



**SINTESIS DAN APLIKASI BEADS KITOSAN-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> SEBAGAI  
ADSORBEN ZAT WARNA CONGO RED**

**SKRIPSI**

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

**Oleh**

**ANANDA BAHRIANI PUTRI**

**2211012220019**

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

**JANUARI 2026**

## SKRIPSI

### SINTESIS DAN APLIKASI BEADS KITOSAN-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA CONGO RED

Oleh:

**ANANDA BAHRIANI PUTRI**

**NIM. 2211012220019**

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 20 Januari 2026

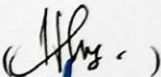
Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Dahlena Ariyani, S.Si., M.S.  
NIP. 198212112005012001

Dosen Penguji:

1. Dr. Kamilia Mustikasi, S.Si., M.Si (  )

2. Utami Irawati S.Si, M.Es., Ph.D (  )

Pembimbing II



Noer Komari, S.Si., M.Kes.  
NIP. 196710101995021001

Banjarbaru, 23 Januari 2026

Program Studi Kimia FMIPA ULM

Koordinator,



Dr. Ahmad Budi Junaidi, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19760304 200112 1 003

**SKRIPSI**

**SINTESIS DAN APLIKASI BEADS KITOSAN-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> SEBAGAI  
ADSORBEN ZAT WARNA CONGO RED**

Oleh:

**Ananda Bahriani Putri**

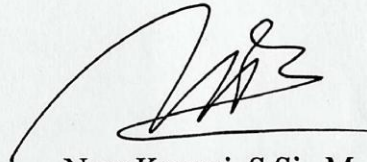
**NIM 2211012220019**

Pembimbing I



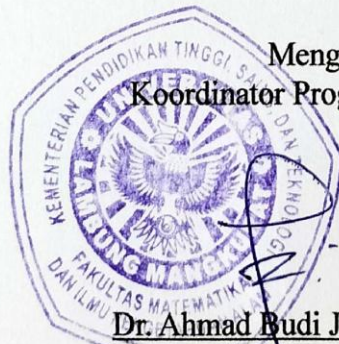
Dahlena Ariyani, S.Si., M.S.  
NIP. 19821211 200501 2 001

Pembimbing II



Noer Komari, S.Si., M. Kes  
NIP. 1967010 199502 1 001

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Kimia



Dr. Ahmad Budi Junaidi, S.Si., M.Sc  
NIP. 19760304 200112 1 003

## 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 orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 12 Januari 2026



Ananda Bahriani Putri  
NIM 2211012220019

## ABSTRAK

**SINTESIS DAN APLIKASI BEADS KITOSAN-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA CONGO RED** (Oleh Ananda Bahriani Putri; Pembimbing Dahlena Ariyani, S.Si., M.S., Noer Komari, S.Si., M.Kes; 2026; 93 halaman)

Pencemaran air oleh zat warna sintesis seperti Congo red merupakan permasalahan lingkungan karena bersifat toksik dan sulit terdegradasi secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengaplikasikan beads kitosan dan beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> sebagai adsorben dalam mengadsorpsi zat warna Congo red. Beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> disintesis dengan perbandingan kitosan: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> sebesar 2:1 (b/b) dan dibentuk melalui penetasan ke dalam larutan NaOH. Karakterisasi adsorben dilakukan menggunakan FTIR, SEM-EDX serta analisis luas permukaan dan pori menggunakan metode BET-DFT. Uji adsorpsi dilakukan dengan mempelajari pengaruh waktu kontak, pH larutan dan konsentrasi awal, sedangkan konsentrasi Congo red dianalisis menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> berhasil disintesis, yang ditandai dengan munculnya pita serapan khas Fe-O pada bilangan gelombang 557-520 cm<sup>-1</sup>. Beads kitosan memiliki luas permukaan spesifik sebesar 14,724 m<sup>2</sup>/g, sedangkan beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> memiliki luas permukaan yang lebih rendah yaitu 5,764 m<sup>2</sup>/g dengan volume pori total yang lebih besar yaitu 1,07965 cm<sup>3</sup>/g. Waktu kontak optimum adsorpsi diperoleh pada menit ke-1440 ( $p = 0,00726$ ). Adsorpsi maksimum beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> diperoleh pada pH netral (7,44) dengan persentase adsorpsi sebesar 83,82% sedangkan beads kitosan menunjukkan adsorpsi tertinggi pada pH basa (9,50) sebesar 86,14%. Proses adsorpsi Congo red pada kedua adsorben mengikuti model isoterm Langmuir dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,989 untuk beads kitosan dan 0,9164 untuk beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> serta nilai kapasitas adsorpsi maksimum ( $q_{max}$ ) masing-masing sebesar 12,674 mg/g dan 10,173 mg/g. Meskipun penambahan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> menurunkan kapasitas adsorpsi, beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> memberikan keuntungan berupa kemudahan pemisahan secara magnetik. Penelitian ini menunjukkan bahwa beads kitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> efektif digunakan sebagai adsorben untuk pengolahan limbah zat warna.

**Kata kunci:** kitosan, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, beads, adsorpsi, Congo red

## ABSTRACT

**SYNTHESIS AND APPLICATION OF CHITOSAN-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> BEADS AS ADSORBENTS FOR CONGO RED DYE** (By Ananda Bahriani Putri; Supervisors Dahlena Ariyani, S.Si., M.S., Noer Komari, S.Si., M.Kes; 2026; 93 pages)

Water pollution caused by synthetic dyes such as Congo red is an environmental problem due to their toxic nature and resistance to natural degradation. This study aimed to synthesize and apply chitosan beads and chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads as adsorbents for the adsorption of Congo red dye. Chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads were synthesized using a chitosan to Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> ratio of 2:1 (w/w) and formed by dropping the mixture into a NaOH solution. Adsorbent characterization was carried out using FTIR, SEM-EDX, as well as surface area and pore analysis based on the BET-DFT method. Adsorption experiments were conducted by investigating the effects of contact time, solution pH, and initial concentration, while the concentration of Congo red was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads were successfully synthesized, as indicated by the appearance of characteristic Fe-O absorption bands at wavenumbers of 557–520 cm<sup>-1</sup>. Chitosan beads exhibited a specific surface area of 14.724 m<sup>2</sup>/g, whereas chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads showed a lower surface area of 5.764 m<sup>2</sup>/g with a larger total pore volume of 1.07965 cm<sup>3</sup>/g. The optimum adsorption contact time was obtained at 1440 minutes ( $p = 0.00726$ ). Maximum adsorption of chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads was achieved at neutral pH (7.44) with an adsorption percentage of 83.82%, while chitosan beads exhibited the highest adsorption at alkaline pH (9.50) with a percentage of 86.14%. The adsorption process of Congo red on both adsorbents followed the Langmuir isotherm model, with determination coefficient ( $R^2$ ) values of 0.989 for chitosan beads and 0.9164 for chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads, and maximum adsorption capacities ( $q_{\max}$ ) of 12.674 mg/g and 10.173 mg/g, respectively. Although the incorporation of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> reduced the adsorption capacity, the chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads provided advantages in terms of easy magnetic separation. This study demonstrates that chitosan-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> beads are effective adsorbents for dye wastewater treatment.

**Keywords:** chitosan, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, beads, adsorption, Congo red

## PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian beserta penulisan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan serta kemurahan hati dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Universitas Lambung Mangkurat, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), khususnya Program Studi Kimia, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan, serta menyediakan fasilitas akademik, sarana dan prasarana, dan lingkungan ilmiah yang kondusif selama masa perkuliahan dan penelitian.
2. Dahlena Ariyani, S.Si., M.S. selaku dosen pembimbing utama yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan telah membimbing penulis dalam setiap tahap penelitian dan penyusunan skripsi ini. Penulis sangat berterima kasih atas segala ilmu, arahan, motivasi, kritik yang membangun, serta waktu dan perhatian yang telah diberikan sepanjang proses ini.
3. Noer Komari, S.Si., M.Kes. selaku pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan ilmu, waktu dan pengalaman yang luar biasa dalam setiap tahap penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Kamilia Mustikasari, S.Si., M.Si dan Utami Irawati S.Si., M.ES., Ph.D selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu berharga untuk menelaah, mengevaluasi, serta memberikan kritik dan saran yang sangat berarti bagi penyempurnaan skripsi ini. Penulis merasa terhormat atas segala masukan dan pandangan akademik yang telah disampaikan dengan penuh kebijaksanaan.
5. Staff administrasi di program Studi Kimia FMIPA ULM dan teknisi di Laboratorium FMIPA ULM yang telah membantu kelancaran proses administrasi dan pelaksanaan penelitian ini.
6. Teman seperjuangan satu bimbingan yaitu Putri Cahyani Rahman dan Setyo Junia Putri Lestari yang telah bersama-sama melewati proses konsultasi, revisi, diskusi, *trial and error* penelitian, hingga akhirnya tiba di tahap penyelesaian. Kehadiran kalian membuat perjalanan ini lebih mudah dijalani dan dihadapi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala saran dan masukan dari semua pihak selalu diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi Pembaca.

Banjarbaru, 12 Januari 2026



Ananda Bahriani Putri  
NIM. 2211012220019

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....  | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....  | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN</b> .....   | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>v</b>    |
| <b>PRAKATA</b> .....  | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....  | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....   | 3           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....   | 4           |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....  | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                      | <b>5</b>    |
| 2.1. Limbah Tekstil dan Zat Warna Congo Red .....                         | 5           |
| 2.2 Adsorpsi .....  | 8           |
| 2.3 Isoterm Adsorpsi .....  | 8           |
| 2.4 Kitosan .....   | 10          |
| 2.5 Besi Oksida Magnetit (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) .....          | 12          |
| 2.6 Spektrofotometer UV-Vis .....   | 13          |
| 2.7 Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....       | 15          |
| 2.8 Analisis Luas Area Permukaan .....                                    | 16          |
| 2.9 Karakterisasi Morfologi dan Komposisi Unsur Menggunakan SEM-EDX ..... | 17          |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....                                    | <b>19</b>   |
| 3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan .....                                       | 19          |
| 3.2 Alat .....  | 19          |
| 3.3 Bahan .....   | 19          |
| 3.4 Prosedur Kerja .....  | 19          |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 3.4.1                                    | Pembuatan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....  | 19        |
| 3.4.2                                    | Pembuatan beads kitosan sebagai pembanding .....  | 20        |
| 3.4.3                                    | Karakterisasi beads kitosan dan kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....  | 20        |
| 3.4.3.1                                  | Uji kadar air .....   | 20        |
| 3.2.4.2                                  | Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....   | 20        |
| 3.4.3.3                                  | Analisis Morfologi Permukaan Menggunakan SEM.....   | 21        |
| 3.4.3.4                                  | Analisis luas permukaan .....   | 21        |
| 3.4.4                                    | Uji kemampuan adsorpsi beads terhadap zat warna Congo red.....  | 21        |
| 3.4.4.1                                  | Penentuan panjang gelombang maksimum Congo red menggunakan spektrofotometer UV-Vis.....   | 21        |
| 3.4.4.2                                  | Pembuatan kurva standar Congo Red.....  | 21        |
| 3.4.4.3                                  | Pengaruh waktu kontak terhadap kemampuan komposit beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> mengadsorpsi zat warna Congo red .....   | 22        |
| 3.4.4.4                                  | Pengaruh pH terhadap kemampuan beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dalam mengadsorpsi zat warna Congo red.....   | 22        |
| 3.4.4.5                                  | Pengaruh konsentrasi zat warna Congo red.....   | 23        |
| 3.4.5                                    | Analisis Data .....   | 23        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |   | <b>25</b> |
| 4.1                                      | Pembuatan dan Karakterisasi Beads Kitosan dan Beads Kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....  | 25        |
| 4.1.1                                    | Pembuatan beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....  | 25        |
| 4.1.2                                    | Karakterisasi gugus fungsi beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....                                     | 26        |
| 4.1.3                                    | Karakterisasi morfologi dan komposisi unsur beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> menggunakan <i>Scanning Electron Microscopy-Energy X-Ray</i> (SEM-EDX) ..... | 29        |
| 4.1.4                                    | Karakterisasi luas area permukaan menggunakan metode <i>Density Functional Theory</i> (DFT) .....   | 32        |
| 4.1.5                                    | Kadar air.....  | 34        |
| 4.2                                      | Adsorpsi Beads Kitosan dan Beads Kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> terhadap Congo Red .....  | 35        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2.1 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Congo red pada beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ..... | 35        |
| 4.2.2 Pengaruh pH terhadap kemampuan beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Mengadsorpsi Congo Red.....   | 37        |
| 4.2.3 Penentuan kapasitas adsorpsi Congo red terhadap beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....        | 42        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>   | <b>46</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 46        |
| 5.2 Saran.....  | 47        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>48</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>  | <b>54</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 1.</b> Struktur Congo red .....  | 6  |
| <b>Gambar 2.</b> Ilustrasi isoterm adsorpsi Langmuir .....   | 9  |
| <b>Gambar 3.</b> Ilustrasi isotrem adsorpsi Freundlich.....  | 10 |
| <b>Gambar 4.</b> Struktur kitosan.....   | 11 |
| <b>Gambar 5.</b> Struktur magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ): (a) representasi struktur magnetit dan (b) struktur spinel terbalik dari magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).....           | 13 |
| <b>Gambar 6.</b> Diagram spektrofotometer UV-Vis (Double-beam).....  | 14 |
| <b>Gambar 7.</b> Diagram skema komponen inti dari mikroskop SEM .....  | 18 |
| <b>Gambar 8.</b> Skema tahapan pembuatan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....  | 25 |
| <b>Gambar 9.</b> Perbandingan antara (a) Beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ dan (b) Beads kitosan terhadap medan magnet .....  | 26 |
| <b>Gambar 10.</b> Spektra FTIR beads kitosan dan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....  | 27 |
| <b>Gambar 11.</b> Hasil analisis SEM beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ pada pembesaran (a) 2500x (b) 5000x (c) 10.000x dan (d) region .....   | 30 |
| <b>Gambar 12.</b> Hasil analisis SEM beads kitosan pada pembesaran (a) 2500x (b) 5000x (c) 10.000x dan (d) region .....  | 31 |
| <b>Gambar 13.</b> Grafik persentase kadar air pada beads kitosan dan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....  | 34 |
| <b>Gambar 14.</b> Kurva hubungan antara waktu kontak dan persentase adsorpsi zat warna Congo red pada beads kitosan dan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....                         | 36 |
| <b>Gambar 15.</b> Grafik pengaruh pH terhadap persen adsorpsi Congo red pada beads kitosan dan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....  | 38 |
| <b>Gambar 16.</b> Mekanisme interaksi antara Congo red dengan beads kitosan dan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .....   | 39 |
| <b>Gambar 17.</b> Spektrum FTIR beads kitosan dan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ setelah adsorpsi Congo Red.....   | 41 |
| <b>Gambar 18.</b> Kurva hubungan jumlah Congo red yang teradsorpsi ( $q_e$ ) terhadap konsentrasi awal larutan Congo red pada beads kitosan dan beads kitosan- $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ..... | 42 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 19.</b> Hasil plot isotherm (a) Langmuir dan (b) Freundlich untuk adsorpsi Congo red pada beads kitosan .....                                | 43 |
| <b>Gambar 20.</b> Hasil plot isotherm (a) Langmuir dan (b) Freundlich untuk adsorpsi Congo red pada beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ..... | 43 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Lampiran 1.</b>  | Skema Prosedur.....   | 54 |
| <b>Lampiran 2.</b>  | Pembuatan reagen .....  | 55 |
| <b>Lampiran 3.</b>  | Data absorbansi kurva baku Congo red .....  | 55 |
| <b>Lampiran 4.</b>  | Data kadar air dan hasil perhitungan persentase kadar air pada beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ..... | 55 |
| <b>Lampiran 5 .</b> | Data pengaruh waktu kontak adsorpsi Congo red pada beads kitosan dan beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....             | 55 |
| <b>Lampiran 6.</b>  | Data absorbansi dan hasil perhitungan pH optimum adsorpsi Congo red terhadap beads kitosan-Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....     | 55 |
| <b>Lampiran 7.</b>  | Data absorbansi dan hasil perhitungan kapasitas adsorpsi beads terhadap Congo red .....   | 55 |
| <b>Lampiran 8.</b>  | Dokumentasi penelitian.....   | 55 |