015

MOTTO

**MIRACLE IS ANOTHER NAME OF
EFFORT**





Karya ini saya dedikasikan
untuk Almamater
**KIMIA UIN Sunan Kalijaga
Yogyakarta**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi pH Terhadap Proses Koagulasi dan Adsorpsi Zat Warna *Remazol Red* pada Limbah Cair Batik Menggunakan Kitosan sebagai Koagulan Alami dan Adsorben Asam Humat” untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan dan semangat sehingga tahap demi tahap penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Ucapan terimakasih secara khusus penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Phil Sahiron, M.A., selaku pelaksana tugas (Plt.) 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 Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan pengarahan dan motivasi selama studi dan selama penulisan skripsi.
5. Bapak Arif Affandi, Ibu Iswanti, Novita Fandika Chandra, Sarmin, Chery, dan Tuginem, orang tua, saudara kandung dan keluarga penulis yang tidak pernah berhenti memberikan doa serta dukungan, baik secara material maupun spiritual.
6. Seluruh PLP dan Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan lancar.

7. Sahabat-sahabat penulis (Bintang, Nur Rohmah, Deayu, Ziqqa, Syauqi, Fattah, Dian, Faridah, Ndut, Hanan) dan seluruh keluarga yang tidak pernah berhenti memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
8. Teman-teman Kimia angkatan 2016 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah menemani penulis selama empat tahun masa studi.
9. Teman-teman KKN Dusun Anjir (Ihsan, Tika, Nurhul, Yeni, April, Rohmah, Uri, Fahri, Imam) yang selalu memberi dukungan.
10. Kakak-kakak tingkat penulis terkhusus Mas Hendra, Mas Viky, Mba Feni, Mba Dini, dan Mas Dika yang selalu memberi masukan, motivasi, dan bantuannya kepada penulis.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Besar harapan penulis agar tulisan ini bermanfaat dan digunakan sebagai mana mestinya.

Yogyakarta, April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pengesahan Skripsi/Tugas Akhir	ii
Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir	iii
Nota Dinas Konsultasi	iv
Nota Dinas Kosultasi	v
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi	vi
MOTTO	vii
Halaman Persembahan	viii
Kata Pengantar	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah	7
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
A. Tinjauan Pustaka	9
B. Landasan Teori	20
1. Zat Warna	20
2. Zat Warna <i>Remazol Red</i>	22
3. Kitosan	23
4. Koagulasi	25
5. Senyawa Humat dan Asam Humat	28
6. Adsorpsi	32
7. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	34
8. Spektrofotometer UV-Vis	35
9. FTIR	41
C. Hipotesis Penelitian.....	45
BAB III METODE PENELITIAN.....	48
A. Waktu Dan Tempat Penelitian	48
B. Alat-Alat Penelitian	48
C. Bahan-Bahan Penelitian	48
D. Cara Kerja Penelitian	49
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	51
A. Karakterisasi Koagulan Kitosan Dan Adsorben Asam Humat Menggunakan <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	51
1. Karakterisasi Kitosan	51
2. Karakterisasi Asam Humat.....	55
B. Aplikasi Kitosan Sebagai Koagulan dan Asam Humat Sebagai Adsorben Dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Batik	60

1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Remazol Red</i>	60
2. Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i>	61
3. Interaksi Koagulan Kitosan Dengan Zat Warna <i>Remazol Red</i> Berdasarkan Analisis Variasi pH dan Spektra FTIR.....	63
4. Interaksi Adsorben Asam Humat Dengan Zat Warna <i>Remazol Red</i> Berdasarkan Analisis Variasi pH dan Spektra FTIR	71
C. Perbandingan Hasil Koagulasi Dengan Adsorpsi	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
A. KESIMPULAN	83
B. SARAN	84
DAFTAR PUSTAKA	85
Lampiran	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur zat warna <i>remazol red</i>	22
Gambar 2.2	Struktur kitosan	25
Gambar 2.3	Model struktur asam humat berdasarkan Stevenson 1982; R dapat berupa alkil, aril, dan aralkil	31
Gambar 2.4	Skema peralatan spektrofotometer UV-Vis	36
Gambar 2.5	Penampilan fisik dan intensitas serapan IR.....	45
Gambar 4.1	Spektra FTIR kitosan	52
Gambar 4.2	Gambar struktur kitosan	55
Gambar 4.3	Spektra FTIR asam humat sebelum pemurnian	56
Gambar 4.4	Perbandingan spektrum IR (a) asam humat sebelum dan (b) asam humat setelah pemurnian.....	59
Gambar 4.5	Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum zat warna <i>remazol red</i>	61
Gambar 4.6	Grafik hubungan konsentrasi vs absorbansi larutan zat warna <i>remazol red</i>	62
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara zat warna <i>remazol red</i> yang terkoagulasi (%) vs pH	64
Gambar 4.8	Perbandingan spektrum FTIR (a) zat warna <i>remazol red</i> , (b) kitosan sebelum koagulasi, (c) kitosan setelah koagulasi	67
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara zat warna <i>remazol red</i> yang teradsorp (%) vs pH.....	72
Gambar 4.10	Perbandingan spektrum FTIR (a) zat warna <i>remazol red</i> , (b) asam humat sebelum, dan (c) asam humat setelah adsorpsi..	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beberapa serapan simetri dan anti-simetri untuk triatomik	44
Tabel 4.1	Tabel perbandingan interpretasi bilangan gelombang spektra IR asam humat dari beberapa penelitian	58
Tabel 4.2	Tabel perbandingan interpretasi bilangan gelombang spektra IR kitosan sebelum dan setelah koagulasi	68
Tabel 4.3	Perbandingan persentase adsorpsi zat warna dari beberapa penelitian	73
Table 4.4	Perbandingan persentase zat warna <i>remazol red</i> terkoagulasi dan teradorp, dan mperbandingan persentase penurunan COD setelah koagulasi dan adsorpsi	79



ABSTRAK

Pengaruh Variasi pH Terhadap Proses Koagulasi Dan Adsorpsi Zat Warna *Remazol Red* Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Kitosan Sebagai Koagulan Alami Dan Adsorben Asam Humat

Oleh :
Rifana Adilla Safitri
16630015

Penelitian mengenai pengaruh pH terhadap proses koagulasi dan adsorpsi zat warna *remazol red* pada limbah cair batik menggunakan kitosan sebagai koagulan alami dan adsorben asam humat telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan pengaruh keasaman limbah cair batik terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan nilai COD setelah proses koagulasi dan adsorpsi sekaligus untuk mengetahui metode yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi zat warna dan nilai COD pada proses pengolahan limbah cair batik. Pengaruh pH dipelajari berdasarkan sifat khas dari senyawa yang berinteraksi. Variasi keasaman dilakukan pada pH 2, 3, 4, 5, dan 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zat warna *remazol red* terkoagulasi maksimum oleh kitosan pada pH 2. Penurunan nilai COD pada pH tersebut adalah sebesar 69,8%. Zat warna *remazol red* teradsorb optimum oleh asam humat pada pH 3. Zat warna *remazol red* yang teradsorb sebesar 39,79% pada pH 3. Penurunan nilai COD pada pH optimum adsorpsi tersebut sebesar 29,1%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa metode koagulasi menggunakan kitosan lebih efektif untuk proses pengolahan limbah dibandingkan dengan adsorpsi asam humat. Persentase penurunan konsentrasi zat warna dan nilai COD secara berturut-turut sebesar 100% dan 69,8%.

Kata kunci : koagulasi, kitosan, adsorpsi, asam humat, zat warna, *remazol red*

ABSTRACT

Effect of pH Variations on the Process of Coagulation and Adsorption of Remazol Red Dyes in Batik Liquid Waste Using Chitosan as a Natural Coagulant and Humic Acid Adsorbent

Research on the effect of pH on the process of coagulation and adsorption of remazol red dye in batik liquid waste using chitosan as a natural coagulant and humic acid adsorbent has been carried out. The purpose of this study is to explain the effect of acidity of batik liquid waste on the decrease in dye concentration and COD value after the coagulation and adsorption process as well as to find out the most effective method in reducing dye concentration and COD value in the batik wastewater treatment process. The effect of pH is studied based on the specific characteristics of the interacting compounds. Variation in acidity was carried out at pH 2, 3, 4, 5, and 6. The results showed that the remazol red dye was maximum coagulated by chitosan at pH 2. The decrease in COD at that pH was 69.8%. Optimum remazol red dye adsorbed by humic acid at pH 3. Remazol red dye adsorbed was 39.79% at pH 3. Reduction in COD value at the optimum pH of adsorption 3 was 29.1%. Based on these results it can be concluded that the coagulation method using chitosan is more effective for the waste treatment process compared to the adsorption of humic acid. Percentage decrease in dye concentration and COD value respectively by 100% and 69.8%.

Keywords: coagulation, chitosan, adsorption, humic acid, dyes, remazol red

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Peningkatan permintaan batik membawa sejumlah dampak positif dan negatif. Dampak negatif dari tingginya permintaan batik adalah munculnya permasalahan terhadap lingkungan akibat penggunaan zat warna sintetis pada proses pewarnaan batik. Penggunaan zat warna sintetis seperti remazol, naphthol, dan indigosol ini menghasilkan limbah zat warna sintetis yang bersifat non-biodegradable, karsinogenik dan dapat mengakibatkan kerusakan hati, ginjal, anemia serta kelainan sel lainnya (Sari, 2017). Pengolahan limbah zat warna sebelum dibuang perlu dilakukan untuk menghindari resiko bahaya tersebut.

Salah satu zat warna yang sering digunakan oleh industri batik di Yogyakarta adalah *remazol red*. Zat warna *Remazol red* dipilih karena dipandang cukup mewakili zat warna industri tekstil. Zat warna *remazol red* memiliki gugus kromofor yang mudah sekali memberikan warna-warna yang cerah dan tahan uji. Zat Warna *Remazol red* adalah zat warna yang proses fotodegradasinya sangat lambat, ditambah lagi dengan intensitas cahaya matahari yang sampai ke permukaan bumi relatif lambat (Setianingrum *et al.*, 2016).

Pengolahan limbah perlu dilakukan dengan menggunakan metode dan material yang sesuai untuk meminimalisir tercemarnya badan air. Beberapa metode pengolahan limbah zat warna adalah koagulasi dan flokulasi, adsorpsi, ozonisasi, elektrokimia, dekolonisasi, reduksi-oksidasi dan fotokatalis serta pengolahan biologi yang dilakukan dengan menggunakan bakteri untuk

mendegradasi zat warna (Hasemian *et al.*, 2014; Ramesh, 2017). Berbagai metode pengolahan limbah tersebut masing-masing memiliki beberapa kekurangan.

Metode ozonisasi dapat meracuni manusia dan menyebabkan kematian apabila ozon terhirup dengan konsentrasi 50 ppm selama kurang lebih 1 jam. Batas kadar konsentrasi penggunaan gas ozon dalam kegiatan industri adalah 0,1 ppm, sedangkan kadar ozon dalam air yang melebihi konsentrasi 0,05-0,1 ppm dapat berbahaya bagi tubuh manusia (Handayani, 2017). Metode elektrokimia memiliki kekurangan karena adanya lapisan (*double layer*) yang menempel disisi lain elektroda dan dapat berfungsi sebagai kapasitor, sehingga dapat memperbesar hambatan yang terjadi dan memperkecil kuat arus dalam reaksi tersebut (Aris dalam Novianti, 2014).

Metode lain yang menerapkan prinsip reduksi-oksidasi dengan mendekolorisasi air limbah proses celupan dengan menggunakan sistem H₂O/ piridin/ Cu (II) dianggap kurang menguntungkan dan sangat terbatas penggunaannya (Triavia, 2016). Metode fotokatalis dengan menggunakan semikonduktor TiO₂ mempunyai kelemahan yaitu relatif sulitnya proses pemisahan katalis setelah proses degradasi dan daya adsorpsi katalis yang rendah terhadap limbah (Fatmawati, 2017). Pengolahan secara biologi seringkali gagal dikarenakan bakteri tidak mampu beradaptasi dengan kompleksitas zat warna dan masih banyak lagi kekurangan dari metode pengolahan limbah tersebut. Metode koagulasi dan adsorpsi dianggap sebagai metode yang efektif dalam proses pengolahan limbah. Metode koagulasi cenderung murah dan relatif mudah diterapkan di masyarakat dewasa ini.

Koagulasi adalah proses pengolahan limbah dengan cara menambahkan koagulan ke dalam limbah dengan pengadukan secara cepat sehingga didapat dispersilimbah yang homogen. Koagulasi disebabkan oleh ion-ion yang berasal dari koagulan yang mempunyai muatan berlawanan dengan muatan partikel koloid. Penambahan koagulan akan menimbulkan ketidakstabilan partikel koloid dan mengikat partikel koloid tersebut membentuk gumpalan/flok. Koagulan sendiri adalah bahan kimia yang mempunyai kemampuan menetralisasi muatan partikel koloid dan mampu untuk mengikat partikel koloid tersebut membentuk gumpalan/flok (Suharti, 2011). Penggunaan koagulan dari bahan-bahan kimia sintesis dapat menjadi permasalahan baru pada lingkungan karena koagulan dapat membentuk limbah baru hasil pengolahan. Koagulan alternatif dari bahan alam yang cenderung ramah lingkungan dan efektif dalam penghilangan polutan pada sampel air salah satunya adalah kitosan.

Kitosan adalah poli-2-amino-2-deoksi- β -1,4-D-glukopiranosida dengan rumus molekul $C_6H_{11}NO_6$ yang diperoleh dari proses destilasi kitin. Kitin berasal dari kulit, kepala dan ekor udang yang dapat diperoleh dari limbah udang vanamei, limbah rajungan serta ampas silase kepala udang windu (Hendrawati *et al.*, 2015). Berdasarkan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, kitosan dapat diperoleh dari proses isolasi cangkang kerang hijau (*Mytilus Virdid*) (Sinardi *et al.*, 2017); cangkang limbah keong sawah (*Pila Ampullacea*) (Nasution *et al.*, 2015); dan cangkang kerang simping (*Amusium Pleuronectes*) (Pradifan *et al.*, 2016).

Kitosan memiliki peranan yang baik dalam mengurangi pencemaran lingkungan, yaitu cukup efektif dalam proses penjernihan air dan air limbah. Kitosan mempunyai kemampuan untuk menjernihkan air, menurunkan tingkat warna, pH, BOD, COD, mampu menyerap logam berat maupun zat warna (Pontinus, 2016; Hendrawati *et al.*, 2015). Koagulan kitosan dapat diaplikasikan pada proses penjernihan air (Pradifan *et al.*, 2016; Sinardi *et al.*, 2017) dan bahkan dapat diaplikasikan juga pada berbagai macam limbah cair, seperti limbah cair *laundry* (Putri *et al.*, 2015), limbah cair pabrik (Nasution *et al.*, 2015) dan masih banyak lagi. Selain itu, kitosan dikenal sebagai biokoagulan alami yang ramah lingkungan, terbarukan, tidak beracun, kompatibel dan mudah mengalami biodegradasi (Wardhani *et al.*, 2014; Sinardi *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2016).

Selain metode koagulasi, metode adsorpsi adalah salah satu metode yang dianggap efektif karena memiliki banyak keuntungan salah satunya adalah dalam proses pemisahan zat warna. Metode adsorpsi juga dianggap lebih cepat dalam menurunkan konsentrasi zat warna dengan biaya yang ekonomis. Metode adsorpsi sudah banyak digunakan untuk mengatasi limbah cair zat warna. Salah satu pemanfaatannya adalah pada pengolahan limbah batik karena dapat menurunkan kadar zat warna dengan sempurna tanpa mengubahnya menjadi senyawa yang berbahaya. Adsorpsi biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya akan gugus fungsional $-OH$, $-NH$, $-SH$ dan $-COOH$ (Stumm dan Morgan, 1996).

Banyak penelitian yang dilakukan untuk menyelidiki bahan-bahan yang dapat dijadikan sebagai adsorben dengan harga murah seperti sekam, kacang merah, tongkol jagung, tepung jagung, kitin, mineral dari lempung dan resin

komersial. Beberapa adsorben tersebut memiliki kapasitas adsorpsi yang rendah (Park *et al.*, 2017). Karbon aktif juga dapat dan sering digunakan sebagai adsorben, namun dalam proses produksi, biaya yang dikeluarkan terlalu tinggi sehingga tidak ekonomis (Santi, 2018). Salah satu adsorben yang potensial untuk menurunkan dan menghilangkan zat warna adalah asam humat yang terkandung didalam tanah (Volikov *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2015).

Asam humat merupakan salah satu adsorben yang sangat potensial karena selain mampu menurunkan konsentrasi zat warna pada limbah cair batik juga termasuk adsorben yang ramah lingkungan. Asam humat merupakan salah satu senyawa yang terkandung didalam tanah, khususnya tanah gambut. Salah satu cara untuk memperoleh asam humat adalah dengan melakukan ekstraksi alkali terhadap tanah gambut. Asam humat dalam penelitian Rahmayanti *et al.*, (2019) dan Santi (2018), diperoleh dari proses isolasi tanah gambut Sumatera dan Kalimantan menggunakan metode ekstraksi alkali. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa asam humat merupakan senyawa yang kaya akan gugus fungsional $-NH$, $-COOH$, dan juga $-OH$ fenolat (Rahmayanti *et al.*, 2019; Santi, 2018).

Adsorben asam humat sangat baik diaplikasikan pada berbagai macam limbah zat warna seperti pada limbah zat warna merah 3R (Xu *et al.*, 2013), limbah zat warna *indigosol blue* (Santi, 2018), limbah zat warna *naphthol blue b* (Yunita, 2018), limbah zat warna *naphthol* (Prandini, 2018), limbah zat warna *naphthol blue black* (Putri, 2019), dan limbah zat warna *indigosol blue* (Latifah, 2019). Adsorben asam humat tidak hanya dapat dan baik diaplikasikan pada

limbah zat warna saja. Adsorben asam humat juga dapat dan baik ketika diaplikasikan untuk mengadsorp logam berat seperti kromium(VI) (Muniroh *et al.*, 2019) dan emas (Rahmayantiet *al.*, 2016). Beberapa penelitian tersebut telah berhasil membuktikan bahwa adsorben asam humat adalah adsorben yang sangat potensial. Asam humat dapat diaplikasikan untuk mengadsorp zat warna dan logam berat.

Metode koagulasi dan adsorpsi dianggap sebagai metode yang paling efektif dan ramah lingkungan pada proses pengolahan limbah cair batik mengingat banyaknya penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Salah satunya mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Nasution pada tahun 2016, metode koagulasi menggunakan kitosan sebagai koagulan alami mampu menurunkan nilai COD pada limbah sebesar 68,86%. Penelitian yang dilakukan oleh Santi (2018) mampu mengadsorpsi zat warna dengan kapasitas adsorpsi sebesar $1,69 \text{ mol g}^{-1}$. Kekurangan penelitian tersebut yaitu metode koagulasi yang hanya difokuskan pada penurunan nilai COD dan menurunkan konsentrasi zat warna saja.

Berdasarkan hal itu maka penelitian ini dilakukan dengan fokus kajian untuk menurunkan nilai COD dan konsentrasi zat warna *remazol red* sekaligus pada limbah cair batik. Selain itu penelitian ini juga membandingkan hasil koagulasi dengan hasil adsorpsi dengan tujuan untuk mengetahui metode yang paling efektif dalam mengolah limbah cair batik.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Limbah batik yang digunakan berasal dari limbah pencucian *home industry* yang berada di Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan jenis pewarna *remazol red*.
2. Adsorben yang digunakan adalah asam humat hasil isolasi tanah gambut Riau, Sumatra.
3. Kitosan yang digunakan merupakan hasil isolasi dari cangkang udang siap pakaidiproduksi oleh CV.Chimultiguna.
4. Variasi pH dilakukan pada pH asam yaitu pH 2, 3, 4, 5, dan 6.
5. Karakterisasi asam humat menggunakan *Fourier Tansform Infrared Spectroscopy* (FTIR).
6. Karakterisasi kitosan menggunakan FTIR.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi pH limbah cair batik terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan nilai COD limbah cair batik setelah proses koagulasi dengan menggunakan kitosan?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH limbah cair batik terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan nilai COD limbah cair batik setelah proses adsorpsi dengan menggunakan asam humat?
3. Metode manakah yang lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi zat warna dan nilai COD pada proses pengolahan limbah cair batik?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan pengaruh variasi pH limbah cair batik terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan nilai COD limbah cair batik setelah proses koagulasi dengan menggunakan kitosan.
2. Menjelaskan pengaruh variasi pH limbah cair batik terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan nilai COD limbah cair batik setelah proses adsorpsi dengan menggunakan asam humat.
3. Mengetahui metode yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi zat warna dan nilai COD pada proses pengolahan limbah cair batik.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai metode yang praktis dan efisien dalam pengolahan limbah batik.
2. Memberi informasi mengenai koagulan yang efektif dan ramah lingkungan.
3. Memberikan informasi perbandingan hasil pengolahan limbah batik menggunakan metode koagulasi dengan hasil pengolahan limbah batik menggunakan metode adsorpsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode koagulasi menggunakan koagulan kitosan dapat mengkoagulasi zat warna *remazol red* pada kondisi pH optimum 2 dengan presentase penurunan konsentrasi zat warna sebesar 100%. Penurunan nilai COD pada kondisi optimum koagulasi menunjukkan presentase penurunan sebesar 69,8%. Kitosan dapat mengkoagulasi zat warna dengan sangat optimal pada kondisi pH asam yaitu pada pH 2, 3, 4, 5, dan 6. Persentase zat warna *remazol red* yang berhasil terkoagulasi pada setiap pH secara berturut-turut yaitu 100 %; 99,77%; 96,95%; 91,93 %; dan 87,65%. Namun kemampuan tersebut menurun seiring dengan bertambahnya pH larutan limbah cair batik.
2. Metode adsorpsi menggunakan adsorben asam humat dapat mengadsorpsi zat warna *remazol red* pada kondisi pH optimum adsorpsi 3 dengan presentase penurunan konsentrasi zat warna sebesar 39,79%. Penurunan nilai COD pada kondisi optimum adsorpsi menunjukkan presentase penurunan sebesar 29,10%. Asam humat dapat mengadsorpsi zat warna dengan sangat optimal pada kondisi pH asam yaitu pada pH 2, 3, 4, 5, dan 6. Persentase zat warna *remazol red* yang berhasil teradsorp pada setiap pH secara berturut-turut yaitu 37,13%; 39,79%; 33,3%; 17,13%; dan 16,48%. Namun kemampuan tersebut menurun seiring dengan bertambahnya pH larutan limbah cair batik.

3. Metode yang lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD pada limbah cair batik adalah metode koagulasi menggunakan kitosan. Dengan persentase penurunan konsentrasi dan nilai COD secara berturut-turut sebesar 100% dan 69,58%.

B. SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan dari penelitian ini, maka penulis merekomendasikan berupa beberapa saran sebagai berikut:

1. Diperlukan adanya kajian lebih lanjut mengenai limbah baru yang ditimbul dari pengolahan limbah ini yang berupa endapan.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut pada jenis zat warna yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Boraei, El., M.A.M Ibrahim. 2019. Balck Binary Nickel Oxide Nano-Powder Prepared by Cathodic Electrodeposition; Characterization and its efficient Application On Removing the Remazol Red Textile Dye from Aqueous Solution. *Journal of Materials Chemistry and Physics*. 238 (2019) 121894
- Banwell, C. N. 1983. *Fundamentals of Molecular Spectroscopy*. UK: McGraw Hill International.
- 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*.
- Cheremisinoff, N.P. dan Gonsalves, E.E. 1989. *Principles and Application of Carbon Adsorption in Cheremisinoff, N.P. Handbook Heat and Mass Transfer Volume 2*. Houston: Gulf Publishing Company.
- Dompeipen, Edward J. 2017. Isolasi dan Identifikasi Kitin dan Kitosan dari Kulit Udang Windu (*Penaeus monodon*) dengan Spektroskopi Inframerah. *Majalah Bima Jurnal Kementrian Perindustrian Republik Indonesia*. ISSN : 2548-4842
- Dye, Shaikat Chandra., Mohammad Al-Amin., Taslim Ur Rashid., Md Zakir Zultan., Md Ashaduzzaman., Mithun Sarker., Sayed Md Shamsuddin. 2016. *Preparation, Characterization and Performance Evaluation of Chitosan as an Adsorbent for Remazol Red*. International Journal of Latest Research in Engineering and Technology (IJLRET). ISSN :2454-5031
- Fatmawati, Sofia. 2017. *Penggunaan Kombinasi Fotokatalis TiO₂ dan Arang Aktif Untuk Pengolahan Limbah Farmasi*. Inovasi Teknik Kimia. Vol.2. No.2. Hal 1-5.
- 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.
- Handayani, Lydia. 2017. Pengaruh Kualitas Air Minum dalam Kemasan Terhadap Konsentrasi Ozon. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Teknik UNIFA*. Makassar.
- Hendrawati., Delsy Syamsumarsih., Nurhasni. 2013. *Penggunaan Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) dan Biji Kecipir (Psophocarpus tetragonolobus) sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Tanah*. Prosiding Semirata Universitas Lampung.
- Hancock, I.C.D.R. 1996. Mechanism of Passive Sorption of Heavy Metals by Biomass and Biological Product. *Symposium and Workshop on*

- Heavy Metals Bioaccumulation*, IUC Biotechnology, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Ihsani, Shofia Lathifah & Widyastuti, Catur Rini. 2015. Sintesis Biokoagulan Berbasis Kitosan Dari Kulit Udang Untuk Pengolahan Air Sungai yang Tercemar Limbah Industri Jamu dengan Kandungan Padatan Tersuspensi Tinggi. *Jurnal Alam Terbarukan*. ISSN:2303-0623
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press
- Larasati, Feni. 2018. Adsorpsi Zat Warna Naftol menggunakan Adsorben Humin Hasil Isolasi Tanah Gambut Sumatera. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Latifah, Wachidah Nur. 2019. Adsorpsi-Desorpsi Asam Humat Termodifikasi Magnetit Terhadap Zaat Warn Industri Batik (Indigosol Blue). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Matis K. A. 1980. Treatment of industrial liquid wastes by electro-floatation. *WaterPollution Control*.
- McCabe, W.L., J.C. Smith dan P. Harriot. 1999. *Operasi Teknik Kimia Edisi keempat Jilid 2*. Terjemahan E. Jasfi. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Muniroh, Syarifatul., dan Maya Rahmayanti. 2019. Kinetika Adsorpsi Kromium(VI) yang Terkandung dalam Limbah Batik pada Asam Humat Termodifikasi Magnetit. *Integrated Lab Journal*. Vol.07., No.02.
- Muslimah, S dan N,D. Kuswyasari. 2013. Potensi Basidiomycetes Koleksi Biologi ITS Sebagai Agen Biodekolorisasi Zat Warna RBBR, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol.2, No.1.
- Muzarelli, RAA. 1977. *Chitin*. Oxford : Pergamon Press
- Nastion, Poso. 2015. *Studi Penurunan TSS, Turbidity dan COD dengan menggunakan Kitosan dari Limbah Cangkang Keong Sawah (PILA AMPULLACEA) Sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair PT. Sido Muncul*, TBK Semarang. Semarang : Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP.
- Novianti, Dwi Lestari dan Tuhi. 2014. Penurunan TSS dan Warna Limbah Industri Batik Secara Elektro Koagulasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.6, No.1.
- Nurdin, Dasli. 1985. *Elusidasi Stuktur Senyawa Organik Dengan Cara Spektroskopi Ultralembayung dan Inframerah*. Bandung: Angkasa.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. New York: John Wiley & Sons.
- 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.

- Pradifan, Andika. 2016. Studi Penggunaan Kitosan dari Limbah Cangkang Kerang Semping (AMUSIUM PLEURONECTES) sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar COD dan TSS (Studi Kasus : Air Saluran Singosari Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.5, No. 3.
- Prandini, Masyithah Nisvi. 2018. Adsorpsi Zat Warna Naphthol Menggunakan Adsorben Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan. *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Putri, Dyah A.C., Joko, Tri., & Yunita, Nikie A. 2015. Kemampuan Koagulasi Kitosan dengan Variasi Dosis dalam Menurunkan Kandungan COD dan Kekeruhan pada Limbah Cair Laundry (Studi pada Rahma Laundry, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol.3,. No.3.
- Putri, Nunung Faizah Yosi. 2019. Kajian Desorpsi Zat Warna Tekstil Naphtol Blue Black pada Adsorben Asam Humat Termodifikasi Magnetit. *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Rahmayanti, Maya. 2016. Application of Humic Acid Isolated From Kalimantan Peat Soil Modifying Magnetis for Recovery of Gold. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 8(2) (2019) : 77-83.
- Rahmayanti, Maya., Erni Yunita., & Masyithah Nisvi Prandini. 2019. Isolasi Asam Humat dari Tanah Gambut Sumatera dan Kalimantan dan Analisis Kandungan Gugus Fungsionalnya. *Integrated Lab Journal*. Vol.07,. No.02.
- 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.
- Renault F., B.Sancey, P.M Badot, G.Crini, (2008), “Chitosan for Coagulations/flocculation Processes–An Eco-Friendly Approach”, Université de Franche-Comté, Laboratoire Chrono-environnement, Besançon cedex, France.
- Rosyida, Ainur. 2013. Pewarnaan Bahan Tekstil dengan Menggunakan Ekstrak Kayu Nangka dan Teknik Pewarnaannya untuk Mendapatkan Hasil yang Optimum. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol.7,. No.2.
- 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.
- Sapta, I.W., Wiratini, N.M., & Ketut, I.D. 2014. Degradasi Zat Warna Remazol Yellow Fg Dan Limbah Tekstil Buatan dengan Teknik Elektrooksidasi. *e-Journal Kimia Vitalis*. 2: 127-137
- Sarah, Ferial. 2016. Studi Adsorpsi-Desorpsi Zat Warna Methyl Orange dalam Kitosan. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

- Sari, Rensy Aula. 2017. Penentuan Kesetimbangan, Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit pada Zat Warna Reactive Red dan Direct Blue. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. UNIB. Bengkulu.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2010. *Kimia Dasar*. Yogyakarta : UGM Press
- Sinardi, Prayatni S, dan Suprihanto N. 2013. Pembuatan, Karakterisasi dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau (*MYTULUS VIRDISLINNEAUS*) Sebagai Koagulan Penjernih Air. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Stephen, A.M., 1995. *Food Polysaccharides and Their Application*. University of Cape Town, Marcel Dekker, Inc, Rondebosch, 442-450
- 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
- Sugita P. 2009. *Kitosan: Sumber Biomaterial Masa Depan*. Bogor (ID): IPB Press.
- Suharto. 2011. *Limbah Kimia : dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta: ANDI
- Sumar, Hendayana. 1994. *Kimia Analisis Farmasi*. Jakarta: UI Press
- Syafii, Imam. 2017. Sintesis Komposit Montmorillonit TiO_2 dengan Variasi Suhu Kalsinasi dan Aplikasinya untuk Pengolahan Zat Warna Remazol Red. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Tjokrokusumo. 1995. *Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air*. Yogyakarta : STTL "YLH"
- 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.
- 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.
- Yagub, M.T., Sen, T.K., Afroze, S.M & Ang, H.M. 2014. Dye and its Removal from aqueous solution by Adsorption : A review. *Advances in Colloid and Interface Science*. 209: 172-184.

Yunita, Erni. 2018. Modifikasi Magnetit (Fe_3O_4) pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Sumatera sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol Blue. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

