

**MEMBRAN FILTER KERAMIK DENGAN TAMBAHAN KARBON
AKTIF TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*) UNTUK MENURUNKAN
KONSENTRASI *REMAZOL RED* PADA LIMBAH CAIR BATIK**

Skripsi

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



Oleh:

Muhammad Malik Firdaus Ardiyanto

17106030045

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

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

2021



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1245/Un.02/DST/PP.00.9/07/2021

Tugas Akhir dengan judul : MEMBRAN FILTER KERAMIK DENGAN TAMBAHAN KARBON AKTIF
TONGKOL JAGUNG (Zea mays) UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI
REMAZOL RED PADA LIMBAH CAIR BATIK

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD MALIK FIRDAUS ARDIYANTO
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030045
Telah diujikan pada : Kamis, 01 Juli 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



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

Valid ID: 6092169062e



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

Valid ID: 6096c511b2eb



Penguji II
Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6076d1f25ae9



Yogyakarta, 01 Juli 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60fa928ed864e



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persebutan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wa. wa.

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

Nama : Muhammed Malik Firdaus Andiyanto
NIM : 17106030045
Judul Skripsi : MEMBRAN FILTER KERAMIK DENGAN TAMBAHAN KARBON AKTIF TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*) UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI REMAZOL RED PADA 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 Srata Satu dalam Program Studi Kimia.


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

Wassalamu'alaikum wa. wa.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 17 Juni 2021

Pembimbing


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



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UTN 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 : Muhammad Malik Firdaus Ardiyanto
NIM : 17106030045
Judul Skripsi : Membran Filter Keramik dengan Tambahan Karbon Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*) untuk Menurunkan Konsentrasi *Remazol Red* pada 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 terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Juli 2021
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


Iwan Nugraha, S.Si., M.Sc
NIM. 19820329 201101 1 005



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 : Muhammad Malik Firdaus Ardiyanto
NIM : 17106030045
Judul Skripsi : Membran Filter Keramik dengan Tambahan Karbon Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*) untuk Menurunkan Konsentrasi *Remazol Red* pada 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 terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Juli 2021
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19811111 201101 1 007

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Malik Firdaus Ardiyanto
NIM : 17106030045
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **"MEMBRAN FILTER KERAMIK DENGAN TAMBAHAN KARBON AKTIF TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*) UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI *REMAZOL RED* PADA 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, 17 Juni 2021



Muhammad Malik Firdaus Ardiyanto
NIM. 17106030045

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

*“Berjalan tak seperti rencana adalah jalan yang sudah biasa,
dan jalan satu-satunya jalani sebaik kau bisa.”*

Dikutip dari penggalan lirik GAS! milik FSTVLST



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penyusun dedikasikan dan persembahkan untuk almamater
Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sholawat serta salam juga tak lupa senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Membran Filter Keramik dengan Tambahan Karbon Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*) untuk Menurunkan Konsentrasi Remazol Red pada Limbah Cair Batik”** dengan tepat waktu.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu serta mendukung dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih secara khusus penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phill. Al-Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar memberi bimbingan, arahan, dan motivasi dalam pembuatan skripsi.
5. Seluruh dosen dan pengajar Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Seluruh staf karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
7. Ayah, ibu, dan adik-adik yang telah memberikan restu dan dukungan berupa kasih sayang, doa, hingga materi kepada penyusun.
8. Teman-teman Electron Kimia angkatan 2017 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah menjadi keluarga dan menemani dari awal kuliah hingga saat ini.

9. Mayang Setya, Hana Restya, Sari Adriyani, Rai Yosi, dan teman-teman satu bimbingan lainnya yang selalu mendukung dan menjadi teman diskusi.
10. Abdurachman Turmudji, Karisma Triatmaja, Aji Bayu Saputro, Hanifah Aryani, dan Ria Puspitaningrum yang selalu mendukung dan menjadi penyemangat untuk terus berkembang.
11. Safrilla Putri dan keluarga yang selalu mendoakan, mendukung, dan memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi.
12. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan. Kritik dan saran diharapkan oleh penyusun agar kekurangan dalam pembuatan skripsi ini dapat diperbaiki. Penyusun juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan kimia dan ilmu pengetahuan lainnya.

Yogyakarta, 17 Juni 2021

Penyusun



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

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 GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Landasan Teori.....	10
1. Limbah Cair Batik.....	10
2. <i>Zat Warna Remazol Red</i>	12
3. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	13
4. Filtrasi	14
5. Membran Keramik	15
6. Karbon Aktif	18
7. Tongkol Jagung.....	20
8. Spektrofotometer UV-Vis.....	21
9. SEM-EDX (<i>Scanning Electron Microscope and Energy Dispersive X-Ray</i>).....	24
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
A. Waktu dan Tempat Penelitian	28
B. Alat-Alat Penelitian.....	28
C. Bahan Penelitian.....	29
D. Cara Kerja Penelitian	29
1. Pembuatan Karbon Aktif Tongkol Jagung	29
2. Analisis Kadar Abu Karbon Aktif Tongkol Jagung	30
3. Pembuatan Membran Filter Keramik dan Uji Porositas	30
4. Proses Filtrasi.....	32
5. Analisis Konsentrasi Zat Warna	32
6. Karakterisasi Membran Filter Keramik	33
7. Penentuan Komposisi Optimal Membran Filter Keramik	33
8. Analisis Nilai COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Pembuatan dan Uji Kadar Abu Arang Aktif Tongkol Jagung	34
B. Pembuatan dan Uji Porositas Membran Filter Keramik	36
C. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Remazol Red</i>	39
D. Pembuatan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i>	40
E. Karakterisasi Membran Filter Keramik Menggunakan SEM-EDX.....	42
F. Penentuan Komposisi Optimum Membran Filter Keramik dalam Menurunkan Konsentrasi Zat Warna <i>Remazol Red</i>	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	60
CURRICULUM VITAE	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur molekul <i>remazol red Rb</i>	13
Gambar 3.1. Membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung berbagai variasi	31
Gambar 4.1. Grafik hubungan massa karbon aktif tongkol jagung pada membran filter keramik terhadap porositas membran filter keramik	38
Gambar 4.2. Grafik hubungan panjang gelombang terhadap absorbansi pada penentuan panjang gelombang maksimum zat warna <i>remazol red</i>	40
Gambar 4.3. Grafik hubungan konsentrasi larutan standar zat warna <i>remazol red</i> terhadap absorbansi pada penentuan kurva kalibrasi	41
Gambar 4.4. Hasil SEM membran filter keramik dengan tambahan 10% karbon aktif tongkol jagung pada perbesaran (a) 1000 kali dan (b) 3000 kali	43
Gambar 4.5. Spektrum EDX unsur penyusun membran filter keramik dengan tambahan 10% karbon aktif tongkol jagung	45
Gambar 4.6. Grafik hubungan variasi massa karbon aktif tongkol jagung pada membran filter keramik terhadap penurunan konsentrasi zat warna <i>remazol red</i>	48
Gambar 4.7. Mekanisme filtrasi zat warna <i>remazol red</i> (merah) dan senyawa organik (hijau) dengan membran filter keramik (hitam) berdasarkan (a) interaksi fisika dan (b) interaksi kimia	50
Gambar 4.8. Diagram penurunan nilai COD pada limbah cair batik pada komposisi optimum membran filter keramik	51

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Baku mutu limbah tekstil menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup.....	11
Tabel 2.2. Syarat mutu karbon aktif menurut (SNI) 06-3730-1995.....	19
Tabel 4.1. Tabel hasil uji kadar abu dan standar mutu SNI 06-3730-1995	35
Tabel 4.2. Hasil uji EDX unsur penyusun membran filter keramik dengan tambahan 10% karbon aktif tongkol jagung.....	45
Tabel 4.3. Data hasil filtrasi zat warna <i>remazol red</i> pada limbah cair batik.....	47



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil uji kadar abu karbon aktif tongkol jagung yang diaktivasi menggunakan asam fosfat (H_3PO_4) 15%	59
Lampiran 2. Data dan grafik hasil uji porositas membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung berbagai variasi ...	59
Lampiran 3. Penentuan panjang gelombang maksimum zat warna <i>remazol red</i>	60
Lampiran 4. Data dan grafik kurva kalibrasi larutan standar zat warna <i>remazol red</i>	60
Lampiran 5. Data hasil filtrasi zat warna <i>remazol red</i> pada limbah cair batik menggunakan membran filter keramik	61
Lampiran 6. Data dan diagram hasil penurunan nilai COD limbah cair batik menggunakan membran filter keramik	61
Lampiran 7. Data dan spektra hasil karakterisasi membran filter keramik menggunakan SEM-EDX	62
Lampiran 8. Dokumentasi penelitian	62

ABSTRAK

MEMBRAN FILTER KERAMIK DENGAN TAMBAHAN KARBON AKTIF TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*) UNTUK MENURUNKAN KONSENTRASI *REMAZOL RED* PADA LIMBAH CAIR BATIK

Oleh:

Muhammad Malik Firdaus Ardiyanto

Penelitian mengenai karbon aktif tongkol jagung sebagai bahan tambahan membran filter keramik dalam menurunkan konsentrasi *remazol red* limbah cair batik telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh karbon aktif tongkol jagung yang diaktivasi menggunakan H_3PO_4 pada membran filter keramik terhadap porositas membran dan kemampuannya dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* pada limbah cair batik. Membran filter yang digunakan berbahan dasar tanah liat dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung berbagai variasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kadar abu, uji porositas, uji konsentrasi zat warna dengan spektrofotometer uv-vis, dan uji COD. Karakterisasi SEM-EDX dilakukan pada membran filter keramik dengan komposisi optimum. Hasil uji kadar abu menunjukkan karbon aktif tongkol jagung yang diaktivasi H_3PO_4 memiliki kadar abu lebih rendah yaitu sebesar 2,974% dibandingkan tongkol jagung tanpa aktivasi dengan kadar abu sebesar 5,625%. Hasil uji porositas menunjukkan semakin banyak karbon aktif tongkol jagung yang ditambahkan mengakibatkan porositas membran filter keramik semakin besar. Komposisi optimum diperoleh pada membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung sebanyak 10% dengan penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* sebesar 83,9% dan penurunan nilai COD sebesar 94,56%.

Kata Kunci: membran filter keramik, karbon aktif, tongkol jagung, filtrasi, *remazol red*, COD, limbah cair batik

ABSTRACT

CERAMIC FILTER MEMBRANE WITH ADDITIONAL CORN COB (*Zea mays*) ACTIVATED CARBON TO REDUCE THE CONCENTRATION OF REMAZOL RED IN BATIK LIQUID WASTE

By:

Muhammad Malik Firdaus Ardiyanto

Research on activated carbon of corn cobs as an additive to ceramic filter membranes in reducing the concentration of remazol red batik liquid waste has been carried out. The purpose of this study was to determine the effect of activated carbon corn cobs activated using H_3PO_4 on the ceramic filter membrane on membrane porosity and its ability to reduce the concentration of remazol red dye in batik liquid waste. The filter membrane used is made of clay with the addition of corn cobs activated carbon with various variations, namely 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%. The tests carried out included the ash content test, the porosity test, the dye concentration test with a UV-vis spectrophotometer, and the COD test. SEM-EDX characterization was carried out on a ceramic filter membrane with an optimum composition. The results of the ash content test showed that H_3PO_4 activated carbon corn cobs had lower ash content, namely 2.974% compared to unactivated corn cobs with an ash content of 5.625%. The porosity test results showed that the more activated carbon corn cobs was added, the greater the porosity of the ceramic filter membrane. The optimum composition was obtained on the ceramic filter membrane with the addition of 10% corn cobs activated carbon with a reduction in the concentration of remazol red dye by 83.9% and a decrease in COD value of 94.56%.

Keywords: *ceramic filter membrane, activated carbon, corn cobs, filtration, remazol red, COD, batik liquid waste*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batik dikenal sebagai warisan budaya dan salah satu kerajinan di berbagai daerah di Indonesia. Sejak batik ditetapkan oleh UNESCO (*United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization*) sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Non-bendawi dari Indonesia, peminat batik semakin banyak. Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar membuat para pengrajin batik beralih menggunakan pewarna sintetis karena memiliki ketahanan yang lebih lama serta banyaknya pilihan warna. Proses pewarnaan pada batik dengan pewarna sintetis menghasilkan limbah zat warna yang dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan. Limbah tersebut dihasilkan karena pada proses pewarnaan hanya sebagian zat warna yang terserap oleh bahan tekstil, sisanya sekitar 20-50% terbuang menjadi limbah cair (Theresia, 2004).

Zat warna sintetis yang biasa digunakan pada industri tekstil umumnya adalah azo (-N=N-) yang memiliki struktur kompleks, stabil, dan tidak mudah luntur. Salah satu zat warna azo yang sering digunakan sebagai pewarna batik adalah *remazol red*. *Remazol red* memiliki rumus molekul $C_{27}H_{18}O_{16}N_7S_5Na_4Cl$ dengan berat molekul 984,2 g/mol (Can, dkk., 2003). Limbah zat warna *remazol red* ini bersifat karsinogen serta dapat mencemari lingkungan apabila tidak dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu. Lingkungan pada dasarnya mampu

mendegradasi zat warna secara alami, namun dengan kemampuan yang terbatas sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama.

Salah satu paramater yang menjadi penentu kualitas limbah cair adalah nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*). COD atau kebutuhan oksigen kimia merupakan jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang terdapat di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Wardhana, 2004). Tingginya konsentrasi zat warna yang terkandung dalam limbah cair batik dapat meningkatkan nilai COD. Nilai COD juga dapat meningkat akibat adanya senyawa organik dan anorganik lainnya seperti logam berat, lilin malam (*waxes*), dan soda abu yang tersisa dari rangkaian proses pembuatan batik. Jika kandungan senyawa organik dan senyawa anorganik terlalu besar, maka oksigen dalam air berkurang dan mengakibatkan tumbuhan serta hewan air yang membutuhkan oksigen tidak dapat hidup.

Pengolahan limbah cair batik telah dilakukan dengan berbagai metode seperti elektrolisis (Hidayati, 2018), koagulasi (Safitri & Rahmayanti, 2020), adsorpsi (Santi & Rahmayanti, 2019), dan filtrasi (Fitriana & Rahmayanti, 2020). Namun, setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Metode elektrolisis dilakukan dengan menggunakan arus listrik searah. Metode elektrolisis tidak menghasilkan limbah sekunder dan waktu proses yang lebih singkat, tetapi penggunaannya bergantung pada elektroda yang spesifik terhadap sampel (Noorikhlas, 2009). Metode koagulasi dilakukan dengan menambahkan koagulan atau zat kimia ke dalam suatu larutan untuk membuat partikel-partikel tersuspensi. Metode koagulasi efektif dan mudah diaplikasikan, tetapi penggunaannya dipengaruhi oleh pH dan jumlah partikel pembentuk koloid (Rusydi, dkk., 2016).

Metode adsorpsi dilakukan menggunakan adsorben yang memiliki kemampuan untuk menyerap suatu partikel. Metode adsorpsi memiliki cara yang sederhana dan adsorben yang telah digunakan dapat diregenerasi, tetapi dalam prosesnya dipengaruhi oleh kondisi pH dan lamanya waktu interaksi (Rahmayanti dkk., 2020).

Pada penelitian ini, dipilih metode filtrasi karena memiliki lebih banyak keunggulan dibandingkan metode yang telah disebutkan sebelumnya. Prinsip kerja metode filtrasi yaitu memisahkan zat-zat berdasarkan ukuran partikelnya melalui membran filter. Keunggulan metode filtrasi menggunakan membran filter adalah tidak dipengaruhi temperatur dan pH, tidak menghasilkan limbah tambahan, mudah dikombinasikan dengan proses lain, serta energi yang digunakan untuk operasi dan pemeliharaan relatif rendah. Namun, metode filtrasi juga memiliki kekurangan yaitu terjadinya *fouling* atau penyumbatan yang disebabkan oleh akumulasi partikel pada permukaan membran. Membran filter yang digunakan adalah membran filter keramik berbahan dasar tanah liat. Kelebihan membran keramik terletak pada stabilitas yang baik, memiliki ketahanan terhadap senyawa kimia dan degradasi biologis maupun mikroba, dan relatif mudah untuk dibersihkan menggunakan *cleaning agent* (Sari & Sutrisno, 2018).

Proses filtrasi dapat dioptimalkan dengan penambahan adsorben yang berfungsi sebagai penyerap partikel. Bahan alami yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben adalah tongkol jagung. Tongkol jagung berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben karena memiliki kandungan selulosa 41%, hemiselulosa 36%, dan lignin 16% (Kanani & Rahmayetty, 2018). Tongkol jagung dapat dibuat menjadi karbon aktif sehingga memiliki daya serap yang lebih tinggi. Selain sebagai adsorben,

karbon aktif yang ditambahkan juga berperan sebagai agen porositas untuk menambah dan memperbesar pori membran. Membran filter dengan porositas kecil menyebabkan laju filtrasi yang rendah, sedangkan membran dengan porositas terlalu besar mengakibatkan senyawa partikel mudah lolos. Pada penelitian ini digunakan karbon aktif dari tongkol jagung sebagai adsorben dan agen porositas. Tongkol jagung dipilih karena keberadaannya yang mudah diperoleh serta belum dapat dimanfaatkan dengan maksimal.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Gehan M.K., dkk (2016), penggunaan sekam padi sebagai nanosilika pada membran keramik dapat menurunkan kadar zat warna *metil blue* sebesar 80%. Penelitian yang dilakukan Zaidi, dkk (2017) menunjukkan penggunaan pelepah batang pisang sebagai karbon aktif dapat menurunkan kadar zat warna sebesar 91,2% dan menurunkan nilai COD sebesar 83%. Pada penelitian Chao, dkk (2019), penggunaan tongkol jagung sebagai adsorben dapat menurunkan kadar zat warna *metil orange* sebesar 55% dan inaktivasi bakteri hingga 90,2%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ferraz & Yuan (2020), penggunaan kulit gandum sebagai bioadsorben mampu menurunkan nilai COD sebesar 75% dan penurunan zat warna sebesar 85%.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya adalah pada metode, komposisi membran filtrasi, dan sampel yang diuji. Berdasarkan pengetahuan penulis, belum ada penelitian yang melaporkan penggunaan membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung untuk menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD pada limbah cair batik. Penggunaan karbon aktif tongkol jagung sebagai bahan tambahan

membran filtrasi ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan membran filter dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD pada limbah cair batik dengan maksimal.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah cair batik yang digunakan merupakan limbah pencucian tahap pertama yang mengandung zat warna *remazol red* dari industri batik di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Tongkol jagung yang digunakan diperoleh dari limbah hasil pertanian di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Membran filter yang digunakan adalah membran keramik dengan komposisi tanah liat kaolinit dan karbon aktif tongkol jagung berukuran 50 mesh dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari massa tanah liat.
4. Parameter limbah zat warna yang diuji adalah konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD.
5. Karakterisasi membran filter dilakukan menggunakan SEM-EDX (*Scanning Electron Microscope and Energy Dispersive X-Ray*).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh asam fosfat (H_3PO_4) sebagai zat aktivator tongkol jagung terhadap kadar abu karbon aktif?

2. Bagaimana pengaruh penambahan karbon aktif tongkol jagung sebagai campuran membran filter keramik terhadap porositas membran keramik?
3. Bagaimana pengaruh variasi karbon aktif tongkol jagung pada membran filter terhadap kemampuannya dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red*?
4. Bagaimana pengaruh metode filtrasi menggunakan membran filter dengan tambahan karbon karbon aktif tongkol jagung terhadap nilai efisiensi penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh asam fosfat (H_3PO_4) sebagai zat aktivator tongkol jagung terhadap kadar abu karbon aktif.
2. Mempelajari penambahan karbon aktif tongkol jagung sebagai campuran membran filter keramik terhadap porositas membran keramik.
3. Mempelajari pengaruh variasi karbon aktif tongkol jagung pada membran filter terhadap kemampuannya dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red*.
4. Mempelajari pengaruh metode filtrasi menggunakan membran filter dengan tambahan karbon karbon aktif tongkol jagung terhadap nilai efisiensi penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Memberikan informasi mengenai pengolahan limbah cair batik dengan metode filtrasi terhadap penurunan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD.
2. Mengeksplorasi manfaat lain dari tanah liat sebagai komposisi utama membran filter keramik dan karbon aktif tongkol jagung sebagai adsorben alami.
3. Meningkatkan nilai fungsi serta nilai ekonomis dari limbah tongkol jagung yang belum dapat dimanfaatkan dengan baik.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karbon aktif tongkol jagung yang diaktivasi menggunakan zat aktivator asam fosfat (H_3PO_4) memiliki kadar abu lebih rendah yaitu sebesar 2,974% dibandingkan arang tongkol jagung tanpa aktivasi yaitu kadar abu sebesar 5,625%.
2. Semakin banyak karbon aktif tongkol jagung yang ditambahkan pada membran filter keramik mengakibatkan porositas membran filter keramik semakin besar.
3. Membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dibandingkan membran filter keramik tanpa tambahan karbon aktif tongkol jagung.
4. Komposisi optimum membran filter adalah pada membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung 10% dengan efisiensi penurunan zat warna *remazol red* sebesar 83,9% dan efisiensi penurunan nilai COD sebesar 94,56%.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan hasil penelitian, maka dapat dirumuskan saran sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan regenerasi membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung dalam menurunkan konsentrasi zat warna *remazol red* dan nilai COD.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut menggunakan sampel limbah cair yang lebih bervariasi untuk mengetahui kemampuan membran filter keramik dengan tambahan karbon aktif tongkol jagung.
3. Diharapkan adanya penelitian lain yang mampu mengeksplorasi keanekaragaman sumber daya alam yang belum dapat dimanfaatkan dengan maksimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., & Santika, S. (1987). *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Andarwulan, N., & Koswara, S. (1992). *Kimia Vitamin*. Jakarta: Rajawali Press.
- Anisah, F. (2019). Pembuatan Keramik Berbasis Clay dengan Aditif Cangkang Kemiri. *Skripsi*. FMIPA. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Asadiya, A., & Nieke, K. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif. *Jurnal Teknik ITS, Vol. 7, No. 1*, D18-D22.
- Bansal, R., & Goyal, M. (2005). *Activated Carbon Adsorption*. United States of America: Lewis Publisher.
- Barsoum, M. (1997). *Fundamental of Ceramics*. England: IOP Publishing Ltd.
- Can, Bayramoglu, O., & Kobya, M. (2003). Decoloration of Reactive Dye Solutions by Electrocoagulation Using Aluminium Electrodes. *Ind.Eng Chem, Vol. 62*. 181-187.
- Chao, D., Xin, M., Chaoran, L., Lu, W., Liu, J., Dei, L., Ni, Y. (2019). Carbohydrates-rich Corncoobs Supported Metal-Organic Frameworks as Versatile Biosorbents for Dye Removal and Microbial Inactivation. *Carbohydrate Polymers, Vol. 222*, 1-9.
- Choiriyah, D., Esfi Riandini, Arinta Wulandari, Oktaviana Dewi Indah P., Alifia Harista Rachma, & Edi Pramono. (2015). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Keramik Micro-Filtrasi dari Zeolit Alam untuk Filtrasi Zat Warna Precision Red Mx8b dan Metilen Biru. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia, Vol. 11, No. 1*, 8-14.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fatimah, N., & Alimuddin, R. (2018). Penurunan Intensitas Warna Remazol Red dalam Limbah Batik dengan Elektrokoagulasi Menggunakan NaCl. *Jurnal Atomik, Vol. 3, No. 1*, 39-46.
- Fauzi, R., & Rahmayanti, M. (2020). Optimasi pH dan Waktu Reaksi Adsorpsi Indigosol Blue O4B Menggunakan Asam Humat Termodifikasi Magnetit (HA/Fe₃O₄). *Analit: Analytical and Enviromental Chemistry, Vol. 5, No. 2*, 135-142.
- Ferraz, F., & Yuan, Q. (2020). Performance of Oat Hulls Activated Carbon for COD and Color Removal from Landfill Leachate. *Journal of Water Process Engineering, Vol. 33*, 1-7.
- Fessenden, R., & Fessenden, J. (1982). *Kimia Organik* (Vol. Edisi Ketiga. Jilid I). (A. Pudjaatmakan, Trans.) Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fidelis, O. A., Akosile, S. I., Oluwatuyi, O. E., Temitope, F. A., Lasisi, K. H., Adewumi, J. R., Oguntuase, A. M. (2019). Bacterial Removal Efficency Data and Properties of Nigerian Clay Used as a Household Ceramic Water Filter. *Results in Engineering, Vol. 2*, 1-2.

- Fitriana, N., & Rahmayanti, M. (2020). Aplikasi Membran Filter Keramik Untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD Limbah Batik. *Al-Kimia*, Vol. 8, No. 2, 159-167.
- Gandjar, I. G., & Rohman, A. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gehan M.K, T., Bastaweesy, A., Ashour, E., Wael, A., Khalil, A. K., & N. A. (2016). Effective and Highly Recyclable Ceramic Membrane Based on Amorphous Nanosilica for Dye Removal from The Aqueous Solutions. *Arabial Jurnal of Chemisty*, Vol. 9, 287-296.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A., Pattiwiri, A., & Hendro, R. (2007). *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Hasan, N, L., Zakir, M., & Budi, P. (2014). Desilikasi Karbon Aktif Sekam Padi sebagai Adsorben Hg pada Limbah Pengolahan Emas di Kabupaten Buru Provisni Maluku. *Jurnal Chimica Acta*, Vol. 7, No. 2, 1-11.
- Hidayati, N. (2018). Pengaruh pH dan Waktu Elektrolisis Terhadap Elektrokolorisasi Remazol Red RB dalam Limbah Cair Batik. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. UMS: Surakarta.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., & Choma, J. (1991). *Active Carbon*. London: Horwood.
- Kanani, N., & Rahmayetty. (2018). *Pengaruh Penambahan FeCl3 dan Al2O3 Terhadap Kadar Lignin pada Delignifikasi Tongkol Jagung dengan Pelarut NaOH Menggunakan Bantuan Gelombang Ultrasonik*. Jakarta. 1-9.
- Khopkar, S. (2008). *Konsep Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Komala, R., Dewi, D. S., & Hajiansyah, G. (2019). Pengolahan Limbah Pewarna Batik. *Jurnal Ilmiah "TEKNIKA"*, Vol. 5, No. 2, 159-168.
- Larry, D. H. (2001). *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy in Hanbook of Analytical Methods for Material*. Material Evaluation and Engineering, Inc.
- Lempang, M., Syafii, W., & Pari, G. (2012). Sifat Mutu Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 30, No.2, 100-113.
- Maghfiroh, L., Ulfin, I., & Hendro, J. (2016). Pengaruh pH terhadap Penurunan Zat Warna Remazol Yellow FG oleh Adsorben Selulosa Bakterial Nata De Coco. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 5, 2337-3520.
- Mallevalle, J., Odendall, P., & Wiesner, M. (1996). *Water Treatment Membrane Processed*. New York: McGraw-Hill.
- Mauliddawati, V. T., & Purnomo, A. S. (2014). Biodegradasi Metil Orange Oleh Jamur Pelapuk Coklat *Daedalea Dockinsii*. *Kimia ITS*, Vol. 2, 1-4.
- Maylard, L., & Loosli, J. (1979). *Animal Nutrition 4th Edition*. New York: McGraw-Hill Bok Company.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Murniati, Tri, Inayati, & Budiastuti, M. (2015). Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik dengan Metode Elektrolisis sebagai Upaya Penurunan Tingkat Konsentrasi Logam Berat di Sungai Jenes, Laweyan, Surakarta. *Jurnal Ekosains*, Vol. VII, No. 1, 77-83.

- Ninggar, R. D. (2014). *Kajian Yuridis Tentang Pengendalian Limbah Batik di Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Noorikhlas, F. (2009). Analisis produk elektrodestruksi senyawa penyusun Limbah Batik: Elektrolisis Larutan Remazol Black B. *Skripsi*. FMIPA. UNDIP: Semarang
- Nurchahyo. (2012). *Fisika Filtrasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada Universty Press.
- Oktaviana, A. (2009). *Teknologi Penginderaan Mikroskopi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Oxtoby, D. (2001). *Prinsip-Prinsip Kimia Modern Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Pembayun, S., & Rahmayanti, M. (2020). Efektivitas Biji Asam Jawa sebagai Koagulan Alami dalam Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD. *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 9, No. 2, 162-169.
- Prasetyo, A. (2004). Kajian Mekanika dalam penentuan plastisitas lempung secara uji geser dan tekan-tidak-terkungkung. *Thesis*. Departemen Kimia. ITB: Bandung.
- Prasetyo, A., Nafsiati, R., Kholifah, S., & Botianovi, A. (2012). Analisis Permukaan Zeolit Alam Malang yang Mengalami Modifikasi Pori dengan Uji SEM-EDS. *SAINTIS*, Vol. 1, No. 2, 39-46.
- Pungus, M., Septiani, P., & Farly, T. (2019). Penurunan Kadar BOD dan COD dalam Limbah Cair Laundry Menggunakan Kombinasi Adsorben Alam sebagai Media Filtrasi. *Fullerene Journal of Chemistry*, Vol. 4, 54-56.
- Purnamawati, Eka., Ruslan, Wiraningtyas, A., & Munandar, A. (2019). Pemanfaatan Arang Aktif Tongkol Jagung (*Zea Mays L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Sintetis Ungu. *Jurnal Redoks*, Vol. 2, No. 2, 43-48.
- Putri, A. S., & Soewondo, P. (2010). Optimasi Penurunan Warna pada Limbah Tekstil Melalui Pengolahan Koagulasi Dua Tahap. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 16, No. 1, 10-20.
- Rahayu, I. (2017). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Keramik dengan Variasi Tepung Beras sebagai Aditif untuk Proses Mikrofiltrasi. *Sains dan Terapan Kimia*, Vol. 11, No. 2, 56-60.
- Rahmayanti, M., Nurhikmah, I., & 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, 67-74.
- Rahmayanti, M., Prandini, M., & Santi, G. (2020). Aplikasi Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol Blue Black dan Indigosol Blue: Studi Perbandingan Model Kinetika Adsorpsi dan Isoterm Adsorpsi. *Jurnal Sains Terapan*, Vol. 6, No. 2, 90-98.
- Rizki, A., Syahputra, E., Pandia, S., & Halimatuddahlia. (2019). Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dengan Aktivator H₃PO₄ terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 8, No. 2, 54-60.

- Rusydi, A. F., Suherman, D., & Sumawijaya, N. (2016). Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*, Vol. 31, No. 2, 105-144.
- Safitri, R., & 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., Sulihningtyas, W. D., & Mahardika, I. (2017). Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gunitir (*Tagetes erecta*) yang Diaktivasi dengan H₃PO₄. *Jurnal Kimia*, Vol. 11, No. 1, 1-9.
- Santi, G. C. (2018). Adsorpsi Zat Warna Indigosol Blue pada Asam Humat Hasil Isolasi Tanah Gambut Kalimantan. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Santi, G., & 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.
- Sari, R., Haris, A., & Prasetya, N. (2012). Kajian Metode Elektrofotokatalis, Elektrolisis, dan Fotokatalis pada Dekolorasi Larutan Zat Warna Remazol Red RB yang Mengandung Logam Cd²⁺. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, Vol. 15, No. 2, 58-61.
- Sari, S. F., & Sutrisno, J. (2018). Penurunan Total Coliform pada Air Tanah Menggunakan Membran Keramik. Vol. 16, 30-38.
- Sastrawijaya, A. T. (2009). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sembiring, M., & Sinaga, T. (2003). *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Medan: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- Setianingrum, N., Prasetya, A., & Sarto. (2017). Pengurangan Zat Warna Remazol Red Rb Menggunakan Metode Elektrokoagulasi secara Batch. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 11, No. 2, 78-85.
- Setiawan, F., Arifani M, L., 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.
- Setyaningrum, N., Prasetyo, A., & Sarto. (2016). Pengaruh Tegangan dan Jarak Antar Elektroda terhadap Pewarna Remazol Red Rb dengan Metode Elektrokoagulasi. *Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 1, 93-97.
- Siregar, S. (2005). *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sisnayati, Komala, R., & Suryani, R. (2018). Pengaruh Komposisi Aditif Sekam Padi Terhadap Ukuran Pori, Luas Permukaan, dan Porositas Membran Keramik. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 24, No. 3, 51-55.
- Sitorus, M. (2009). *Spektroskopi Eludasi Struktur Molekul Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Subriyer, N., Putri, R. W., & Intan, J. (2011). Peningkatan Kualitas Air Domestik di Kampus UNSRI Indralaya Menggunakan Filter Keramik Berbahan Tanah Liat Alam dan Abu Terbang Batu Bara. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 17, 9-18.
- Sugiharto. (2007). *Dasar-Dasar Pengolahan Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Sukarta, I., & Lusiani, N. (2016). Adsorpsi Zat Warna Azo Jenis Remazol Brilliant Blue oleh Limbah Daun Ketapang (*Terminalia Catappa L*). Jakarta 311-316.
- Sumar, H., Kadarohman, A., AA, S., & Supriatna, A. (1994). *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Syarifah, U., Mega, S., R., Muthmainnah, & Mulyono, A. (2015). Analisis Fisis Membran Biofilter Rokok dengan Variasi Daun, Biji, dan Kulit Delima. *Jurnal Neutrino*, Vol. 7, No. 2, 112-118.
- Taushiyah, A. (2018). Pengaruh Waktu Refluks dalam Konversi Biodiesel Minyak Dedak Padi (Rice Bran Oil) dengan Modifikasi Katalis ZrO_2 pada Abu Daun Bambu. *Skripsi*. FMIPA. UII: Yogyakarta.
- Theresia, M. (2004). *Polutan Dalam Zat Warna dan Dampaknya Terhadap Lingkungan*. Bandung: Balai Besar Tekstil.
- Utomo, W. P., Santoso, E., Yuhaneka, G., Triantini, A. I., Fatqi, M. R., Huda, M. F., & Nurfitriana, N. (2019). Studi Adsorpsi Zat Warna Naphtol Yellow S pada Limbah Cair Menggunakan Karbon Aktif dari Ampas Tebu. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, Vol. 13, No. 1, 104-116.
- Wahyuningsih, A., Ulfin, I., & Suprpto. (2018). Pengaruh pH dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Brilliant Blue R Menggunakan Adsorben Ampas Singkong. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 7, No.2, C17-C19.
- Waluyo, H. M., Faryuni, I., & Muid, A. (2017). Analisis Pengaruh Ukuran Pori Terhadap Sifat Listrik Karbon Aktif dari Limbah Tandan Kelapa Sawit pada Prototipe Baterai. *Jurnal Fisika FLUX*, Vol. 14, No. 1, 27-33.
- Wardhana, W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wijaya, E. (2005). Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kenari sebagai Adsorben 4-Klorofenol dalam Air. *Skripsi*. FMIPA. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Yuningsih, L. M., Mulyadi, D., & 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.
- Zaidi, A. G., Yusoff, M. S., Zaman, N. Q., Zamri, M. F., & Andas, J. (2017). Optimization of Preparation Condition for Activated Carbon from Banana Pseudo-Stem using Response Surface on Removal Color and COD from Landfill Leachate. *Waste Management*, 1-11.