

Uji Kandungan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Lai (*Durio kutejensis*) (Hassk.) (Becc.) dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Hetty Manurung^{1*}, Dwi Susanto², Rika Zulia Hapsari²

¹Laboratorium Fisiologi dan Perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

²Program Studi S1 Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

*email: hetty_manroe@gmail.com

Article History

Received:
30/06/2023

Revised:
06/07/2023

Accepted:
14/07/2023

Kata kunci:

Antioksidan
Lai
(*Durio kutejensis*)
Metabolit sekunder
Tumbuhan endemik

Key word:

Antioxidant
Durio kutejensis
Secondary metabolite
Endemic plant

ABSTRAK

Lai (*Durio kutejensis* Hassk. Becc) merupakan tumbuhan endemik di wilayah pulau Kalimantan. Daun lai memiliki kandungan metabolit sekunder dan secara tradisional digunakan sebagai bahan obat dan kosmetik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder (Fitokimia) apa saja yang terdapat dalam ekstrak etanol daun lai serta uji aktivitas antioksidannya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Perkembangan Tumbuhan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman. Uji kandungan fitokimia secara kualitatif dilakukan terhadap alkaloid, fenolik, flavonoid, saponin, tannin, kuinom, steroid-triterpenoid, dan glikosida. Uji fitokimia secara kuantitatif dilakukan terhadap kandungan total fenol dan flavonoid. Biokativitas antioksidan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Hasil penelitian menunjukkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak etanol daun lai adalah alkaloid, triterpenoid, fenolik, flavonoid, kuinon, dan tanin. Kandungan total fenol (TPC) ekstrak daun lai sebesar 911,50 µg *Gallic Acid Equivalent* (GAE)/g ekstrak dan kandungan total flavonoid sebesar 1.190,50 µg *Quercetin Equivalent* (QE)/g ekstrak. Nilai inhibisi tertinggi terdapat pada konsentrasi ekstrak 100 ppm sebesar 43,14%. Bioaktivitas Antioksidan adalah kategori sedang dengan nilai IC₅₀ sebesar 115,472 ppm.

ABSTRACT

Lai (*Durio kutejensis* Hassk. Becc) is an endemic plant on the island of Borneo. Lai leaves contain secondary metabolites. It's used traditionally as medicinal and cosmetic ingredients. The purpose of the recent study was to determine secondary metabolites (phytochemicals) that were present in the ethanol extract of lai leaves and test their antioxidant activity. The research was conducted at the Laboratory of Physiology and Plant Development, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University. A qualitative test of phytochemicals was carried out on; alkaloids, phenolics, flavonoids, saponins, tannins, quinines, steroid-triterpenoids, and glycosides. Phytochemical quantitative tests were carried out on; the total phenolic and flavonoid content. Antioxidant bioactivity using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. The results showed that the secondary metabolites contained in the ethanol extract of Lai leaves were alkaloids, triterpenoids, phenolics, flavonoids, quinones, and tannins. The total phenolic content (TPC) of lai leaf extract was 911.50 µg *Gallic Acid Equivalent* (GAE)/g extract; the total flavonoid content was 1,190.50 µg *Quercetin Equivalent* (QE)/g extract. The highest inhibition value was found at the concentration of 100 ppm of 43.14%. Antioxidant bioactivity is in the moderate category with an IC₅₀ value of 115.472 ppm.

Copyright © 2023 LPPM Universitas Indraprasta PGRI. All Right Reserved

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara mega biodiversitas karena memiliki kawasan hutan tropika basah dengan tingkat keanekaragaman hayati tinggi di dunia. Hal ini terjadi karena adanya oleh iklim tropis dan kondisi geografis yang mendukung tumbuhnya bermacam-macam tumbuhan. Indonesia termasuk kedalam delapan pusat keanekaragaman genetik tanaman di dunia khususnya untuk buah-buahan tropis (Sastrapradja & Rifai, 1989). Salah satu contoh tanaman buah tropis dan merupakan buah eksotik yang produksinya melimpah adalah tanaman lai (*Durio kutejensis*), merupakan berkerabat dekat durian (*Durio ziberthinus*). Nama lai merupakan nama tanaman khas yang diberikan oleh penduduk asli Kalimantan Timur, sedangkan di daerah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah lai dikenal dengan sebutan pampaken. Lai (*Durio kutejensis*) memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi salah satu produk unggulan buah tropika, meskipun masih kurang terkenal dibandingkan dengan durian (*D. ziberthinus*) (Muhsin *et al.*, 2016).

Sejauh ini tanaman lai dimanfaatkan sebagai tanaman penghasil buah. Namun secara tradisional tumbuhan ini digunakan sebagai bahan obat tradisional. Air rebusan bunga lai digunakan untuk mengobati penyakit panas (demam) karena mengandung minyak atsiri dan vitamin C, yang berfungsi sebagai anti bakteri, anti inflamasi (anti radang) dan anti oksidan (Priyanti, 2012). Hasil rebusan air kulit batang lai digunakan untuk mengobati penyakit sariawan, demam dan diare (Hendra, 2009). Kulit batang mengandung vitamin C dan vitamin B. Kulit batang juga mengandung fitokimia diantaranya triterpenoid, kuinon dan kumarin yang bermanfaat sebagai senyawa inhibitor pembentukan zat melanin (Rudiyansyah & Garson, 2006). Arung *et al.* (2015) melaporkan bahwa tanaman lai memiliki bioaktivitas. Ekstrak etil asetat buah *D. kutejensis* menunjukkan penghambatan pembentukan melanin tanpa sitoksisitas serta aktivitas antioksidan yang berpotensi untuk mengobati hiperpigmentasi. Sehingga dapat digunakan sebagai pencerah kulit karena kemampuannya dalam menghambat pembentukan melanin dalam sel melanoma.

Priyanti (2012) menyatakan bahwa beberapa masyarakat di Kalimantan memanfaatkan bagian-bagian lain dari tanaman lai (*Durio kutejensis*) seperti akar dan daun secara tradisional untuk bahan kosmetik dan bahan baku obat. Beberapa

masyarakat suku Dayak memanfaatkan pucuk daun lai sebagai bahan kosmetik dan dimakan sebagai lalapan. Dan keberadaan bahan alam daun lai tersedia disepanjang musim dan terdapat dalam jumlah yang berlimpah, sehingga dapat digunakan sebagai sumberdaya alam untuk dapat dikembangkan sebagai salah satu sumber obat-obatan alami yang memiliki beberapa bioaktivitas. Namun hingga saat ini kajian tentang metabolit sekunder, kandungan fitokimia serta bioaktivitas daun lai belum dilakukan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap kandungan metabolit sekunder ekstrak daun lai baik secara kualitatif maupun kuantitatif, serta untuk menguji apakah ekstrak daun lai tersebut memiliki aktivitas Antioksidan, sebagai bukti empiris yang mendukung pemanfaatannya sebagai bahan obat alami.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun lai (*Durio kutejensis*), etanol *absolute*, *tube centrifuge*, larutan DPPH, vitamin c, *aquadest*, HCl (Asam Klorida), FeCl₃ (Ferric Chloride), H₂SO₄ (Asam Sulfat), kloroform, pereaksi dragendorff, NaOH 1%, Timbal Asetat (CH₃COO)₂, Pb 1%, NaOH (Natrium Hidroksida), Asam Asetat Anhidrat (CH₃CO)₂O, Pereaksi Follin-Ciocalteu, Na₂CO₃ (Natrium Karbonat) 7,5%, DMSO (Dimethyl Sulfoxide), *vaselline*, *tissue*, kertas saring, *alluminium foil*, *plastic wrap*, kertas label, kertas saring, dan kapas.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu, *beaker glass*, corong pisah, corong kaca, gelas ukur, labu ukur, *spatula*, batang pengaduk, pompa vakum, gunting, *blender*, neraca analitik, *rotary evaporator*, botol vial, *freeze dryer*, *hot plate*, *erlenmeyer*, pipet tetes, cuvet, pipet volume, rak tabung reaksi, tabung reaksi dan spektrofotometer UV-Vis.

Persiapan Sampel (Preparasi Sampel)

Sampel penelitian yang digunakan adalah daun lai (*Durio kutejensis*) yang berasal dari wilayah *jogging track* kampus Universitas Mulawarman, Samarinda. Daun dikoleksi dan dikumpulkan dalam sebuah plastik, dibersihkan, kemudian dikering anginkan selama 3 minggu pada suhu ruang kemudian dihaluskan menggunakan *blender* hingga daun menjadi serbuk.

Ekstraksi (Maserasi) Daun Lai

Serbuk daun lai diekstraksi secara maserasi menggunakan pelarut etanol 96% selama 5 hari, dilakukan pengadukan 1 x sehari, kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman No 1. Filtrat kemudian di evaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C sehingga diperoleh ekstrak kental daun lai, untuk selanjutnya digunakan dalam uji kandungan metabolit sekunder dan bioaktivitas.

Uji Fitokimia

Uji Fitokimia yang dilakukan mengacu kepada metode Harborne (1987) dan Manurung *et al.* (2022). Uji Fitokimia secara kualitatif dilakukan terhadap:

Uji Alkaloid (Dragendorff)

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan dengan 2 mL HCl, setelah itu dikocok dan didiamkan beberapa saat. Kemudian larutan tersebut ditambahkan dengan 1 mL pereaksi Dragendorff (campuran Bi (NO₃)₂·5H₂O dalam asam nitrat dan larutan Kalium Iodida) dan diamati. Uji positif Alkaloid menunjukkan terbentuknya endapan jingga sampai merah coklat.

Uji Saponin

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan air panas dan dikocok, jika timbul busa ditambahkan 1 tetes HCl pekat. Uji positif Saponin menunjukkan adanya busa dengan ketinggian 1-3 cm yang bertahan selama lebih dari 10 menit.

Uji Steroid dan Triterpenoid (Liebermann Burchard)

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan dengan 5 mL kloroform dan ditambahkan 6 mL asam sulfat (H₂SO₄) kemudian didiamkan selama dua menit dan diamati perubahannya. Uji positif steroid menunjukkan terbentuknya larutan berwarna hijau atau biru dan uji positif triterpenoid menunjukkan terbentuknya larutan berwarna merah atau ungu.

Uji Fenolik

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan dengan 3 tetes larutan besi

(III) (FeCl₃) 1 %. Uji positif fenolik menunjukkan terbentuknya larutan berwarna hijau, merah, ungu, biru atau hitam yang kuat.

Uji Flavonoid

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan dengan beberapa tetes NaOH 1 % dan HCl 1 %. Uji positif flavanoid menunjukkan terbentuknya larutan yang tidak berwarna.

Uji Kuinon

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan dengan beberapa tetes larutan NaOH 10%. Uji positif kuinon menunjukkan terbentuknya larutan berwarna kuning.

Uji Glikosida

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian dilakukan reaksi Liebermann Burchard dan diuapkan larutan ekstrak di atas penangas air. Lalu ditambahkan beberapa tetes asam sulfat (H₂SO₄). Uji positif glikosida menunjukkan terbentuknya larutan berwarna biru atau hijau (Depkes RI, 1989).

Uji Tanin

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) dilarutkan dengan etanol pekat sebanyak 1 mL. Kemudian ditambahkan beberapa tetes larutan timbal asetat (CH₃COO)₂Pb 1 %. Uji positif tanin menunjukkan terbentuknya endapan berwarna kuning (Kokate, 2001).

Uji Kandungan Total Fenol (Total Phenolic Content/TPC)

Kandungan total fenol (TPC) dianalisis dengan metode *Follin-Ciocalteu* dan asam galat sebagai larutan standar. Analisis ini diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 760 nm, dimana hasil dinyatakan sebagai mg ekuivalen asam gallat/L sampel (mg GAE/L sampel) (Singleton dkk., 1999). Uji kandungan fenolik total dilakukan dengan mengacu pada metode Manurung *et al.* (2022) dengan sedikit modifikasi. Dengan tahapan sebagai berikut:

Pembuatan Reagen (Larutan Folin-Carbonat)

Sebanyak 7,5 mg Na₂CO₃ dilarutkan dengan 100 mL aquades (konsentrasi Natrium Karbonat

7,5%). Kemudian 1 mL Folin-Ciocalteu dilarutkan dengan 9 mL larutan Natrium Karbonat 7,5% yang sudah dibuat sebelumnya dengan perbandingan 1:9.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Galat

Satu mg asam galat dan dilarutkan dengan 10 mL DMSO sehingga konsentrasi menjadi 100 ppm. Kemudian diturunkan konsentrasinya menjadi 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14 ppm. Pada masing-masing konsentrasi ditambahkan 0,25 ml larutan follin-carbonat dan 1,25 mL larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) 7,5%. Setelah itu diinkubasi selama 60 menit di ruangan gelap. Masing-masing konsentrasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Lalu diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer B-One UV-Vis 100 DA pada panjang gelombang maksimum 760 nm dan dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam galat dengan hasil absorbansi yang didapat.

Penentuan Kandungan Total Fenolik

Sebanyak 2 mg ekstrak etanol daun lai dilarutkan dalam 10 mL aquadest. Kemudian dipipet ekstrak sebanyak 0,1 mL dan ditambahkan dengan 0,4 mL akuades kemudian ditambahkan larutan folin-carbonat sebanyak 0,25 mL dan larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) 7,5% sebanyak 1,25 mL kemudian diinkubasi selama 60 menit di ruangan gelap. Masing-masing konsentrasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Lalu diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer B-One UV-Vis 100 DA pada panjang gelombang maksimum 760 nm dan dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi sampel ekstrak dengan hasil absorbansi yang didapat. Perhitungan kandungan total fenolik menggunakan rumus sebagai berikut (Kumari dan Sharma, 2015):

$$T = \frac{(C \times V)}{M}$$

dimana T adalah Total kandungan fenolik (μg GAE/g ekstrak), C adalah konsentrasi asam galat ($\mu\text{g}/\text{ml}$), V adalah volume ekstrak (ml) dan M adalah Berat ekstrak (g).

Uji Kandungan Total Flavonoid (Total Flavonoid Content/TFC)

Total flavonoid content (TFC) dianalisis dengan metode *Aluminium Chloride Colorimetric Technique* (ACCT) dan *Quersetin* sebagai larutan standar. Analisis ini diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 510 nm yang dinyatakan sebagai mg ekuivalen quersetin/L sampel (mg GE/L sampel). Uji TFC

(*Total Flavonoid Content*) dilakukan dengan mengacu pada metode Manurung *et al.* (2022) yang telah dimodifikasi.

Pembuatan Reagen (Larutan AlCl_3 10%, NaNO_2 5% dan NaOH 1 M)

Disiapkan larutan AlCl_3 10% dengan cara: 10 mg AlCl_3 dilarutkan dengan 100 mL etanol; Larutan NaNO_2 5% dengan cara melarutkan 5 g NaNO_2 dalam 100 mL akuades; Larutan NaOH 1 M dengan cara melarutkan 4 gr NaOH dalam 100 mL akuades.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Quersetin

Ditimbang 1 mg quersetin dan dilarutkan dalam 10 ml DMSO sehingga konsentrasinya menjadi 100 ppm. Kemudian diturunkan konsentrasinya menjadi 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14 ppm. Pada masing-masing konsentrasi ditambahkan 0,10 mL larutan AlCl_3 10 % dan 0,1 mL larutan NaNO_2 5% serta 0,5 mL larutan NaOH 1 M. Kemudian diinkubasi selama 60 menit di ruangan yang gelap. Masing-masing konsentrasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Lalu diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer B-One UV-Vis 100 DA pada panjang gelombang maksimum 510 nm dan dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi quersetin dengan hasil absorbansi yang didapat.

Penentuan Kandungan Total Flavonoid

Ditimbang 2 mg ekstrak etanol lai dan dilarutkan dalam 10 mL akuades. Dipipet ekstrak sebanyak 0,1 mL dan ditambahkan dengan 0,7 mL akuades kemudian ditambahkan 0,1 mL larutan NaNO_2 5% dan 0,1 mL larutan AlCl_3 10% serta 0,5 mL larutan NaOH 1 M. Setelah itu diinkubasi selama 60 menit di ruangan gelap. Masing-masing konsentrasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Lalu diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer B-One UV-Vis 100 DA pada panjang gelombang maksimum 510 nm dan dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi sampel ekstrak dengan hasil absorbansi yang didapat. Perhitungan kandungan total flavonoid menggunakan rumus sebagai berikut (Kumari & Sharma, 2015):

$$T = \frac{(C \times V)}{M}$$

dimana T adalah Total kandungan flavonoid (μg QE/g ekstrak), C adalah konsentrasi quersetin ($\mu\text{g}/\text{ml}$), V adalah volume ekstrak (ml), M adalah berat ekstrak (g).

Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dan asam askorbat sebagai larutan standar pembanding (Manurung *et al.*, 2018) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 5 mg ekstrak etanol daun lai dilarutkan dalam 10 mL akuades sehingga didapatkan konsentrasi 500 ppm. Kemudian diturunkan konsentrasinya menjadi 6,25; 12,5; 25; 50; dan 100 ppm. Ditimbang 1 mg asam askorbat dan dilarutkan dengan 10 mL etanol sehingga konsentrasinya menjadi 100 ppm. Kemudian diturunkan konsentrasinya menjadi 1, 1,5, 2, 2,5, dan 3 ppm. Disiapkan larutan DPPH 27% dengan cara melarutkan 2,7 mg kristal/padatan DPPH ke dalam 100 mL etanol.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Askorbat

Dipipet sebanyak 0,066 mL larutan standar asam askorbat ke dalam 5 tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 0,934 mL etanol dan 1 mL larutan DPPH 27%. Lalu diinkubasi selama 30 menit di ruang gelap. Setelah itu diukur absorbansi menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Kemudian dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam askorbat dengan absorbansi hasil yang didapat.

Penentuan Aktivitas Antioksidan

Dipipet sebanyak 0,066 mL larutan ekstrak ke dalam 6 tabung reaksi kemudian ditambahkan 0,934 mL etanol dan 1 mL larutan DPPH 27%. Lalu diinkubasi selama 30 menit di ruang gelap. Setelah itu diukur absorbansi menggunakan Spektrofotometer B-One UV-Vis 100 DA pada panjang gelombang 517 nm. Kemudian dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi ekstrak dengan absorbansi hasil yang didapat. Nilai DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) yang dinyatakan sebagai persen inhibisi (% Inhibisi) dapat dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \times 100\%$$

Keterangan:

% Inhibisi: Persentase aktivitas antioksidan

A_{blanko} : Absorbansi blanko (berisi 1 mL ekstrak + 1 mL etanol)

A_{sampel} : Absorbansi sampel (berisi 1 mL ekstrak + 1 mL DPPH)

Analisis Data

Data metabolit sekunder atau fitokimia secara kualitatif dianalisis secara deskriptif, kandungan

total fenolik dan kandungan total flavonoid serta aktivitas antioksidan dianalisis dengan menghitung nilai absorbansi dan disubstitusikan ke dalam persamaan linear menggunakan *Microsoft excel*. Nilai aktivitas antioksidan dihitung berdasarkan nilai IC_{50} menggunakan analisis regresi linear. Semua analisis dilakukan secara tiga kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kandungan Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Lai

Hasil uji terhadap kandungan fitokimia ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) menunjukkan bahwa daun lai mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder (senyawa fitokimia) disajikan pada Tabel 1.

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, triterpenoid, fenolik, flavonoid, kuinon, dan tanin. Suteja *et al.* (2019) melaporkan bahwa ekstrak metanol dan etil asetat daun durian (*Durio ziberthinus*) yang masih berkerabat dekat dengan tanaman lai mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, triterpenoid, dan steroid. Penelitian lain melaporkan bahwa ekstrak etanol daun durian (*Durio ziberthinus*) mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu fenolik, flavonoid, saponin, dan steroid (Sonia *et al.*, 2020). Pada hasil penelitian terdahulu dapat dilihat bahwa kandungan metabolit sekunder daun lai tidak berbeda jauh dengan kandungan metabolit sekunder daun durian. Hal ini sesuai dengan teori Linnaeus pada abad ke-18 yang menyatakan bahwa suatu tumbuhan pada umumnya yang memiliki kesamaan morfologi juga memiliki kandungan yang mirip. Adapun perbedaan metabolit yang diperoleh pada pelarut disebabkan oleh sifat kepolaran senyawa. Selain itu, suhu juga merupakan salah satu pengaruh pada proses ekstraksi dimana pada suhu 40° C lebih banyak jumlah zat yang diperoleh dibandingkan dengan suhu ruang (Purwanto *et al.*, 2017).

Pada uji alkaloid dengan pereaksi Dragendorff ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna jingga hingga merah coklat. Endapan yang terbentuk tersebut merupakan kalium-alkaloid yang terbentuk karena adanya pembentukan senyawa kompleks antara ion logam dari reagen dengan senyawa alkaloid. Penggunaan pereaksi Dragendorff bertujuan untuk mendeteksi adanya senyawa alkaloid. Pereaksi ini mengandung bismuth yang termasuk ke dalam logam berat atom tinggi. Alkaloid juga merupakan senyawa yang

terdiri dari atom nitrogen yang memiliki pasangan elektron bebas yang dapat digunakan dalam

membentuk ikatan kovalen koordinat dengan ion logam (Abraham *et al.*, 2014).

Tabel 1. Hasil uji fitokimia ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*)

Kandungan Fitokimia	Hasil Pengamatan	Keterangan
Alkaloid	+	Terdapat endapan merah coklat
Saponin	-	Tidak terbentuk busa
Steroid	-	Tidak terbentuk cincin warna biru kehijauan
Triterpenoid	+	Terbentuk cincin warna merah kecoklatan
Fenolik	+	Terbentuknya larutan berwarna hijau kehitaman
Flavonoid	+	Terbentuknya larutan berwarna kekuningan
Kuinon	+	Terbentuknya larutan berwarna kekuningan
Glikosida	-	Tidak terbentuk larutan berwarna hijau atau biru
Tanin	+	Terdapat endapan kekuningan

Keterangan: (+) = terdeteksi mengandung senyawa metabolit sekunder, (-) = terdeteksi tidak mengandung senyawa metabolit sekunder

Pada ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) mengandung senyawa alkaloid ditandai dengan adanya endapan merah kecoklatan setelah ditambahkan pereaksi Dragendorff. Alkaloid merupakan senyawa organik yang banyak ditemukan di alam dan hampir ditemukan di berbagai jenis tumbuhan dan digunakan pada bidang kesehatan atau pengobatan karena bersifat sebagai zat antioksidan dan antibakteri (Tengo dkk., 2013). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ekstrak buah lai mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder dalam bidang kesehatan yaitu anti melanogenesis (Arung *et al.*, 2015).

Hasil uji Saponin menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun lai tidak mengandung senyawa saponin yang ditandai dengan tidak terbentuknya busa. Menurut Hartono (2009), senyawa saponin merupakan senyawa yang mengandung racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemolisis pada darah. Saponin bersifat racun bagi hewan berdarah dingin, oleh karena itu sering digunakan sebagai racun ikan. Saponin juga dapat disebut dengan sapatoksin (bersifat keras/racun), dengan kemampuan senyawa saponin tersebut, senyawa ini berpotensi sebagai zat anestesi. Pada uji steroid-triterpenoid menunjukkan hasil bahwa ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) negatif atau tidak mengandung senyawa steroid dengan ditandai tidak terbentuknya cincin berwarna biru kehijauan, melainkan positif atau mengandung senyawa triterpenoid dengan ditandai terbentuknya cincin berwarna merah kecoklatan.

Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Rudiansyah & Garson (2006) menyatakan bahwa pada kulit batang lai juga mengandung senyawa triterpenoid. Menurut Widiyati (2006), bagi tumbuhan yang mengandung senyawa triterpenoid terdapat nilai ekologi karena senyawa

ini berfungsi sebagai antifungal, insektisida, antivirus, dan antibakteri. Triterpenoid umumnya larut dalam lemak dan terdapat dalam sitoplasma sel tumbuhan. Kebanyakan triterpenoid alam mempunyai struktur siklik dan mempunyai satu gugus fungsi atau lebih. Salah satu senyawa triterpenoid adalah taksodon dan vernomenin yang merupakan jenis triterpenoid yang mempunyai efek fisiologi terhadap manusia yaitu dapat menahan pembelahan sel sehingga dapat menghalangi pertumbuhan sel (Harborne, 1987).

Hasil uji ekstrak etanol daun *Durio kutejensis* mengandung senyawa fenolik, hal ini ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna hijau kehitaman pada larutan. Pada dasarnya senyawa fenolik cenderung mudah larut dalam pelarut polar seperti etanol dan air karena berikatan dengan gula sebagai glikosida dan biasanya terdapat dalam vakuola sel. Reaksi $FeCl_3$ dengan sampel membuat pembentukan warna, pada uji ini yang berperan adalah ion Fe^{3+} yang mengalami hibridisasi (Harborne, 1987).

Pada uji flavonoid menunjukkan hasil bahwa ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) mengandung senyawa flavonoid dengan ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna kekuningan. Flavonoid merupakan metabolit sekunder dari polifenol yang ditemukan pada tumbuhan yang mempunyai fungsi antara lain sebagai antivirus, anti inflamasi, antidiabetes, antikanker, anti penuaan, dan antioksidan (Arifin & Ibrahim, 2018). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa dalam ekstrak buah lai mengandung senyawa bioaktivitas serta antioksidan (Arung *et al.*, 2015). Flavonoid mempunyai mekanisme kerja sebagai antibakteri yang berikatan dengan protein melalui ikatan hidrogen sehingga mengakibatkan struktur protein rusak, kestabilan dinding sel dan membran plasma

terganggu, kemudian bakteri akan mengalami lisis (Rinawati, 2011).

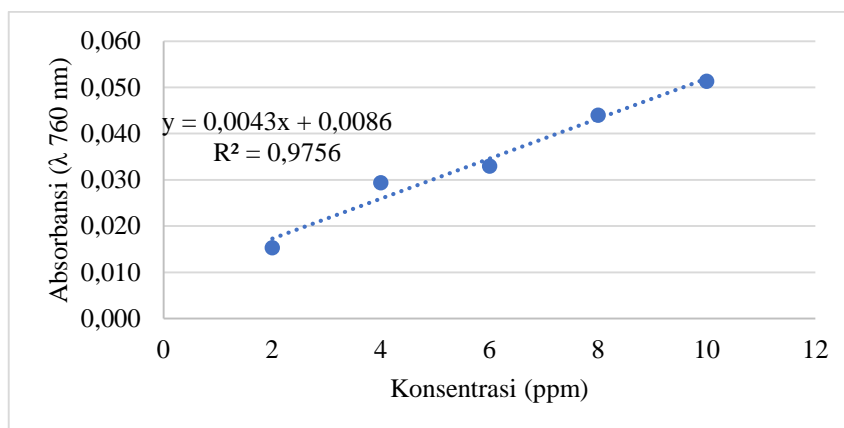
Ekstrak etanol daun *Durio kutejensis* menunjukkan hasil positif mengandung senyawa kuinon dengan ditandai terbentuknya warna kekuningan pada larutan. Senyawa kuinon berfungsi sebagai antibiotik dan penghilang rasa sakit serta merangsang pertumbuhan sel baru pada kulit (Kristanti, 2008). Uji kuinon dilakukan dengan menggunakan pereaksi larutan natrium hidroksida (NaOH). Pereaksi NaOH berfungsi untuk melepaskan gugus fenol pada kuinon sehingga terbentuk ion fenolat. Ion fenolat ini dapat menyerap cahaya dan menimbulkan warna (Harborne, 1987). Senyawa kuinon sendiri mempunyai mekanisme kerja sebagai antibakteri dengan berikatan pada protein dan membuat rangkaian kompleks dengan asam amino sehingga akan mengganggu metabolisme sel bakteri dan menyebabkan protein kehilangan fungsinya (Cowan, 1999).

Ekstrak etanol daun lai *Durio kutejensis* menunjukkan hasil negatif atau tidak mengandung senyawa glikosida dengan ditandai tidak terbentuknya larutan berwarna hijau atau biru. Glikosida bagi tumbuhan berfungsi sebagai pelindung terhadap infeksi atau hama penyakit dan cadangan makanan. Di bidang kesehatan, glikosida

berfungsi sebagai bahan obat penyakit jantung, obat pencahar, antiseptik, dan anti reumatik (Miroslav, 1971.). Uji tanin menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun *D. kutejensis* mengandung senyawa tanin dengan ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna kekuningan. Tanin merupakan senyawa makromolekul dari senyawa polifenol yang bersifat polar. Umumnya senyawa tanin akan larut dalam pelarut polar (Sajib *et al.*, 2015).

Uji Kandungan Total Fenolik Ekstrak Etanol Daun Lai (*Durio kutejensis*)

Uji kandungan total fenolik ekstrak etanol daun lai menggunakan metode Folin-Ciocalteu dengan asam galat (GAE) sebagai larutan standar. Digunakan asam galat sebagai larutan standar karena asam galat merupakan salah satu senyawa fenolik alami dan bersifat stabil. Asam galat jika direaksikan dengan reagen Folin-Ciocalteu akan menghasilkan warna kuning yang menunjukkan adanya senyawa fenol. Kemudian ditambahkan dengan Na_2CO_3 menghasilkan warna biru. Warna biru yang terbentuk akan semakin pekat jika konsentrasi senyawa fenolik semakin tinggi (Mariska, 2009). Hasil kurva kalibrasi larutan standar asam galat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva standar kalibrasi asam galat

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa hasil kurva standar kalibrasi asam galat pada panjang gelombang 760 nm diperoleh persamaan regresi yaitu $y = 0,0034x + 0,0086$ dan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9756. Nilai absorbansi asam galat meningkat atau semakin bertambah, hal ini

dikarenakan semakin tinggi konsentrasi dari asam galat yang diberikan maka akan menghasilkan intensitas warna yang semakin tinggi (Lerebulan dkk., 2018). Kurva kalibrasi asam galat digunakan sebagai standar untuk perhitungan kandungan total fenol (Tabel 2).

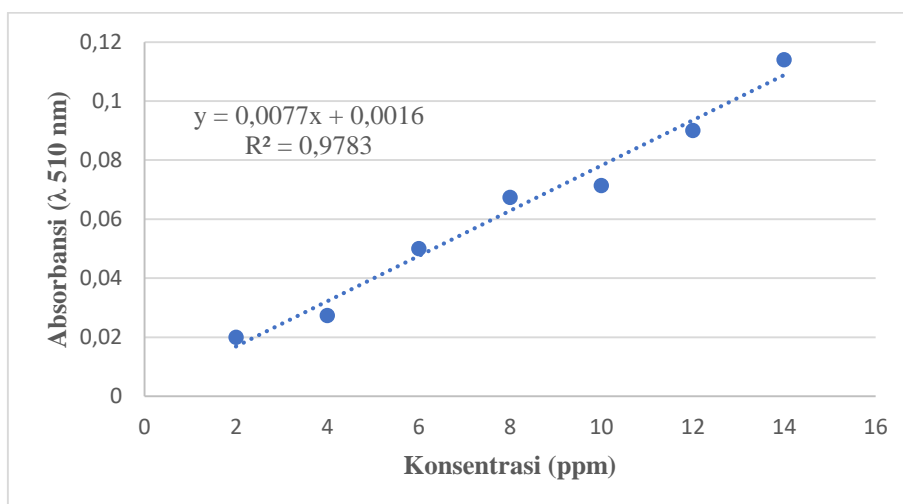
Tabel 2. Nilai absorbansi dan kandungan total fenolik ekstrak etanol daun *D. kutejensis*.

Sampel	Ulangan	Absorbansi $\lambda = 760 \text{ nm}$	Rata-Rata (STDV)	Kandungan Fenolik Total (μg GAE/g)
Ekstrak etanol daun lai	1 2 3	0,087 0,086 0,088	$0,087 \pm 0,001$	911,50

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) memiliki kandungan total fenolik sebesar 911,5 μg GAE/g ekstrak. Pada penelitian sebelumnya kandungan total fenolik ekstrak metanol daun lai sebesar 104,55 μg GAE/g ekstrak (Manurung *et al.*, 2022) dan penelitian kandungan total fenolik ekstrak air panas daun lai sebesar 43,939 μg GAE/g ekstrak (Sari, 2021). Pada Hasil penelitian ini nilai kandungan total fenolik jauh lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan nilai kandungan yang didapatkan ini dipengaruhi oleh tingkat kualitas pelarut. Pelarut menentukan senyawa apa yang diekstrak dan tingkat kepolaran pelarut juga sangat mempengaruhi senyawa yang diperoleh (Purwanto *et al.*, 2017).

Uji Kandungan Total Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Lai (*Durio Kutejensis*)

Uji kandungan total flavonoid ekstrak etanol daun lai menggunakan metode Aluminium klorida dengan quersetin (QE) sebagai larutan standar karena quersetin merupakan salah satu golongan flavonoid yaitu flavonol yang mengandung gugus keton pada atom C-4 dan gugus hidroksil pada atom C-3 dan C-5 (Aminah *et al.*, 2017). Hasil kurva kalibrasi larutan standar quersetin yang digunakan untuk perhitungan nilai kandungan total Flavonoid ekstrak etanol daun lai disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva standar kalibrasi quersetin

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil kurva kalibrasi quersetin pada panjang gelombang 510 nm diperoleh persamaan regresi yaitu $y = 0,0077x + 0,0016$ dan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9783. Diperoleh nilai absorbansi quersetin meningkat atau semakin bertambah dikarenakan dalam menentukan jumlah total flavonoid yang terdapat dalam ekstrak dapat dilakukan dengan

menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis, apabila nilai absorbansinya semakin besar maka semakin banyak kadar total flavonoid yang terkandung dalam ekstrak (Neldawati, 2013). Hasil perhitungan kandungan total flavonoid (TFC) berdasarkan kurva kalibrasi quersetin disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai absorbansi dan kandungan total flavonoid ekstrak etanol daun *D. kutejensis*.

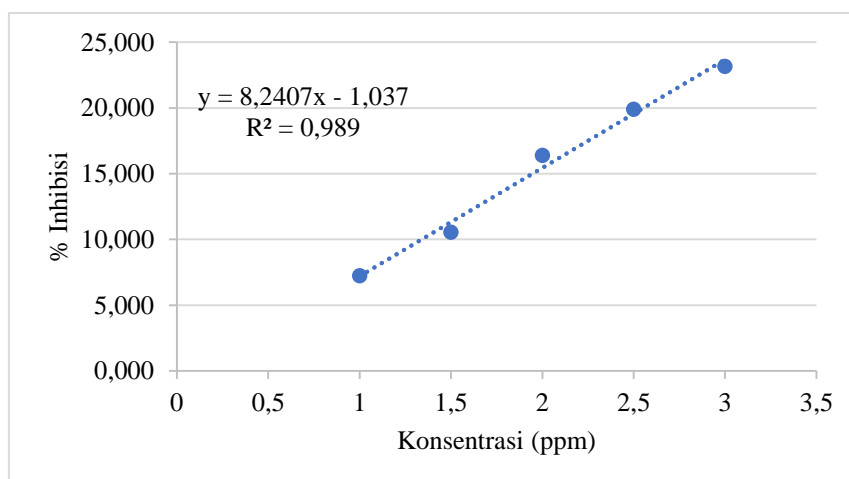
Sampel	Ulangan	Absorbansi $\lambda = 510 \text{ nm}$	Rata-Rata (STDV)	Kandungan Flavonoid Total ($\mu\text{g QE/g}$)
Ekstrak etanol daun lai	1	0,186	0,185 \pm 0,001	1.190,5
	2	0,186		
	3	0,185		

Ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) memiliki kandungan total flavonoid sebesar 1.190,5 $\mu\text{g QE/g}$ ekstrak. Pada penelitian sebelumnya kandungan total flavonoid ekstrak metanol daun lai sebesar 281,41 $\mu\text{g QE/g}$ ekstrak (Manurung *et al.*, 2022) dan penelitian kandungan total flavonoid ekstrak air panas daun lai sebesar 237,281 $\mu\text{g QE/g}$ ekstrak (Sari, 2021). Dapat dilihat bahwa pada penelitian ini nilai kandungan total fenolik jauh lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan nilai kandungan yang didapatkan ini dipengaruhi oleh waktu ekstraksi. Suhu dan waktu ekstraksi memiliki peranan yang penting dalam ekstraksi senyawa. Terlalu singkatnya waktu ekstraksi mengakibatkan pelarutan senyawa tidak optimum sehingga bahan belum terekstraksi secara sempurna dan sebaliknya, semakin lama waktu ekstraksi maka akan menaikkan jumlah analit yang terekstrak karena kontak antara pelarut dengan zat terlarut akan semakin lama, sehingga proses pelarutan senyawa akan terus berlangsung dan berhenti sampai pelarut jenuh (Kojic *et al.*, 2011).

Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun lai dengan metode DPPH dan menggunakan asam askorbat sebagai larutan pembanding. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun lai yang ditandai dengan adanya perubahan warna ungu menjadi kuning pada ekstrak. Intensitas perubahan warna DPPH berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan dalam meredam radikal bebas (Manurung *et al.*, 2022). Hasil kurva kalibrasi larutan pembanding asam askorbat disajikan pada Gambar 3.

Hasil kurva standar kalibrasi asam askorbat pada panjang gelombang 517 nm diperoleh persamaan regresi yaitu $y = 8,2407x - 1,037$ dan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,989. Hasil kurva standar kalibrasi asam askorbat tersebut didapatkan nilai serapan baku atau absorbansi, serta aktivitas Antioksidan berdasarkan nilai IC_{50} asam askorbat yang disajikan pada Tabel 4.



Gambar 3. Kurva Standar Kalibrasi Asam Askorbat

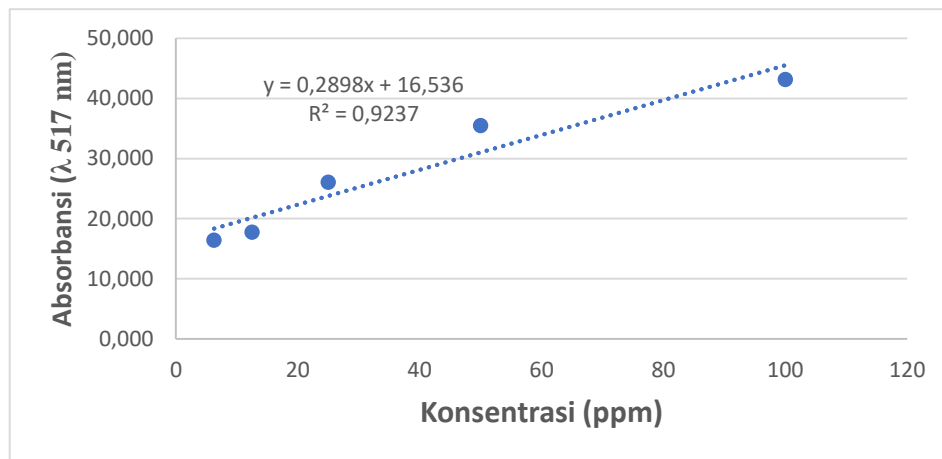
Nilai aktivitas antioksidan asam askorbat pada konsentrasi terendah didapatkan nilai inhibisi sebesar 7,222 % sedangkan pada konsentrasi tertinggi sebesar 23,148 %. Semakin besar konsentrasi asam askorbat maka nilai % inhibisi semakin meningkat, yang menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi asam askorbat semakin

tinggi pula aktivitas antioksidan, hal ini juga ditandai adanya perubahan warna larutan dari warna DPPH ungu menjadi kuning (Kuntari *et al.*, 2017).

Kurva kalibrasi ekstrak etanol daun lai disajikan pada Gambar 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran nilai absorbansi larutan standar dan nilai aktivitas antioksidan (IC₅₀) asam askorbat

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi $\lambda = 517 \text{ nm}$	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	0,360	-	
1	0,334	7,222	
1,5	0,322	10,556	
2	0,301	16,389	6,193
2,5	0,288	19,907	
3	0,277	23,148	



Gambar 4. Kurva Kalibrasi Ekstrak Etanol Daun Lai

Kurva kalibrasi ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) pada panjang gelombang 517 nm diperoleh persamaan regresi yaitu $y = 0,2898x + 16,536$ dan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9237. Dari hasil kurva kalibrasi ekstrak etanol

daun lai diperoleh nilai absorbansi, % inhibisi dan aktivitas Antioksidan berdasarkan nilai IC₅₀ ekstrak etanol daun lai yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran nilai absorbansi larutan standar dan nilai aktivitas Antioksidan (IC₅₀) ekstrak etanol daun *D. kutejensis*.

Konsentrasi ekstrak (ppm)	Absorbansi $\lambda = 517 \text{ nm}$	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
0	0,537	-	
6,25	0,449	16,387	
12,5	0,442	17,753	
25	0,397	26,071	115,472
50	0,347	35,475	
100	0,305	43,141	

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis*) pada konsentrasi terendah didapatkan % Inhibisi sebesar 16,387% sedangkan tertinggi sebesar 43,141%. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin tinggi pula maka nilai % inhibisi yang dihasilkan. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun yang digunakan maka peredaman radikal bebas pada DDPH semakin meningkat pula. Nilai IC₅₀ ekstrak etanol daun *D. kutejensis* sebesar 115,471 ppm, berada dalam kategori aktivitas sedang. Hasil

penelitian ini sejalan dengan Manurung *et al.* (2022), yang melaporkan bahwa ekstrak metanol daun *D. kutejensis* memiliki nilai IC₅₀ sebesar 163,849 ppm. Arung *et al.* (2015) melaporkan bahwa ekstrak etanol buah *D. kutejensis* memiliki nilai IC₅₀ sebesar 97,40 $\mu\text{g/mL}$ dengan kategori kuat, sedangkan Setyowati dan Damayanti (2014) melaporkan bahwa ekstrak metanol kulit buah durian (*Durio ziberthinus*) yang masih satu genus dengan tanaman memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 53,32 ppm dengan

kategori aktivitas Antioksidan kuat. Nilai IC_{50} dikategorikan sangat kuat jika nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm, kategori kuat jika nilai IC_{50} antara 50-100 ppm, kategori sedang jika nilai IC_{50} antara 100-150 ppm, kategori lemah jika nilai IC_{50} antara 150-200 pm dan kategori sangat lemah jika nilai IC_{50} antara 200-250 ppm (Cruz *et al.* 2020). Adapun Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai aktivitas antioksidan antara lain yaitu metode pengujian, waktu ekstraksi, suhu, dan tekanan, ukuran serbuk daun, volume pelarut, metode ekstraksi, dan komposisi kimia yang terkandung dari suatu tanaman. Komposisi dari suatu tanaman dipengaruhi oleh kondisi habitat tanaman tersebut seperti cahaya dan temperatur (Fidiyani *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Kandungan metabolit sekunder (Fitokimia) yang terkandung dalam ekstrak etanol daun lai (*Durio kutejensis* Hass. Beck) adalah alkaloid, flavonoid, triterpenoid, kuinon, dan tannin. Nilai kandungan total fenolik ekstrak etanol daun lai sebesar 911,50 μ g GAE/g ekstrak, sedangkan nilai kandungan total flavonoid sebesar 1.190,5 μ g QE/g ekstrak. Aktivitas Antioksidan ekstrak etanol daun lai berada pada kategori sedang dengan nilai IC_{50} sebesar 115, 47 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daun lai dapat digunakan sebagai sumber bahan obat alami yang telah terbukti memiliki senyawa fitokimia dan memiliki bioktivitas antioksidan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Mulawarman dan Kepala Laboratorium Fisiologi dan Perkembangan Tumbuhan FMIPA Universitas Mulawarman yang telah memfasilitasi, memberikan bantuan dukungan dalam melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, A., Fasya, A. G., Fauziah, B., & Adi, T. K. (2014). Uji antitoksoplasma ekstrak kasar alkaloid daun pulai (*Alstonia scholaris* (L.) R. BR) terhadap mencit (*Mus musculus*) BABL/C yang terinfeksi *Toxoplasma Gondii* Strain Rh. *Jurnal Alchemy*, 3(1), 67-75.
<https://doi.org/10.18860/al.v0i0.2896>
 Aminah, A., Tomayahu, N., & Abidin, Z. (2017). Penetapan kadar flavonoid total ekstrak etanol

kulit buah alpukat (*Persea Americana* Mill.) dengan metode spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 226-230.

<https://doi.org/10.33096/jffi.v4i2.265>

Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, bioaktivitas dan antioksidan flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6 (1), 21-29.

<https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>

Arung, E. T., Suwinarti, W., Hendra, M., Supomo, Kusuma, I. W., Puteri, D. C. N., Eroglu, H. A., Kim, Y., Shimizu, K., & Ishikawa H. (2015). Determination of antioxidant and anti-melanogenesis activities of indonesia lai, *Durio kutejensis* [Bombacaceae (Hassk) Becc] fruit extract. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 14(1), 41-46.

<https://doi.org/10.4314/tjpr.v14i1.7>

Cowan, M. M. (1999). Plants products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582.

<https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>

Cruz, J. F. R., Pineda, J. G., Chaverri, J. P., Rojas, J. M. P., Passari, A. K., Ruiz, G. D., & Cruz, B. E. R. (2020). Phytochemical constituents, antioxidant, cytotoxic, and antimicrobial activities of the ethanolic extract of mexican brown propolis. *Antioxidants*, 9(70), 1-11.

<https://doi.org/10.3390/antiox9010070>

Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI). (1989). Bahan Tambahan Makanan. Jakarta: Departemen Republik Indonesia.

Fidiyani, F., Agustini, T. W., & Ma'ruf, W. F. (2015). Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina platensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(1), 28-37.

Harborne, J.B. (1987). *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Edisi Kedua. Bandung: ITB Press.

Hartono. (2009). *Statistik untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Hendra, M. (2009). Etnoekologi perkebunan dan kearifan botani lokal masyarakat Dayak Benuaq di Kabupaten Kutai Barat Kalimantan Timur. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.

Kojic, A. B., Mirela, P., Srecko, T., Stela, K., Ibrahim, M., Mate, B., & Darko, V. (2011). Effect of extraction conditions on the extractability of phenolic compounds from lyophilised fig fruits (*Ficus carica* L.). *Journal Food Nutrition Science*, 61(3), 195-199.

<https://doi.org/10.2478/v10222-011-0021-9>

- Kokate, C. K. (2001). *Pharmacognosy*. 16th ed. Nirali Prakasham. India: Mumbai.
- Kristanti, A. I. (2008). *Buku Ajar Fitokimia*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Kumari, A., & Sharma, R. A. (2015). Estimation of total phenol, flavonoid contents and dpph free radical scavenging activity of *Oxails corniculata* Linn. *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research*, 6(3), 178-181.
- Kuntari, Z., Sumpono, S., & Nurhamidah, N. (2017). Aktivitas antioksidan metabolit sekunder bakteri endofit akar tanaman kelor (*Moringa oleifera* (L)). *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 1(2), 80-84.
- Manurung, H., Kustiawan, W., Kusuma, I.W., Marjenah, & Nugroho, R. A. (2018). Growth, phytochemical profile, and antioxidant activity of cultivated tabat barito (*Ficus deltoidea* Jack) under drought stress. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 14(1), 366-378.
- Manurung, H., Susanto, D., Kusumawati, E., Aryani, R., Nugroho, R. A., Kusuma, R., Rahmawati, Z., & Sari, R. D. (2022). Phytochemical, GC-MS analysis and antioxidant activities of leaf methanolic extract of lai (*Durio kutejensis*), the endemic plant of Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(11), 5566-5573.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d231104>
- Mariska, V. P. (2019). Pengujian kandungan fenol total tomat (*Lycopersicum esculentum*) secara *in vitro*. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Miroslav, V. (1971). *Detection and Identification of Organic Compound*. New York: Planum Publishing Corporation dan SNTC Publisher of Technical Literatur.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science Tecnology*, 26(2), 211-216.
- Muhsin, M. S., Sudrajat, & Kusuma, R. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Lai *Durio kutejensis* (Hassk) Becc. sebagai antibakteri dari bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella enterica* Serovar Typhi (*S. Typhi*). Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Fmipa Universitas Mulawarman, 1(1), 399-403.
- Neldawati, N. (2013). Analisis nilai absorbansi dalam penentuan nilai kadar flavonoid untuk berbagai jenis tanaman obat. *Jurnal Pillar of Physics*, 2(1), 76-83.
<http://dx.doi.org/10.24036/756171074>
- Priyanti. (2012). Keanekaragaman tumbuhan *Durio* spp. menurut perspektif lokal masyarakat dayak. *Jurnal Widya*, 29(319), 45-52.
- Purwanto, D., Syaiful, B., & Ahmad, R. (2017). Uji antioksidan ekstrak buah purnajiwa (*Kopsia arborea* Blume.) dengan berbagai pelarut. *Jurnal Kovalen*, 3(1), 24-32.
- Rinawati, N. D. (2011). Daya antibakteri tumbuhan majapahit (*Crescentia cujete* L.) terhadap bakteri *Vibrio alginolyticus*. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rudiyansyah, & Garson, M. J. (2006). Secondary metabolites from the wood bark of *Durio ziberthinus* and *Durio kutejensis*. *Journal of Natural Product*, 69, 1218-1221.
<https://doi.org/10.1021/np050553t>
- Sajib, A. I., Dewan, S. M. R., Das, A., Sarwar, M. S., Sarkar, R. C., Ahmed, M. U., & Islam, M. S. (2015). *In vitro* antimicrobial activity study and in vivo antiemetic, antinociceptive activity evaluation of leaves extract of *Eriglossum rubiginosum* using experimental animal model. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine Journal*, 15(2), 135-140.
<https://doi.org/10.1007/s13596-015-0181-y>
- Sari, R. D. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Metabolit Sekunder Ekstrak Air Panas Daun Lai (*Durio kutejensis*) (Hassk) Becc. *Skripsi*. Universitas Mulawarman.
- Sastrapradja, S. D., & Rifai, M. A. (1989). Mengenal sumber pangan nabati dan sumber plasma nutfahnya. Komisi Pelestarian Plasma Nutfah Nasional dan Puslitbang Bioteknologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Sonia, R., Yusnelti, & Fitrianiingsih. (2020). Efektivitas ekstrak etanol daun durian (*Durio Ziberthinus* (Linn.)) sebagai antihiperurisemia. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 10(2), 130-139.
- Suteja, A., Kardhinata, H. E., & Lubis, L. (2019). Identifikasi senyawa metabolit sekunder pada durian (*Durio ziberthinus* Murr). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 1(1), 1-6.
<https://doi.org/10.20473/jipk.v6i1.11386>
- Widiyati, E. (2006). Penentuan Adanya senyawa triterpenoid dan uji aktivitas biologis pada beberapa spesies tanaman obat tradisional masyarakat pedesaan Bengkulu. *Jurnal Gradien*, 2(1), 116-122.



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0
International License