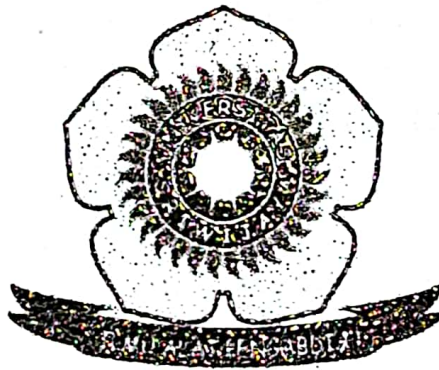


**SINTESIS  $C_{60}$  DARI CANGKANG KERANG HIJAU DAN MODIFIKASI  
 $C_{60}$  MENGGUNAKAN *SODIUM DODECYL SULFATE* SEBAGAI  
ADSORBEN UNTUK ADSORPSI *CONGO RED***

**SKRIPSI**

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



**Oleh:**

**PITHRI DIANI**

**08031282025028**

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

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SINTESIS CaO DARI CANGKANG KERANG HIJAU DAN MODIFIKASI  
CaO MENGGUNAKAN *SODIUM DODECYL SULFATE* SEBAGAI  
ADSORBEN UNTUK ADSORPSI *CONGO RED***

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**PITHRI DIANI  
08031282025028**

**Indralaya, 20 September 2024**

**Mengetahui,**

**Pembimbing I**



**Dr. Widia Purwaningrum, M.Si.**

**NIP. 197304031999032001**

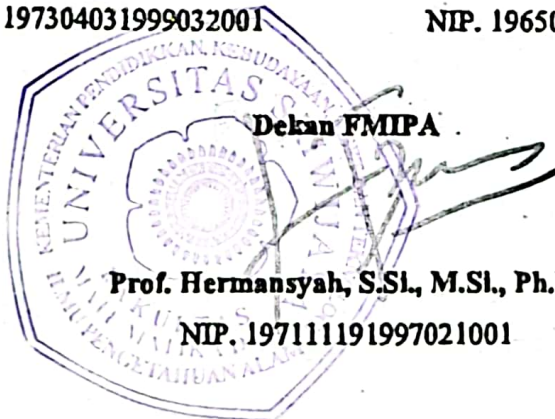
**Pembimbing II**



**Dra. Julnar, M.Si.**

**NIP. 196507251993032002**

**Dekan FMIPA**



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

**NIP. 197111191997021001**

**Universitas Sriwijaya**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Pithri Diani (08031282025028) dengan Judul "Sintesis CaO dari Cangkang Kerang Hijau dan Modifikasi CaO Menggunakan *Sodium Dodecyl Sulfate* sebagai Adsorben untuk Adsorpsi Congo Red" telah disidangkan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 September 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 20 September 2024

### Ketua

1. **Dra. Fatma, MS.**

NIP. 196207131991022001

### Pembimbing

1. **Dr. Widta Purwaningrum, M.Si.**

NIP. 197304031999032001

2. **Dra. Julinar, M.Si.**

NIP. 196507251993032002

### Penguji

1. **Dr. Saberyanto, M.Si.**

NIP. 196006251989031006

2. **Dr. Desnelli, M.Si.**

NIP. 196912251997022001

()  
()  
()  
()  
()

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 dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Pithri Diani

NIM : 08031282025028

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 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 diberi penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis

Demikian surat persyaratan ini saya buat dengan sebenarnya,

Indralaya, 20 September 2024

Penulis



Pithri Diani

NIM. 08031282025028



**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Pithri Diani  
NIM : 08031282025028  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi kemajuan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya atas karya ilmiah penulis yang berjudul “Sintesis CaO dari Cangkang Kerang Hijau dan Modifikasi CaO Menggunakan *Sodium Dodecyl Sulfate* untuk Adsorpsi *Congo Red*” dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/menginformasikan, 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, 20 September 2024

Penulis



Pithri Diani

NIM. 08031282025028

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu.

Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.

(Ak-Baqarah:216)

---

Penulis mempersembahkan Karya tulis ini kepada:

1. Allah SWT sang pencipta langit dan bumi. Syukur Alhamdulillah, berkat Rahmat Allah SWT akhirnya penulis bisa menyelesaikan Pendidikan S1 kimia. Terima kasih ya Allah untuk setiap pertolongan dan perlindunganmu.
2. Orang tuaku, Baba Zulkarnain, S.Pd.I dan mama Wastiyah R.M yang selalu ada untuk penulis. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada baba mama yang telah memberikan doa, motivasi dan nasihat yang terbaik untuk penulis hingga akhirnya bisa menyelesaikan studi SI kimia.
3. Ibu Dr. Widia Purwaningrum selaku Dosen Pembimbing 1. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibu yang telah membimbing, memberikan nasihat, masukan dan saran selama penelitian Tugas Akhir sampai akhirnya mendapatkan gelar S.SI.
4. Ibu Dra. Julinar M.Si selaku dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing 2. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibu yang telah membimbing, memberikan arahan dan masukan selama proses perkuliahan hingga saat ini.
5. Saudari-saudariku Nuril Pitriyati S.Pd., M.Pd, Rini Angraini dan Nani Handayani. Terima kasih telah memotivasi dan menghibur penulis agar tetap semangat dan tidak putus asa dalam menyelesaikan Pendidikan SI ini.
6. Kepada Diriku Sendiri, Terima kasih banyak karena selalu berusaha untuk kuat dan semangat dalam menjalani proses pendidikanmu. Selalu berusaha untuk bangkit di setiap keadaan yang tidak sesuai dengan harapanmu. Selalu percaya Allah akan memberikan yang terbaik disetiap prosesmu.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan anugrah dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Sintesis CaO dari Cangkang Kerang Hijau dan Modifikasi CaO menggunakan *Sodium Dodecyl Sulfate* sebagai Adsorben untuk Adsorpsi Congo Red**” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing, **ibu Dr. Widia Purwaningrum, M.Si dan ibu Dra. Julinar, M.Si** yang telah sabar membimbing dan memberikan nasihat kepada penulis. Semoga Ibu widia selalu diberikan kesehatan dan berada dinaungan Allah SWT. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan anugrah yang sangat luar biasa kepada penulis.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Ibu Prof. Dr. 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. Baba dan Mama yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis serta ayuk Uyin, Rini dan Nani yang selalu menghibur penulis
6. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, penulis mengucapkan terima kasih untuk ilmu-ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan 7 semester
7. Yuk Yanti, yuk Niar dan yuk Nur selaku Analis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang sangat membantu selama proses penelitian.
8. Teman-teman seperjuangan Kimia 2020. Terima kasih telah menjadi teman motivasi selama masa perkuliahan. Semoga kita sukses bersama
9. Ira, Novta, Indah, Errida, Annisa Kamilah, Sandi Perdana, Almer, Putri Oktarisa, Citra, Zaharo, Novta, Siti fath. Penulis mengucapkan terimakasih yang telah membantu dan memberikan semangat selama Penelitian.

Demikian skripsi ini penulis persembahkan sebagai karya tulis yang diharapkan dapat memberikan manfaat kepada para pembaca. Penulis meminta maaf dan siap menerima saran dan kritikan untuk kemajuan skripsi ini kedepannya, karena penulis menyadari skripsi ini banyak kurangnya dan jauh dari kata sempurna.

Indralaya, September 2024

Penulis

Pithri Diani



## SUMMARY

### **CaO SYNTHESIS FROM GREEN MUSSEL SHELLS AND CaO MODIFICATION USING SODIUM DODECYL SULFATE AS ADSORPTION CONGO RED DYE**

Pithri Diani: Supervised by Dr. Widia Purwaningrum, M.Si and Dra. Julinar, M.Si  
Departement of Chemistry, fakulty of Mathematic and Natural Science, Sriwijaya  
University.

viii+126 pages, 10 table, 23 picture, 17 attachments

The high demand for green mussels has resulted in a rapid buildup of green mussel shell waste. These green mussel shells were mainly used as the primary ingredient for producing calcium oxide (CaO) and for modification it with sodium dodecyl sulfate (SDS). The modification process of CaO involved weight ratios of CaO to SDS at (2:1) and (1:1). To create CaO, extraction and precipitation methods were employed. The addition of SDS aimed to prevent the particles from aggregating. The resulting materials underwent analysis through X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and Brunauer-Emmett-Teller (BET) techniques, and were later utilized to adsorb congo red dye while adjusting concentration levels, contact times, and temperatures. The XRD findings revealed peak intensities for CaO, modified CaO (2:1), and modified CaO (1:1) at angles of  $2\theta = 37.33^\circ$ ,  $37.33^\circ$ , and  $37.34^\circ$  respectively. The FTIR analysis of both CaO and its modified variants before dye adsorption showed the presence of functional groups such as O-H, C-O, Ca-O and after the adsorption process new functional groups, specifically C-H, =C-H and S-O linked to the congo red and SDS dyes were identified. The BET analysis indicated that the surface areas for CaO, modified CaO (2:1), and modified CaO (1:1) were 4.96, 1.62, and 1.47 m<sup>2</sup>/g respectively.

The optimum conditions for adsorption of congo red dye using CaO at a concentration of 900 mg/L, contact time of 150 minutes and temperature of 55°C with an adsorption capacity of 243.90 mg/g. Modified CaO (2:1) at a concentration of 1300 mg/L, contact time of 60 minutes and temperature of 55°C with an adsorption capacity of 555.56 mg/g. Modified CaO (1:1) at a concentration of 1400 mg/L, contact time of 90 minutes and temperature of 55°C with an adsorption capacity of 476.19 mg/g. The adsorption process using CaO, modified CaO (2:1) and modified CaO (1:1) describes the Langmuir isotherm, pseudo second-order and proceeds endothermically and spontaneously.

Keyword: Green Mussel Shells, CaO, modified CaO, Adsorption, Congo red

## RINGKASAN

### SINTESIS CaO DARI CANGKANG KERANG HIJAU DAN MODIFIKASI CaO MENGGUNAKAN *SODIUM DODECYL SULFATE* SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI *CONGO RED*

Pithri Diani: dibimbing oleh Dr. Widia Purwaningrum, M.Si dan Dra. Julinar, M.Si Kimia, Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
viii+126 halaman, 10 tabel, 23 gambar, 17 lampiran.

Penggunaan kerang hijau yang sangat banyak mengakibatkan limbah cangkang kerang hijau meningkat pesat. Cangkang kerang hijau digunakan sebagai bahan utama sintesis CaO dan modifikasi CaO/SDS. Modifikasi CaO dilakukan perbandingan berat CaO terhadap SDS yaitu (2:1) dan (1:1). Sintesis CaO menggunakan metode ekstraksi dan presipitasi. Adanya penambahan SDS berfungsi sebagai pencegah aglomerasi. Hasil sintesis yang di dapat dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR dan BET yang selanjutnya digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *congo red* dengan parameter konsentrasi, waktu kontak dan temperatur. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan intensitas tertinggi CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) masing-masing pada sudut  $2\theta = 37,33^\circ$ ;  $37,33^\circ$  dan  $37,34^\circ$ . Hasil karakterisasi FTIR pada CaO dan CaO modifikasi sebelum adsorpsi menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-O, Ca-O dan sesudah adsorpsi menunjukkan gugus fungsi C-H, =C-H dan S-O yang berasal dari zat warna *congo red* dan SDS. Hasil karakterisasi BET menunjukkan luas permukaan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) masing-masing sebesar 4,96; 1,62 dan 1,47 m<sup>2</sup>/g.

Kondisi optimum adsorpsi zat warna *congo red* menggunakan CaO pada konsentrasi 900 mg/L, waktu kontak 150 menit dan temperatur 55°C dengan kapasitas adsorpsi sebesar 243,90 mg/g. CaO modifikasi (2:1) pada konsentrasi 1300 mg/L, waktu kontak 60 menit dan temperatur 55°C dengan kapasitas adsorpsi sebesar 555,56 mg/g. CaO modifikasi (1:1) pada konsentrasi 1400 mg/L, waktu kontak 90 menit dan temperatur 55°C dengan kapasitas adsorpsi sebesar 476,19 mg/g. Proses adsorpsi menggunakan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) menggambarkan isoterm Langmuir, pseudo orde dua dan berlangsung secara endotermik dan spontan.

Kata Kunci: Cangkang kerang hijau, CaO, CaO modifikasi, Adsorpsi, *Congo red*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Zat Warna Azo .....	5
2.2 <i>Congo Red</i> .....	6
2.3 Cangkang Kerang Hijau ( <i>Green Mussel Shells</i> ).....	7
2.4 Kalsium Oksida (CaO) .....	8
2.5 <i>Sodium Dodecyl Sulfate</i> .....	10
2.6 Adsorpsi .....	12
2.6.1 Isoterm Adsorpsi.....	13
2.6.2 Kinetika Adsorpsi .....	14
2.6.3 Termodinamika Adsorpsi .....	15
2.7 <i>X-ray Diffraction (XRD)</i> .....	16
2.8 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i> .....	19
2.9 Brunauer, Emmet and Teller (BET).....	20
2.10 pH <sub>pzc</sub> ( <i>point zero charge</i> ).....	21

2.11 Spektrofotometri UV-Vis .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	24
3.2 Alat dan Bahan .....	24
3.2.1 Alat .....	24
3.2.2 Bahan .....	24
3.3 Prosedur Penelitian.....	24
3.3.1 Preparasi Cangkang Kerang Hijau .....	24
3.3.2 Sintesis CaO .....	25
3.3.3 Sintesis CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	25
3.4 Karakterisasi.....	26
3.5 Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc) .....	26
3.6 Penentuan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	26
3.6.1 Pembuatan Larutan <i>Congo Red</i> 1000 mg/L.....	26
3.6.2 Pembuatan Kurva Standar <i>Congo Red</i> .....	27
3.7 Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi <i>Congo Red</i> Menggunakan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) .....	27
3.7.1 Penentuan Kondisi Optimum pada CaO.....	27
3.7.2 Penentuan Kondisi Optimum pada CaO modifikasi (2:1).....	28
3.7.3 Penentuan Kondisi Optimum pada CaO modifikasi (1:1).....	29
3.8 Analisis Data .....	30
3.8.1 Analisis Karakterisasi .....	30
3.8.2 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	30
3.8.3 Penentuan Isoterm Adsorpsi .....	30
3.8.4 Penentuan Kinetika Adsorpsi .....	31
3.8.5 Penentuan Studi Termodinamika.....	31
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Hasil Preparasi Cangkang Kerang Hijau.....	32
4.2 Sintesis CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	32
4.3 Karakterisasi Material .....	34
4.3.1 Hasil Karakterisasi dengan XRD.....	34
4.3.2 Hasil Karakterisasi Menggunakan BET .....	36

4.4	pH <i>Point of Zero Charge</i> (pHpzc).....	37
4.5	Penentuan Konsentrasi Optimum pada Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> ..	38
4.6	Isoterm Adsorpsi Senyawa CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	39
4.7	Penentuan Waktu Kontak Optimum pada Adsorpsi <i>Congo Red</i> .....	42
4.8	Kinetika Adsorpsi dari Senyawa CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	43
4.9	Penentuan Temperatur optimum pada Adsorpsi <i>Congo Red</i> .....	45
4.10	Studi Termodinamika Adsorpsi dari CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) .....	46
4.11	Hasil karakterisasi dengan FTIR .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>51</b>
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	6
Gambar 2.	Cangkang Kerang Hijau.....	7
Gambar 3.	Struktur <i>Sodium Dodecyl Sulfate</i> .....	10
Gambar 4.	Ilustrasi Hamburan Sinar X.....	16
Gambar 5.	Analisis XRD untuk CaO dari Cangkang Telur.....	17
Gambar 6.	XRD untuk CaO dari Cangkang Kerang Hijau.....	18
Gambar 7.	Difraktogram CaO dari Cangkang Bekicot .....	18
Gambar 8.	Spektrum FTIR CaO, CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	19
Gambar 9.	Spektrum FTIR CaO .....	19
Gambar 10.	Isoterm Adsorpsi/Desorpsi N <sub>2</sub> dan Distribusi Ukuran Pori BJH pada Hr-CaO.MgO .....	21
Gambar 11.	Preparasi Cangkang Kerang Hijau (a) Setelah dibersihkan dan dikeringkan (b)Setelah digerus dan diayak.....	32
Gambar 12.	Hasil Kalsinasi a) CaO b) CaO modifikasi (2:1) dan c) CaO Modifikasi (1:1) .....	34
Gambar 13.	Difraktogram Senyawa untuk CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	34
Gambar 14.	pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc) .....	38
Gambar 15.	Kurva Adsorpsi Variasi Konsentrasi dari Adsorben CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) pada Waktu Kontak 10 menit dan Temperatur 30°C.....	39
Gambar 16.	Kurva Model Isoterm Adsorpsi pada CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	40
Gambar 17.	Kurva Model Isoterm Langmuir pada CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	41
Gambar 18.	Kurva hubungan Waktu Kontak dan Daya Serap pada CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) .....	42
Gambar 19.	Kurva <i>Pseudo First Order</i> pada CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) .....	44
Gambar 20.	Kurva <i>Pseudo Second Order</i> pada CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	44

Gambar 21. Kurva Hubungan Temperatur dan Daya Serap pada CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) .....	46
Gambar 22. Karakterisasi FTIR pada CaO baik sebelum dan sesudah adsorpsi ..	48
Gambar 23. Karakterisasi FTIR pada CaO modifikasi (2:1) baik sebelum dan sesudah adsorpsi .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Variasi Suhu Kalsinasi CaO .....	9
Tabel 2. Aplikasi Modifikasi dengan SDS .....	11
Tabel 3. Hasil karakterisasi BET CaO, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dan CaO/Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	21
Tabel 4. Perbandingan Difraktogram Sudut 2θ pada CaO dan CaO modifikasi (2:1) dengan Data JCPDS.....	35
Tabel 5. Ukuran Kristal pada CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) .....	36
Tabel 6. Hasil Karakterisasi CaO dan CaO modifikasi (2:1) dengan BET.....	36
Tabel 7. Data Parameter Isoterm Adsorpsi CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap <i>Congo Red</i> .....	41
Tabel 8. Data Parameter Kinetika Adsorpsi CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap <i>Congo Red</i> .....	45
Tabel 9. Data parameter Termodinamika Adsorpsi CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap <i>Congo Red</i> .....	47
Tabel 10. Hasil Karakterisasi CaO modifikasi (2:1) dan CaO dengan FTIR .....	50



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Perhitungan Bahan-Bahan pada Proses Sintesis Senyawa CaO dan CaO Modifikasi .....	62
Lampiran 2.	Prosedur Sintesis CaO dan CaO modifikasi.....	64
Lampiran 3.	Hasil Karakterisasi CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) menggunakan XRD.....	66
Lampiran 4.	Hasil Karakterisasi BET untuk CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1).....	78
Lampiran 5.	Hasil Karakterisasi menggunakan FTIR .....	81
Lampiran 6.	pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc).....	83
Lampiran 7.	Panjang Gelombang Maksimum <i>Congo Red</i> .....	84
Lampiran 8.	Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo red</i> untuk Variasi Konsentrasi.....	85
Lampiran 9.	Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna <i>Congo red</i> Menggunakan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap Konsentrasi .....	86
Lampiran 10.	Penentuan Isoterm Adsorpsi Zat Warna <i>Congo Red</i> .....	90
Lampiran 11.	Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> untuk Variasi Waktu Kontak.....	98
Lampiran 12.	Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna <i>Congo red</i> Menggunakan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap Waktu Kontak.....	99
Lampiran 13.	Data Kinetika Adsorpsi Zat warna <i>Congo Red</i> .....	103
Lampiran 14.	Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> untuk Variasi Temperatur .....	111
Lampiran 15.	Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap Temperatur .....	112
Lampiran 16.	Data Termodinamika Zat Warna <i>Congo red</i> .....	116
Lampiran 17.	Gambar Penelitian .....	123

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industrialisasi semakin berkembang pada abad ke-20 sehingga dapat meningkatkan taraf hidup (Ma *et al.*, 2023). Industri tekstil merupakan salah satu jenis industri yang berkembang pesat di Indonesia namun dampaknya terhadap pencemaran lingkungan semakin meningkat (Utomo dkk, 2018). Ma *et al* (2023) melaporkan bahwa sekitar 400 miliar meter kubik limbah mengalir ke sungai di seluruh dunia setiap tahunnya, berkontribusi terhadap 40% pencemaran sungai secara global. *Congo red* merupakan perwarna azo yang mengandung senyawa kompleks amina aromatik sehingga sulit terdegradasi dan berpotensi menjadi senyawa toksik (Herlina dkk., 2017). Zat warna *congo red* bersifat karsinogen dan mutagen yang dapat menyebabkan toksisitas bagi sebagian besar organisme hidup, terutama organisme air dan kesehatan manusia (Theng and Tan, 2020; Iryani dkk., 2020). Pembuangan limbah yang mengandung zat warna *congo red* ke dalam sistem perairan sangat berdampak buruk karena efeknya yang merusak kehidupan akuatik dan ekosistem (Oyekanmi dkk., 2019; Inyinbor *et al.*, 2015). Oleh karena itu, berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi limbah yang mengandung *congo red* sebelum dibuang ke dalam sistem perairan (Saraswati dkk., 2015).

Beberapa metode efektif untuk meminimalisir kandungan zat warna *congo red* yang telah dikembangkan seperti adsorpsi, filtrasi, sedimentasi, koagulasi dan pertukaran ion (Mulyaningtias dan Syafiq, 2018). Metode adsorpsi merupakan salah satu metode kimia fisika yang banyak dilakukan penelitian dalam penyerapan *congo red*. Metode adsorpsi dianggap sebagai salah satu metode pengolahan limbah yang paling efektif karena dapat dilakukan dalam waktu singkat, mudah dioperasikan dan ramah lingkungan sehingga fleksibel untuk menghilangkan pewarna pada air limbah (Wahyuningsih *et al.*, 2018; Muryanto, 2021).

Beberapa adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi zat warna *congo red* diantaranya karbon aktif, silika, kitin, kalsium oksida, ampas tebu, serat kitosan, sekam padi, zeolit, selulosa dan bentonit (Khalaf *et al.*, 2021). Kalsium oksida (CaO) dianggap sebagai adsorben yang menjanjikan karena memiliki efektifitas penyerapan yang tinggi, memiliki luas permukaan yang tinggi dan memiliki jumlah

pori dari 10.000 - 20.000 sehingga dapat menyerap zat warna yang terdapat pada limbah (Sahraeni dan Yusak, 2022). Adsorben CaO cocok untuk agen remediasi limbah beracun (Thakur *et al.*, 2021). Kalsium oksida merupakan struktur kisi kubik yang memiliki kemampuan besar untuk menghilangkan berbagai polutan karena luas permukaan spesifik dan struktur pori yang tinggi (Yousefi-Limaei *et al.*, 2023).

Adsorben CaO dapat diperoleh dari bahan alami berupa bekicot, siput, batu kapur, keramik, kulit telur (telur ayam, telur bebek, telur puyuh) dan cangkang kerang (kerang darah, scallops, periwinkle, cowrie dan kerang hijau) (Hart, 2020). Cangkang kerang hijau memiliki kandungan kalsium karbonat yang besar sehingga berpotensi untuk dikalsinasi menjadi CaO (Akbar *et al.*, 2019). Beberapa peneliti menyatakan kandungan  $\text{CaCO}_3$  pada cangkang kerang hijau sebesar 91,2% (Ismail *et al.*, 2022), sebesar 95,54% (Rachmantio dan Irfai, 2023) dan sebesar 99,62% (Mediarman *et al.*, 2021). Umumnya, proses sintesis CaO dapat dilakukan melalui dua metode. Metode pertama, dilakukan beberapa tahap yaitu proses ekstraksi kemudian presipitasi dan dilanjutkan kalsinasi. Metode kedua, langsung dilakukan proses kalsinasi. Kalsinasi langsung merupakan proses suatu serbuk (cangkang telur, cangkang kerang, bekicot, siput) yang langsung dikalsinasi ke dalam furnace tanpa dilakukan proses ekstraksi dan presipitasi terlebih dahulu. Serbuk yang diperoleh dari proses kalsinasi langsung masih terdapat banyak kandungan lain selain CaO yang terkandung dalam serbuk (Fe, Mn, S dan Sr) meskipun di kalsinasi pada temperatur tinggi (Srichanachaichok dan Pissuwan, 2023). Metode ekstraksi dan presipitasi merupakan suatu proses mengesktraksi dan mengendapkan kandungan kalsium saja tanpa kandungan lain yang ikut terekstrak sehingga saat di kalsinasi hanya memperoleh kandungan CaO (Sunardi dkk., 2020).

Kalsium Oksida dapat memungkinkan terjadinya penggumpalan antar molekul CaO yang mengakibatkan ukuran partikelnya menjadi lebih besar. Apabila ukuran partikel CaO besar maka luas permukaannya kecil sehingga sulit dalam proses penyerapan zat warna *congo red* (Mostafapour *et al.*, 2023). Oleh karena itu, dalam meningkatkan penyerapan dari CaO sebagai adsorben dapat dilakukan modifikasi CaO. Modifikasi CaO merupakan suatu cara untuk mengubah karakteristik dari CaO sehingga dapat meningkatkan kinerja penyerapan CaO

sebagai adsorben. CaO dapat dimodifikasi dengan menambahkan surfaktan berupa *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) (Tamjidi and Esmaeili, 2019). *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dapat berfungsi untuk mengontrol ukuran partikel yang terbentuk dan mencegah adanya aglomerasi (Ermadiana dkk., 2017).

Berdasarkan penelitian Hsieh *et al* (2021) menyatakan CaO modifikasi menghasilkan serapan yang lebih baik daripada CaO dimana, kapasitas CaO dari cangkang telur sebagai adsorpsi CO<sub>2</sub> sebesar 0,12 g sedangkan kapasitas CaO dengan penambahan surfaktan berupa SDS sebesar 0,22 g setelah 10 siklus adsorpsi CO<sub>2</sub>. Jamrunroj *et al* (2019) dalam penelitiannya menyatakan bahwa luas permukaan dan volume pori CaO modifikasi lebih rendah daripada CaO tanpa penambahan surfaktan karena banyaknya SDS yang didoping. Namun CaO modifikasi memiliki sifat aglomerasi yang rendah saat penambahan SDS yang mengakibatkan kapasitas adsorpsi lebih besar daripada CaO tanpa surfaktan. Adanya pengaruh penambahan berat SDS saat dilakukan modifikasi CaO, seperti sifat aglomerasi, ukuran kristal, luas permukaan dan volume pori. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan sintesis CaO dari cangkang kerang hijau sebagai sumber CaCO<sub>3</sub> dan memodifikasi CaO dengan penambahan surfaktan SDS melalui metode ekstraksi dan presipitasi kemudian dilanjutkan kalsinasi. Untuk mengetahui pengaruh sifat adsorben dan kinerjanya saat penambahan SDS pada CaO maka dilakukan variasi berat CaO terhadap SDS yaitu 2:1 dan 1:1.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah CaO dan CaO modifikasi berhasil di sintesis dari cangkang kerang hijau melalui metode ekstraksi HCl 1% dan presipitasi?
2. Bagaimana kondisi optimum, kapasitas adsorpsi, model isoterm adsorpsi, kinetika adsorpsi, termodinamika adsorpsi menggunakan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap *congo red*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis dan mengkarakterisasi CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) dari cangkang kerang hijau menggunakan analisis XRD, FTIR dan BET.
2. Menentukan kondisi optimum, kapasitas adsorpsi, model isoterm

adsorpsi, kinetika adsorpsi dan termodinamika adsorpsi menggunakan CaO, CaO modifikasi (2:1) dan CaO modifikasi (1:1) terhadap zat warna *congo red*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi proses ekstraksi dan presipitasi CaO dari cangkang kerang hijau, melakukan modifikasi CaO dengan perbandingan berat CaO terhadap SDS yaitu (2:1) dan (1:1) yang selanjutnya akan diaplikasikan untuk mengadsorpsi zat warna *congo red*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyahlika, S.Z., Firdaus, M.L., & Elvia, R. (2018). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Zat Warna Sintetis Reactive Red-120 dan Reactive Blue-198. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 2(2), 148–155.
- Akbar, F., Kusumaningrum, R., Jamil, M.S., Noviyanto, A., Widayatno, W.B., Wismogroho, A.S., & 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.
- Ali, H.Q., & Mohammed, A.A. (2020). Elimination of Congo Red Dyes From Aqueous Solution Using *Eichhornia Crassipes*. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering*, 21(4), 21–32.
- Ambroz, F., Macdonald, T.J., Martis, V., & Parkin, I.P. (2018). Evaluation of the BET Theory for the Characterization of Meso and Microporous MOFs. *Small Methods*, 2(11).
- Amri, S., & Utomo, M.P. (2017). Preparasi dan Karakterisasi Komposit ZnO-Zeolit untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red. *Jurnal Kimia Dasar*, 6(2), 29–36.
- Asnawati, A. (2017). Penentuan Kapasitas Adsorpsi Selulosa Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 23.
- Baunsele, A.B., & Missa, H. (2020). Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 76.
- Bhandari, P.S., & Gogate, P.R. (2019). Adsorptive Removal of Sodium Dodecyl Sulfate using Activated Coconut Shell based Adsorbent: Kinetic and Thermodynamic Study. *Desalination and Water Treatment*, 165, 111–123.
- Charlena, Maddu, A., dan Hidayat, T. (2022). Synthesis and Characterization of Hydroxyapatite from Green Mussel Shell with Sol-Gel Method. *Jurnal Kimia Valensi*, 8(2), 269–279.
- Chatterjee, S., Guha, N., Khrisnan, S., Singh, A.K., Mathur, O., & Rai, D. K. (2020). Selective and Recyclable Congo Red Dye Adsorption by Spherical  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  Nanoparticles Functionalized with 1,2,4,5-Benzenetetracarboxylic Acid. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11.
- Endrawati, B.F., Julianti, N. K., Nafisah, A.R., Rahendaputri, C.S., & Mutiara, E. (2021). Microwave Assisted Transesterification of Biodiesel from Waste Cooking Oil Using CaO Extracted from Green Mussel Shell Waste and Limestone as Catalyst.
- Ermadiana, Y., Budi, E., & Sugihartono, I. (2017). Pengaruh Variasi Konsentrasi Sodium Dodecyl Sulfate ( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaSO}_4$ ) Terhadap Morfologi Permukaan pada Pembentukan Lapisan Tipis Komposit Ni-TiAlN dengan Metode

Elektrodeposisi. VI, hal. SNF2017-MPS-1-SNF2017-MPS-4.

- Fadilla, P.J., Sururi, M.R., Marganingrum, D., & Dirgawati, M. (2022). Utilization of Bottom Ash as an Adsorbent for Color and COD Removal for Textile Industry Waste. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 19(1), 78–88.
- Fatimah, S., & Yanlinastuti (2016). Pengaruh Konsentrasi Pelarut untuk Menentukan Paduan U-Zr dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Pusat Teknologi Bahan Nuklir*, 9(17), hal. 22–33.
- Fatkhurrozi, A. (2020). Masalah Penyimpanan Calsium Oksida Di Gudang Pt.Sibelco Bhumiadya. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 6(2), 152–156.
- Ghribi, A., Bagane, M., & 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.
- Hairunisa, Shofiyani, A., & 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., & 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.
- Hamad, M.T.M.H., & Saied, M.S.S. (2021). Kinetic Studies of Congo Red Dye Adsorption by Immobilized *Aspergillus Niger* on Alginate. *Applied Water Science*, 11(2).
- Hart, A. (2020). Mini-Review of Waste Shell-Derived Materials' Applications. *Waste Management and Research*, 38(5), 514–527.
- Haryono., Natanael, C.L., Rukiah., & Yulianti, Y.B. (2018). Kalsium Oksida Mikropartikel dari Cangkang Telur sebagai Katalis pada Sintesis Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 08(01), 8–14.
- Hastuti, B., Afifah, S. N., Mulyani, B., & Susilowati, E. (2020). Adsorption of Methylene Blue Dyes Using Pectin Membrane. *Journal of Physics: Conference Series*, 1503(1).
- Herlina, R., Masri, M., & Sudding (2017). Studi Adsorpsi Dedak Padi terhadap Zat Warna Congo Red di Kabupaten Wajo. *Jurnal Chemica*, 18(1), 16–25.
- Hsieh, S.L., Li, F.Y., Lin, P.Y., Beck, D.E., Kirankumar, R., Wang, G.J., & Hsieh, S. (2021). CaO Recovered from Eggshell Waste as a Potential Adsorbent for Greenhouse Gas CO<sub>2</sub>. *Journal of Environmental Management*,

297(January), 113430.

- Iftyna, D., Susanti, R., & Aprilianto, E. (2019). Sintesis Adsorben Komposit  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  Modifikasi Kuersetin Untuk Mengurangi Limbah Tekstil Kongo Merah. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(4), 5–8.
- Ikhsan, J., Sulastri, S. & Priyambodo, E. (2015). Pengaruh pH apad Adsorpsi Kation Unsur Hara  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{K}^+$  oleh Silika dari Lumpur Lapindo. *Jurnal Penelitian Saintek*, 20(1), 10–18.
- Iqbal, M.A., Ali, S.I., Amin, F., Tariq, A., & Iqbal, M.Z. (2019). La-and Mn-Codoped Bismuth Ferrite/ $\text{Ti}_3\text{C}_2$  MXene Composites for Efficient Photocatalytic Degradation of Congo Red Dye. *ACS Omega*, 4(5), 8661–8668.
- 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 technoscientia*, 10(1), 66–70.
- Ismail, R., Cionita, T., Shing, W.L., Fitriyana, D. F., Siregar, J.P., Bayuseno, A.P., Nugraha, F.W., Muhamadin, R.C., Junid, R., & Endot, N.A. (2022). Synthesis and Characterization of Calcium Carbonate Obtained from Green Mussel and Crab Shells as a Biomaterials Candidate. *Materials*, 15(16).
- Jamrunroj, P., Wongsakulphasatch, S., Maneedaeng, A., Cheng, C.K., & Assabumrungrat, S. (2019). Surfactant assisted CaO-Based Sorbent Synthesis and their Application to High-Temperature  $\text{CO}_2$  Capture. *Powder Technology*, 344, 208–221.
- Ji, H.H., Ling, F.X., Wang, P., Sui, B.K., Wang, S.J., & Yuan, S.H. (2021). Preparation of Rod-like  $\gamma$ -Alumina/Volcanic Rock Porous Material and Preliminary Study on the Adsorption Property of Congo Red. *Ranliao Huaxue Xuebao/Journal of Fuel Chemistry and Technology*, 49(7), 1049–1056.
- Khalaf, I.H., Al-Sudani, F.T., AbdulRazak, A.A., Aldahri, T & Rohani, S. (2021). Optimization of Congo Red Dye Adsorption from Wastewater by a Modified Commercial Zeolite Catalyst using Response Surface Modeling Approach. *Water Science and Technology*, 83(6), 1369–1383.
- Khoo, F.S. & Esmaeili, H. (2018). Synthesis of  $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  Magnetic Composite for the Removal of  $\text{Pb}(\text{II})$  and  $\text{Co}(\text{II})$  from Synthetic Wastewater. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 83(2), 237–249.
- Kristanto, G.A., Raindra Lamurvie, A., & Koven, W. (2018). A Study of Compost as an Adsorbent for Congo Red Dye Removal Process. *Reaktor*, 17(4), 203.
- Kurniawan, A., Nizar, M., Rijal, M., Bagas, R., & satyarsih, 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 Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 4(2), 22.
- Kurniawan, E., Asril, A., & Ningsih, J.R. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Kalsium Oksida dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*). *Jambura Journal of Chemistry*, 1(2), 50–54.
- Litefti, K., Freire, M.S., Stitou, M., & Gonzalez-Alvarez, J. (2019). Adsorption of an Anionic Dye (Congo Red) from Aqueous Solutions by Pine Bark. *Scientific Reports*, 9(1), 1–11.
- Lu, Y., Jiang, B., Fang, L., Ling, F., Gao, J., & Wu, F. (2016). High performance NiFe Layered Double Hydroxide for Methyl Orange Dye and Cr(VI) Adsorption. *Chemosphere*, 152, 415–422.
- Lubis, K. (2015). Metoda-Metoda Karakterisasi Nanopartikel Perak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(79), 50–55.
- Ma, Y. *et al.* (2013) “Removal of phenol by powdered activated carbon adsorption,” *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, 7(2), hal. 158–165.
- Ma, Z., Liu, C., Srinivasakannan, C., Li, L., & Wang, Y. (2023) Synthesis of Magnetic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-HKUST-1 Nanocomposites for Azo Dye Adsorption. *Arabian Journal of Chemistry*, 16(6), 104767.
- Mardani, H.R., Forouzani, M., Moradi, N., & Kheibarian, Z. (2020). A comparative study on Physicochemical Properties of Two Nanomagnetic cCompounds CaO@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@CaO and their catalytic role on biodiesel preparation. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 39(4).
- Masruhin, M., Rasyid, R. & Yani, S. (2018) “Penjerapan Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Lignin Hasil Isolasi Jerami Padi,” *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), hal. 6.
- Mediarman, G.N., Sumardianto, Riyadi, P. H., Rianingsih, L., & 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. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 890(1).
- Mostafapour, F.K., Miri, A., Khatibi, A., Balarak, D., & Kyzas, G. Z. (2023). Survey of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetic Nanoparticles Modified with Sodium Dodecyl Sulfate for Removal P-Cresol and Pyrocatechol from Aqueous Solutions. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(6), 1–20.
- Mujiyanti, T., Hariyanto, Y.A., & Ananingtyas, R.S.A. (2021). Analisis Struktur Kristal Kalsium Hidroksida dari Cangkang Bekicot sebagai Kandidat RAW Material Hidroksiapatit Berbasis Bahan Alam. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 6(4), 890.
- Mulyaningtias, N., & Syafiq, A. (2018). Review artikel Perbandingan Adsorpsi Zat Warna Congo Red Menggunakan ZSM-5 dan ZnO Nanopartikel. (December), 6–8.

- Munasir, M., Tiwikantoro., Zainuri, M., & Darminto. (2012). Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas ( $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ ). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(1), 20.
- Muryanto, M. (2021). Adsorption of Congo Red Dye Using the Kenaf Core. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 5(2), 80.
- Neolaka, Y. A. B., Lawa, Y., Naat, J. N., Nubatonis, Y.K., & Riwu, A.A.P. (2019). Studi Termodinamika Adsorpsi Pb(II) Menggunakan Adsorben Magnetik  $\text{GO-Fe}_3\text{O}_4$  yang Disintesis Dari Kayu Kusambi (*Schleichera oleosa*). *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 2(2), 49–51.
- Nugroho, R.T., & Fajriati, I. (2017). Efektivitas Fotodegradasi Zat Warna Alizarine Red-S Menggunakan Oksidator Hidrogen Peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) dan Fotokatalis  $\text{TiO}_2$ . *Analit : Analytical and Environmental Chemistry*, 2(02), 26–37.
- Obulapuram, P.K., Arfin, T., Mohammad, F., Khiste, S.K., Chavali, M., Albalawi, A.N., & Al-Lohedan, H.A. (2021). Adsorption, equilibrium isotherm, and thermodynamic studies towards the removal of reactive orange 16 dye using  $\text{Cu(I)}$ -polyaniline composite. *Polymers*, 13(20), 1–16.
- Odiongenyi, A., Ukpe, R. A., Enengedi, I. S., Ekwere, I. O., Obadimu, C. O. (2023). Resources Recovery from Mussel Shells for the Synthesis and Application of  $\text{CaO}$  nanoparticles for the Adsorption Remediation of Crystal Violet Contaminated Water. *Journal of Pharmaceutical and Applied Science Research*, 12(1), 19-36.
- Oliveira, T.P., Marques, G. N., Castro, M. A. M., Costa, R. C. V., Rangel, J. H. G., Rodrigues, S. F., Santos, C. D., & Oliveira, M. M. (2020). Synthesis and photocatalytic investigation of  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  in the degradation of organic dyes under visible light. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(6), 15001–15015.
- Omwoyo, F.O., & Otieno, G. (2024). Optimization of Methylene Blue Dye Adsorption onto Coconut Husk Cellulose Using Response Surface Methodology: Adsorption Kinetics, Isotherms and Reusability Studies. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 12(02), 1–18.
- Oyekanmi, A.A., Ahmad, A., Hossain, K., & Rafatullah, M. (2019). Machine Translated by Google Adsorpsi pewarna Rhodamin B dari larutan berair permukaan respons, studi kinetika dan isoterm Abstrak. hal. 1–20.
- Ponnusamy, S. & Subramaniam, R. (2013). Process optimization studies of Congo red dye adsorption onto cashew nut shell using response surface methodology. *International Journal of Industrial Chemistry*, 4(1), 17.
- Prasad, A.S.A. & Rao, K.V.B. (2013). Aerobic biodegradation of Azo dye by *Bacillus cohnii* MTCC 3616; An obligately alkaliphilic bacterium and toxicity evaluation of metabolites by different bioassay systems. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(16), 7469–7481.

- Pratigto, S., Istadi, I. & Wardhani, D.H. (2019). Karakterisasi Katalis CaO dan Uji Aktivitas pada Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Kedelai. *Metana*, 15(2), 57–64.
- Purwaningrum, W., Hasanudin, H., Rachmat, A., Riyanti, F., & Hariani, P. L. (2022). Modification of Calcium Oxide from Green Mussel Shell with Iron Oxide as a Potential Adsorbent for the Removal of Iron and Manganese Ions from Acid Mine Drainage. *Journal of Ecological Engineering*, 23(11), 188–201.
- Rachmantio, C. & Irfai, M.A. (2023). Pengaruh Suhu Dan Waktu Kalsinasi Terhadap Kemurnian Hidroksiapatit Berbasis Cangkang Kerang Hijau Untuk Aplikasi Pada Bone Tissue Engineering. *Jtm*, 11(1), hal. 1–6.
- Rafique, M.A., Kiran, S., Javed, S., Ahmad, I., Yousaf, S., Iqbal, N., Afzal, G., Rani, F. (2021). Green synthesis of nickel oxide nanoparticles using Allium cepa peels for degradation of Congo red direct dye: An environmental remedial approach. *Water Science and Technology*, 84(10–11), 2793–2804.
- Rosita, Y., Yuliansyah, A.T., & Cahyono, R.B. (2022). the Kinetic Study of Methylene Blue Adsorption Using the Red Fruit Waste Biochar. *Konversi*, 11(1), 19–25.
- Roy, S., & Kumar, V. (2014). A Practical Approach on SDS PAGE for Separation of Protein. *International Journal of Science and Research*, 3(8), 955–960.
- Sahara, E., Gayatri, P.S., & Putu, S. (2018). Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B Dalam Larutan Oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(1), 37–44.
- Sahraeni, S., & Yusak, D. (2022). Penurunan Kadar Zat Warna Dalam Sampel Limbah Cair Industri Ssarung Tenun Samarinda Menggunakan Adsorben CaO dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Penurunan Kadar Zat ...) Jurnal Teknik Kimia Vokasional*, 2(1), 29–35.
- Saidah, A., Susilowati, S.E., & Nofendri, Y. (2018). Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Jerami Padi Epoxy Dan Serat Jerami Padi Resin Yukalac 157. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 5(2), 96–101.
- Salager, J.-L., Forgiarini, A.M., & Bullón, J. (2012). Surfactant formulation guidelines to reach an ultralow interfacial tension for enhanced oil recovery, *Topics in Colloidal Aggregation and Interfacial Phenomena*.
- Saraswati, I., Diantariani, N., & Suarya, P. (2015). Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red Dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif Dan Sinar Ultraviolet (Uv). *Jurnal Kimia*, 9(2), 175–182.
- Sari wulan, N., Fajri, M.Y. ,& Anjas W. (2018). Analisis Fitokimia Dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminata* (L)).

*Ijobb*, 2(1), 30.

- Sathishkumar, K., Alsalhi, M. S., Sanganyado, E., Devanesan, S., Arulpharakash, A., & Rajasekar, A. (2019). Sequential electrochemical oxidation and bio-treatment of the azo dye congo red and textile effluent. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 200(September), 111655.
- Sepehr, M.N., Al-Musawi, T.J., Ghahramani, E., Kazemian, H., & Zarrabi, M. (2017). Adsorption performance of magnesium/aluminum layered double hydroxide nanoparticles for metronidazole from aqueous solution. *Arabian Journal of Chemistry*, 10(5), 611–623.
- Srichanachaichok, W., & Pissuwan, D. (2023). Micro/Nano Structural Investigation and Characterization of Mussel Shell Waste in Thailand as a Feasible Bioresource of CaO. *Materials*, 16(2).
- Sudarmawan, W.S., Suprijanto, J., & Riniatsih, I. (2020). Abu Cangkang Kerang *Anadara granosa*, Linnaeus 1758 (Bivalvia: Arcidae) sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Laut. *Journal of Marine Research*, 9(3), 237–244.
- Sunardi, S., Krismawati, E.D., & Mahayana, A. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida dari Cangkang Telur. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2), 250.
- Supriyanto, R., Dio, R.G.R., Bahri, S., & Kiswandono, A.A. (2021.) Telah dilakukan Penelitian Fotodegradasi Larutan Pewarna Tekstil Congo Red dengan Menggunakan Reaktor Fotoreduksi LampuPijar 50 Watt dan Menghasilkan Kuat cahaya 8000 Lux, hasil degradasi warna dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Pada peneliti, 6(02), 104–113.
- Tagar, U., Volpe, M., Messineo, A., & Volpe, R. (2023). Highly Ordered CaO from Cuttlefish Bone Calcination for the Efficient Adsorption of Methylene blue from Water. *Front. Chem*, 11(1), 1-15.
- Tamjidi, S. & 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.
- Tauvana, A.I. (2020). Pengaruh matrik resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas. *Jurnal Polimesin*, 18(2), 99–104.
- Thakur, S., Singh, S., & 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(March).
- Theng, M.L., & Tan, L.S. (2020). Optimization on Methylene Blue and Congo Red Dye Adsorption onto Cassava Leaf using Response Surface Methodology. *Malaysian Journal of Catalysis*, 4, hal. 34–38.
- Toor, M., Jin, B., Dai, S., & Vimonses, V. (2015). Activating natural bentonite as

- a cost-effective adsorbent for removal of Congo-red in wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 21, 653–661.
- Tulasi Prasad, N., Ajaya, B., & Sujeet Kumar, C. (2014). Sodium dodecyl sulphate: A very useful surfactant for Scientific Investigations. *The Journal of Knowledge and Innovation*, 2(1), 111–113.
- Usman, M.R., Nabila, R., & 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. *Indo. J. Chem. Res.*, 8(2), 101–107.
- Utomo, W., Sumarni, W., & Priatmoko, S. (2018). Pengaruh Konsentrasi  $\text{SO}_4^{2-}$  dan pH terhadap degradasi congo red menggunakan fotokatalis N-TiO<sub>2</sub>. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), 71–76.
- Vahidhabanu, S., Adeogun, A.I., & Babu, B.R. (2019). Biopolymer-Grafted, Magnetically Tuned Halloysite Nanotubes as Efficient and Recyclable Spongelike Adsorbents for Anionic Azo Dye Removal. *ACS Omega*, 4(1), 2425–2436.
- Villarul, T.N., Chairul., & Yenti, S.R. (2017). Pemurnian Bioetanol Hasil Fermentasi Nipah Nipah Menggunakan Proses Destilasi Adsorpsi Menggunakan Adsorben CaO. 17(2), 80–85.
- Wahyuningsih, S., Anjani, V., Munawaroh, H., & Purnawan, C. (2018). Optimization of Rhodamine B Decolorization by Adsorption and Photoelectrodegradation Combination System. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 14(2), 276.
- Wijayanti, I.E., & Kurniawati, E.A. (2019). Studi Kinetika Adsorpsi Isoterm Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Abu Gosok sebagai Adsorben. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(2), 175.
- Xia, H., Chen, L., & Fang, Y. (2013). Highly Efficient Removal of Congo red from Wastewater by Nano-Cao. *Separation Science and Technology (Philadelphia)*, 48(17), 2681–2687.
- Yang, Z.F., Li, L.Y., Hsieh, C.T., & Juang, R.S. (2018). Co-Precipitation of Magnetic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles onto Carbon Nanotubes for Removal of Copper Ions from Aqueous Solution. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 82, 56–63.
- Yousefi-Limaee, N., Chahari, M., Seifhanahi-Shabani, K., Naeimi, A., & Ghaedi, S. (2023). Evaluation of Adsorptive Efficiency of Calcium Oxide Nanoparticles for the Elimination of Cationic Dyes: Combustion Synthesis, Adsorption Study and Numerical Modeling. *Progress in Color, Colorants and Coatings*, 16(1), 1–20.
- Yunita, E., Darwis, Z., Yusmaniar. (2019). Optimasi Konsentrasi Katalis CaO dari Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) dalam Reaksi Transesterifikasi

- Minyak Biji Karet (*Hevea braziliensis*) pada Pembuatan Biodisel. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*, 9(1), 20.
- Zein, R., Ramadhani, P., Aziz, H., & Suhaili, R. (2022). Jurnal Litbang Industri Jurnal Litbang Industri. *Jurnal Litbang Industri*, 2014(2), 73–81.
- Zein, R. Wardana, N., Refilda., & Aziz, H. 2018. Kulit Salak Sebagai Biosorben Potensial Untuk Pengolahan Timbal(II) Dan Cadmium(II) Dalam Larutan. *Chimica et Natura Acta*, 6(2), 56.
- Zhou, Y., Ge, L., & Fan, N. 2018. Adsorption of Congo red from Aqueous Solution onto Shrimp Shell Powder. *Adsorption Science and Technology*, 36(5–6), 1310–1330.