SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS FEOFORBID-TERBIUM DARI DAUN KATUK (*Sauropus androgynus* (L.) Merr)

HERWANA PUTRI
NIM H1031181072

SKRIPSI

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

SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS FEOFORBID-TERBIUM DARI DAUN KATUK (*Sauropus androgynus* (L.) Merr)

HERWANA PUTRI
NIM H1031181072

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	: Sintesis Senyawa Kompleks Feoforbid-Terbium dari Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L). Merr)
Nama	: Herwana Putri
NIM	: H1031181072
Jurusan/Program Studi	: Kimia/S-1 Kimia
Tanggal Lulus	: 24 Juli 2025
SK Pembimbing	: No. 1509/UN22.8/TD.06/2023/08 Mei 2023
SK Penguji	: No. 2288/UN22.8/TD.06/2025/18 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D	H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si
NIP. 198409192008121001	NIP. 197107072000121001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Berlian Sitorus, M.Si., M.Sc., Ph.D	Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si
NIP. 197410102000122006	NIP. 198402272008122004

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota sidang)
Adhitiyawarman, S.Si, M.Si, Ph.D	H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si
NIP. 198409192008121001	NIP. 197107072000121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

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

PERNYATAAN INTERGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Herwana Putri

NIM : H1031181072

Jurusan/Program Studi : Kimia/S-1 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 dengan ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku. Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 24 Juli 2025



Herwana Putri

H1031181072

Sintesis Senyawa Kompleks Feoforbid-Terbium Dari Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr)

Abstrak

Terbium (Tb) merupakan salah satu jenis tanah jarang (*rare earth metal*) yang saat ini sedang dikembangkan potensinya untuk memacu perkembangan material baru. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan senyawa feofitin sebagai ligan untuk membentuk senyawa kompleks dengan logam Tb. Feofitin diperoleh dengan diisolasi dari ekstrak daun katuk melalui metode kromatografi lapis tipis preparatif (KLTP) dengan fase geraknya menggunakan sistem lima pelarut, yaitu petroleum ester : sikloheksana : etil asetat : aseton : metanol (6 : 1,6 : 1 : 1 : 0,4) v/v. Hasil isolasi kemudian dianalisis dengan menggunakan kromatografi lapis tipis dengan fase gerak yang sama sehingga diperoleh spot feofitin berwarna abu-abu pada Rf 0,66. Feofitin selanjutnya dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis sehingga diperoleh puncak serapan senyawa feofitin pada panjang gelombang 406, 506, 538, 608 dan 666 nm. Selain itu, feofitin juga dianalisis dengan spektrofotometri FTIR sehingga diperoleh vibrasi N-H pada bilangan gelombang 3757 cm^{-1}, O-H pada bilangan gelombang 3436 cm^{-1}, C-H pada bilangan gelombang 2926 cm^{-1} (fitol) dan 2857 cm^{-1}, C=O (ester) pada bilangan gelombang 1736 cm^{-1}, C=C (aromatik) pada bilangan gelombang 1624 cm^{-1}, C-H (alifatik) pada bilangan gelombang 1460 cm^{-1}, C-O pada bilangan gelombang 1165 cm^{-1}. Pembentukan senyawa kompleks kemudian dianalisis dengan menggunakan spektrotometer UV-Vis yang diketahui bahwa telah terjadi pergeseran hipsokromik pada daerah pita soret dari 406 nm menjadi 400 nm. Senyawa kompleks juga kemudian dianalisis emisinya sehingga diperoleh nilai enisi feofitin memiliki puncak pada 663 nm dengan puncak emisi pada bahu sebesar 715 nm dan feofitin-Tb memiliki puncak emisi 649 nm dan puncak emisi pada bahu sebesar 708 nm.

Kata kunci: Feoforbid, Kompleks feoforbid-Tb, Terbium

Synthesis of Pheophytin–Terbium Complex from Katuk Leaves (Sauropus androgynus (L.) Merr)

Abstract

Terbium (Tb) is one of the rare earth metals currently being explored for its potential in advancing the development of new materials. This research was conducted using pheophytin as a ligand to form a complex compound with terbium metal (Tb). Pheophytin was obtained by isolating it from katuk leaf extract using preparative thin layer chromatography (TLC) with a mobile phase consisting of a five-solvent system: petroleum ether : cyclohexane : ethyl acetate : acetone : methanol (6 : 1.6 : 1 : 1 : 0.4) v/v. The isolation result was then analyzed using analytical TLC with the same mobile phase, and a gray pheophytin spot was found at an Rf value of 0.66. Pheophytin was further analyzed using UV-Vis spectrophotometry, which showed absorption peaks at wavelengths of 406, 506, 538, 608, and 666 nm. In addition, FTIR spectrophotometry was used to identify the functional groups, with vibrations corresponding to N–H at 3757 cm^{-1}, O–H at 3436 cm^{-1}, C–H at 2926 cm^{-1} (phytol) and 2857 cm^{-1}, C=O (ester) at 1736 cm^{-1}, C=C (aromatic) at 1624 cm^{-1}, aliphatic C–H at 1460 cm^{-1}, and C–O at 1165 cm^{-1}. The formation of the complex compound was confirmed by UV-Vis analysis, which showed a hypsochromic shift in the Soret band from 406 nm to 400 nm. The emission analysis showed that pheophytin had an emission peak at 663 nm with a shoulder peak at 715 nm, while the Tb–pheophytin complex showed an emission peak at 649 nm and a shoulder peak at 708 nm.

Keywords: Pheophytin, Tb–pheophytin complex, Terbium

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat limpahan dan Rahmat-Nya, skripsi yang berjudul ”Sintesis Senyawa Kompleks Feoforbid dari Daun Katuk dengan Logam Terbium” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini membahas tentang feofitin yang diisolasi dari daun katuk kemudian direaksikan dengan logam terbium sebagai ligan pengganti logam Mg sehingga terbentuklah senyawa kompleks feofitim-Terbium yang selanjutnya dihidrolisis untuk membentuk senyawa kompleks feoforbid-Terbium. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Pontianak.

Penulis dengan tulus hati dan rasa hormat menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada orangtua tercinta, Ayahanda Ambrosius Tuyung dan Ibunda Arjuna serta abang-abang dan keluarga besar tercinta yang telah memberikan motivasi, dukungan moral dan material, serta doa dan kasih sayang yang senantiasa mengiringi perjalanan penulis dalam menuntut ilmu.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh sebab itu dengan hati yang tulus hati ingin mengucapkan terimakasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak
2. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Ponianak.
3. Adhitiyawarman, S.Si., M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing, memberikan masukan dan saran, serta memberikan materi selama penelitian sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. H. Afghani Jayuska., S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing, memberi masukan dan saran selama penelitian sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

5. Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si selaku Ketua Prodi Kimia S-1 serta dosen Pembimbing Akademik dan dosen penguji kedua yang selalu memberikan saran, masukan dan motivasi yang membangun dari awal masa perkuliahan.
6. Berlian Sitorus, M.Si., M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji pertama yang memberikan saran, masukan dan motivasi yang membangun.
7. Seluruh Dosen Jurusan Kimia dan staff pengajar lainnya yang telah mendidik dan memberikan banyak ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
8. Kepala Laboratorium Kimia (Adhitiyawarman, S.Si., M.Si., Ph.D), Kepala Laboratorium Riset dan Bioteknologi (Dr. Ajuk Sapar, S.Si., M.Si), serta laboran jurusan kimia yang telah mempermudah proses penelitian.
9. Fadia Novayanti selaku teman yang selalu membersamai selama masa penelitian, selalu memberikan semangat, saran dan masukan yang membangun.
10. Teman-teman Hydrogen yang memberikan motivasi, menyemangati serta menyertai perjalanan perkuliahan dari tahun 2018.
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca untuk kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang ilmu Kimia.

Pontianak, 24 Juli 2025

Herwana Putri

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

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 Daun Katuk (Sauropus androgynus) 4
2.2 Terbium 5
2.3 Klorofil dan Turunannya 6
2.4 Spektrofotometer UV-Vis 7
2.5 Spektroskopi Fluoresensi (*Fluorescence Spectroscopy*) 9
2.6 Spektrofotometri FTIR (*Fourier Transform Infrared*) 10

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 12
3.2 Alat dan Bahan 12
3.2.1 Alat 12
3.2.2 Bahan 12
3.3 Prosedur Kerja 12
3.3.1 Penyediaan sampel 12
3.3.2 Ekstraksi 13
3.3.3 Isolasi feofitin 13
3.3.4 Pembentukan kompleks feofitin dan terbium 13
3.3.5 karakerisasi kompleks feofitin-terbium 14

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 15
4.1 Ekstraksi dan Isolasi Feofitin 15
4.2 Pembentukan Senyawa Kompleks Feofitin-Terbium 20
4.3 Pembentukan Senyawa Kompleks Feoforbid-Terbium 23
4.4 Karakterisasi Senyawa Kompleks Feofitin-Terbium 24
4.3.1 Spektrofotometer UV-Vis 24
4.3.2 *Hybrid Fluorescence Spectroscopy* (HFS) 25

BAB V PENUTUP 27
5.1 Simpulan 27
5.2 Saran 27

DAFTAR PUSTAKA 28

LAMPIRAN 33

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Sifat Fisik Terbium 5
Tabel 4. 1. Nilai Rf Ekstrak Kasar Daun Katuk Beserta Nama Senyawanya..... 17
Tabel 4. 2. Data FT-IR Feofitin 20
Tabel 4. 3. Nilai Rf beserta senyawanya..... 21
Tabel 4. 4. Panjang gelombang maksimum feofitin dan hasil reaksi kompleksasi feofitin-terbium. 25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Daun katuk 4
Gambar 2. 2. Skema perubahan klorofil menjadi turunannya 7
Gambar 2. 3. Struktur Klorofil dan feofitin 7
Gambar 2. 4. Struktur feoforbid 7
Gambar 2. 5. Diagram skematik spektrofotometer Uv-Vis 8
Gambar 2. 6. Spektra eksitasi dan emisi lantanida 10
Gambar 4. 1. Perbandingan daun katuk: sebelum dijemur (a) dan setelah dijemur (b) 15
Gambar 4. 2. Hasil KLT dari ekstrak kasar daun katuk 16
Gambar 4. 3. Spektra UV-Vis ekstrak kental dalam metanol 17
Gambar 4. 4. Spot KLT senyawa hasil KLTP dengan fase gerak lima pelarut .. 18
Gambar 4. 5. Spektra UV-Vis feofitin dalam metanol 18
Gambar 4. 6. Spektrum FT-IR feofitin 19
Gambar 4. 7. Perubahan warna reaksi senyawa kompleks: a. Feofitin, b. Feofitin-Tb suhu ruang 24 jam, c. Feofitin-Tb refluks 21
Gambar 4. 8. Hasil KLT senyawa kompleks Feofitin-Tb pada: a. Suhu ruang 24 jam, b. Refluks 4 jam, c. Refluks 10 jam 21
Gambar 4. 9. Perkiraan struktur senyawa kompleks feofitin-Tb 22
Gambar 4. 10. Perubahan warna reaksi senyawa kompleks feoforbid-Tb: a. pH 10 sebelum dihidrolisis, b. pH 10 setelah dihidrolisis 23
Gambar 4. 11. Hasil KLT senyawa kompleks feoforbid-terbium: a. pH 10 sebelum dihidrolisis, b. pH 7 setelah dihidrolisis. 23
Gambar 4. 12. Perkiraan struktur senyawa kompleks feoforbid-Tb 24
Gambar 4. 13. Perbandingan spektra absorbsi feofitin dan hasil reaksi kompleksasi feofitin-Tb 24
Gambar 4. 14. Spektra absorbsi (a) dan spektra emisi senyawa kompleks feofitin-terbium (b) dalam metanol 26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan 33
Lampiran 2. Dokumentasi 35
Lampiran 3. Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Feofitin..... 37
Lampiran 4. *Hybrid Fluorescence Spectroscopy* (HFS) 38

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daun katuk merupakan salah satu jenis tumbuhan asli dari Asia Tenggara (Hayati, *et al*., 2016). Daun katuk dapat dibudidayakan dengan mudah serta memiliki banyak kandungan senyawa aktif yang sangat potensial untuk dimanfaatkan (Sampurno, 2007). Beberapa manfaat dari daun katuk diantaranya dapat meningkatkan kualitas produksi ASI, meningkatkan kadar hemoglobin pada ibu hamil, dan menurunkan bobot badan karena mempunyai aktivitas antiobesitas (Rosdinah dan Irmawati, 2021; Dewi dan Astriana, 2022; Patonah, *et al.*, 2017). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa daun katuk juga bermanfaat untuk mengurangi kerontokan pada rambut atau alopesia (Fakhrizal dan Saputra, 2020).

Daun katuk yang memiliki banyak manfaat tersebut menempati urutan ketiga dengan kadar klorofil terbanyak setelah daun singkong dan daun suji (Alsuhendra, 2004). Klorofil pada daun umumnya terdapat dalam 2 jenis, yaitu klorofil a dan klorofil b. Kadar klorofil a pada daun katuk sebesar 1136,6 mg/kg dan klorofil b sebesar 372,5 mg/kg, dengan total klorofil sebesar 1509,1 mg/kg (Nurdin, *et al*., 2009). Saat ini, klorofil sedang banyak dikembangkan sebagai fotosensitizer yang dapat dimanfaatkan dalam terapi untuk menghancurkan sel tumor dan kanker (Limantara, *et al*., 2006). Selain klorofil, senyawa turunan klorofil juga dapat digunakan sebagai fotosensitizer.

Salah satu turunan senyawa turunan klorofil tersebut adalah feoforbid. Klorofil yang telah kehilangan atom Mg akan membentuk senyawa feofitin yang merupakan tahap awal terjadinya degradasi klorofil. Jika degradasi terus terjadi maka akan mengakibatkan terputusnya gugus fitol pada senyawa feofitin sehingga akan membentuk senyawa feoforbid (Pumilia, *et al.,* 2014). Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh LaBorde dan Elbe (1994), menyatakan bahwa turunan senyawa klorofil dapat bereaksi dengan ion logam. Reaksi yang terjadi antara turunan senyawa klorofil dan ion logam akan membentuk senyawa kompleks yang

dapat dimanfaatkan sebagai fotosensitizer (Szafraniec, *et al*., 2022). Namun, sensitizer yang berasal dari bahan alam memiliki kekurangan karena mudah mengalami degradasi dan kurang stabil terhadap cahaya. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Lestari, *et al*. (2020), penambahan ion logam Cu^{2+} terhadap senyawa kurkumin dapat menjaga stabilitas dengan cara menstabilkan elektron resonansi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Alifia (2019), juga menunjukkan bahwa penambahan logam Zink terhadap klorofil bersifat lebih stabil dibandingkan dengan ekstrak klorofil.

Logam yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah logam dari golongan lantanida. Penambahan logam lantanida pada turunan senyawa klorofil pernah diteliti sebelumnya oleh Tao, *et al*. (2001), yang melaporkan bahwa magnesium pada klorofil dapat digantikan oleh lantanum sehingga membentuk senyawa kompleks La-klorofil. Penelitian lain juga melaporkan bahwa logam neodimium dapat bereaksi dengan feofitin sehingga membentuk senyawa kompleks Nd-feofitin (Astuti, 2022). Ion logam golongan lantanida memiliki masa luminesensi yang lebih lama dibandingkan dengan ion dari golongan lainnya. Hampir semua unsur yang terdapat pada golongan lantanida memiliki nilai pendar cahaya, terutama Terbium (Tb) yang memiliki pendar cahaya visibel (Faulkner, *et al.*, 2005).

Ion Tb3+ yang berasal dari logam terbium merupakan salah satu unsur dari golongan lantanida yang mampu menunjukan pancaran cahaya (luminesensi) yang paling kuat dibandingkan dengan unsur lantanida lainnya (Bellanger, *et al*., 2021). Berdasarkan sifatnya itu, terbium dapat dimanfaatkan dalam pembentukan senyawa kompleks dengan senyawa organik. Senyawa yang digunakan dalam penelitian ini adalah feoforbid. Feoforbid memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya yang lebih baik dibandingkan turunan senyawa klorofil lainnya sehingga dapat dimanfaatkan dalam untuk aplikasi terapi fotodinamik dalam pengobatan kanker, selain itu juga karena sifatnya yang polar sehingga dapat dengan mudah menyebar ke jaringan membran sel secara efektif dalam terapi fotodinamik (Fauziah dan Suryani, 2024).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

a. Bagaimana sintesis senyawa kompleks feoforbid-Tb dari daun katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.)?
b. Bagaimana spektra absorbsi dari senyawa kompleks feofitin-Tb?
c. Bagaimana spektra emisi dari senyawa kompleks feofitin-Tb?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk:

a. Melakukan sintesis senyawa kompleks feoforbid-Tb dari daun katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.).
b. Mengkarakterisasi spektra absorbsi senyawa kompleks feofitin-Tb.
c. Mengkarakterisasi spektra emisi senyawa kompleks feofitin-Tb.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai sintesis senyawa kompleks feoforbid-Tb serta karakteristik spektranya sehingga dapat digunakan untuk berbagai aplikasi serta pengembangan penelitian selanjutnya.