



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**KEMODINAMIKA KOMPETISI ADSORPSI ION LOGAM Ni(II) DAN
Cd(II) PADA MAGNETIK ASAM FULVAT-KITOSAN SEBAGAI
USAHA MENDUKUNG KETAHANAN AIR**

RAIHANSYAH RAJA HUTAMA NIM. 320210303019

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI KIMIA
BOGOR 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Raihansyah Raja Utama
NIM : 320210303019
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Kemodinamika Kompetisi Adsorpsi Ion Logam
Ni(II) dan Cd(II) Pada Magnetik Asam Fulvat-
Kitosan Sebagai Usaha Mendukung Ketahanan
Air

Dosen Pembimbing I,



Dr. Rahmat Basuki, S.Pd., M.Si.
NIDN. 4713059001

Tanggal: 08 AUG 2025

Dosen Pembimbing II,



Yusuf Bramastya A., S.Si., M.Sc.
NIDN. 4724049201

Tanggal: 08 AUG 2025

Mengetahui,

Kepala
Program Studi Kimia,

Dr. Gunaryo, S.T., M.T.
Kolonel Tek. NRP. 524384

Tanggal: 11 AUG 2025

Dekan
Fakultas MIPA Militer,

Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal: 12/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Raihansyah Raja Utama
NIM : 320210303019
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Kemodinamika Kompetisi Adsorpsi Ion Logam
Ni(II) Dan Cd(II) Pada Magnetik Asam Fulvat-
Kitosan Sebagai Usaha Mendukung Ketahanan
Air

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing Dr. Rahmat Basuki, S.Pd., M.Sc. NIDN. 4713059001		08 AUG 2025
2.	Dosen Pembimbing Yusuf Bramastya A., M.Sc NIDN. 4724049201		08 AUG 2025
3.	Dosen Penguji Azimatur Rahmi, M.Si. NIP. 198512292024212017		08 AUG 2025
4.	Dosen Penguji Anggi Khairina Hanum H., M.Si. NIDN. 4703119101		08 AUG 2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak mengandung karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di Perguruan Tinggi manapun. Saya juga memastikan bahwa tidak ada istilah, frasa, kalimat, paragraph, subbab, atau bab yang diambil dari karya yang pernah saya tulis atau diterbitkan, kecuali secara eksplisit disebutkan dan dikutip dalam naskah ini serta tercantum dalam Daftar Referensi.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan atau undang-undang berlaku

Bogor, Juli 2025



Raihansyah Raja Utama

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raihansyah Raja Utama
NIM : 320210303019
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Kemodinamika Kompetisi Adsorpsi Ion Logam Ni(II) dan Cd(II) Pada Magnetik Asam Fulvat-Kitosan Sebagai Usaha Mendukung Ketahanan Air beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor

Pada Tanggal : 24 Juli 2025

Yang menyatakan



Raihansyah Raja Utama

NIM 320210303019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan Rahmat sehingga peneliti mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad Shallallahu 'Alaihi wa Salam. Peneliti menyadari bahwa penulisan skripsi ini mendapatkan banyak dukungan dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Maka dari itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kolonel Tek. Dr. Gunaryo, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Kimia yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Rahmat Basuki, S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing penulisan skripsi yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam memberikan arahan, bimbingan, dorongan, dan masukan yang membangun
3. Yusuf Bramastya Apriliyanto, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang bersedia berdiskusi dalam memberikan pemahaman dan memberikan bantuan dalam terlaksananya skripsi ini.
4. Orang tua tercinta dan tersayang, Ibu Danella, Bapak Toto Setiarto, dan Kakakku Puti Ghassani Syarafina, serta teman dan sahabat yang memberikan dukungan moral serta materil kepada peneliti
5. Segala pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu, yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.

Demikian skripsi ini disusun, semoga semua kebaikan serta ketulusan semua pihak yang telah memberikan dukungan mendapatkan balasan yang setimpal dari *Allah Subhanahu wa ta'ala*. Aamin

Bogor, Juli 2025

Raihansyah Raja Utama

ABSTRAK

KEMODINAMIKA KOMPETISI ADSORPSI ION LOGAM Ni(II) DAN Cd(II) PADA MAGNETIK ASAM FULVAT-KITOSAN SEBAGAI USAHA MENDUKUNG KETAHANAN AIR

Indonesia sebagai negara dengan populasi terbanyak di dunia, membutuhkan sumber air yang bersih. Limbah industri pabrik yang dibuang sembarangan mencemari perairan dengan logam berbahaya. Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang baik untuk mengurangi kadar logam berbahaya di perairan. Penelitian ini menggunakan asam fulvat hasil ekstraksi dari kompos tinja kambing dan menggabungkannya dengan kitosan serta magnetit sebagai material adsorben logam Cd. Hasil penelitian menunjukkan pada FTIR untuk magnetit asam fulvat-kitosan muncul puncak pada 1627 cm^{-1} yang adanya C=C- aromatik dan cincin aromatic -OH dan C=O gugus kuinon yang menandakan adanya asam fulvat yang terikat. Analisa BET pada magnetit dan magnetit asam fulvat-kitosan dilakukan, dan didapatkan volume pori, dan ukuran pori sebesar $0,177488\text{ cm}^3/\text{g}$ dan $6,5394\text{ nm}$ berturut-turut. Terjadi penarikan atau gaya tarik-menarik dari magnetit asam fulvat-kitosan dengan magnet eksternal disebabkan oleh sifat kemagnetan dari komposit. Pengujian adsorpsi model isotherm dan kinetika dilakukan, didapatkan logam Cd(II) berjalan secara *multilayer* dan pseudo-ordo dua, dengan nilai b sebesar 107.527 mg/g dan q_e eksperimen sebesar $4.86 \times 10^{-5}\text{ mol/g}$. Pada logam Ni(II), berjalan pada *multilayer* dan pseudo-ordo dua, dengan nilai b sebesar 121.68 mg/g dan q_e eksperimen sebesar $6.28 \times 10^{-5}\text{ mol/g}$. Adsorpsi kompetisi logam Ni(II) dan Cd(II) pada magnetit asam fulvat-kitosan, menunjukkan adanya perbedaan adsorpsi permukaan adsorben pada logam Ni(II) dan Cd(II).

Kata Kunci: Adsorpsi, Asam Fulvat, Cd(II), Kitosan, Magnetit

ABSTRACT

CHEMODYNAMICS OF COMPETITIVE ADSORPTION OF Ni(II) AND Cd(II) IONS ON MAGNETIC FULVIC ACID-CHITOSAN AS AN EFFORT TO SUPPORT WATER SECURITY

Indonesia, as one of the most populous countries in the world, requires clean water sources. Industrial waste that is improperly discharged pollutes water bodies with hazardous metals. Adsorption is one of the effective methods for reducing the concentration of harmful metals in water. This study utilized fulvic acid extracted from goat manure compost and combined it with chitosan and magnetite as an adsorbent material for Cd metal. The FTIR results for the magnetite-fulvic acid-chitosan composite showed a peak at 1627 cm^{-1} , indicating the presence of aromatic C=C, aromatic ring -OH, and quinone C=O groups, which confirm the binding of fulvic acid. BET analysis was performed on magnetite and magnetite-fulvic acid-chitosan, and the pore volume and pore size were found to be $0.177488\text{ cm}^3/\text{g}$ and 6.5394 nm , respectively. The composite exhibited magnetic behavior due to the attraction between the magnetite-fulvic acid-chitosan and an external magnet. Adsorption tests using isotherm and kinetic models revealed that Cd(II) adsorption followed a multilayer mechanism and pseudo-second order kinetics, with a b value of 107.527 mg/g and an experimental q_e of $4.86 \times 10^{-5}\text{ mol/g}$. For Ni(II), the adsorption also followed a multilayer mechanism and pseudo-second-order kinetics, with a b value of 121.68 mg/g and an experimental q_e of $6.28 \times 10^{-5}\text{ mol/g}$. In the competitive adsorption of Ni(II) and Cd(II) on magnetite fulvic acid-chitosan, showing the difference in surface adsorption of adsorbents on Ni(II) and Cd(II) metals.

Key Words: Adsorption, Fulvic Acid, Cd(II), Chitosan, Magnetite

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Adsorpsi	6
2.1.2 Asam Fulvat.....	7
2.1.3 Logam Berat.....	8
2.1.4 Kitosan	9
2.1.5 Magnetit	10
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	11
2.3 Kerangka Berpikir.....	13
2.4 Hipotesis	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Metode dan Desain Penelitian	15
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.3 Alat dan Bahan	17
3.4 Populasi dan Sampel.....	18
3.5 Variabel Peneltian	18
3.6 Prosedur Penelitian.....	18
3.6.1 Pemurnian Asam Fulvat dari Kotoran Kambing.....	18

3.6.2 Sintesis Magnetit-AF-Rose	18
3.6.3 Isoterm Adsorpsi non-Kompetitif	19
3.6.4 Kinetika Adsorpsi non-Kompetitif	19
3.6.5 Pengaruh Kompetisi terhadap Kemampuan Adsorpsi	20
3.6.6 Preparasi Larutan Standar Logam	20
3.6.7 Analisis Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Sintesis Magnetit Kitosan-AF	21
4.1.1 Ekstraksi Asam Fulvat dari Kompos Kotoran Kambing	21
4.1.2 <i>One-pot</i> Magnetit AF-Kitosan	23
4.2 Hasil Karakterisasi	27
4.2.1 Hasil Spektrum IR pada Magnetit AF-Kitosan	27
4.2.3 Hasil adsorpsi-deadsorpsi gas N ₂ pada Magnetit AF-Kitosan	30
4.2.3 Hasil Sifat Magnet pada Magnetit AF-Kitosan	31
4.3 Adsorpsi	32
4.3.1 Larutan standar logam Cd	32
4.3.2 Adsorpsi isoterm logam Cd	35
4.3.3 Adsorpsi Kinetika Cd	38
4.3.4 Larutan Standar Logam Ni	40
4.3.5 Adsorpsi Isoterm Ni	43
4.3.6 Adsorpsi Kinetika Ni	46
4.3.7 Kompetisi Ion Logam	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
Lampiran	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia.....	6
Gambar 2.2 Struktur Asam Fulvat.....	8
Gambar 2.3 Struktur Kimia Kitosan	9
Gambar 2.4 Struktur Magnetit	10
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	15
Gambar 4.1 (a) Kompos kotoran kambing dan (b) kompos kotoran kambing yang telah digerus.....	22
Gambar 4.2 Kompos kotoran kambing dilarutkan pada NaOH	22
Gambar 4.3 Asam fulvat dipekatkan selama 24 jam.....	23
Gambar 4.4 Reaksi Kitosan dengan Asam Asetat.....	24
Gambar 4.5 Reaksi Kimia Kitosan dengan Ion Fe	24
Gambar 4.6 Kitosan dilarutkan pada asam asetat (a), Fe^{2+} dan Fe^{3+} dicampurkan pada larutan kitosan (b), dan Pencampuran asam fulvat dan NH_4OH (c).....	25
Gambar 4.7 Reaksi Kimia Ion Fe dengan NH_4OH	25
Gambar 4.8 Hasil sintesis magnetit AF-kitosan	26
Gambar 4.9 Skema Sintesis Magnetit Asam Fulvat-Kitosan	26
Gambar 4.10 Hasil Karakterisasi FTIR Asam Fulvat Ekstraksi, Kitosan, Magnetit, dan Magnetit Asam Fulvat-Kitosan	27
Gambar 4.11 Hasil analisis BET Magnetit Kitosan-AF dan magnetit	29
Gambar 4.12 Uji Kemagnetan Magnetit AF-Kitosan dengan magnet eksternal	31
Gambar 4.14 Grafik Kurva Deret Standar Logam Cd-Alizarin red S.....	33
Gambar 4.15 Grafik Kurva Deret Standar Logam Cd-fenantrolina.....	34
Gambar 4.16 (a) Filtrat Hasil Adsorpsi Isoterm Logam Cd dan (b) Filtrat Hasil Adsorpsi Setelah Ditetaskan Alizarin red S	35
Gambar 4.17 Plot grafik linear Langmuir (a), Freunlich (b), Dubinin- Radushkevich (c), dan Temkin (d) model isoterm adsorpsi logam Cd dari magnetit AF-kitosan	36
Gambar 4.18 Filtrat hasil adsorpsi logam Cd ditetaskan Alizarin red S	38
Gambar 4.19 Plot grafik Lagergren (a) dan Ho (b) Model Kinetika Adsorpsi Logam Cd dari Magnetik Asam Fulvat-Kitosan	39
Gambar 4.21 Grafik Kurva Deret Standar Logam Ni-fenantrolina	41

Gambar 4.22 Grafik Kurva Deret Standar Logam Ni-ARS.....	42
Gambar 4.23 Filtrat Hasil Adsorpsi Logam Ni ditetaskan Fenantrolina	43
Gambar 4.24 Plot grafik linear Langmuir (a), Freunlich (b), Temkin (c), dan Dubinin-Radushkevich (d) model isoterm adsorpsi logam Cd dari magnetit AF-kitosan	44
Gambar 4.25 Filtrat Hasil Adsorpsi Kinetika Logam Ni.....	46
Gambar 4.26 Plot grafik Lagergren (a) dan Ho (b) Model Kinetika Adsorpsi Logam Ni dari Magnetik Asam Fulvat-Kitosan.....	47
Gambar 4.27 Filtrat Hasil Adsorpsi Logam Ni dan Cd setelah ditetaskan Alizarin red S dan Fenantrolina.....	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1 Tabel Agenda Rencana Penelitian	16
Tabel 4.1 Puncak Serapan FTIR	28
Tabel 4.2 Parameter adsorben hasil kalkulasi adsorpsi isoterm N ₂	30
Tabel 4.3 Hasil Absorbansi Larutan Standar Logam Cd-ARS	32
Tabel 4.4 Hasil Absorbansi Larutan Standar Logam Cd-fenantrolina.....	34
Tabel 4.5 Hasil Adsorpsi Isoterm Logam Cd.....	35
Tabel 4.6 Hasil Adsorpsi Kinetika Cd.....	38
Tabel 4.7 Hasil Absorbansi Larutan Standar Ni-Fenantrolina	40
Tabel 4.8 Hasil Absorbansi Larutan Standar Ni-ARS.....	42
Tabel 4.9 Hasil Adsorpsi Isoterm Logam Ni.....	43
Tabel 4.10 Hasil Adsorpsi Kinetika Logam Ni.....	46
Tabel 4.11 Hasil Adsorpsi Kompetisi Logam Ni dan Cd.....	48

DAFTAR SINGKATAN

AF	: Asam Fulvat
FTIR	: <i>Fourier Transform Infrared Spectrophotometer</i>
KTK	: Kapasitas Tukar Kation
LTJ	: Logam Tanah Jarang
SEM-EDX	: <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray</i>
TNI	: Tentara Nasional Indonesia
UV-Vis	: <i>Ultraviolet – Visible Spectrophotometer</i>
VSM	: <i>Vibrating Sample Magnometer</i>
XRD	: <i>X-ray Diffractometer</i>

