

**SINTESIS KOMPOSIT MnO_2 /SELULOSA DAN APLIKASINYA
SEBAGAI ADSORBEN PADA ADSORPSI ZAT WARNA
MALASIT HIJAU**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Kimia**



OLEH :

DEDEK JUNIANI

08031281924116

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**SINTESIS KOMPOSIT MnO_2 /SELULOSA DAN APLIKASINYA
SEBAGAI ADSORBEN PADA ADSORPSI ZAT WARNA
MALASIT HIJAU**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Kimia

Oleh :

Dedek Juniani
08031281924116

Indralaya, Juli 2023

Pembimbing



Prof. Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si.
NIP. 197711272005011003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S.Si., M. Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Dedek Juniani (08031281924116) dengan judul "Sintesis Komposit MnO_2 /Selulosa dan Aplikasinya sebagai Adsorben pada Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Juli 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Juli 2023

Ketua :

1. Prof. Dr. Elfita, M.Si.

NIP. 196903261994122001

()

Sekretaris :

1. Dr. Addy Rachmat, M.Si.

NIP. 197409282000121001

()

Pembimbing :

1. Prof. Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si.

NIP. 197711272005011003

()

Penguji :

1. Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si.

NIP. 197211092000032001

()



2. Dr. Ady Mara, M.Si.

NIP. 196404301997022001

()

Mengetahui,



Dekan FMIPA

Prof. Dr. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia

Prof. Dr. Muharni, M.Si.

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Dedek Juniani

NIM : 08031281924116

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Indralaya, Juli 2023

Penulis,



Dedek Juniani

NIM. 08031281924116

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Dedek Juniani

NIM : 08031281924116

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul "Sintesis Komposit MnO₂/Selulosa dan Aplikasinya sebagai Adsorben pada Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau". Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Juli 2023

Yang menyatakan,



Dedek Juniani

NIM. 08031281924116

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Segalanya memiliki keajaiban bahkan kegelapan dan ketenangan, dan aku berada didalamnya”

Skripsi ini adalah bentuk rasa syukur dan terimakasih kepada Allah SWT serta Suri Tauladan Baginda Rasul Muhammad SAW, dan Skripsi ini aku persembahkan khusus untuk :

- Ibu dan Nenek Tersayang yang selalu menjadi *support system* terbaik diri ini dikala terpuruk, selalu ada ketika diri ini kehilangan rasa percaya diri, dan yang selalu menjadi motivator utama agar aku bisa untuk selalu membanggakan keluarga
- Adikku Reki Setiawan yang selalu menelponku ketika butuh uang untungnya ayuk sayang
- Kakakku Dedi Pratama yang selalu percaya dan membantuku setiap waktu
- Ayukku Yuni Erlinda yang tidak pernah bosan untuk memberi saran dan arahan untukku
- Cicikku Yeni Astiah yang selalu ada untukku
- Keempat Keponakanku Giga, April, Ebrin dan Pia yang selalu bicik rindukan
- Pamanku yang juga menjadi *support system* diri ini
- Keluarga besarku yang tidak bisa disebutkan satu-persatu dalam skripsi ini
- Dosen Pembimbing Skripsi dan Pembimbing Akademik
- Teman-teman kimia angkatan 2019 yang sudah menemani proses perjuangan dalam kisah ini
- Almamater Universitas Sriwijaya
- Diriku yang sudah kuat berjuang, berusaha dan bekerja keras untuk sampai pada titik ini

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sintesis Komposit MnO₂/Selulosa dan Aplikasinya sebagai Adsorben pada Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelarsarjana sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Proses Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, Namundengan izin Allah SWT melalui kekuatan yang diberikan-Nya dalam bentuk kesabaran, ketekunan, dan kuat menjalani kehidupan kampus. Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si. selaku pembimbing tugas akhir yang selalu sabar dalam membimbing, memotivasi, menasehati, serta memberikan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang selalu memberikan nikmat berlimpah dalam setiap detik yang dilalui oleh penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi untuk mendapatkan gelar sarjana strata (S1)
2. Ibu dan Nenek tersayang, terimakasih telah begitu sabar dan kuat dalam mendidik serta mengurus penulis hingga detik ini, begitu sabar dalam menghadapi tingkah laku penulis yang terkadang belum bisa menjadi anak yang terbaik bagi kalian karena sedikit banyak masih menyusahkan, terimakasih telah memberikan segala hal yang penulis butuhkan baik materi maupun lahir dan batin. Tiada kata yang bisa penulis ucapkan selain terima kasih dan tetap mendoakan penulis agar menjadi anak yang sukses dan selalu berbakti kepadamu.
3. Adikku Reki Setiawan, Kakakku Dedi Pratama dan Ayukku Yuni Erlinda, Cicikku Yeni Astiah, Terimakasih telah membantu jikalau penulis sedang membutuhkan bantuan dimanapun dan kapanpun, Tetap jadi orang terbaik ya dik, tetap jalani kehidupan dengan semangat dan kerja keras. Selalu doakan penulis agar bisa menjadi kakak, adik juga ponakan terbaik buat kalian.

4. Terima kasih kepada keluarga besarku (Paman, Bibi, Sepupu, Ponakan yang tidak bisa disebutkan satu per satu) yang tak henti-hentinya mendukungku dalam bidang akademik, selalu membanggakan penulis walau terkadang penulis belum menjadi yang terbaik.
5. Bapak Prof. Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si selaku pembimbing tugas akhir, terima kasih atas semua masukan, saran, arahan, kesabaran, serta bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis, Semoga kebaikan ibu dan bapak selalu dibalas oleh Allah SWT dan akan penulis kenang sampai akhir hidup penulis.
6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku ketua jurusan kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si sekaligus dosen penguji dan sekretaris sidang penulis, terimakasih telah memberikan masukan, saran kepada penulis semoga kebaikan ibu dan bapak selalu dibalas oleh Allah SWT.
7. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya terima kasih atas ilmu yang sudah diberikan saat pembelajaran.
8. Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si dan Bapak Dr. Ady Mara, M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, saran serta ilmu kepada penulis.
9. Ibu Dra. Fatma, M.S selaku dosen Pembimbing Akademik, terimakasih telah memberikan masukan, nasehat serta saran selama proses perkuliahan kurang lebih 4th ini.
10. Dosen-dosen kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya yang telah membimbing penulis dan mengukir cerita pada setiap perjalanan kehidupan yang dilalui oleh penulis.
11. Kak iin dan Mba Novi, Selaku Staff Administrasi Jurusan Kimia, yang telah banyak membantu penulis dari awal hingga akhir masa studi, Terimakasih kak iin dan mba novi semoga kita bisa tetap bercanda tawa dan bertemu dilain waktu.
12. Analis Kimia (Yuk Niar, Yuk Yanti, dan Yuk Nur) yang telah membantu penulis dari pengecekan sampel, penelitian hingga tugas akhir.
13. Teman-teman angkatan 2019 yang sudah berjuang bersama dalam proses di kisah kehidupan kampus ini. Terutama untuk Umi Nurlailia (Lia) dan Neneng Mardiana (Neneng) yang selalu ada untuk penulis dan sudah menjadi bagian keluarga dari kisah kampus ini.

14. Teman-teman BEM terutama Keluarga Dinas Polkastrat BEM (Ummu, Way, Syifa, Fian, Farda, Dina, Leli, Mba Jeni, Kak Putri, Kak Rama) yang sudah banyak memberikan penulis pengalaman dalam organisasi dan manajemen waktu juga melatih penulis untuk lebih berfikir kritis dan memiliki pemikiran serta pengetahuan luas.
15. Adik Asuh penulis Dinda Nurhaliza dan Errinda yang selalu memberikan semangat kepada penulis, semoga kalian juga selalu semangat dalam menjalani kehidupan kampus di kimia ini.
16. Teman-teman tim beskem (Dina, Restu, Erwin) Terimakasih sudah mau berjuang bersama penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
17. Kakak-kakak di beskem (Ka Alfian, Ka Ahmad, Ka Amri, Ka Erni, dan Ka Tata) Terimakasih untuk segala ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis.
18. Teman-teman SMA ku (Icha, Lidya dan Desva) yang selalu ada dikala penulis butuh tempat cerita.
19. Mayang Angelina selaku bocil yang selalu curhat dan menjadi tempat penulis berkeluh kesah.
20. Dina Emilia selaku kawan setim dalam penelitian, kawan asisten dalam praktikum anorganik, dan kawan dalam hal apapun bagi penulis. Sukses terus buat kita berdua ya sayang.
21. Kharis Furqonnil Hakim yang selalu dingin, ngeselin tapi peduli juga selalu jadi support system bagi penulis. Terkesan tidak romantis, tapi penulis sangat bersyukur akan hadirnya manusia es dari planet frozen ini dalam kehidupan penulis. Terimakasih karena sudah menjadi pendengar dan penasihat yang baik bagi penulis walaupun lebih banyak sisi menyebalkan. Terimakasih untuk 8 tahun terakhir yang penuh makna, semoga kedepannya kita selalu baik-baik aja ya. *I love you, more than yesterday and you know.*

22. Terakhir, Apresiasi untuk diriku karena sudah berjuang, berusaha dan bekerja keras sampai dititik ini meski banyak keluh kesah, tangis dan air mata dalam prosesnya tapi ternyata aku bisa kuat untuk bisa mendapatkan gelarku.

Indralaya, 28 Juli 2023

Penulis,

Dedek Juniani

08031281924116

SUMMARY

SYNTHESIS OF MnO₂/CELLULOSE COMPOSITE AND ITS APPLICATION AS AN ADSORBENT IN THE ADSORPTION OF MALACHITE GREEN DYE

Dedek Juniani : Supervised by Prof. Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si.
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.
xi and 69 Pages, 15 Images, 6 Tables, 11 Attachments.

Composite is known as a new material that is produced from a combination of two or more constituent materials so that they have better physical and chemical properties. The synthesis of the MnO₂/Cellulose composite was carried out to determine the adsorption ability of the adsorbent on the malachite green dye through the influence of variations in pH, contact time and temperature and to study the structural stability of the MnO₂/Cellulose composite as seen from the adsorption ability of the adsorbent during the regeneration process. MnO₂/Cellulose was characterized by XRD, FT-IR and BET analysis. The XRD characterization results show that the peak that appears is at 22.8° which is a specific region for cellulose compounds and the diffraction peak for MnO₂ material is found at 21.3770°. The results of the FT-IR characterization showed that there were O-H groups in the FT-IR spectrum of the MnO₂/Cellulose composite at wave number 3348.42 cm⁻¹, C-H groups were shown at wave number 2900.94 cm⁻¹ and Mn-O groups appeared at wave number 1620,21 cm⁻¹. The BET characterization shows that the MnO₂/Cellulose composite material has a surface area of 36.393 m²/g with a pore volume of 0.174 cc/g and a pore diameter of 15.284 nm. Second order pseudo adsorption kinetics is more suitable to explain the adsorption process malachite green using a composite adsorbent of MnO₂/cellulose and cellulose with a linear regression coefficient close to 1. Parameters of malachite green adsorption isotherms for both adsorbents lead to the Freundlich isotherm model and occur spontaneously. The large surface area of the MnO₂/Cellulose composite resulted in the adsorption capacity and efficiency of the MnO₂/Cellulose composite being greater than that of cellulose so that the decrease in the percentage of adsorption that occurred was not so drastic.

Key Words : Composite, MnO₂, Cellulose, Adsorption, Malachite Green.
Citation : 35 (1982 – 2021)

RINGKASAN
SINTESIS KOMPOSIT MnO₂/SELULOSA DAN APLIKASINYA
SEBAGAI ADSORBEN PADA ADSORPSI ZAT WARNA
MALASIT HIJAU

Dedek Juniani : dibimbing oleh Prof. Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si.
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
xi dan 69 Halaman, 15 Gambar, 6 Tabel, 11 Lampiran.

Komposit dikenal sebagai material baru yang dihasilkan dari gabungan dua atau lebih material penyusun sehingga memiliki sifat fisik dan kimia yang lebih baik. Sintesis komposit MnO₂/Selulosa dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi adsorben terhadap zat warna malasit hijau melalui pengaruh variasi pH, waktu kontan dan temperatur serta mempelajari stabilitas struktur dari adsorben komposit MnO₂/Selulosa yang dilihat dari kemampuan adsorpsi ketika proses regenerasi. MnO₂/Selulosa dikarakterisasi melalui analisis XRD, FT-IR dan BET. Hasil karakterisasi XRD puncak yang muncul berada pada 22,8° yang merupakan daerah spesifik senyawa selulosa dan puncak difraksi material MnO₂ didapatkan pada daerah 21,3770°. Hasil karakterisasi FT-IR menunjukkan bahwa terdapat gugus O-H spektrum FT-IR dari komposit MnO₂/Selulosa pada bilangan gelombang 3348,42 cm⁻¹, gugus C-H ditunjukkan pada bilangan gelombang 2900,94 cm⁻¹ dan gugus Mn-O muncul pada bilangan gelombang 1620,21 cm⁻¹. Karakterisasi BET menunjukkan bahwa material komposit MnO₂/Selulosa memiliki luas permukaan sebesar 36,393 m²/g dengan volume pori sebesar 0,174 cc/g serta diameter pori 15,284 nm. Kinetika adsorpsi *pseudo second order* lebih sesuai untuk menjelaskan proses adsorpsi malasit hijau menggunakan adsorben komposit MnO₂/selulosa dan selulosa dengan nilai koefisien regresi linier mendekati 1. Parameter isoterm adsorpsi malasit hijau pada kedua adsorben mengarah pada model isoterm Freundlich dan terjadi secara spontan. Luas permukaan komposit MnO₂/Selulosa yang besar mengakibatkan kapasitas dan efisiensi adsorpsi yang dimiliki oleh komposit MnO₂/Selulosa lebih besar dibandingkan selulosa sehingga penurunan persen adsorpsi yang terjadi tidak begitu drastis.

Kata Kunci : Komposit, MnO₂, Selulosa, Adsorpsi, Malasit Hijau
Sitasi : 35 (1982 - 2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Mangan Oksida (MnO ₂).....	4
2.2 Selulosa Mikrokrystalin.....	4
2.3 Komposit	6
2.4 Malasit Hijau.....	6
2.5 Adsorpsi	7
2.7 Pengukuran dan Karakterisasi	11
2.7.1 Spektrofotometer UV-Visible	11
2.7.2 X-Ray Diffraction (XRD)	111
2.7.3 Fourier Transform-Infra Red (FT-IR)	112
2.7.4 Scanning Electron Microscopy (SEM).....	13
2.7.5 Brunaur Emmet Teller (BET).....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.3.1 Sintesis Komposit MnO ₂ /Selulosa (Liang <i>et al.</i> , 2017)	15
3.3.2 Pembuatan Larutan Induk Malasit Hijau Konsentrasi 1000 mg/L ...	16
3.3.3 Penentuan Panjang Gelombang pada Absorbansi Maksimum Zat Warna Malasit Hijau	16
3.4 Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau Oleh Selulosa dan Komposit MnO ₂ /Selulosa	16
3.4.1 Pengaruh pH Adsorpsi.....	16
3.4.2 Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi.....	17
3.4.3 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi.....	17
3.5 Regenerasi Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa.....	17
3.6 Analisa Data	18
3.6.1 Analisis Data Karakterisasi.....	18
3.6.2 Analisis Data Adsorpsi.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Karakterisasi Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa Menggunakan Analisis XRD	19
4.2 Karakterisasi Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa Menggunakan Analisis FT-IR	200
4.3 Karakterisasi Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa Menggunakan Analisis <i>Brunaur Emmet Teller</i> (BET).....	222
4.4 Penentuan pH pzc (<i>Point Zero Charge</i>).....	233
4.5 Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau dengan Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa.....	255
4.5.1 Pengaruh pH Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau dengan Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa	255
4.5.2 Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau dengan Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa	266
4.5.3 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau dengan Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa...	288

4.6 Regenerasi Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa dengan Zat Warna Malasit Hijau	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Selulosa Mikrokrystalin	5
Gambar 2.2 Struktur Zat Warna Malasit Hijau	7
Gambar 2.3 Spektrum UV-Vis Malasit Hijau	12
Gambar 2.4 Difraktogram MnO ₂	12
Gambar 2.5 Spektrum FT-IR MnO ₂ pada Temperatur 373K, 473K dan 773K....	13
Gambar 2.6. Hasil SEM Mn.....	14
Gambar 4.1 Pola Difraktogram XRD Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa	19
Gambar 4.2 Spektrum FT-IR Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa.....	20
Gambar 4.3 Pengaruh pH Adsorpsi Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa.....	22
Gambar 4.4 Penentuan pH <i>Point of Zero</i> (PZC) Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa	24
Gambar 4.5 Perbandingan Pengaruh pH Adsorpsi Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa.....	25
Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau oleh Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa	27
Gambar 4.7 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Zat Warna Malasit Hijau dengan Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa	29
Gambar 4.8 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Zat Warna Malasit Hijau dengan Adsorben Selulosa.....	29
Gambar 4.9 Regenerasi Adsorben Komposit MnO ₂ /Selulosa dan Selulosa pada Zat Warna Malasit Hijau	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Analisis Data Bilangan Gelombang FT-IR dalam cm^{-1} pada Komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$, Mangan (ii) Asetat dan Selulosa.....	21
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran <i>Brunaur Emmer Teller</i> (BET) pada Adsorben Komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$	25
Tabel 4.3 Model Kinetika Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau	28
Tabel 4.4 Data Isoterm Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau pada Komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$ dan Selulosa.....	30
Tabel 4.5 Data Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau pada Adsorben Komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$	32
Tabel 4.6 Data Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau pada Adsorben Selulosa	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Digital XRD.....	41
Lampiran 2. Data Digital FT-IR.....	42
Lampiran 3. Data Digital BET.....	44
Lampiran 4. Data Penentuan Panjang Gelombang Zat Warna Malasit Hijau.....	46
Lampiran 5. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Zat Warna Malasit Hijau pada pH 3.....	47
Lampiran 6. Data Pengaruh Variasi pH Zat Warna Malasit Hijau.....	48
Lampiran 7. Data Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau	49
Lampiran 8. Data Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	51
Lampiran 9. Data Perhitungan Parameter Isoterm Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	54
Lampiran 10. Data Perhitungan Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Malasit Hijau.....	63
Lampiran 11. Data Regenerasi Adsorben terhadap Zat Warna Malasit Hijau.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Malasit hijau merupakan zat warna dengan rumus molekul $C_{23}H_{25}N_2$ sehingga memiliki berat molekul sebesar 364,91 g/mol. Zat warna malasit hijau dalam keadaan padatan umumnya berwarna hijau, namun ketika dilarutkan akan berubah menjadi biru sehingga panjang gelombang maksimum zat warna malasit hijau umumnya berada pada rentang 617 sampai 618 nm (Kumar *and* Kumar, 2015). Malasit hijau merupakan salah satu zat warna yang umum digunakan dalam dunia industri seperti industri tekstil sebagai bahan pewarna bagi pembuatan wol dan sutra serta sebagai agen antibakteri dan antimikroba pada industri perikanan. Jasinska *et al.*, (2015) melaporkan bahwa zat warna malasit hijau merupakan zat warna yang sangat beracun dan dapat mengurangi kesuburan tanah.

Industri tekstil saat ini semakin meluas seiring meningkatnya kebutuhan sandang masyarakat Indonesia. Penggunaan pewarna sintesis umumnya digunakan dalam industri tekstil. Adapun zat warna sintesis yang banyak ditemukan diantaranya metilen merah, metilen biru, kongo merah, rhodamin – B dan malasit hijau (Hua *et al.*, 2019). Naimah *et al.*, (2014) melaporkan bahwa zat warna malasit hijau merupakan zat warna sintesis yang paling umum ditemukan pada industri tekstil. Limbah cair dari industri tekstil menjadi masalah yang serius bagi lingkungan. Eltaweil *et al.*, (2020) melaporkan bahwa lebih dari 1000 ton per tahun zat warna digunakan dalam industri tekstil dan sekitar 10 – 15% limbah zat warna tersebut dibuang ke perairan. Akansha *et al.*, (2020) mengatakan sebagian besar limbah cair dari industri tekstil langsung dibuang tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu. Namun, Ida (2011) melaporkan bahwa zat warna tekstil yang dihasilkan dari limbah industri sulit teradsorpsi karena zat warna umumnya mengandung senyawa organik yang memiliki struktur aromatik yang menyebabkan zat warna sulit terdegradasi secara alamiah, sukar terurai, tidak ramah lingkungan dan memiliki sifat yang resisten. Naimah *et al.*, (2014) mengatakan bahwa pewarna sintesis yang digunakan haruslah diolah terlebih dahulu sebelum dibuang sebagai

limbah guna mencegah kerusakan lingkungan. Hal ini menyebabkan zat warna malasit hijau yang dihasilkan dari limbah industri perlu dilakukan pengolahan.

Adapun beberapa cara yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah tekstil diantaranya filtrasi, degradasi, adsorpsi, koagulasi, elektrolisis dan lain sebagainya. Metode yang paling umum digunakan untuk menghilangkan zat warna dari limbah cair adalah metode adsorpsi. Metode adsorpsi memiliki keunggulan karena efisien, sederhana dan biaya yang murah. Penelitian ini menggunakan metode adsorpsi sebagai cara pengolahan limbah zat warna malasit hijau. Namun, keefektifan metode adsorpsi bergantung pada kemampuan dan sifat-sifat yang dimiliki adsorben, dimana semakin besar luas permukaan adsorben maka kemampuan kapasitas adsorpsinya akan semakin besar.

Adsorpsi zat warna malasit hijau dilakukan dengan menggunakan komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$ yang berperan sebagai adsorben dalam adsorpsi zat warna malasit hijau. Sintesis komposit perlu dilakukan agar adsorben memiliki luas permukaan dan daya adsorpsi yang besar. Hal ini disebabkan selulosa memiliki luas permukaan dan daya serap yang kurang baik sebagai adsorben. Komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$ disintesis melalui metode kopresipitasi. Dalam pembuatannya, sebelum terbentuk komposit, mangan (ii) asetat akan dioksidasi oleh KMnO_4 sehingga membentuk Mangan Oksida (MnO_2). Mangan oksida (MnO_2) selanjutnya digunakan sebagai *supporting material* dalam sintesis adsorben komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$.

Keberhasilan sintesis komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$ dapat ditinjau dari hasil karakterisasi melalui *X-Ray Diffraction (XRD)*, analisis gugus fungsi yang terdapat dalam adsorben yang dilakukan dengan *Fourier Transform-Infra Red (FT-IR)* dan *Brunaur Emmet Teller (BET)* untuk mengetahui pori – pori dan luas permukaan adsorben. Setelah dilakukan karakterisasi, material selanjutnya diaplikasikan sebagai adsorben pada zat warna malasit hijau. Kemampuan adsorpsi komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$ diketahui menggunakan parameter kinetika dan termodinamika seperti pengaruh waktu adsorpsi, konsentrasi adsorpsi dan temperatur adsorpsi. Selanjutnya dilakukan proses regenerasi untuk mengetahui stabilitas struktur dari adsorben komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$ dimana diharapkan komposit $\text{MnO}_2/\text{Selulosa}$ memiliki luas permukaan yang besar sehingga memiliki kapasitas dan daya

adsorpsi yang besar serta memiliki struktur yang stabil agar dapat digunakan secara berulang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik komposit MnO₂/Selulosa berdasarkan analisis XRD, FT-IR dan BET?
2. Bagaimana kemampuan adsorpsi komposit MnO₂/Selulosa pada adsorpsi zat warna malasit hijau dengan variasi pengaruh pH, waktu kontak, konsentrasi dan temperatur.
3. Bagaimana kestabilan struktur komposit MnO₂/Selulosa?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh dan mempelajari material komposit MnO₂/Selulosa berdasarkan karakterisasi melalui analisis XRD, FT-IR dan BET.
2. Mempelajari kemampuan adsorpsi komposit MnO₂/Selulosa pada adsorpsi zat warna malasit hijau dengan variasi pengaruh pH, waktu kontak, konsentrasi dan temperatur.
3. Mempelajari stabilitas struktur dari komposit MnO₂/Selulosa yang dilihat dari banyaknya zat warna malasit hijau yang teradsorpsi ketika proses regenerasi adsorben.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi tentang sintesis komposit MnO₂/Selulosa serta aplikasinya sebagai adsorben pada adsorpsi zat warna malasit hijau guna mengurangi kerusakan lingkungan serta sumber referensi bagi peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusriyadin, Agusriyadin. (2020). Karakterisasi, Kinetika, dan Isoterm Adsorpsi Limbah Ampas Kelapa sebagai Adsorben Ion Cu(II). *SAINTIFIK*. 6. 104-115.
- Bakatula, E. N., Richard, D., Neculita, C. M., and Zagury, G. J. (2018). Determination of Point of Zero Charge of Natural Organic Materials. *Environmental Science and Pollution Research*. 25 (8): 7823-7833.
- Buttersack, C. 2021. General Cluster Sorption Isotherm. *Journal of Microporous and Mesoporous*. 316 (2021): 2-9.
- Cahyono, D. A. dan Agung, R. T. (2012). Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan COD dari Limbah Cair Domestik Rumah Susun Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1): 1-9.
- Chen, Y., Zou, C., Mastalerz, M., Hu, S., Gasaway, C. and Tao, X. (2015). Applications of Micro-Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) in the Geological Sciences. *International Journal of Molecular Sciences*, 16 (1): 30223-30250.
- Edison, Andarini, D. and Ela, D. S. (2019). Karakteristik Selulosa Mikrokrystalin dari Rumput Laut Merah *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22 (3): 483-489.
- Elena, J. and Lucia, M. D. (2012). Application of X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM) Methods to the Portland Cement Hydration Processes. *Journal of Applied Engineering Sciences*, 2 (1): 35– 42.
- Eltaweil, A. S., Mohamed, H. A., Monaem, E. M., & El-Subruiti, G. M. (2020). Mesoporous Magnetic Biochar Composite for Enhanced Adsorption of Malachite Green Dye: Characterization, Adsorption Kinetic, Thermodynamic and Isotherms. *Advanced Powder Technology The Society of Powder Technology Japan*. 1-11.
- Gregg, S.J. and Sing, KSW. 1982. *Adsorption, Surface Area and Porosity*. London. Academic Press.
- Haber, J., Block, JH., and Delmon, B. 1995. Manual of Methods and Procedures for Catalyst Characterization. *Journal Pure and Applied Chemistry*. 67: 1257–1306.
- Handayani, Hani & Cifriadi, Adi & Handayani, Aniek & Chalid, Mochamad & Lumingkewas, Riana & Savetlana, Shirley. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Komposit Karet Alam/Selulosa dengan Variasi Jenis Selulosa. *Jurnal Penelitian Karet*. 36. 173-182.
- Harumi, M., Shaleh, F., Sudiono, S., dan Triyono, T. (2020). Studi Kinetika Adsorpsi Ion Au (III) Menggunakan Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Praxis*, 2(2), 148.
- Hasyim, U. H. dan Fitriyano, G. (2017). Pengaruh Konsentrasi HCl dan Massa Adsorben dalam Pengolahan Limbah Pelumas Bekas dengan Kajian

- Keseimbangan Adsorpsi Bentonit Terhadap Logam Fe. *Jurnal Integrasi Proses*, 6 (4): 191-196.
- Holtzapfel, M.T. 2003. *Wood: Chemistry, Ultrastucture, Reaction*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Hu, Q., Chenghuan, Y., He, L., Guan, Q and Rongrong, M. 2019. Ni-Cu/Al₂O₃ catalysts for the selective hydrogenation of acetylene: a study on catalytic performance and reaction mechanism. *New Journal of Chemistry at Royal Science Chemistry*. 43: 18120 – 18125.
- Jasinska, A., Katarzyna, P., Anna, S. and Jerzy, D. (2015). Malachite Green Decolorization by the Filamentous Fungus *Myrothecium Roridu* Mechanistic Study and Process Optimization. *Bioresource Technology*, 194 (1): 43-48.
- Kumar, B. and Kumar, U. (2015). Adsorption of Malachite Green in Aqueous Solution onto Sodium Carbonate Treated Rice Husk. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 32 (8): 1655–1666.
- Lequin, S., Chassagne, D., Karbowiak, T., Gougeon, R., Brachais, L. and Bellat, J. (2010). Adsorption Equilibria of Water Vapor on Cork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (6): 3438-3445.
- Lestari, Shintia & Malino, Mariana. (2014). Pemanfaatan Selulosa Kristalin dari Limbah Serbuk Penggergajian Sebagai Bahan Pengisi pada Komposit Karet Alam/Selulosa Kristalin. *POSITRON*. 4.
- Mohammed, A. and Abdullah, A. (2018). Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics*, 1454 – 8003: 1-9.
- Mukaromah, Pamungkas, D. I., dan Darminto. (2019). Structural Characterization of Amorphous Carbon Films From Palmyra sap. *AIP Conference Proceedings*, 21 (20).
- Mylarappa, M & Lakshmi, V & Mahesh K R, Vishnu & H P, Nagaswarupa & Raghavendra, N. (2016). A facile hydrothermal recovery of nano sealed MnO₂ particle from waste batteries: An advanced material for electrochemical and environmental applications. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 149.
- Neto WK, Vieira TL, Gama EF. 2019. Barbell Hip Thrust, Muscular Activation and Performance A Systematic Review. *J Sports Sci Med*. 18 (2): 199.
- Nuringtyas, Tri Rini. 2010. *Karbohidrat*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Rahayu, Sri & Herawati, Netti & Wijaya, Mohammad. (2020). Sintesis Nanopartikel Mangan Oksida dengan Metode Sol Gel dan Uji Aktivitas Katalitik terhadap Degradasi Zat Warna Rhodamin B. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*. 21. 190.

- Riyanto, Cucun & Raharjianti, Bereka & Aminu, November. (2021). Studi Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Ion Fe (III) dan Mn (II) pada Karbon Aktif Batang Eceng Gondok. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 15. 44.
- Santoso, E., Ediati, R., Kusumawati, Y., Bahruji, H., Sulistino, D. O., & Prasetyoko, D. (2020). Review on Recent Advances of Carbon Based Adsorbent for Metylene Blue Removal from Waste Water. *Materials Today Chemistry*. 16.
- Sujatno, A., Rohmad, S., Bandriyana, F. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Material Komposit. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 13(3): 78.
- Syauqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, H.A. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12 (1): 11-20.
- Tutu, R., Subaer. dan Usman. (2015). Studi Analisis Karakterisasi dan Mikrostruktur Mineral Sedimen Sumber Air Panas Sulili di Kabupaten Pinrang. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 11 (2): 192-201.
- Wahyuni, Nelly & Silalahi, Imelda & Angelina, Dina. (2019). Isoterm Adsorpsi Fenol oleh Lempung Alam. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 7. 029.
- Walujodjati, A. 2008. Sintesis Hidrotermal dari Serbuk Oksida Keramik. *Momentum*. 4 (2) : 33 - 37.
- Wang, J and Wang, S. 2019. Preparation, Modification and Environmental Application of Biochar. *Journal of Cleaner Production*. 227 (2019) :1.
- Zhang, B., Dong, Z., Sun, D., Wu, T. and Li, Y. (2017). Enhanced Adsorption Capacity of Dyes by Surfactant-Modified Layered Double Hydroxides from Aqueous Solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 49 (2016), 208–218.