



Chemotaxonomy Study and Antioxidant Activity of Five *Phyllanthaceae* Family Plants in West Java

Maulana I. Naki¹, Herni Kusriani^{*1}, Wempi Budiana¹

¹Fakultas Farmasi, Universitas Bhakti Kencana, Bandung, Indonesia

Submitted 17 January 2024; Revised 16 April 2024; Accepted 24 April 2024; Published 03 September 2024

*Corresponding author: herni.kusriani@bku.ac.id

Abstract

Phyllanthaceae, a prominent family of medicinal plants in Indonesia, is known for its wide distribution and diverse pharmacological properties due to various chemical constituents. Previous studies have suggested that plants within the same botanical family often exhibit similar chemical profiles. This study aimed to compare the anatomical characteristics, chemical compositions, total flavonoid content, and antioxidant activity of five *Phyllanthaceae* plants (katuk, meniran, ceremai, buni, and mareme) found in West Java. Macroscopic examinations revealed similarities in leaf morphology, although size variations were observed. Chemical analysis, including phytochemical screening and thin-layer chromatography, demonstrated comparable compound distributions, particularly with flavonoids at Rf 0.61. The total flavonoid content of the leaf extracts of katuk, meniran, ceremai, buni, and mareme were 9.465 ± 0.029 ; 9.847 ± 0.029 ; 7.504 ± 0.090 ; 7.857 ± 0.103 ; 7.318 ± 0.029 mgQE/g, respectively, with their antioxidant activity expressed as IC₅₀ values of 79.720 ± 0.18 ; 60.871 ± 0.15 ; 80.728 ± 0.10 ; 80.447 ± 0.18 ; 82.676 ± 0.10 g/mL, respectively. These findings underscore the shared anatomical and chemical traits among *Phyllanthaceae* plants, highlighting their potential medicinal value, as well as providing valuable insights into their pharmacological activities.

Keywords: Antioxidant, Chemotaxonomy, DPPH, *Phyllanthaceae*

Studi Kemotaksonomi dan Aktivitas Antioksidan Lima Tumbuhan Suku *Phyllantaceae* di Daerah Jawa Barat

Abstrak

Phyllanthaceae sebagai salah satu suku tumbuhan obat dengan kelimpahan spesies yang tersebar di Indonesia yang memiliki kandungan kimia dan aktivitas farmakologi yang beragam. Studi sebelumnya menyebutkan bahwa tanaman dalam keluarga botani yang sama sering kali memiliki profil kimia yang mirip. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesamaan ciri-ciri morfologi, kandungan kimia, kadar flavonoid total sebagai senyawa utama dan aktivitas antioksidan lima tumbuhan suku *Phyllanthaceae* (daun katuk, meniran, ceremai, buni, dan mareme) di daerah Jawa Barat. Pemeriksaan makroskopis mengungkapkan kesamaan dalam morfologi daun, meskipun variasi ukuran. Analisis kimia, termasuk penapisan fitokimia dan kromatografi lapis tipis, menunjukkan distribusi senyawa yang serupa, terutama flavonoid pada Rf 0,61. Kandungan flavonoid total ekstrak daun katuk, meniran, ceremai, buni, dan mareme masing-masing adalah 9.465 ± 0.029 ; 9.847 ± 0.029 ; 7.504 ± 0.090 ; 7.857 ± 0.103 ; 7.318 ± 0.029 mgQE/g, dengan aktivitas antioksidan yang diekspresikan sebagai nilai IC₅₀ berturut-turut sebesar 79.720 ± 0.18 ; 60.871 ± 0.15 ; 80.728 ± 0.10 ; 80.447 ± 0.18 ; 82.676 ± 0.10 g/mL. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kesamaan karakteristik anatomi dan kimia di antara tanaman suku *Phyllanthaceae*, menyoroti potensi nilai obat mereka, serta memberikan wawasan berharga tentang aktivitas farmakologisnya.

Kata Kunci: Antioksidan, DPPH, Kemotaksonomi, *Phyllanthaceae*

1. Pendahuluan

Kemotaksonomi disebut sebagai salah satu studi taksonomi dengan melakukan pendekatan pada kandungan kimia (*chemical*) untuk menentukan hubungan kekerabatan jenis (*inter-spesific*) dan di bawah tingkat jenis (*intra-spesific*).¹ Studi kemotaksonomi muncul berdasarkan pemikiran Linnaeus yang menyatakan bahwa kemiripan ciri morfologi tumbuhan menunjukkan adanya kemiripan pada kandungan zat kimianya sehingga mampu membantu peneliti untuk mengklasifikasikan suatu tumbuhan. Tetapi, kandungan kimia yang ada pada suatu tumbuhan dengan tumbuhan yang lain tidak semuanya persis sama, tumbuhan tertentu dapat menghasilkan senyawa marker yang khas dan membedakan tumbuhan tersebut dengan tumbuhan yang lain.²

Indonesia sebagai salah satu negara penghasil tanaman terbanyak disebutkan memiliki biodiversitas di mana terdapat kurang lebih 30.000 jenis tanaman dan diperkirakan sebanyak 23% dari jumlah populasi tanaman tersebut memiliki kegunaan dalam dunia pengobatan.³ Sejak ribuan tahun yang lalu, Indonesia sudah memanfaatkan tumbuhan sebagai alternatif terapi atau pengobatan komplementer (*Complementary Alternative Medicine*). Salah satu suku tumbuhan obat yang tersebar di Indonesia yang memiliki kelimpahan spesies yang cukup banyak digunakan di Indonesia adalah *Phyllanthaceae*. Penggunaan daun katuk sebagai salah satu suku *phylanthaceae* telah banyak digunakan di masyarakat didukung berbagai penelitian, tidak menutup kemungkinan tanaman dengan suku yang sama memberikan khasiat yang baik untuk aktivitas tertentu.²

Pada tahun 2016-2018, tidak kurang dari 81 kandungan senyawa kimia yang telah diisolasi dari *Phyllanthus* spp, dengan senyawa yang paling banyak ditemukan yaitu fenilpropanoid, triterpenoid, diterpenoid, dan flavonoid⁴ menyebutkan bahwa senyawa kimia pada genus tertentu, akan menunjukkan fenomena yang sama pada tumbuhan lain yang termasuk dalam genus atau suku yang sama.

Flavonoid banyak disebutkan memiliki aktivitas sebagai antioksidan dengan kemampuan untuk meredam pembentukan radikal bebas dan menangkap radikal bebas.⁵ Jika digolongkan berdasarkan sumbernya, antioksidan senyawa flavonoid termasuk ke dalam antioksidan non-enzim yang bersumber dari tanaman.⁶ Antioksidan dan radikal bebas selalu dihubungkan, di mana radikal bebas dengan molekul reaktifnya yang sangat tinggi tanpa pasangan elektron mampu merusak struktur membran sel, jaringan lemak, protein, dan DNA. Seiring bertambahnya usia, terjadi penurunan mekanisme pertahanan endogen dalam tubuh manusia sehingga produksi radikal bebas meningkat dan menyebabkan kerusakan struktur sel secara progresif. Sehingga untuk mencegah hal ini terjadi, maka diperlukan suatu agen penghambat reaksi oksidasi atau yang biasa disebut dengan antioksidan.

Antioksidan adalah suatu agen dengan fungsi antara lain memberikan perlindungan endogen dan tekanan oksidatif eksogen melalui mekanisme penghambatan oksidasi dengan menghambat paparan radikal bebas.⁷ Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesamaan ciri-ciri anatomi, kandungan kimia, kadar flavonoid total sebagai senyawa utama dan aktivitas antioksidan lima tumbuhan suku *Phyllanthaceae* di daerah Jawa Barat, serta diharapkan mampu memberikan gambaran bahwa tumbuhan dalam satu suku yang sama dapat memberikan efek farmakologi yang sama berdasarkan fenomena kesamaan kandungan kimia dalam beberapa tumbuhan yang terklasifikasi dalam suku yang sama.

2. Metode

2.1. Alat

Alat yang digunakan yaitu timbangan analitik, *rotary vaporator* (IKA RV 10 Digital), *chamber*, plat KLT, vial, mikropipet, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800 UV-Vis).

2.2. Bahan

Daun dari 5 spesies suku *Phyllanthaceae* yaitu katuk (*Breynia androgyna* (L.) Chakrab. & N.P. Balakr.), meniran (*Phyllanthus niruri*,

L.), ceremai (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels), buni (*Antidesma bunius* (L.) Spreng), dan mareme (*Glochidion borneense* (Mull.Arg.) Boerl.), etanol 96%, akuades, pereaksi Mayer, pereaksi Bouchardat, pereaksi Dragendorf, Pereaksi Liebermann-Burchard, asam sulfat, asam klorida, besi (III) klorida, serbuk magnesium, metanol, etil asetat, n-heksana, aluminium klorida, kuersetin, atrium asetat, vitamin C, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH).

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Penyiapan Sampel

Daun dari lima tumbuhan suku *Phyllanthaceae* dikoleksi dari daerah Jawa Barat dimana daun katuk diperoleh dari Lembang, meniran dari Bogor, ceremai dari Subang, buni dari Bogor, dan mareme dari Pangandaran. Kelima sampel dilakukan determinasi di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung. Kelima sampel kemudian diamati morfologinya, dikarakterisasi, dan dilakukan skrining fitokimia terhadap masing-masing sampel.

2.3.2. Pembuatan Ekstrak

Sebanyak 100 g simplisia kering masing-masing daun katuk, meniran, ceremai, buni, dan mareme diekstraksi secara maserasi selama 3x24 jam dengan pelarut etanol 96% (1:10 v/v). Ekstrak kental didapatkan dengan menggunakan rotary vaporator.

2.3.3. Pemantauan Ekstrak dengan KLT

Pemantauan ekstrak dilakukan untuk melihat profil kromatogram dari sampel dengan fase diam berupa plat KLT silika gel GF₂₅₄. Digunakan pengembang yang berbeda-beda berdasarkan polaritas yaitu polar, semi polar, dan non polar. Kemudian diamati noda/bercak yang didapatkan menggunakan sinar UV 254 dan 366 nm, asam sulfat 10%, dan AlCl₃.

2.3.4. Penetapan Kadar Flavonoid Total

Kadar flavonoid total ditetapkan dengan metode kolorimetri dengan metode Chang⁸ dengan sedikit modifikasi. Kurva baku standar dibuat dengan mengukur

absorbansi kuersetin pada konsentrasi 50,60,70,80,90 dan 100 µg/mL. Selanjutnya sebanyak 0,5 mL ekstrak masing-masing tumbuhan ditambahkan 1,5 mL metanol, 0,1 mL AlCl₃10%, 0,1 mL CH₃COONa, dan 2,8 mL akuades, lalu diinkubasi selama 30 menit. Pengukuran absorbansi dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm dan dilakukan sebanyak tiga kali replikasi. Kadar flavonoid total dihitung dan dinyatakan sebagai mg QE/ g ekstrak.

2.3.5. Pengujian Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Sebanyak 25 mg DPPH dilarutkan dengan metanol ad 25 mL sehingga didapatkan larutan stok blanko DPPH 1000 µg/mL, lalu diencerkan menjadi larutan induk 250 µg/mL dengan cara mengambil sebanyak 2,5 mL larutan stok dan dilarutkan dengan metanol ad 10 mL. Dari larutan induk blanko kemudian dibuat seri konsentrasi dengan penambahan metanol ad 10 mL sehingga didapatkan seri konsentrasi DPPH 20,30,40,50,60,70 µg/mL. Dilakukan hal yang sama pada masing-masing ekstrak dan vitamin C dengan membuat seri konsentrasi lalu dari masing-masing seri konsentrasi ditambahkan dengan DPPH 70 µg/mL (1:1) dan diinkubasi selama 30 menit. Selanjutnya diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 515 nm. Penetapan aktivitas antioksidan dilakukan secara triplo dengan menghitung nilai *Inhibitory Concentration* 50% (IC₅₀).

2.3.6. Analisis Data

Data kadar flavonoid total dan IC₅₀ dinyatakan sebagai rata-rata ± SD, dan dianalisis menggunakan SPSS untuk melihat perbedaan kadar flavonoid total masing-masing tumbuhan dengan ANOVA *One Way* dengan tingkat kepercayaan 95 %, dan nilai p (Sig.) <0,05 mengindikasikan adanya perbedaan signifikan. Analisis selanjutnya dilakukan dengan melihat hubungan antara kadar flavonoid total dan IC₅₀, di mana nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 mengindikasikan adanya

korelasi antara kadar flavonoid total dan IC₅₀.

3. Hasil

Suku *Phyllantaceae* adalah salah satu keluarga tumbuhan berbunga yang sangat beragam dan tersebar luas. Daun-daun tumbuhan dalam suku ini biasanya sederhana, bergantian, dan memiliki berbagai bentuk, dari lanset hingga bulat. Pengamatan terhadap kelima daun dari lima tumbuhan yang termasuk ke dalam suku *Phyllanthaceae* yang tumbuh di daerah Jawa Barat meliputi katuk (*Breynia androgyna* (L.) Chakrab. & N.P. Balakr.), meniran (*Phyllanthus niruri*, L.), ceremai (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels), buni (*Antidesma bunius* (L.) Spreng), dan mareme (*Glochidion borneense* (Mull.Arg.) Boerl.) dilakukan secara makroskopik.

Morfologi daun sering diamati karena mudah diakses, bervariasi, berkaitan dengan lingkungan, stabil dalam spesies, dan memberikan wawasan tentang fungsionalitas tumbuhan. Ini membantu dalam identifikasi dan klasifikasi tumbuhan serta memahami adaptasi mereka. Berikut ini pengamatan secara makroskopik dari kelima daun yang disajikan pada Tabel 1 Gambar 1.

Hasil karakterisasi simplisia seperti yang terlihat pada tabel 2, memenuhi beberapa persyaratan seperti yang tercantum dalam Farmakope Herbal Indonesia (FHI)⁹ untuk menjamin mutu dari simplisia.

Dari hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa kelima tumbuhan memiliki kesamaan kandungan metabolit sekunder yaitu mengandung flavonoid, tanin,

saponin, dan terpenoid-steroid.

Kadar flavonoid total ditetapkan dengan menggunakan larutan standar kuersetin. Kuersetin sebagai salah satu flavonoid golongan flavonol merupakan senyawa flavonoid yang paling banyak ditemukan dalam tumbuhan khususnya dibagian daun.¹⁰ Kadar flavonid total selanjutnya dapat ditetapkan dengan mensubstitusikan nilai absorbansi pada persamaan yang didapatkan. Tabel 3 adalah hasil penetapan kadar flavonoid dari masing-masing ekstrak yang dinyatakan dalam nilai Quersetin Ekuivalen (QE).

4. Pembahasan

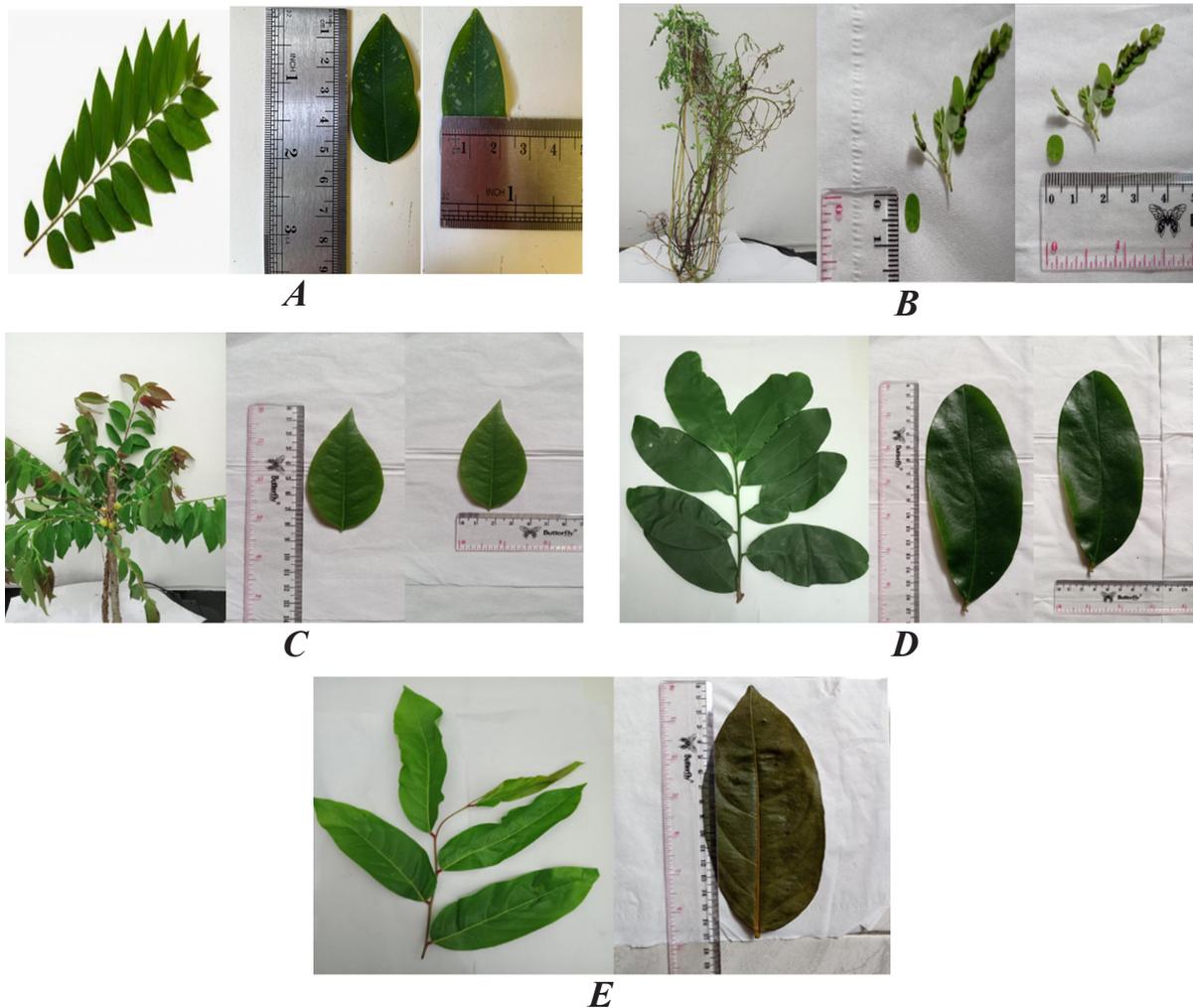
Analisis kimia dari senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan seringkali digunakan untuk menentukan kekerabatan antara jenis tumbuhan berdasarkan ciri kimianya. Beberapa senyawa yang sering menjadi fokus analisis ini meliputi: senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan terpenoid.

Suku *Phyllanteceae* diperkaya dengan keanekaragaman fitokimia dan selama 2016–2018, hampir 81 senyawa telah diisolasi, dimana sebagian besarnya adalah fenilpropanoid, triterpenoid, diterpenoid, dan flavonoid diantaranya senyawa phyllanglaucin, phylantin, kaemferol, quercetin, dan senyawa lainnya.⁴

Identifikasi kualitatif kandungan senyawa dalam ekstrak juga dilakukan dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) untuk mengetahui pola kromatogram dan distribusi senyawa-senyawa yang terdapat

Tabel 1. Hasil Pengamatan Karakter Morfologi Daun lima Suku *Phyllanthaceae*

Karakter	Sampel				
	Daun Katuk	Daun Meniran	Daun Ceremai	Daun Buni	Daun Mareme
Bentuk dan rupa	Bentuk oblongus, ujung daun acute, permukaan daun halus, tepi daun rata	Bentuk oblongus, ujung daun menumpul, permukaan daun halus, tepi daun rata	Bentuk oblongus, ujung daun acute, permukaan daun halus, tepi daun rata	Bentuk oblongus, ujung daun menumpul, permukaan daun halus, tepi daun rata	Bentuk oblongus, ujung daun acute, permukaan daun halus, tepi daun rata
Warna	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
Panjang (cm)	2,5-5,5	0,5-1	5-8	10-20	5-20
Lebar (cm)	2-2,5	0,5-0,7	1,5-3	2-8	2-9



Gambar 1. Daun katuk (a), meniran (b), ceremai (c), buni (d) dan mareme (e)

pada lima tumbuhan suku *Phyllanthaceae*. Sampel dapat diidentifikasi secara fisika dengan menggunakan lampu UV 254 dan 365 nm. Noda yang terdapat pada KLT akan berfluoresensi yang disebabkan oleh cahaya yang dapat dipancarkan oleh suatu senyawa ketika elektron yang terdapat pada senyawa tersebut tereksitasi, yang menyebabkan energi akan terlepas sehingga kembali ke keadaan semula.¹¹

Selain itu, sampel juga dapat diidentifikasi secara kimia dengan menyemprotkan penampak bercak pada KLT yang berisi cuplikan. Salah satu penampak bercak yang digunakan yaitu

asam sulfat 10% yang merupakan penampak bercak universal. Aluminium klorida 5% digunakan sebagai penampak bercak spesifik untuk mengidentifikasi senyawa flavonoid yang terdapat dalam sampel yang akan menghasilkan fluoresensi berwarna biru jika sampel positif mengandung flavonoid. Fluoresensi yang dihasilkan merupakan kompleks yang terjadi antara hidroksil dan keton dari ekstrak.¹²

Kadar flavonoid total ditetapkan dengan menggunakan larutan standar kuersetin. Kuersetin sebagai salah satu flavonoid golongan flavonol merupakan senyawa flavonoid yang paling banyak ditemukan

Tabel 2. Hasil Karakterisasi Simplisia

Parameter	Daun Katuk	Daun Meniran
Kadar Air	5*	5*
Kadar Abu Total	7,3	6,29
Kadar Abu Tidak Larut Asam	0,66	0,33
Kadar Sari Larut Air	40	15,81

Tabel 3. Hasil penetapan kadar flavonoid total dan Aktivitas antioksidan lima tumbuhan suku *Phyllanthaceae*

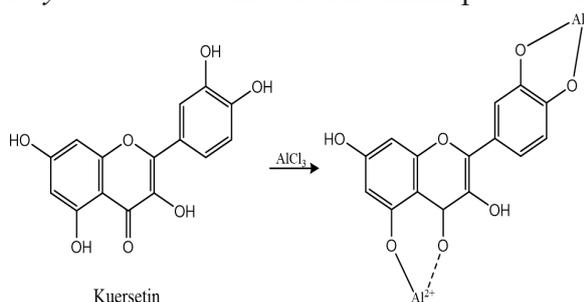
Sampel	Kadar Flavonoid Total (mg QE/g ekstrak)*	Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ ±SD*(µg/mL)
Daun Katuk	9,465 ± 0,029	79,720±0,18
Daun Meniran	9,847 ± 0,029	60,871±0,15
Daun Ceremai	7,504 ± 0,090	80,728±0,10
Daun Buni	7,857 ± 0,103	80,447±0,18
Daun Mareme	7,318 ± 0,029	82,676±0,10
Vitamin C		7,91±0,01

*Data dipresentasikan dalam bentuk rata-rata dan SD dari tiga kali pengukuran

dalam tumbuhan khususnya dibagian daun.¹⁰ Kadar flavonoid total selanjutnya dapat ditetapkan dengan mensubstitusikan nilai absorbansi pada persamaan yang didapatkan.

Kuersetin adalah salah satu flavonoid-flavonol yang pada strukturnya terdapat gugus hidroksil pada atom C₃ dan C₅ serta gugus keton pada atom C₄ sehingga akan terbentuk suatu kompleks berwarna kuning karena adanya reaksi oksidasi-reduksi dengan AlCl₃ yang bertindak sebagai oksidator dan kuersetin sebagai reduktor (Gambar 2). Selain penambahan AlCl₃, dilakukan juga penambahan natrium asetat (CH₃COONa) pada larutan uji yang berfungsi sebagai stabilisator sehingga panjang gelombang dapat dipertahankan pada daerah tampak (visible).^{10,13,14}

Ekstrak daun meniran memiliki kadar flavonoid total tertinggi yaitu sebesar 9,847 ± 0,029. Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa suku *Phyllanthaceae* memiliki kandungan flavonoid yang cukup tinggi sebagai senyawa utama baik pada genus *Phyllanthus*, juga pada genus lain seperti *Breynia*, *Antidesma*, dan *Glochidion*. Namun, secara statistik kadar flavonoid total dari kelima sampel tumbuhan suku *Phyllanthaceae* diketahui memiliki perbedaan

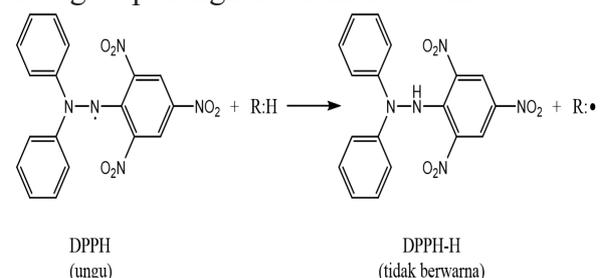
**Gambar 2.** Reaksi pembentukan kompleks kuersetin-AlCl₃¹⁵

yang bermakna terlihat dari hasil uji one way ANOVA SPSS yang menunjukkan nilai $p < 0,005$ dan disajikan pada tabel 4.

Metode DPPH digunakan sebagai metode pengujian aktivitas antioksidan dengan mengukur absorbansi DPPH yang mengalami oksidasi akibat penambahan larutan uji pada saat inkubasi (Gambar 3) yang menyebabkan penurunan nilai absorbansinya dibandingkan dengan nilai absorbansi blangko yaitu DPPH:MeOH dengan perbandingan 1:1.¹⁶

Potensi aktivitas antioksidan dari sampel yang diuji didapatkan dari hasil perhitungan IC₅₀, di mana semakin kecil IC₅₀ maka semakin besar potensi aktivitas antioksidan zat yang diuji. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan IC₅₀ yang berbeda-beda dan termasuk dalam kategori aktif¹⁷ serta memiliki potensi aktivitas antioksidan yang kuat.¹⁸ Sedangkan senyawa pembanding yaitu vitamin C memiliki IC₅₀ 7,91 µg/mL dan diklasifikasikan sebagai antioksidan sangat kuat.

Potensi aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh ekstrak daun dari kelima tumbuhan yang diuji diduga disebabkan karena senyawa flavonoid yang terkandung di dalamnya yang memiliki mekanisme kerja sebagai penangkal elemen radikal bebas.

**Gambar 3.** Skema Reaksi DPPH dan Antioksidan²²

Secara jelas disebutkan bahwa flavonoid secara langsung menangkap spesies oksigen reaktif dan secara cepat mengikat radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogen ataupun dengan memindahkan elektron tunggalnya.¹⁹ Selain yang disebutkan di atas, flavonoid memberikan perlindungan terhadap sistem biologis dengan mengikat/mengkelat logam, mengaktifkan enzim-enzim antioksidan serta menghambat reaksi oksidasi. Aktivitas antioksidan yang dimiliki flavonoid dapat dihasilkan karena adanya substituen 3-OH bebas dan secara aktif mampu mendonorkan elektron untuk radikal DPPH.²⁰ Walaupun demikian flavonoid sebagai antioksidan tidak dapat menggantikan posisi antioksidan primer yang terdapat pada tubuh manusia dan hanya dapat melengkapi fungsi antioksidan primer ketika kemampuan dan kapasitas detoksifikasi ROS menurun.²¹

Dari hasil penelitian yang dilakukan dan berdasarkan uji korelasi dengan SPSS dapat juga diketahui bahwa terdapat hubungan antara kadar flavonoid dengan IC_{50} dari kelima sampel. Berdasarkan uji korelasi diketahui bahwa koefisien korelasi antara kadar flavonoid total dan nilai-nilai IC_{50} dari lima tumbuhan suku *Phyllanthaceae* adalah sebesar 1,00 yang berarti bahwa terdapat korelasi yang sangat kuat dengan arah korelasi negatif antara kadar flavonoid total dengan IC_{50} yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi kadar flavonoid total maka semakin rendah nilai IC_{50} yang mengindikasikan semakin kuatnya aktivitas antioksidan dan nilai *significance* (nilai p) adalah $0,000 < 0,005$ yang menunjukkan bahwa adanya korelasi yang bermakna antara kadar flavonoid total dengan nilai IC_{50} .

5. Kesimpulan

Lima tumbuhan famili *Phyllanthaceae* memiliki kesamaan ciri-ciri anatomi dan kandungan senyawa metabolit sekunder dengan kadar flavonoid total yang cukup besar. Aktivitas antioksidan kelima tanaman tersebut tergolong ke dalam antioksidan kuat ($IC_{50} = 50-100 \mu\text{g/mL}$).

Referensi

1. Wahyu, Y., Irawan, B., Muctaridi. Studi Kemotaksonomi Kultivar Bawang Merah di Jawa Barat. Proceeding Seminar Nasional PTTI. Bandung; 2005.
2. V. Divya N., R. Panneerselvam, R. Gopi. Flavonoid as Chemotaxonomic Markers in Endemic/Endangered Species of Rauvlfia from Southern Western Ghats of India: A Preliminary Study. Plant Biosystems. 2013;147(3): 704-712.
3. Jumiarni, W.O., Komalasari, O. Eksplorasi Jenis dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat pada Masyarakat Suku Muna di Permukiman Kota Wuna. TradMedJ.2017;22(1): 45–56.
4. Nisar, M.F., Junwei, H., Ahmed, A., Youxin, Y., Mingxi, L., Chumpeng, W. Chemical Components and Biological Activities of the Genus Phyllanthus: A Review of the Recent Literature. Molecules. 2018; 23(10): 1–25.
5. Panche, A.N., Diwan, A.D., Chandra, S.R., 2016. Flavonoids: An Overview. J Nutr Sci. 2016; 5(47): 1–15.
6. Zulaikhah, S.T. Review Article: The Role of Antioxidants to Prevent Free Radicals in The Body. J-MedSains. 2017; 8(1): 39–45.
7. Haerani, A., Chaerunisa, A.Y., Subarnas, A. Artikel Tinjauan: Antioksidan untuk Kulit. Farmaka. 2018;16(2); 131–151.
8. Quy D.D. et.al. Effect of Extraction solvent on Total Phenolic content, Flavonoid content, and Antioxidant Activity of Limnophila aromatica. Journal of Food and Drug Analysis. 2013; 22(2014): 296-302.
9. Kementerian Kesehatan RI. Farmakope Herbal Indonesia Edisi II. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. 2017.
10. Yang, D., Wang, T., Long, M., Li, P. Review Article-Quercetin: Its Main Pharmacological Activity and Potential Application in Clinical Medicine. Oxid Med Cell Longev. 2020; 8825387.
11. Sopiah, B., Muliasari, H., Yuanita, E. Skrining Fitokimia dan Potensi Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Hijau dan Daun Merah Kastuba. JIFI.2019; 17(1): 27–33.

12. Windyaswari, A., Purba, J., Nurrahmah, S., Ayu, I., Imran, Z., Amin, A., Kurniawan, F., Pratiwi, N., Iswantari, A. Phytochemical Profile of Sea Grass Extract (*Enhalus acoroides*): A New Marine Source From Ekas Bay, East Lombok, in: IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci.. 2019; 278(1): 1-9.
13. Nurmila, Sinay, H., Watuguly, T. Identifikasi dan Analisis Kadar Flavonoid Ekstrak Getah Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) di Dusun Wanath Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah. Jurnal Biologi Pendidikan dan Terapan. 2019; 5(2): 65–71.
14. Suwartini, L., Yanti, N., Efrinalia, W. Optimasi Kondisi Pengujian Senyawa Flavonoid Total di Dalam Ekstrak Tanaman Sebagai Pengayaan Bahan Ajar Praktikum Makromolekul dan Hasil Alam di Laboratorium Kimia Organik. PS. 2021: 23(1): 28–35.
15. Azizah, D.N., Kumolowati, E., Faramayuda, F. Penetapan Kadar Flavonoid Total Metode AlCl₃ pada Ekstrak Metanol Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi. 2014; 2(2): 45–49.
16. Kusriani, H., Subarnas, A., Diantini, A., Iskandar, Y., Marpaung, S., Juliana, M., Silalahi, F. Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksik serta Penetapan Kadar Senyawa Fenol Total Ekstrak Daun, Bunga, dan Rimpang Kecombrang (*Etligeria elatior*). Pharmacy. 2017; 14(1): 51–63.
17. Sandhiutami, N.M.D., Rahayu, L. Uji Toksisitas Akut, Aktivitas Antioksidan In Vitro dan Efek Rebusan Bunga Kamboja Merah (*Plumeria rubra* L.) terhadap Kadar Malondialdehid. JIFI. 2014; 12(1): 43–49.
18. Fauziah, A.H., Mulkiya, K., Dasuki, U.A. Isolasi Senyawa Antioksidan dari Daun Mareme (*Glochidion borneense*, (Müll. Arg.) Boerl.), in: Prosiding Farmasi SPeSIA. 2016; 2(2): 743–748.
19. Banjarnahor, S.D.S., Artanti, N. Review article: Antioxidant Properties of Flavonoids. Med J Indonesia. 2014; 23(4): 239–244.
20. Noriyoshi Masuoka, Maya Matsuda, Isao Kubo, 2012, Characterisation of antioxidant activity of flavonoids, Food Chemistry. 2012.; 131(2):541-545.
21. Agati, G., Brunetti, C., Fini, A., Gori, A., Guidi, L., Landi, M., Sebastiani, F., Tattini, M. Are Flavonoids Effective Antioxidants in Plants? Twenty Years of Our Investigation. Antioxidants. 2020; 9(11):1098.
22. Liang, N., Kitts, D.D. Antioxidant Property of Coffee Components: Assessment of Methods that Define Mechanisms of Action. Molecules. 2014; 19(11): 19180-19208.