POTENSI EKSTRAK DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium myrtifolium* Walp.) SEBAGAI BIOSENSOR ION BESI: UJI SELEKTIVITAS DAN PENGARUH pH TERHADAP SERAPAN SINAR TAMPAK

MUHAMAD FADLI
H1031221085

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

POTENSI EKSTRAK DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium myrtifolium* Walp.) SEBAGAI BIOSENSOR ION BESI: UJI SELEKTIVITAS DAN PENGARUH pH TERHADAP SERAPAN SINAR TAMPAK

MUHAMAD FADLI
H1031221085

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
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Potensi Ekstrak Daun Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) Sebagai Biosensor Ion Besi: Uji Selektivitas dan Pengaruh pH Terhadap Serapan Sinar Tampak
Nama Mahasiswa	: Muhamad Fadli
Jurusan/Program Studi	:Kimia/S1-Kimia
NIM	: H1031221085
Tanggal Lulus	: 03 Juni 2026
SK Pembimbing	: No. 590/UN.22.8/TD.06/2025 (25 Februari 2025)
SK Penguji	: No. 2675/DST/UN22.8/DT.00.09/2026 (02 Juni 2026)

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Adhitiyawarman, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP.198409192008121001

Dosen Pembimbing II

H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si
NIP. 197107072000121001

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Dr. Anis Shofiyani, S.Si, M.Si
NIP.197311152000112001

Anggota Penguji

Firman Shantyabudi, S.Pd, M.Sc
NIP. 198905292023211127

Pimpinan Sidang

Adhitiyawarman, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP.198409192008121001

Sekretaris Sidang

H. Afghani Jayuska, S.Si., M.Si
NIP. 197107072000121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP. 197108022000021001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Muhamad Fadli
NIM	: H1031221085
Program Studi/Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan IlmuPngetahuan 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, 03 Juni2026



Muhamad Fadli

H1031221085

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....viii

DAFTAR GAMBAR.....ix

DAFTAR TABEL.....x

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian..... 5
1.4 Manfaat 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Pucuk Merah 7
2.2 Metabolit Sekunder pada Daun Pucuk Merah 8
2.3 Biosensor 10
2.4 Besi 11
2.5 Senyawa Kompleks 12
2.6 Mekanisme Pembentukan Kompleks 13
2.7 Spektrofotometer UV-Vis..... 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... 18
3.2 Alat dan Bahan..... 18
3.3 Metode Penelitian..... 18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 25
4.1 Ekstraksi Daun Pucuk Merah..... 25
4.2 Penentuan Rendemen Ekstrak dan Pemisahan 26
4.3 Fitokimia Ekstrak Daun Pucuk Merah 27
4.4 Pemisahan dan Identifikasi Ekstrak menggunakan KLT Preparatif . 29
4.5 Identifikasi Fraksi Aktif terhadap ion Fe^{2+} dan Fe^{3+} 31
4.6 Identifikasi Fraksi Etanol Ekstrak Daun Pucuk Merah 33
4.7 Uji serapan ekstrak terhadap ion Fe^{3+} variasi konsentrasi..... 35
4.8 Uji Pengaruh pH terhadap respon ekstrak pada ion Logam Fe^{3+}..... 39
4.10 Karakterisasi FTIR Ekstrak + Fe..... 44
4.11 Karakterisasi SEM EDX..... 46
4.12 Uji Selektivitas Ekstrak terhadap Variasi Logam 48
BAB V PENUTUP 53
5.1 Kesimpulan 53
5.2 Saran..... 53
DAFTAR PUSTAKA 54
LAMPIRAN 60

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Tanaman Daun Pucuk Merah…….. 7
Gambar 2.2 Senyawa Mayor metabolit sekunder……..... 9
Gambar 2.3 Klasifikasi Biosensor……..... 10
Gambar 2.4 Usulan Mekanisme pembentukan Kompleks Fe dengan Avicularin 13
Gambar 2.5 Usulan Mekanisme pembentukan Kompleks Fe dengan Lutteolin.... 14
Gambar 2.6 Usulan Mekanisme pembentukan Kompleks Fe dengan Kuersetin 14
Gambar 2.7 Kemungkinan dalam kompleks koordinasi Polifenol-Fe..... 15
Gambar 2.8 Usulan Mekanisme reaksi reduksi Fe dengan Daun Pucuk Merah.... 15
Gambar 4.1 Reaksi Uji Flavonoid……. 28
Gambar 4.2 Reaksi Uji Tanin…… 28
Gambar 4.3 Hasil uji KLT Ekstrak Daun Pucuk Merah……..... 29
Gambar 4.4 Isolat Ekstrak Daun Pucuk Merah……..... 30
Gambar 4.5 Isolat yang aktif terhadap $FeCl_3$……..... 30
Gambar 4.6 Hasil Pemisahan Ekstrak Daun Pucuk Merah……..... 31
Gambar 4.7 Spektrum UV-Vis Ekstrak Daun Pucuk Merah……... 32
Gambar 4.8 Spektrum FTIR Ekstrak Daun Pucuk Merah……..... 33
Gambar 4.9 Reaksi Ekstrak dengan $FeCl_2$ dan $FeCl_3$……..... 34
Gambar 4.10 Penambahan Ekstrak dengan larutan $FeCl_3$ variasi konsentrasi….. 35
Gambar 4.11 Spektrum UV-Vis Ekstrak dengan $FeCl_3$ variasi konsentrasi…… 36
Gambar 4.12. Grafik Absorbansi vs Konsentrasi Ekstrak dengan ion $FeCl_3$…… 37
Gambar 4.13. Larutan buffer ekstrak daun pucuk merah dan $FeCl_3$…….. 39
Gambar 4.14 Spektrum Absorbansi Larutan ekstrak dengan $FeCl_3$……. 40
Gambar 4.15 Diagram Fase ion Besi pada rentang pH 1 hingga 16.....42
Gambar 4.16 Pengujian Daya tarik magnet pada material campuran..... 43
Gambar 4.17 Spektrum FTIR Ekstrak dan Campuran Ekstrak dan $FeCl_3$.....45
Gambar 4.18 Hasil SEM Hasil SEM Material Campuran Ekstrat dan FeC_3…… 45
Gmabar 4.19 Hasil Mapping EDX…… 46
Gambar 4.20 Komposisi Material Campuran ……... 47
Gambar 4.21 Hasil Visual pengujian variasi logam…….. 49
Gambar 4.22 Spektrum UV-Vis pengujian ekstrak dengan variasi logam……..... 51
Gambar 4.23 (a) Campuran ion Logam, (b) Campuran ion Logam + Ekstrak….. 52

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Pucuk Merah…...8
Tabel 2.2 Komposisi Fotokimia dan Aktivitas Antioksidan 9
Tabel 2.3 Gugus Fungsi pada Daun Pucuk Merah…….....13
Tabel 4.1 Rendemen Fraksi Ekstrak Daun Pucuk Merah…….....27
Tabel 4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Pucuk Merah…….....28
Tabel 4.3 Hasil Uji Fitokimia Fraksi Ekstrak Daun Pucuk Merah……....31

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biosensor merupakan perangkat analitik yang menggabungkan elemen pengenal (*recognition element*) dan transduser untuk mendeteksi keberadaan analit tertentu serta mengubah interaksi yang terjadi menjadi sinyal yang dapat diukur (Weber *et al*., 2026). Perkembangan teknologi biosensor dalam beberapa dekade terakhir telah membuka peluang baru dalam bidang analisis kimia, kesehatan, pangan, dan lingkungan (Huang *et al*., 2023). Biosensor menjadi salah satu teknologi yang banyak dikembangkan karena mampu memberikan proses deteksi yang cepat, sederhana, sensitif, serta berpotensi diaplikasikan secara langsung di lapangan (Curulli, 2021). Dibandingkan metode analisis konvensional yang umumnya memerlukan instrumen berukuran besar, biaya operasional tinggi, dan preparasi sampel yang kompleks, biosensor menawarkan pendekatan yang lebih praktis melalui pengubahan interaksi antara analit dan material pengenal menjadi sinyal yang dapat diukur (Chen *et al*., 2024). Oleh karena itu, pengembangan biosensor terus menjadi fokus penelitian, terutama untuk kebutuhan monitoring lingkungan yang memerlukan metode analisis cepat, murah, dan mudah dioperasikan.

Keberhasilan suatu biosensor tidak hanya ditentukan oleh sistem transduksi yang digunakan, tetapi juga oleh kemampuan material pengenal (*recognition element*) dalam mengenali analit target secara spesifik. Material pengenal berperan sebagai komponen utama yang bertanggung jawab terhadap proses interaksi awal dengan analit sehingga menentukan kualitas respon yang dihasilkan. Semakin baik kemampuan suatu material dalam mengenali target tertentu, maka semakin tinggi pula potensi material tersebut untuk dikembangkan menjadi biosensor yang sensitif dan selektif (Morales and Halpem, 2018). Oleh karena itu, pencarian material pengenal baru yang murah, mudah diperoleh, dan memiliki kemampuan pengenalan

yang baik menjadi salah satu tantangan utama dalam pengembangan biosensor modern (Ramesh *et al*., 2023).

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan bahan alam sebagai material pengenal biosensor semakin banyak mendapat perhatian. Berbagai ekstrak tumbuhan diketahui mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, tanin, dan antosianin yang memiliki gugus fungsi aktif berupa hidroksil dan karbonil (Jan *et al*., 2021). Gugus-gugus tersebut mampu berinteraksi dengan berbagai ion logam melalui mekanisme pembentukan kompleks koordinasi (Espiana *et al*., 2022). Selain tersedia melimpah di alam, metabolit sekunder tumbuhan juga memiliki keunggulan berupa biaya produksi yang rendah, sifat ramah lingkungan, serta kemudahan dalam proses ekstraksi. Karakteristik tersebut menjadikan ekstrak tumbuhan sebagai kandidat material pengenal yang menjanjikan untuk pengembangan biosensor berbasis respon optik (Walencik *et al*., 2024).

Mekanisme pengenalan ion logam oleh metabolit sekunder tumbuhan umumnya terjadi melalui interaksi antara ion logam dengan pasangan elektron bebas yang terdapat pada atom oksigen gugus hidroksil maupun karbonil. Interaksi tersebut menghasilkan pembentukan kompleks logam-ligan yang dapat mengubah distribusi elektron dalam molekul. Perubahan distribusi elektron ini selanjutnya memengaruhi proses transisi elektronik sehingga menghasilkan perubahan sifat optik, seperti pergeseran panjang gelombang maksimum maupun perubahan intensitas serapan cahaya (Espiana *et al*., 2022). Fenomena tersebut menjadi dasar pengembangan biosensor optik karena perubahan respon optik yang terjadi dapat digunakan sebagai sinyal analitik untuk mendeteksi keberadaan suatu analit.

Salah satu ion logam yang banyak menjadi target pengembangan biosensor optik adalah ion besi. Ion besi merupakan unsur yang banyak ditemukan di lingkungan perairan dan menjadi salah satu parameter penting dalam pemantauan kualitas air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.32 Tahun 2017 kandungan zat besi yang diperbolehkan untuk keperluan air minum dibawah 0,3mg/L dan higien sanitasi dibawah 1mg/L. Keberadaan ion besi dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan perubahan warna, pembentukan endapan,

serta menurunkan kualitas estetika air. Penelitian yang dilakukan oleh Alfin (2022), menunjukan kadar besi dalam air sumur di Pontianak Utara sebesar 42,23mg/L yang artinya melebihi baku mutu. Mengkonsumsi air yang terkontaminasi ion besi yang melebihi baku mutu akan menyebabkan penyerapan zat besi tidak terkontrol sehingga terjadinya deposisi intraseluler dan stres oksidatif yang akhirnya membuat organ hati, jantung dan pankreas menjadi rusak (Guantan *et al*., 2023). Sehingga kehadiran biosensor untuk memonitoring kualitas air menjadi sangat penting.

Berbagai penelitian telah melaporkan pemanfaatan ekstrak tumbuhan sebagai material pengenal untuk deteksi ion besi. Penelitian yang dilakukan Alagumuthu (2025), membuktikan ekstrak antosianin bawang merah dapat membentuk kompleks yang stabil dengan ion Fe^{-3}. El-Naggar (2021), juga telah mengaplikasikan antosianin kubis merah dalam material nanofiber PVA yang mampu bereaksi dengan ion Fe^{-3}. Selain itu Balesteros (2020), telah memanfaatkan ekstrak the hijau dalam mendeteksi ion Fe^{-3} dengan pengukuran RGB. Hasil penelitian tersebut mengkonfirmasi pigmen alami maupun senyawa fenolik dari berbagai tanaman diketahui mampu menghasilkan respon optik akibat pembentukan kompleks dengan ion Fe^{2+} maupun Fe^{3+}. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metabolit sekunder tumbuhan memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai material pengenal biosensor yang sederhana dan ekonomis. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada kemampuan deteksi atau perubahan warna yang dihasilkan, sementara kajian mengenai mekanisme interaksi, faktor-faktor yang memengaruhi pembentukan respon, serta kemampuan material dalam mengenali ion target secara spesifik masih relatif terbatas.

Salah satu tanaman yang berpotensi dikembangkan sebagai material pengenal biosensor adalah daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.). Daun pucuk merah diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, tanin, dan antosianin yang berpotensi berinteraksi dengan ion logam melalui mekanisme kompleksasi (Kusriani *et al*., 2019). Keberadaan gugus hidroksil dan karbonil pada senyawa-senyawa tersebut memungkinkan terbentuknya ikatan koordinasi dengan ion besi sehingga berpotensi menghasilkan

perubahan karakteristik optik yang dapat diamati menggunakan spektroskopi UV-Vis (Espiana *et al*., 2022).

Interaksi antara ion besi dan metabolit sekunder daun pucuk merah diperkirakan menghasilkan pembentukan kompleks logam-ligan yang menyebabkan perubahan struktur elektronik molekul. Perubahan tersebut dapat memengaruhi energi transisi elektronik sehingga menghasilkan perubahan serapan pada daerah sinar tampak (Kejik *et al*., 2021). Respon optik inilah yang menjadi dasar pemanfaatan ekstrak daun pucuk merah sebagai kandidat material pengenal biosensor ion besi. Meskipun demikian, kemampuan ekstrak daun pucuk merah dalam menghasilkan respon optik terhadap ion besi masih perlu dikaji lebih lanjut untuk memastikan kelayakannya sebagai material pengenal biosensor.

Salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi pembentukan kompleks logam-ligan adalah pH larutan. Nilai pH berperan dalam mengontrol tingkat protonasi gugus aktif pada senyawa metabolit sekunder serta menentukan bentuk spesiasi ion besi di dalam larutan. Perubahan kondisi pH dapat meningkatkan maupun menurunkan kemampuan gugus aktif dalam berkoordinasi dengan ion logam sehingga berpengaruh langsung terhadap respon optik yang dihasilkan (Freser *et al*., 2021). Oleh karena itu, pengaruh pH perlu dikaji untuk memperoleh pemahaman mengenai kondisi optimum pembentukan kompleks antara ion besi dan ekstrak daun pucuk merah.

Selain pH, parameter lain yang sangat menentukan kualitas suatu material pengenal biosensor adalah selektivitas. Dalam sampel lingkungan nyata, ion besi umumnya tidak berada secara tunggal, tetapi hadir bersama berbagai ion logam lain yang berpotensi berinteraksi dengan gugus aktif metabolit sekunder (Rohana *et al*., 2023). Apabila material pengenal memberikan respon yang serupa terhadap berbagai ion tersebut, maka kemampuan biosensor dalam mengenali ion besi secara spesifik akan menurun (Kumari and Suryabai, 2024). Oleh karena itu, pengujian selektivitas diperlukan untuk mengevaluasi kemampuan ekstrak daun pucuk merah dalam membedakan ion besi dari ion-ion lain yang berpotensi menjadi interferen.

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan material pengenal alami untuk biosensor ion besi masih memerlukan kajian mendasar mengenai mekanisme interaksi, kondisi optimum pembentukan respon, dan kemampuan pengenalannya terhadap analit target. Ekstrak daun pucuk merah memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai material pengenal biosensor optik karena kandungan metabolit sekundernya mampu berinteraksi dengan ion besi dan menghasilkan perubahan serapan pada daerah sinar tampak. Namun, pengaruh pH terhadap pembentukan respon optik serta kemampuan selektivitas ekstrak daun pucuk merah terhadap ion besi masih belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi potensi ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) sebagai biosensor ion besi melalui pengujian selektivitas dan pengaruh pH terhadap serapan sinar tampak.

1.2 Rumusan Masalah

1. Fraksi daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) mana yang berpotensi sebagai biosensor ion besi?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH terhadap warna dan serapan ekstrak daun pucuk merah dengan ion logam Fe^{3+} pada sinar tampak?
3. Bagaimana selektivitas ekstrak daun pucuk merah dalam mendeteksi ion logam spesifik berdasarkan respons warna dan serapan spektrofotometer UV-Vis?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui golongan senyawa daun pucuk merah (*Syzygium myrtifolium* Walp.) yang aktif terhadap ion logam besi berdasarkan pengelompokan polaritas pelarut
2. Mengamati pengaruh pH terhadap perubahan warna dan spektrum serapan UV-Vis ekstrak dengan ion logam Fe^{3+}
3. Menguji selektivitas ekstrak daun pucuk merah dalam mendeteksi ion logam spesifik berdasarkan perubahan warna dan spektrum serapan UV-Vis

1.4 Manfaat

Penelitian ini bermanfaat sebagai identifikasi awal kelompok senyawa aktif berdasarkan polaritas pelarut, sehingga dapat memperkirakan jenis metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun pucuk merah. Penelitian ini juga memberikan kontribusi terhadap pengayaan potensi tanaman lokal sebagai biosensor logam selektif, serta memungkinkan pemahaman mengenai pengaruh pH terhadap karakteristik warna dan serapan senyawa organik dalam interaksi dengan ion logam. Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi pada penemuan kelompok senyawa yang memiliki selektivitas tinggi terhadap logam tertentu, serta menjadi temuan awal bahan aktif yang berpotensi dikembangkan sebagai biosensor ramah lingkungan untuk deteksi logam berat dan aplikasi di bidang kesehatan.