



**SINTESIS KOMPOSIT $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ DAN APLIKASINYA DALAM
PENGURANGAN KADAR METILEN BIRU**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Kimia**

Oleh:

DESSYANA ANNISA FARADILLA

2211012320006

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JANUARI 2026**

SKRIPSI

**SINTESIS KOMPOSIT $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ DAN APLIKASINYA DALAM
PENGURANGAN KADAR METILEN BIRU**

Oleh:

DESSYANA ANNISA FARADILLA
2211012320006

Pembimbing I



Dyah Ayu Pramoda Wardani, S.Pd., M.Sc.
NIP. 199301092023212028

Pembimbing II



Dr. Drs. Rahmat Yunus, M.Si.
NIP. 196509131989031001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Kimia



Dr. Ahmad Budi Junaidi, S.Si., M.Sc.
NIP. 197603042001121003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, Januari 2026



Dessyana Annisa Faradilla

2211012320006

ABSTRAK

SINTESIS KOMPOSIT $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ DAN APLIKASINYA DALAM PENGURANGAN KADAR METILEN BIRU (Oleh Dessyana Annisa Faradilla; Pembimbing: Dyah Ayu Pramoda Wardani, S. Pd., M. Sc.; Dr. Drs. Rahmat Yunus, M. Si.; 36 halaman)

Pencemaran air oleh zat warna sintesis, khususnya metilen biru, menjadi permasalahan lingkungan yang serius karena sifatnya yang toksik dan sukar terdegradasi. Metode efektif untuk mengatasinya adalah adsorpsi menggunakan material berbasis limbah yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ berbasis limbah cangkang telur bebek yang dimodifikasi dengan proses kalsinasi serta disintesis dengan Fe_3O_4 dan mengkaji aplikasinya sebagai adsorben dalam pengurangan kadar metilen biru. Komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ disintesis, kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan fase kristal. Data adsorpsi diperoleh melalui pengujian pengaruh pH, waktu kontak, dan konsentrasi metilen biru, yang dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ berhasil disintesis dan memiliki respons magnetik yang baik. Kondisi adsorpsi optimum diperoleh pada pH 9, waktu kontak 20 menit, dan konsentrasi metilen biru 225 mg/L. Proses adsorpsi mengikuti model kinetika pseudo orde dua dan isotherm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi 108,085 mg/g, yang mengindikasikan adsorpsi monolayer dengan mekanisme dominan kimisorpsi. Secara keseluruhan, komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ berpotensi sebagai adsorben magnetik yang efektif, ekonomis, dan berkelanjutan untuk pengolahan limbah zat warna.

Kata kunci: $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$, adsorpsi, metilen biru, cangkang telur, adsorben magnetik

ABSTRACT

SYNTHESIS OF CaO/Fe₃O₄ COMPOSITE AND ITS APPLICATION IN THE REMOVAL OF METHYLENE BLUE (By Dessyana Annisa Faradilla; Supervisors: Dyah Ayu Pramoda Wardani, S. Pd., M. Sc.; Dr. Drs. Rahmat Yunus, M. Si.; 36 pages)

Water pollution caused by synthetic dyes, particularly methylene blue, has become a serious environmental problem due to their toxic nature and resistance to degradation. An effective method to address this issue is adsorption using environmentally friendly, waste-based materials. This study aimed to synthesize a CaO/Fe₃O₄ composite derived from duck eggshell waste, modified through a calcination process and combined with Fe₃O₄, and to evaluate its application as an adsorbent for the removal of methylene blue. The CaO/Fe₃O₄ composite was synthesized and characterized using FTIR and XRD to identify functional groups and crystalline phases. Adsorption data were obtained by examining the effects of pH, contact time, and methylene blue concentration, and were analyzed using UV–Vis spectrophotometry. The results showed that the CaO/Fe₃O₄ composite was successfully synthesized and exhibited good magnetic responsiveness. Optimum adsorption conditions were achieved at pH 9, a contact time of 20 minutes, and a methylene blue concentration of 225 mg/L. The adsorption process followed the pseudo-second-order kinetic model and the Langmuir isotherm model, with an adsorption capacity of 108.085 mg/g, indicating monolayer adsorption dominated by a chemisorption mechanism. Overall, the CaO/Fe₃O₄ composite shows strong potential as an effective, economical, and sustainable magnetic adsorbent for dye wastewater treatment.

Keywords: CaO/Fe₃O₄, adsorption, methylene blue, eggshell waste, magnetic adsorbent

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis Komposit CaO/Fe₃O₄ dan Aplikasinya dalam Pengurangan Kadar Metilen Biru”. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. beserta keluarga, kerabat, dan sahabatnya yang telah memberikan petunjuk dan membawa dari zaman jahiliah menuju zaman ilmiah.

Penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, dukungan, serta kemurahan hati berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

- Pihak instansi Universitas Lambung Mangkurat Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Dyah Ayu Pramoda Wardani, S.Pd., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing penulis dari awal penelitian hingga akhir penelitian, memberikan banyak ilmu pengetahuan, motivasi, kritik, dan saran serta meluangkan waktu selama penyusunan skripsi ini.
- Dr. Drs. Rahmat Yunus, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah bersedia membimbing penulis, memberikan banyak ilmu pengetahuan, motivasi, kritik, dan saran serta meluangkan waktu selama penyusunan skripsi ini.
- Edi mikrianto, S.Si., M.Si dan Amalia Khairunnisa, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik.
- Dr. Umi Baroroh Lili Utami, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, nasehat, dan arahan selama perkuliahan.
- Staf dosen pengajar di Program Studi Kimia dan teknisi di Laboratorium Kimia yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membantu pelaksanaan penelitian selama penulis menempuh pendidikan di FMIPA ULM.

- Kedua orang tua dan adik-adik saya yang telah memberikan kasih sayang yang tak terhingga, mendidik, mendoakan, dan memberikan dukungan baik dalam bentuk riil maupun materil.
- Teman-teman satu tim penelitian *Biomaterials For Remediation And Environmental Action*: Chindy Haryani, Siti Zainab, Aisha Arsyana Putri dan Marlyana Indah Sari yang telah menjadi teman saat penelitian, dan telah mendukung serta membantu menyelesaikan penelitian serta skripsi ini.
- Chindy Haryani, Rizka Amalia, Dina Novita Sari dan Nadira Dina Safitri yang telah menjadi teman baik selama perkuliahan, dan telah mendukung serta banyak membantu selama perkuliahan hingga penelitian serta skripsi ini.
- Seluruh teman-teman Kimia angkatan 2022 serta tokoh lain yang telah membantu, mendukung serta mendoakan penulis dalam menyelesaikan penelitian serta penyusunan skripsi.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala saran dan masukan dari berbagai pihak selalu diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Banjarbaru, Januari 2026



Dessyana Annisa Faradilla

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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	5
2.1 Pencemaran Air oleh Zat Warna Sintetis.....	5
2.2 Metilen Biru.....	5
2.3 Adsorpsi.....	6
2.4 Kinetika Adsorpsi	6
2.5 Isoterm Adsorpsi.....	8
2.6 Kalsium Oksida (CaO)	9
2.7 Magnetit (Fe ₃ O ₄).....	10
2.8 Komposit Cao/Fe ₃ O ₄	10
2.9 Spektrofotometri UV-Vis	11
2.10 Spektroskopi <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	11
2.11 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Bahan.....	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Preparasi CaO dari Cangkang Telur Bebek.....	13
3.3.2 Sintesis Fe ₃ O ₄	14
3.3.3 Sintesis Komposit CaO/Fe ₃ O ₄	14
3.3.4 Karakterisasi Komposit CaO/Fe ₃ O ₄	15
3.3.5 Pembuatan larutan Induk Metilen biru.....	15
3.3.6 Penentuan Panjang gelombang maksimum.....	15
3.3.7 Pembuatan kurva standar	15
3.3.8 Uji Adsorpsi Metilen biru	16
3.3.9 Uji pemisahan dengan Medan Magnet Eksternal.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Sintesis Fe ₃ O ₄	18
4.2 Sintesis Komposit Cao/Fe ₃ O ₄	19
4.3 Karakterisasi Komposit Cao/Fe ₃ O ₄	20
4.3.1 Karakterisasi dengan FTIR.....	20
4.3.2 Karakterisasi dengan XRD.....	22
4.4 Uji Adsorpsi Metilen Biru	24
4.4.1 Penentuan panjang gelombang maksimum metilen biru.....	24
4.4.2 Penentuan kurva kalibrasi metilen biru.....	25
4.4.3 Penentuan pH optimum terhadap kemampuan adsorpsi metilen biru	26
4.4.4 Penentuan waktu kontak optimum terhadap kemampuan adsorpsi ...	27

4.4.5 Model Kinetika Adsorpsi	28
4.4.6 Penentuan konsentrasi optimum terhadap kemampuan adsorpsi	30
4.4.7 Isoterm Adsorpsi	32
4.5 Uji Pemisahan Medan Magnet	33
BAB V PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data bilangan gelombang FTIR	20
Tabel 2. Data difraksi Fe_3O_4 dan komposit $\text{CaO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$	23
Tabel 3. Perbandingan parameter model kinetika adsorpsi.....	29
Tabel 4. Parameter dari isoterm Langmuir dan Freundlich.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur kimia zat warna metilen biru (Güneş, 2023).....	6
Gambar 2. Hasil Sintesis Fe ₃ O ₄ (Dokumentasi Pribadi).....	18
Gambar 3. Komposit CaO/Fe ₃ O ₄ (Dokumentasi Pribadi).....	19
Gambar 4. Spektra FTIR	20
Gambar 5. Pola difraksi Fe ₃ O ₄ dan CaO/Fe ₃ O ₄	23
Gambar 6. Kurva kalibrasi metilen biru	25
Gambar 7. Kurva pengaruh variasi pH.....	26
Gambar 8. Kurva pengaruh variasi waktu kontak	27
Gambar 9. Kurva pengaruh variasi konsentrasi.....	31
Gambar 10. Plot isoterm adsorpsi Langmuir (a) dan Freundlich (b).....	32
Gambar 11. Uji pemisahan komposit CaO/Fe ₃ O ₄ (Dokumentasi Pribadi).....	33

DAFTAR LAMPIRAN

1. Diagram alir penelitian prosedur kerja penelitian
2. Contoh perhitungan
3. Data hasil penelitian
4. Dokumentasi penelitian
5. Riwayat hidup