

**SINTESIS KOMPOSIT  $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  DARI CANGKANG KERANG DARAH  
(*Anadara granosa*) DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN  
ZAT WARNA *CONGO RED***

**SKRIPSI**

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



**OLEH :**

**Nurul Aulia Chairunisa**

**08031181823015**

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

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SINTESIS KOMPOSIT  $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  DARI CANGKANG KERANG DARAH  
(*Anadara granosa*) DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN  
ZAT WARNA *CONGO RED***

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**Nurul Aulia Chairunisa**  
**08031181823015**

Indralaya, 14 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 dengan judul “Sintesis Komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna Congo Red” telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 8 September 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 14 September 2022

Ketua:

**1. Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si**

NIP. 197211092000032001

(  )

Sekretaris:

**1. Dr. Heni Yohandini, M.Si**

NIP.197011152000122004

(  )

Pembimbing:

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

NIP. 197304031999032001

(  )

Penguji:

**1. Dr. Addy Rachmat, M.Si**

NIP.197409282000121001

(  )

**2. Fahma Riyanti, M.Si**

NIP. 197204082000032001

(  )

Mengetahui,

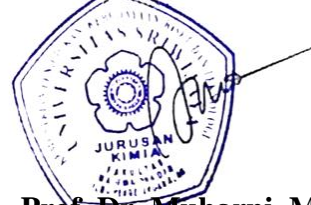
**Dekan FMIPA**



**Prof. 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 di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nurul Aulia Chairunisa

NIM : 08031181823015

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

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 yang 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, 14 September 2022

Penulis



Nurul Aulia Chairunisa

NIM. 08031181823015

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

Sebagai civitas akademis Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Nurul Aulia Chairunisa

NIM : 08031181823015

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 CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna Congo Red”. 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/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 14 September 2022

Yang menyatakan



Nurul Aulia Chairunisa

NIM. 08031181823015

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada:

- Penulis, Nurul Aulia Chairunisa.
- Mama, Papa dan kakakku tercinta.
- Keluarga besarku.
- Pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir, Ibu Widia Purwaningrum, M.Si
- Seluruh dosen akademik FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Teman-teman yang kusayangi.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya kepada hambanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis Komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna Congo Red”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains bidang Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna memperbaiki skripsi ini. Skripsi tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang ikut andil selama masa perkuliahan maupun penelitian ini. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, hidayah, kesehatan dan rezeki, serta Nabi Muhammad SAW yang telah memberi petunjuk dalam jalan kebenaran.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Ibu Prof. Muharni, M.Si selaku ketua jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku sekretaris jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
5. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si selaku pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir. Terima kasih atas segala waktu, bimbingan, bantuan, motivasi, saran, perhatian dan pengertian yang diberikan selama ini. Semoga kebaikan ibu dibalas berkali lipat oleh Allah SWT.
6. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si dan Ibu Fahma Riyanti, M.Si dosen selaku penguji. Terima kasih telah banyak memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat dan membangun.

7. Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si dan Ibu Dr. Heni Yohandini, M.Si selaku ketua dan sekretaris siding sehingga pelaksanaan sidang sarjana saya dapat berlangsung dengan lancar.
8. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Srwijaya yang telah memberikan mendidik dan memberi ilmu selama perkuliahan.
9. Mama (Refilia) dan Papa (Muhamad Idrus), serta kakakku (Nadya Fitri Chairani) yang telah banyak memberi bantuan untuk kelancaran tugas akhir ini, memberi nasihat, motivasi, do'a, semangat dan kebersamaannya baik dalam kehidupan sehari-hari maupun untuk tugas akhir ini.
10. Keluarga besarku dan keluarga kartini 9 atas banyak bantuannya dalam proses tugas akhir ini, untuk doa, semangat dan tawa yang diberikan.
11. Kimia Angkatan 2018, terimakasih untuk segalanya dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan ini.
12. Kimia Angkatan 2016 dan 2017, terimakasih telah memberi kesan, pengalaman dan nasihat dalam perkuliahan ini. Semoga sukses selalu.
13. Teman satu tim (Dinda, Vika dan Sicho), terimakasih untuk segala yang kita lewati selama kurang lebih satu tahun ini. Terimakasih telah banyak sekali membantu penelitian ini, selalu menyemangati saat sedih maupun senang, terimakasih atas waktu, ilmu dan kebersamaan yang diberikan. Semoga kita selalu semangat dalam menjalani hidup ini dan diberikan kesuksesan dan kesehatan.
14. Teman satu lab/TA (Veron, Salsa, Anisa, Anita, Anggun, Tias, Dayah, Zizah, Aini, Brahma, Yolanda), terimakasih telah membersamai penelitian ini hingga meringankan beban yang ada. Semoga kita semua diberi kesuksesan di masa mendatang.
15. Sahabat kecilku sasa, Sahabat SMP (Syaqilla, Ria, Yaya) dan sahabat SMA (Farizka, Pua, Bila, Pija, Elak, Liza, Nurani, Ocha, Salpi). Terimakasih telah bersama dalam suka maupun duka, terimakasih untuk kebahagiaan yang kalian berikan hingga saya merasakan kehidupan ini.
16. Teman dekat kuliahku (Tatak, Anin, Mita, Ka Ifa, Sukma), terimakasih telah menjadi teman yang sangat baik untukku. Terimakasih untuk segala hal yang kalian berikan, untuk cerita, tawa, ilmu, informasi, waktu dan kebersamaan



yang kalian berikan. Tanpa kalian mungkin saya tidak bisa seperti sekarang.  
See you on top guys!

17. Grup terselubung (Afif, Anin, Ariqa, Ghifar, Iin, Ikki, Ka Ifa, Meta, Mita, Obi, Tatak, Tiur, Restri). Terimakasih telah banyak membantu dalam perkuliahan ini, tanpa kalian mungkin aku bukan apa-apa. Semangat berjuang untuk kedepannya!
18. Staff Analis Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya (Yuk Nur, Yuk Niar, Yuk Yanti) yang telah banyak membantu dalam kelancaran tugas akhir ini.
19. Staff TU Jurusan Kimia, kak Iin dan mba Novi, yang selalu siap mengurus dan membantu dalam menyelesaikan administrasi dan berkas selama perkuliahan, pendaftaran seminar siding serta pemberkasan.
20. Terima kasih untuk diriku sendiri, Nurul Aulia Chairunisa, untuk tetap bertahan hingga saat ini walaupun banyak badai menerpa. You're so amazing!!!

## SUMMARY

### **SYNTHESIS OF CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> COMPOSITE FROM BLOOD CLAM SHELL (*Anadara granosa*) AND ITS APPLICATIONS AS CONGO RED ADSORBENTS**

Nurul Aulia Chairunisa: Supervised by Widia Purwaningrum, M.Si.

Department Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xvii + 76 pages, 26 images, 5 tables, 20 attachments

The synthesis of CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composites has been carried out using the coprecipitation method with a weight ratio of 1:1. CaO used from blood clam shells were calcined at 1000 °C for 6 hours. Analysis of CaO/ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite synthesis results using BET, XRD, FTIR and VSM, then applied to the adsorption of congo red dye with variables of contact time, concentration of congo red dye and temperature. The results showed that the CaO/ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite had a surface area of 138,601 m<sup>2</sup>/g and the pores were classified as mesoporous. The CaO/ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite has magnetic properties with a magnetization saturation value of 45,252 emu/g. The diffraction pattern of the CaO/ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite showed a match with the JCPDS diffraction pattern No.00-004-0777 for CaO with cubic system and JCPDS No.01-088-0315 for Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> with cubic system. The presence of Ca-O and Fe-O groups in the CaO/ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite was shown at wave numbers 875,68 cm<sup>-1</sup> and 580,57 cm<sup>-1</sup>. Congo red dye adsorption using CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite obtained optimum conditions at a contact time of 40 minutes, concentration of congo red 250 mg/L and a temperature of 50 °C. The adsorption kinetics of Congo red dye showed that the CaO/ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite followed pseudo second order kinetics with a K<sub>2</sub> value of 0,151 g/mg.min. The adsorption isotherm was in accordance with the Langmuir isotherm model and obtained a maximum adsorption capacity (Q<sub>m</sub>) of 54,054 mg/g. Thermodynamic studies show that the adsorption process occurs spontaneously and endothermic.

Key words : CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite, CaO, Blood Clam Shell, Adsorption, Congo Red

Citation : 61 (2011-2021)

## RINGKASAN

### **SINTESIS KOMPOSIT CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> DARI CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *CONGO RED***

Nurul Aulia Chairunisa: Dibimbing oleh Widia Purwaningrum, M.Si.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Sriwijaya

xvii + 76 Halaman, 26 Gambar, 5 Tabel, 20 Lampiran

Telah dilakukan sintesis komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menggunakan metode kopresipitasi dengan perbandingan berat 1:1. CaO yang digunakan diperoleh dari cangkang kerang darah yang dikalsinasi pada suhu 1000°C selama 6 jam. Komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> hasil sintesis dianalisis menggunakan BET, XRD, FTIR dan VSM, kemudian diaplikasikan untuk adsorpsi zat warna *congo red* dengan variabel waktu kontak, konsentrasi zat warna *congo red* dan temperatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> memiliki luas permukaan sebesar 138,601 m<sup>2</sup>/g dan pori-pori yang tergolong pada mesopori. Komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> memiliki sifat magnet dengan nilai saturasi magnetisasi sebesar 45,252 emu/g. Pola difraksi komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menunjukkan adanya kecocokan dengan pola difraksi JCPDS No. 00-004-0777 untuk CaO dengan sistem kubik dan JCPDS No. 01-088-0315 untuk Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan sistem kubik. Adanya gugus Ca-O dan Fe-O pada komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ditunjukkan pada bilangan gelombang 875,68 cm<sup>-1</sup> dan 580,57 cm<sup>-1</sup>. Adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> memperoleh kondisi optimum pada waktu kontak 40 menit, konsentrasi *congo red* 250 mg/L dan temperatur 50 °C. Kinetika adsorpsi zat warna *congo red* menunjukkan bahwa komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> mengikuti kinetika *pseudo second order* dengan nilai K<sub>2</sub> 0,151 g/mg.menit. Isoterm adsorpsi sesuai dengan model isoterm Langmuir dan memperoleh kapasitas adsorpsi maksimum (Q<sub>m</sub>) sebesar 54,054 mg/g. Studi termodinamika menunjukkan bahwa proses adsorpsi terjadi secara spontan dan endotermik.

Kata Kunci : Komposit CaO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, CaO, Cangkang Kerang Darah, Adsorpsi,  
*Congo Red*

Sitasi : 61 (2011-2021)

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>x</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Zat Warna Congo red .....	4
2.2 Cangkang Kerang Darah .....	4
2.3 Kalsium Oksida (CaO) .....	5
2.4 Magnetit (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) .....	7

2.5	Adsorpsi.....	9
2.6	Kinetika Adsorpsi .....	9
2.7	Isoterm Adsorpsi .....	10
2.8	Termodinamika Adsorpsi .....	11
2.9	pH Point Zero Charge (pHpzc).....	11
2.10	X-Ray Diffraction (XRD).....	12
2.11	Brunauer-Emmet-Teller (BET) .....	14
2.12	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	15
2.13	Vibrating Sample Magnetometry (VSM).....	16
2.14	Spektrofotometri UV-Vis .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>19</b>
3.1	Waktu dan Tempat .....	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	Preparasi Cangkang Kerang Darah.....	19
3.3.2	Sintesis CaO .....	20
3.3.3	Sintesis Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	20
3.3.4	Sintesis Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	20
3.4	Karakterisasi .....	21
3.5	Penentuan pH Point Zero Charge (pHpzc).....	21
3.6	Pembuatan Larutan Induk dan Larutan Standar Congo red ..	22
3.7	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Congo red.....	22
3.8	Pembuatan Kurva Kalibrasi Congo red .....	22
3.9	Adsorpsi Zat Warna Congo red.....	22
3.9.1	Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	22

3.9.2	Penentuan Konsentrasi Optimum .....	23
3.9.3	Penentuan Temperatur Optimum.....	23
3.10	Analisis Data .....	23
3.10.1	Analisis Data Karakterisasi.....	23
3.10.2	Analisis Data Adsorpsi .....	23
3.10.3	Penentuan Kinetika Adsorpsi .....	24
3.10.4	Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	24
3.10.5	Penentuan Termodinamika.....	25
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1	Sintesis CaO .....	26
4.2	Sintesis Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	27
4.3	Sintesis Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	28
4.4	Karakterisasi CaO, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dan Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan XRD .....	28
4.5	Karakterisasi Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan BET .....	31
4.6	Karakterisasi Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan VSM .....	32
4.7	Karakterisasi FTIR Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Sebelum dan Setelah Adsorpsi .....	33
4.8	Penentuan pH <sub>Hpzc</sub> .....	34
4.9	Adsorpsi Congo Red menggunakan Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ..	35
4.9.1	Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	35
4.9.2	Penentuan Konsentrasi Optimum .....	37
4.9.3	Penentuan Temperatur Optimum.....	38
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Struktur Molekul Zat Warna Congo red (Zhou et al, 2018) .....	4
Gambar 2. Struktur Kristal Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (Malega dkk, 2018) .....	7
Gambar 3. pHpzc komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (Khoo and Esmaili, 2018).....	12
Gambar 4. Difraksi Sinar-X.....	13
Gambar 5. Analisis XRD untuk (a) CaO dan (b) CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (Khoo and Esmaili, 2017) .....	14
Gambar 6. Grafik Isoterm Adsorpsi-Desorpsi (BET) CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	15
Gambar 7. Analisis VSM untuk Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (Mahmuda dkk, 2014) .....	17
Gambar 8. (a)Cangkang Kerang Darah (b)Serbuk Cangkang Kerang Darah (c)CaO Kerang Darah Hasil Kalsinasi 1000 °C Selama 6 jam.....	26
Gambar 9. Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Hasil Sintesis .....	27
Gambar 10. Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Hasil Sintesis.....	28
Gambar 11. Difaktogram XRD (a) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , (b) CaO Kerang Darah dan (c) Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> hasil sintesis .....	29
Gambar 12. (a) Pola difraksi CaO dari cangkang kerang darah (b) Pola difraksi JCPDS Ca(OH) <sub>2</sub> (c) Pola difraksi JCPDS CaO .....	30
Gambar 13. (a)Pola difraksi Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> sintesis (b)Pola difraksi JCPDS Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	30
Gambar 14. (a) Pola Difraksi Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> hasil sintesis (b) Pola difraksi JCPDS Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dan (c) Pola difraksi JCPDS CaO.....	30
Gambar 15. Grafik BET CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Hasil Sintesis.....	32
Gambar 16. Kurva Histeresis Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	33
Gambar 17. Spektrum FTIR CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Sebelum dan Setelah Adsorpsi .....	34
Gambar 18. pHpzc Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	34
Gambar 19. Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	35
Gambar 20. Penentuan Konsentrasi Optimum .....	37
Gambar 21. Penentuan Temperatur Optimum.....	38
Gambar 22. Pola Difaktogram CaO Kerang Darah .....	52
Gambar 23. Pola Difaktogram XRD Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	55
Gambar 24. Pola Difaktogram XRD CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	58
Gambar 25. Spektrum FTIR CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Sebelum Adsorpsi.....	62
Gambar 26. Spektrum FTIR CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Setelah Adsorpsi .....	63

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Komposisi Serbuk Cangkang Kerang Darah (Afriani dkk., 2018) ....	5
Tabel 2. Ukuran Kristal CaO, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dan CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	31
Tabel 3. Model Kinetika Adsorpsi Zat Warna Congo red menggunakan Adsorben CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	36
Tabel 4. Data Isoterm Adsorpsi Zat Warna Congo red menggunakan Adsorben CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	38
Tabel 5. Data Parameter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Congo red menggunakan Adsorben CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	39



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	47
Lampiran 2. Perhitungan Berat untuk Sintesis CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	48
Lampiran 3. Perhitungan Berat untuk Sintesis Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	49
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen Sintesis 10 g CaO/ Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	50
Lampiran 5. Perhitungan Rendemen Sintesis Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	51
Lampiran 6. Data Karakterisasi XRD CaO Kerang Darah .....	52
Lampiran 7. Data Karakterisasi XRD Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	55
Lampiran 8. Data Karakterisasi XRD Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Hasil Sintesis ..	58
Lampiran 9. Data Karakterisasi BET Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	61
Lampiran 10. Data Karakterisasi FTIR Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Sebelum dan Sesudah Adsorpsi .....	62
Lampiran 11. pHpzc Komposit CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	64
Lampiran 12. Kurva Kalibrasi Penentuan Waktu Kontak Optimum .....	65
Lampiran 13. Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	66
Lampiran 14. Data Kinetika Adsorpsi Zat Warna Congo red.....	67
Lampiran 15. Kurva Kalibrasi Penentuan Konsentrasi Optimum dan Temperatur Optimum .....	69
Lampiran 16. Penentuan Konsentrasi Optimum .....	70
Lampiran 17. Data Parameter Isoterm Adsorpsi Zat Warna Congo red .....	71
Lampiran 18. Penentuan Temperatur Optimum .....	73
Lampiran 19. Paramteter Termodinamika Adsorpsi Zat Warna Congo red .....	74
Lampiran 20. Gambar Penelitian .....	75

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Zat warna telah banyak digunakan untuk keperluan industri seperti percetakan, pencelupan, tekstil, biomedis, pertanian dan sebagainya (Deng et al., 2021). Khususnya pada industri tekstil, sebagian besar menggunakan zat warna sintetik dalam proses pewarnaan maupun pencelupan kain. Sekitar 60-70% zat warna yang digunakan pada proses tersebut merupakan zat warna sintetik golongan azo dan turunannya (Sari dkk, 2013). Penggunaan zat warna dapat menghasilkan limbah yang tidak diolah dengan sempurna dan dibuang ke lingkungan sehingga menyebabkan pencemaran air.

Salah satu zat warna sintetik golongan azo adalah *congo red*. *Congo red* merupakan senyawa benzidin azo dengan toksisitas kuat dan memiliki efek karsinogenik (Deng et al., 2021). *Congo red* dapat larut dalam air dan sulit terdegradasi sehingga dapat berdampak buruk pada lingkungan perairan. *Congo red* yang terakumulasi pada manusia dapat mengakibatkan rusaknya organ hati, ginjal ataupun saraf. Oleh karena itu, pengolahan air limbah penting untuk dilakukan terutama yang tercemar oleh *congo red* (Muryanto and Siahaan, 2021).

Metode pengolahan zat warna pada limbah cair dapat menggunakan beberapa metode seperti proses biologi dengan reduksi, flokulan, koagulan dan sedimentasi. Namun metode-metode tersebut cenderung kompleks dan tidak efektif, seperti metode koagulan yang menghasilkan *sludge* dalam jumlah besar ataupun proses biologi yang tidak efektif karena zat warna bersifat tahan terhadap degradasi biologi (Sari dkk, 2013). Metode yang paling unggul dan umum digunakan untuk pengolahan limbah cair adalah adsorpsi. Hal ini karena adsorpsi dapat dilakukan dalam waktu singkat, sederhana, tidak memerlukan kondisi yang rumit dan tidak menghasilkan produk samping yang berbahaya sehingga fleksibel untuk menghilangkan zat warna pada air limbah (Arifiyana dan Devianti, 2020; Razak dan Rohani, 2018).

Kalsium oksida (CaO) dapat berperan sebagai adsorben yang efektif untuk menghilangkan kontaminan pada limbah. Penggunaan kalsium oksida (CaO) termasuk menguntungkan karena rendahnya biaya yang dibutuhkan,

ketersediaannya tinggi, tidak berbahaya, memiliki luas permukaan yang tinggi dan 10.000 hingga 20.000 pori-pori sehingga diperkirakan dapat digunakan sebagai adsorben dengan menyerap adsorbat ke dalam pori-pori permukaannya (Kusyanto et al., 2022; Tamjidi & Esmaeili, 2019). Xia et al., (2014) telah menggunakan *commercial* CaO sebagai adsorben zat warna *congo red* dan memperoleh kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 238,66 mg/g pada waktu optimum 30 menit. Penggunaan CaO sebagai adsorben juga telah dilakukan oleh Kusyanto dkk (2022) menggunakan CaO yang berasal dari cangkang kerang darah untuk adsorpsi zat warna *reactive red 141* dalam sampel limbah cair industri sarung tenun. Hasilnya memperoleh %*removal* sebesar 98,47% dengan terbentuknya ikatan  $\text{Ca}^{2+}$  dari CaO dengan gugus sulfonat dari zat warna *reactive red 141*. Sumber kalsium oksida dapat diperoleh secara alami dari limbah cangkang kerang, cangkang hewan moluska, cangkang telur dan tulang hewan sehingga dapat mengurangi limbah padat yang ada (Kurniawan dkk, 2019). Limbah cangkang kerang darah biasanya hanya digunakan sebagai hiasan dan belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal memiliki kandungan kalsium yang tinggi (Kurniawan dkk, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Insani dan Rahmatsyah (2021), cangkang kerang darah mengandung 98,49% unsur Ca dan kandungan lain yaitu 0,016% Mn, 0,12% Fe, 0,091% Co, 0,04% Cu, 0,87% Sr, 0,08% Er dan 0,16% Lu. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan cangkang kerang darah sebagai sumber kalsium oksida.

Penggunaan kalsium oksida sebagai adsorben memiliki kesulitan dalam pemisahannya dari produk hasil reaksi. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan senyawa magnetik atau oksida logam yang memiliki keunggulan dalam proses pemisahannya. Proses pemisahan magnetik dapat menghindari hilangnya kalsium oksida sehingga dapat digunakan kembali (Ali et al, 2017). Nanopartikel magnetik salah satunya adalah  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang bersifat magnetik, hidrofilik, stabil secara kimiawi, tidak beracun dan ramah lingkungan (Khoo and Esmaeili, 2018).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  juga dapat berperan sebagai adsorben karena luas permukaannya yang besar dan ukurannya yang kecil (Deng et al, 2021). Selain itu,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  juga mudah dipisahkan dari air oleh medan magnet internal (Tamjidi and Esmaeili, 2019).

Berdasarkan uraian tersebut maka pada penelitian ini dilakukan sintesis komposit  $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang akan diaplikasikan sebagai adsorben zat warna *congo*

*red*. Karakterisasi komposit dilakukan menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD), *Brunauer-Emmet-Teller* (BET), *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) dan *Forier Transform Infrared Spectrometer* (FTIR). Variabel adsorpsi meliputi waktu kontak, konsentrasi zat warna *congo red* dan temperatur.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana keberhasilan sintesis komposit  $\text{CaO/Fe}_3\text{O}_4$  menggunakan prekursor CaO dari cangkang kerang darah dan karakter komposit  $\text{CaO/Fe}_3\text{O}_4$  berdasarkan XRD, BET, VSM dan FTIR?
2. Bagaimana kondisi optimum untuk adsorpsi zat warna *congo red* berdasarkan variabel waktu kontak, konsentrasi zat warna *congo red* dan temperatur?
3. Bagaimana kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi dan termodinamika adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan komposit  $\text{CaO/Fe}_3\text{O}_4$ ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mensintesis dan mengkarakterisasi komposit  $\text{CaO/Fe}_3\text{O}_4$  menggunakan XRD, BET, VSM dan FTIR.
2. Menentukan kondisi optimum proses adsorpsi zat warna *congo red* berdasarkan variabel waktu kontak, konsentrasi zat warna *congo red* dan temperatur.
3. Menentukan kinetika adsorpsi, isoterm adsorpsi dan termodinamika adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan komposit  $\text{CaO/Fe}_3\text{O}_4$ .

## 1.4 Manfaat Penelitian

Komposit  $\text{CaO/Fe}_3\text{O}_4$  diharapkan dapat diaplikasikan dalam pengolahan limbah pada industri khususnya yang zat warna *congo red*. Selain itu juga dapat bermanfaat untuk meningkatkan daya guna dan mengurangi limbah cangkang kerang darah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, F., and Troskialina, L. 2020. Application Of Dry Biomass Of *Aphanothece* Sp. As A Biosorbent Of Copper Heavy Metal. *Educhemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*. 5(1): 29.
- Afriani, F., Mustari, dan Tiandho, Y. 2018. Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Karakteristik Kristal Kalsium Dari Limbah Cangkang Kerang. *Jurnal Edumatsains*. 2(2): 189–200.
- Akbar, F., Kusumaningrum, R., Jamil, M. S., Noviyanto, A., Widayatno, W. B., Wismogroho, A. S., and Rochman, N. T. 2019. Sintesis  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  Dari Limbah Kerang Sebagai Bahan Baku Limbah Cangkang Kerang Dengan Metode Solvothermal. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*. 15(3): 110.
- Alfarisa, S., Rifai, D. A., and Toruan, P. L. 2018. Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida ( ZnO ) X-Ray Diffraction Study On ZnO Nanostructures. *Risalah Fisika*. 2(2): 53–57.
- Anggriani, U. M., Hasan, A., dan Purnamasari, I. 2021. Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb). *Jurnal Kinetika*. 12(02): 29–37.
- Arifiyana, D., dan Devianti, V. A. 2020. Biosorpsi Logam Besi (Fe) Dalam Media Limbah Cair Artifisial Menggunakan Adsorben Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata*). *Jurnal Kimia Riset*. 5(1): 1.
- Arvianto, R. I., Mauludi, K., Damayanti, A. K., dan Pradipta, M. F. 2019. Studi Kinetika Adsorpsi Emas Menggunakan Kulit Mangga (*Mangifera Indica*) Termodifikasi Asam Sulfat. *Chimica Et Natura Acta*. 7(1): 1.
- Astuti, P., Anita, S., dan Hanifah, T. A. 2014. Potensi Abu Dari Tulang Ikan Tongkol Sebagai Adsorben Ion Mangan Dalam Larutan. *JOM FMIPA*. 1(2): 1–9.
- Bartošová, A., Blinová, L., Sirotiak, M., and Michalíková, A. 2017. Faculty Of Materials Science And Technology In Trnava Usage Of Ftir-Atr As Non-Destructive Analysis Of Selected Toxic Dyes. *Research Papers*. 25(40): 103–111.
- Batool, F., Akbar, J., Iqbal, S., Noreen, S., Nasir, S., and Bukhari, A. 2018. Study Of Isothermal , Kinetic , And Thermodynamic Parameters For Adsorption Of Cadmium : An Overview Of Linear And Nonlinear Approach And Error Analysis. *Bioinorganic Chemistry And Application*, 2018(1): 3.
- Buasri, A., Chaiyut, N., Loryuenyong, V., Worawanitchaphong, P., and Trongyong, S. 2013. Calcium Oxide Derived From Waste Shells Of Mussel, Cockle, And Scallop As The Heterogeneous Catalyst For Biodiesel Production. *The Scientific World Journal*. 2013(1): 2–3.
- Canra, M., Fadli, M., dan Komalasari. 2015. Kinetika Adsorpsi Ion Logam  $\text{Cu}^{2+}$

- Menggunakan Tricalciumphosphate Sebagai Adsorben Dengan Variasi Kecepatan Pengadukan Dan Temperatur. *JOM FTEKNIK*. 2(2): 1–6.
- Chatterjee, S., Guha, N., Krishnan, S., Singh, A. K., Mathur, P., and Rai, D. K. 2020. Selective And Recyclable Congo Red Dye Adsorption By Spherical Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Functionalized With Acid. *Scientific Reports*. 11(10): 1–11.
- Chowdhury, S., Mishra, R., Saha, P., and Kushwaha, P. 2011. Adsorption Thermodynamics , Kinetics And Isotheric Heat Of Adsorption Of Malachite Green Onto Chemically Modified Rice Husk. *Desalination*. 265(1–3): 159–168.
- Daniel, S., and Shabudeen, P. S. 2015. Sequestration Of Carcinogenic Dye In Waste Water By Utilizing An Encapsulated Activated Carbon With Nano MgO. *International Journal Of Chemtech Research*. 5(7): 2242.
- Deng, P., Wang, Z., Pan, Z., Zhang, S., and Rong, G. 2021. Adsorption Behaviors Of Congo Red Onto Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Heterogeneous Nanoparticles Prepared Via An Alcohol-Assisted Combustion Process. *Material Research Express*. 2021(8): 12.
- Dewi, S. H., dan Ridwan. 2012. Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetik Untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 13(2): 136–140.
- Elsafitri, O., Nasri, M., dan Deswardani, F. 2020. Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ( Magnetite ) Dari Pasir Besi Sungai Batanghari Jambi Yang Dientkapsulasi Dengan Polyethylene Glycol. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*. 8(3): 97–103.
- Fatkhurrozi, A., Patonah, D., dan Machmudin, J. 2020. Masalah Penyimpanan Calcium Oksida Di Gudang Pt. Sibelco Bhumiadya. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*. 6(2): 152–156.
- Firdaus, L. H., Wicaksono, A. R., dan Widayat. 2013. Pembuatan Katalis H-Zeolit Dengan Impregnasi Ki/KiO<sub>3</sub> Dan Uji Kinerja Katalis Untuk Produksi Biodiesel. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*. 2(2): 148–154.
- Fitriah, E., dan Et.Al. 2018. Pemanfaatan Daging Dan Cangkang Kerang Hijau (Perna Viridis) Sebagai Bahan Olahan Pangan Tinggi Kalsium. *The 7th University Research Colloquium*. 412–423.
- Hairunisa, Shofiyani, A., dan Syahbanu, I. 2019. Sintesis Kalsium Oksida Dari Cangkang Kerang Ale-Ale (Meretrix Meretrix) Pada Suhu Kalsinasi 700°C. *Kimia Khatulistiwa*. 8(1): 36–40.
- 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.

- Handayani, Z., dan Syahputra, F. (2017). Isolasi Dan Karakterisasi Nanokalsium Dari Cangkang Tiram (*Crassostrea Gigas*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 515–523.
- Helwani, Z., Ramli, M., Saputra, E., Bahrudin, B., Yolanda, D., Fatra, W., Idroes, G. M., Muslem, M., Mahlia, T. M. I., and Idroes, R. 2020. Impregnation Of Cao From Eggshell Waste With Magnetite As A Solid Catalyst ( $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CaO}$ ) For Transesterification Of Palm Oil Off-Grade. *Catalysts*. 10(2): 1–13.
- Iftyna, D., Susanti, R., dan Aprilianto, E. (2019). Sintesis Adsorben Komposit  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  Modifikasi Kuersetin Untuk Mengurangi Limbah Tekstil Kongo Merah. *IPTEK Journal Of Proceedings Series*. 2019(4): 8.
- Insani, P. M., dan Rahmatsyah. 2021. Analisis Pola Struktur Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) Pada Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Di Bukit Kerang Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*. 09(01), 23–32.
- Iskandar, D. 2017. Perbandingan Metode Spektrofotometri Uv-Vis Dan Iodimetri Dalam Penentuan Asam Askorbat Sebagai Bahan Ajar Kimia Analitik Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian Berbasis Open-Ended Experiment Dan Problem Solving. *Jurnal Teknologi Technoscientie*. 10(1): 66–70.
- Khoo, F. S., and Esmaili, H. 2018. Synthesis Of  $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  Magnetic Composite For The Removal Of  $\text{Pb(II)}$  And  $\text{Co(II)}$  From Synthetic Wastewater. *Journal Of The Serbian Chemical Society*. 83(2): 237–249.
- Kurniawan, A., Nizar, M., Rijal, M., Bagas, R., dan Setyarsih, W. 2014. Studi Pengaruh Variasi Suhu Kalsinasi Terhadap Kekerasan Bentuk Morfologi, Dan Analisis Porositas Nanokomposit  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  Untuk Aplikasi Bahan Biomaterial. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Aplikasinya*. 4(2): 22–26.
- Kurniawan, E., Asril, A., dan Ningsih, J. R. 2019. Sintesis Dan Karakterisasi Kalsium Oksida Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fulica*). *Jambura Journal Of Chemistry*. 1(2): 50–54.
- Kusyanto, Sahraeni, S., dan Yusak. 2022. Penurunan Kadar Zat Warna Dalam Sampel Limbah Cair Industri Sarung Tenun Samarinda Menggunakan Adsorben  $\text{CaO}$  Dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*). *Jurnal Teknik Kimia Vokasional*. 2(1): 29–35.
- Lestari, A. S., dan Sartika, D. 2018. Preparasi Dan Karakterisasi Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. 11(1): 7–10.
- Litefti, K., Freire, M. S., Stitou, M., and González-Álvarez, J. 2019. Adsorption Of An Anionic Dye (Congo Red) From Aqueous Solutions By Pine Bark. *Scientific Reports*. 16530(9): 1–11.
- Maimuna, Monado, F., dan Royani, I. 2020. Studi Awal Pengaruh Kloroform Sebagai Pelarut Pada Proses Ekstraksi Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Nano Kafein. *Jurnal Fisika*. 10(1): 1–7.

- Malega, F., Indrayana, I. P. T., and Suharyadi, E. 2018. Synthesis And Characterization Of The Microstructure And Functional Group Bond Of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Nanoparticles From Natural Iron Sand In Tobelo North Halmahera. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*. 7(2): 129–138.
- Mardani, H. R., Forouzani, M., Moradi, N., and Kheibarian, Z. 2020. A Comparative Study On Physicochemical Properties Of Two Nanomagnetic Compounds  $\text{CaO}@\text{Fe}_3\text{O}_4$  And  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{CaO}$  And Their Catalytic Role On Biodiesel Preparation. *Environmental Progress And Sustainable Energy*. 1(7): 1–11.
- Maylani, A. S., Sulistyarningsih, T., dan Kusumastuti, E. 2016. Preparasi Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Magnetit) Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium. *Indonesian Journal Of Chemical Science*. 5(2): 130–135.
- Mediarman, G., Sumardianto, Riyadi, P., Rianingsih, L., and Purnamayati, L. 2021. Potentials Of Cao Powder Result Of Calcination From Green Shells (*Perna viridis*), Scallops (*Placuna placenta*), and Blood Clams (*Anadara Granosa*) As Antibacterial Agent. *International Conference On Fisheries And Marine*. 2021(890): 6.
- Murthihapsari, Mangallo, B., dan Handyani, D.D. 2017. Model Isoterm Freundlich Dan Langmuir Oleh Adsorben Arang Aktif Bambu Andong (*G. Verticillata* (Wild) Munro) Dan Bambu Ater (*G. Atter* (Hassk) Kurz Ex Munro). *Jurnal Sains Natural*. 2(1): 17.
- Muryanto, M., and Siahaan, F. 2021. Adsorption Of Congo Red Dye Using Kenaf Core. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*. 5(2): 81.
- Nurhayati, Muhdarina, Linggawati, A., Anita, S., and Amri, T. A. 2016. Preparation And Characterization Of Calcium Oxide Heterogeneous Catalyst Derived From Anadaragranosashell For Biodiesel Synthesis. *Kne Engineering*. 2016(1): 1–8.
- Pratigto, S., Istadi, I., dan Wardhani, H. 2019. Karakterisasi Katalis Cao Dan Uji Aktivitas Pada Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Kedelai. *Metana*. 15(2), 57–64.
- Razak, A.A.A., and Rohani, S. 2018. Sodium Dodecyl Sulfate-Modified  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ /Molecular Sieves For Removal Of Rhodamine B Dyes. *Advances In Materials Science And Engineering*. 2018(1): 1–2.
- Riyanto, A. 2019. Preparasi Dan Karakteristik Fisis Nanopartikel Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika*. 16(1): 35.
- Riyanto, C., dan Wibowo, N. 2019. Karakterisasi Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Dan Aplikasinya Dalam Adsorpsi Ni(II) Dan Co(II). *Jurnal Kimia Dan Kemasan*. 41(1): 26–30.
- Sari, N. W., Fajri, M. Y., dan Anjas, W. 2018. Analisis Fitokimia Dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminata* (L)). *Indonesian*



*Journal Of Biotechnology And Biodiversity*. 2(1): 30–34.

- Sari, R. P., Erdawati, dan Santoso, I. 2013. Adsorpsi Zat Warna Congo Red Menggunakan Kitosan-Mmt Dengan Metode Fixed-Bed Column. *Jurnal Riset Sains Dan Kimia Terapan*. 3(2): 327.
- Simamora, P., dan Krisna. 2015. Sintesis Dan Karakterisasi Sifat Magnetik Nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>–Montmorilonit Berdasarkan Variasi Suhu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. IV(1): 75–80.
- Tamjidi, S., and Esmaeili, H. 2019. Chemically Modified Cao/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanocomposite By Sodium Dodecyl Sulfate For Cr(III) Removal From Water. *Chemical Engineering And Technology*. 42(3): 607–616.
- Tebriani, S. 2019. Analisis Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Pada Analisis Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Pada Hasil Elektrodeposisi Lapisan Tipis Magnetite Menggunakan Aruscontinue Direct Current. *Natural Science Journal*. 5(1): 722–730.
- Usman, M. R., Nabila, R., dan Hakiki, L. N. 2020. Ekstraksi Kalsium Dari Cangkang Kerang Hijau (*Perna Viridis L.*) Dan Kerang Batik (*Paphia Undulata B.*) Dengan Metode Kalsinasi Sebagai Sediaan Effervescent. *Indonesian Journal Of Chemical Rresearch*. 8(2): 101–107.
- Villarul, T., Chairul, dan Yenti, S. 2017. Pemurnian Bioetanol Hasil Fermentasi Nira Nipah Menggunakan Proses Destilasi-Adsorpsi Menggunakan Adsorben Cao. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*. 14(02): 1–7.
- Wijayanti, A., Susatyo, E. B., dan Kurniawan, C. 2018. Adsorpsi Logam Cr(VI) Dan Cu(II) Pada Tanah Dan Pengaruh Penambahan Pupuk Organik. *Indonesian Journal Of Chemical Science*. 7(3): 242–248.
- Xia, H., Chen, L., and Fang, Y. 2014. Highly Efficient Removal Of Congo Red From Wastewater By Nano-Cao. *Separation Science And Technology*. 1(1072954): 37–41.
- Yanlinastuti, dan Fatimah, S. 2016. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Untuk Menentukan Paduan U-Zr Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *ISSN 1979-2409*. IX(17): 22–33.
- Zhou, Y., Ge, L., and Fan, N. 2018. Adsorption Of Congo Red From Aqueous Solution Onto Shrimp Shell Powder. *Adsorption Science And Technology*. 36(5–6): 1310–1330.