

**SINTESIS KOMPOSIT CaO/Fe₃O₄ DAN APLIKASINYA
UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA *CONGO RED***

SKRIPSI

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



Oleh:

Vika Putri Safira

08031181823012

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN
SINTESIS KOMPOSIT CaO/Fe₃O₄ DAN APLIKASINYA UNTUK
ADSORPSI ZAT WARNA CONGO RED

SKRIPSI

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

Disusun oleh :

Vika Putri Safira
08031181823012

Indralaya, September 2022

Mengetahui,

Dekan FMIPA



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

Pembimbing



Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304031999032001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Komposit CaO/Fe₃O₄ dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Zat Warna *Congo Red*” telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 09 September 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, September 2022

Ketua:

1. **Dr. Suheryanto, M.Si**
NIP. 196006251989031006

Pembimbing

1. **Widia Purwaningrum, M.Si**
NIP. 197304031999032001

Pengaji:

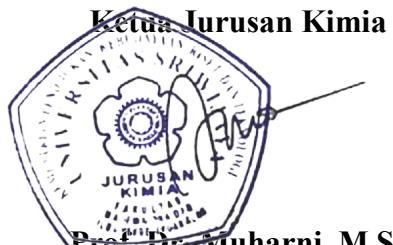
1. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si**
NIP. 196808271994022001

2. **Dr. Heni Yohandini, M.Si**
NIP. 197011152000122004

Mengetahui



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



Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903041994122001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Vika Putri Safira

NIM : 08031181823012

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini berlum pernah diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana 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.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 12 September 2022

Penulis



Vika Putri Safira

NIM. 08031181823012

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Vika Putri Safira

NIM : 08031181823012

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Sintesis Komposit CaO/Fe₃O₄ dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Zat Warna *Congo Red*”. Dengan hak bebas royalty non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 12 September 2022

Penulis



Vika Putri Safira

NIM. 08031181823012

HALAMAN PERSEMBAHAN

- Maka nikmat Tuhan-mu yang manakah yang kamu dustakan (Q.S. Ar-Rahman).
- Ketika kamu ikhlas menerima semua kekecewaan hidup maka Allah akan membayar tuntas semua kekecewaanmu dengan beribu-ribu kebaikan (Ali bin Abi Thalib).
- Teruslah berusaha, bekerja keras, selalu dalam kebaikan dan ingatlah selalu Allah selalu menemani dalam setiap langkah yang kau ambil (Vika Putri Safira).
- Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya menemukanmu (Ali bin Abi Thalib).

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- Allah SWT.
- Nabi Muhammad SAW.

Dan kupersembahkan kepada:

1. Papa, Mama, Briyan dan Dzaka yang telah memberi semangat, support dan nasehat dalam berbagai hal dalam menempuh pendidikan.
2. Seluruh keluarga tercinta dan teman-temanku.
3. Pembimbing.
4. Diriku sendiri yang sudah berjuang dan bertahan sampai dititik ini.
5. Almamaterku (Universitas Sriwijaya).

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis Komposit CaO/Fe₃O₄ dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna *Congo Red*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Selama penelitian dan penulisan skripsi ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Widia Purwaningrum, M.Si** yang telah sabar dalam memberikan bimbingan, saran, masukan, dukungan, motivasi, serta petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu dan bapak selalu senantiasa diberikan kesehatan dan perlindungan oleh Allah SWT.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Kepala Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Widia Purwaningrum selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan nasihat selama penulis menjalani masa perkuliahan hingga selesaiya skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si yang telah memberikan bimbingan, arahan dan nasihat kepada penulis selama proses penelitian hingga skripsi ini selesai.
5. Ibu Dr. Heni Yohandini, M.Si dan Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si selaku dosen penguji sidang sarjana yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis terhadap penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen FMIPA Kimia yang telah mendidik dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.

7. Mba Novi dan Kak Chosiin selaku admin jurusan kimia yang telah berbaik hati membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi selama masa perkuliahan.
8. Papa, mama dan adik-adikku yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat serta terima kasih atas cinta dan kasih sayang tak terhingga sampai saat ini yang diberikan sehingga penulis dapat berada pada tahap ini.
9. Keluarga besar penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
10. Member SGS Fadhila Annisa Mawaddah, Marya Antonetty Tarigan, Rotua Natalia Manalu, Sabrina Anastasya dan Salsabillah Aska Pirdausia selaku teman seperjuangan perkuliahan sejak maba, teman berbagi keluh kesah, suka duka, serta selalu senantiasa menemani, membantu, memberi semangat dan nasihat kepada penulis mengenai masalah perkuliahan maupun hal lainnya. Terimakasih telah menjadi orang-orang yang selalu ada, semoga kita dapat bertemu kembali.
11. Tim tugas akhir, Dinda Ulandari, Nurul Aulia dan Siti Chodijah yang selalu senantiasa memberikan semangat, motivasi, saran, waktu dan tenaga selama proses penelitian hingga selesaiya skripsi ini.
12. Aulia, Erik, Dame, Ikram, Puput dan Lita selaku teman semasa SMA yang selalu memberikan saran, dukungan dan semangat serta mendengarkan segala keluh kesah penulis mengenai berbagai hal.
13. Teman-teman penelitian di lab analis, Annisa Fitri Amatullah, Sri Anita Andini, Siti Azizah, Nurhidayah, Anggun Dita Dyah Gayatri, Tias Anisa Kemuning, Brahma dan Yolanda yang selalu senantiasa memberikan semangat, dukungan dan membantu penulis selama proses penelitian hingga skripsi ini selesai.
14. Tiara, Siti, Sukma, Restri, Rolis dan irene yang menemani penulis ketika lembur, memberikan bantuan serta semangat kepada penulis selama proses penelitian.
15. Teman-teman semasa KKN serta teman seperantauan HIMAJA yang telah bersama-sama sebagai keluarga satu almamater.

16.Teman seperjuangan kimia 2018 yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan. Terima kasih kepada kakak tingkat 2016, 2017 serta adik tingkat 2019, 2020, 2021 dan 2022 yang telah membersamai sebagai keluarga satu almamater.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Indralaya, 19 September 2022

Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS OF CaO/Fe₃O₄ COMPOSITE AND ITS APPLICATION FOR CONGO RED DYE ADSORPTION

Vika Putri Safira: Supervised by Widia Purwaningrum, M.Si.
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University
Viii + 87 pages, 19 images, 6 tables, 19 attachments

The presence of congo red dye in water can be removed by the adsorption method. CaO/Fe₃O₄ composite as adsorbent can adsorb congo red dye in water. CaO/Fe₃O₄ composite and Fe₃O₄ were synthesized using coprecipitation method and characterized by XRD, BET, FTIR and VSM analysis. CaO/Fe₃O₄ composite was used as an adsorbent in the adsorption process of congo red dye with variations in contact time, concentration and temperature. The results of the XRD characterization of the CaO/Fe₃O₄ composite showed a diffraction pattern at $2\theta = 29.3780^\circ$; 30.1918° ; 35.6294° ; 43.1931° ; 53.7291° ; 57.1870° and 62.8818° . The result of the BET characterization showed that the surface area of the CaO/Fe₃O₄ composite was $110.546 \text{ m}^2/\text{g}$. The results of FTIR characterization showed that before adsorption there were Fe-O groups at wave numbers 561.29 and 584.43 cm^{-1} and at wave number 873.75 cm^{-1} there were functional groups of Ca-O. CaO/Fe₃O₄ after adsorption showed a new absorption peak at wave number 1174.65 cm^{-1} which is a functional group of S-O and at wave number 1226.73 cm^{-1} there is a C-N functional group.

The results of the VSM characterization showed that the magnetization value of the CaO/Fe₃O₄ composite was 65 emu/g and Fe₃O₄ was 91 emu/g . The optimum condition of the CaO/Fe₃O₄ composite in adsorption of congo red dye was at a contact time 50 minutes, concentration of the congo red solution was 225 mg/L and a temperature at 50°C . The second order pseudo adsorption kinetic is more suitable to explain the adsorption process of congo red dye with $R^2 = 0.9992$, $K_2 = 0.12 \text{ g/mg.minute}$ and $Q_e = 12.24 \text{ mg/g}$. Congo red dye adsorption isotherm lead to the Langmuir isotherm model and has a value of $R^2 = 0.9942$ and $Q_m = 46.95 \text{ mg/g}$. Congo red dye adsorption process using CaO/Fe₃O₄ composite has $\Delta H = 39.77 \text{ kJ/mol}$, $\Delta S = 0.15$ and ΔG is negative. So that the adsorption process takes place endothermic and occurs spontaneously.

Keywords : CaO/Fe₃O₄ composite, Fe₃O₄, congo red, coprecipitation, adsorption

Citation : 44 (1993-2021)

RINGKASAN
SINTESIS KOMPOSIT CaO/Fe₃O₄ DAN APLIKASINYA
UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA CONGO RED

Vika Putri Safira: Dibimbing oleh Widia Purwaningrum, M.Si.
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Viii + 87 Halaman, 19 Gambar, 6 Tabel, 19 Lampiran

Keberadaan zat warna *congo red* dalam air dapat dihilangkan dengan metode adsorpsi. Komposit CaO/Fe₃O₄ sebagai adsorben dapat mengadsorpsi zat warna *congo red* dalam air. Komposit CaO/Fe₃O₄ dan Fe₃O₄ disintesis menggunakan metode kopresipitasi dan dikarakterisasi dengan XRD, BET, FTIR dan VSM. Komposit CaO/Fe₃O₄ digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi zat warna *congo red* dengan variasi waktu kontak, konsentrasi dan suhu. Hasil karakterisasi XRD komposit CaO/Fe₃O₄ muncul pola difraksi pada $2\theta = 29,3780^\circ$; $30,1918^\circ$; $35,6294^\circ$; $43,1931^\circ$; $53,7291^\circ$; $57,1870^\circ$ dan $62,8818^\circ$. Hasil karakterisasi BET menunjukkan luas permukaan komposit CaO/Fe₃O₄ sebesar $110,546 \text{ m}^2/\text{g}$. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan CaO/Fe₃O₄ sebelum adsorpsi terdapat gugus Fe-O pada bilangan gelombang $561,29$ dan $584,43 \text{ cm}^{-1}$ dan pada bilangan gelombang $873,75 \text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus fungsi dari Ca-O. CaO/Fe₃O₄ setelah adsorpsi menunjukkan puncak serapan baru pada bilangan gelombang $1174,65 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus fungsi dari S-O dan pada bilangan gelombang $1226,73 \text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus fungsi C-N.

Hasil karakterisasi VSM didapatkan nilai magnetisasi komposit CaO/Fe₃O₄ sebesar 65 emu/g dan Fe₃O₄ sebesar 91 emu/g . Kondisi optimum dari komposit CaO/Fe₃O₄ dalam mengadsorpsi zat warna *congo red* pada waktu kontak 50 menit, konsentrasi larutan *congo red* 225 mg/L dan suhu 50°C . Kinetika adsorpsi pseudo orde dua lebih sesuai untuk menjelaskan proses adsorpsi zat warna *congo red* dengan nilai $R^2 = 0,9992$, $K_2 = 0,12 \text{ g/mg.menit}$ dan $Qe = 12,24 \text{ mg/g}$. Isoterm adsorpsi zat warna *congo red* mengarah pada model isoterm Langmuir dan memiliki nilai $R^2 = 0,9942$ dan $Qm = 46,95 \text{ mg/g}$. Proses adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan komposit CaO/Fe₃O₄ memiliki $\Delta H = 39,77 \text{ kJ/mol}$, $\Delta S = 0,15$ dan ΔG bernilai negatif. Sehingga proses adsorpsi berlangsung secara endotermik dan terjadi secara spontan.

Kata Kunci : Komposit CaO/Fe₃O₄, Fe₃O₄, *Congo red*, kopresipitasi, adsorpsi
Situs : 44 (1993-2021)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error!
Bookmark not defined.	
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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 Zat Warna <i>Congo Red</i>	4
2.2 Kalsium Oksida (CaO).....	5
2.3 Magnetit (Fe_3O_4).....	6
2.4 Metode Kopresipitasi.....	7
2.5 Adsorpsi.....	8
2.6 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	9
2.7 <i>Brunaur-Emmet-Teller (BET)</i>	10
2.8 <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	11

2.9	<i>Vibrating Sample Magnetometer (VSM)</i>	12
2.10	Spektrofotometer UV-vis.....	13
2.11	Studi Isoterm Adsorpsi.....	14
2.12	Studi Kinetika Adsorpsi.....	15
2.13	Studi Termodinamika.....	16
2.14	pH <i>Point Zero of Charge</i> (pHpzc).....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		19
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2	Alat dan Bahan.....	19
3.2.1	Alat.....	19
3.2.2	Bahan.....	19
3.3	Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1	Sintesis Fe ₃ O ₄	19
3.3.2	Sintesis Komposit CaO/Fe ₃ O ₄	20
3.3.3	Pembuatan Larutan Induk dan Larutan Standar.....	20
3.3.4	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	21
3.3.5	Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	21
3.4	Karakterisasi CaO, CaO/Fe ₃ O ₄ dan Fe ₃ O ₄	21
3.4.1	Penentuan pHpzc.....	22
3.5	Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi.....	22
3.5.1	Penentuan Waktu Kontak Pada Kondisi Optimum.....	22
3.5.2	Penentuan Konsentrasi Pada Kondisi Optimum.....	22
3.5.3	Penentuan Suhu Pada Kondisi Optimum.....	23
3.6	Analisis Data.....	23
3.6.1	Analisis Karakterisasi.....	23
3.6.2	Perhitungan Daya Serap, Persen Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi.....	24
3.6.3	Perhitungan Kinetika Adsorpsi.....	25
3.6.4	Perhitungan Isoterm Adsorpsi.....	26
3.6.5	Perhitungan Termodinamika.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Sintesis Fe ₃ O ₄	27

4.2 Sintesis Komposit CaO/Fe ₃ O ₄	27
4.3 Penentuan <i>Point Zero of Charge</i> (pHpzc).....	28
4.4 Hasil Karakterisasi CaO Murni, Fe ₃ O ₄ dan CaO/ Fe ₃ O ₄ Menggunakan XRD.....	29
4.5 Hasil Karakterisasi CaO/ Fe ₃ O ₄ Menggunakan BET.....	31
4.6 Hasil Karakterisasi CaO/ Fe ₃ O ₄ Menggunakan FTIR.....	31
4.7 Hasil Karakterisasi Komposit CaO/Fe ₃ O ₄ dan Fe ₃ O ₄ menggunakan VSM.....	32
4.8 Penentuan Variasi Waktu Kontak Pada Kondisi Optimum.....	33
4.9 Kinetika Adsorpsi Komposit CaO/Fe ₃ O ₄	34
4.10 Penentuan Konsentrasi Pada Kondisi Optimum.....	35
4.11 Isoterm Adsorpsi.....	36
4.12 Penentuan Suhu Pada Kondisi Optimum.....	37
4.13 Studi Termodinamika.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	45
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur Zat Warna <i>Congo Red</i>	4
Gambar 2.	Struktur Kristal Fe_3O_4	6
Gambar 3.	Prinsip Kerja XRD.....	9
Gambar 4.	Pola XRD dari CaO murni.....	10
Gambar 5.	Pola FTIR dari CaO/ Fe_3O_4 Setelah dan Sebelum Kalsinasi	12
Gambar 6.	Magnetisasi dari (a) Fe_3O_4 dan (b) m-cell/ Fe_3O_4 /ACC pada 25 °C.....	13
Gambar 7.	pHpzc dari CaO/ Fe_3O_4	17
Gambar 8.	Hasil Sintesis Fe_3O_4	27
Gambar 9.	Komposit CaO/ Fe_3O_4	28
Gambar 10.	Kurva pHpzC CaO/ Fe_3O_4	28
Gambar 11.	Pola difraksi CaO, Fe_3O_4 dan CaO/ Fe_3O_4	29
Gambar 12.	Hasil Karakterisasi FTIR Sebelum dan Sesudah Adsorpsi	32
Gambar 13.	Kurva Histerisi VSM Komposit CaO/ Fe_3O_4 dan Fe_3O_4	33
Gambar 14.	Kurva Pengaruh Variasi Waktu Kontak.....	33
Gambar 15.	Kurva Pengaruh Variasi Konsentrasi.....	35
Gambar 16.	Kurva Pengaruh Variasi Suhu.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Tabel Perbandingan Berat Komposit.....	20
Tabel 2.	Sudut Difraksi Hasil Penelitian Dibandingkan dengan JCPDS.....	30
Tabel 3.	Ukuran Kristal Fe_3O_4 dari Komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ dan CaO Murni.....	30
Tabel 4.	Data Parameter Kinetika Adsorpsi Komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ Terhadap <i>Congo Red</i>	34
Tabel 5.	Data Parameter Isoterm Adsorpsi Komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ Terhadap <i>Congo Red</i>	36
Tabel 6.	Data Persamaan Termodinamika Komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ Terhadap <i>Congo Red</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	46
Lampiran 2.	Perhitungan Perbandingan Massa Pembentukan Komposit CaO/Fe ₃ O ₄	50
Lampiran 3.	Perhitungan Rendemen CaO/Fe ₃ O ₄	51
Lampiran 4.	Perhitungan Rendemen Fe ₃ O ₄	52
Lampiran 5.	Panjang Gelombang Maksimum Congo Red.....	53
Lampiran 6.	Hasil Karakterisasi CaO Murni dengan Menggunakan XRD.....	54
Lampiran 7.	Hasil Karakterisasi Fe ₃ O ₄ dengan Menggunakan XRD.....	59
Lampiran 8.	Hasil Karakterisasi CaO/Fe ₃ O ₄ dengan Menggunakan XRD.....	63
Lampiran 9.	Karakterisasi BET.....	67
Lampiran 10.	Karakterisasi FTIR.....	68
Lampiran 11.	Pengukuran pH Point Zero Charge (pHpzc).....	69
Lampiran 12.	Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Congo Red.....	70
Lampiran 13.	Data Kinetika Adsorpsi.....	72
Lampiran 14.	Pengaruh Variasi Konsentrasi Terhadap Adsorpsi Congo Red.....	74
Lampiran 15.	Data Isoterm Adsorpsi.....	76
Lampiran 16.	Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Adsorpsi Congo Red.....	78
Lampiran 17.	Data Termodinamika.....	80
Lampiran 18.	Gambar Penelitian.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai macam industri seperti tekstil, plastik, fotografi, cat, kertas dan percetakan merupakan salah satu penyumbang keberadaan zat warna sintetik terbesar untuk polusi air (Chatterjee *et al.*, 2020). Salah satu zat warna yang sering digunakan adalah *congo red*, yang merupakan pewarna azo sintetis dimana mengandung senyawa amina aromatik. Keberadaan zat warna *congo red* di perairan akan mengganggu keseimbangan ekosistem, karena sifatnya yang beracun, mutagenik, dan karsinogenik. Keberadaan zat warna *congo red* di perairan dapat pula menyebabkan penyakit kulit seperti iritasi dan dermatitis (Thakur *et al.*, 2021).

Kehadiran zat warna *congo red* dalam konsentrasi yang rendah bahkan sangat terlihat. Oleh karenanya dibutuhkan tindakan untuk menghilangkan zat warna ini selama pengolahan limbah aerobik. Berbagai metode efektif untuk menghilangkan kontaminan zat warna tersebut dari air telah banyak dikembangkan, seperti koagulasi, oksidasi kimia, pemisahan membran, proses elektrokimia, teknik adsorpsi dan sebagainya. Teknik adsorpsi dikenal sebagai salah satu teknik yang paling efektif, hal ini dikarenakan teknik ini dapat dengan cepat menurunkan konsentrasi dari zat warna yang terlarut dalam limbah dan pengoperasiannya yang sederhana. Berbagai adsorben untuk mengadsorpsi zat warna telah banyak digunakan seperti karbon aktif, silika, tanah liat, polimer alami, polimer sintetis, serat kaca, alumina dan sebagainya (Thakur *et al.*, 2021).

Sebagai adsorben, kalsium oksida (CaO) merupakan material yang menjanjikan dikarenakan sifat penyerapannya, permukaan material lebih mudah menyerap adsorbat dan kemampuan adsorpsi yang lebih besar dibandingkan adsorben lainnya seperti MgO . Kalsium oksida bersifat basa kuat, yang dapat digunakan untuk adsorpsi gas dan sebagai katalis untuk produksi biodiesel. Kalsium oksida merupakan katalis basa yang cocok untuk remediasi agen limbah beracun atau zat aditif dalam cat. Selain itu, kalsium oksida juga digunakan sebagai adsorben untuk zat warna dalam air yang berasal dari industri tekstil, farmasi dan limbah pertanian (Thakur *et al.*, 2021).

Untuk meningkatkan sifat adsorpsi dari kalsium oksida, maka digunakanlah nanopartikel magnetik (Fe_3O_4) untuk membuat adsorben komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ yang memiliki karakteristik magnetik yang kuat dan pemisahannya dari air yang mudah akibat dari medan magnet luar (Tamjidi and Esmaeili, 2019). Komposit merupakan material yang terbentuk dari dua atau lebih material dan memiliki sifat material yang lebih unggul dibanding material penyusunnya. Dengan mengatur komposisi dari material pembentuknya, dapat direncanakan karakteristik material komposit yang diinginkan. Pada pembuatan komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ diharapkan komposit memiliki sifat magnet dan kapasitas adsorpsi yang besar (Matthews and Rawlings, 1993).

Pembuatan komposit dengan menggunakan Fe_3O_4 dan pengaplikasiannya terhadap adsorpsi zat warna *congo red* telah banyak dilakukan. Berdasarkan penelitian Jiang *et al.*, (2021) dengan menggunakan komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Grafena}$ oksida dapat mengadsorpsi zat warna *congo red* dengan kapasitas 769,2 mg/g dan dapat dikumpulkan dengan magnet eksternal setelah proses adsorpsi. Sedangkan Chatterjee *et al.*, (2020) menggunakan Fe_3O_4 yang difungsikan dengan asam 1,2,4,5-Benzentetrakarbosilik (BTCA)/ $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{BTCA}$ untuk mengadsorpsi zat warna *congo red*, dimana memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 630 mg/g. Adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan CaO juga telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Taylor *et al.*, (2013) melaporkan bahwa CaO komersial memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 238,66 mg/g dalam mengadsorpsi zat warna *congo red*, dan ketika CaO dibandingkan dengan nano partikel oksida logam lainnya seperti MgO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , MnO_2 dan NiO , terlihat CaO memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar.

Melalui penelitian ini dilakukan sintesis komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ dengan menggunakan kalsium oksida murni dan prekursor $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ serta $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dengan metode kopresipitasi. Komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *congo red* dengan variasi waktu kontak, konsentrasi zat warna dan suhu. Komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ yang didapatkan dikarakterisasi dengan menggunakan XRD (*X-ray Diffraction*), FTIR (*Raman and Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), BET (*Brunaur-Emmet-Teller*) dan VSM (*Vibrating Sample Magnetometer*).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana keberhasilan sintesis dari komposit CaO/Fe₃O₄?
2. Bagaimana kondisi optimum dari komposit CaO/Fe₃O₄ dalam mengadsorpsi zat warna *congo red*?
3. Bagaimana kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi dan termodinamika dari adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan komposit CaO/Fe₃O₄?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mesintesis dan mengkarakterisasi komposit CaO/Fe₃O₄ menggunakan XRD, BET, FTIR dan VSM.
2. Menentukan kondisi optimum komposit CaO/Fe₃O₄ dalam mengadsorpsi zat warna *congo red* dengan variasi waktu kontak, konsentrasi zat warna *congo red* dan suhu.
3. Menentukan kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi dan termodinamika komposit CaO/Fe₃O₄ dalam mengadsorpsi zat warna *congo red*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang sintesis dan karakterisasi komposit CaO/Fe₃O₄ dan serapannya terhadap zat warna *congo red*, sehingga dihasilkan komposit yang berguna untuk mengurangi zat warna *congo red* dalam perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. A., Al-hydary, I. A. and Al-hattab, T. A. 2017. Nano-Magnetic Catalyst CaO-Fe₃O₄ for Biodiesel Production from Date Palm Seed Oil. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering and Catalysis*. 12(3): 460–468.
- Ambroz, et al. 2018. Evaluation of BET Theory for the Characterization of Meso and Microporous MOFs. *Small Methods*. 2(11): 1-17.
- Chatterjee, et al. 2020. Selective and Recyclable Congo Red Dye Adsorption by Spherical Fe₃O₄ Nanoparticles Functionalized with Acid. *Scientific Reports*. 10(1): 1–11.
- Yanlinastuti dan Fatimah, S. 2016. Pengaruh Konsentrasi Pelarut untuk Menentukan Paduan U-Zr dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-vis. *PIN Pengelola Instalasi Nuklir*. 9(17): 22-33.
- Ghribi, A., Bagane, M. and Chlendi, M. 2014. Sorptive Removal of Congo Red from Aqueous Solutions Using Raw Clay Batch and Dynamic Studies. *International Journal of Innovative Environmental Studies Research*. 2(1): 45-56.
- Gawande, B. M., Branco, P. S. and Varma, R. S. 2013. Nano-magnetite (Fe₃O₄) as a Support for Recyclable Catalysts in the Development of Sustainable Methodologist. *Chem Soc Rev*. 42(8): 3371-3393.
- Ghandoor, et al. 2012. Synthesis and Some Physical Properties of Magnetite (Fe₃O₄) Nanoparticles. *International Journal of Electrochem*. 7(2012): 5734-5745.
- Hakim, L., Dirgantara, M. dan Nawir, M. 2019. Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 1(1): 44–51.
- Haryono et al. 2018. Kalsium Oksida Mikropartikel Dari Cangkang Telur Sebagai Katalis pada Sintesis Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 8(01): 8–15.
- Hariani, dkk. 2013. Synthesis and Properties of Fe₃HAl₄ Nanoparticles by Coprecipitation Method for Removing Procion Dyes. *International Journal of Environment and Developmnet Sciences*. 4(3): 366-340.
- Herawati, D., Santoso, S. D. dan Amalina, I. 2018. Kondisi Optimum Adsorpsi-Fluidisasi Zat Warna Limbah Tekstil Menggunakan Adsorben Jantung Pisang. *Jurnal Sains Health*. 2(1): 1-7.
- Herlina, R. Masri, M. dan Sudding. 2017. Studi Dedak Padi Terhadap Zat Warna Congo Red di Kabupaten Wajo. *Jurnal Chemica*. 18(2): 16-25.

- Khoo, F. S. and Esmaeili, H. 2018. Synthesis of CaO/Fe₃O₄ Magnetic Composite for the Removal of Pb(II) and Co(II) from Synthetic Wastewater. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 83(2): 237–249.
- Krisbiantoro, P. A., Santosa, S. J. and Kunarti, E. S. 2017. Synthesis of Fulvic Acid-Coated Magnetit (Fe₃O₄-FA) and its Application for the Reductive Adsorption of [AuCl₄]⁻. *Indonesia Journal Chemistry*. 17(3): 453-460.
- Lazim, A. M., Osman, A. H. and Mokhtarom, M. 2018. Absorption Ability of Gamma Irritated Bacterial Cellulose Hydrogel Using Langmuir and Freundlich Isotherme. *Sains Malaysiana*. 47(4):715-723.
- Lubis, K. 2015. Metoda-Metoda Karakteristik Nanopartikel Perak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 21(79): 50–55.
- Matthews, F. L. and Rawlings, R. D. 1993. *Composite Material Engineering and Science*. London: Imperial College of Science, Technology and Medicine.
- Mardani, H. R. et al. 2020. A Comparative Study on Physicochemical Properties of Two Nanomagnetic Compounds CaO@Fe₃O₄ and Fe₃O₄@CaO and Their Catalytic Role on Biodiesel Preparation OH. *Enviromental Progress and Sustainable Energy*. 39(4): 1–11.
- Masruhin, M., Rasyid, R. and Yani, S. 2018. Penjerapan Logam Berat Timbam (Pb) dengan Menggunakan Lignin Hasil Isolasi Jerami Padi. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 3(1): 11–20.
- Murti, dkk. 2015. Optimasi Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dan Jarak Pagar dengan Menggunakan Katalis Heterogen Kalsium Oksida. *Jurnal Energi dan Lingkungan*. 11(2): 91-100.
- Muflihatun, Shofiah, S. dan Suharyadi, E. 2015. Sintesis Nanopartikel Nikel Ferrite (NiFe₂O₄) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Jurnak Fisika Indonesia*. 55(19): 20-25.
- Nafsiyah, N., Shofiyani, A. dan Syahbanu, I. 2017. Studi Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Fe(III) pada Bentonit Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 6(1); 57-63.
- Neolaka, Y. A. B. et al. 2019. Studi Termodinamika Adsorpsi Pb (II) Menggunakan Adsorben Magnetik GO-Fe₃O₄ yang disintesis dari Kayu Kusambi (*Schleichera oleosa*)'. *Jurnal Saintek Lahan Kering*. 2(2): 49–51.
- Nurdila, F. A., Asri, N. S. dan Suharyadi, E. 2015. Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel Cobalt Ferrite. *Jurnal Fisika Indonesia*. 19(55): 23–27.
- Pambudi, A., Farid, M. dan Nurdiansah, H. 2017. Analisa Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah serat Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Hasil

- Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorbsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2): 441–444.
- Permana, dkk. 2017. Sintesis Nanopartikel Magnetik dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 7(2): 17-20.
- Rahayu, dkk. 2019. Adsorpsi Ion Kadmium Menggunakan Silika Xerogel Berbasis Abu Bagasse. *Journal Cis-Trans*. 3(1): 10-16.
- Rahmayanti, M. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Magnetit (Fe_3O_4) Studi Komparasi Metode Konvensional dan Metode Sonokimia. *Al Ulum Sains dan Teknologi*. 6(1): 26-31.
- Sartika, D., Malis, E. dan Lestari, A. S. 2020. Studi Penyerapan Logam Berat Pb Menggunakan Nanopartikel Fe_3O_4 . *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*. 4(1): 18–22.
- Saragi, dkk. 2018. Karakteristik Optik dan Kristal Nanopartikel Magnetit. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*. 2(1): 53-56.
- Sanjaya, A. S. dan Agustine, R. P. 2015. Studi Kinetika Adsorpsi Pb Menggunakan Arang Aktif dari Kulit Pisang. *Konversi*. 4(1): 17-24.
- Sepehr, et al. 2016. Adsorption Performance of Magnesium/Alumunium Layered Double Hydroxide Nanoparticles Metronidazole from Aqueous Solution. *Arabian Journal of Chemistry*. 7(3): 1-13.
- Sudarmawan, W. S. et al. 2020. Abu Cangkang Kerang *Anadara granosa* Sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Laut. *Journal of Marine Research*. 9(3): 237–244.
- Sulistyani, M. dan Huda, N. 2018. Perbandingan Metode Transmisi dan Reflektansi pada Pengukuran Polistirena Menggunakan Instrumentasi Spektroskopi Fourier Transform Infrared. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(2): 196–198.
- Sumiyati, S. dan Samudro, G. 2010. Pengolahan Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara Menggunakan Biokoagulan: Studi Penurunan Kadar TSS, Total Fe dan Total Mn Menggunakan Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Presipitasi*. 7(2): 57–61.
- Sibarani, J., Zulfihardini, M. dan Suarsa, I. W. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO-Bentonit untuk Reaksi Transferikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel. *Cakra Kimia*. 8(1): 59-65.
- Sofiana, N. D. 2011. Pembuatan Membran Fotokatalitik dari Selulosa Diasetat Serat Daun Nanas (*Ananas comocous*) dan TiO_2 untuk Mendegradasi *Congo Red*. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Taib, S. dan Suharyadi, E. 2015. Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe_3O_4) dengan

- Template silika (SiO_2) dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 5(01): 23–30.
- Tamjidi, S. and Esmaeli, H. 2019. Chemically Modified $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ Nanocomposite by Sodium Dodecyl Sulfate for Cr(III) Removal from Water. *Chemical Engineering and Technology*. 42(3): 607–616.
- Tebriani, S. 2019. Analisa Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Pada Hasil Elektrodeposisi Lapisan Tipis Magnetite Menggunakan Arus *Continue Direct Current*. *Natural Science Journal*. 5(1): 722–730.
- Thakur, S., Singh, S. and Pal, B. 2021. Superior Adsorption Removal of Dye and High Catalytic Activity for Transesterification Reaction Displayed by Crystalline CaO Nanocubes Extracted from Mollusc Shells. *Fuel Processing Technology*. 213(2021): 1-9.
- Wardiyati, S., Fisli, A. dan Ridwan. 2011. Penyerapan logam Ni dalam Larutan oleh Nano Komposit Fe_3O_4 -Karbon Aktif. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12(3): 224–228.
- Widiastuti, dkk. 2019. Adsorpsi Metilen Biru dan Kongo Merah pada Zeolit-X Sintesis dari Abu Dasar. *SPECTA Journal of Technology*. 3(3): 20-35.
- Yaneva, Z. L. and Georgieva, N. V. 2012. Insights into Congo Red Adsorption on Agro-Industrial Materials-Spectral, Equilibrium, Kinetic, Thermodynamic, Dynamic and Desorption Studies A Review. *International Review of Chemical Engineering*. 4(2): 127–146.
- Zhu, et al. 2011. Adsorption Removal of Congo Red onto Magnetic Cellulose/ Fe_3O_4 /Activated Carbon Composite: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies. *Chemical Engineering Journal*. 173(2): 494–502.
- Xia, H., Chen, L. and Fang, Y. 2014. Highly Efficient Removal of Congo Red from Wastewater by Nano- CaO . *Separation Science and Technology*. 48(17): 2681-2687.

