

**OPTIMASI ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN
METODE RSM (*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*)
DENGAN ADSORBEN KOMPOSIT
CaO (CANGKANG TELUR PUYUH)/PEG/Fe₃O₄**

SKRIPSI

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



Oleh :

Amsi Aprijayani Siregar

08031381924098

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

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMASI ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN
METODE RSM (*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*)
DENGAN ADSORBEN KOMPOSIT CaO
(CANGKANG TELUR PUYUH)/PEG/ Fe_2O_3**

SKRIPSI

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

Oleh:

**AMSO APRIJAYANI SIREGAR
08031381924098**

Indralaya, 31 Maret 2023

Pembimbing I

**Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M. Si.
NIP. 196808271994022001**

Pembimbing II

**Dr. Zainal Fanani, M.Si
NIP. 196708211995121001**

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D
NIP. 195111191997021001**

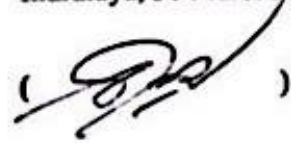
HALAMAN PERSETUJUAN

Makalah Seminar Hasil Amso Aprijayani Siregar (08031381924098) dengan Judul "Optimasi Adsorpsi Zat Warna Metilcn Biru Menggunakan Metode RSM (*Response Surface Methodology*) dengan Adsorben Komposit CaO (Cangkang Telur Puyuh)/PEG/Fe₃O₄" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Hasil Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Februari 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 31 Maret 2023

Ketua :

1. **Dr. Ady Mara, M.SI**
NIP. 196404301990031003

()

Sekretaris :

1. **Fahma Riyanti, M.SI**
NIP. 197204082000032001

()

Pembimbing :

1. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.SI**
NIP. 196808271994022001
2. **Dra. Zainal Fanani, M.SI**
NIP. 196708211995121001

()
()

Penguji :

1. **Widia Purwaningrum, M.SI**
NIP. 197304031999032001
2. **Dr. Dedi Rohendi, M.T.**
NIP. 196704191993031001

()
()


Dekan FMPA
Prof. Hermansyah, S.SI, M.SI, Ph.D
NIP. 197111191997021001

Mengetahui


Ketua Jurusan Kimia
Prof. Dr. Muharni, M.SI
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Amso Aprijayani Siregar

NIM : 08031381924098

Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 03 April 2023

Yang menyatakan,



Amso
Amso Aprijayani Siregar
NIM. 08031381924068

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

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

Nama Mahasiswa : Amso Aprijayani Siregar
NIM : 08031381924098
Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "Optimasi Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Metode RSM (*Response Surface Methodology*) dengan Adsorben Komposit CaO (Cangkang Telur Puyuh)/PEG/Fe₃O₄" dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 31 Maret 2023
Yang Menyatakan,



Amso Aprijayani Siregar

NIM. 08031381924098

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ﴿١٣﴾

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S Ar-Rahman: 13)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Q.S Al-Baqarah: 216)

“Perbaiki sholatmu maka Allah akan memperbaiki hidupmu”

Skripsi ini saya persembahkan kepada Allah SWT, Nabi Muhammad SAW, Papa, Mama, Kakak, serta Keluarga Besar, Dosen, Sahabat dan Almamater kebanggaan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kemampuan dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Optimasi Adsorpsi Metilen Biru menggunakan Metode RSM (Response Surface Methodology) dengan Adsorben Komposit CaO (dari Cangkang Telur Puyuh) /PEG/Fe₃O₄”. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan didalamnya. Apabila terdapat banyak kesalahan pada skripsi ini, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Ibu **Prof. Dr. Poedji Loekitawati H, M. Si.** dan Bapak **Dr. Zainal Fanani, M. Si.** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, pengalaman, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan junjungannya Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan segala nikmat dan kasih sayang-Nya yang begitu besar hingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta Papa (Kailani Siregar), Mama (Soiba Harahap) dan kakak-kakak tersayang (Siti Aminah Siregar, Septi Rezeki Mulyani Siregar, Fatin Nurainiyah Siregar) serta seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan, memberikan nasihat dan kasih sayang, perhatian, dukungan yang menjadi motivasi terbesar sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan lancar.
3. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, saran, masukan, serta dukungan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu

senantiasa diberikan kesehatan dan kemudahan dalam setiap urusan, serta nantinya akan menjadi pahala jariah bagi ibu.

4. Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si selaku dosen pembimbing dan dosen akademik yang telah membantu dalam segala hal dan tidak pernah menyulitkan penulis. Semoga bapak selalu diberikan kesehatan dan senantiasa menjadi pahala jariah bagi bapak.
5. Ibu Widia Purwaningrum M.Si dan bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T selaku dosen penguji seminar dan sidang penulis yang telah memberikan saran dan masukan yang terbaik hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si selaku ketua sidang dan ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku sekretaris sidang. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah bersedia menjadi ketua dan sekretaris sidang sarjana sehingga semuanya berjalan dengan lancar.
7. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
8. Ibu Prof. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
9. Kak cosiin dan Mba novi selaku admin jurusan terima kasih atas segala bantuannya, terima kasih karena telah mau direpotkan penulis dalam segala hal.
10. Sahabatku selama di perantauan Dianissa Chikita dan Anisa Dwi Putri, terima kasih banyak atas dukungan dan energi positif dari kalian. Terima kasih selalu menemani dan mendengarkan keluh kesah saya, maaf banyak ngerepotin. Terima kasih sudah menghibur dan memberikan nasihat kepada saya. Semangat membahagiakan orang tua dan semangat mengejar mimpi-mimpi yang lain.
11. Multazam Alfatan, Edho Asri Rizal, Effan Dwisyahputra, dan Hadziq Huda, terima kasih sudah mau direpotin dalam segala hal, terima kasih atas canda tawa selama ini, terima kasih atas bantuannya, kalau tidak ada kalian mungkin hidup saya diperantauan bakalan hampa. Semangat guys untuk pencapaian kedepannya. Semoga hal-hal baik menyertai kalian.

12. Dio Alif Ananta, terima kasih banyak atas kebaikannya yang mungkin tidak bakal bisa saya balas. Terima kasih atas semua energi positif yang diberikan. Terima kasih sudah mau memahami ego saya. Terima kasih sudah memberikan nasehat dan masukan untuk saya yang lemah ini. Terima kasih sudah menjadi sahabat sekaligus abang bagi saya. Kalo ga ada ananta, mungkin saya sudah pontang-panting di layo. Walaupun mungkin kedepannya bakal pisah, semoga kamu selalu dikelilingi orang-orang baik. Semangat ya nan, janji kan mau bikin ibu bahagia. Saya yakin kamu bisaaa!!!
13. Sahabatku selama perkuliahan, Rizna, Aulia, Meyshin, Yati, Ertha, Amalia, Jono, Anas, dan Kartika, terima kasih banyak sudah selalu dukung dan baik sama saya. Terima kasih udah mau direpotin karna saya ga bisa apa-apa sendiri. Berkat kalian saya jadi ga malas-malasan lagi. Beruntung banget dapet teman-teman sebaik kalian. Walaupun nanti pisah tolong jangan sampai *lost contact* ya karena saya sayang sama kalian.
14. Sahabatku dalam hal apapun selama di perkuliahan, Venanda. Terima kasih ve untuk semuanya, terima kasih sudah berjuang sampe titik ini, kamu hebat! Terima kasih sudah menjadi sahabat sekaligus kakak bagi saya. Manusia paling bisa diandalkan dalam hal apapun. Semoga selalu dikelilingi orang baik, karna kamu orang baik. Semangat mengejar cita-cita kedepannya!!
15. Teman penelitian saya, Della Ayu Eriza, terima kasih del sudah mau jadi partner penelitian aku, terima kasih udah mau saling support, terima kasih udah mau belajar sama-sama dan ga pernah nyalahin satu sama lain. Beruntung banget dapet satu tim sama della. Semangat ya del inshaAllah barengan ya selesainya.
16. Sahabatku dari maba Agung dan Kelly, terima kasih banyak sudah mau temenan sama aku yang ga pinter ini. Terima kasih udah ngajarin aku materi di kimia ini karna aku susah kalo belajar sendiri. Terima kasih kebaikan-kebaikannya. Semangat ya kedepannya karena bakal lebih banyak lagi rintangannya.

17. Rajesa Putra, terima kasih untuk kebaikannya selama ini. Terima kasih sudah mau membantu aku dalam segala hal. Terima kasih sudah menjadi sahabat sekaligus kakak bagi saya. Semangat ya kak, juni harus wisuda amiin.
18. Sahabatku dari kecil Teza Cahya Fitriani yang selalu memberikan energi positif dan menjadi tempat berkeluh kesah akan susahnyanya dunia perkuliahan. Terima kasih banyak ca kebaikannya selama ini. Semangat ya ngebahagia keluarga!!
19. Sahabatku di perantauan Bella Frizka yang selalu menjadi tempat keluh kesah selama perkuliahan. Terima kasih banyak bel kebaikannya, semoga hal-hal baik menyertai.
20. Anak-anak GWK Erina, Venan, Dea, Jenni, Nandes, Fiqi, Tegar, Astri, Akhdan, terima kasih sudah memberikan energi positif dan canda tawa ketika membuat tugas akhir. Semangat kuliahnya!!
21. Adik-adik gemasku Caca dan Fedita, yang selalu memberikan canda dan tawa selama masa perkuliahan. Terima kasih sudah memberikan dukungan dan semangat kepada saya. Semangat ya dek nyelesain kuliahnya.
22. Sahabatku Cica yang akhir-akhir ini kembali akrab, terima kasih sudah menjadi teman cerita saya. Terima kasih atas energi positif yang diberikan. Manusia yang paling peduli dan selalu siap mendengarkan cerita saya. Semangat ca nyelesain kuliahnya. Semoga selalu dikelilingi orang-orang baik karena cica orang baik.
23. Sahabatku semasa putih abu Tiara, Grace, Nur, Wulan, Malia, Athira, Oca yang selalu mendengarkan keluh kesah, tempat bertukar cerita, serta memberikan dukungan dan semangat selama ini.
24. Sahabatku Dwike, Nafisah, Gayatri yang selalu memberikan dukungan serta menjadi tempat cerita ketika suntuk akan dunia perkuliahan.
25. Anastasya selaku sahabat sekaligus adik yang selalu memberikan energi positif. Manusia paling peduli tapi ingin terlihat cuek, terima kasih sudah memberikan semangat dan dukungan kepada saya, semangat kuliahnya anah.
26. Teman-teman angkatan 2019 terima kasih atas kerja sama semasa perkuliahannya. Semangat ngelanjutin mimpi-mimpinya.

27. Terima kasih untuk diriku sendiri yang sudah berjuang dititik ini, yang telah bertahan sejauh ini. Terima kasih selalu kuat dan sabar atas semua keadaan. Terima kasih atas pencapaiannya sejauh ini. Terima kasih atas perjuangannya selama ini, tangis dan kekhawatirannya berbuah hasil. Semangat membahagiakan orang-orang yang sayang sama kamu, Amso.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 31 Maret 2023

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Amso' with a stylized flourish and a small 'F' at the bottom right.

Amso Aprijayani Siregar

SUMMARY
OPTIMIZATION OF ADSORPTION OF METHYLENE BLUE DYE USING
THE RSM (RESPONSE SURFACE METHODOLOGY) METHOD
WITH COMPOSITE ADSORBENT
CaO (QUAIL EGGSHELL) / PEG / Fe₃O₄

Amso Aprijayani Siregar : Supervised oleh Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si
and Dr. Zainal Fanani, M.Si

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, x + 48
pages, 8 tables, 10 figures, 7 attachments.

The development of technology and the industrial sector is accompanied by increasing the use of dye which is increasing so that it has the potential to pollute the environment. One of the dye that is often used in industry is methylene blue. This blue methylene dye has a toxic benzene structure, difficult to decompose, carcinogenic and mutagenic. Research with the title of optimization of adsorption of blue methylene dye using the RSM (Response Surface Methodology) method with adsorbent composite CaO (quail eggshells)/PEG/Fe₃O₄. Quail eggshell is prepared to get CaO powder which is then composed with magnetite nanoparticles. CaO/PEG/Fe₃O₄ composite is made with mass ratio (1: 0.5: 1) and CaO/PEG/Fe₃O₄ synthesis that can be characterized using VSM, XRD, and BET. The results of VSM characterization showed a saturation magnetization value of 66.90 emu/g. The results of the characterization using XRD show the highest intensity at an angle of $2\theta = 11,66$ with the size of CaO and Fe₃O₄ particles on CaO/PEG/Fe₃O₄ composites of 4.69 Nm and 12.8 Nm. The results of the characterization of the bet indicating the surface area of the CaO/PEG/Fe₃O₄ composite surface is 89.44 m²/g with a pore volume of 1,80285 cc/g, and an average diameter of 4,03128 Å. This study uses the CCD (Central Composite Design) model to get the best efficiency. Based on Design Expert 12 analysis, concentration factors, contact time, and methylene blue pH affect the percentage of efficiency. The best efficiency conditions are obtained at concentration at 1 ppm, contact time of 120 minutes, pH 10, percent efficiency 93.39%, with a desirability value or accuracy of 0.956.

Keywords: Quail eggshell, CaO, CaO/PEG/Fe₃O₄ composite, methylene blue, RSM.

RINGKASAN
OPTIMASI ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN
METODE RSM (*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*)
DENGAN ADSORBEN KOMPOSIT
CaO (CANGKANG TELUR PUYUH) / PEG / Fe₃O₄

Amso Aprijayani Siregar : Dibimbing oleh Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si
dan Dr. Zainal Fanani, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya x +
48 halaman, 8 tabel, 10 gambar, 7 lampiran.

Perkembangan teknologi dan sektor industri diiringi dengan peningkatan penggunaan zat warna yang semakin banyak sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Salah satu zat warna yang sering digunakan dalam industri adalah metilen biru. Zat warna metilen biru ini memiliki struktur benzena yang bersifat toksik, sulit untuk diuraikan, karsinogenik dan mutagenik. Penelitian dengan judul optimasi adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan metode RSM (*Response Surface Methodology*) dengan adsorben komposit CaO (cangkang telur puyuh)/PEG/Fe₃O₄. Cangkang telur puyuh dipreparasi untuk mendapatkan serbuk CaO yang selanjutnya dikompositkan dengan nanopartikel magnetit. Komposit CaO/PEG/Fe₃O₄ dibuat dengan massa (1:0,5:1) dan hasil sintesis CaO/PEG/Fe₃O₄ yang dapat dikarakterisasi menggunakan VSM, XRD, dan BET. Hasil karakterisasi VSM menunjukkan nilai magnetisasi saturasi sebesar 66,90 emu/g. Hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan intensitas tertinggi pada sudut $2\theta = 11,66$ dengan ukuran partikel CaO dan Fe₃O₄ pada komposit CaO/PEG/Fe₃O₄ sebesar 4,69 nm dan 12,8 nm. Hasil karakterisasi BET menunjukkan luas permukaan komposit CaO/PEG/Fe₃O₄ adalah 89,44 m²/g dengan volume pori 1,80285 cc/g, serta diameter rata-rata sebesar 4,03128 Å. Penelitian ini menggunakan menggunakan model CCD (*Central Composite Design*) agar mendapatkan efisiensi terbaik. Berdasarkan analisis *design expert* 12, faktor konsentrasi, waktu kontak, dan pH metilen biru berpengaruh pada persen efisiensi. Kondisi efisiensi terbaik diperoleh pada konsentrasi pada 1 ppm, waktu kontak 120 menit, pH 10, persen efisiensi 93,39%, dengan nilai desirabilitas atau tingkat ketepatan sebesar 0,956.

Kata kunci: Cangkang telur puyuh, CaO, komposit CaO/PEG/Fe₃O₄, metilen biru, RSM.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
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 Kalsium Oksida (CaO).....	4
2.2 Magnetit (Fe ₃ O ₄).....	5
2.3 Polietilena Glikol (PEG).....	7
2.4 Zat Warna Metilen Biru	9
2.5 Komposit.....	10
2.6 Adsorpsi	11
2.7 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM).....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16

3.2	Alat dan Bahan.....	16
3.2.1	Alat	16
3.2.2	Bahan	16
3.3	Prosedur Penelitian	17
3.3.1	Sintesis CaO	17
3.3.2	Sintesis Fe ₃ O ₄	17
3.3.3	Sintesis CaO/PEG/Fe ₃ O ₄	17
3.4	Karakterisasi Material	18
3.4.1	<i>Vibrating Sample Magnetometer (VSM)</i>	18
3.4.2	<i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	18
3.4.3	<i>Brunauer Emmett Teller (BET)</i>	18
3.4.4	Penentuan pH Point Zero Charge (pHpzc).....	18
3.5	Penentuan Kondisi Optimum Zat Warna Metilen Biru.....	19
3.5.1	Pembuatan Larutan Induk Metilen Biru 100 ppm.....	19
3.5.2	Pembuatan Kurva Kalibrasi Metilen Biru.....	19
3.5.3	Pembuatan Larutan Optimasi RSM.....	19
3.5.4	Analisis Data menggunakan <i>Response Surface Methodology (RSM)</i>	19
3.6	Analisis Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Karakterisasi Material.....	22
4.4.1	Hasil Karakterisasi CaO, Fe ₃ O ₄ , dan Komposit CaO/PEG/Fe ₃ O ₄ menggunakan VSM.....	22
4.4.2	Hasil Karakterisasi CaO, Fe ₃ O ₄ , dan Komposit CaO/PEG/Fe ₃ O ₄ menggunakan XRD.....	25
4.4.3	Hasil Karakterisasi Komposit CaO/PEG/Fe ₃ O ₄ menggunakan BET	26
4.2	pH Point of Zero Charge (pHpzc) pada Komposit CaO/PEG/Fe ₃ O ₄	27
4.3	Hasil Analisis Menggunakan RSM.....	28

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rumus Struktural <i>Polyethylene glycol (PEG)</i>	8
Gambar 2. Struktur metilen biru	9
Gambar 3. (a) Serbuk cangkang telur puyuh sebelum kalsinasi (b) Hasil serbuk cangkang telur puyuh pada temperatur 1000°C selama 6 jam	22
Gambar 4. (a) hasil sintesis Fe ₃ O ₄ (b) hasil sintesis CaO/PEG/Fe ₃ O ₄	23
Gambar 5. Kurva histeresis Fe ₃ O ₄ dan komposit CaO/Fe ₃ O ₄	24
Gambar 6. Difraktogram CaO, Fe ₃ O ₄ dan CaO/PEG/Fe ₃ O ₄ hasil sintesis.....	25
Gambar 7. Grafik pH _{pzc} komposit CaO/PEG/Fe ₃ O ₄	27
Gambar 8. Hasil analisis model respon daya sebar	31
Gambar 9. Countour dan 3D surface efisiensi konsentrasi dan waktu kontak.....	32
Gambar 10. Countour dan 3D surface efisiensi konsentrasi dan pH	32
Gambar 11. Countour dan 3D surface efisiensi waktu kontak dan pH.....	33
Gambar 12. Grafik countour plot dari rancangan kondisi optimum adsorpsi zat warna metilen biru yang dihasilkan oleh program Design-Expert 12	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tingkat parameter untuk eksperimen CCD	20
Tabel 2. Percobaan CCD dan hasil adsorpsi komposit CaO/PEG/Fe ₃ O ₄	21
Tabel 3. Hasil pemodelan CCD	28
Tabel 4. ANOVA dan parameter statistik respon efisiensi.....	29
Tabel 5. Hasil analisa ragam (ANOVA) pada respon efisiensi.....	30
Tabel 6. Kriteria variabel dan respon yang diinginkan	34
Tabel 7. Titik optimum metilen biru	34
Tabel 8. <i>Point prediction</i> hasil optimum respon efisiensi.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	44
Lampiran 2. Hasil karakterisasi CaO menggunakan XRD	46
Lampiran 3. Hasil karakterisasi Fe ₃ O ₄ menggunakan XRD	50
Lampiran 4. Hasil karakterisasi CaO/PEG/Fe ₃ O ₄ menggunakan XRD	54
Lampiran 5. Hasil karakterisasi CaO/PEG/Fe ₃ O ₄ menggunakan BET	59
Lampiran 6. Kurva kalibrasi metilen biru	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan sektor industri diiringi dengan peningkatan penggunaan zat warna yang semakin banyak dimana pada akhirnya berpotensi mencemari lingkungan. Salah satu zat warna yang sering dipergunakan dalam industri adalah metilen biru. Zat warna metilen biru ini memiliki struktur benzena yang bersifat toksik, sulit untuk diuraikan, karsinogenik dan mutagenik (Andari dan Wardhani, 2014). Zat warna metilen biru juga bisa menyebabkan alergi dan iritasi kulit dikarenakan efek toksiknya yang tinggi, dan bisa menyebabkan perubahan gen yang bersifat karsinogenik. Dampak negatif dari paparan metilen biru bagi manusia adalah bisa menyebabkan muntah-muntah, peningkatan detak jantung, dan sianosis pada manusia. Metilen biru ini adalah zat warna dasar yang memiliki struktur senyawa kimia berupa aromatik heterosiklik. Metilen biru merupakan zat warna kationik yang biasanya dipergunakan untuk mewarnai kertas, plastik, kulit, sutra, dan untuk pembuatan cat dan tinta ukiran (Baunsele dan Missa, 2020).

Menurut Malau (2020), telur puyuh memiliki kandungan protein yang lebih tinggi apabila dilaksanakan perbandingan dengan telur ayam. Meningkatnya permintaan konsumen terhadap telur puyuh mengakibatkan peningkatan limbah cangkang telur puyuh. Limbah cangkang telur puyuh merupakan limbah yang belum termanfaatkan secara maksimal. Apabila limbah cangkang telur puyuh langsung dibuang ke lingkungan maka bisa merusak estetika lingkungan, menambah volume sampah, dan berpotensi mencemari lingkungan. Cangkang telur puyuh mengandung CaCO_3 (55,46%), MgCO_3 (0,84%), $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ (0,75%) dan protein. Kalsium yang terkandung dalam cangkang telur puyuh cukup tinggi dimana pada akhirnya bisa dipergunakan sebagai sumber kalsium dalam pembuatan CaO (Malau, 2020).

Nanopartikel magnetik sudah termasuk ke dalam bahan yang menarik apabila dilaksanakan pengembangan sebab potensinya yang besar apabila dipergunakan di banyak bidang. Salah satu bahan nanopartikel magnetik ialah magnetit (Fe_3O_4). Sifat nanopartikel magnetik ini tergantung dengan ukuran dari bahannya. Salah satu zat yang

bisa dipergunakan dalam proses pembentukan serta pengontrolan struktur pori dan juga ukurannya ialah *Polyethylene glycol* (PEG). Diperolehkan pemahaman bahwasanya *Polyethylene glycol* (PEG) mempunyai ciri khas yakni bisa terlarut dalam metanol, air, diklorometan serta benzena. Lebih lanjut, PEG ini juga mempunyai kandungan racun yang sedikit. PEG tergolong sebagai polimer yang fleksibel. Pentingnya mempergunakan PEG dalam sintesis Fe_3O_4 adalah agar ukuran partikel nano Fe_3O_4 tidak mengalami perubahan (Nuzully *et al*, 2013).

Response Surface Methodology (RSM) adalah metode yang berguna untuk optimasi setiap proses adsorpsi dan untuk menganalisis efek dari variabel independen dan interaksi simultan pada output dari proses (Bhowmik *et al*, 2017). RSM paling cocok untuk proses ketika output dipengaruhi oleh beberapa variabel independen secara bersamaan. *Central Composite Design* (CCD) adalah desain eksperimen paling populer yang dipergunakan pada RSM untuk mengoptimalkan efisiensi penghilangan polutan dengan serangkaian kondisi tertentu. Penerapan CCD bisa mengurangi jumlah percobaan yang diperlukan, dan sangat efisien dalam menganalisis efek interaksi simultan dari variabel proses yang hilang dalam ortogonal normal, desain dan uji faktor tunggal (Bhowmik *et al* 2017).

Menurut Mohammed *et al* (2020), permodelan statistik mempergunakan RSM dipergunakan untuk memprediksi efek dari faktor operasional individu serta interaksi pada respon proses rekayasa. Apabila dilaksanakan perbandingan dengan satu faktor pada satu waktu metode konvensional, pemodelan proses adsorpsi dianggap sebagai cara yang efektif untuk mengurangi jumlah percobaan serta untuk mengoptimalkan kondisi percobaan. Oleh karena itu, pada kajian ini pemodelan RSM adsorpsi zat warna metilen biru pada $\text{CaO/PEG/Fe}_3\text{O}_4$ dilaksanakan dengan memanfaatkan metode CCD, yang mempelajari pada pembentukan hubungan antara faktor operasi yang relevan (variabel input) dan efisiensi penyisihan zat warna metilen biru.

Didasarkan pada uraian tersebut, maka sudah dilaksanakan kajian sintesis komposit $\text{CaO/PEG/Fe}_3\text{O}_4$. Komposit hasil sintesis dikarakterisasi mempergunakan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan *Brunauer*

Emmett Teller (BET). Optimasi proses adsorpsi dilaksanakan dengan metode RSM dengan variabel konsentrasi, waktu kontak, dan pH.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik komposit CaO/PEG/Fe₃O₄ hasil sintesis?
2. Bagaimana hasil optimasi adsorpsi mempergunakan metode RSM dengan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensintesis komposit CaO/PEG/Fe₃O₄ dan mengkarakterisasi hasil sintesis mempergunakan VSM, XRD, dan BET.
2. Menentukan optimasi adsorpsi komposit CaO/PEG/Fe₃O₄ terhadap zat warna metilen biru dengan metode RSM dengan variasi pH, konsentrasi dan waktu kontak.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat kajian ini memanfaatkan cangkang telur puyuh agar mengurangi limbah cangkang telur di lingkungan, serta bisa dimanfaatkan untuk menyerap limbah zat warna metilen biru.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiansyah, M., Hendrawan, Y., and Sumarlan S. H. 2018. Modelling and Optimization of Carbondioxide Biofixation Process in Biogas Using Java Moss (*Taxiphyllum Barbieri*) by Response Surface Methodology. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 6(1). 1-8.
- Agnestisia, R. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Magnetit (Fe_3O_4) Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Methylene Blue. *Sains dan Terapan Kimia*. 11(2): 61-70.
- Andari, N, D., dan Wardhani, S. 2014. Fotokatalis TiO_2 -Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru. *Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya*. 7(1): 9.
- Arisandi, D.M. 2007. Pengaruh Pemanasan dan Jenis Surfaktan Pada Sifat Megnetik Ferofluida Berbahan Dasar Pasir Besi. *Tugas Akhir*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Badriyah, L dan Putri, M. P. 2017. Kinetika Adsorpsi Cangkang Telur pada Zat Warna Metilen Biru. *Alchemy Journal of Chemistry*. 5(3): 86.
- Bas, D., & Ismail, H. B., 2007. Modeling And Optimization I : Usability Of Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*. 78, 836–845.
- Baunsele, A. B., dan Missa, H. 2020. Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kimia Indonesia*. 5(2): 77.
- Bhowmik, M., Deb, K., Debnath, A., and Saha, B. 2017. Mixed Phase $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Mn}_3\text{O}_4$ Magnetic Nanocomposite for Enhanced Adsorption of Methyl Orange Dye: Neural Network Modeling and Response Surface Methodology Optimization. *Wiley Applied Organometallic Chemistry*. 32(2): 12 -17.
- Choi, H. J., and Yu, S. W. 2019. Biosorption of Methylene Blue from Aqueous Solution by Agricultural Bioadsorbent Corncob. *Environmental Engineering Research*, 24(1), 99–106.
- Dewi, S. H., dan Ridwan. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 Magnetik Untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 13(2): 137-138
- Endang, P. (2006). Fotokatalisis dan Fotoelektrolisis Menggunakan Film TiO_2 . *Skripsi*, 1–32.
- Fadli, A., Amri, A., Sari, E, O., Iwantono., and Adnan, A. 2017. Crystal – Growth Kinetics Of Magnetite (Fe_3O_4) Nanoparticles Using The Ostwald Ripening Model. *International Journal of Technology*. 8(8): 1447.

- Fadhilah, A. H., Ngatijo dan Gusti, D. R. 2019. Sintesis dan Karakterisasi Magnetit Terlapis Dimerkaptosilika. *Chempublish Journal*. 4(2): 81 – 88.
- Fatmawati. 2006. Kajian Adsorpsi Cd(II) Oleh Biomassa Potamogeton (Rumput naga) Yang Terimobilkan Pada Silica Gel. Banjarbaru : FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.
- Grosser J.W and F.G. Gmitter. 2011. Protoplast fusion for production of tetraploids and triploids: applications for scion and rootstock breeding in Citrus. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 104: 343–357.
- Hadayani, L., Riwayati, I., and Ratnani, R. 2015. Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 11(1), 19–23.
- Hamdaoui, O., and Chiha, M. 2007. Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran. *Acta Chimica Slovenica*, 54(2), 407–418.
- Hughes, M.N dan Poole, R.K., 1984, *Metals and Microorganism*. London : Chapman and Hall.
- Iriawan, N. dan S. P. Astuti. 2006. Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14. *Penerbit Andi*, Yogyakarta.
- Leuner, C., and Dressman, J. 2000. Improving Drug Solubility For Oral Delivery Using Solid Dispersions. *Eur J. Pharm. Biopharm.* 50. 48-49.
- Kasirajan, R., Bekele, A., and Girma, E. 2022. Adsorption of Lead (Pb-II) Using CaO-NPs Synthesized by Solgel Process from Hen Eggshell: Response Surface Methodology for Modeling, Optimization and Kinetic Studies. *South African Journal of Chemical Engineering*. 40: 209-210.
- Khaira, I., Astuti., dan Usna, S, R, A. 2022. Sintesis dan Karakterisasi Sifat Magnet Nanokomposit Fe₃O₄/PEG: ZnO. *Jurnal Fisika Unand*. 11(1): 57 – 61.
- Malau, N, D. 2021. Manufacture And Characterization Of Hydroxyapatite From Quail Eggshell Using Precipitation Methods. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. 29(1). 485.
- Malau, N, D., dan Fajar, A. 2020. Penentuan Suhu Optimum CaO dari Cangkang Telur Bebek dan Cangkang Telur Burung Puyuh. *Jurnal EduMatSains*. 4(2): 193-202.
- Mohammed, B. B., Hsini, A., Abdellaoui Y., Oualid. H. A., Laabd. M., Ouardi. M. E., Addi. A. A., Yamni. K., and Tijani. N. 2020. Fe-ZSM-5 zeolite for efficient removal of basic Fuchsin dye from aqueous solutions: Synthesis, characterization and adsorption process optimization using BBD-RSM modeling. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 8: 2.

- Mohan, V. B., Jayaraman, K., & Bhattacharyya, D. 2020. Brunauer–Emmett–Teller (BET) Specific Surface Area Analysis of Different Graphene Materials: A Comparison to their Structural Regularity and Electrical Properties. *Solid State Communications*, 11400: 3.
- Mustafa, A., Widodo, M, A., and Kristianto, Y. 2012. Albumin And Zinc Content Of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract And Its Role In Health. *International Journal of Science and Technology (IJSTE)*. 1(2): 2.
- Ningsih, D.W., Fajaroh, F., dan Wonorahardjo, S. 2013. Aplikasi Nanopartikel Fe₃O₄ (*Magnetite*) Hasil Sintesis secara Elektrokimia sebagai Adsorben Ion Kadmium (II). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNM. Malang.
- Noviana, M dan Mahatmanti W. 2020. Preparasi Komposit Kitosan-Alumina Beads sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium(II) dan Nikel(II) dalam Larutan. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 9(1): 51.
- Noviyanti, A. R., Haryono, Pandu, R., dan Eddy, D. R. 2017. Cangkang Telur Ayam sebagai Sumber Kalsium dalam Pembuatan Hidroksiapatit untuk Aplikasi Graft Tulang. *Chimica et Natura Acta*. 5(3): 107.
- Nurhasni, dan Hendrawati. 2018. Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis Hipogaea L.*) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Kimia Valensi Volume*. 4(2): 38.
- Nurlaela, A., Dewi, S. U., Dahlan, K., dan Soejoko, D. S. 2014. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Bebek Sebagai Sumber Kalsium Untuk Sintesis Mineral Tulang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 10: 81-85.
- Nurmiah, S., Syarief, R., Sukarno, S., Peranginangin, R., & Nurmata, B. 2013. Aplikasi Response Surface Methodology Pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonii (Atc). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 9.
- Oko, S., Kurniawan, A., dan Angreni, D. Pengaruh Massa Adsorben Blending CaO Dari Cangkang Telur dan Karbon Teraktivasi untuk Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*. 18(2): 100-101.
- Pratiwi, G., Martien, R., & Murwanti, R. 2019. Chitosan Nanoparticle As A Delivery System For Polyphenols From Meniran Extract (*Phyllanthus Niruri L.*): Formulation , Optimization , And Immunomodulatory Activity. *International Journal of Applied Pharmaceutics*. 11(2).

- Rajmohan, Thiagarajan. 2013. Application of The Central Composite Design in Optimization of Machining Parameters in Drilling Hybrid Metal Matrix Composites. *Elsevier*. 46. 1470-1475.
- Reddy, L. V. A., Wee, Y., Yun, J., & Ryu, H. (2008). Optimization Of Alkaline Protease Production by Batch Culture Of *Bacillus* sp. Rky3 through Placket – Burman and Response Surface Methodological Approaches. *Science Direct*. 99,2242-2249.
- Riyanto, A. 2019. Preparasi dan karakteristik fisis nanopartikel magnetit (Fe_3O_4). *Jurnal Fisik Flux*. 16(1): 35 – 41.
- Ruksudjarit, A., Pengpat, K., Rujjanagul, G., and Tunkasiri, T. 2008. Synthesis and Characterization of Nanocrystalline Hydroxyapatite from Natural Bovine Bone. *Current Applied Physic*. 8: 270-272.
- Sahan, T. 2019. Application of RSM for Pb(II) and Cu(II) Adsorption by Bentonite Enriched with -SH Groups and A Binary System Study. *Journal of Water 20Process Engineering*. 31. 1-2.
- Setyawan, E. I., Setyowati, E. P., Rohman, A., & Nugroho, A. K. 2018. Central Composite Design for Optimizing Extraction of Egcg from Green Tea Leaf (*Camellia Sinensis* L.). *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 10(6)
- Sholihah, L.K. 2010. Sintesis dan Karakteristik Partikel Nano Fe_3O_4 yang Berasal dari Pasir Besi dan Fe_3O_4 Bahan Komersial (*Aldrich*). *Skripsi*. Jurusan Fisika, Fakultas MIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sibarani, J., Zulfihardini, M., dan Suars, I. W. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO-Bentonit untuk Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel. *Indonesian E-Journal Applied Chemistry*. 8(1): 63.
- Simamora, P., dan Krisna. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Sifat Magnetik Nanokomposit Fe_3O_4 -Montmorilonit Berdasarkan Variasi Suhu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Universitas Negeri Medan. Medan.
- Simamora, P., dan Krisna. 2015. Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe_3O_4) dengan Template Silika (SiO_2) dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 5(1): 24.
- Siswanto, Sarwono E., Setiawan A., dan Setiabudi H. 2013. *Perubahan Sifat Lentur Komposit High Density Polyethelene (HDPE) terhadap pengaruh fraksi volume pengisi serbuk genteng limbah*. Politeknik Pratama Mulia Surakarta, Jawa Tengah.

- Surrianingsih. (2017). *Aplikasi Central Composite Design Dalam Optimasi Permesinan Magnesium Az31*. Skripsi Tidak dipublikasi, Jurusan Teknik Mesin, Universita Lampung, Bandar Lampung.
- Sweetman, S.C. 2009. *Martindale the Complete Drug Reference 35th Edition. Pharmaceutical Press. London.*
- Syahmani dan Sholahudin, A. 2007. Laporan Penelitian Dosen Muda : Reduksi Fe, Mn dan Padatan Terlarut dalam Air Hitam dengan Kitin dan Kitosan Isolat Limbah Kulit Udang melalui Sistem Kolom. *Banjarmasin : FKIP UNLAM.*
- Teja, A. S., Koh, P. Y. 2009. Synthesis, Properties, And Applications of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials.* 55(1-2): 35.
- Wardiyati, S., Wisnu, A. A., dan Didin, S. W. 2016. Pengaruh Penambahan SiO₂ terhadap Karakteristik dan Kinerja Fotokatalitik Fe₃O₄/TiO₂ pada Degradasi Methylene Blue. *Jurnal Kimia Kemasan.* 38(1): 31-40.
- Widiyatno, T. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam.* 1(1): 17-19.
- Yonata, D., Aminah, S., dan Hersoelistyorini, W. 2017. Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi.* 7(2): 82-83.