

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA GOLONGAN FLAVONOID YANG MEMILIKI AKTIVITAS ANTIBAKTERI PADA DAUN GAHARU (*Gyrinops versteegii*)

I M. O. A. Parwata^{1*}, I M. B. Pratama, dan N. M. Suaniti

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Jalan Kampus Unud-Jimbaran, Jimbaran-Bali, Indonesia
*Email: okaadiparwata@unud.ac.id

Article Received on: 13th August 2025

Revised on: 10th December 2025

Accepted on: 11st January 2026

ABSTRAK

Gyrinops versteegii merupakan tanaman endemik Indonesia yang diketahui mengandung senyawa flavonoid dengan potensi sebagai agen antibakterial alami, namun data ilmiah terkait isolasi dan karakterisasi flavonoid aktif dari daun gaharu masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antibakterial ekstrak daun gaharu terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, serta mengidentifikasi jenis flavonoid dari fraksi yang paling aktif. Daun gaharu diekstraksi secara maserasi bertingkat dengan pelarut n-heksana, kloroform, etil asetat, dan metanol; kemudian diuji aktivitas antibakterinya dengan metode difusi cakram. Kadar total flavonoid ditentukan secara spektrofotometri, sedangkan pemisahan senyawa dilakukan dengan kromatografi kolom dan karakterisasi isolat dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. Ekstrak etil asetat memiliki kadar flavonoid tertinggi (186,976 mg QE/g) serta menunjukkan zona hambat terbesar terhadap *S. aureus* (19 mm) dan *E. coli* (13 mm). Fraksinasi menghasilkan lima fraksi (A–E), dengan fraksi D sebagai yang paling aktif. Identifikasi UV-Vis menunjukkan dua pita serapan pada λ 315,60 nm dan λ 286,00 nm yang mengindikasikan golongan dihidroflavonol; sementara reaksi geser menunjukkan adanya gugus -OH pada C-3, C-6, dan C-7, dan FTIR mengkonfirmasi adanya gugus -OH, C=O, C-O-C, C=C aromatik, dan C-O alkohol. Isolat dari fraksi D menunjukkan aktivitas antibakteri sangat kuat dengan zona hambat 33,82 mm terhadap *S. aureus* dan 23,22 mm terhadap *E. coli*. Hasil ini menunjukkan bahwa flavonol dari daun gaharu berpotensi sebagai kandidat antibakterial alami, sehingga perlu dikembangkan lebih lanjut melalui uji toksisitas dan mekanisme kerja senyawa aktifnya sebagai dasar pengembangan produk fitofarmaka.

Kata kunci: *Gyrinops versteegii*; flavonol; antibakteri; difusi cakram; UV-Vis; FTIR

ABSTRACT

Gyrinops versteegii is an endemic plant in Indonesia known to contain flavonoid compounds with potential as natural antibacterial agents, but scientific data on the isolation and characterization of active flavonoids from agarwood leaves remain limited. This study aims to evaluate the antibacterial activity of agarwood leaf extract against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, as well as to identify the flavonoid types in the most active fraction. Agarwood leaves are extracted by multi-stage maceration with solvents of n-hexane, chloroform, ethyl acetate, and methanol, and then tested for antibacterial activity by the disc diffusion method. The total flavonoid levels were determined spectrophotometrically, while the separation of the compounds was performed by column chromatography, and the characterization of the isolate was performed by UV-Vis and FTIR spectrophotometers. Ethyl acetate extract had the highest flavonoid levels (186.976 mg QE/g) and exhibited the largest inhibition zone against *S. aureus* (19 mm) and *E. coli* (13 mm). The fractionation results in five fractions (A–E), with the D fraction being the most active. UV-Vis identification showed two absorption bands at λ 315.60 nm and λ 286.00 nm, indicating a dihydroflavonol group; while the shear reaction showed the -OH group on C-3, C-6, and C-7, and the FTIR confirmed the presence of the -OH group, C=O, C-O-C, C=C aromatic, and C-O alcohol. Isolates from fraction D showed very strong antibacterial activity with an inhibition zone of 33.82 mm against *S. aureus* and 23.22 mm against *E. coli*. These results show that flavonols from agarwood leaves have the potential to be natural antibacterial candidates, so they need to be further developed through toxicity tests and the mechanism of action of their active compounds as the basis for the development of phytopharmaceutical products.

Keywords: *Gyrinops versteegii*; flavonol; antibacterial; disc diffusion; UV-Vis; FTIR

PENDAHULUAN

Infeksi oleh bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*), khususnya strain patogen seperti *Enterohemorrhagic E. coli* (EHEC), masih menjadi masalah kesehatan global yang serius. Infeksi ini dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan mulai dari diare, infeksi saluran kemih, hingga komplikasi berat seperti sepsis dan sindrom uremik hemolitik. Permasalahan ini semakin signifikan di negara berkembang, yang umumnya memiliki sistem sanitasi yang belum memadai. Selain itu, peningkatan kejadian infeksi *E. coli* diperburuk oleh munculnya resistensi terhadap berbagai antibiotik seperti ampicilin, siprofloksasin, dan trimetoprim-sulfametoksazol (Bergšpica *et al.*, 2020; Hidayati *et al.*, 2022; Mahmud *et al.*, 2020).

Meningkatnya resistensi antibiotik, terutama terhadap antibiotik golongan β -laktam dan kuinolon, mendorong perlunya pencarian senyawa antibakteri baru dari sumber alami yang lebih aman dan berkelanjutan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah merekomendasikan eksplorasi senyawa antibakteri dari tanaman obat sebagai strategi utama dalam menghadapi krisis resistensi antimikroba (Alavi & Karimi, 2018; Bergšpica *et al.*, 2020; Mahmud *et al.*, 2020). Tanaman obat yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional diyakini mengandung senyawa bioaktif yang efektif dan relatif aman. Eksplorasi ini sangat relevan di Indonesia yang kaya akan biodiversitas tanaman obat, termasuk dari famili *Thymelaeaceae* seperti *Aquilaria* sp. (*A. malaccensis*, *A. crassna*, *A. sinensis*) dan *Gyrinops* sp. (*G. versteegii*, *G. walla*). Tanaman dalam famili ini diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, xanthone, benzofenon, lignan, fenilpropanoid, triterpenoid, steroid, dan alkaloid, dengan dominansi senyawa fenolik dan flavonoid (Hendra *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2018; Batubara *et al.*, 2021; Hidayati *et al.*, 2022; Pakaya *et al.*, 2021).

Dalam konteks pencarian antibakteri dari sumber alam, *Gyrinops versteegii* merupakan salah satu tanaman yang memiliki potensi besar namun masih minim penelitian. Selama ini, penelitian lebih banyak terfokus pada resin gaharu sebagai bahan parfum dan aromaterapi, sementara bagian daun belum banyak dikaji, khususnya terkait kandungan senyawa aktif dan aktivitas biologisnya. Beberapa laporan awal menunjukkan bahwa daun gaharu mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri (Akbulut, 2025; Andhika *et al.*, 2024; Batubara *et al.*, 2022; Hendra *et al.*, 2016; Hidayati *et al.*, 2022; Nguyen & Bhattacharya, 2022; Parwata *et al.*, 2018; Xu *et al.*,

2016). Namun demikian, belum banyak data ilmiah yang mengungkap secara spesifik jenis-jenis senyawa flavonoid dalam daun *G. versteegii* serta kontribusinya terhadap aktivitas antibakteri. Celah ini perlu dijumpai mengingat pentingnya informasi tersebut dalam pengembangan obat herbal berbasis fitokimia. Hingga saat ini, belum ada publikasi yang secara khusus melaporkan isolasi dan identifikasi senyawa flavonoid aktif dari daun gaharu serta uji aktivitas antibakterinya secara terpisah (Aqmarina Nasution *et al.*, 2020; Dong *et al.*, 2019; Hidayati *et al.*, 2022; Pakaya *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa golongan flavonoid dari daun *Gyrinops versteegii* serta menguji aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada pendekatan yang tidak hanya mengkaji kandungan total flavonoid dalam daun gaharu, tetapi juga mengungkapkan aktivitas antibakteri dari senyawa hasil isolasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam penyediaan bahan baku dan pengembangan kandidat antibakteri alami yang efektif, aman, dan ramah lingkungan. Selain itu, pemanfaatan daun sebagai bagian tanaman yang belum dieksploitasi secara komersial dapat memberikan nilai tambah ekologis dan ekonomis, serta mendukung upaya konservasi *G. versteegii* di alam.

MATERI DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan daun gaharu (*Gyrinops versteegii*) yang diperoleh dari Desa Klaci, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali. Bahan kimia yang digunakan meliputi n-heksana (teknis), kloroform, etil asetat, metanol, dan etanol (pro analisis dan teknis), serta berbagai reagen seperti asam asetat, asam formiat, dan aqua demineralisasi (DM). Untuk pengujian flavonoid, digunakan pereaksi sitroborat, standar kuersetin, dan pereaksi lainnya seperti H_2SO_4 pekat, H_3BO_3 , HCl, $AlCl_3$, NaOH, dan NaOAc. Media pertumbuhan bakteri terdiri dari Nutrient Agar (NA) dan Mueller Hinton Agar (MHA). Cakram antibiotik amoxicillin (AML 25 mcg CT 0061B OXOID), cakram kosong (blank disc), larutan NaCl fisiologis steril, serta larutan H_2SO_4 1% dan $BaCl_2$ 1% juga digunakan. Bakteri uji berupa *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213) dan *Escherichia coli* (ATCC 25922) diperoleh dari UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Bali.

Alat

Peralatan yang digunakan antara lain blender, wadah untuk maserasi, timbangan analitik, oven, perangkat alat gelas laboratorium, rotary evaporator, sistem KLT dan KLT preparatif, lampu UV 366 nm, kromatografi kolom, botol vial, autoklaf, bunsen, inkubator, jangka sorong digital, LAF, cawan petri, cotton swab steril, serta spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800) dan FTIR.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Daun Gaharu

Daun gaharu sebanyak 1000 g dikeringkan dan dimaserasi secara bertingkat dengan pelarut non-polar hingga polar secara berurutan, dimulai dengan n-heksana (3×24 jam, 3 L), diikuti kloroform, etil asetat, dan metanol. Masing-masing pelarut digunakan dengan prosedur yang sama, dan hasil maserasi difiltrasi serta diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental untuk setiap pelarut (Hidayat *et al.*, 2021; Hidayati *et al.*, 2022; Ismail *et al.*, 2017).

Uji Kualitatif Flavonoid

Sebanyak 2 mL masing-masing ekstrak dimasukkan ke dalam tiga tabung reaksi. Tabung pertama ditambahkan HCl pekat dan serbuk magnesium, tabung kedua diberi H_2SO_4 pekat lalu dipanaskan selama 15 menit, dan tabung ketiga ditambahkan NaOH 10%. Perubahan warna yang muncul—kuning, merah, dan jingga—digunakan sebagai indikator keberadaan flavonoid (Andhika *et al.*, 2024; Sembiring *et al.*, 2018; Sy. Pakaya *et al.*, 2021; S. Wang *et al.*, 2018).

Penetapan Kadar Total Flavonoid

Penetapan kadar flavonoid total dilakukan dengan metode kolorimetri menggunakan reagen aluminium klorida berdasarkan modifikasi dari metode Chang *et al.* (2002), John *et al.* (2014), Roy *et al.* (2016), dan Muhamad *et al.* (2017). Tahapan awal meliputi pembuatan kurva standar menggunakan larutan kuersetin pada berbagai konsentrasi yaitu 25, 50, 75, 100, dan 125 mg/L. Masing-masing larutan standar diambil sebanyak 500 μL , ditambahkan 0,5 mL larutan AlCl_3 2%, kemudian diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Absorbansi masing-masing larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm. Nilai absorbansi digunakan untuk menyusun persamaan regresi linear ($y = bx + a$), dengan y sebagai absorbansi dan x sebagai konsentrasi kuersetin.

Untuk sampel uji, sebanyak 0,02 gram ekstrak dilarutkan dalam etanol 96% menggunakan labu ukur

5 mL, kemudian disaring. Filtrat sebanyak 50 μL diencerkan menjadi 500 μL dengan etanol. Larutan ini lalu ditambahkan 0,5 mL larutan AlCl_3 2%, diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit, lalu absorbansinya diukur pada panjang gelombang yang sama. Sebagai pembanding, blanko disiapkan menggunakan semua reagen kecuali larutan kuersetin.

Kadar flavonoid total dihitung dengan memasukkan nilai absorbansi ke dalam persamaan regresi dari kurva standar, dan hasilnya dinyatakan dalam miligram ekuivalen kuersetin per gram ekstrak (mgQE/g). Setiap sampel diuji dalam tiga kali ulangan untuk memastikan validitas data (Ali *et al.*, 2021; Parwata *et al.*, 2018; Sembiring *et al.*, 2018).

Uji Aktivitas Antibakteri

Metode difusi cakram pada media MHA digunakan untuk mengevaluasi daya hambat antibakteri ekstrak. Suspensi bakteri diusapkan merata pada permukaan agar menggunakan cotton swab steril. Kertas cakram yang telah direndam dalam ekstrak diletakkan di atas media. Kontrol negatif berupa disc kosong, sedangkan kontrol positif menggunakan cakram amoxicillin 25 μg . Setelah inkubasi 24 jam pada 37°C , zona hambat diukur menggunakan jangka sorong digital (Hidayati *et al.*, 2022; Sy. Pakaya *et al.*, 2021; Zakaria *et al.*, 2020).

Fraksinasi dan Identifikasi Senyawa

Ekstrak yang menunjukkan aktivitas antibakteri dan positif flavonoid difraksinasi menggunakan kromatografi kolom dengan silika gel 60 sebagai fase diam dan campuran pelarut etil asetat:asam asetat:asam formiat:air (10:1:1:2,6) sebagai fase gerak. Eluat dikumpulkan, dimonitor menggunakan KLT, dan fraksi-fraksi yang dihasilkan diuji keberadaan flavonoid serta aktivitas antibakterinya. Fraksi paling aktif kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan FTIR (Andhika *et al.*, 2024; Sy. Pakaya *et al.*, 2021; M. R. Wang *et al.*, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Ekstraksi Simplisia

Ekstraksi serbuk kering daun gaharu sebanyak 100 g melalui metode maserasi menghasilkan empat jenis ekstrak kental, masing-masing dengan karakteristik yang berbeda. Ekstrak n-heksana memberikan rendemen 3,5 g dengan warna hijau, ekstrak kloroform sebesar 4,2 g berwarna hijau tua, ekstrak etil asetat sebesar 2,9 g berwarna kuning, serta ekstrak metanol sebanyak 4,7 g berwarna merah kecoklatan.

Uji Fitokimia Flavonoid

Uji fitokimia kualitatif menunjukkan bahwa semua ekstrak yang diperoleh mengandung senyawa flavonoid, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 1. Temuan ini sejalan dengan laporan penelitian sebelumnya oleh Ridwanti Batubara *et al.* (2022) dan Parwata *et al.* (2018), yang juga mengidentifikasi kandungan flavonoid dalam ekstrak daun Gyrinops.

Penentuan Kadar Total Flavonoid

Hasil analisis kuantitatif terhadap kadar total flavonoid (Tabel 2) menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat memiliki konsentrasi flavonoid tertinggi, yaitu sebesar 186,976 mg QE/100 g. Hasil ini konsisten dengan penelitian dari peneliti lain, yang juga menemukan bahwa fraksi etil asetat dari daun gaharu dalam gyrinops dan aquilaria mengandung flavonoid dalam kadar paling tinggi dibandingkan fraksi lain yang non polar atau polar (Aqmarina Nasution *et al.*, 2020; Batubara *et al.*, 2022; Parwata *et al.*, 2018; Zakaria *et al.*, 2020).

Uji Aktivitas Antibakteri

Seperti disajikan dalam Tabel 3, ekstrak etil asetat memperlihatkan aktivitas antibakteri paling kuat terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*, dengan diameter zona hambat masing-masing sebesar 19 mm dan 13 mm. Aktivitas ini dikategorikan sebagai kuat. Sementara itu, ekstrak metanol hanya efektif terhadap *S. aureus* dengan zona hambat 10 mm, namun tidak menunjukkan aktivitas terhadap *E. coli*.

Ekstrak n-heksana dan kloroform tidak menunjukkan daya hambat pada kedua bakteri uji. Seluruh kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat, menunjukkan bahwa pelarut tidak memberikan efek antibakteri. Hasil ini mendukung laporan Pakaya *et al.* (2024), yang melaporkan bahwa ekstrak batang gaharu menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* dan *S. aureus* dengan zona hambat antara 7,85 hingga 16 mm tergantung konsentrasi. Penelitian Hidayati *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa ekstrak n-heksana, DCM, dan metanol dari buah Gyrinops versteegii mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji tersebut. Amoxicillin sebagai kontrol positif menunjukkan zona hambat sebesar 31 mm terhadap *S. aureus* dan 23 mm terhadap *E. coli*, menunjukkan efektivitas yang sangat tinggi sebagai antibiotik spektrum luas yang bekerja dengan menghambat sintesis dinding sel bakteri. Mekanisme antibakteri dari flavonoid, khususnya flavonol seperti quersetin, melibatkan gangguan terhadap integritas membran dan dinding sel bakteri. Quercetin terbukti menyebabkan deformasi struktur dinding sel dan membran, kebocoran isi sel, dan akhirnya kematian sel, baik pada *E. coli* maupun *S. aureus*. Gangguan ini meliputi lisis, distorsi morfologi, dan perubahan densitas sitoplasma. Studi Nguyen & Bhattacharya (2022) menekankan bahwa mekanisme kerja flavonoid mencakup gangguan permeabilitas membran sel melalui penghambatan enzim seperti ALP dan β -galactosidase.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Flavonoid

Ekstrak	Wilstater	Bate Smith-Metcalf	NaOH 10%	Keterangan
n-Heksana	Hijau kekuningan	Kuning Muda	Coklat	Positif Flavonoid
Kloroform	Kuning	Orange	Kuning	Positif Flavonoid
Etil asetat	Merah	Merah	Orange	Positif Flavonoid
Metanol	Kuning-Merah	Merah	Kuning-Orange	Positif Flavonoid

Tabel 2. Hasil Penentuan Kadar Total Flavonoid

No	Ekstrak	Total Flavonoid (mg QE/g)
1	n-Heksana	22,178
2	Kloroform	76,913
3	Etil asetat	186,976
4	Metanol	58,038

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Gaharu

No	Sampel	Daya Hambat Terhadap <i>S. aureus</i> (mm)	Daya Hambat Terhadap <i>E. coli</i> (mm)
1	Ekstrak n-Heksana	0	0
2	Ekstrak Kloroform	0	0
3	Ekstrak Etil asetat	19	13
4	Ekstrak Metanol	10	0
5	n-Heksana (Kontrol -)	0	0
6	Kloroform (Kontrol -)	0	0
7	Etil asetat (Kontrol -)	0	0
8	Metanol (Kontrol -)	0	0
9	<i>Amoxycillin</i> (Kontrol +)	31	23

Tabel 4. Hasil Uji Fitokimia Flavonoid Fraksi Hasil Kromatografi Kolom

Fraksi	Wilstater	Bate Smith-Metcalfe	NaOH 10%	Keterangan
A	Hijau	Orange	Kuning Muda	Positif Flavonoid
B	Hijau kekuningan	Kuning	Kuning	Positif Flavonoid
C	Kuning	Merah	Orange	Positif Flavonoid
D	Kuning	Merah	Orange	Positif Flavonoid
E	Kuning	Merah	Merah	Positif Flavonoid

Tabel 5. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Hasil Kromatografi Kolom

No	Sampel	Daya Hambat Terhadap <i>S. aureus</i> (mm)	Daya Hambat Terhadap <i>E. coli</i> (mm)
1	Fraksi A	24,17	8,78
2	Fraksi B	33,26	23,20
3	Fraksi C	32,64	23,21
4	Fraksi D	33,82	23,22
5	Fraksi E	22,14	17,76
6	Etil Asetat (Kontrol -)	0	0
7	<i>Amoxycillin</i> (Kontrol +)	23,01	23,46

Pemisahan dan Identifikasi

Proses pemisahan ekstrak etil asetat melalui kromatografi kolom menghasilkan 129 fraksi eluat, yang kemudian digabung berdasarkan kesamaan pola noda pada KLT menjadi lima fraksi utama: A hingga E. Hasil uji fitokimia yang dirangkum pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semua fraksi mengandung senyawa flavonoid.

Uji aktivitas antibakteri (Tabel 5) menunjukkan bahwa kelima fraksi tersebut mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli*. Fraksi D menunjukkan potensi paling tinggi, dengan zona hambat masing-masing sebesar 33,82 mm dan 23,22 mm terhadap *S. aureus* dan *E. coli*, yang dikategorikan sebagai sangat kuat.

Karena aktivitas antibakterinya yang tinggi dan hasil positif pada uji flavonoid, fraksi D dipilih untuk identifikasi lebih lanjut. Hasil analisis UV-Vis (Tabel 6) menunjukkan dua pita serapan khas flavonoid, yaitu pada 373,20 nm (pita I) dan 257,20 nm (pita II), mengindikasikan bahwa senyawa dalam fraksi D kemungkinan merupakan golongan dihidroflavonol. Penambahan pereaksi geser seperti NaOAc dan H₃BO₃ menunjukkan adanya pergeseran batokromik pada pita I (8 nm) dan pita II (19 nm), menunjukkan keberadaan gugus ortodihidroksi di posisi C6 dan C7. Penambahan AlCl₃ dan HCl menghasilkan pergeseran kecil, mengindikasikan kemungkinan tidak adanya gugus 5-OH, sesuai dengan karakteristik dihidroflavonol (Markham, 1988).

Tabel 6. Data Spektrum UV-Vis dari Fraksi D dengan Penambahan Pereaksi Geser

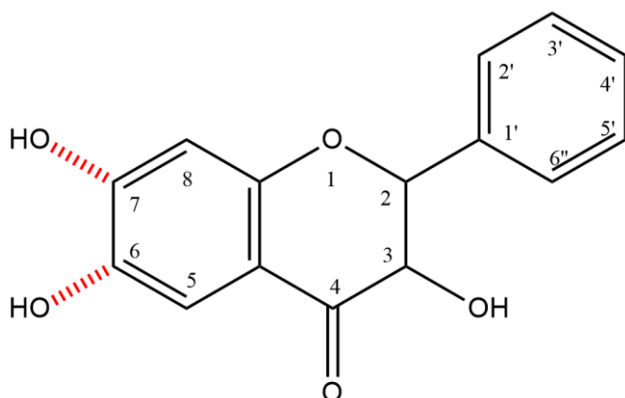
Fraksi	Panjang Gelombang (nm)		Pergeseran Panjang Gelombang (nm)		Penunjuk Penafsiran
	Pita I	Pita II	Pita I	Pita II	
EtOH	315,60	286,00	-	-	Dihidroflavonol
EtOH + NaOAc	381,60	259,00	+ 11	+ 25	7-OH
EtOH + NaOAc + H ₃ BO ₃	392,00	261,60	+ 8	+ 19	o-diOH pada cincin A
EtOH + AlCl ₃	430,40	267,40	+ 3	- 3	5-OH
EtOH + AlCl ₃ + HCl	426,20	265,80	+ 1	- 3	o-diOH pada cincin B

Tabel 7. Data Bilangan Gelombang dan Kemungkinan Gugus Fungsi Isolat Fraksi D

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Bentuk Pita	Kemungkinan Gugus Fungsi
Isolat	Pustaka		
3333,13	3500-3200	Melebar	OH terikat
1200-1000	1300-1000	Tajam	C-O alkohol
1923,40	1900-1500	Tajam	C=C aromatik
1711,31	1850-1730	Tajam	C=O
1200-1000	1200-1000	Tajam	C-O-C

Spektrum FTIR dari fraksi D (Tabel 7) menunjukkan serapan khas gugus –OH pada 3333,13 cm⁻¹, disertai serapan C-O dan C-O-C di wilayah 1200–1000 cm⁻¹. Serapan cincin aromatik muncul pada 1923,40 cm⁻¹, sedangkan gugus karbonil (C=O) muncul pada 1711,13 cm⁻¹.

Berdasarkan hasil analisis UV-Vis dan FTIR, senyawa utama dalam fraksi D diduga merupakan flavonoid golongan dihidroflavonol, yaitu 6,7-dihidroksi dihidroflavonol, dengan struktur yang diperkirakan sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Struktur 6,7-dihidroksi dihidroflavonol

SIMPULAN

Fraksi ekstrak daun gaharu (*Gyrinops versteegii*) yang terdiri atas fraksi A hingga E menunjukkan aktivitas antibakteri dengan diameter zona hambat berturut-turut terhadap *Staphylococcus aureus* sebesar 24,17 mm, 33,26 mm, 32,64 mm, 33,82 mm, dan 22,14 mm, yang seluruhnya tergolong sangat kuat. Sementara itu, terhadap *Escherichia coli*, masing-masing fraksi menghasilkan zona hambat sebesar 8,78 mm (kategori sedang), 23,20 mm, 23,21 mm, 23,22 mm (ketiganya sangat kuat), dan 17,76 mm (kategori kuat). Dari hasil pengujian, fraksi D merupakan yang paling aktif sebagai antibakteri. Senyawa yang paling berpotensi memberikan efek antibakteri tersebut diperkirakan berasal dari golongan flavonoid, khususnya senyawa dihidroflavonol dengan struktur yang diduga sebagai 6,7-dihidroksi dihidroflavonol.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbulut, H. F. 2025. In vitro Antioxidant and Antibacterial Activities, Bioactive Compounds, Organic Acids, Sugars, Micro- and Macroelements of *Aquilaria agallocha* Root Organic Extracts. *Journal of Oleo Science*, 74(1): 79-88. <https://doi.org/10.5650/jos.ess24228>
- Alavi, M., & Karimi, N. 2018. Characterization,

- antibacterial, total antioxidant, scavenging, reducing power and ion chelating activities of green synthesized silver, copper and titanium dioxide nanoparticles using *Artemisia haussknechtii* leaf extract. *Artificial Cells, Nanomedicine and Biotechnology*, 46(8): 2066–2081.
<https://doi.org/10.1080/21691401.2017.1408121>
- Ali, A., Wu, H., Ponnampalam, E. N., Cottrell, J. J., Dunshea, F. R., & Suleria, H. A. R. 2021. Comprehensive profiling of most widely used spices for their phenolic compounds through lc-esi-qtof-ms2 and their antioxidant potential. *Antioxidants*, 10(5): -
<https://doi.org/10.3390/antiox10050721>
- Andhika, U, A., Fitriana., & I. A. 2024. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) Dengan Menggunakan Metode KLT-Bioautografi. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 1(31): 281–294.
<https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsj>
- Aqmarina Nasution, A., Siregar, U. J., Miftahudin, & Turjaman, M. 2020. Identification of chemical compounds in agarwood-producing species *Aquilaria malaccensis* and *Gyrinops versteegii*. *Journal of Forestry Research*, 31(4): 1371–1380.
<https://doi.org/10.1007/s11676-018-00875-9>
- Batubara, R., Hanum, T. I., Affandi, O., Julianti, E., & Ulfa, M. 2022. The antioxidant activities and chemical compounds of *Aquilaria crassna*, *Aquilaria microcarpa*, and *Gyrinops versteegii* leaves growing in Langkat, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(12): 6619–6628.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d231260>
- Batubara, R., Wirjosentono, B., Siregar, A. H., Harahap, U., & Tamrin. 2021. Bioactive compounds of ethanol extract from agarwood leaves (*Aquilaria malaccensis*) and antimicrobial activity against bacteria and fungi growing on the skin. *Biodiversitas*, 22(5): 2884–2890.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d220553>
- Bergšpica, I., Kaprou, G., Alexa, E. A., Prieto, M., & Alvarez-Ordóñez, A. 2020. Extended spectrum β -lactamase (ESBL) producing *Escherichia coli* in pigs and pork meat in the European Union. *Antibiotics*, 9(10): 1–23.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics9100678>
- Dechayont, B., Phuaklee, P., Chunthorng-Orn, J., Juckmeta, T., Prajuabjinda, O., & Jiratsatit, K. 2021. Antibacterial, anti-inflammatory and antioxidant activities of Mahanintangtong and its constituent herbs, a formula used in Thai traditional medicine for treating pharyngitis. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1): 1–12.
<https://doi.org/10.1186/s12906-021-03274-6>
- Dong, W. H., Wang, H., Guo, F. J., Mei, W. L., Chen, H. Q., Kong, F. D., Li, W., Zhou, K. B., & Dai, H. F. 2019. Three new 2-(2-phenylethyl)chromone derivatives of agarwood originated from *gyrinops salicifolia*. *Molecules*, 24(3): 1–7.
<https://doi.org/10.3390/molecules24030576>
- Hendra, H., Moeljopawiro, S., & Nuringtyas, T. R. 2016. Antioxidant and antibacterial activities of agarwood (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) leaves. *AIP Conference Proceedings*, 1755(July 2016): -
<https://doi.org/10.1063/1.4958565>
- Hidayat, A., Turjaman, M., Qamyari, R., Imanuddin, R., Tohir, D., Rahmanto, R. G. H., & Susilowati, A. 2021. Bioactive composition, antifungal, antioxidant, and anticancer potential of agarwood essential oil from decaying logs (*Gyrinops* spp.) of Papua Island (Indonesia). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 11(9): 070–078.
<https://doi.org/10.7324/JAPS.2021.1101010>
- Hidayati, E., Handayani, Y., & Sudarma, I. M. 2022. Antibacterial Activity of *Gyrinops versteegii* Fruit Extracts against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* and GC-MS Analysis. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 54(2): 249–260.
<https://doi.org/10.5614/j.math.fund.sci.2022.54.2.3>
- Ismail, H. F., Hashim, Z., Soon, W. T., Rahman, N. S. A., Zainudin, A. N., & Majid, F. A. A. 2017. Comparative study of herbal plants on the phenolic and flavonoid content, antioxidant activities and toxicity on cells and zebrafish embryo. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(4): 452–465.
<https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.006>
- Mahmud, Z. H., Kabir, M. H., Ali, S., Moniruzzaman, M., Imran, K. M., Nafiz, T. N., Islam, M. S., Hussain, A., Hakim, S. A. I., Worth, M., Ahmed, D., Johnston, D., & Ahmed, N. 2020. Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Escherichia coli* in Drinking Water Samples From a Forcibly Displaced, Densely Populated Community Setting in Bangladesh. *Frontiers in Public Health*, 8(June): 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00228>
- Masoumian, M., & Zandi, M. 2017. Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plant Extracts

- against Multidrug Resistant Bacteria. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 19(11): -. <https://doi.org/10.5812/zjrms.10080>
- Nguyen, T.L.A., & Bhattacharya, D. 2022. Antimicrobial Activity of Quercetin: An Approach to Its Mechanistic Principle. *Molecules*, 27(8): -. <https://doi.org/10.3390/molecules27082494>
- Parwata, A., Laksmiwati, Sudiarta, Dina, M. N., & Yasa, S. 2018. The contents of phenol and flavonoid compounds in water extract of *Gyrinops versteegii* leaves have potentially as natural antioxidants and hypoglycemic in hyperglycemic Wistar rats. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 11(3): 1543–1552. <https://doi.org/10.13005/bpj/1521>
- Sembiring, E. N., Elya, B., & Sauriasari, R. 2018. Phytochemical screening, total flavonoid and total phenolic content and antioxidant activity of different parts of *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. *Pharmacognosy Journal*, 10(1): 123–127. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.1.22>
- Song, M., Liu, Y., Li, T., Liu, X., Hao, Z., Ding, S., Panichayupakaranant, P., Zhu, K., & Shen, J. 2021. Plant Natural Flavonoids Against Multidrug Resistant Pathogens. *Advanced Science*, 8(15): 1–11. <https://doi.org/10.1002/advs.202100749>
- Sy. Pakaya, M., Mustapa, M. A., & Ali, M. R. 2021. Uji Potensi Antibakteri Ekstrak Batang Gaharu (*Gyrinops versteegii*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 1(3): 262–274. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v1i3.11417>
- Wang, M. R., Li, W., Luo, S., Zhao, X., Ma, C. H., & Liu, S. X. 2018. GC-MS study of the chemical components of different *aquilaria sinensis* (lour.) gilgorgans and agarwood from different asian countries. *Molecules*, 23(9): -. <https://doi.org/10.3390/molecules23092168>
- Wang, S., Yu, Z., Wang, C., Wu, C., Guo, P., & Wei, J. 2018. Chemical constituents and pharmacological activity of agarwood and *aquilaria* plants. *Molecules*, 23(2): -. <https://doi.org/10.3390/molecules23020342>
- Xu, Y., Burton, S., Kim, C., & Sismour, E. 2016. Phenolic compounds, antioxidant, and antibacterial properties of pomace extracts from four virginia-grown grape varieties. *Food Science and Nutrition*, 4(1): 125–133. <https://doi.org/10.1002/fsn3.264>
- Zakaria, F., Talip, B. A., Kahar, E. E. M., Muhammad, N., Abdullah, N., & Basri, H. 2020. Solvent used in extraction process of agarwood: A systematic review. *Food Research*, 4(3): 731–737. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(3\).333](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(3).333)