

**APLIKASI MEMBRAN FILTER KERAMIK DAN ADSORBEN ASAM
HUMAT UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI ZAT WARNA
REMAZOL RED DAN NILAI COD LIMBAH CAIR BATIK**

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



**Oleh:
Nur Fitriana
16630027**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

**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-1857/Un.02/DST/PP.00.9/08/2020

Tugas Akhir dengan judul : Aplikasi Membran Filter Keramik dan Adsorben Asam Humat untuk Memurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD Limbah Cair Batik.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NUR FITRIANA
Nomor Induk Mahasiswa : 16630027
Telah diujikan pada : Senin, 10 Agustus 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

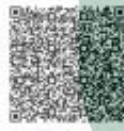
TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 504940504a



Penguji I

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

Valid ID: 504940201k

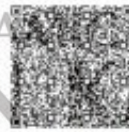


Penguji II

Enderuji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 50494070a2

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Yogyakarta, 10 Agustus 2020
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hj. Khairi Wicakanti, M.Si
SIGNED

Valid ID: 504940143k



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 : Nur Fitriana
NIM : 16630027
Judul Skripsi : Aplikasi Membran Filter Keramik dan Adsorben Asam Humat 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 dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 3 Agustus 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 : Nur Fitriana
NIM : 16630027
Judul Skripsi : Aplikasi Membran Filter Kersamik dan Adsorben Asam Humat 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 Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 24 Agustus 2020
Konsultan


Irwan Nueraha, S.Si., M.Sc.

NIP: 19820329 201101 1 005



NOTA DINAS KONSULTAN

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 : Nur Fitriana
NIM : 16630027
Judul Skripsi : Aplikasi Membran Filter Keramik dan Adsorben Asam Humat Untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Wama *Remazol Red* dan Nilai COD Limbah Cair Batik

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

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 24 Agustus 2020
Konsultan



STATE ISLAMIC UNIVER
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Fitriana

NIM : 16630027

Program Studi : Kimia


Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini bukan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi. Skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri dan bukan duplikasi dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 5 September 2020

Yang Menyatakan




Nur Fitriana

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Jangan Menyerah.

Hari ini berat, esok semakin berat, lusa akan indah.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk Mama dan Bapak yang selalu mengupayakan segala hal untuk penulis.



KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillahirobbil ‘alamin senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah yang telah melimpahkan nikmat dan rahmat Nya sehingga skripsi dengan judul **“Aplikasi Membran Filter Keramik dan Adsorben Asam Humat Untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna *Remazol Red* dan Nilai COD Limbah Cair Batik”** dapat terselesaikan. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar dalam membimbing, memotivasi, menginspirasi, dan mengarahkan dalam menyelesaikan tugas akhir ini maupun selama masa perkuliahan.
4. Bapak Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc. dan Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc. selaku Dosen penguji skripsi yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun.

5. Bapak dan Ibu Dosen yang mengajar di Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Bapak dan Mama yang selalu mendukung, mendoakan dan berkorban apapun untuk penulis.
7. Mbah kakung, Mbah Uti dan seluruh keluarga besar yang selalu mendukung dan tak henti-hentinya mendoakan, semoga Allah SWT membalas semuanya dengan kebaikan.
8. Untuk Abimanyu yang selalu mensupport, memacu untuk terus berkembang, menemani, membantu banyak hal, menjadi partner diskusi yang baik dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis.
9. Untuk teman-teman seperjuangan mengerjakan laporan praktikum, belajar dan menjadi keluarga dari awal kuliah Ziah, Esty, Nizam, Mamat, Amir, Kuncung, Wibi, Idul, Ijat dan Imam.
10. Untuk teman-teman tim “Limbah” Sekar, Vina, Rifana dan Ulfa yang selalu mendukung satu sama lain sejak awal bimbingan hingga saat ini.
11. Untuk Mba Lia, Mba Syafri dan Mas Andika yang sering meluangkan waktunya untuk memberikan kritik dan saran kepada penulis.
12. Untuk “Gengges” Syifa, Husni, Mayzora dan Nana yang selalu menghibur dan menyemangati penulis.
13. Untuk semua anak-anak Spektrum kimia 2016 untuk semua pengalaman, pelajaran, semoga kita bisa bertemu lagi pada kesempatan yang lain.

14. Untuk Hindia yang telah menciptakan album “Menari dengan bayangan”, sehingga membuat penulis menikmati proses penulisan skripsi.

15. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak penulis sebut satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 31 Juli 2020

Penulis



DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
NOTA DINAS KONSULTASI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori.....	12
1. Limbah Industri Batik.....	12
2. Zat Warna	14
3. <i>Remazol Red</i>	15
4. Membran.....	16
5. Porositas	20
6. Bahan Baku Membran Filter Keramik	20
7. <i>Fouling</i>	25
8. Senyawa Humat.....	27
9. Filtrasi.....	29
10. Adsorpsi.....	30
11. <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	33
12. Spektrofotometer UV-Vis	34
13. Spektrofotometer FTIR	36
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis Penelitian.....	37
BAB III METODE PENELITIAN.....	41
A. Waktu dan Tempat Penelitian	41
B. Alat-alat Penelitian.....	41
C. Bahan Penelitian	41
D. Cara Kerja Penelitian	42
1. Proses Pembuatan dan Karakterisasi membran filter keramik	42
2. Pemurnian dan Karakterisasi asam humat.....	43
3. Analisis Konsentrasi Zat Warna	43
4. Proses Filtrasi	45

5. Proses Adsorpsi	45
6. Analisis COD.....	45
7. Persentase Efisiensi Penurunan	45
BAB IV PEMBAHASAN.....	46
A. Proses Pembuatan dan Karakterisasi membran filter keramik.....	46
B. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Remazol Red</i>	50
C. Penentuan Kurva Kalibrasi Standar Larutan Zat Warna <i>Remazol Red</i>	51
D. Karakterisasi FTIR Zat Warna <i>Remazol Red</i> , asam humat sebelum dan setelah adsorpsi	53
E. Penentuan Komposisi Optimum Membran Filter Keramik Pada Filtrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i>	57
F. Penentuan pH Optimum Adsorpsi Zat Warna <i>Remazol Red</i>	62
G. Perbandingan Efisiensi Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i> dan Nilai COD Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Metode filtrasi dan Adsorpsi	65
BAB V PENUTUP.....	73
A. Kesimpulan.....	73
B. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Struktur molekul <i>remazol red Rb</i>	15
Gambar 2.2.	Model Struktur Asam Humat Berdasarkan Stevenson (1982); R dapat berupa alkil, aril dan aralkil	28
Gambar 3.1.	Membran filter keramik.....	42
Gambar 4.1.	Grafik hubungan banyaknya serbuk gergaji dalam membran filter keramik terhadap porositas membran filter keramik.....	49
Gambar 4.2.	Grafik hubungan panjang gelombang terhadap absorbansi	51
Gambar 4.3.	Grafik hubungan konsentrasi vs absorbansi larutan zat warna <i>remazol red</i>	52
Gambar 4.4.	Spektra FTIR zat warna <i>remazol red</i> , <i>asam humat sebelum dan setelah adsorpsi</i>	55
Gambar 4.5.	Grafik hubungan variasi massa serbuk gergaji kayu dalam membran keramik terhadap konsentrasi zat warna <i>remazol red</i>	60
Gambar 4.6.	Grafik hubungan variasi pH limbah dengan persentase rata-rata penurunan zat warna <i>remazol red</i>	64
Gambar 4.7.	Grafik penurunan konsentrasi zat warna <i>remazol red</i> limbah cair batik metode filtrasi dan adsorpsi.....	66
Gambar 4.8.	Grafik penurunan COD limbah cair batik metode filtrasi dan adsorpsi.....	67
Gambar 4.9.	Mekanisme filtrasi zat warna <i>remazol red</i> dan senyawa organik dalam limbah cair batik menggunakan membran filter keramik (a) Pemisahan zat warna <i>remazol red</i> dan zat organik berdasarkan ukuran pori membran filter keramik, (b) Interaksi antara membran filter keramik (hitam) dengan zat warna <i>remazol red</i> (merah) dan senyawa organik bermuatan negatif (hijau), (c) Hasil adsorpsi	69
Gambar 4.10.	Mekanisme proses adsorpsi zat warna <i>remazol red</i> dan senyawa organik limbah cair batik oleh adsorben asam humat (a) Asam humat pada kondisi asam, (b) Interaksi elektrostafik antara asam humat (coklat) dengan zat warna <i>remazol red</i> (merah) dan senyawa organik (hijau), (c) Hasil adsorpsi	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kadar dan beban pencemaran maksimum air limbah tekstil menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup.....	13
Tabel 2.2.	Sifat-sifat silika amorf	22
Tabel 2.3.	Sifat-sifat kayu jati	24
Tabel 2.4.	Jenis foulant dan perlakuannya	26
Tabel 4.1.	Data hasil spektra FTIR <i>remazol red</i> , asam humat sebelum dan setelah adsorpsi	54
Tabel 4.2.	Data hasil konsentrasi zat warna <i>remazol red</i> menggunakan membran filter keramik	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Grafik hubungan banyaknya serbuk gergaji dalam membran filter keramik terhadap porositas membran filter keramik	80
Lampiran 2.	Penentuan panjang gelombang	80
Lampiran 3.	Kurva standar larutan zat warna <i>remazol red</i>	81
Lampiran 4.	Grafik FTIR zat warna <i>remazol red</i> , asam humat sebelum dan setelah adsorpsi	81
Lampiran 5.	Data filtrasi zat warna <i>remazol red</i> menggunakan membran filter keramik	82
Lampiran 6.	Data filtrasi zat warna <i>remazol red</i> menggunakan adsorben asam humat	83
Lampiran 7.	Data hasil penurunan nilai COD menggunakan metode filltrasi dan adsorpsi	84
Lampiran 8.	Perhitungan pembuatan larutan buffer	84
Lampiran 9.	Dokumentasi penelitian.....	86



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**Aplikasi Membran Filter Keramik dan Adsorben Asam Humat Untuk
Menurunkan Konsentrasi Zat Warna *remazol red* dan Nilai COD Limbah
Cair Batik**

**Oleh:
Nur Fitriana**

ABSTRAK

Penelitian mengenai aplikasi membran filter keramik dan adsorben asam humat dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik menggunakan membran filter keramik dan adsorben asam humat. Membran filter keramik yang digunakan berbahan tanah liat, pasir silika dan variasi jumlah penambahan serbuk gergaji kayu sebanyak 0, 1, 3, 5 dan 7%. Kemudian membran filter keramik diuji porositasnya untuk mengetahui persentase jumlah volume pori yang dimiliki membran filter keramik. Penentuan pH optimum adsorpsi dipelajari pada pH 1,2,3,4,5, dan 6. Adsorben asam humat dikarakterisasi dengan *Spektrofotometer Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi. Hasil karakterisasi FTIR asam humat sebelum adsorpsi zat warna *remazol red* menunjukkan adanya gugus O-H, C-H, C=O, C=C, dan C-O. Terdapat pergeseran bilangan gelombang setelah terjadinya adsorpsi yaitu pada gugus O-H, C=O, dan C-O yang mengindikasikan adanya interaksi antara asam humat dan zat warna *remazol red*. Membran filter keramik dengan komposisi tanah liat, pasir silika dan 1% serbuk gergaji kayu paling optimum dalam menurunkan zat warna *remazol red* hingga sebesar 86,68% dan menurunkan nilai COD sebesar 97,87%. Optimasi pH larutan zat warna *remazol red* pada metode adsorpsi menggunakan adsorben asam humat terjadi pada pH 2 dan mampu menurunkan zat warna *remazol red* sebesar 69,94% dan penurunan nilai COD sebesar 96,35%. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode filtrasi menggunakan membran filter keramik lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD dalam limbah cair batik dibandingkan dengan metode adsorpsi menggunakan asam humat.

Kata kunci : Filtrasi, Adsorpsi, *remazol red*, COD, asam humat, membran filter keramik, limbah cair batik

Applications of Ceramic Filter Membranes and Humic Acid Adsorbents to Reduce *Remazol Red* Color Concentration and Batik Liquid Waste COD Value

By:
Nur Fitriana

ABSTRACT

Research on the application of ceramic filter membranes and humic acid adsorbents in reducing the concentration of remazol red dye and the COD value of batik liquid waste has been carried out. The purpose of this study was to reduce the concentration of remazol red dye and COD value of batik liquid waste using ceramic filter membranes and humic acid adsorbents. Ceramic filter membranes used are made from clay, silica sand and variations in the amount of wood sawdust additions as much as 0, 1, 3, 5 and 7%. Then porosity filter membranes are tested for porosity to find out the percentage of the total pore volume owned by the ceramic filter membrane. Determination of optimum pH of adsorption was studied at pH 1,2,3,4,5, and 6. Humic acid adsorbent was characterized by Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR) to determine functional groups. Humic acid FTIR characterization results before adsorption of remazol red dyes showed the presence of O-H, C-H, C = O, C = C, and C-O groups. There is a shift in the wave number after the adsorption, that is, the O-H, C = O, and C-O groups, which indicate an interaction between humic acid and remazol red dye. The ceramic filter membrane with the composition of clay, silica sand and 1% wood sawdust is the most optimum in reducing the color of remazol red to 86.68% and reducing the COD value by 97.87%. The pH optimization of remazol red dye solution in the adsorption method using humic acid adsorbent occurred at pH 2 and was able to reduce remazol red dyes by 69.94% and a decrease in COD value of 96,35%. Based on the results of the study, it can be concluded that the filtration method using ceramic filter membrane is more effective in reducing the concentration of remazol red dye and COD value in batik liquid waste compared to the adsorption method using humic acid.

Keywords: *Filtration, Adsorption, remazol red, COD, humic acid, membrane filter ceramics, batik liquid waste*

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Batik merupakan kerajinan yang berasal dari Indonesia dan telah menjadi warisan dunia sejak ditetapkan oleh *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization* (UNESCO) pada Oktober 2009. Proses pembuatan batik secara umum yaitu pemberian *waxes* (lilin) pada kain, pewarnaan, dan pelepasan lilin dari kain. Industri batik telah dijadikan mata pencaharian utama bagi beberapa orang seiring semakin meningkat jumlah peminatnya. Peningkatan jumlah tersebut juga dibarengi dengan meningkatnya permasalahan lingkungan seperti penambahan jumlah limbah cair, *sludge*, maupun gas.

Limbah cair batik biasanya berasal dari sisa air pencelupan. Limbah cair yang dihasilkan dari industri batik umumnya mengandung zat warna yang sulit terurai, padatan tersuspensi, surfaktan serta senyawa organik lainnya seperti *waxes* yang relatif tinggi (Mathew dkk., 2019). Adapun alasan mengapa industri batik masih menggunakan zat warna sintetik yaitu dikarenakan harganya cukup murah, warnanya tahan lama dan mudah diperoleh (Chatterjee, 2007 dalam Zanna, 2018).

Salah satu jenis zat warna yang digunakan dalam industri batik adalah zat warna *remazol red*. Di lingkungan, senyawa *remazol red* sebenarnya dapat mengalami fotodegradasi namun reaksi yang terjadi sangatlah lambat, karena intensitas cahaya matahari yang sampai ke permukaan bumi relatif lebih lambat dibandingkan dengan akumulasi *remazol red* ke dasar perairan

(Setianingrum dkk., 2016) serta banyaknya zat warna *remazol red* yang masih terkandung dalam limbah cair dapat menyerap dan memantulkan sinar matahari sehingga mengganggu pertumbuhan mikroorganisme dan juga menghambat proses fotosintesis (Baskaralingam dkk., 2007 dalam Setiyanto dkk., 2016). Pembuangan limbah cair batik yang mengandung zat warna *remazol red* tanpa dekolonisasi terlebih dahulu akan mengkontaminasi lingkungan sekitar.

Kontaminan zat warna *remazol red* dan senyawa organik yang semakin meningkat dalam limbah cair batik menyebabkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam limbah cair batik semakin banyak, sehingga nilai COD limbah cair batik juga semakin besar (Atima, 2015). Akibatnya proses biologi yang bersifat aerob di perairan dapat terganggu, sehingga proses anaerob dapat terjadi dan dapat menyebabkan perairan menjadi septik. Karena itu perlu dilakukan penurunan konsentrasi terhadap zat warna *remazol red* dan nilai COD dari limbah cair batik, sehingga parameter limbah cair batik yang dibuang telah memenuhi baku mutu dan tidak menimbulkan efek negatif di lingkungan.

Pada umumnya industri batik skala kecil tidak mampu menurunkan konsentrasi zat warna dan nilai COD dikarenakan keterbatasan tempat, penguasaan teknologi dan manajemen yang kurang bagus serta kurangnya kepedulian terhadap lingkungan. Air limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke tempat yang tidak selayaknya seperti saluran air hujan dan selokan. Sementara perajin yang sudah memiliki IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) bantuan dari pemerintah tidak

dimanfaatkan fungsinya dengan baik karena dianggap membebani. Terdapat pula perajin yang menggunakan bak air dalam tanah untuk menampung air limbah, namun ditinjau dari segi konstruksinya masih belum sempurna. Dalam pengolahan limbah batik, teknologi tepat guna dan bahan yang ekonomis merupakan suatu tuntutan dikarenakan finansial merupakan kendala bagi sebagian besar perusahaan (Hoyyi dkk., 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menemukan cara yang efektif dan efisien dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik.

Terdapat beberapa jenis metode pengolahan limbah yaitu pengolahan secara fisika, kimia, biologi, dan kombinasi dari dua atau ketiganya. Dalam penelitian ini akan mengaplikasikan metode fisika dan metode kimia untuk menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik. Metode biologi tidak dipilih dikarenakan pada umumnya metode biologi tidak praktis dan memerlukan perawatan yang rumit.

Metode fisika berupa metode filtrasi menggunakan membran filter keramik sedangkan metode kimia berupa metode adsorpsi menggunakan adsorben asam humat. Pada prinsipnya, proses filtrasi dengan membran filter keramik adalah membran filter keramik berperan sebagai suatu media untuk menahan zat warna *remazol red* serta senyawa organik dari limbah cair batik yang memiliki ukuran lebih besar dari pori-pori membran (Agmalini dkk., 2003). Namun, didalam mekanisme proses filtrasi juga terjadi beberapa proses diantaranya yaitu pengendapan pada pori dalam membran filter keramik, proses elektrostatis dimana adanya gaya tarik antara

dua muatan yang berbeda serta proses penyerapan di pori-pori membran filter keramik (Murniati dan Muljadi, 2013). Membran filter keramik memiliki keunggulan dan kekurangan.

Keunggulan membran filter keramik dibandingkan dengan pengolahan konvensional diantaranya adalah energi yang digunakan untuk operasi dan pemeliharaan relatif rendah, bersifat modular, tidak memerlukan kondisi ekstrem (temperatur dan pH), tidak memerlukan bahan kimia dan tidak menghasilkan limbah tambahan (Wenten, 2011). Disamping kelebihanannya, membran filter keramik juga memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami *fouling* (penyumbatan) baik di dalam maupun di luar dari pori membran. Terjadinya *fouling* akan menyebabkan penurunan fluksi permeal dan menurunkan efisiensi ekonomi dari *plant* pengolahan air (Nainggolan, 2015). Upaya penanganan *fouling* pada penelitian ini yang pertama yaitu dengan cara melakukan *running* terlebih dahulu dengan menggunakan akuades sebelum melakukan *running* menggunakan air limbah cair batik Upaya penanganan *fouling* yang kedua dengan cara mencuci membran menggunakan NaOH. Pencucian ini dilakukan ketika fluks permeal turun 10-15% (Wenten dkk., 2013).

Untuk mengetahui metode mana yang lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik, maka dalam penelitian ini juga menggunakan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu metode yang efisien untuk menghadapi masalah kontaminasi limbah cair batik karena dapat menghilangkan bau serta menurunkan konsentrasi zat warna dari larutan tanpa mengubahnya menjadi senyawa yang lebih berbahaya

(Maghfiroh, 2016). Bahan alam yang berpotensi sebagai adsorben zat warna seperti asam humat yang berasal dari tanah gambut. Asam humat merupakan senyawa makromolekul yang kompleks dengan gugus fungsional terutama gugus $-COOH$, $-OH$ fenolat, $-OH$ alkoholat, enolat dan $-C=O$ (Koesnarpadi dan Daniel, 2014). Gugus fungsi yang terdapat pada asam humat akan mengadsorpsi bahan organik maupun bahan anorganik dengan cara interaksi ionik antara kation dan anion. Berdasarkan keberadaan asam humat yang heterogen, interaksi kation logam dengan senyawa humat terjadi pada sejumlah sisi aktif dengan afinitas yang berbeda (Rahmawati, 2011). Penelitian yang dilakukan Santi pada tahun 2018 menunjukkan metode adsorpsi menggunakan adsorbe asam humat dalam menurunkan zat warna *indigosol blue* memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 1,69 mol/g. Kekurangan penelitian tersebut yaitu asam humat belum diaplikasikan penggunaannya sebagai adsorben pada limbah, sehingga belum diketahui potensi asam humat terhadap penurunan nilai COD limbah.

Berdasarkan uraian tersebut maka pada penelitian ini akan bertujuan menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD dalam limbah cair batik. Kemudian pada penelitian ini juga akan membandingkan hasil filtrasi dan adsorpsi untuk memberikan informasi mengenai metode yang paling efektif dalam mengolah limbah cair batik.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah cair batik yang digunakan merupakan limbah hasil proses pewarnaan yang mengandung zat warna *remazol red* dan berasal dari salah perajin batik di Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulo Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Parameter limbah yang diuji meliputi konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*)
3. Membran filtrasi yang digunakan dari bahan keramik dengan komposisi tanah liat, pasir silika sebanyak 10% massa tanah liat dan variasi jumlah serbuk gergaji kayu jati berukuran 425 mesh sebanyak 0, 1, 3, 5, dan 7% dari massa tanah liat untuk menentukan optimasi kondisi membran filtrasi.
4. Asam humat diperoleh dari pemurnian hasil isolasi tanah gambut Riau, Sumatera.
5. Optimasi kondisi adsorpsi zat warna *remazol red* oleh asam humat dilakukan pada variasi pH 1,2,3,4,5 dan 6 dengan waktu kontak 60 menit.
6. Karakterisasi zat warna *remazol red* dan asam humat menggunakan instrumen Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi serbuk gergaji kayu terhadap porositas membran filter keramik?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi serbuk gergaji kayu dalam membran filter keramik terhadap penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* pada limbah cair batik?

3. Bagaimana pengaruh variasi keasaman limbah cair batik terhadap adsorpsi zat warna *remazol red* pada asam humat dalam limbah cair batik?
4. Berapakah efisiensi penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD pada limbah cair batik menggunakan metode filtrasi dan metode adsorpsi?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan pengaruh variasi serbuk gergaji kayu terhadap porositas membran filter keramik.
2. Menjelaskan pengaruh variasi komposisi serbuk gergaji kayu dalam membran filter keramik terhadap penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* pada limbah cair batik.
3. Menjelaskan pengaruh variasi keasaman limbah cair batik terhadap adsorpsi zat warna *remazol red* pada asam humat dalam limbah cair batik.
4. Mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD pada limbah cair batik menggunakan metode filtrasi dan metode adsorpsi.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengolahan limbah batik khususnya yang mengandung zat warna *remazol red*. Selain itu, dapat juga mengeksplorasi manfaat lain tanah gambut sebagai adsorben khususnya asam humat serta membran filter berbahan keramik sebagai alternatif untuk mengurangi dampak pencemaran limbah industri batik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin banyak penambahan serbuk gergaji kayu kedalam membran filter keramik maka porositas membran filter keramik akan semakin besar.
2. Komposisi membran filter keramik paling optimum dalam mengurangi konsentrasi zat warna *remazol red* yang terkandung dalam limbah cair batik yaitu tanah liat, pasir silika 10%, dan 1% serbuk gergaji kayu.
3. Proses adsorpsi zat warna *remazol red* yang terkandung dalam limbah cair batik menggunakan adsorben asam humat optimum terjadi pada pH 2.
4. Metode filtrasi menggunakan membran filter keramik lebih efisien dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD yang terkandung dalam limbah cair batik.

B. Saran

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

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan memvariasikan pH limbah cair batik pada proses filtrasi. Hal ini disebabkan adanya peristiwa adsorpsi didalam metode filtrasi sangat dipengaruhi oleh kondisi pH.

2. Sebelum penggunaan membran filter keramik disarankan dilakukan pencucian menggunakan akuades sebelum digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Agmalini, Lingga, dan Nasir. 2013. *Peningkatan Kualitas Air Rawa Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat Alam dan Abu Terbang Batubara. Journal Teknik Kmia No.2. Vol. 19.*
- Ajibade, Akosile, Oluwatuyi, Ajibade. 2019. *Bacteria Removal Efficiency Data and Properties of Nigerian Clay Used as a Household Ceramic Water Filter. Journal. Result in Engineering.*
- Aminati, Kalfi. 2006. *Efektivitas Teknologi Membran Keramik Terhadap Penurunan Konsentrasi Besi dan COD Pada Limbah Cair Lindi Tempat Pembuangan Akhir Piyungan. Yogyakarta: UII.*
- Arra, Nargish Jaha, Hasan, Md, Abu, Rahman, Mohammad Arifur, Salam, Md, Abdus, da Alam, A. M. Shafiqul. 2013. *Removal of Remazol Red from Textile Waste Water Using Treated Sawdust - An Effective Way of Effluent Treatment. Bangladesh Phamraceutical Journal. Vol. 16. No. 1. Hal. 93-98.*
- Atkins. P.W. 1999. *Kimia Fisika (diterjemahkan oleh: Kartahadiprojo Irma) Edisi ke 2. Jakarta: Erlangga*
- Azha, Syahida Farhan, Sharafee, Muhamad, Shamsudin, Shahadat, Mohammad, Ismail, Suzylawati. 2018. *Low Cost Zwitterionic Adsorbent Coating for Ttreatment of Anionic and Cationic Dyes. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. Hal 1-38.*
- Baker, R.W. 2004. *Membrane Technology and Application 2nd edition, Membrane Technology and Research. Inc: California.*
- Bazin, Mohamed Maisarah, Nakamura, Yuzo, Ahmad, Norhayati. 2018. *Chemical Cleaning Of Micro Filtration Ceramic Membrane Fouled By Nom. Universitas Teknologi Malaysia.*
- Bibi, Icenhower, Niazi, Naz, Shahid, dan Bashir. 2016. *Clay Minerals: Structure, Chemistry, And Significance In Contaminated Environments And Geological CO₂ Sequestration. Journal Enviromental Material and Waste. Hal. 543-564.*
- 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 Physics 238 (2019) 121894. Hal. 1-15.*

- Bose dan Chandan. 2014. *Sawdust: From Wood Waste to Pore-Former in The Fabrication of Ceramic Membrane*. Departement of Chemical Engineering Indian Institute of Technology Guwahati Assam.
- Budikania, Afriani, Widiana, dan Saksosono. 2019. *Decorolization of Azo Dyes Using Contact Glow Discharge Electrolysis*. Journal of Environmental Chemical Engineering (2019) 103466.
- Budianto, Mahput. 2008. *Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Cair Batik dengan Menggunakan Membran Keramik*. Yogyakarta: UII.
- Can, O.T. Bayramoglu, M. Kobya. 2003. *Decoloration of Reactive Dye Solutions by Elektrocoagulation Using Alumunium Elektrodes*. Journal Engineering Chemistry.
- Demarchi, Carla Albertina, Debrassi, Aline, Buzzi, Fa'tima de Cmpos, Nedelke, Nataliya, S'lawska-Wanieswaka, Anna, Piotr, Magro, Jacir Dal, Scapinello, Jaqueline, Rodrigues, Clovid Antonio. 2015. *Adsorption of The Dye Remazol Red 198 (RR198) by 0-carboxymethylchitosan-Nlauryl γ -Fe 3 O 2 Magnetic Nanoparticles*. Arabian Journal of Chemistry. Vol. 12. Hal. 3444-3453.
- Ekpunobi, Agbo, dan Ajiwe. 2018. *Evaluation of The Mixtures of Clay, Diatomite, and Sawdust for Production of Ceramic Pot Filters for Water Treatment Interventions Using Locally Sourced Materials*. Joural Environmental Chemical Engineering.
- Hoyyi, Abdul, Sugito, dan Yasin. 2018. *Sosialisasi Pengelolaan Limbah Industri Batik pada Program IbPUD Kerajinan Batik Bakaran di Kabupaten Pati Jawa Tengah*. E-DIMAS. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat. Hal. 158-166.
- Hubaidillah, Othman, Tai, Jamalludin, Yusuf, Ahmad, Rahman, Jaafar, Kadir, dan Harun. 2020. *Novel Hydroxyapatite-Based Bio-Ceramic Hollow fiber Membrane Derived from Waste Cow Bone for Textile Wastewater Treatment*. Joural Chemical Engineering Journal (2020) 122396.
- Khusniyah. 2014. *Pengaruh Tawas dan Soda Abu Terhadap Pewaraan pada Biji Buah Melon dengan Zat Warna Rhodamine B Sebagai Bahan Kerajinan Bando*. E-Journal. Vol. 03. No.01. Hal. 65-70.
- Koesnarjadi, Soerja Dan Daniel Tarigan. 2014. *Kinetika Adsorpsi Cr(IV) Menggunakan Adsorben Magnetit (Fe 3 O 4) dan Magnetit Terlapis Asam Humat*. Prosiding Seminar Nasional Kimia.

- Komala, Ria dan Dewi, Dian Sari. 2019. *Pengaruh Penambahan C- Aktif Kulit Kacang Tanah Terhadap Karakteristik Morfologi dan Unsur-Unsur Penyusun Membran Keramik dan Aplikasinya Terhadap Pengolahan Limbah Pewarna Batik*. Palembang: Jurnal ilmiah Teknika Vol.5 No.2.
- Kooskurniasari, Widya. 2014. *Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sengon (Aalbizia chinensis) Sebagai Sorben Minyak Mentah dengan Aktivasi Kombinasi Fisik*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Kurnianto, Setiawan Aris. 2008. *Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Batik Menggunakan Membran Keramik*. Yogyakarta: UII.
- Kurniawan, Budi, dan Susilo. 2014. *Pembuatan Membran Keramik Berpori Berbasis Clay Dengan Variasi Zeolit Dan Penambahan Arang Aktif Tempurung Kelapa Serta Polivinyl Alcohol*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Lesbiani, A. 2002. *Studi Interaksi Zat Warna Tekstile Auramin dengan Asam Humat dari Tanah Gambut*. ISSN: 1410-7058. Jurnal Penelitian Sains. Hal. 55-63.
- 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.
- Luna, Sacher-Polo, dan Rivera-Utrilla. 2013. *Role of HO And SO₄- Radicals on The Photodegradation of Remazol Red in Aqueous Solution*. Chemical Engineering Journal. Hal. 155-163.
- Maghfiroh, Lu'lu'atul. 2016. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil Remazol Brilliant Blue Menggunakan Zeolit yang Disintesis Dari Abu Layang Batubara*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Maghfiroh, Lailatul, Ita Ulfi, dan Hendro Juwo. 2016. *Pengaruh pH terhadap Penurunan Zat Warna Remazol Yellow FG oleh Adsorben Selulosa Bakterial Nata De Coco*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Monteiro, Farias, Chaves, Santana, Silva, dan Bazerra. 2017. *Wood (Baggasa guianensis aubl) and Green Coconut Mesocarp (Cocos nucifera) Residues as Textile Dye Removers (Remazol Red and Remazol Brilliant Violet)*. Journal of Environmental Management. Hal. 23-30.
- Mulder, Marcel. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology 2n edition*. Kluwer Academic Publisher: London.

- 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.
- Murniati, Tri dan Muljadi. 2013. *Pengolahan Limbah Batik Cetak Dengan Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrolisis Untuk Menentukan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, dan Logam Berat (Cr) Setelah Perlakuan Fisika-Kimia*. Jurnal Ekuilibrium Vol. 12. No. 1. Hal. 27-36.
- Nainggolan, Purluhutan Ricardo. 2015. *Pengendalian Fouling pada Sistem Pengolahan Air Berbasis Membran*. Bandung: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Nasir, Subriyer. 2013. *Aplikasi Filter Keramik Berbasis Tanah Liat Alam dan Zeolit Pada Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry*. Jurnal Bumi Lestari Vol 13 No 1.
- Ndruru, Riang Enjelita, Situmorang, dan Tarigan. 2014. *Analisa Faktor yang Mempengaruhi Hasil Produksi Padi di Deli Serdang*. Jurnal Saintia Matematika Vol. 2. No 1. Hal. 71-83.
- Nurmasari, Radna dan Utami, Umi. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Sasirangan Secara Filtrasi Melalui Pemanfaatan Arang Kayu Ulin Sebagai Adsorben*. Banjarbaru: FMIPA Universitas Lampung.
- Prameswari, Tania. 2013. *Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Sekam Padi untuk Dekolorisasi Zat Warna Congo Red*. Semarang; Universitas Negeri Semarang.
- Prandini, Masyitah Nisvi. 2018. *Adsorpsi Zat Warna Naphtol Menggunakan Adsorben Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Puspitasari, Widya Riski. 2017. *Preparasi dan Sintesis Graphine Oxide dengan Variasi Waktu Pembakaran Kain Perca Menggunakan Metode Penangkap Asap dengan Preparat Berdasarkan Uji Absorbansi dan Gugus-gugus Fungsional*. Skripsi. Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rahmawati, Atik. 2011. *Isolasi Dan Karakterisasi Asam Humat Dari Tanah Gambut*. *Jurnal Phenomen*. Hal. 117-136.

- Rahmayanti, Abdillah, dan Santosa. 2019. *Application of Humic Acid Isolated From Kalimantan Peat Soil Modifying Magnetite for Recovery of Gold*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan.
- Rosyida, Nurahman, dan Rahmat. 2010. *Teknik Pengolahan Limbah Cair Tekstil dengan Hasil yang Optimal dan Biaya Pengolahan yang lebih Murah*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. ATW. Surakarta.
- Saksono, Putri dan Sumianar. 2017. *Degradation of Remazol Red in Batik Dye Waste Water by Contact Glow Discharge Electrolysis Method Using NaOH and NaCl Electrolytes*. AIP Conference Proceedings 1823.
- 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.
- Santosa, Sri Juari. 2014. *Sorption Kinetics of Cd (II) Species on Humic Acid-Based Sorbent*. Clean Journal Soil Air Water. Hal. 760-766.
- Saratale, Rijuta G., Gandhi, Soniya S., Purankar, Mardhavi V., Kurade, Mayur B., Govidwar, Sanjay P. Oh, Sang Eun, Ganesh D. .2013. *Decolorization and Detoxification of Sulfonated Azo Dye C.I. Remazol Red and Textile Effluent by Isolated Lysinibacillus sp.* RGS. India: Journal of Bioscience and Bioengineering.
- Sari dan Purwoto. 2018. *Penurunan Kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur Menggunakan Membran Keramik*. Surabaya: Universitas PGRI.
- Setianingrum, N.P, A.Prasetyo dan Sarto. 2016. *Pengaruh Tegangan dan Jarak Antar Elektroda terhadap Pewarna Remazol Red Rb dengan Metode Elektrokoagulasi*. Inovasi Teknik Kimia. Vol.1 No.2. Hal. 93-97.
- Setyaningtyas Tien, Andreas Roy, dan Riyani Kapti. 2007. *Potensi Humin Hasil Isolasi tanah Hutan Damar Baturaden Dalam Menentukan Kesadahan Air* Journal Molekul. No. 2. Vol. 3. Hal. 77-84.
- Sisnayati, Komala, dan Suryani. 2018. *Pengaruh Komposisi Aditif Sekam Padi Terhadap Ukuran Pori, Luas Permukaan dan Porositas Membra Keramik*. Jurnal Teknik Kimia. No. 3. Vol. 24. Hal. 75-80.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry, Genesis, Compositon and Reactions II Ed*. New York: John and Sons.

- Suparno. 2010. *Degradasi Zat Warna Indigosol Dengan Metode Oksidasi Katalitik Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi dan Ozonasi*. Tesis. Universitas Indonesia.
- Tatoba, Kurade, Kabra, dan Govindwar. 2012. *Degradation of Remazol Red Dye by Galactomyces Geotrichum MTCC 1360 Leading to Increased Iron Uptake in Sorghum Vulgare and Phaseolus mungo from Soil*. Journal Biotechnology and Bioprocess Engineering.
- Tolba, Bastaweesy, Ashour, Abdelmoez, Khalil dan Barakat. 2016. *Effective and Highly Recyclable Ceramic Membrane Based on Amorphous Nanosilica for Dye Removal from The Aqueous Solutions*. Arabian Journal of Chemistry. King Saud University:
- Wahyuni, Anis Tri. 2014. *Sintesis Biosorben Dari Limbah Kayu Jati dan Aplikasinya Untuk Menjerap Logam Pb Dalam Limbah Cair Artifisial*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Wahyuristanto, Fajar. 2016. *Penambahan Serbuk Kayu Dalam Pembuatan Keramik Berpori Untuk Bahan Filter Gas Buang Motor Bensin*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Wenten, I.G, Hakim, Khoirudin dan Aryanti. 2013. *Polarisasi Konsentrasidan Fouling pada Membran*. Bandung: Institut Teknik Bandung.
- Winahyu, Ratnaningsih, dan Aprilia. 2019. *Penetapan Kadar Flavonoid Pada Kulit Batag Kayu Raru (Cotylelobiummelano) dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis*. Jurnal Analisis Farmasi. Vol. 4. No.1.
- Xu, Li, Wang, Zhu, dan Ying. 2002. *Treating Dyeing Waste Water by Ceramic Membrane in Crossflow Microfiltration*. School of Chemical Engineering and Technology Tianjin University.
- Xu, Wang, Cheng, Xiao, dan Shao. 2016. *Positively Charged Nanofiltration Membranes Via Economically Mussel-Substance-Simulated Co-Deposition for Textile Wastewater Treatment*. Chemical Engineering Journal 303 (2016). Hal. 555–564.
- Youmoue, Fongang, Sofack, Kamseu, Melo, Tonle, Leonelli, dan Rossignol. 2017. *Design of Ceramic Filters Using Clay/Sawdust Composites: Effect of Pore Network on The Hydraulic Permeability*. Jounal Ceramic International Vol. 43 Hal. 4496-4507.

- Yuliyati dan Natanael. 2016. *Isolasi Karakterisasi Asam Humat dan Penentuan Daya Serapnya terhadap Ion Logam Pb(II) Cu(II) dan Fe(II)*. Bandung: Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran.
- Yunita, Erni. 2018. *Modifikasi Magnetit (Fe_3O_4) Pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Sumatera sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol Blue B*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Zanna, Nabella Ega. 2018. *Pembuatan Membran Hibrid Dari Tanah Liat, Zeolit, TiO_2 dengan Polimer Poivinil Alkohol Untuk Ultrafiltrasi*. Purwokerto: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhamadiyah Purwokerto.

