

FLUORAPATIT-TEMBAGA(II) OKSIDA-KITOSAN: SINTESIS, PENCIRIAN, DAN SIFAT ANTIBAKTERINYA

MANASYE ERLANGGA



**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Fluorapatit-Tembaga(II) Oksida-Kitosan: Sintesis, Pencirian, dan Sifat Antibakterinya” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Manasye Erlangga
G4501231028



RINGKASAN

MANASYE ERLANGGA. Fluorapatit-Tembaga(II) Oksida-Kitosan: Sintesis, Pencirian, dan Sifat Antibakterinya. Dibimbing oleh CHARLENA dan IRMA HERAWATI SUPARTO.

Fluorapatit (FAP) berpotensi sebagai antibakteri dan telah menjadi perhatian peneliti saat ini. Kemampuan FAP dalam mencegah infeksi bakteri berkaitan dengan penerapannya sebagai pelapis implan gigi. Namun, FAP bersifat bakteriostatik, sehingga efektivitasnya tidak sebaik agen antibakteri lain yang bersifat bakterisida. Penggabungan FAP dengan bakterisida seperti tembaga(II) oksida (CuO) dan kitosan diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan sifat antibakteri FAP. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menyintesis FAP-CuO-kitosan melalui metode sol-gel dengan tiga variasi bobot kitosan, mencirikan gugus fungsi, kristalinitas, morfologi, ukuran partikel, serta menguji sifat antibakterinya.

Sintesis FAP-CuO-kitosan pada penelitian ini menggunakan kitosan dengan tiga variasi bobot, yaitu 0,50 (4FK1); 0,75 (3FK1); dan 1,00 g (2FK1). Sintesis dilakukan melalui metode sol-gel yang dilanjutkan dengan pencirian produk. Produk dicirikan menggunakan empat instrumen, yaitu difraktometer sinar-X untuk mengukur tingkat kristalinitas, spektrometer inframerah transformasi Fourier (FTIR) untuk mendeteksi gugus fungsi, *particle size analyzer* (PSA) untuk mengukur diameter partikel dan distribusi ukuran partikel, serta mikroskop elektron payaran-spektrometer sinar-X dispersif energi (SEM-EDX) untuk mencirikan morfologi partikel dan komponen kimianya. Sifat antibakteri diuji menggunakan metode difusi cakram pada dua kultur bakteri target, yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Difraktogram ketiga sampel FAP-CuO-kitosan menghasilkan puncak difraksi pada kisaran 2θ 31–32° yang berasal dari keberadaan fase FAP. Hal ini menunjukkan bahwa fase FAP telah dipertahankan sebagai fase dominan. Derajat kristalinitas pada tiga sampel FAP-CuO-kitosan menurun seiring dengan bertambahnya jumlah kitosan yang bersifat amorf. Spektrum FTIR mendeteksi adanya gugus fungsi penciri kitosan dan FAP-CuO pada FAP-CuO-kitosan. Interaksi yang dapat terjadi antara kitosan dan FAP-CuO, yaitu ikatan koordinasi antara atom Ca atau Cu dan atom N atau O pada kitosan, serta interaksi hidrogen antara atom F dan atom H pada kitosan.

Tiga sampel FAP-CuO-kitosan merupakan mikropartikel dengan distribusi ukuran partikel yang tidak seragam berdasarkan hasil PSA dan nilai indeks polidispersitas. Hasil tersebut juga didukung oleh citra SEM pada perbesaran 25000× yang menggambarkan morfologi partikel telah teraglomerasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan muatan permukaan antarpartikel. Komponen kimia FAP-CuO-kitosan terdiri atas unsur Ca, P, C, dan O dengan nisbah Ca/P yang menurun seiring dengan bertambahnya jumlah kitosan. Sampel 2FK1 dan 3FK1 menghasilkan zona hambat tertinggi berturut-turut pada *E. coli* (2,35 mm) dan *S. aureus* (0,78 mm). Hasil tersebut tergolong lemah, namun menyiratkan bahwa peningkatan jumlah kitosan dapat meningkatkan sifat antibakteri FAP-CuO sebesar 221% pada *S. aureus* dan 68% pada *E. coli*.

Kata kunci: antibakteri, fluorapatit-tembaga(II) oksida, kitosan, sol-gel

SUMMARY

MANASYE ERLANGGA. Fluorapatite-Copper(II) Oxide-Chitosan: Synthesis, Characterization, and Its Antibacterial Properties. Supervised by CHARLENA and IRMA HERAWATI SUPARTO.

Fluorapatite (FAP) has potential as an antibacterial and has attracted the attention of researchers currently. The ability of FAP to prevent bacterial infections is related to its application as a coating for dental implants. However, FAP is bacteriostatic, so its effectiveness is not as good as other antibacterial agents, which are bactericidal. Combining FAP with bactericides such as copper(II) oxide (CuO) and chitosan is expected to be a solution to increase the antibacterial properties of FAP. Therefore, this research aims to synthesize FAP-CuO-chitosan using the sol-gel method with three variations of chitosan weight, characterize functional groups, crystallinity, morphology, particle size, and test its antibacterial properties.

The synthesis of FAP-CuO-chitosan in this study used chitosan with three weight variations: 0.5 (4FK1), 0.75 (3FK1), and 1.0 g (2FK1). Synthesis was carried out using the sol-gel method, followed by product characterization. The product is characterized using four instruments: an X-ray diffractometer to measure the level of crystallinity, a Fourier transform infrared (FTIR) spectrometer to detect functional groups, a particle size analyzer (PSA) to measure particle diameter and particle size distribution, and a scanning electron microscope-energy dispersive X-ray spectrometer (SEM-EDX) to characterize particle morphology and chemical components. The antibacterial properties were tested using the disk diffusion method on two target bacterial cultures: *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

The diffractogram of the three FAP-CuO-chitosan samples produces diffraction peaks in the range 2θ 31–32°, originating from the FAP phase. This result indicates that the FAP phase has been the dominant phase. The crystallinity degree in the three FAP-CuO-chitosan samples decreased as the amount of amorphous chitosan increased. The FTIR spectrum detected the presence of chitosan and FAP-CuO functional groups in FAP-CuO-chitosan. Interactions between chitosan and FAP-CuO are coordination bonds between Ca or Cu atoms and N or O atoms in chitosan, and hydrogen interactions between F atoms and H atoms in chitosan.

The three FAP-CuO-chitosan samples are microparticles with non-uniform particle size distribution based on PSA results and polydispersity index values. SEM images also support these results at 25000× magnifications, depicting the agglomerated particles' morphology. This is caused by differences in surface charge between particles. The chemical components of FAP-CuO-chitosan consist of the elements Ca, P, C, and O, with the Ca/P ratio decreasing as the amount of chitosan increases. Samples 2FK1 and 3FK1 produced the highest inhibition zones for *E. coli* (2.35 mm) and *S. aureus* (0.78 mm). These results are considered weak but imply that increasing the amount of chitosan can improve the antibacterial properties of FAP-CuO by 221% in *S. aureus* and 68% in *E. coli*.

Keywords: antibacterial, chitosan, fluorapatite-copper(II) oxide, sol-gel



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

FLUORAPATIT-TEMBAGA(II) OKSIDA-KITOSAN: SINTESIS, PENCIRIAN, DAN SIFAT ANTIBAKTERINYA

MANASYE ERLANGGA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Kimia

**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Tetty Kemala, M.Si.



Judul Tesis : Fluorapatit-Tembaga(II) Oksida-Kitosan: Sintesis, Pencirian, dan Sifat Antibakterinya
Nama : Manasye Erlangga
NIM : G4501231028

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Dra. Charlena, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. dr. Irma Herawati Suparto, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Kimia:
Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si., M.Si.
NIP 197508072005012001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP 197807232007011001

Tanggal Ujian: 05 Agustus 2024

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Desember 2023–Juli 2024 ini ialah Sintesis Biomaterial Anorganik, dengan judul “Fluorapatit-Tembaga(II) Oksida-Kitosan: Sintesis, Pencirian, dan Sifat Antibakterinya”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Dra. Charlena, M.Si. dan Dr. dr. Irma Herawati Suparto, M.S. yang telah membimbing, meluangkan waktu, dan banyak memberikan saran, serta Dr. Tetty Kemala, M.Si. selaku moderator seminar hasil dan penguji luar komisi pembimbing. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sekolah Pascasarjana IPB atas bantuan biaya pendidikan melalui skema beasiswa Sinergi S1-S2 dan kepada dr. Abiran Nababan, SpPD-KGEH selaku paman penulis yang juga telah memberikan bantuan finansial kepada penulis sejak menempuh pendidikan S1 sampai saat ini.

Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Rohmat Ismail, S.Si. dari Laboratorium Kimia Anorganik IPB yang juga memberikan saran serta bantuan pengolahan data, Arif Nugroho, S.T. dan Ganisa Kurniati Suryaman, S.T., M.Eng. dari Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi BRIN Serpong atas bantuan pencirian menggunakan instrumen XRD, serta Ibu Heni Rismiyati dari Laboratorium Mikrobiologi IPB yang telah membantu pengujian antibakteri. Apresiasi disampaikan kepada Calvin Imanuel Saputra, S.Si., Paskalis Kristi, Hans Christian Musa, Muhammad Hafizh Aditya, S.Si., dan Dwiki Al Sadam, S.Si. atas hubungan pertemanan yang terjalin dengan baik selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Kimia IPB. Terakhir, ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orang tua (Bapak Bachtiar Batubara dan Ibu Redia Nababan) serta kedua abang (Gunawan Sagita Batubara, S.Sos. dan Ruli Cris Batubara) dan kedua kakak ipar (Irmawati Nainggolan, S.E. dan Adelina Sitorus, A.Md.Keb.) yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Manasye Erlangga



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
III HASIL DAN PEMBAHASAN	6
3.1 Pola Difraksi, Derajat Kristalinitas, dan Rerata Ukuran Kristal	6
3.2 Gugus Fungsi	8
3.3 Distribusi Ukuran Partikel	9
3.4 Morfologi Partikel dan Komponen Kimia	11
3.5 Sifat Antibakteri	13
IV SIMPULAN DAN SARAN	15
4.1 Simpulan	15
4.2 Saran	15
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN	19
RIWAYAT HIDUP	27



DAFTAR TABEL

2.1	Formulasi dan kode sampel FAp-CuO-kitosan	4
3.2	Interpretasi spektrum FTIR FAp-CuO-kitosan	8
3.3	Komponen kimia FAp-CuO-kitosan	12
3.4	Diameter zona hambat FAp-CuO-kitosan	13

DAFTAR GAMBAR

3.1	Difraktogram sampel kitosan tunggal, 2FK1, 3FK1, dan 4FK1	6
3.2	Nilai (a) derajat kristalinitas dan (b) rerata ukuran kristal	7
3.3	Spektrum FTIR sampel FAp-CuO, kitosan, 2FK1, 3FK1, dan 4FK1	8
3.4	Ilustrasi interaksi yang dapat terjadi antara FAp-CuO dan kitosan	9
3.5	Distribusi ukuran partikel sampel (a) 2FK1, (b) 3FK1, dan (c) 4FK1	10
3.6	Citra SEM (a) 2FK1, (b) 3FK1, dan (c) 4FK1 perbesaran 25000×	11

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	20
2	Perhitungan derajat kristalinitas dan rerata ukuran kristal	21
3	Perhitungan rerata diameter partikel	23
4	Perhitungan rerata diameter zona hambat	25
5	Perhitungan derajat deasetilasi kitosan	26