KARAKTERISTIK DAN EFEKTIFITAS BIOSORBEN PEKTIN-Fe_3O_4 DARI KULIT JERUK SIAM *(Citrus nobilis var. microcarpa)* DALAM PENYERAPAN TETRASIKLIN

RAFIKA DEWI
NIM H1031211040

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

KARAKTERISTIK DAN EFEKTIFITAS BIOSORBEN PEKTIN-Fe_3O_4 DARI KULIT JERUK SIAM *(Citrus nobilis var. microcarpa)* DALAM PENYERAPAN TETRASIKLIN

RAFIKA DEWI

NIM H1031211040

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Karakteristik dan Efektifitas Biosorben Pektin-Fe_3O_4 dari Kulit Jeruk Siam *(Citrus nobilis var. microcarpa)* dalam Penyerapan Tetrasiklin
Nama Mahasiswa	: Rafika Dewi
NIM	: H1031211040
Jurusan/Program Studi	: Kimia/Kimia
Tanggal Lulus	: 23 Januari 2025
SK Pembimbing	: No. 3539/UN22.8/TD.06/2024/7 November 2024
SK Penguji	: No. 5545/UN22.8/TD.06/2024/31 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Titin Anita Zaharah S.Si, M.Si.	Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D.
NIP. 196904191996012002	NIP. 198409192008121001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.	Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001	NIP. 197506022000032001

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Titin Anita Zaharah S.Si, M.Si.	Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D.
NIP. 196904191996012002	NIP. 198409192008121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Rafika Dewi
NIM	: H1031211040
Program Studi/Jurusan	: Kimia/S1 Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 20 Desember 2024



Rafika Dewi

NIM. H1031211040

KARAKTERISTIK DAN EFEKTIFITAS BIOSORBEN PEKTIN-Fe_3O_4 DARI KULIT JERUK SIAM *(Citrus nobilis var. microcarpa)* DALAM PENYERAPAN TETRASIKLIN

Abstrak

Tetrasiklin merupakan antibiotik peresisten bagi lingkungan, perlu adanya cara untuk menurunkan kadar cemaran antibiotik tetrasiklin di lingkungan. Salah satu cara yang tepat untuk penurunan kadar tetrasiklin yaitu menggunakan adsorben alami sebagai material yang berfungsi menyerap tetrasiklin. Penelitian ini telah melakukan adsorpsi menggunakan biosorben pektin-Fe_3O_4 terhadap tetrasiklin, menggunakan metode uji *batch-shaker*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk melihat karakteristik biosorben pektin-Fe_3O_4 dan efektifitas biosorben pektin-Fe_3O_4 terhadap penyerapan tetrasiklin. Mekanisme adsorpsi pada pektin-Fe_3O_4 memanfaatkan mekanisme kimia melalui gugus fungsi pektin COOH/OH yang mengikat NH_2 pada gugus tetrasiklin. Biosorben pektin-Fe_3O_4 ini memiliki sifat mudah dalam pemisahan. Hasil FTIR menunjukkan berhasilnya komposit pektin-Fe_3O_4 dengan adanya regangan pada bilangan gelombang 1438 cm^{-1} menunjukkan asimetris COO-, bilangan gelombang 3361 cm^{-1} menunjukkan regangan OH, dan 554 cm^{-1} menunjukkan adan ya ikatan Fe-O-Fe. Karakterisisasi *gas sorption analyzer* juga menunjukkan adanya peningkatan luas permukaan pori pektin ketika sudah di kompositkan dengan Fe_3O_4 menjadi 1,6840 m^2/g. Pemindaian permukaan melalui SEM dapat dideskripsikan bahwa bentuk permukaan komposit pektin-Fe_3O_4 memiliki bentuk seperti granula, dengan komposisi Fe pada pektin-Fe_3O_4 melalui analisis *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) sebesar 60,98 %. Hasil uji menunjukkan bahwa efektifitas penyerapan tetrasiklin menggunakan biosorben pektin-Fe_3O_4 mencapai 82 %.

Kata kunci : Biosorben, Pektin-Fe_3O_4, Tetrasiklin

CHARACTERISTIC AND EFFECTIVENESS OF PECTIN-Fe_3O_4 BIOSORBENT FROM SIAM ORANGE PEEL *(Citrus nobilis var. microcarpa)* IN TETRACYCLINE ABSORPTION

Abstract

Tetracycline is an environmentally resistant antibiotic, there needs to be a way to reduce the level of tetracycline antibiotic contamination in the environment. One appropriate way to reduce tetracycline levels is to use natural adsorbents as materials that function to absorb tetracycline. This research has carried out adsorption using pectin-Fe_3O_4 biosorbent on tetracycline, using the batch-shaker test method. The aim of this research is to examine the characteristics of the pectin-Fe_3O_4 biosorbent and the effectiveness of the pectin-Fe_3O_4 biosorbent on tetracycline absorption. The adsorption mechanism for pectin-Fe_3O_4 utilizes a chemical mechanism through the COOH/OH pectin functional group which binds NH_2 to the tetracycline group. This pectin-Fe_3O_4 biosorbent has easy separation properties. FTIR results show the success of the pectin-Fe_3O_4 composite with a strain at a wave number of 1438 cm^{-1} indicating COO^- asymmetry, a wave number of 3361 cm^{-1} indicating an OH strain, and 554 cm^{-1} indicating the presence of Fe-O-Fe bonds. Gas sorption analyzer characterization also showed an increase in the pore surface area of pectin when it was composited with Fe_3O_4 to 1,6840 m^2/g. Surface scanning via SEM can be described that the surface shape of the pectin-Fe_3O_4 composite has a granule-like shape, with an Fe composition in pectin-Fe_3O_4 through Energy Dispersive X-Ray (EDX) analysis of 60,98%. The test results showed that the effectiveness of tetracycline absorption using pectin-Fe_3O_4 biosorbent reached 82%.

KeyWords : Biosorbent, Pectin-Fe_3O_4, Tetracycline

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada kehadirat Tuhan Yang Maha Esa telah melimpahkan karunia dan Ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **"Karakteristik dan Efektifitas Biosorben Pektin-Fe_3O_4 dari Kulit Jeruk Siam *(Citrus nobilis var. microcarpa)* dalam Penyerapan Tetrasiklin"**. Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat memperoleh gelar sarjana sains pada program studi kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Peulisan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak terlibat dalam kepenulisan sebagai berikut :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan karunia serta Ridho-Nya sehingga dalam pelaksanaan penulisan tugas akhir berjalan lancar dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua bapak (Wafri Juing bin Abdullah) dan ibu (Yulidasari Simanjuntak) yang menjadi sumber terbesar kebahagiaan penulis serta kekuatan penulis, yang selalu memberikan doa, semangat, bimbingan hidup, dukungan secara material serta moral yang sangat berharga sehingga penulis sangat termotivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir, dengan baik dan lancar, sehingga penulis dapat segera membahagiakan kedua orang tua penulis.
3. Bapak Prof. Gusrizal, S.Si., M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, sekaligus sebagai dosen penguji pertama tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Andi Hairil Alimudin, S.Si, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
5. Ibu Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si sekalu Kepala Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

6. Bapak Prof. Rudiyansyah, S.Si, M.Si, Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik saya yang telah membimbing saya selama menjalani akademik S1.
7. Ibu Titin Anita Zahara, S,Si, M.Si sebagai dosen pembimbing pertama saya yang telah memberikan dukungan, bimbingan, saran dan kritik sebagai masukan untuk tugas akhir saya.
8. Bapak Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai dosen pembimbing kedua saya yang telah memberikan dukungan, bantuan dana penelitian, bimbingan, saran, kritik sebagai masukan untuk tugas akhir saya.
9. Ibu Dr. Nelly Wahyuni, S.Si, M.Si sebagai dosen sebagai dosen penguji kedua tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan tugas akhir ini.
10. Kak Rumiris Sitorus, pihak akademik urusan kimia yang telah membantu saya untuk keperluan administrasi tugas akhir ini.
11. Kak Iren, Bang Yoga dan Kak Titik sebagai Laboran Laboratorium Terpadu UNTAN dan Laboratorium Kimia FMIPA UNTAN yang membantu saya dalam menyediakan segala kebutuhan penelitian.
12. Kepada Syaddad Nabil Muzaffar selaku kekasih yang selalu menemani penulis sedari mahasiswa baru, penyemangat penulis dalam kondisi suka maupun duka, selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk melakukan hal-hal yang positif dan menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
13. Kepada Adik-adik penulis (Nurul Nisa, Ahmad David dan Juliando Rahman) yang menjadi salah satu motivasi penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir dan selalu memberikan dukungan kepada penulis.
14. Teman-teman penulis (Septiawati, Lavena Imelda Putri, Azwa Nabila, dan Dela Tri Hafila) yang selalu memberikan dukungan dan menemani penulis dalam suka maupun duka.
15. Teman-Teman angkatan 2021 yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

16. Keluarga besar teater tabiat yang menjadi wadah pengembangan bakat penulis sebagai batu loncatan penulis untuk mengasah kepenulisan penulis dalam dunia seni peran, sehingga penulis dapat menyeimbangkan antara akademik dan bakat selama kuliah S1.

Tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumber pengetahuan dan media pembelajaran terutama bagi penulis. Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan Tugas akhir masih terdapat kesalahan, kekeliruan sehingga penulis memohon kritik dan saran yang bersifat membangun agar dapat memperbaiki tugas akhir ini sehingga menjadi lebih baik.

Pontianak, 20 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
LEMBAR INTEGRITAS ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
PRAKATA ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR ISI ..... **xii**
BAB I. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Biosorben 5
2.2 Kulit Jeruk Siam 6
2.3 Pektin 6
2.4 Magnetik Fe_3O_4 8
2.5 Tetrasiklin 9
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN **11**
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 11
3.2 Alat dan Bahan 11
3.3 Rancangan Penelitian 11
3.4 Cara Kerja 12
3.4.1 Preparasi kulit jeruk siam 12
3.4.2 Ekstraksi pektin dari kulit jeruk siam 12
3.4.3 Pengendapan pektin (isolasi) 12
3.4.4 Berat ekivalen pektin 12
3.4.5 Kadar metoksil 13
3.4.6 Kadar asam galakturonat 13
3.4.7 Derajat esterifikasi 13

3.4.8 Pembuatan biosorben pektin-Fe_3O_4 14
3.4.9 Uji efektifitas biosorben Pektin-Fe_3O_4 14
3.4.10 Karakterisasi biosorben Pektin-Fe_3O_4 15
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 16
4.1 Pembuatan pektin kulit jeruk siam 16
4.2 Pembuatan biosorben pektin-Fe_3O_4 18
4.2.1 Pembuatan magnetit Fe_3O_4 18
4.2.2 Pembuatan komposit pektin-Fe_3O_4 20
4.3 Karakterisasi biosorben 21
4.3.1 Karakterisasi biosorben pektin kulit jeruk siam 21
4.3.2 Identifikasi gugus fungsi dengan FTIR 22
4.3.3 Karakterisasi biosorben menggunakan *Gas Sorption Analyzer* (GSA) 24
4.3.4 Karakterisasi biosorben pektin-Fe_3O_4 menggunakan SEM 24
4.4 Uji efektifitas biosorben pektin-Fe_3O_4 26
4.4.1 Pembuatan larutan standar tetrasiklin 26
4.4.2 Pengujian biosorben 26
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN 31
5.1 Simpulan 31
5.2 Saran 31
DAFTAR PUSTAKA 32
LAMPIRAN 36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur pektin dari kulit jeruk siam 7
Gambar 2. Spektrum FT-IR dari a) Fe_3O_4, b) Pektin, dan c) Pektin-Fe_3O_4 9
Gambar 3. Struktur Tetrasiklin Hidroklorida 10
Gambar 4. Ilustrasi Proses Pembuatan Pektin dari Kulit Jeruk Siam 16
Gambar 5. Hasil Difraktogram Fe_3O_4. 19
Gambar 6. Skema Mekanisme Komposit Pektin-Fe_3O_4 20
Gambar 7. Hasil Spektrum a) pektin, b) Fe_3O_4, dan c) Pektin-Fe_3O_4 23
Gambar 8. Hasil Karakterisasi SEM Komposit Pektin-Fe_3O_4 25
Gambar 9. Skema Hubungan Luas Permukaan Fe_3O_4 dan Komposit Pektin-Fe_3O_4 25
Gambar 10. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Tetrasiklin 26
Gambar 11. Mekanisme Adsorpsi Gugus Fungsi Pektin terhadap Tetrasiklin 30

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Kandungan Senyawa Kulit Jeruk Siam 6
Tabel 2. Hasil bilangan gelombang FT-IR pektin standar 7
Tabel 3. Hasil bilangan gelombang FT-IR 9
Tabel 4. Sudut dan orientasi kristal fasa magnetit 19
Tabel 5. Hasil karakterisasi pektin kulit jeruk siam 21
Tabel 6. Hasil karakterisasi Gas Sorption Analyzer pada biosorben 24
Tabel 7. Hasil uji efektifitas penyerapan tetrasiklin menggunakan adsorben Fe_3O_4 dan pektin-Fe_3O_4 27
Tabel 8. Hasil uji efektifitas penyerapan tetrasiklin 28

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tetrasiklin merupakan salah satu jenis antibiotik yang paling banyak digunakan sehingga meduduki peringkat kedua di dunia. Tetrasiklin biasanya dilepaskan langsung ke lingkungan melalui pembuangan kotoran dari manusia dan hewan, hal ini yang menyebabkan tetrasiklin termasuk kedalam golongan antibiotik peresisten bagi lingkungan (Violita, 2020). Hal tersebut menimbulkan berbagai macam permasalahan seperti adanya bakteri resisten terhadap antibiotik, kemudian munculnya resistensi obat yang menyebabkan adanya penurunan potensi terapeutik atau kemampuan tubuh dalam adaptasi penerimaan obat pada manusia dan hewan. Menurut data statistik Kang *et al* (2023) menyebutkan bahwa sebanyak 0,7 juta orang meninggal setiap tahun dikarenakan oleh resistensi antibiotik, sehingga dapat diprediksi jumlahnya akan meningkat menjadi 10 juta karena meningkatnya penggunaan antibiotik pada tahun 2050. Residu yang dihasilkan oleh antibiotik ini menyebabkan berbagai macam permasalahan, pada tanah dampak yang dihasilkan yaitu kerusakan ekosistem mikroba dalam tanah, khusunya pada mikroba fiksasi nitrogen yang menyediakan unsur hara pada tanah sehingga dapat mempengaruhi kesuburan pada tanah, disisi lain dampak pada lingkungan perairan yang akan digunakan pada manusia dan hewan (Violita, 2020). Perlu adanya cara alternatif untuk penghilangan tertrasiklin agar lingkungan terjaga dengan baik.

Penghilangan tetrasiklin ini dilakukan dengan berbagai macam cara salah satunya dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan metode yang baik dalam penyerapan karena adsorpsi pada prinsipnya adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben (Paryanto *et al*, 2018). Adsorben yang murah, hemat biaya, lebih bersih dan ramah lingkungan biasanya diambil dari bahan-bahan alam. Bahan alam yang berpotensi untuk dijadikan adsorben yang baik yaitu berasal dari bahan-bahan biomassa salah satunya kulit jeruk siam. Jeruk siam banyak dikembangkan di Indonesia dengan persentase sebesar 85% dari semua jenis jeruk yang ada di Indonesia. Tempat sentra produksi jeruk siam di Indonesia adalah Kalimantan Barat yang berada di kota Pontianak

(Fitriana, 2020). Jeruk siam banyak dimanfaatkan, biasanya pemanfaatan jeruk siam hanya mengambil dari sari buah jeruk siam. Menurut penelitian Dahliansyah & Petrika (2020) sari buah dari jeruk siam adalah sumber vitamin C yang sangat berpotensial dengan kandungan vitamin C berkisar antara 20-60 mg/100 mL sari buah, vitamin C sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh, disisi lain kulit jeruk siam tidak dimanfaatkan dengan baik dan hanya dibuang begitu saja hingga menjadi limbah pertanian. Kulit Jeruk siam diproduksi sebanyak 7 juta ton disetiap tahunnya (Yoon *et al*, 2020). Presentase pemanfaatan jeruk siam ini yaitu 50% digunakan sari jeruk siam, sedangkan 50% lainnya kulit jeruk siam menjadi residu yang biasanya digunakan sebagai pakan ternak atau pupuk, sehingga belum dimanfaatkan dengan baik dan tidak mempunyai nilai ekonomis bagi industri (Ververi *et al*, 2019).

Kulit jeruk siam memiliki struktur berpori dengan komposisi kimianya berdasarkan gugus fungsi asam amino, karboksil, dan hidroksil, sehingga faktor ini lah yang dapat berperan penting dalam menghilangkan senyawa organik (Munagapati *et al*, 2019). Kulit jeruk siam mengandung selulosa (11,1 %), pektin (51,1%), hemiselulosa (12,6%), lignin (1,0%) dan protein (7,8%) (Oyewo *et al*, 2021). Kandugan terbesar pada kulit jeruk siam adalah pektin. Pektin dapat berpotensi sebagai adsorben alami dengan memanfaatkan gugus fungsi aktifnya berupa gugus karboksil (-COOH) yang berlimpah pada permukaannya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kusrini *et al* (2020) menyatakan bahwa salah satu parameter pektin yang penting untuk mengetahui karakternya sebagai adsorben yaitu menghitung kandungan metoksil pektin dari kulit jeruk siam, ada dua jenis kandungan metoksil pektin yaitu metoksil rendah <7% dan metoksil tinggi >7%. Penelitian yang dilakukan oleh Maulida *et al* (2023) menyatakan bahwa pektin bermetoksil rendah berpotensi sebagai adsorben. Tetapi pektin memiliki kelemahan utama dalam proses adsorpsi, pektin sangat sulit dipisahkan dari larutan berair dan kurangnya stabilitas pada pektin, sering sekali terjadi pembentukan aglomerasi selama proses adsorpsi sehingga sangat sulit untuk disaring, selain itu pektin tidak dapat diaplikasikan di bawah kondisi lingkungan karena terdapat kekurangan kekuatan mekanik, semua kekurangan ini secara tidak langsung membatasi aplikasi pektin sebagai adsorben (Ristianingsih, R., 2021).

Pemisahan adsorben dari larutan sangat dibutuhkan karena mempengaruhi proses kemudahan pemisahan, sehingga membantu menghindari pengelolaan yang terjadi akibat aglomerasi (Kadam *et al*, 2020). Perlu adanya solusi dalam mengatasi hal ini, salah satu solusi dengan pengkompositan pektin menggunakan bahan anorganik Fe_3O_4 yang dapat menambah sifat penting dalam kemudahan pemisahan menjadi bioadsorben. Mekanisme adsorpsi yang akan terjadi ketika dilihat dari sisi gugus fungsi yaitu mekanisme chemisorpsi yang akan berlangsung pada bahan heterogen, dimana adanya pencampuran antara bahan organik dan anorganik yang akan menghasilkan sifat baru (Mendoza *et al*, 2024). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kadam *et al* (2020) mengkaji tentang pengaplikasian pektin dari kulit jeruk berbasis nano-magnetik Fe_3O_4 untuk senyawa antibiotik Sulfamethoxazole (SMX) yang memiliki gugus amina ($-NH_2$) menunjukkan potensi yang signifikan untuk mengadsorpsi SMX dengan kapasitas adsorpsi dalam model isoterm langmuir di dapatkan hasil sebesar 120 mg/g, selain itu pengaruh pH adsorbat SMX juga berpengaruh terhadap penyerapannya dimana SMX merupakan antibiotik yang memiliki bentuk molekul amfoter dapat memunculkan spesi positif, netral dan negatif.

Makromolekul pektin mampu berikatan dengan beberapa zat organik atau anorganik melalui interaksi molekul (Gupta *et al*, 2014). Magnetisasi gugus COOH/-OH dari biomaterial dengan Fe_3O_4 dapat meningkatkan adsorpsi dengan pengisian pori, interaksi ikatan, kompleksasi permukaan, dan interaksi elektrostatik dalam adsorpsi (Zhang *et al*, 2023). Pengabungan senyawa pektin dengan nano-magnetik Fe_3O_4 dapat dilakukan dengan metode kopresipitasi pada prinsipnya berupa proses pengendapan melalui reaksi kimia (Suprihatin *et al*, 2019). Maka dari itu pada penelitian ini akan mengkaji efisiensi senyawa pektin yang ada pada kulit jeruk siam dimagnetisasi menggunakan Fe_3O_4, sehingga akan membentuk biosorben berbasis magnetik untuk penyerapan tetrasiklin, dengan dukungan pektin mengandung gugus fungsi karboksil (-COOH) yang melimpah pada permukaannya sehingga cocok untuk menangkap tetrasiklin yang memiliki gugus amina ($-NH_2$). Biosorben ini akan menjadi biosorben yang efektif dalam penggunaannya melalui sifat yang dapat dipisahkan dengan mudah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik biosorben Pektin-Fe_3O_4 dalam penyerapan tetrasiklin?
2. Bagaimana efektivitas penyerapan biosorben Pektin-Fe_3O_4 dalam penyerapan tetrasiklin?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik biosorben Pektin-Fe_3O_4 dalam penyerapan tetrasiklin.
2. Mengetahui efektivitas penyerapan biosorben Pektin-Fe_3O_4 dalam penyerapan tetrasiklin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu untuk menambah informasi ilmiah mengenai karakteristik dan efektivitas pektin dari kulit jeruk siam dengan bentuk biosorben dalam penyerapan antiiotik tetrasiklin