

**SINTESIS CaO DARI CANGKANG TELUR PUYUH MELALUI
METODE PRESIPITASI SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA
METILEN BIRU**

SKRIPSI

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



Oleh:

**Yolanda Fany Claudia Manurung
08031181823014**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

SINTESIS CaO DARI CANGKANG TELUR PUYUH MELALUI METODE PRESIPITASI SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU

SKRIPSI

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

Oleh:

Yolanda Fany Claudia Manurung
08031181823014

Indralaya, Agustus 2023

Pembimbing



Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304031999032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Yolanda Fany Claudia Manurung (08031181823014) dengan judul "Sintesis CaO dari Cangkang Telur Puyuh Melalui Metode Presipitasi Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru" telah disidangkan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Juli 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan

Indralaya, Agustus 2023

Ketua:

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

NIP. 196006251989031006

()

Sekretaris:

1. **Dr. Eliza, M.Si**

NIP. 196407291991022001

()

Pembimbing:

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

NIP. 197304031999032001

()

Penguji

1. **Dra. Fatma, MS**

NIP. 196211111991022001

()

2. **Dr. Ady Mara, M.Si**

NIP. 196404301990031003

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



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

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903401994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Yolanda Fany Claudia Manurung

NIM : 08031181823014

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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Agustus 2023

Yang Menyatakan



Yolanda Fany Claudia Manurung

NIM.08031181823014

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

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

Nama Mahasiswa : Yolanda Fany Claudia Manurung
NIM : 08031181823014
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "Sintesis CaO dari Cangkang telur Puyuh Melalui Metode Presipitasi Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru". Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/menformatkan, 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. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Agustus 2023

Yang Menyatakan



Yolanda Fany Claudia Manurung

NIM.08031181823014

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Sebab Tuhan, Dia sendiri yang akan berjalan di depanmu, Dia sendiri akan menyertai engkau, Dia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau, janganlah takut dan janganlah patah hati.

(Ulangan 31: 8)

“ Jika kau percaya dengan Impianmu, aku akan membuktikan padamu bahwa kamu bisa meraih mimpimu dengan bekerja keras”

(Rock Lee “Naruto”)

Sebagai Rasa Syukur, penulis mempersembahkan Skripsi ini kepada:

1. Orangtuaku, Bapak Pdt. Paian Manurung, S.Th dan Alm. Ibu Leny Dores Hutabarat yang sangat kukasihi. Terimakasih untuk ayah yang selalu ada, mendoakan, menjadi pendukung, baik dukungan materi dan nasihat, memberi semangat, memberi rasa percaya diri, menjadi pengingat untuk tetap berserah dalam Tuhan, dan alasan penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini. Terimakasih juga untuk mama yang sudah di Surga yang masih yola ingat bahwa semasa hidup mama selalu doain yola, tanpa henti-hentinya dan karena doa mama, yola bisa sampai ditahap ini.
2. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir dan pembimbing akademik. Terima kasih banyak ibu karena sudah membimbing, memberikan arahan, nasihat dan, masukan dalam bimbingan baik saat bimbingan KRS dan bimbingan Tugas Akhir yola selama menjalani perkuliahan sampai menyelesaikan skripsi ini. Tuhan memberkati, baik dalam kesehatan dan segala rencana ibu.
3. Ketiga adik-adikku yang seperti teman cerita saat momen apapun Yosefin Manurung, Yohana Manurung dan Markus Manurung. Terima kasih buat kalian bertiga atas segala doa, dukungan, dan selalu mau dengar keluh kesah kakak yang random dalam skripsi dan tempat saling tukar tawa dan cerita baik sedih maupun senang.

4. Kepada diriku sendiri, terima kasih banyak karena sudah kuat disetiap proses pendidikanmu dan terima kasih sudah mau tetap bertahan dari awal sampai bisa menyelesaikan perkuliahan dengan baik. Tuhan berkati disetiap proses selanjutnya dikehidupan yang akan kamu lakukan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang karena anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Sintesis CaO dari Cangkang Telur Puyuh dengan Metode Presipitasi Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru”**, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing, ibu **Widia Purwaningrum, M.Si** yang telah banyak membimbing, memberikan ilmu, dukungan, nasihat serta motivasi kepada penulis. Semoga ibu Widia sehat selalu serta sukses. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat dan anugerah-Nya yang sangat luar biasa kepada penulis.
2. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA 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. Ibu Dra. Fatma, MS dan Bapak Dr. Ady Mara, M.Si selaku dosen penguji. Terimakasih banyak Bapak dan Ibu yang sudah memberi saran dan masukan dalam skripsi, untuk menjadi lebih baik.
6. Ibu Dr. Suheryanto, M.Si dan Ibu Dr. Eliza, M.Si selaku ketua sidang dan sekretaris sidang.
7. Ayah, Yosefin, Yohana dan Markus yang selalu siap sedia memberikan mendukung dalam bentuk doa, nasihat dan materi serta motivasi yang terbaik kepada penulis.
8. Seluruh Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, penulis mengucapkan terimakasih yang telah memberi ilmu pengetahuan selama perkuliahan.

9. Kak Chosiin dan Mbak Novi, terimakasih banyak telah banyak membantu penulis dalam segala pengurusan pemberkasan dan administrasi penulis hingga lulus.
10. Yuk Nur, Yuk Niar, dan Yuk Yanti selaku Analis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang sudah banyak membantu dalam penelitian. Semoga kebaikan kalian dibalas oleh Tuhan YME.
11. Teman-teman seperjuangan Kimia 2018 terimakasih atas kebersamaan dan kesetiaan selama perkuliahan ini. Sukses untuk kedepannya.
12. Paulina Lorenza Rumahorbo (Paul) teman seperjuangan di tanah rantau, teman kost, teman cerita dan teman semenjak semester 3, semangat untukmu ya neng, lancar luncur dalam skripsi, segala apapun yang kau perjuangkan. Walaupun pertemanan kita banyak hal randomnya dan gk semulus jalan lintas sumatera (wkwkwwk), semoga kita tetap menjadi makhluk random kalau ngumpul dan saling melindungi. Sukses buatmu ya dan semoga kita bisa jumpa kembali.
13. Brahma Hakim Yuanda Hutabarat selaku teman seperjuangan dari maba, teman sekelas saat perkuliahan, teman se-TA, teman seperjuangan ketika nge-Lab dan keluarga di tanah rantau. Penulis mengucapkan terima kasih karena sudah membantu, memberi solusi saat penulis terpuruk, mendoakan dan selalu mengajarkan untuk selalu berserah kepada Tuhan. Tuhan Yesus memberkatimu ya tul.
14. Grup beban keluarga, Paulina Lorenza Rumahorbo, Rayona Mikha, Nevelin Simanjuntak dan Erika Sirait, terimakasih selalu ada saat penulis merasa senang maupun sedih. Teman nongki, teman jadi penghuni rumah makan terlama dan suka wacana mau pergi tapi gagal juga perginya.
15. Chris Hutajulu, teman sekelas dan teman wibu sejak SMA, teman satu gereja dan selalu nanyain “beb gerejakan disana?” selama jauh di tanah rantau, makasih banyak selalu ada dan selalu nanyain udh gimana kabarku disini.
16. Grezg Resmol dan Debora Hasibuan, teman cerita dan keluargaku di RHGM dan di kost ketika penulis sedang dalam tekanan dan selalu ada buat menghibur dan memberi dukungan untuk tetap bertahan di tanah rantau.

17. Grup Meja Tengah: Asmel Aritonang, Stevi Purba, Daniel Sihombing, Boy Simanjuntak, Elyana Sianturi, Cristian Marpaung, Kevin Sinaga, Bang Andri Purba dan Tok Nigo Manurung. Terimakasih untuk abang dan adik yang selalu menemani penulis ketika menulis skripsi dan menghibur dengan segala bentuk tingkah laku absurdnya.
18. Teman satu TA-ku Neneng, Shorea, dan Raffi, semangat buat kalian dalam penelitian, penulisan dan selalu ada dan kalau dihubungi selalu respon cepat. Semangat buat seminar kalian sampai sidang ya

Demikian skripsi ini saya persembahkan, sebagai karya tulis yang diharapkan mampu memberikan manfaat kepada para pembaca. Karya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak bentuk kekurangannya, maka dari itu penulis meminta maaf dan siap menerima masukan untuk kemajuan skripsi ini untuk kedepannya.

Indralaya, Agustus 2023

Penulis

Yolanda Fany Claudia Manurung

SUMMARY

SYNTHESIZING CaO from QUAIL EGG SHELL THROUGH THE PRECIPITATION METHOD AS ADSORBENT FOR METHYLENE BLUE DYE ADSORPTION.

Yolanda Fany Claudia Manurung: Supervised by Widia Purwaningrum, M.Si

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematic and Natural Science, Sriwijaya University.

xi +99 pages, 7 table, 16 picture, 15 attachments

The presence of liquid waste dye derived from methylene blue can be removed or reduced by using the adsorption process. The source of CaO comes from quail egg shells synthesized using the acid-base preparation method. The addition of SDS to open pores and increase pore structure. The results obtained were characterized using XRD, BET, and FTIR. CaO and modified CaO compounds are used as adsorbents in adsorbing methylene blue by varying the contact time, concentration, and temperature. The results of XRD characterization in CaO-modified compounds appear diffraction patterns at an angle of $2\theta = 37.37, 53.89, 32.22, 64.24, \text{ and } 62.62$, and in CaO compounds there are diffraction patterns at an angle of $2\theta = 32.24, 37.40, 62.65, \text{ and } 64.24$. The mean crystal size of the modified CaO and CaO compounds was 33.52 and 29.81 respectively. The results of BET characterization showed that the surface area of modified CaO compounds was 2.52869 m²/g and CaO compounds were 3.94667 m² / g. FTIR characterization of modified CaO compounds before adsorption showed the presence of O-H, O-C-O, and C=O groups, and after adsorption showed the bonds of C-N and C=N functional groups derived from methylene blue dye.

The results of pH_{zpc} analysis on CaO and CaO modification compounds showed results at pH points of 11.62 and 11.82, respectively. The optimum condition of the modified CaO compound as an adsorbent in adsorbing methylene blue dye at a contact time of 70 minutes, methylene blue concentration of 250 mg/L, and a temperature of 70°C adsorption capacity of 74.17 mg/g were obtained. CaO compounds adsorb methylene blue at the time of contact 90°C, methylene blue solution concentration of 150 mg/L, and a temperature of 80°C adsorption capacity of 44.63 mg/g was obtained. Adsorption Kinetics in CaO and CaO modification occurs in pseudo second order with R² values of 0.9787 and 0.9956, respectively. Adsorption isotherm methylene blue dye with adsorbent CaO and CaO modification occurred in the Langmuir isotherm model with R² values of 0.9828 and 0.8311 respectively with Q_m values of 44.44 mg/g and 56.818 mg / g. The adsorption process on methylene blue dye to CaO compounds obtained a ΔH° value of 80.154 kJ/mol and ΔG° is successively negative. The results of adsorption using adsorbent CaO modification obtained a value of ΔH° of 51.805 kJ / mol with a value of ΔG° consecutive negative values. So that the adsorption process that occurs in both adsorbents takes place endothermically and occurs spontaneously.

Keywords: CaO compounds, CaO modification, Methylene Blue, Adsorption.

RINGKASAN

SINTESIS CaO dari CANGKANG TELUR PUYUH MELALUI METODE PRESIPITASI SEBAGAI ADSORBEN PADA ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU

Yolanda Fany Claudia Manurung : dibimbing oleh Widia Purwaningrum, M.Si
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xi+99 halaman, 7 tabel, 16 gambar, 15 lampiran.

Keberadaan limbah cair zat warna yang berasal dari metilen biru dapat dihilangkan atau dikurangi dengan menggunakan proses adsorpsi. Sumber CaO berasal dari cangkang telur puyuh yang disintesis menggunakan metode preparasi asam-basa. Adanya penambahan SDS guna sebagai pembuka pori dan menambah struktur pori. Hasil yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan XRD, BET dan FTIR. Senyawa CaO dan CaO modifikasi digunakan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi zat warna metilen biru dengan memvariasikan pada waktu kontak, konsentrasi dan temperatur. Hasil karakterisasi XRD pada senyawa CaO modifikasi muncul pola difraksi pada sudut $2\theta = 32,22, 37,37, 53,89, 64,24, \text{ dan } 62,62$ dan pada senyawa CaO adanya pola difraksi pada sudut $2\theta = 32,24, 37,40, 62,65, 64,24^\circ$. ukuran rata-rata dari kristalnya dari senyawa CaO modifikasi dan CaO sebesar 33,52 dan 29,81. Hasil karakterisasi BET menunjukkan luas permukaan senyawa CaO modifikasi sebesar $2,52869 \text{ m}^2/\text{g}$ dan senyawa CaO sebesar $3,94667 \text{ m}^2/\text{g}$. karakterisasi FTIR senyawa CaO modifikasi sebelum adsorpsi menunjukkan adanya ikatan gugus O-H, O-C-O, C=O, dan sesudah adsorpsi menunjukkan ikatan gugus fungsi C-N dan C=N yang berasal dari zat warna metilen biru.

Hasil analisis pH_{pzc} pada senyawa CaO dan CaO modifikasi menunjukkan hasil berturut-turut pada titik pH 11,62 dan 11,82. Kondisi optimum dari senyawa CaO modifikasi sebagai adsorben dalam mengadsorpsi zat warna metilen biru pada waktu kontak 70 menit, konsentrasi metilen biru 250 mg/L dan suhu 70°C diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 74,17 mg/g. Senyawa CaO dalam mengadsorpsi metilen biru pada waktu kontak 90°C , konsentrasi larutan metilen biru 150 mg/L dan suhu 80°C diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 44,63 mg/g. Kinetika adsorpsi pada senyawa CaO dan CaO modifikasi terjadi pada *pseudo* orde dua dengan masing masing nilai R^2 sebesar 0,9787 dan 0,9999. Isoterm adsorpsi zat warna metilen biru dengan adsorben CaO dan CaO modifikasi terjadi pada model isoterm Langmuir dengan masing masing nilai R^2 sebesar 0,9828 dan 0,8311 dengan nilai Q_m sebesar 34,48 mg/g dan 56,818 mg/g. Proses adsorpsi pada zat warna metilen biru terhadap senyawa CaO memperoleh nilai ΔH° sebesar 80,154 kJ/mol dan ΔG° secara berturut turut bernilai negatif. Hasil adsorpsi menggunakan adsorben CaO modifikasi memperoleh nilai ΔH° sebesar 51,805 kJ/mol dengan nilai ΔG° berturut-turut bernilai negatif. Sehingga proses adsorpsi yang terjadi pada kedua adsorben berlangsung secara endotermik dan terjadi secara spontan.

Kata Kunci : Senyawa CaO, CaO modifikasi, Metilen Biru, Adsorpsi.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
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 Limbah Industri Tekstil	4
2.2 Zat Warna Metilen Biru	4
2.3 Cangkang Telur Puyuh	5
2.4 Kalsium Oksida (CaO)	7
2.6 Adsorpsi	10
2.7 Isotherm Adsorpsi	12

2.8	Kinetika Adsorpsi.....	13
2.9	Termodinamika Adsorpsi	14
2.10	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	15
2.11	<i>X-ray Diffraction</i> (XRD)	17
2.12	<i>Brunaur, Emmet and Teller</i> (BET).....	18
2.13	Spektrometer UV-Vis.....	19
2.14	pHpzc (<i>point zero charge</i>).....	21
BAB	III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1	Waktu dan Tempat	22
3.2	Alat dan Bahan	22
	3.2.1 Alat.....	22
	3.2.2 Bahan.....	22
3.3	Prosedur Penelitian.....	22
	3.3.1 Preparasi Cangkang Telur Puyuh.....	22
	3.3.2 Sintesis CaO	23
	3.3.3 Sintesis CaO Modifikasi.....	23
3.4	Karakterisasi Senyawa CaO dan CaO modifikasi.....	24
3.5	Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc).....	24
3.6	Penentuan Konsentrasi Larutan Zat Warna Metilen Biru	24
	3.6.1 Pembuatan Larutan Induk dan Larutan Standar Zat Warna Metilen Biru.....	24
	3.6.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen biru	25
3.7.	Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan CaO dan CaO modifikasi.....	25
	3.7.1. Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	25
	3.7.2 Penentuan Konsentrasi Optimum.....	26

3.7.3	Penentuan Suhu Optimum.....	27
3.8	Analisis Data	28
3.8.1	Analisis Karakterisasi.....	28
3.8.2	Analisis Daya Serap dan Efisiensi.....	28
3.8.3	Penentuan Kinetika Adsorpsi	29
3.8.4	Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	29
3.8.5	Penentuan Studi Termodinamika	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Serbuk Cangkang Telur Puyuh.....	30
4.2	Sintesis CaO dan CaO Modifikasi.....	30
4.3	Karakterisasi Material	32
4.3.1	Hasil karakterisasi CaO Modifikasi SDS dan CaO dengan X-Ray Diffraction.....	32
4.3.2	Hasil karakterisasi menggunakan FTIR	34
4.3.3	Hasil Karakterisasi Menggunakan BET (<i>Brunaur, Emmet and Teller</i>)	35
4.4	pH Point of Zero Charge (pHpzc)	36
4.5	Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Metilen Biru.....	37
4.5.1	Penggunaan Waktu Kontak Optimum pada Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru.....	37
4.5.2	Penentuan Variasi Konsentrasi Optimum pada Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru	39
4.5.3	Penentuan Variasi Temperatur Optimum pada Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru	41
4.6	Kinetika Adsorpsi dari Senyawa CaO Modifikasi dan CaO	42
4.7	Isotherm Adsorpsi Senyawa CaO Modifikasi dan CaO	43
4.8	Studi Termodinamika Adsorpsi Metilen Biru terhadap Senyawa CaO Modifikasi dan CaO	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46

5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur Metilen Biru.....	5
Gambar 2.	Cangkang Telur Puyuh	6
Gambar 3.	Struktur Kristal CaO	8
Gambar 4.	Struktur Sodium Dodecyl Sulphate (SDS)	10
Gambar 5.	Spektrum FTIR CaO Standar, Cangkang Telur dan Nanokalsium hasil Sintesis	16
Gambar 6.	Grafik Kondisi Optimum adsorpsi Variasi waktu kontak dari senyawa CaO/SDS/Na ₂ CO ₃ dan CaO/Na ₂ CO ₃	16
Gambar 7.	Hasil XRD Cangkang Telur Hasil Kalsinasi	18
Gambar 8.	Penyerapan molekul gas Nitrogen oleh permukaan serat padat	19
Gambar 9.	Preparasi Cangkang Telur Puyuh (a) setelah dibersihkan dan dikeringkan dan (b) setelah digerus dan diayak.....	30
Gambar 10.	Hasil kalsinasi (a) Senyawa CaO dan (b) Senyawa CaO modifikasi	32
Gambar 11.	Difaktogram Senyawa CaO modifikasi dan CaO	33
Gambar 12.	Spektrum FTIR CaO modifikasi sebelum adsorpsi zat warna metilen biru dan sesudah adsorpsi zat warna metilen biru.	34
Gambar 13.	Grafik pH _{pzc} dari Senyawa CaO modifikasi dan CaO	37
Gambar 14.	Grafik Adsorpsi Variasi Waktu Kontak terhadap Senyawa CaO dan CaO modifikasi pada suhu ruang dengan konsentrasi 25 mg/L.....	38
Gambar 15.	Kurva adsorpsi variasi konsentrasi dari senyawa (a) CaO dengan waktu kontak 90 menit dan (b) CaO modifikasi dengan waktu kontak 70 menit.	40
Gambar 16.	Grafik adsorpsi variasi temperatur dari senyawa (a) CaO dengan waktu kontak 90 menit dan konsentrasi 150 mg/L (b) CaO modifikasi dengan waktu kontak 70 menit pada konsentrasi 250 mg/L.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kadar CaO pada cangkang telur.....	7
Tabel 2. Efisiensi Senyawa CaO hasil kalsinasi cangkang telur bebek dan cangkang telur burung puyuh pada suhu 1000°C.	8
Tabel 3. Sifat Tekstur CaO dari Cangkang Telur yang terdekomposisi pada suhu 900 °C	19
Tabel 1. Difraktogram Sudut 2θ Senyawa CaO dan CaO Modifikasi dibandingkan dengan data JCPDS.....	34
Tabel 5. Data parameter kinetika adsorpsi CaO modifikasi dan CaO terhadap zat warna metilen biru	42
Tabel 6. Data Parameter Isotherm Adsorpsi CaO modifikasi dan CaO Terhadap Zat Warna Metilen Biru.....	43
Tabel 7. Data Parameter Kinetika Adsorpsi CaO Modifikasi dan CaO terhadap Zat Warna Metilen Biru.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Sintesis Senyawa CaO Modifikasi dan CaO	55
Lampiran 2. Hasil karakterisasi CaO Modifikasi dan CaO dengan menggunakan XRD.....	59
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi BET CaO Modifikasi dan CaO.....	66
Lampiran 4. pH Point Zero Charge (pHpzc)	68
Lampiran 5. Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru	69
Lampiran 6. Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru.....	70
Lampiran 7. Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Senyawa CaO Modifikasi dan CaO terhadap Waktu Kontak	71
Lampiran 8. Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru.....	74
Lampiran 9. Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna Metilen Biru Menggunakan CaO modifikasi dan CaO Terhadap Konsentrasi.....	75
Lampiran 10. Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru.....	78
Lampiran 11. Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna Metilen Biru Menggunakan CaO Modifikasi Dan CaO Terhadap Suhu	79
Lampiran 12. Data Kinetika Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru	82
Lampiran 13. Penentuan Isoterm Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru.....	87
Lampiran 14. Data Termodinamika Zat Warna Metilen Biru	92
Lampiran 15. Gambar Penelitian.....	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan zat warna semakin meningkat dengan peningkatan industri tekstil di Indonesia. Industri tekstil menghasilkan dampak positif juga dampak negatif seperti penggunaan zat warna yang limbahnya banyak mengandung senyawa organik (Rohayati dkk, 2017). Limbah cair yang dialirkan ke perairan dengan persentasi 60-70% diperoleh dari proses pewarnaan kain melalui pencelupan akan memberi dampak buruk pada lingkungan. Tingginya kandungan zat warna dapat menghambat jalan masuknya matahari sehingga dapat menghambat aktivitas biologi di perairan. (Sari dkk, 2013).

Jenis zat warna di industri tekstil yang banyak dipakai adalah metilen biru, dikarenakan harganya yang cukup terjangkau, juga menghasilkan warna terang dan stabil serta proses pewarnaannya yang cepat. Metilen biru juga mudah larut dalam air, bersifat kationik dan banyak dipakai sebagai pewarnaan di bidang industri. Limbah zat warna metilen biru yang ada di perairan dengan kadar 20- 30 mg/L sangat sulit terurai secara alami (Firmansyah dkk, 2019). Menurut Fathoni (2016) sifat toksik dari metilen biru memiliki dampak pada manusia yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pada ekosistem air dapat menghambat proses fotosintesis serta pertumbuhan biota air.

Proses reduksi konsentrasi zat warna telah banyak dilakukan diantaranya proses adsorpsi, filtrasi koagulasi kimia, lumpur dan aktivitas biodegradasi, oksidasi pemisahan dengan membran, elektrolisis dan fotodegradasi (Sausan dkk, 2021). Proses adsorpsi memiliki kelebihan dengan biaya penanganan yang murah, mengurangi bahkan dapat menghilangkan kandungan senyawa organik serta tidak menimbulkan efek samping (Anggriani dkk, 2021). Proses ini memiliki sifat yang mudah diaplikasikan serta dapat menggunakan berbagai jenis adsorben (Asiah dkk, 2022). Adapun adsorben yang banyak dipakai secara umum yaitu karbon aktif/arang aktif, silika gel, alumina, zeolit, penyaringan molekul dan kalsium oksida (CaO) (Maryudi dkk, 2021).

Kalsium Oksida (CaO) banyak digunakan sebagai adsorben karena memiliki efektifitas penyerapan yang tinggi serta dapat menyerap logam pada air limbah dan limbah yang berasal dari zat warna (Jefri dan Rodiah, 2022). CaO banyak digunakan karena memiliki kekuatan basa yang tinggi dengan biaya produksi yang relatif rendah (Widiarti dan Rahayu, 2016). Sumber CaO dapat diperoleh dari cangkang telur ayam dan bebek dengan persentasi CaO sebesar 6,41% dan 10,11% . Cangkang telur puyuh mengandung 9,69% kadar kalsium yang tidak jauh beda dari cangkang telur bebek (Yonata dkk, 2017). Cangkang telur yang berasal dari hewan mengandung pori yang dapat digunakan sebagai adsorben (Faradila dkk, 2020). Meningkatkan penyerapan dari CaO sebagai adsorben dapat dilakukan dengan menambahkan surfaktan. Salah satunya adalah surfaktan S₁₃ jenis SDS atau *Sodium Dodecyl Sulfate*. SDS dapat juga memperkecil ukuran partikel yang terbentuk dan pada material yang berongga atau berpori untuk membantu pembentukan struktur pori (Ermadiana dkk, 2017).

Penelitian yang telah dilakukan Fahyuan *et.al* 2013 dalam ismayana (2013) menjelaskan bahwa dengan penambahan surfaktan memiliki efek untuk memadatkan partikel dan jarak antara bidang sehingga ukuran partikel akan semakin kecil bila dibandingkan dengan ukuran partikel tanpa penambahan surfaktan. Menurut Hsie *et.al* (2021) dalam penelitiannya bahwa CaO modifikasi dengan menggunakan SDS sebagai serapan CO₂ memberikan serapan yang lebih baik serta mengurangi terjadinya aglomerasi. Jamrunroj *et.al*, (2019) juga telah melakukan penelitian CaO hasil sintesis dari kalsium asetat monohidrat menyatakan dengan menambahkan surfaktan SDS memiliki ukuran kristal yang berbeda, luas permukaan, volume dan diameter pori yang besar dibandingkan CaO hasil sintesis tanpa penambahan surfaktan.

Melalui penelitian ini, dilakukan sintesis senyawa CaO yang bersumber dari cangkang telur puyuh menggunakan metode presipitasi asam-basa tanpa dan dengan penambahan surfaktan yang akan diaplikasikan untuk mengadsorpsi zat warna metilen biru. Senyawa CaO hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan analisis *X-Ray Diffractometer* (XRD), *Forier Transform Infrared Spectrometer* (FTIR), dan *Brunaur, Emmett and Teller* (BET). Untuk memperoleh kondisi

optimum proses adsorpsi terhadap zat warna metilen biru diaplikasikan dengan variasi waktu kontak, konsentrasi metilen biru, dan temperatur.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah senyawa CaCO_3 dari cangkang telur puyuh berhasil di ekstraksi dan di presipitasi menjadi CaO dan CaO modifikasi?
2. Apakah adanya perbedaan karakteristik antara CaO dari cangkang telur CaO modifikasi ?
3. Bagaimana kemampuan CaO dan CaO modifikasi sebagai adsorben terhadap zat warna metilen biru pada saat kondisi optimum?
4. Bagaimana model kinetika adsorpsi, isotherm adsorpsi serta termodinamika adsorpsi dari zat warna metilen biru menggunakan senyawa CaO?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mensintesis serta mengkarakterisasi senyawa CaO dan CaO modifikasi hasil ekstraksi menggunakan XRD, FTIR dan BET.
2. Menentukan kapasitas adsorpsi dari senyawa CaO dan CaO modifikasi terhadap zat warna metilen biru dengan memvariasikan waktu kontak, konsentrsi zat warna metilen biru dan temperatur.
3. Menentukan kinetika adsorpsi, isotherm adsorpsi dan termodinamika adsorpsi dari adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan senyawa CaO dan CaO modifikasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang CaO yang berasal dari limbah cangkang telur puyuh sebagai adsorben serta manfaatnya untuk penyerapan limbah zat warna metilen biru pada lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., & Ahsan, M. (1970). Synthesis of Ca-hydroxyapatite Bioceramic from Egg Shell and its Characterization. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 43(4), 501–512.
- Aisyahluka, S. Z., & Firdaus, M. L. RinaElvia., (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.
- Al-Ghouti, M., Khraisheh, M. A. M., Ahmad, M. N. M., & Allen, S. (2005). Thermodynamic behaviour and the effect of temperature on the removal of dyes from aqueous solution using modified diatomite: A kinetic study. *Journal of Colloid and Interface Science*, 287(1), 6–13.
- Alamsyah A., (2018). Kerajinan Batik dan Pewarnaan Alami. Endogami: Jurnal Ilmiah Kajian Antropologi 1(2): 136–148, Jun.2018.
- Anggriani, U. M., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2021). Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurnan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb). *Jurnal Kinetika*, 12(02), 29–37.
- Annisa, S., Rachim, G., Raya, I., & Zakir, M. (2017). *Modification of CaO Catalyst To Produce Biodiesel from Waste Cooking Oil. Modifikasi Katalis CaO Untuk Produksi Biodiesel Dari Minyak Bekas*. 5(1), 459–464.
- Ardiansah, A., Sabara, Z., Nurjannah, N., Syarifuddin, A., & Suryanto, A. (2020). *Journal of Chemical Process Engineering Preparasi Katalis Dari Cangkang Telur*. 5(2655).
- Asiah .Nur, Sylvia ,N. dan Bahri Syamsul.(2022). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Adsorben dari Ampas Teh Pada Kolom. 2(Juni), 75–86
Kimia, J. T., Teknik, F., Malikussaleh, U., Utama, K., Teungku, C., Reuleut, N., & Batu, M.
- Baunsele, A. B., & Missa, H. (2020). Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 76.
- Chabani, M., Amrane, A., & Bensmaili, A. (2006). Kinetic modelling of the adsorption of nitrates by ion exchange resin. *Chemical Engineering Journal*, 125(2), 111–117.
- Colombo, K., Ender, L., & Barros, A. A. C. (2017). The study of biodiesel production using CaO as a heterogeneous catalytic reaction. *Egyptian Journal of Petroleum*, 26(2), 341–349.

- Dewi, R. S., Soedirman, U. J., Lestari, S., & Soedirman, U. J. (2010). *Dekolorisasi Limbah Batik Tulis Menggunakan Jamur Indigeon*. November.
- Dewi, L., Hadiesobroto, G., Hanifah, H. N., Farmasi, J., Matematika, F., Alam, P., Ghifari, U. Al, & Bandung, K. (2022). Potensi Cangkang Telur Ayam dan Cangkang Telur Bebek sebagai Bioadsorben Logam Pb dari Limbah Cair Industri Farmasi [Potency of Chicken Eggshells and Duck Eggshells as Pb Metal Bioadsorbents from Pharmaceutical Industry Liquid Waste]. 8(3), 314–325.
- Ermadiana, Y., Budi, E., & Sugihartono, I. (2017). Pengaruh Variasi Konsentrasi Sodium Dodecyl Sulfate ($C_{12}H_{25}NaSO_4$) Terhadap Morfologi Permukaan Pada Pembentukan Lapisan Tipis Komposit Ni-TiAlN Dengan Metode Elektrodeposisi. VI, SNF2017-MPS-1-SNF2017-MPS-4.
- Ernawati, Mafliah, I., Ubang, I., Podung, P. N., Nurbaiti, W., & Lestari, S. (2021). Adsorpsi Metilen Biru dengan Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 173–179.
- Erani, F. S., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2022). Kinetika Adsorpsi Logam cu dan zn Pada Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Membran Silika. *Jurnal Kinetika*, 13(03), 31–36.
- Fadilla, P. J., Sururi, M. R., Marganingrum, D., & Dirgawati, M. (2022). *Jurnal Presipitasi Utilization of Bottom Ash as an Adsorbent for Color and COD Removal for Textile Industry Waste*. 19(1), 78–88.
- Fajarwati, F. I., Sugiharto, E., Siswanta, D., Indonesia, U. I., & Mada, U. G. (2014). Film of Chitisan-carboxymethyl Cellulose Polyelectrolyte Complex as Metthylene Blue Adsorbent. *Eksakta: Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*, 11(2), 36–45.
- Firmansyah, W. B., Rokhmat, M., Wibowo, E., Elektro, F. T., & Blue, M. (2019). *Pelapisan Titanium Dioksida Pada Plastik Mika Sebagai Fotokatalis Untuk Mendegradasi Metilen Biru Titanium Dioxide Coating on Mica Plastic As Photocatalist for*. 6(1), 1157–1164.
- Granados, M. L., Poves, M. D. Z., Alonso, D. M., Mariscal, R., Galisteo, F. C., Moreno-Tost, R., Santamaría, J., & Fierro, J. L. G. (2007). Biodiesel from sunflower oil by using activated calcium oxide. *Applied Catalysis B: Environmental*, 73(3), 317–326.
- Hadayani, L., Riwayati, I., & Ratnani, R. (2015). Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 11(1), 114174.
- Hajar, E.W.B., Sitorus, R.S., Mulianingtias, N., & Welan, F.J. (2016). Efektifitas Adsorpsi Logam Pb^{2+} DAN Cd^{2+} Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. 5(1), 1–7.

- Hakim, L., Dirgantara, M., & Nawir, M. (2019). Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Difrraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, 1(1), 44–51.
- Hanum. F., Gultom. R.J., dan Simanjuntak M., (2017). Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Dengan Karbon Aktif Dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH sebagai aktivator. *Jurnal Teknik Kimia USU*.6 (1): 49-55
- 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*, 8(1), 8–15.
- Hsieh, S., Li, F., Lin, P., Beck, D. E., Kirankumar, R., Wang, G., & Hsieh, S. (2021). CaO recovered from eggshell waste as a potential adsorbent for greenhouse gas CO₂. *Journal of Environmental Management*, 297(January), 113430.
- Imtiaz, A., Farrukh, M. A., Khaleeq-Ur-Rahman, M., & Adnan, R. (2013). Micelle-assisted synthesis of Almidot;CaO nanocatalyst: Optical properties and their applications in photodegradation of 2,4,6-trinitrophenol. *The Scientific World Journal*, 2013.
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 1.
- Ismayana, A., Maddu, A., Saillah, I., Mafquh, E., & Siswi Indrasti, N. (2017). Sintesis Nanosilika Dari Abu Ketel Industri Gula Dengan Metode Ultrasonikasi Dan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(2), 228–234.
- Jamrunroj, P., Wongsakulphasatch, S., Maneedaeng, A., Cheng, C. K., & Assabumrungrat, S. (2019). Surfactant assisted CaO-based sorbent synthesis and their application to high-temperature CO₂ capture. *Powder Technology*, 344, 208–221.
- Jefri., Rodiah, S. (2022). CaO Adsorben For Reducing Metal Content Of Fe, Mn, And Zn From Pet-Set Waste-Water. *Jambura Journal of Health Science And Research*. 4(3). Raden Fatah Palembang Islamic State University: Indonesia.
- Juita, R., Arnelli, A., & Yusniati, Y. (2016). Telaah Surfaktan untuk Proses Enhanced Oil Recovery (EOR) dan Profil Adsorpsi Surfaktan A-Olefin Sulfonates (AOS). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 19(1), 27.
- Khan, I., Saeed, K., Zekker, I., Zhang, B., Hendi, A. H., Ahmad, A., Ahmad, S., Zada, N., Ahmad, H., Shah, L. A., Shah, T., & Khan, I. (2022). *and Photodegradation*.

- Khraisheh, M. A. M., Allen, S. J., & Ahmad, M. N. (2000). *Effect Of Carbon Surface Chemistry On The Removal Of Reactive Dyes From Textile*. 34(3).
- Komarawidjaja, W. (2017). *Paparan Limbah Cair Industri Mengandung Logam Berat pada Lahan Sawah di Desa Jelegong , Kecamatan Rancaekek , Kabupaten Bandung Industrial Wastewater Containing Heavy Metal Exposures on Paddy Field in Jelegong Village , Rancaekek District , Bandung Regency*. 18(2), 173–181.
- Laksono, A. P., Lutfia, Y., & Siswati, N. D. (2020). *Precipitated Calcium Carbonate (PCC) dari Cangkang Kerang Darah Dengan Metode Double Decomposition*. September, 1–7.
- Limbu, K., Shah, S. K., & Bhattarai, A. (2014). Viscometric Studies of Sodium Dodecyl Sulfate in presence and absence of Na₂SO₄ and ZnSO₄ in aqueous media at room temperature. *Journal Of Harmonized Research (JOHR) Journal Of Harmonized Research in Applied Sciences*. November, 2–9.
- Marsyahyo, E. (2009). Analisis Brunnaeur Emmet Teller (bet) Topografi Permukaan Serat Rami (*Boehmeria nivea*) Untuk Media. *Jurnal Flywheel*, 2, 33–41.
- Maryudi, M., Rahayu, A., Syauqi, R., & Islami, M. K. (2021). Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium dalam Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi: Review. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(1), 90.
- Masruhin, M., Rasyid, R., & Yani, S. (2018). Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Lignin Hasil Isolasi Jerami Padi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), 6.
- Meilianti. (2017). Isolasi Kalsium Oksida (CaO) pada Cangkang Sotong (Cuttlefish) dengan Proses Kalsinasi Menggunakan Asam Nitrat dalam Pembuatan Precipitated Calcium Carbonat (PCC). *Jurnal Distilasi*, 2(1), 1–8.
- Moelyaningrum, A. D. (2020). Pemanfaatan Cangkang Telur Puyuh Sebagai Pengikat Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air. *Jurnal Kesehatan*, 13(2), 96–101.
- Mohadi, R., Sueb, A., Anggraini, K., & Lesbani, A. (2018). Calcium Oxide Catalyst Based on Quail Eggshell for Biodiesel Synthesis from Waste Palm Oil. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 7(2), 129–138.
- Muhammad, F., Dewi, Y. S., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Satya, U., & Indonesia, N. (2021). *Efektivitas Cangkang Telur Ayam Negeri (Gallus gallus domesticus) Sebagai Adsorben Terhadap Daya Serap Logam*. 4(2), 19–29.

- Ngapa, Y. D., & Ika, Y. E. (2020). Optimasi Adsorpsi Kompetitif Pewarna Biru Metilena dan Metil Oranye Menggunakan Adsorben Zeolit Alam Ende - Nusa Tenggara Timur (NTT). *Indo. J. Chem. Res.*, 8(2), 151–159.
- Niraula, T. P., Bhattarai, A., & Chatterjee, S. K. (2014). *Sodium dodesil sulfat : Surfaktan yang sangat berguna untuk Penyelidikan Ilmiah Machine Translated by Google Sodium dodecylsulphate : Surfaktan yang sangat berguna untuk Investigasi Ilmiah.*
- Rachim, P. F., Mirta, E. L., & Thoha, M. Y. (2012). Pembuatan Surfaktan Natrium Lignosulfonat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Sulfonasi Langsung. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 41–46.
- Rismawati, Armid, & Amiruddin. (2012). Analisis residu detergen anionik sodium dodecyl sulfate (sds) menggunakan spektrofotometer uv-vis. *Jurnal Progres Kimia Sains*, 2(1), 45–49.
- Riwayati, I., Fikriyyah, N., & Suwardiyono, S. (2019). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang-alang (*Imperata cylindrica*) Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 6–11.
- Rizqi, H. D., & Purnomo, A. S. (2014). Biodegradasi Pewarna Metilen Biru oleh *Daedalea dickinsii*. *Jurnal Seni Dan Sains*, 2(1), 1–6.
- Rodiah, Z. Fajrin.M.M., Rua. J., Yulan., dan Riyanto.(2022). Pengolahan Limbah Industri Tekstil Berbasis Green Technology Menggunakan Metode Gabungan Elektrodegradasi dan Elektrokolorisasi dalam Satu Sel Elektrolisis. 5(2): 95-100. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Rosita, Y., Yuliansyah, A. T., & Cahyono, R. B. (2022). The Kinetic Study Of Methylene Blue Adsorption Using The Red Fruit (*pandanus conoideus*) Waste Biochar Studi Kinetika Adsorpsi Methylene Blue Dengan Biochar Ampas Buah Merah (*Pandanusconoideus*) .11(1),19–25.
- S. Ismadji.,S.K. Bhatia. 2000. Adsorption of Flavor Esters on Granular Activated Carbon. *Can. J. Chem. Eng.* 78, p. 892-897
- Sari, F. R., Annissa, R., & Tuhuloula, A. (2013). Perbandingan Limbah Dan Lumpur Aktif Terhadap Pengaruh Sistem Aerasi Pada Pengolahan Limbah Cpo. *Konversi*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.20527/k.v2i1.128>
- Sari, N. W., & Fajri, M. Y. (2018). Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminate* (L)). *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1), 30–34.
- Saini, A., Maheshwari, P. H., Tripathy, S. S., Waseem, S., Gupta, A., & Dhakate, S. R. (2021). Groundwater for Sustainable Development A novel alum

impregnated CaO / carbon composite for de-fluoridation of water. *Groundwater for Sustainable Development*, 14(September 2020), 100622.

- Sausan, F. W., Puspitasari, A. R., & P, D. Y. (n.d.). *Studi Literatur Pengolahan Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Metode Proses diantaranya senyawa hidrokarbon aromatik , fenol beserta turunannya dan.*
- Sejati, T.L., Wardoyo. F.A., Ethica S.N., Mukaromah A.H., (2021). *Efektifitas Serbuk Cangkang Telur Puyuh Dalam Menurunkan Kadar Ion Mangan (II) Dalam Air Sumur Gali Di Desa Gempolsewu Rowosari Kendal.* Prosiding Seminar Nasional UNIMUS. Vol:4, 1842–1851.
- Selfira, W., & Aini, S. (2021). *Penguraian Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Katalis Fe 3 O 4 -Fe 2 O 3 Dalam Silika Mesopori.* 10(1), 45–49.
- Sibarani, J., Zulfihardini. M., dan Suarsa, I.W., (2020) Sintesis dan Karakterisasi Katalis Cao-Bentonit Untuk Reaksi Cakra kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry). 8(1). 59–65.
- Sunardi, S., Krismawati, E. D., & Mahayana, A. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida dari Cangkang Telur. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2), 250. <https://doi.org/10.20961/alchemy.16.2.40527.250-259>.
- Supriyanto, N. S. W., Sukarni, Puspitasari, P., & Permanasari, A. A. (2019). Synthesis and characterization of CaO/CaCO₃ from quail eggshell waste by solid state reaction process. *AIP Conference Proceedings*, 2120(July).
- Tahad, A., & Sanjaya, A. S. (2018). Isoterm Freundlich, Model Kinetika, dan Penentuan Laju Reaksi Adsorpsi Besi dengan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 13.
- Tamjidi, S. and Esmaceli, H. (2019) ‘Chemically Modified CaO/Fe 3 O 4 Nanocomposite by Sodium Dodecyl Sulfate for Cr(III) Removal from Water’, *Chemical Engineering and Technology*, 42(3), pp. 607–616.
- Wardiyati, S., Fisli, A., & Ridwan, D. (2011). Penyerapan Logam Ni Dalam Larutan Oleh Nanokomposit Fe₃O₄-Karbon Aktif. *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science*, 12(3), 1411–1098.
- Widayatno, T., Yuliawati, T., Susilo, A. A., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17–23.
- Widyantara,P.R.A Dewi, G.A.M & Ariana, I.N.T. (2017) *Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Telur Konsumsi.* Majalah Ilmiah Peternakan, 20(1) 5–11. Denpasar Bali: Universitas Udayana.

- Widiastuti, N. (2019). Adsorpsi Metilen Biru dan Kongo Merah pada Zeolit-X Hasil Sintesis dari Abu Dasar. *SPECTA Journal of Technology*, 3(3), 20–35.
- Yanlinastuti, & Fatimah, S. (2016). Pengaruh Konsentrasi Pelarut Untuk Menentukan (Yanlinastuti & Fatimah, 2016) Kadar Zirkonium dalam Panduan U-Zr dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal PIN Pengolahan Instansi Nuklir*, 1(17), 22–33.
- Yonata, D., Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2017). Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 7(2), 82–93.
- Yustinah, Hudzaifah, Aprilia, M., & AB, S. (2019). Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dengan Adsorben Tanah Diatomit Secara Batch. *Jurnal KONVERSI*, 9(1), 17–28.
- Zein. R., Wardana., Refillda., dan Aziz. H., (2018). Kulit Salak sebagai Biosorben Potensial untuk Pengolahan Timbal(II) dan Cadmium(II) dalam LarutanLi, C. *Chimica et Natura Acta*. 6(2), 56–64. Padang: Universitas Andalas.