

**PEMANFAATAN SEKAM PADI (*Oryza sativa L.*) SEBAGAI BAHAN
ADITIF MEMBRAN FILTER UNTUK MENURUNKAN
KANDUNGAN *REMAZOL RED* LIMBAH CAIR BATIK**

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



**Oleh :
Mayang Setya Purwantika
17106030012**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2021**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1213/Un.02/DST/PP.00.9/07/2021

Tugas Akhir dengan judul : PEMANFAATAN SEKAM PADI (*Oryza sativa* L.) SEBAGAI BAHAN ADITIF MEMBRAN FILTER UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN REMAZOL RED LIMBAH CAIR BATIK

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MAYANG SETYA PURWANTIKA
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030012
Telah diujikan pada : Selasa, 29 Juni 2021
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: 608601d1ba73



Penguji I

Karmanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 60efc62d149e



Penguji II

Enderuji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6066d7a005bb



Yogyakarta, 29 Juni 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardani, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60f6d35b61af



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 : Mayang Sebya Purwantika
NIM : 17106030012
Judul Skripsi : Pemanfaatan Sekam Padi (*Oryza sativa* L.) Sebagai Bahan Aditif Membran Filter untuk Menurunkan Kandungan *Remazol Red* 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 Program Studi Kimia.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 21 Juni 2021
Pembimbing


Dr. Maya Rahmayanti, S.Si, M.Si.
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 mengaitakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama	Mayang Setya Purwantika
NIM	17106030012
Judul Skripsi	Pemanfaatan Sekam Padi (<i>Oryza sativa L.</i>) Sebagai Bahan Aditif Membran Filter untuk Menurunkan Kandungan <i>Bemazot Red</i> 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, 15 Juli 2021

Konsultan

Karmanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820504 200912 1 005

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

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

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Mayang Setya Purwantika
NIM : 17106030012
Judul Skripsi : Pemanfaatan Sekam Padi (*Oryza sativa L.*) Sebagai Bahan Aditif Membran Filter untuk Menurunkan Kandungan *Remazol Red* 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, 17 Juli 2021
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


Enderuji Sedyaedi, M.Sc.
NIP. 19820205-201503 1 003



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Mayang Setya Purwantika
NIM : 17106030012
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pemanfaatan Sekam Padi (*Oryza sativa L.*) Sebagai Bahan Aditif Membran Filter untuk Menurunkan Kandungan *Remazol Red* Limbah Cair Batik**" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 Juni 2021



Mayang Setya Purwantika
17106030012

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

*”Kupikir jika aku menyerah disini, maka aku bukan bintang dalam hidupku.
Inilah yang akan dilakukan oleh orang yang luar biasa”*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis dedikasikan untuk almamater Prodi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah-Nya, serta sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Sekam Padi (*Oryza sativa L.*) Sebagai Bahan Aditif Membran Filter untuk Menurunkan Kandungan *Remazol Red* Limbah Cair Batik”**. Selesaiannya skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, secara khusus penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al-Makin, S.Ag., MA. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing, menginspirasi, memotivasi dan mengarahkan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Semua dosen pengajar Program Studi Kimia dan staf laboratorium kimia yang telah memberikan pengalaman dan ilmu yang bermanfaat.
6. Bapak Purwanto (alm) dan Ibu Hartatik, kedua orang tua yang senantiasa memberikan kasih sayang dan mendoakan penulis menyelesaikan skripsi ini, serta penghargaan dan rasa terima kasih yang sangat tulus atas dukungan yang telah diberikan.
7. Siti Rohmah Setyowatiningsih, kakak terkasih yang selalu mendukung, menemani dan memberi semangat penulis.
8. Agianti Sugihati, Annisa Amalia, Hana Restya Yuni, Putri Mar Atus Shalihah dan Wiwit Dian Ramadhani, sahabat yang selalu memberi semangat dan dukungan dalam hal apapun, serta menjadi sebuah rumah bagi penulis.
9. Malik Firdaus, Rai Yosi, Sari Adriyani, dan teman-teman satu bimbingan yang selalu menjadi partner diskusi yang baik dalam hal apapun dari awal bimbingan sampai saat ini.
10. BTS (*Bangtan Sonyeondan*) yang selalu memotivasi, menginspirasi dan menyalurkan semangatnya dengan semua karya musik yang telah diberikan.
11. Semua teman-teman Electron (Kimia Angkatan 2017) yang telah memberikan pengalaman terbaik.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebut satu persatu.

Besar harapan penulis, skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan aamiin.

Yogyakarta, 15 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
NOTA DINAS KONSULTASI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	8
C. Rumusan Masalah	9
D. Tujuan Penelitian.....	10
E. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	11
A. Tinjauan Pustaka	11
B. Landasan Teori	19
1. Limbah Industri Batik	19
2. Zat Warna	21
3. Zat Warna RR (<i>Remazol Red</i>)	22
4. Membran	23
5. Bahan Baku Membran Keramik.....	29
6. Filtrasi.....	34
7. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	35
8. Spektrofotometer UV-Vis (<i>Ultra Violet-Visible</i>).....	37
9. SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>) - EDX (<i>Energy Dispersive X-Ray</i>)	39
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
A. Waktu dan Tempat Penelitian	45
B. Alat-Alat Penelitian	45
C. Bahan Penelitian.....	46
D. Cara Kerja Penelitian.....	46
1. Preparasi Karbon Aktif Sekam Padi.....	46

2.	Analisis Kadar Abu Karbon Aktif Hasil Preparasi.....	46
3.	Proses Pembuatan Membran Filter Keramik.....	46
4.	Analisis Porositas Membran Filter Keramik.....	47
5.	Analisis Pengujian Statistika Nonparametik.....	47
6.	Proses Filtrasi.....	47
7.	Analisis Konsentrasi Zat Warna.....	48
8.	Analisis Nilai COD.....	48
9.	Persentase Efisiensi Penurunan.....	49
10.	Karakterisasi dengan SEM-EDX.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		50
A.	Preparasi Karbon Aktif Sekam Padi.....	50
B.	Analisis Kadar Abu Karbon Aktif Hasil Preparasi.....	52
C.	Proses Pembuatan Membran Filter Keramik.....	54
D.	Analisis Porositas Membran Keramik.....	57
E.	Analisis Pengujian Statistika Nonparametik.....	58
F.	Analisis Konsentrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i>	59
G.	Analisis Nilai COD.....	67
H.	Analisis Karakterisasi dengan SEM-EDX.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		72
A.	Kesimpulan.....	72
B.	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....		74
LAMPIRAN.....		83
CURRICULUM VITAE.....		89

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur molekul <i>remazol red RB</i>	22
Gambar 2.2 Jenis membran berdasarkan struktur dan prinsip pemisahan	26
Gambar 4.1 Desain membran filter keramik.....	54
Gambar 4.2 Grafik hubungan banyaknya karbon aktif sekam padi dalam membran filter keramik terhadap porositas membran keramik	57
Gambar 4.3 Grafik hubungan panjang gelombang terhadap absorbansi	61
Gambar 4.4 Grafik hubungan konsentrasi terhadap absorbansi larutan zat warna <i>remazol red</i>	62
Gambar 4.5 Ilustrasi interaksi antara membran filter keramik dengan <i>remazol red</i>	65
Gambar 4.6 Citra morfologi membran keramik komposisi optimum dengan perbesaran 10000x	69
Gambar 4.7 Spektra hasil uji EDX membran filter keramik komposisi optimum	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kadar dan Beban Pencemaran Maksimum Air Limbah Tekstil Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup	20
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Lempung	29
Tabel 4.1 Kadar Abu Karbon Aktif Sekam Padi.....	53
Tabel 4.2 Angka Korelasi Tingkat Hubungan Dua Variable	58
Tabel 4.3 Uji Korelasi Spearman Variasi Karbon Aktif Sekam Padi	58
Tabel 4.4 Data Hasil Filtrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i> Menggunakan Membran Keramik	63
Tabel 4.5 Data Hasil Nilai COD Membran Keramik.....	67
Tabel 4.6 Hasil Uji Kandungan Unsur Membran Filter Keramik Menggunakan EDX.....	70



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Kadar Abu Karbon Aktif Sekam Padi	83
Lampiran 2. Grafik hubungan banyaknya karbon aktif sekam padi dalam membran filter keramik terhadap porositas membran keramik	83
Lampiran 3. Uji Korelasi Spearman Variasi Karbon Aktif Sekam Padi.....	83
Lampiran 4. Grafik hubungan panjang gelombang terhadap absorbansi.....	84
Lampiran 5. Grafik hubungan konsentrasi terhadap absorbansi larutan zat warna <i>remazol red</i>	84
Lampiran 6. Data Hasil Filtrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i> Menggunakan Membran Keramik	85
Lampiran 7. Grafik hubungan variasi massa karbon aktif sekam padi dalam membran keramik terhadap konsentrasi zat warna <i>remazol red</i>	85
Lampiran 8. Data Hasil Nilai COD Membran Keramik	85
Lampiran 9. Citra morfologi membran keramik komposisi optimum dengan perbesaran 10000x	86
Lampiran 10. Spektra hasil uji EDX membran filter keramik komposisi optimum	86
Lampiran 11. Hasil Uji Kandungan Unsur Membran Filter Keramik Menggunakan EDX	87
Lampiran 12. Dokumentasi penelitian	87



ABSTRAK

Pemanfaatan Sekam Padi (*Oryza sativa L.*) Sebagai Bahan Aditif Membran Filter untuk Menurunkan Kandungan *Remazol Red* Limbah Cair Batik

Oleh :

Mayang Setya Purwantika
17106030012

Pembimbing :

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

Penelitian tentang pemanfaatan sekam padi sebagai bahan aditif membran filter keramik dalam menurunkan kandungan *remazol red* limbah cair batik telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan asam fosfat sebagai zat aktivator arang sekam padi, mengkorelasikan variasi karbon aktif sekam padi terhadap uji porositas dan menganalisis kemampuan karbon aktif sekam padi terhadap penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* dalam limbah cair batik. Membran filter keramik yang digunakan berbahan dasar tanah liat dan karbon aktif sekam padi yang bervariasi (0; 5; 10; 15; 20; 25 g). Hasil penelitian menunjukkan zat aktivator asam fosfat dapat menyebabkan logam terkorosi dan menurunkan kadar abu karbon aktif dengan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu karbon nonaktif. Uji porositas menunjukkan bahwa semakin banyak karbon aktif sekam padi yang ditambahkan pada membran filter keramik, maka porositas membran filter keramik akan semakin besar. Penambahan karbon aktif sekam padi dalam membran filter keramik cenderung mampu menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dengan diperoleh komposisi optimum ditunjukkan pada membran keramik dengan penambahan 15 g karbon aktif sekam padi yang mampu menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* sebesar 66,53% dan nilai COD sebesar 92,71%. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sekam padi dapat digunakan sebagai bahan aditif pembuatan membran filter keramik dalam menurunkan kandungan *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik.

Kata kunci : *remazol red*, limbah cair batik, membran filter keramik, sekam padi, filtrasi, COD

ABSTRACT

Utilization of Rice Husk (*Oryza sativa L.*) as a Filter Membrane Additive to Reduce the Content of *Remazol Red* Batik Liquid Waste

By :
Mayang Setya Purwantika
17106030012

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

Research on the use of rice husks as an additive for ceramic filter membranes in reducing the *remazol red* content of batik liquid waste has been carried out. This study aims to analyze the ability of phosphoric acid as an activator of rice husk charcoal, to correlate variations of rice husk activated carbon to the porosity test and to analyze the ability of rice husk activated carbon to decrease the concentration of *remazol red* dye in batik wastewater. The ceramic filter membrane used was made from clay and rice husk activated carbon which varied (0; 5; 10; 15; 20; 25 g). The results showed that phosphoric acid activator can cause metal to corrode and reduce the ash content of activated carbon with a lower value than the ash content of non-activated carbon. The porosity test showed that the more rice husk activated carbon added to the ceramic filter membrane, the greater the porosity of the ceramic filter membrane. The addition of rice husk activated carbon in the ceramic filter membrane tends to be able to reduce the concentration of *remazol red* dye by obtaining the optimum composition shown on the ceramic membrane with the addition of 15 g of rice husk activated carbon which can reduce the concentration of *remazol red* dye by 66.53% and COD value by 92.71%. Based on this research, it can be concluded that rice husk can be used as an additive for making ceramic filter membranes in reducing the *remazol red* content and the COD value of batik liquid waste.

Keywords: *remazol red*, batik liquid waste, ceramic filter membrane, rice husk, filtration, COD

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Batik merupakan warisan budaya Indonesia yang sudah diakui oleh UNESCO (*United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*) dan ditetapkan sebagai warisan non benda pada tanggal 2 Oktober 2009. Batik di Indonesia sangatlah beragam dan setiap daerah masing-masing mempunyai motif yang bervariasi. Indonesia sendiri mempunyai beberapa kota yang dapat dijadikan sebagai komoditas batik. Salah satunya yaitu Yogyakarta. Lembaga internasional yang berfiliasi dengan UNESCO yaitu Dewan Kerajinan Dunia (*World Craft Council*) Wilayah Asia Pasifik telah menganugerahkan sebuah predikat kepada Yogyakarta pada tanggal 18 Oktober 2014 di Donyang, Tiongkok sebagai Kota Batik Dunia. Industri batik di Kota Yogyakarta berawal dari budaya kraton yang digunakan untuk mendukung kegiatan budaya kraton (Indrayani, 2018). Akan tetapi, dengan perkembangan industri batik yang semakin maju di Yogyakarta, dapat memberikan dampak negatif bagi manusia dan lingkungan sekitar, yakni akan menyebabkan bertambahnya limbah yang dihasilkan baik volume dan jenisnya.

Permasalahan lingkungan yang sering dijumpai pada industri batik di Yogyakarta adalah limbah cair yang berasal dari proses pembuatan batik (Indrayani, 2018). Salah satu industri batik yang terkenal yaitu “Batik Banyu Sabrang” di Kulon Progo, Yogyakarta. Industri batik tersebut belum mempunyai Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL). Pembuangan limbah cairnya belum

dilakukan pengolahan secara maksimal. Limbah cair batik hanya dialirkan dan dimasukkan ke dalam sebuah kolam yang terbuat dari tanah. Hal tersebut dikhawatirkan limbah cair akan meluap dan mencemari ekosistem lingkungan sekitar.

Limbah cair batik banyak mengandung senyawa organik, logam berat dan zat warna sintetis (Setianingrum, dkk., 2016). Zat warna sintetis sering digunakan karena harganya murah, mudah didapatkan dan beragam pilihan warnanya. Zat warna sintetis juga mempunyai sifat yang secara biologi tidak dapat diuraikan (*non-biodegradable*), beracun (toksik) dan kelarutan (solubilitas) tinggi. Zat warna yang akan tertempel pada kain batik hanya sekitar 45% dan sisanya 55% terbuang pada proses pencucian (Rahmayanti, dkk., 2020). Limbah cair batik hasil proses pewarnaan inilah yang akan mengakibatkan adanya permasalahan lingkungan.

Zat warna sintetis yang banyak digunakan dalam proses pewarnaan batik antara lain seperti *naphthol*, *indigosol*, dan *remazol red (RR)* (Fatimah, dkk., 2018 dalam Pembayun dan Rahmayanti, 2020). Pengolahan zat warna *naphthol*, *indigosol* dan *remazol red* telah dilaporkan menggunakan berbagai metode. Metode adsorpsi telah dilakukan dengan menggunakan adsorben asam humat hasil isolasi dari tanah gambut Kalimantan untuk zat warna *naphthol blue black (NBB)* (Prandini dan Rahmayanti, 2020) dan *indigosol blue (IB)* (Santi dan Rahmayanti, 2019), serta studi aplikasinya pada kedua zat warna tersebut (Rahmayanti, dkk., 2020). Selain itu, metode adsorpsi juga dilakukan menggunakan adsorben humin hasil isolasi tanah gambut Riau untuk zat warna NBB dan IB (Rahmayanti, dkk.,

2021). Metode desorpsi zat warna IB dilakukan oleh Latifah dan Rahmayanti (2020) dari asam humat yang berlapis Fe_3HA_4 . Metode kombinasi antara adsorpsi-desorpsi dilakukan menggunakan adsorben asam humat yang dimodifikasi magnetit dengan agen desorpsi HCl (Rahmayanti, dkk., 2020) dan NaOH (Putri dan Rahmayanti, 2020) untuk zat warna NBB. Akan tetapi, metode adsorpsi maupun kombinasi antara adsorpsi-desorpsi merupakan metode yang sulit diterapkan dalam industri batik dengan skala besar. Metode desorpsi juga tidak mampu melepaskan zat warna yang teradsorpsi pada adsorben secara maksimal sehingga adsorben tidak bisa diregenerasi (Rahmayanti, dkk., 2020).

Metode koagulasi dengan koagulan biji asam jawa dilakukan oleh (Pembayun dan Rahmayanti, 2020) dan kitosan (Safitri dan Rahmayanti, 2020) untuk zat warna *remazol red* (RR). Akan tetapi, metode koagulasi akan menghasilkan lumpur dalam jumlah yang relatif besar. Metode adsorpsi, filtrasi dan aplikasinya dilakukan oleh Fitriana (2020) menunjukkan bahwa metode filtrasi yang lebih efektif dalam menurunkan kandungan zat warna RR limbah cair batik. Selain itu, metode pengolahan zat warna sintetis lain yang telah dilaporkan beberapa peneliti antara lain flokulasi, ozonisasi, elektrokimia, oksidasi dan fotokatalis, serta penggunaan bakteri secara biologi (Rahmayanti, dkk., 2020). Berdasarkan permasalahan pada metode diatas, penelitian ini akan menggunakan metode yang lebih ramah lingkungan yaitu filtrasi.

Metode filtrasi merupakan metode pengolahan limbah secara fisika. Metode filtrasi dalam penelitian ini berperan untuk menurunkan konsentrasi *remazol red* dan nilai COD limbah cair batik. *Remazol red* (RR) merupakan jenis

pewarna tekstil yang cukup mudah diaplikasikan dibandingkan dengan jenis pewarna lainnya karena dapat larut dalam air (Fatimah, dkk., 2018 dalam Pembayun dan Rahmayanti, 2020). Zat warna RR merupakan zat warna reaktif yang mengandung gugus kromofor azo $-N=N-$ yang sifatnya sangat berbahaya (mutagenik dan karsinogenik) (Ara, dkk., 2013 dalam Pembayun dan Rahmayanti, 2020). Senyawa azo akan sulit terdegradasi dalam kondisi aerobik dan akan tereduksi menjadi senyawa berbahaya dalam kondisi anaerobik (Wardhana, 2004 dalam Pembayun dan Rahmayanti, 2020). Zat warna *remazol red* yang masih terkandung dalam limbah cair mampu menyerap dan memantulkan sinar matahari, sehingga mengganggu pertumbuhan mikroorganisme dan menghambat proses fotosintesis (Fitriana, 2020). Dengan demikian, limbah zat warna batik yang mengandung *remazol red* jika tidak dilakukan proses perusakan warna secara buatan (dekolorisasi), maka akan menyebabkan lingkungan sekitar menjadi terkontaminasi.

Adanya kontaminan zat warna *remazol red* dan senyawa organik dalam limbah cair batik yang semakin meningkat akan mengakibatkan semakin banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam limbah cair batik, sehingga nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) akan semakin besar (Fitriana dan Rahmayanti, 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD menggunakan metode filtrasi yang diharapkan dapat mengolah limbah zat warna batik oleh pengrajin batik skala rumah tangga, sehingga limbah cair

batik yang dibuang telah memenuhi baku mutu dan tidak menimbulkan efek negatif di lingkungan.

Metode filtrasi lebih efisien menggunakan komposisi membran keramik. Membran yang terbuat dari keramik sifatnya stabil terhadap panas, tahan secara kimia (Ma'ruf, dkk., 2015) dan relatif mudah untuk dibersihkan dengan *cleaning agent* (Sari dan Sutrisno, 2018). Kelebihan lain menggunakan membran keramik yaitu pemisahan dengan membran tidak membutuhkan zat kimia tambahan, hemat dalam penggunaan energi, lebih ramah lingkungan dan membran dapat bertindak sebagai filter yang sangat spesifik. Selain itu, teknologi membran ini sederhana, praktis, dan mudah dilakukan. Akan tetapi, membran keramik juga mempunyai beberapa kelemahan yaitu mudah terjadinya *fouling* (penyumbatan) baik di dalam maupun di luar dari pori membran dan terjadinya polarisasi konsentrasi (Redjeki, 2011).

Membran keramik lebih efektif digunakan untuk industri batik yaitu dapat berperan sebagai media untuk menahan zat warna *remazol red* dan senyawa organik dari limbah cair batik yang memiliki ukuran lebih besar dari pori-pori membran (Agmalini, dkk., 2013 dalam Fitriana dan Rahmayanti, 2020). Regenerasi membran keramik dapat dilakukan dengan membersihkan membran (menghilangkan endapan yang ada pada permukaan membran) (Redjeki, 2011). Pencucian membran dapat dilakukan dengan menggunakan akuades dan NaOH (jika fluks permeat turun 10-15%) (Wenten, dkk., 2013). Akan tetapi, apabila kemampuan membran keramik sudah menurun (tidak dapat digunakan lagi untuk

proses filtrasi), maka membran keramik dapat dimanfaatkan sebagai hiasan rumah seperti pot bunga dan karya dari seni lukis.

Komposisi bahan membran keramik yang sering digunakan yaitu tanah liat dan adsorben alami. Tanah liat digunakan sebagai bahan pokok utama pembuatan membran keramik. Adsorben alami berfungsi dalam hal melakukan penyerapan. Telah banyak penelitian yang membuat membran keramik dengan berbagai bahan, seperti tanah liat, zeolit dan serbuk besi (Nasir, dkk., 2013) ; tanah liat dan serbuk gergaji (Ajibade, 2019) ; tanah liat, pasir silika dan serbuk gergaji (Fitriana dan Rahmayanti, 2020). Penelitian ini menggunakan tanah liat jenis kaolin yang tersusun dari mineral utama yaitu kaolinit dan sekam padi sebagai adsorben alami.

Sekam padi mempunyai kandungan silika (SiO_2) dan kadar selulosa cukup tinggi yang dapat memberikan pembakaran secara merata dan stabil (Sisnayati, dkk., 2018) yaitu dengan komposisi karbon (arang) nya sebesar 1,33% dan silika sebesar 16,98% (Junaedi, 2015 dalam Yahya, 2017). Sekam padi juga memiliki kandungan selulosa 32,67%, hemiselulosa 31,68% dan lignin 18,81% (Ma'ruf dan Damajanti, 2020). Semakin banyak karbon aktif sekam padi yang ditambahkan pada material keramik, maka nilai porositas yang dihasilkan akan semakin tinggi (Mahfuzin, dkk., 2020). Penelitian ini menggunakan adsorben alami sekam padi yang telah diaktivasi terlebih dahulu.

Aktivasi terhadap karbon bertujuan untuk menghilangkan (membersihkan) zat-zat yang menutup pori-pori permukaan karbon. Zat aktivator digunakan sebagai reagen pengaktif yang akan mengaktifkan atom-atom karbon, sehingga mempunyai daya serap yang lebih baik dibandingkan dengan karbon nonaktif

(Utomo, 2014). Selama proses aktivasi, aktivator bereaksi dengan arang mengoksidasi dan mengikis hidrokarbon, tar, dan senyawa lain yang menempel pada permukaan arang, sehingga permukaan arang menjadi halus dan pembentukan pori-pori baru (Hasibuan, 2020). Proses aktivasi dapat dilakukan secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika memerlukan suhu yang tinggi dan dinilai tidak ekonomis untuk skala industri kecil karena membutuhkan energi listrik yang besar. Aktivasi secara kimia memiliki waktu yang diperlukan lebih cepat karena proses karbonisasi dan aktivasi berjalan secara bersamaan, suhu yang digunakan lebih rendah dan efek agen dehidrasi mampu memperbaiki pengembangan pori di dalam struktur karbon sehingga diperoleh luas permukaan karbon aktif yang lebih luas (Erawati dan Fernando, 2018). Penelitian ini menggunakan aktivasi sekam padi secara kimia, yaitu dengan zat aktivator asam fosfat (H_3PO_4).

Beberapa penelitian telah menggunakan berbagai zat aktivator, seperti aktivator NaOH digunakan untuk daya serap karbon aktif kulit singkong (Utomo, 2014). Aktivator $ZnCl_2$ digunakan untuk adsorpsi ion Cr (IV) dengan karbon aktif sekam padi (Yusuf dan Tjahjani, 2013). Zat aktivator yang paling banyak digunakan yaitu asam fosfat (H_3PO_4). Asam fosfat banyak digunakan untuk adsorpsi karbon aktif batang tanaman gemitir (Sahara, dkk., 2018) ; cangkang kelapa sawit (Diharyo, dkk., 2020) ; sekam padi dan bonggol jagung (Roni, dkk., 2020) dan limbah cair industri krisotil (Yulastuti dan Cahyono, 2018).

Penelitian ini menggunakan zat aktivator asam yaitu asam fosfat sebagai zat aktivator sekam padi. Hal ini dikarenakan sekam padi memiliki komposisi

arang sebesar 1,33% dan material lignoselulosa dengan kandungan oksigen yang tinggi, maka aktivator yang bersifat asam akan bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen. Zat aktivator basa lebih dapat bereaksi dengan karbon, sehingga bahan baku yang memiliki kandungan karbon yang tinggi lebih baik menggunakan aktivator basa. Selain itu, aktivasi dengan asam mampu mempertahankan kandungan silika, sedangkan aktivasi dengan basa akan menghilangkan kandungan silika (Esterlita dan Herlina, 2015). Aktivasi dengan asam fosfat mampu melarutkan tar dan zat-zat pengotor (Na, K, Ca, dan Mg) yang bersifat basa, sehingga akan membentuk garam-garam mineral anorganik. Hilangnya zat-zat tersebut dari permukaan karbon aktif akan menyebabkan pori-pori karbon aktif menjadi lebih terbuka dibandingkan sebelumnya, sehingga akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari arang aktif. Selain itu, asam fosfat mudah diperoleh, tidak bersifat polutan, mudah dibersihkan menggunakan air dan menghasilkan karbon aktif dengan daya serap yang baik (Alfiany, dkk., 2013).

Sepanjang penelusuran penulis, pembuatan membran keramik dengan bahan aditif karbon aktif sekam padi untuk mengolah limbah batik belum ada yang meneliti. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pemanfaatan sekam padi sebagai bahan aditif membran filter keramik untuk menurunkan kandungan *remazol red* dan nilai COD dalam limbah cair batik.

B. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, maka dalam penelitian ini penulis menekankan bahwa :

1. Limbah batik yang digunakan merupakan limbah tahap pertama hasil proses pencelupan warna pada batik yang mengandung zat warna *remazol red* dan berasal dari pengrajin “Batik Banyu Sabrang” di Kulon Progo, Yogyakarta.
2. Limbah sekam padi yang digunakan diperoleh dari Perusahaan Penggilingan Padi “Dwi Rahayu” di Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
3. Tanah liat yang digunakan yaitu tanah liat kaolin.
4. Membran filtrasi yang digunakan yaitu terbuat dari bahan keramik dengan komposisi tanah liat dan karbon aktif sekam padi berukuran 50 mesh dengan variasi 0; 5; 10; 15; 20; 25 g.
5. Uji yang dilakukan yaitu analisis kadar abu karbon aktif sekam padi, analisis porositas membran keramik, analisis pengujian statistika nonparametik, analisis kadar zat warna *remazol red*, analisis nilai COD dan karakterisasi membran menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) - EDX (*Energy Dispersive X-Ray*).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan beberapa masalah, yaitu :

1. Bagaimana kinerja asam fosfat sebagai zat aktivator arang sekam padi ?
2. Bagaimana hubungan variasi karbon aktif sekam padi sebagai campuran membran filter keramik terhadap uji porositas ?
3. Bagaimana kemampuan karbon aktif sekam padi pada membran filter keramik terhadap penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* ?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kemampuan asam fosfat sebagai zat aktivator arang sekam padi.
2. Mengkorelasikan variasi karbon aktif sekam padi sebagai campuran membran filter keramik terhadap uji porositas.
3. Menganalisis kemampuan karbon aktif sekam padi pada membran filter keramik terhadap penurunan konsentrasi zat warna *remazol red*.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai sumber informasi kepada masyarakat secara umum mengenai pengolahan limbah hasil proses pewarnaan batik yang mengandung zat warna *remazol red*.
2. Sebagai sumber informasi bahwa limbah sekam padi masih dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan aditif membran filter keramik.
3. Sebagai sumber informasi bahwa pentingnya menjaga lingkungan sekitar terhadap limbah cair batik yang banyak mengandung senyawa-senyawa kimia berbahaya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Zat aktivator asam fosfat dapat menyebabkan logam terkorosi dan menurunkan kadar abu karbon aktif dengan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu karbon nonaktif.
2. Variasi karbon aktif sekam padi memiliki hubungan yang sempurna dengan porositas dimana semakin banyak karbon aktif sekam padi yang ditambahkan pada membran filter keramik, maka porositas membran filter keramik akan semakin besar.
3. Penambahan karbon aktif sekam padi dalam membran filter keramik cenderung mampu menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dengan daya adsorpsi yang besar dibandingkan dengan membran filter tanpa penambahan karbon aktif sekam padi. Komposisi optimum ditunjukkan pada membran keramik dengan penambahan 15 g karbon aktif sekam padi yang mampu menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* sebesar 66,53% dan nilai COD sebesar 92,71%.

B. Saran

Saran-saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini antara lain :

1. Perlu dilakukan pengukuran pH limbah cair batik yang akan digunakan dan filtrasi pengulangan regenerasi membran filter keramik.

2. Perlu diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan bahan karbon aktif sekam padi sebagai campuran membran filter keramik terhadap pengolahan limbah cair lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Agmalini, S., Lingga, N. N., dan Nasir, S. (2013). Peningkatan Kualitas Air Rawa Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat Alam dan Abu Terbang Batubara. *Journal Teknik Kimia*, Vol. 19, No. 2, 59-68.
- Ajibade, F. O., Akosile, S. I., Oluwatuyi, O. E., Ajibade, T. F., Lasisi, K. H., Adewumi, J. R., Babatola, J. O., dan Oguntuase, A. M. (2019). Bacteria Removal Efficiency Data and Properties of Nigerian Clay Used as a Household Ceramic Water Filter. *Journal Result in Engineering*, Vol. 2, No. 10001, 1-2.
- Alaerts, G., dan Santika, S. (1987). *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Alfiany, H., Bahri, S., dan Nurakhirawati. (2013). Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science*, Vol. 2, No. 3, 75-86.
- Aminati, Kalfi. (2006). *Efektivitas Teknologi Membran Keramik Terhadap Penurunan Konsentrasi Besi dan COD pada Limbah Cair Lindi Tempat Pembuangan Akhir Piyungan*. Yogyakarta: UII.
- Ara, J. N., Hasan, Md. Abu, R. A. M., Salam, Md. Abdus, S., dan Alam, A. M. S. (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, 93-98.
- Arneli, S. Z. F., Pangestika, A. W., Fauziah, F., Wahyuningrum, V. N., dan Astuti, Y. (2017). The Influence of Activating Agents on The Performances of Rice Husk-Based Carbon for Sodium Lauryl Sulfate and Chrome (Cr) metal adsorptions. *IOP Conf.Ser.Mater.Sci.Eng*, Vol. 172, No. 012007, 1-7.
- Cahyo, I. D., Rokhmat, M., dan Wibowo, E. (2018). Study Karakterisasi Adsorpsi Metilen Blue pada Sekam Padi. *E-Proceeding of Engineering*, Vol. 5, No. 3, 5625-5632.
- Chowdhury, Z. Z., Hamid, S. B. A., Das, R., Hasan, M. R., Zain, S. M., Khalid, K., dan Uddin, M. N. (2013). Preparation Of Carbonaceous Adsorbents From Lignocellulosic Biomass And Their Use In Removal Of Contaminants From Aqueous Solution. *BioResources*, Vol. 8, No. 4, 6523-6555.
- Dahlan, W. S. (2016). Perbandingan Pengolahan Limbah Cair Karet dengan Koagulan Asam Formiat, Asap Cair dan Asam Sulfat Menggunakan Teknologi Membran. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 22, No. 4, 1-10.

- Day, R. A., dan Underwood, A. L. (2002). *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Diharyo, S., Damanik, Z., dan Gumiri, S. (2020). Pengaruh Lama Aktivasi dengan H_3PO_4 dan Ukuran Butir Arang Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Ukuran Pori dan Luas Permukaan Butir Arang Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, Vol. 5, No. 1, 48-54.
- Erawati, E., dan Fernando, A. (2018). Effect of Activator Types and Active Carbon Size on the Making of Adsorbents from Sengon Wood Sawdust (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 7, No. 2, 58-66.
- Esterlita, M. O., dan Herlina, N. (2015). Pengaruh Penambahan Aktivator $ZnCl_2$, KOH , dan H_3PO_4 dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepeh Aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 4, No. 1, 47-52.
- Fatimah, N., Alimuddin, dan Gunawan, R. (2018). Penurunan Intensitas Warna Remazol Red RB 133 dalam Limbah Batik dengan Elektrokoagulasi Menggunakan $NaCl$. *Jurnal Atomi*, Vol. 3, No. 1, 39-46.
- Febryanti, A., Wahab, A. W., dan Maming. (2015). Potensi Arang Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Emisi Gas CO , NO , dan NO_x pada Kendaraan Bermotor. *Jurnal Kimia Unhas*, Vol. 1, No.1, 1-14.
- Fitriana, N. (2020). Skripsi: *Aplikasi Membran Filter Keramik Untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD Limbah Cair Batik*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Fitriana, N., dan Rahmayanti, M. (2020). Aplikasi Membran Filter Keramik Untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD Limbah Cair Batik. *Al-Kimia*, Vol. 8, No. 2, 159-167.
- Ghafarunnisa, D., Rauf, A., dan Rukmana, B. T. S. (2017). Pemanfaatan Batubara Menjadi Karbon Aktif dengan Proses Karbonisasi dan Aktivasi Menggunakan Reagen Asam Fosfat (H_3PO_4) dan Ammonium Bikarbonat (NH_4HCO_3). *Prosiding Seminar Nasional XII*, Vol. 1, No. 1, 36-41.
- Gunadi, N. (2008). Skripsi: *Degradasi Fotokatalik Zat Warna Remazol Red RB 133 dalam Sistem TiO_2 Suspensi*. Jakarta: UI.
- Hakim, L. N., A. S., dan Hamzani, S. (2016). Efektivitas Abu Sekam Padi dan Poly Aluminium Chloride dalam Menurunkan Zat Warna Limbah Cair Industri Sasirangan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 13, No.1, 346–354.

- Hardyanti, I. S., Nurani, I., Hardjono HP, D. S., Apriliani, E., dan Wibowo, E. A. P. (2017). Pemanfaatan Silika (SiO_2) dan Bentonit sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, Vol. 3, No. 2, 37–41.
- Hariyanti, F. (2016). Skripsi: *Efektivitas Subsurface Flow-Wetlands dengan Tanaman Eceng Gondok dan Kayu Apu dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Pabrik Saus*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Hasibuan, A. (2020). Skripsi: *Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Fosfat (H_3PO_4) dan Waktu Perendaman Karbon Terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Kulit Durian*. Medan: Universitas Sumatera Utara Medan.
- Hidayati, P., Ulfin, I., dan Juwono. (2016). Adsorpsi Zat Warna Remazol Brilliant Blue R Menggunakan Nata de coco : Optimasi Dosis Adsorben dan Waktu Kontak. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 5, No. 2, 134-136.
- Hubadillah, S. K., Othman, M. H. D., Ismail, A. F., Rahman, M. A., Jaafar, J., Iwamoto, Y., Honda, S., Dzahir, M. I. H. M., dan Yusop, M. Z. M. (2018). Fabrication Of Low Cost, Green Silica Based Ceramic Hollow Fibre Membrane Prepared From Waste Rice Husk For Water Filtration Application. *Ceramics International*, Vol. 44, No. 9, 10498–10509.
- Husain, S., Haryanti, N. H., dan Manik, T. N. (2016). Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Sifat Mekanik Keramik Berbahan Lempung Dan Abu Sekam Padi. *Jurnal Fisika Flux*, Vol. 13, No. 1, 1–10.
- Indrayani, L. (2018). Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Sebagai Salah Satu Percontohan Ipal Batik di Yogyakarta. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, Vol. 12, No. 2, 173.
- Iskandar, T. (2012). Identification Value of Heat Biochar From Cob and Rice Husk Pyrolysis Process. *Jurusan Teknik Kimia*, Vol. 7, No. 1, 32–35.
- Jalaluddin, dan Jamaluddin, T. (2005). Pemanfaatan Kaolin Sebagai Bahan Baku Pembuatan Aluminium Sulfat Dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, Vol. 6, No. 5, 71–74.
- Junaedi, dan Fadhilah, N. (2015). *Efektifitas Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Khaer, A., dan Nursyafitri, E. (2019). Kemampuan Metode Kombinasi Filtrasi Fitoremediasi Tanaman Teratai Dan Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar Bod Dan Cod Air Limbah Industri Tahu. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, Vol. 17, No. 2, 11-18.

- Kiswanto, Rahayu, L. N., dan Wintah. (2019). Pengolahan limbah cair batik menggunakan teknologi membran nanofiltrasi di kota pekalongan. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, Vol. 17, No. 1, 72–82.
- Komarayati, S., Setiawan, D., Mahpudin. (2004). Beberapa Sifat dan Pemanfaatan Arang dari Serasah dan Kulit Kayu Pinus. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 22, No. 1, 17-22.
- Kosting, P.R., dan Conrad H., (1931). Corrosion of Metals by Phosphoric Acid, Industrial and Engineering Chemistry. *Industrial and Engineering Chemistry*, Vol. 23, No. 2, 140-150.
- Latifah, W. N., dan Rahmayanti, M. (2020). Desorption of Indigosol Blue from Humic Acid Coated Fe₃O₄ Particles. *Proc.Internat.Conf.Sci.Engin*, Vol. 3, 169–170.
- Lukas, A., Ngudiwaluyo, S., Noor, I. M., dan Adinegoro, H. (2018). Peningkatan Mutu Penanganan Limbah Rumah Sakit (SNI 3242:2008) dengan Penerapan Teknologi Karbonisasi. *Jurnal Standardisasi*, Vol. 20, No. 2, 129.
- Luna, Sachez-Polo, dan Rivera-Utrilla. (2013). Role of HO And SO₄- Radicals on The Photodegradation of Remazol red in Aqueous Solution. *Chemical Engineering Journal*, Vol. 223, No. 1, 155-163.
- Ma'ruf, A., Al Fathoni, M. A. S., dan Purnawanto, A. M. (2019). *Pembuatan Membran Keramik dari Zeolit Alam dan Tanah Liat dan Aplikasinya*. Purwokerto: UM Purwokerto Press.
- Ma'ruf, A., Budiana, B., dan Mulyadi, A. H. (2015). Pembuatan dan Karakterisasi Membrane Keramik TiO₂ untuk Ultrafiltrasi. *Simposium Nasional Teknologi Terapan*, Vol. 3, No. 1, 1–5.
- Ma'ruf, A., dan Damajanti, N. (2020). Pengaruh Jumlah Siklum HEM (High Energy Milling) pada Karakteristik MFC (Mikrofibrillated Cellulose dari Sekam Padi. *Jurnal Techno*, Vol. 21, No. 1, 29-36.
- Maghfiroh, L., Ulfin, I., dan Juwono, H. (2016). Pengaruh pH terhadap Penurunan Zat Warna Remazol Yellow FG oleh Adsorben Selulosa Bakterial Nata De Coco. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 5, No. 2, 126–129.
- Mahfuzin, A. N., Respati, S. M. B., dan Dzulfikar, M. (2019). Analisis Filter Keramik Berpori Berbasis Zeolit Alam dan Arang Sekam Padi dalam Menurunkan Kandungan Partikel Air Sumur Galian. *Journal of Chemical Information and Modeling*, Vol. 53, No. 9, 1689–1699.

- Mashalah, N. A., Sedyadi, E. (2020). Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut dengan *Filler ZnO* dan *Plasticizer* Gliserol. *Indonesian Journal of Halal Science*, Vol. 2, No.1, 66-72.
- Mufid, A., dan Hastuti, E. (2013). Karakterisasi Sifat Fisis Membran Padat Silika (SiO_2) Untuk Filtrasi Air Laut Menjadi Air Tawar. *Jurnal Neutrino*, Vol. 6, No. 1, 40-46.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology 2n edition*. Netherland: University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- Muslim, M. (2014). Skripsi: *Karakterisasi Sifat Kimia Lempung dari Daerah Kecamatan Watu Limo dan Durenan Kabupaten Trenggalek*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- 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, 45-51.
- Nasution, Z. A., dan Rambe, S. M. (2011). Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Pori Arang Cangkang Sawit Sebagai Adsorbansi Effect Of Temperature For Palm Shell Pore Forming As Adsorbance. *Dinamika Penelitian Industri*, Vol. 22, No. 1, 48–53.
- Ndruru, Riang, E., Situmorang, dan Tarigan. (2014). Analisa Faktor yang Mempengaruhi Hasil Produksi Padi di Deli Serdang. *Jurnal Saintia Matematika*, Vol. 2, No. 1, 71-83.
- Nurhayati, C., dan Susanto, T. (2015). Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Membran Keramik Pada Unit Pengolah Air Gambut. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, Vol. 26, No. 2, 95–105.
- Pari, G. (2002). *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pembayun, S. W. R., dan Rahmayanti, M. (2020). Efektivitas Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan Alami. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, Vol. 9, No. 2, 162–169.
- Pramitasari, N. (2017). Pemanfaatan Zeolit Dan Silika Sebagai Material Warna Limbah Cair Batik Zeolite and Silica As Material for Filter Membrane To Remove Color From Batik Wastewater. *Jurnal Purifikasi*, Vol. 17, No. 1, 11–21.

- Prandini, M. N., dan Rahmayanti, M. (2020). Effect pH Adsorption of Naphtol Dye Using Humic Acid Adsorbent Result of Peat Isolation from Kalimantan. *Proc. Internat. Conf. Sci. Engin*, Vol. 3, 147–151.
- Putri, N. F. Y., dan Rahmayanti, M. (2020). Desorption of Naphtol Blue-Black from Humic Acid Modified Magnetite Using NaOH as Desorption Agent. *Proc. Internat. Conf. Sci. Engin*, Vol. 3, 157-158.
- Rahayu, I. (2017). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Keramik Dengan Variasi Tepung Beras Sebagai Aditif Untuk Proses Mikrofiltrasi. *Jurnal Sains Dan Terapan Kimia*, Vol. 11, No. 2, 52-60.
- Rahayu, S. A., dan Febriasari, A. (2015). Efektifitas Arang Sekam Padi Terhadap Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limbah Cair Tahu. *Jurnal Chemtech*, Vol. 1, No. 1, 22–27.
- Rahmaniar, dan Purbaya, M. (2019). Pengaruh komposisi dan ukuran partikel pasir kuarsa terhadap karakteristik vulkanisasi kompon, sifat ketahanan ozon dan visual karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, Vol. 30, No. 1, 56–64.
- Rahmayanti, M., Nurhikmah, I., dan Larasati, F. (2021). Isolation, Characterization and Application of Humin From Riau, Sumatra Peat Soils as Adsorbent for Naphtol Blue Black and Indigosol Blue Dyes. *Molekul*, Vol. 16, No. 1, 68–74.
- Rahmayanti, M., Prandini, M. N., dan Santi, G. C. (2020). Aplikasi Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol Blue Black dan Indigosol Blue: Studi Perbandingan Model Kinetika dan Isoterm Adsorpsi. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, Vol. 6, No. 2, 90-98.
- Ramadhanur, S., dan Sari, A. M. (2015). Pengaruh Konsentrasi Khitosan dan Waktu Filtrasi Membran Khitosan Terhadap Penurunan Kadar Fosfat dalam Limbah Deterjen. *Konversi*, Vol. 4, No. 1, 40–52.
- Redjeki, S. (2011). Proses Desalinasi Dengan Membran. *Proses Desalinasi Dengan Membran*. Jakarta: DP2M.
- Ridhuan, K., dan Suranto, J. (2017). Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, Vol. 5, No. 1, 50–56.
- Rohasliney H, Subki, N.S. (2011). A Preliminary Study on Batik Effluent in Kelantan State: A Water Quality Perspectiv. *International Conference on Chemical, Biological, and Environment Science*, Vol. 1, No. 1, 274-276

- Rohmah, P. M., dan Redjeki, A. S. (2014). Pengaruh Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi dengan Aktivator KOH. *Jurnal Konversi*, Vol. 3, No. 1, 19-27.
- Roni, K. A., Kurniati, E., Susanto, T., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., dan Palembang, U. M. (2020). Pemanfaatan Karbon Aktif dari Limbah Sekam Padi dan Bonggol Jagung Untuk Mengurangi Kadar Pencemar pada Sungai Sekanak. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, Vol. 14, No. 2, 200–208.
- Safitri, R. A., dan Rahmayanti, M. (2020). Characterization and Application of Chitosan as a Natural Coagulant in Reducing Remazol red Dyestuff Concentration and COD Value of Batik Liquid Waste. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, Vol. 23, No. 9, 333–337.
- Sahara, E., Dahliani, N. K., dan Manuaba, I. B. P. (2017). Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta L.*) dengan Aktivator H_3PO_4 . *Jurnal Kimia*, Vol. 11, No. 1, 1-9.
- Sahara, E., Gayatri, P. S., dan Suarya, P. (2018). Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gumitir Teraktivasi Asam Fosfat. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, Vol. 6, No.1, 37–45.
- Saksono, N., Puspita, I., dan Sukreni, T. (2017). Application of Contact Glow Discharge Electrolysis Method for Degradation of Batik Dye Waste Remazol Red by the Addition of Fe^{2+} ion. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1823, No. 1, 1-9.
- Santi, G. C., dan Rahmayanti, M. (2019). Effect of Solution pH to Indigosol Blue Adsorption on Humic Acid Isolated from Kalimantan Peat Oil. *Proc. Internat. Conf. SCI. Engin*, Vol. 2, 193–195.
- Saratale, R. G., Gandhi, S. S., Purankar, M. V., Kurade, M. B., Govidwar, S. 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. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 115, No. 6, 658-667.
- Sari, S. F., dan Sutrisno, J. (2018). Penurunan Total Coliform Pada Air Tanah Menggunakan Membran Keramik. *Jurnal Teknik*, Vol. 16, No. 1, 30–38.
- Selintung, M., dan Syahrir, S. (2012). Studi Pengolahan Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung). *Hasil Penelitian Fakultas Teknik*, Vol. 6, No. 1, 978–979.

- Setianingrum, N. P. (2016). Pengaruh tegangan dan jarak antar elektroda terhadap pewarna. *Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 1, No. 2, 93–97.
- Setianingrum, N. P., dan Prasetya, A. (2017). Degradation Of Remazol red Rb Using Batch Electrocoagulation. *Journal of Process Engineering*, Vol. 11, No. 2, 78–85.
- Setiawan, F., M. L. A., Yulianto, A., Aji, M. P. (2017). Analisis Porositas dan Kuat Tekan Campuran Tanah Liat Kaolin dan Kuarsa Sebagai Keramik. *Jurnal MIPA*, Vol. 40, No. 1, 24-27.
- Siahaan, S., Hutapea, M., dan Hasibuan, R. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Suhu Dan Waktu Karbonisasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 2, No. 1, 26–30.
- Sisnayati, Komala, R., dan Suryani, R. (2018). Terhadap Ukuran Pori , Luas Permukaan. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 24, No. 3, 51–56.
- Suhartati, T. (2017). *Dasar-dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja.
- Susmanto, P., Yandriani, Y., Dila, A. P., dan Pratiwi, D. R. (2020). Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jemputan Menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom Adsorpsi. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, Vol. 4, No. 2, 77-87.
- Suteu, D., dan Bilba, D. (2005). Equilibrium and kinetic study of reactive dye Brilliant Red HE-3B adsorption by activated charcoal. *Acta Chimica Slovenica*, Vol. 52, No. 1, 73–79.
- Syarifah, U., S. R. M., Muthmainnah., dan Mulyono, A. (2015). Analisis Fisis Membran Biofilter Rokok dengan Variasi Daun, Biji dan Kulit Delima. *Jurnal Neutrino*, Vol. 7, No. 2, 112-118.
- Taha, M. F., Shuib, A. S., Shaharun, M. S., dan Borhan, A. (2014). Removal Of Ni(II), Zn(II) And Pb(II) Ions From Single Metal Aqueous Solution Using Rice Husk-Based Activated Carbon. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1621, No. 1, 210–217.
- Tolba, G. M. K., Bastaweesy, A. M., Ashour, E. A., Abdelmoez, W., Khalil, K. A., dan Barakat, N. A. M. (2016). Effective And Highly Recyclable Ceramic Membrane Based On Amorphous Nanosilica For Dye Removal From The Aqueous Solutions. *Arabian Journal of Chemistry*, Vol. 9, No. 2, 287–296.
- Utomo, S. (2014). Effect of Activation Time and Particle Size on Absorption of Active Carbon from Cassava Skin with NaOH Activator. *Prosiding*

SEMNAS TEK Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, November, Vol. 6, No. 1, 1–4.

- Utomo, W. P., Santoso, E., Yuhaneka, G., Triantini, A. I., Fatqi, M. R., Huda, M. F., dan Nurfitriya, N. (2019). Studi Adsorpsi Zat Warna Naphthol Yellow S Pada Limbah Cair Menggunakan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu. *Jurnal Kimia*, Vol. 13, No. 1, 104.
- Wahyuningsih, A. W. K., Ulfin, I., dan Suprpto, S. (2019). Pengaruh pH dan Waktu Kontak Pada Adsorpsi Remazol Brilliant Blue R Menggunakan Adsorben Ampas Singkong. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 7, No. 2, 7–9.
- Wardhana, W. A. (1995). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: C. V. Andi Offset.
- Wenten, I.G, Hakim, Khoirudin dan Aryanti. (2013). *Polarisasi Konsentrasidan Fouling pada Membran*. Bandung: Institut Teknik Bandung.
- Wijayanti, H. (2009). Karbon Aktif dari Sekam Padi: Pembuatan dan Kapasitasnya untuk Adsorpsi Larutan Asam Asetat. *Jurnal Info Tekniki*, Vol. 10, No. 1, 61-67.
- Yahya, H. (2017). Kajian Beberapa Manfaat Sekam Padi Di Bidang Teknologi Lingkungan: Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bagi Masyarakat Aceh Di Masa Akan Datang. *Prosiding Seminar National Biotik*, Vol. 1, No. 1, 266–270.
- Yuliasuti, R., dan Dwicahyono, H. (2018). Penggunaan Karbon Aktif Yang Teraktivasi Asam Phospat Pada Limbah Cair Industri Krisotil. *Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri*, Vol. 3, No. 1, 23–26.
- Yuningsih, L. M., Mulyadi, D., dan Kurnia, A. J. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia Valensi*, Vol. 2, No. 1, 30–34.
- Yusuf, M.Ashari,. Tjahjani, Siti. (2013). Adsorpsi Ion Cr(Vi) Oleh Arang Aktif Sekam Padi (Adsorption Ions of Cr (Vi) By Active Rice Husk Charcoal). *UNESA Journal of Chemistry*, Vol. 2, No. 1, 84–88.