

Penapisan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Kulit Batang *Cyathocalyx sumatranus* Scheff

Masykur¹, Nurdin², Lukmanul Hakim³, Rosnizar¹, Widya Sari¹, Bella Sabilla Novita¹, Rabiatul Adawiyah¹, Siti Sari Azyati¹, Yuni Arifa¹, Ria Ceriana^{4,*}

¹ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Departemen Biologi, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

² Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Departemen Kimia, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

³ Fakultas Agrikultural, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Jln. T.Nyak Arief, Kec. Darussalam, 23111, Kota Banda Aceh, Indonesia

⁴ Program Studi DIII Farmasi, Akademi Farmasi YPPM Mandiri, Banda Aceh, Indonesia

Jln. Lingkar Kampus, Desa Rukoh, Kec. Darussalam, 23111, Kota Banda Aceh, Indonesia

Email: ¹masykur@usk.ac.id, ²nurdin@usk.ac.id, ³lkm_hakiem@usk.ac.id, ⁴rosnizar@usk.ac.id, ⁵widya_sari@usk.ac.id,

⁶bellasabilla45@gmail.com, ⁷rbiatull.diah@gmail.com, ⁸sariazyati.work@gmail.com, ⁹yuniarifa18@gmail.com,

^{10,*}cherry4n4@yahoo.com

Email Penulis Korespondensi: cherry4n4@yahoo.com

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit batang *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. yang berpotensi sebagai hepatoprotektor alami. Stres oksidatif memainkan peran sentral dalam patogenesis kerusakan hati, aktivitas antioksidan secara luas diakui sebagai salah satu indikator penting yang mendukung potensi hepatoprotektif dari tanaman obat. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium melalui skrining fitokimia, analisis kromatografi lapis tipis (KLT), dan pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Sampel kulit batang diekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% dengan metode maserasi selama 3 × 24 jam. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit batang mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, terpenoid, flavonoid, fenolik, dan tanin. Analisis KLT memperlihatkan adanya kandungan alkaloid dan steroid pada ekstrak. Pengujian antioksidan dilakukan dengan berbagai variasi konsentrasi ekstrak yaitu konsentrasi 50 µg/mL, 75 µg/mL, 100 µg/mL, 125 µg/mL dan 150 µg/mL dengan vitamin C sebagai pembanding. Pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan persentase inhibisi radikal bebas DPPH. Nilai inhibisi tertinggi diperoleh pada konsentrasi 150 µg/mL sebesar 62,454%. Hasil perhitungan regresi linier menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 94,906 µg/mL yang termasuk kategori antioksidan kuat. Aktivitas antioksidan tersebut diduga berasal dari kandungan senyawa fenolik, flavonoid, tanin, terpenoid, dan alkaloid yang mampu mendonorkan atom hidrogen untuk menstabilkan radikal bebas. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol kulit batang *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. memiliki aktivitas antioksidan kuat dan berpotensi dikembangkan sebagai bahan hepatoprotektor alami.

Kata Kunci: Antioksidan; Fitokimia; Hepatoprotektor; DPPH; *Cyathocalyx Sumatranus*

Abstract—This study aims to determine the phytochemical composition and antioxidant activity of an ethanol extract of the bark of *Cyathocalyx sumatranus* Scheff., which shows potential as a natural hepatoprotective agent. Oxidative stress plays a central role in the pathogenesis of liver damage, and antioxidant activity is widely recognised as one of the key indicators supporting the hepatoprotective potential of medicinal plants. The research methodology employed was a laboratory-based experimental study involving phytochemical screening, thin-layer chromatography (TLC) analysis, and testing of antioxidant activity using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. Bark samples were extracted using 96% ethanol via maceration for 3 × 24 hours. The results of the phytochemical screening indicated that the ethanol extract of the bark contained secondary metabolites in the form of alkaloids, terpenoids, flavonoids, phenolics and tannins. TLC analysis revealed the presence of alkaloids and steroids in the extract. Antioxidant testing was carried out using various concentrations of the extract, namely 50 µg/mL, 75 µg/mL, 100 µg/mL, 125 µg/mL and 150 µg/mL, with vitamin C as a control. The antioxidant activity tests showed that an increase in extract concentration was directly proportional to an increase in the percentage of DPPH free radical inhibition. The highest inhibition value was obtained at a concentration of 150 µg/mL, amounting to 62.454%. The results of the linear regression analysis indicated an IC₅₀ value of 94.906 µg/mL, which falls within

Keywords: Antioxidant; Phytochemical; Hepatoprotective; DPPH; *Cyathocalyx Sumatranus*

1. PENDAHULUAN

Stres oksidatif merupakan kondisi ketidakseimbangan antara pembentukan radikal bebas (*reactive oxygen species*/ROS) dengan antioksidan yang terdapat di dalam tubuh (*Aranda-rivera et al.*, 2022). Akumulasi radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan lipid membran, protein, dan DNA yang berujung pada berbagai penyakit degeneratif, termasuk kerusakan hati (hepatotoksitas) (*Chandimali et al.*, 2025). Hati merupakan organ utama yang rentan mengalami stres oksidatif karena berperan dalam metabolisme xenobiotic (*L. Wang et al.*, 2025) dan detoksifikasi berbagai senyawa kimia, seperti parasetamol, alkohol, dan toksin lingkungan (*N.*, 2026). Penggunaan antioksidan sintesis seperti *butylated hydroxytoluene* (BHT) dan *butylated hydroxyanisole* (BHA) telah banyak dilaporkan efektif menghambat oksidasi, namun berpotensi menimbulkan efek samping toksik apabila digunakan dalam jangka panjang (*Ren et al.*, 2025). Oleh karena itu, perhatian industri farmasi, pangan, dan kosmetik saat ini beralih pada pengembangan antioksidan alami yang berasal dari tumbuhan karena dinilai lebih aman, memiliki bioaktivitas yang beragam, serta tersedia secara berkelanjutan (*Vigneshwaran et al.*, 2026). Hal inilah yang mendorong eksplorasi berbagai spesies tumbuhan berpotensi menghasilkan senyawa antioksidan baru sebagai kandidat hepatoprotektor alami.

Salah satu kelompok tumbuhan yang diketahui kaya akan metabolit sekunder bioaktif adalah famili Annonaceae (Abulais *et al.*, 2025). Berbagai penelitian melaporkan bahwa anggota famili ini mengandung alkaloid aporfin, flavonoid, senyawa fenolik, tanin, terpenoid, steroid, asetogenin, serta minyak atsiri yang memiliki aktivitas antioksidan, antikanker, antimikroba, antiinflamasi, dan hepatoprotektif (Kazman *et al.*, 2022). Pada genus *Cyathocalyx* belum ada dilaporkan mengenai kandungan senyawanya dan manfaatnya. Meskipun demikian, informasi mengenai komposisi fitokimia maupun aktivitas antioksidan pada sebagian besar spesies dalam genus ini masih sangat terbatas, terutama pada spesies yang berasal dari Indonesia.

Cyathocalyx sumatranus Scheff., yang dikenal masyarakat Aceh dengan nama lokal Bau Langit, merupakan tumbuhan endemik Sumatra yang tumbuh di kawasan hutan hujan tropis, termasuk Kawasan Ekosistem Leuser. Hingga saat ini, pemanfaatannya oleh masyarakat sebagai tanaman obat masih sangat terbatas dan sebagian besar hanya dikenal sebagai tumbuhan hutan tanpa adanya kajian ilmiah yang memadai mengenai potensi farmakologinya. Bagian kulit batang dipilih dalam penelitian ini karena pada berbagai anggota famili Annonaceae diketahui merupakan tempat akumulasi metabolit sekunder, terutama alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, dan terpenoid (Masykur, Nurdin, Hakim, Rosnizar, *et al.*, 2023b), yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan alami tumbuhan terhadap patogen dan tekanan lingkungan (Varadharajan *et al.*, 2025). Selain itu, penelitian terdahulu pada beberapa spesies Annonaceae, seperti *Annona muricata* (W. Sari *et al.*, 2023), *Annona squamosa* (Masykur, Nurdin, Hakim, Rosnizar, *et al.*, 2023a), dan *Mezzettia parviflora* (Masykur *et al.*, 2024), menunjukkan bahwa ekstrak kulit batang memiliki aktivitas antioksidan dan hepatoprotektor yang cukup tinggi sehingga bagian tanaman ini menjadi kandidat yang menjanjikan untuk dieksplorasi lebih lanjut pada *C. sumatranus*.

Berbagai penelitian telah melaporkan aktivitas biologis beberapa anggota famili Annonaceae. Namun, informasi ilmiah mengenai kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan *Cyathocalyx sumatranus* masih sangat terbatas. Data yang secara komprehensif menjelaskan profil metabolit sekunder ekstrak etanol kulit batang spesies ini beserta potensi aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH belum tersedia. Keterbatasan informasi tersebut menyebabkan potensi *C. sumatranus* sebagai sumber antioksidan alami maupun kandidat hepatoprotektor belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan (*research gap*) tersebut melalui penapisan fitokimia yang dikombinasikan dengan analisis kromatografi lapis tipis (KLT) serta pengujian aktivitas antioksidan sebagai dasar ilmiah dalam pengembangan bahan alam berbasis spesies endemik Indonesia.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder melalui skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis (KLT), serta mengevaluasi aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit batang *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. menggunakan metode DPPH. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah mengenai potensi *C. sumatranus* sebagai sumber antioksidan alami yang berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat hepatoprotektor berbasis bahan alam.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksplanatori dan eksperimental. Penelitian laboratorium biasanya menggunakan metode penelitian eksperimen (Silva, 2022). Deskriptif mengacu pada cara data disajikan dan dianalisis.

2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Oktober 2020 di laboratorium Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Syiah Kuala.

2.3 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang dari bau langit (*Cyathocalyx sumatranus* Scheff.) masing-masing sebanyak 1 kg, akuades, etanol 96%, kertas saring *Whatman* no.1, tisu, kertas label, masker, sarung tangan, plat kromatografi lapis tipis (KLT), reagen, akuades, etanol 96%, kertas saring *Whatmann*, tisu, kertas label, masker, sarung tangan, aluminium foil dan kristal DPPH. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mortal dan alu, wadah maserasi, pisau, cawan petri, pipet tetes, gelas kimia, timbangan analitik, *economical rotary evaporator* RE 100-S, gelas ukur, *uv-vis spectrophotometer Orion AquaMate* 8000, rak tabung reaksi, tabung reaksi, mikropipet dan labu ukur.

2.4 Tahapan Penelitian

2.4.1 Persiapan sampel dan pembuatan ekstrak

Sampel kulit batang bau langit (*Cyathocalyx sumatranus* Scheff.) *C. sumatranus* diperoleh dari Stasiun Penelitian Soraya, Kecamatan Sultan Daulat, Kota Subulussalam, Provinsi Aceh, Stasiun Penelitian Soraya termasuk ke dalam Kawasan Ekosistem Leuser (KEL) dan Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL). Sampel dikeringanginkan dan dihaluskan menggunakan grinder lalu ditimbang 1 kg. Sampel direndam dalam pelarut etanol 96% selama 3 x 24 jam. Hasil filtrat disaring menggunakan kain flannel dan dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 35°C. Hasil diekstraksi dimasukkan ke dalam botol tertutup dan disimpan dalam lemari es pada suhu 15°C.

2.4.2 Uji kandungan fitokimia

2.4.2.1 Skrining fitokimia

Setelah proses ekstraksi dilakukan uji fitokimia (uji kualitatif). Tes ini dilakukan untuk menentukan metabolit kimia sekunder yang ada di setiap ekstrak. Uji fitokimia disebut juga skrining fitokimia merupakan uji pendahuluan untuk mengetahui golongan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis (Herawati *et al.*, 2021).

a. Uji Alkaloid

Ditimbang 500 mg ekstrak di tambahkan ammonia dan ditunggu selama 15 menit. Kemudian di tambahkan HCl 5% dan di tambahkan pelarut Etil asetat. Terdapat dua lapisan, lapisan bawah di ambil dan masing-masing di tambah reagen dragendorf, wagner dan meyer. Terdapat endapan berwarna merah bata pada uji dragendorf, maka ekstrak positif mengandung alkaloid, jika terdapat endapan coklat pada uji wagner maka ekstrak positif alkaloid dan endapan berwarna putih maka ekstrak positif mengandung alkaloid.

b. Uji Saponin

Untuk menguji kandungan saponin, suatu ekstrak dapat dilakukan dengan menambahkan akuades pada ekstrak, kemudian dikocok dan diamati. Jika ekstrak berbusa selama 15 menit maka ekstrak mengandung saponin, jika tidak berbusa maka senyawa tersebut tidak mengandung saponin.

c. Uji Tanin

Uji tannin dilakukan dengan penambahan beberapa tetes reagen gelatin yang mengandung NaCl sehingga menghasilkan endapan putih berwarna susu.

d. Uji Flavonoid

Pengujian flavonoid dilakukan dengan memasukkan 0,1 gram serbuk Mg dan beberapa tetes asam klorida pekat. Jika menghasilkan warna orange atau merah muda menandakan adanya senyawa flavonoid.

e. Uji Fenol

Uji fenol dilakukan dengan menggunakan 0,5 g sampel yang ditambahkan 2 ml etanol 70% atau FeCl₃ 5 dan mengamati perubahan warnanya. Hasilnya berubah warna menjadi hijau, menandakan sampel mengandung senyawa fenolik.

f. Uji terpenoid dan steroid

Uji terpenoid dan steroid dilakukan dengan penambahan beberapa tetes reagen Lieberman Burchardt. Positif terpenoid jika warna yang dihasilkan berwarna pink atau kemerahan, sedangkan positif steroid jika warna yang dihasilkan berwarna hijau.

2.4.2.2 Uji Kromatografi lapis tipis (KLT)

Analisis kromatografi lapis tipis (KLT) merupakan penentuan golongan senyawa dalam ekstrak berdasarkan warna (Andira *et al.*, 2025). Analisis KLT merupakan pemisahan komponen kimia berdasarkan prinsip adsorpsi dan distribusi yang ditentukan oleh fasa diam (adsorben) dan fasa gerak (eluen) (Hameed *et al.*, 2023). Adsorben mempunyai daya serap terhadap komponen kimia yang berbeda-beda, sehingga komponen kimia dapat menempuh jarak yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat polaritasnya (G. W. P. Sari & Supartono, 2014). Pemisahan KLT dilakukan beberapa kali dengan menggunakan beberapa eluen dengan tingkat polaritas yang berbeda-beda sehingga diperoleh pelarut yang memberikan pemisahan yang baik dan warna yang baik (Lintang *et al.*, 2024). Sediaan pelat KLT fase padat dan silika gel, panjang 8 cm dan lebar 2 cm, dicuci dengan metanol dan diaktivasi dalam oven pada suhu 100°C selama 10 menit. Ekstrak (10 mg) dilarutkan dalam 1 mL etanol dan kemudian diterapkan pada fase diam.

a. Alkaloid

Amoniak 25% ditambahkan ke dalam filtrat saringan fitokimia hingga pH 8-9, kemudian ditambahkan kloroform dan dipisahkan dalam penangas air. Fase kloroform ditempatkan pada pelat silika gel. Elusi dilakukan dengan metanol: NH₄ OH pekat (200:3). Pelat dikeringkan dan dilihat di bawah sinar tampak, UV 254 nm dan 366 nm. Pelat disemprot dengan pereaksi Dragendorff, dikeringkan dan dilihat di bawah sinar tampak, UV 254 nm dan 366 nm. Warna coklat atau jingga akan terbentuk dimana terdapat latar belakang kuning pada plat.

b. Steroid

Fase gerak kloroform:metanol (9:1), munculnya titik reaksi Liebermann-Burchard dan pemanasan pada suhu 105 °C selama 5 menit. Noda biru kehijauan menunjukkan reaksi positif terhadap steroid.

c. Flavonoid

Fase gerak cuka glasial: butanol: air (1:4:5), terlihat noda uap amonia. Reaksi positif ditunjukkan dengan terbentuknya bercak kuning kecoklatan setelah penguapan amonia, bila dideteksi dengan cahaya tampak dan radiasi UV biru pada 366 nm, yang menegaskan adanya flavonoid.

d. Tanin

Metanol fase gerak:air (6:4), pewarnaan dengan reagen FeCl₃ 5%. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya bercak hitam.

2.3 Uji antioksidan

Uji kandungan antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate*). Sebanyak 0,005 g ekstrak diencerkan dengan alkohol 96% pada labu ukur 50 mL sehingga kadarnya menjadi 100 ppm. Kristal DPPH

ditimbang sebanyak 0,002 g lalu dilarutkan dengan alkohol 96% di dalam labu ukur 10 mL sehingga kadarnya 0,002% (b/v). Sejumlah 1 mL sampel dengan konsentrasi 50 µg/mL, 75 µg/mL, 100 µg/mL, 125 µg/mL dan 150 µg/mL ditambahkan ke dalam 2 mL larutan DPPH 0,002% dicampurkan dan dikocok hingga homogen, lalu didiamkan selama 30 menit. Sampel kemudian dituang ke dalam kuvet lalu dimasukkan ke dalam spektrofotometer untuk dilakukan pengukuran dengan panjang gelombang 516 nm. Persentase antioksidan dihitung dengan persamaan berikut (Gulcin & Alwasel, 2023):

$$\% \text{ Antioksidan} = \frac{Ac - As}{Ac} \times 100 \tag{1}$$

Persentase aktivitas antioksidan dihitung menggunakan perbandingan absorbansi kontrol (Ac) dan absorbansi sampel (As) dengan rumus % antioksidan = ((Ac - As)/Ac) × 100. Nilai Ac adalah absorbansi larutan DPPH tanpa ekstrak, sedangkan As adalah absorbansi larutan DPPH yang mengandung ekstrak. Semakin tinggi nilai persentase yang diperoleh, semakin kuat aktivitas antioksidan ekstrak dalam meredam radikal bebas DPPH.

Data aktivitas antioksidan yang didapat selanjutnya diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* sehingga didapatkan persentase nilai antioksidan. Nilai konsentrasi keempat sampel ekstrak dan persen penghambatannya diplot pada sumbu x dan y persamaan regresi linier. Persamaan regresi linier digunakan untuk mencari nilai IC₅₀ (konsentrasi inhibitor 50%) untuk setiap sampel, diberikan oleh y = ax + b, koefisien y memberikan nilai y 50, dan nilai x yang dihasilkan adalah IC₅₀. Nilai IC₅₀ menunjukkan konsentrasi sampel yang diperlukan untuk mereduksi radikal bebas sebesar 50% (Chavan *et al.*, 2025).

2.5 Analisis Data Penelitian

Data hasil uji fitokimia dan KLT dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel. Data kuantitatif aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan regresi linier terkomputerisasi dengan bantuan *Microsoft Excel*. Hubungan antara konsentrasi ekstrak dan persentase inhibisi digunakan untuk memperoleh persamaan regresi dan menghitung nilai IC₅₀ pada tingkat inhibisi 50%. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan kurva regresi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Skrining Fitokimia

Hasil uji fitokimia ekstrak etanol kulit batang ekstrak etanol kulit batang *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. (EEKBCS), dan dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa EEKBCS memiliki senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, terpenoid, flavonoid, fenolik dan tanin.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia ekstrak etanol kulit batang *C. sumatranus* Scheff

No	Metabolit Sekunder	Reagen	Hasil
1	Alkaloid	Mayer	+
		Wagner	+
		Dragendorff	+
2	Steroid		-
3	Terpenoid		+
4	Saponin		-
5	Flavonoid		+
6	Fenolik		+
7	Tanin		+

Keterangan:

+ = terdapat kandungan

- = tidak terdapat kandungan

Menurut Hussein & Farhoud (2021) senyawa alkaloid memiliki aktivitas antioksidan sehingga dapat menghentikan reaksi radikal bebas. Kandungan senyawa steroid dan terpenoid dideteksi menggunakan reagen pereaksi yaitu Liebermann-Burchard. Suryelita *et al.* (2017) menyatakan bahwa steroid merupakan salah satu golongan senyawa yang banyak digunakan sebagai bahan obat dalam bidang medis. Kandungan senyawa flavonoid dideteksi menggunakan reagen HCl dan logam Mg (Apriani, 2025). Kandungan senyawa fenolik dideteksi menggunakan reagen FeCl₃ dan kandungan senyawa saponin dideteksi menggunakan akuades (Yusuf *et al.*, 2023).

3.2 Hasil Analisis Fitokimia Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Hasil uji KLT dari EEKBCS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji KLT pada ekstrak etanol kulit batang *Cyathocalyx sumatranus* Scheff.

No	Metabolit Sekunder	Hasil Uji
1	Alkaloid	+

No	Metabolit Sekunder	Hasil Uji
2	Steroid	+
3	Terpenoid	-
5	Flavonoid	-

Keterangan:

+ = terdapat kandungan senyawa

- = tidak terdapat kandungan senyawa

Pereaksi vanilin sulfat digunakan untuk mendeteksi senyawa terpenoid dan steroid. Hasil positif dari uji steroid ditandai dengan terbentuknya noda biru dan agak keunguan. Adapun hasil dari pengujian terpenoid dan steroid pada EEKBCS setelah disemprotkan vanilin sulfat adalah positif mengandung senyawa terpenoid dan steroid. Hasil pengujian tersebut sesuai dengan pernyataan Aritonang *et al.*, (2022) yang menyebutkan bahwa hasil positif untuk uji steroid dengan pereaksi vanilin sulfat adalah terbentuknya warna atau bercak ungu biru, sedangkan warna merah muda sampai ungu kecoklatan merupakan hasil positif untuk senyawa terpenoid.

Perbedaan hasil skrining fitokimia dan KLT dapat disebabkan oleh perbedaan prinsip kerja, sensitivitas, dan selektivitas kedua metode. Skrining tabung hanya mengamati perubahan warna secara langsung sehingga lebih rentan terhadap gangguan senyawa lain dan dapat menghasilkan negatif palsu pada senyawa yang kadarnya rendah. Sebaliknya, KLT memisahkan komponen ekstrak terlebih dahulu sehingga senyawa steroid dapat terdeteksi lebih jelas. Tidak terdeteksinya terpenoid pada KLT diduga karena kadarnya rendah atau sistem eluen yang digunakan belum mampu memisahkan senyawa tersebut secara optimal. Oleh karena itu, perbedaan hasil kedua metode masih dapat diterima karena keduanya saling melengkapi dalam identifikasi metabolit sekunder.

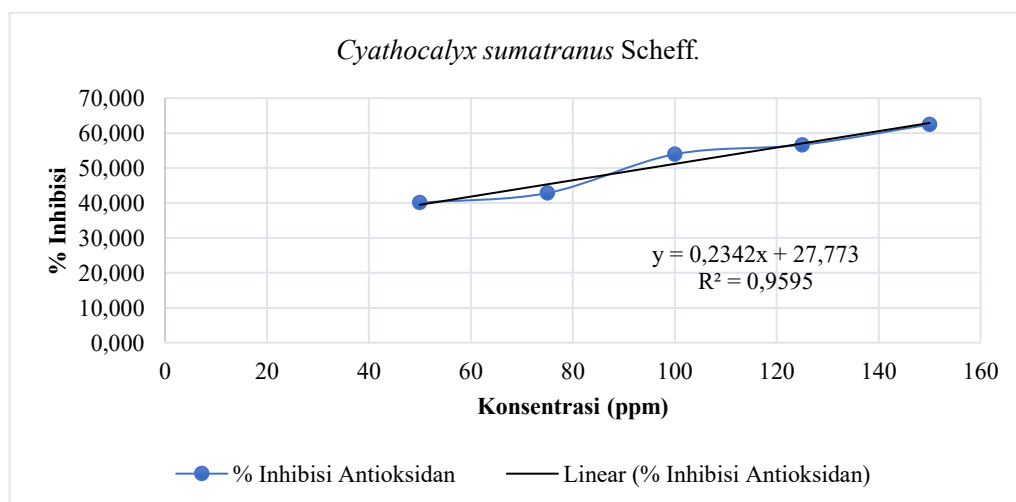
3.3 Uji Antioksidan

Pengujian pada sampel tumbuhan *C. sumatranus* Scheff. menunjukkan bahwa terdapat senyawa aktif yang berperan sebagai antioksidan seperti flavonoid, tanin, terpenoid dan alkaloid. Senyawa-senyawa ini diduga mampu mengikat radikal bebas yang dihasilkan oleh parasetamol. Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit batang pada keempat spesies tumbuhan secara spektrofotometri.

Tabel 3. Aktivitas Antioksidan ekstrak etanol kulit batang *C. sumatranus* Scheff.

Sampel Tumbuhan	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Kontrol	Absorbansi Sampel	% Inhibisi Antioksidan	IC ₅₀ (µg/mL)
<i>Cyathocalyx sumatranus</i> Scheff.	50	0,7058	0,423	40,068	94,906
	75	0,7058	0,403	42,859	
	100	0,7058	0,325	53,953	
	125	0,7058	0,306	56,645	
	150	0,7058	0,265	62,454	

Nilai IC₅₀ *Cyathocalyx sumatranus* diperoleh dari hasil perhitungan persamaan regresi linier. Persamaan regresi linier yang digunakan ialah $y = ax + b$. Berdasarkan persamaan tersebut dapat diasumsikan bahwa koefisien y sebagai IC₅₀, sedangkan koefisien x adalah koefisien dari ekstrak yang akan dicari nilainya. Nilai dari x yang didapat merupakan besarnya konsentrasi yang diperlukan untuk meredam 50% aktivitas radikal DPPH. Nilai r yang mendekati +1 atau bernilai positif menandakan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak maka semakin besar aktivitas antioksidannya. Hal tersebut dapat dilihat dari kurva hubungan konsentrasi ekstrak etanol kulit batang *Cyathocalyx sumatranus* terhadap fungsi inhibisi pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva regresi linier ekstrak etanol kulit batang bau langit

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian DPPH % inhibisi pada ekstrak *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. mengalami peningkatan pada konsentrasi tertinggi yaitu 150 µg/mL yakni 62,454%. Peningkatan % inhibisi ini pada ekstrak *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. menandakan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. maka semakin besar % inhibisi. Oleh karena itu, presentase penghambatan (% inhibisi) terhadap aktivitas radikal bebas akan ikut meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Kemampuan aktivitas penangkal radikal bebas ekstrak *Cyathocalyx sumatranus* Scheff. dibuktikan dengan nilai IC₅₀ yang kuat sebesar 94,906 µg/mL.

Nilai IC₅₀ ekstrak etanol kulit batang *C. sumatranus* berdasarkan hasil perhitungan yang didapat ialah sebesar 94,906 µg/mL yang dikategorikan sebagai aktivitas antioksidan kuat. Suatu bahan uji dikatakan memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat apabila nilai IC₅₀ kurang dari 50 ppm (Hafidz *et al.*, 2025), antioksidan kuat apabila nilai IC₅₀ antara 50-100 ppm (Merdita *et al.*, 2023), antioksidan sedang apabila nilai IC₅₀ berkisar antara 100-150 ppm (Rahman *et al.*, 2023) dan antioksidan lemah apabila IC₅₀ berkisar antara 150-200 ppm (Indrawati *et al.*, 2022) dan apabila nilai IC₅₀ diatas dari 200 ppm maka termasuk ke dalam antioksidan sangat lemah (Rahman *et al.*, 2023).

3.4 Pembahasan

Secara alamiah tubuh manusia mampu menghasilkan antioksidan dan dapat mengkonjugasi radikal bebas dalam tubuh membentuk asam merkapturat dengan bantuan enzim *Gluthation Sulf Hidril* (GSH), namun radikal bebas yang terbentuk dari parasetamol dosis toksik sangatlah tinggi sehingga GSH tidak mampu mengikat lagi dan akan terjadi kerusakan pada hati. Oleh karena itu, dibutuhkan tambahan antioksidan dari luar tubuh sebagai terapi toksisitas akibat parasetamol.

Nilai IC₅₀ *Cyathocalyx sumatranus* membuktikan bahwa tumbuhan tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan berpotensi sebagai hepatoprotektor. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, terdapat beberapa metabolit sekunder berupa flavonoid, terpenoid, fenol, tanin dan alkaloid.

Menurut Hassanpour & Doroudi (2023), flavonoid bersifat antioksidan karena memiliki gugus hidroksil (-OH) pada struktur molekulnya. Oleh karena itu atom H⁺ dari gugus -OH pada flavonoid akan didonorkan pada radikal bebas sehingga radikal bebas akan menjadi netral. Tidak hanya senyawa flavonoid, senyawa yang berasal dari golongan terpenoid yaitu triterpenoid juga merupakan salah satu senyawa antioksidan. Xu *et al.*, (2025) menjelaskan bahwa triterpenoid merupakan komponen aktif yang digunakan untuk senyawa obat terutama dalam memperbaiki kerusakan hati. Sivagurunathan *et al.*, (2025) menambahkan asiatic acid, triterpenoid lain, dapat meningkatkan perlindungan hati yang diberikan oleh N-acetylcysteine (NAC) terhadap cedera hati yang diinduksi APAP. Toksisitas APAP dimediasi oleh NAPQI, yang menyebabkan stres oksidatif dan inflamasi, dan asiatic acid memiliki sifat antioksidatif dan anti-inflamasi yang kuat.

Kandungan fenol juga merupakan senyawa yang bersifat antioksidan karena memiliki kemampuan yang sama dengan senyawa antioksidan lainnya yakni mendonorkan H⁺ kepada radikal bebas (Assaf & Khazem, 2021b). Tithi *et al.*, (2023) menambahkan bahwa senyawa fenol berpotensi sebagai hepatoprotektor karena kemampuannya dalam menurunkan kadar SGOT dan SGPT dalam darah, meningkatkan GSH dan menurunkan kadar *malondialdehyde* (MDA). Kadar MDA yang meningkat dapat menurunkan kadar GSH sehingga akan menyebabkan kondisi yang tidak stabil antara radikal bebas dengan antioksidan. Menurut Masykur *et al.*, (2023) fenolik pada ekstrak batang *Annona squamosa* L. juga dapat berfungsi sebagai hepatoprotektor pada hati yang diberi parasetamol.

Tanin yang terkandung *Mezzettia Parviflora* Becc merupakan senyawa antioksidan yang memiliki gugus OH dan dapat disumbangkan kepada radikal bebas. Masykur *et al.*, (2024) melaporkan flavonoid dan tanin berasal dari turunan senyawa fenolik sehingga memiliki aktivitas antioksidan. Ekstrak tumbuhan yang mengandung tanin telah menunjukkan efek hepatoprotektif terhadap toksisitas parasetamol. Toksisitas parasetamol dapat menyebabkan kerusakan hati, jantung, dan ginjal akibat stres oksidatif dan penipisan glutation (GSH) (Agoro & Agoro, 2025).

Senyawa alkaloid yang juga terdapat pada famili Annonaceae diketahui memiliki kemampuan untuk menghentikan reaksi rantai radikal bebas. Alkaloid membutuhkan tahap terminasi yang lama, sehingga aktivitas antioksidan yang dimilikinya dianggap tidak terlalu baik (Masykur, Nurdin, Hakim, Sari, et al., 2023b). Masykur *et al.*, (2023a) menambahkan bahwa kandungan alkaloid yang terdapat di dalam ekstrak batang *Annona muricata* L. Dapat menjadi hepatoprotektor dan memiliki aktivitas antioksidan. Lidah buaya memiliki efek hepatoprotektor karena terdapat lebih dari satu kandungan senyawa antioksidan aktif, diantaranya adalah flavonoid, alkaloid dan steroid yang dapat melindungi hati.

Senyawa flavonoid dan fenolik menurut Anjani *et al.*, (2024) dapat berperan sebagai antioksidan, sehingga dapat mereduksi atau menghentikan reaksi radikal bebas. Menurut Putri dkk. (2019), fenol memiliki aktivitas antioksidan karena berperan sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas sehingga menjadikan radikal bebas tersebut stabil dan tidak reaktif dalam pembentukan radikal bebas baru (Assaf & Khazem, 2021a). Rastegar *et al.*, (2022), senyawa fenolik dari *Myristica fragrans* yang dimuat dalam nanoniosom secara signifikan menurunkan kadar enzim hati seperti aspartate aminotransferase (AST), alanine transaminase (ALT), dan alkaline phosphatase (ALP) dalam darah pada tikus dengan hepatotoksitas terinduksi. Ekstrak rimpang *Zingiber roseum*, yang kaya akan senyawa fenolik, secara signifikan mengurangi peningkatan konsentrasi serum AST, ALT, dan ALP pada tikus dengan hepatotoksitas yang diinduksi karbon tetraklorida (CCl₄) (Amanat *et al.*, 2021). Ekstrak metanol air dari spesies pohon palem, yang memiliki kandungan fenolik tinggi, menunjukkan penurunan signifikan pada enzim hati dalam model cedera hati yang diinduksi obat (Hamed *et al.*, 2025). Halim *et al.*, (2018) menambahkan senyawa metabolit sekunder seperti fenol, flavonoid, triterpenoid dan alkaloid memiliki sifat antioksidan yang tinggi dan dapat memperbaiki histologi hati.

4. KESIMPULAN

Hasil uji analisis kandungan fitokimia menunjukkan bahwa *Cyathocalyx sumatranus* Scheff mengandung alkaloid, terpenoid, flavonoid, fenolik dan tanin. Berdasarkan perhitungan menunjukkan nilai IC₅₀ ekstrak etanol kulit batang secara berturut-turut yaitu *C. sumatranus* sebesar 94,906 µg/mL. Nilai IC₅₀ tersebut membuktikan bahwa kulit batang tumbuhan tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (50-100 ppm).

REFERENCES

- Abulais, D. M., Simaremare, E. V. A. S., & Yabansabra, Y. R. (2025). Therapeutic Potential of Natural Acetogenins : Extraction Techniques , Pharmacological Activities , and Future Applications. *Jurnal Biologi Papua*, 17(2), 180–195. <https://doi.org/10.31957/jbp.4542>
- Agoro, E. S., & Agoro, O. N. (2025). Ameliorative Effect of Phyllanthus amarus (Gale of Wind) on Cardiac, Renal and Hepatic Functions of Paracetamol Intoxicated Ameliorative Effect of Phyllanthus amarus (Gale of Wind) on Cardiac , Renal and Hepatic Functions of Paracetamol Intoxicated Wist. *Asian Journal of Biological Sciences*, 18(1), 215–222.
- Amanat, M., Reza, S., Rahman, S., Shahin, K., Hossain, H., Tawhid, M., Shariful, M., Mazumder, T., Islam, A., & Ud, A. F. M. S. (2021). Zingiber roseum Rosc. rhizome: A Rich Source of Hepatoprotective Polyphenols. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 139(111673), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111673>
- Andira, A., Ubrusun, J., & Mustamin, F. (2025). Identifikasi Senyawa Flavonoid Ekstrak Etanol 96% Cacing Tambelo (Bactronophorus Thoracicus) Menggunakan Metode KLT. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 08(1), 1–6.
- Anjani, R., Kasmawati, H., Yamin, Y., & Salamah, N. (2024). Antioxidant Activity, Total Phenol, and Flavonoid Content Extract and Fractions (Mangifera indic a L.). *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 9(3), 621–632.
- Apriani, A. (2025). Phytochemical Screening of Gayo Arabica Spent Coffee Grounds (Coffea arabica L.). *The 8th International Conference on Multidisciplinary Research (ICMR) 2025*, 8(1), 195–198.
- Aranda-rivera, A. K., Cruz-gregorio, A., Lyzet, Y., Yaquelin, E., & Pedraza-chaverri, J. (2022). RONS and Oxidative Stress : An Overview of Basic Concepts. *Oxygen*, 2, 437–478.
- Aritonang, N. S., Sherlyn, S., Chiuman, L., & Rudy, R. (2022). Uji Identifikasi Senyawa Steroid Fraksi Ekstrak Metanol Andaliman (Zanthoxylum aethopodium DC) secara Kromatografi Lapis Tipis. *Journal Health and Science; Gorontalo Journal Health and Science Community*, 6(1), 90–98.
- Assaf, I. Al, & Khazem, M. (2021a). Antioxidant Activity of Total Phenols and Flavonoids Extracted from Echinops polyceras Roots Grown in Syria. *Iraqi J Pharm Sciences*, 30(2), 261–268.
- Assaf, I. Al, & Khazem, M. (2021b). Antioxidant Activity of Total phenols extracted from mendonorkan Echinops polyceras roots grown in Syria. *Iraqi J Pharm Sciences*, 30(2), 261–268.
- Belitibo, D. B., Meressa, A., Negassa, T., Abebe, A., Degu, S., Endale, M., Assamo, F. T., Ayana, T. A., Gurmessa, G. T., & Abdissa, N. (2025). In Vitro Antimicrobial and Cytotoxic Evaluation of Leaf, Root, and Stem Extracts of Solanum dasyphyllum and Root and Stem Extracts of Dovyalis abyssinica. *Frontiers in Pharmacology*, 16(1529854), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1529854>
- Cedillo-Cortezano, M., Martinez-Cuevas, L. R., López, J. A. M., López, I. L. B., Escutia-Perez, S., & Petricevich, V. L. (2024). Use of Medicinal Plants in the Process of Wound Healing : A Literature Review. *Pharmaceuticals*, 17(303), 1–27.
- Chandimali, N., Bak, S. G., Park, E. H., Lim, H., Won, Y., Kim, E., Park, S.-I., & Lee, S. J. (2025). Free Radicals and Their Impact on Health and Antioxidant Defenses : a Review. *Cell Death Discovery*, 11(19), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41420-024-02278-8>
- Chavan, S. S., Shekade, P. P., & Dhabe, A. S. (2025). Antioxidant Activity of a Polyherbal Formulation ‘ ACHF - 01 ’ by DPPH Radical Scavenging Assay. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 26(3), 1199–1202.
- Gulcin, I., & Alwasel, S. H. (2023). DPPH Radical Scavenging Assay. *Processes*, 11(2248), 1–20.
- Hafidz, R., Ahwan, A., & Ariastuti, R. (2025). Uji Kandungan Fenolik Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Biji Kelor (Moringa Oleifera L.) dan Daun Sirih Cina (Peperomia Pellucida L.). *Borobudur Pharmacy Review*, 5(1), 1–8.
- Halim, H., Girsang, E., & Nasution, A. N. (2018). Hepatoprotective Effectiveness Test Of Salam Leaf Extract In Anthracyclin-Induced Rats. *International Journal of Health and Pharmacology*, 36–52.
- Hamed, F. M., Elsayed, H. E., Mady, M. S., Ali, M. E., Ahmed, A. A., Elgayed, S. H., Mustafa, M., El-Sayed, E. K., & Moharram, F. A. (2025). Polyphenolic Profile, Hepatoprotective Evaluation, and Molecular Docking Study of Three Palm Tree Species (Family Arecaceae). *Saudi Pharmaceutical Journal*, 33(21), 1–24.
- Hameed, K., Khan, M. S., Fatima, A., Shah, S. M., & Abdullah, M. A. (2023). Exploring the Word of Thin-Layer Chromatography : A Review. *Asian Journal of Applied Chemistry Research*, 14(3), 23–38. <https://doi.org/10.9734/AJACR/2023/v14i3268>
- Hassanpour, S. H., & Doroudi, A. (2023). Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. *Avicenna Journal of Phytomedicine (AJP)*, 13(4), 354–376.
- Herawati, E., Ramadhan, R., Ariyani, F., Marjenah, M., Kusuma, I. W., Suwinarti, W., Mardji, D., Amirta, R., & Arung, E. T. (2021). Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Wild Mushrooms Growing in Tropical Regions. *Biodiversitas*, 22(11), 4716–4721. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221102>
- Hussein, A. N., & Farhoud, A. H. (2021). Chemical Constituents and Antioxidants of Lycium barbarum L. *University of Thi-Qar Journal of Science (UTsci)*, 8(2), 58–66.
- Indrawati, A., Baharuddin, S., & Kahar, H. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Batang Tanaman Ungu (Graptophyllum pictum (L.) Griff) Kabupaten Takalar Menggunakan Pereaksi DPPH Secara Spektrofotometri Visibel. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 69–77.
- Kazman, B. S. M. Al, Harnett, J. E., & Hanrahan, J. R. (2022). Activities of Annonaceae. *Molecules*, 27(3462), 1–32.
- Lintang, R. A. J., Losung, F., Menajang, F. I. S., & Sumilat, D. A. (2024). Optimizing Thin Layer Chromatography (TLC) Eluent Composition for Compound Content Separation the Ethanolic Extract of Sponge and Ascidia. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 12(2), 132–138.

- Masykur, M., Nurdin, Hakim, L., Rosnizar, Sari, W., Ulfa, M., Sari, N. Y., & Ceriana, R. (2023a). Effect of Ethanol Extract of Sugar Apple (*Annona squamosa* L.) Stem Bark on Rat SGPT and SGOT. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8695–8706. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4773>
- Masykur, M., Nurdin, N., Hakim, L., Rosnizar, R., Sari, W., Ulfa, M., Sari, N. Y., & Ceriana, R. (2023b). Effect of Ethanol Extract of Soursop (*Annona muricata* L.) Stem Bark on Rat Liver Function. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 26(10), 516–528. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2023.516.528>
- Masykur, M., Nurdin, N., Hakim, L., Sari, W., Husna, A., & Ceriana, R. (2024). Study of Antioxidant Activity and Hepatoprotector Potential of Ethanol Extracts of Bark *Mezzettia Parviflora* Becc. On Liver Function of Wistar Strain Rats (*Rattus Novergicus* L.). *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)*, 4(5), 607–618.
- Masykur, M., Nurdin, N., Hakim, L., Sari, W., Ulfa, M., Sari, N. Y., & Ceriana, R. (2023a). Effect of Ethanol Extract of Soursop (*Annona muricata* L.) Stem Bark on Rat Liver Function. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 26(10), 516–528. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2023.516.528>
- Masykur, M., Nurdin, N., Hakim, L., Sari, W., Ulfa, M., Sari, N. Y., & Ceriana, R. (2023b). Effect of Ethanol Extract of Sugar Apple (*Annona squamosa* L.) Stem Bark on Rat SGPT and SGOT. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8695–8706. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4773>
- Merdita, M., Febriyanti, R., & Amananti, W. (2023). Penentuan IC50 Ekstrak Akar Bajakah Tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk) Dan Kalalawit (*Uncaria gambir* Roxb) Dengan Metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 7(1), 21–28.
- N, A. J. (2026). Environmental Toxicants , Oxidative Stress, and Hepatic Dysfunction: Can Natural Products Offer Dual Hepatoprotective and Antioxidant Shielding. *International Digital Organization for Scientific Research*, 11(1), 42–46.
- Rahman, R. D. N., Supomo, S., & Warmida, H. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Baccaurea lanceolata* Fructus dengan Metode ABTS dan DPPH. *Jl-KES (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, 6(2), 155–161.
- Rastegar, M., Poorbagher, M., Karimi, E., & Oskoueian, E. (2022). Hepatoprotective Effect of Nanoniosome Loaded *Myristica fragrans* Phenolic Compounds in mice- - induced hepatotoxicity. *J Cell Mol Med*, 26(May), 5517–5527. <https://doi.org/10.1111/jcmm.17581>
- Ren, J., Li, Z., Li, X., Yang, L., Bu, Z., Wu, Y., Li, Y., Zhang, S., & Meng, X. (2025). Exploring the Mechanisms of the Antioxidants BHA, BHT, and TBHQ in Hepatotoxicity, Nephrotoxicity, and Neurotoxicity from the Perspective of Network Toxicology. *Foods*, 14(1095), 1–21.
- Saeed, B. M., Alhamdani, F. M., Al-jadaan, S. A. N., & Abbas, B. A. (2025). In Vitro Antimicrobial and Anticancer Activities of Quercetin Thiourea Derivative. *Iran J Med Microbiol*, 19(4), 230–243.
- Sari, G. W. P., & Supartono, S. (2014). Ekstraksi Minyak Kenanga (*Cananga odorata*) untuk Pembuatan Skin Lotion Penolak Serangga. *Jurnal MIPA*, 37(1), 62–70.
- Sari, W., Masykur, Adhilla, F., Maisarah, R., & Fauziah, F. (2023). Nephroprotective of Ethanol Extract of *Annona muricata* L. Bark on Paracetamol-Induced Nephrotoxicity in Rats. *Jurnal Biotik*, 11(1), 66–75. <https://doi.org/10.22373/biotik.v11i1.15635>
- Silva, J. G. C. da. (2022). Experimental Research. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(3), 239–256.
- Sivagurunathan, N., Maniradhan, M., Anbiah, V. S., & Calivarathan, L. (2025). Asiatic Acid Augments N - Acetylcysteine Hepatoprotection Against Acetaminophen - Induced Liver Injury in C57BL / 6 Mice. *Biomedical and Biotechnology Research Journal (BBRJ)*, 9(4), 378–386. <https://doi.org/10.4103/bbrj.bbrj>
- Tithi, T. I., Tahsin, R., Anjum, J., Zaman, T. S., Aktar, F., Bahar, N. B., Tasnim, S., Sultana, A., Jahan, I., Afrin, S. S., Akter, T., Sen, P., Koly, F. J., Reza, S., Chowdhury, J. A., Kabir, S., Chowdhury, A. A., & Amran, S. (2023). An In Vivo and In Silico Evaluation of the Hepatoprotective Potential of *Gynura procumbens*: A Promising Agent for Combating Hepatotoxicity. *Plos One*, 18(9), 1–36.
- Varadharajan, V., Rajendran, R., Muthuramalingam, P., Runthala, A., Shin, H., & Ramesh, M. (2025). Multi-Omics Approaches Against Abiotic and Biotic Stress — A Review. *Plants*, 14(865), 1–33.
- Vigneshwaran, L. V, Mounish, K., Bhuvaneshwari, S., Sathya, G., & Mohan, S. (2026). Essential Oils and Bioactive Compounds as Natural Preservatives: Focus on *Ocimum Basilicum* and *Momordica Charantia*. *International Journal of Research in Pharmacology and Pharmacotherapeutics*, 15(1), 254–265.
- Wang, L., Shao, Z., Wang, X., Lu, W., & Sun, H. (2025). Ecotoxicology and Environmental Safety Xenobiotic-induced liver injury : Molecular Mechanisms and Disease Progression. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 303(118854), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.118854>
- Wang, Y., Zhang, S., Ma, Y., Du, X., Zong, Q., Lin, D., Lai, M., Huang, T., Luo, Q., Yang, L., Li, Z., & Zou, Z. (2024). Solvent Effects on Terpenoid Compositions Antioxidant Activities of *Cinnamomum camphora* (L .) J . Presl Extracts and the Main Antioxidant Agent Evaluation through In Vitro and In Vivo Assay. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 11(2), 1–16.
- Xu, X., Li, C., Wu, F., Zhao, S., Chen, T., You, H., Lin, Y., & Zou, X. (2025). Integrated Transcriptomic and Targeted Metabolomic Analysis Reveals the Key Genes Involved in Triterpenoid Biosynthesis of *Ganoderma lucidum*. *Journal of Fungi*, 11(57), 1–18.
- Yan, Q., Chen, Y., Wu, M., Yang, H., Cao, J., Sun, C., & Wang, Y. (2023). Phenolics and Terpenoids Profiling in Diverse Loquat Fruit Varieties and Systematic Assessment of Their Mitigation of Alcohol-Induced Oxidative Stress and Terpenoids Profiling in Diverse Loquat Fruit Varieties and Systematic of Their Mitigation of tradisi. *Antioxidants*, 12(1795), 1–26.
- Yusuf, M., Muhaimin, M., Amalia, R., & Iskandar, Y. (2023). Cytotoxic Activity and Phytochemical Screening of Etanol Extract of Bajakah Tampala (*Uncaria lanosa* var. *ferrea* (blume) ridsdale) Stem on Breast Cancer Cell Lines MCF-7. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 15(3), 44–47.