

SURAT TUGAS

Nomor: 297-R/UNTAR/PENELITIAN/I/2026

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

SIUFUI HENDRAWAN, dr., M.Biomed., Dr.

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul : Uji Profil Fitokimia, Kapasitas Antioksidan, Dan Toksisitas Ekstrak Metanol Daun Tapak Liman (*Elephantopus Scaber L.*)
Nama Media : EduNaturalia
Penerbit : Jurnal Biologi dan Kependidikan Biologi FKIP Universitas Tanjungpura
Volume/Tahun : Vol. 6, No. 2, November 2025, Halaman: 211 ? 224
URL Repository : <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/EduNaturalia/article/view/98715>

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

14 Januari 2026

Rektor



Prof. Dr. Amad Sudiro, S.H., M.H., M.Kn., M.M.

Print Security : a47bd70cbe929750102f9d9ee70669ba

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

OFFICE
Jl. Letjen S. Parman No 1, Jakarta Barat 11440

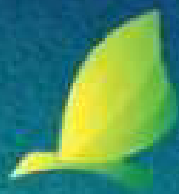
PHONE
+62 21-5671 747 (Hunting)
+62 21-5695 8723 (Admission)

EMAIL
humas@untar.ac.id

WEBSITE
untar.ac.id


Untar Jakarta





Edunaturalia

EDUNATURALIA

Jurnal Biologi dan Kependidikan Biologi
Vol 6 No 2 Tahun 2025



Diterbitkan oleh:
Program Studi Pendidikan Biologi
Universitas Tanjungpura
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/EduNaturalia/Index>

2025



[HOME](#)

[ABOUT](#)

[LOGIN](#)

[REGISTER](#)

[SEARCH](#)



[Home](#) > [Archives](#) > **Vol 6, No 2 (2025)**

Vol 6, No 2 (2025)

DOI: <https://doi.org/10.26418/edunaturalia.v6i2>

Table of Contents

Articles

AKTIVITAS ANTIBAKTERI NANOPARTIKEL PERAK HASIL BIOSINTESIS <i>Plantago major</i> L.: KAJIAN BIOLOGIS DAN IMPLIKASINYA DALAM PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL Muhammad Saefi, Widi Cahya Adi, Rahmania Pamungkas, Ahmad Kamal Sudrajat, M. Eval Setiawan	PDF 147-158
IDENTIFIKASI TUMBUHAN RIMPANG DI KECAMATAN BUKIT TUSAM, KABUPATEN ACEH TENGGARA Muhammad Yassir, Nir Fathiya, Nursafiah Nursafiah, Wiljanatunnisa Wiljanatunnisa, Diah Eka Puspita, Habibul Akram, Anuar Ramut	PDF 159-165
IDENTIFIKASI GYMNOSPERMAE DI GUNUNG SARI, KECAMATAN SALAM, KABUPATEN MAGELANG SEBAGAI BUKU REFERENSI Vani Puspitasari, Karunia Galih Permadani, Serafica Btari Christiyani Kusumaningrum	PDF 166-177
KOMPOSISI PLANKTON DALAM ANALISIS STATUS SAPROBITAS PERAIRAN DANAU TAJWID, KECAMATAN LANGGAM, KABUPATEN PALALAWAN, PROVINSI RIAU Suniaty Togi Marito	PDF 178-187
IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI PADA PEMBELAJARAN IPA KURIKULUM MERDEKA: STUDI ANALISIS KASUS Husnul Nisa, Wiwit Artika, Dewi Andayani, Samingan Samingan, Hafnati Rahmatan	PDF 188-198
STRUKTUR KOMUNITAS DAN KELIMPAHAN MIKROALGA SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN DI PELABUHAN SUNGAI DUKU PEKANBARU Fizza Arianita	PDF 199-210
UJI PROFIL FITOKIMIA, KAPASITAS ANTIOKSIDAN, DAN TOKSISITAS EKSTRAK METANOL DAUN TAPAK LIMAN (<i>Elephantopus scaber</i> L.) Daniswara Aliya Hartono, Siufui Hendrawan, Frans Ferdinal	PDF 211-224
LEMBAR KERJA MAHASISWA TERINTEGRASI MODEL GUIDED INTERACTION IN TEAM (GIT) UNTUK PENDIDIKAN LINGKUNGAN HIDUP Ilmi Zajuli Ichsan, Euis Winarti, Santhi Pertiwi, Sugi Alibowo, Feryll Ilyasa, Eva Yuliana	PDF 225-230
DIVERSITAS DAN METABOLISME MIKROBA SELAMA FERMENTASI KOMBUCHA: TINJAUAN LITERATUR Alnadia Yusriya Hibatullah, Nurul Nisa Primadiaty	PDF 231-243
JENIS-JENIS MEDIA YANG DIGUNAKAN OLEH GURU PADA MATERI EVOLUSI DI KELAS XII SMA DI KOTA PONTIANAK Alfiya Salsabila, Wolly Candramila, Asriah Nurdini Mardiyanningsih	PDF 244-251
IMPLEMENTASI TEACHING AT THE RIGHT LEVEL (TARL) BERBASIS PROYEK TERHADAP HASIL DAN MOTIVASI BELAJAR PESERTA DIDIK PADA MATA PELAJARAN IPAS KELAS V SD Siti Komaria, Agus Syahrani, KUSDARYATI KUSDARYATI	PDF 252-262
LEMBAR KERJA MAHASISWA BERBAHASA INGGRIS BERBASIS DISCOVERY LEARNING DALAM PEMBELAJARAN SAINS LINGKUNGAN Akhmad Subkhi Ramdani, Mutmainatul Mardiyah, Ilmi Zajuli Ichsan	PDF 263-268
KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG (AVES) DI AREA SAWAH KOTA MATARAM, NUSA TENGGARA BARAT Nurmayani Nurmayani, Moh Fauzan Azima, Yana Yuliana, Muhammad Zulhariadi	PDF 269-276
EVALUASI KETERSEDIAAN DAN KETEPATAN INFORMASI BUKU TEKS BIOLOGI KELAS XII PADA SUBMATERI GAGAL BERPISAH DAN GEN LETAL Syahrina Syahrina, Wolly Candramila, Eko Sri Wahyuni	PDF 277-287
PEMBELAJARAN MODIFIED FREE INQUIRY BERBANTU E-LKPD UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA Sifa Pajar Amanah, Rahma Widiyantje, Handayani Handayani	PDF 288-295

USER

Username

Password

Remember me

Focus and Scope

Editorial Team

[Peer](#) [Review](#)
Process

Reviewers

Author Guidelines

Publication Fee

Publication Ethics

Online Submission

Visitor Statistics

Template

NOTIFICATIONS

- [View](#)
- [Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)

INFORMATION

- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)

[Visitor Statistics](#)

[Indexed by:](#)



This work is licensed under CC BY-NC 4.0 The text 'This work is licensed under CC BY-NC 4.0' followed by three circular icons: the Creative Commons logo, a person icon, and a crossed-out dollar sign icon.



[HOME](#)

[ABOUT](#)

[LOGIN](#)

[REGISTER](#)

[SEARCH](#)



[Home](#) > [About the Journal](#) > [Editorial Team](#)

Editorial Team

Editor in Chief

Titin Titin Titin, Universitas Tanjungpura, Indonesia

Managing Editor

Hayatul Fajri, Tanjungpura University, Indonesia
Anisyah Yuniarti, Tanjungpura University, Indonesia

Editor

yoke yokhebed yokhebed, Universitas Tanjungpura, Indonesia
Rexy Maulana Dwi Karmadi, Universitas Tanjungpura, Indonesia
Purwanti Pratiwi Purbosari, Ahmad Dahlan University, Indonesia
Khalida - Ulfa, UIN Raden Fatah Palembang, Indonesia
Dr. Afandi, M. Pd, Universitas Tanjungpura, Indonesia

Layout Manager

Elsa Ferella

Visitor Statistics

Indexed by:



This work is licensed under [CC BY-NC 4.0](#)

USER

Username

Password

Remember me

[Focus and Scope](#)

[Editorial Team](#)

[Peer Review Process](#)

[Reviewers](#)

[Author Guidelines](#)

[Publication Fee](#)

[Publication Ethics](#)

[Online Submission](#)

[Visitor Statistics](#)

[Template](#)

NOTIFICATIONS

- [View](#)
- [Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)

INFORMATION

- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)



EduNaturalia

Jurnal Biologi dan Kependidikan Biologi FKIP Universitas Tanjungpura

Homepage:
<http://jurnal.untan.ac.id/pkp/indeks/EduNaturalia>



UJI PROFIL FITOKIMIA, KAPASITAS ANTIOKSIDAN, DAN TOKSISITAS EKSTRAK METANOL DAUN TAPAK LIMAN (*Elephantopus scaber* L.)

¹Daniswara Aliya Hartono, ^{2*}Siufui Hendrawan, ²Frans Ferdinal

¹Program Studi Sarjana Kedokteran, Universitas Tarumanegara, Jln. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia

²Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler, Universitas Tarumanegara, Jln. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia

*Email Korespondensi: siufui@fk.untar.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima 10 September 2025

Direvisi 04 November 2025

Dipublikasikan 00 Juli 00

ABSTRACT

Exposure to environmental pollutants leads to the accumulation of free radicals, overbalancing endogenous antioxidant, and exacerbating oxidative stress level within the body. Oxidative stress is one of primary factors causing numerous health issues, such as aging, cardiovascular, and neurodegenerative disorders, highlighting the need for additional antioxidant supplementation. *Elephantopus scaber* L., known as tapak liman, is a medicinal plant traditionally utilized to manage diseases, including malaria, anemia, and skin infections. However, its potential as an antioxidant supplement remains underexplored. This research investigates the methanol extract of tapak liman leaves, evaluating its phytochemical content, antioxidant activity, and toxicity. Phytochemical screening identified various secondary metabolites, such as of alkaloids, flavonoids, cardiac glycosides, coumarins, phenolics, quinones, betacyanins, tannins, and saponins. Total phenolic content was found at $17,22 \pm 0,15$ mg GAE/g. Antioxidant capacity was assessed using ABTS (2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat) and FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) assays, resulting IC_{50} values of $18,78 \mu\text{g/mL}$ and $19,26 \mu\text{g/mL}$, respectively. These values indicated very strong antioxidant activity, slightly higher than those of Trolox[®] as a vitamin E analog, which showed IC_{50} values of $13,27 \mu\text{g/mL}$ (ABTS) and $10,42 \mu\text{g/mL}$ (FRAP). Toxicity evaluation through brine shrimp lethality test displayed an LC_{50} of $394,54 \mu\text{g/mL}$, indicating moderate toxicity and potential antimitotic activity, which may correlate with anticancer properties. Owing to its vast bioactive components and strong antioxidant capacity, tapak liman leaf extract demonstrates potential as a safe and effective natural antioxidant agent for further development.

Keywords: *Elephantopus scaber* L.; Tapak liman leaf; Antioxidant; Phenolic

1. Pendahuluan

Radikal bebas adalah atom atau molekul yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan, sehingga sangat reaktif dan tidak stabil (Averill-Bates, 2024). Untuk mencapai kestabilannya, radikal bebas akan mengambil elektron dari

molekul lain di sekitarnya. Di dalam tubuh radikal bebas dapat berinteraksi dengan berbagai komponen utama seperti protein, lipid, dan DNA, yang akhirnya menimbulkan kerusakan sel. Sebagai contoh, perusakan asam lemak tak jenuh yang membentuk membran sel dapat menghasilkan struktur dinding sel yang lebih rapuh, dimana kondisi ini berkontribusi terhadap terjadinya aterosklerosis dan mengganggu fungsi sel. Sementara itu, kerusakan pada basa nitrogen dalam DNA berpotensi menimbulkan mutasi genetik dan meningkatkan kemungkinan terjadinya kanker (Averill-Bates, 2024; Dewi, 2020).

Pada dasarnya radikal bebas terbentuk secara alami akibat proses metabolisme seluler basal, paparan eksternal seperti polusi, sinar UV, konsumsi alkohol, serta agen lainnya turut meningkatkan dan memperburuk kerusakan seluler. Akibatnya, kuantitas antioksidan yang diproduksi oleh tubuh sebagai penangkal radikal bebas tidak mampu mengimbangi tingginya kadar radikal bebas, menyebabkan ketidakseimbangan reaksi oksidasi. Ketidakseimbangan ini disebut sebagai stres oksidatif yang berkontribusi terhadap berbagai permasalahan kesehatan, seperti penuaan dini, gangguan neurodegeneratif, dan penyakit kardiovaskular (Birben *et al.*, 2012). Hal ini menekankan pentingnya tambahan suplemen antioksidan untuk menjaga kondisi tubuh dari penyakit akibat stres oksidatif. Pengembangan antioksidan sintetik, khususnya dalam industri makanan, banyak diminati mengingat harga produksi yang lebih murah dan terbatasnya sumber antioksidan alami. Akan tetapi, penggunaan antioksidan sintetik tidak terlepas dari isu kesehatan, yakni risiko toksisitas dan potensi efek karsinogenik (Aldabayan, 2025). Dengan demikian, diperlukan pencarian sumber antioksidan alami dengan harga yang terjangkau untuk pemanfaatan bidang farmaseutikal dan industri makanan (Song *et al.*, 2010).

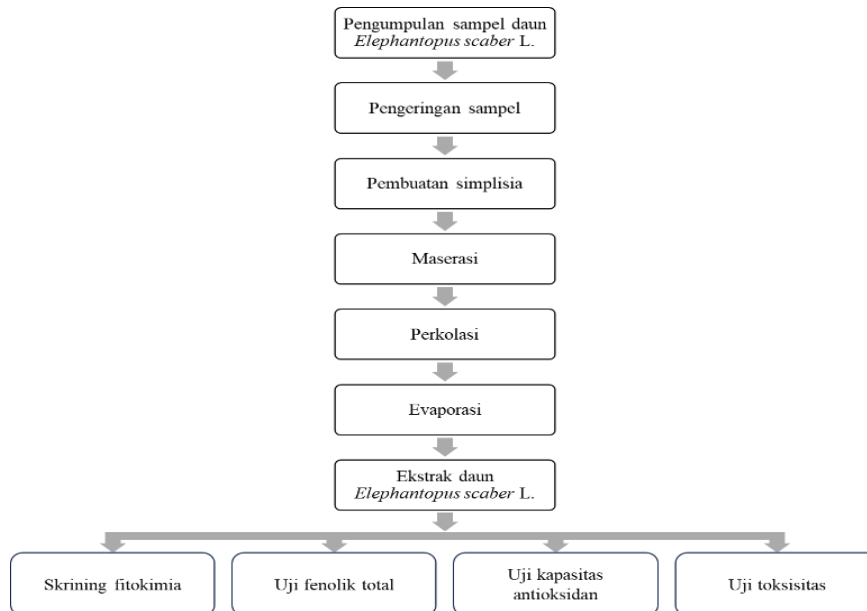
Indonesia dikenal akan keanekaragaman hayati yang menempati urutan kedua terkaya secara global (IISD 2024). Dari sekitar 40.000 spesies tanaman yang ada di seluruh dunia, 30.000 di antaranya dapat ditemukan di Indonesia dan setidaknya 9.600 spesies dapat digunakan sebagai tanaman herbal (Sholikhah *et al.*, 2020). Tapak liman (*Elephantopus scaber* L.) memiliki kualitas sebagai tanaman obat dan profilaksis yang sangat baik. Tanaman yang termasuk ke dalam famili Asteraceae ini merupakan gulma liar yang tumbuh subur di iklim tropis Indonesia. Pada pengobatan tradisional, tapak liman sendiri telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai penyakit, termasuk diare, anemia, keputihan, cacar, batuk, sariawan, dan disentri (Anitha *et al.*, 2012; Hiradeve & Rangari, 2014).

Hasil studi sebelumnya telah menemukan bahwa tapak liman mengandung komponen fitokimia utama seperti sekuiterpen lakton, fenolik, flavonoid, steroid, serta tinggi akan garam mineral, seperti kalium klorida, kalsium, magnesium, besi, dan seng. Selain itu, tapak liman juga dikenal secara luas sebagai salah satu komponen obat polih herbal tradisional Taiwan yang kandungan deoxyelephantopin dalam tapak liman dapat mendukung penyembuhan luka. Bagian tanaman yang banyak digunakan untuk pengobatan bervariasi, terutama bagian daun dan akar (Kabeer & Prathapan, 2014). Penggunaan empiris yang telah dilakukan sejak dahulu, serta ketersediannya yang berlimpah menjadikan tapak liman sebagai kandidat tanaman herbal yang bermanfaat bagi kesehatan. Namun hingga saat ini, penggunaannya sebagai suplemen antioksidan masih sangat terbatas. Oleh karena itu, studi ini dilakukan untuk menguji profil fitokimia, mengukur kadar fenolik total, serta mengevaluasi kapasitas antioksidan yang terkandung dalam ekstrak daun tapak liman yang dikultivasi di Jakarta, yang belum pernah dilaporkan sebelumnya. Terlebih lagi, uji toksisitas juga dilakukan guna menilai potensi ekstrak daun tapak liman untuk pemanfaatan yang lebih luas.

2. Metode Penelitian

2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksperimental terhadap ekstrak metanol daun tapak liman melalui *bioassay* dan uji *in vitro*. Pengujian *in vitro* termasuk skrining profil fitokimia, pengukuran kadar fenolik, dan kapasitas antioksidan. *Bioassay* melalui metode *brine shrimp lethality test* (BSLT) dilakukan untuk menguji toksisitas ekstrak daun tapak liman. Alur pembuatan ekstrak daun tapak liman beserta analisis biokimia pada studi ini ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pembuatan ekstrak daun tapak liman (*Elephantopus scaber* L.) dan analisis biokimia

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Studi dilaksanakan di Laboratorium Departemen Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Jakarta Barat. Studi dimulai dari Desember 2024 hingga Mei 2025.

2.3. Ekstraksi Daun Tapak Liman

Sampel daun tapak liman didapatkan dari Kebun Herbal Organik, Jakarta Pusat, Indonesia. Ekstraksi daun tapak liman dilakukan dengan mengacu pada studi sebelumnya (Frankson *et al.*, 2024). Secara singkat, daun tapak liman dikeringkan pada suhu ruang tanpa paparan sinar matahari langsung (Gambar 2A). Setelah kering, daun dimasukkan ke dalam blender dan dihaluskan hingga membentuk serbuk. Selanjutnya, maserasi dilakukan dengan mencampurkan 50 gram simplisia ke dalam 100 mL metanol hingga tercampur merata (Gambar 2B). Campuran ekstrak dimasukkan ke dalam tabung perkolator dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah inkubasi, proses perkolasi dilakukan dengan kecepatan alir 1 mL/menit, sambil menambahkan metanol secara berkala untuk mencegah ekstrak mengering (Gambar 2C). Hasil perkolasi lalu dievaporasi dengan *rotary evaporator* hingga didapatkan ekstrak daun tapak liman (Gambar 2D).



Gambar 2. Proses pembuatan ekstrak daun tapak liman (*Elephantopus scaber* L.): (A) pengeringan, (B) maserasi, (C) perkolasi, dan (D) evaporasi

2.4. Skruining Fitokimia Ekstrak Daun Tapak Liman

Pada studi ini, berbagai uji kualitatif dilakukan untuk melihat profil fitokimia ekstrak secara luas, yakni alkaloid, flavonoid, kardioglikosida, glikosida, saponin, kumarin, fenolik, kuinon, steroid, terpenoid, tanin, betasianin, dan antosianin. Uji

alkaloid dilakukan dengan metode Dragendorff dan Mayer pada ekstrak daun tapak liman yang telah dicampurkan dengan 1% HCl (1:1 v/v) dan dipanaskan. Larutan uji diberikan masing-masing dua tetes reagen Dragendorff dan Mayer secara terpisah. Indikasi hasil positif ditunjukkan oleh munculnya endapan jingga pada reagen Dragendorff dan endapan putih kekuningan pada reagen Mayer (Kancherla *et al.*, 2019). Uji flavonoid dilakukan dengan mencampurkan 1,5 mL ekstrak daun tapak liman dengan 2 mL larutan NaOH 1N. Hasil positif ditandai dengan perubahan warna ekstrak menjadi kuning gelap. Untuk uji kardioglikosida, sebanyak 1 mL ekstrak dicampurkan dengan asam asetat glasial sebanyak 2 mL, dilanjutkan dengan penetesan 5% FeCl₃. Selanjutnya, 1 mL asam sulfat dialirkan perlahan melalui dinding tabung reaksi; adanya cincin berwarna kecokelatan menandakan hasil positif. Uji glikosida dilakukan dengan mencampurkan 3 mL kloroform dan 1 mL amonium 10% terhadap 2 mL ekstrak; hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna merah muda (Mboneye *et al.*, 2023).

Kandungan saponin ditentukan dengan terbentuknya busa setelah ekstrak dicampurkan dengan air suling (1:4 v/v) dan dikocok. Untuk uji kumarin, NaOH 1N ditetaskan pada kertas saring, dikeringkan, lalu kembali ditetaskan dengan ekstrak daun tapak liman. Fluoresensi berwarna kuning di bawah sinar UV menunjukkan hasil positif (Firdouse & Parwez Alam, 2011). Penentuan kandungan fenolik dilakukan dengan mencampurkan ekstrak dengan air, natrium karbonat, dan Folin-Ciocalteu (1:2:0,5:0,5 v/v). Hasil positif ditandai dengan terbentuknya warna biru kehijauan. Pada uji kuinon, ekstrak daun dicampur dengan asam sulfat; kehadiran kuinon dilihat dari terbentuknya cincin kemerahan (Dauda *et al.*, 2020).

Penentuan kandungan steroid dilakukan dengan mencampur 1 mL ekstrak dengan 2 mL kloroform di atas piring reaksi, lalu dibiarkan hingga kering. Setelah kering, 1 mL asam asetat glasial ditambahkan dan dicampur, kemudian ditetaskan dengan 1 tetes asam sulfat. Terbentuknya warna biru kehijauan menandakan kehadiran steroid pada larutan ekstrak. Uji kandungan senyawa terpenoid dilakukan dengan mencampurkan ekstrak daun tapak liman, kloroform, dan asam sulfat. Pembentukan cincin berwarna merah muda, merah, atau kecokelatan mengindikasikan hasil positif (Mboneye *et al.*, 2023). Uji tanin dilakukan dengan meneteskan 5% larutan FeCl₃ ke dalam ekstrak daun tapak liman, dimana terjadi perubahan warna hijau kecokelatan apabila hasil positif. Deteksi antosianin dan betasianin dilakukan dengan memanaskan campuran 2 mL ekstrak dengan 1 mL NaOH 2N (5 menit, 100 °C). Adanya antosianin akan ditandai dengan pembentukan warna hijau-biru; pembentukan warna kekuningan menandakan adanya betasianin (Ali *et al.*, 2018).

2.5. Uji Kadar Fenolik Total Ekstrak Daun Tapak Liman

Metode Singleton dan Rossi dilakukan untuk menguji kadar fenolik total dari ekstrak daun tapak liman yang dilakukan secara triplo ($n = 3$). Sebanyak 0,3 g ekstrak dilarutkan dalam 10 mL campuran air dan metanol (1:1 v/v). Kemudian 0,2 mL larutan diambil dan dicampur dengan 15,8 mL akuades serta 1 mL reagen Folin-Ciocalteu. Campuran didiamkan selama 8 menit dalam kondisi gelap, ditambahkan 3 mL larutan 20% natrium karbonat, dihomogenisasi, dan kembali diinkubasi selama 2 jam dalam gelap. Setelah itu, absorbansi diukur pada 765 nm dengan spektrofotometer.

Konversi konsentrasi fenolik dari absorbansi dilakukan berdasarkan persamaan kurva standar asam galat yang dibuat pada konsentrasi 300, 400, 500, 600, dan 700 µg/mL. Dikarenakan struktur kimianya yang memiliki gugus hidroksil, asam galat dapat reaktif terhadap reagen Folin-Ciocalteu sehingga umum digunakan sebagai standar dalam uji fenolik. Selain itu, asam galat cenderung stabil, relatif murah, dan mudah diperoleh (Bastola *et al.*, 2017). Setelah diperoleh konsentrasi fenolik total dari ekstrak daun tapak liman, kadar fenolik tersebut dinyatakan dalam bentuk *milligram gallic acid equivalents per gram of dried weight* (mg GAE/g) dengan rumus sebagai berikut (Fadly *et al.*, 2020):

$$\text{Total kadar fenolik (mg GAE/g)} = \text{Kadar fenolik total} \times \frac{\text{volume pelarut}}{\text{massa kering ekstrak}} \dots\dots\dots (1)$$

2.6. Pengukuran Kapasitas Antioksidan Daun Tapak Liman

Penentuan kapasitas antioksidan dilakukan melalui dua metode berbeda, yakni ABTS dan FRAP (Arnao *et al.*, 2001; Benzie & Strain, 1996). Pada uji ini, Trolox® yang merupakan analog vitamin E digunakan sebagai kontrol positif mengingat

aktivitas antioksidannya yang sangat kuat (Kusumorini *et al.*, 2022). Pengujian dilakukan secara triplo ($n = 3$). Larutan ABTS disiapkan dengan melarutkan serbuk ABTS dan kalium persulfat secara terpisah dalam etanol. Setelah 12 jam inkubasi dalam keadaan gelap, kedua larutan dicampur dan kembali ditambahkan etanol. Sebagai absorbansi kontrol, serapan cahaya larutan ABTS diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 734 nm.

Pengukuran kapasitas antioksidan ekstrak daun tapak liman dilakukan pada rentang konsentrasi 10, 15, 20, 25, dan 30 $\mu\text{g/mL}$; dengan Trolox[®] pada rentang konsentrasi 5, 10, 15, 20, dan 25 $\mu\text{g/mL}$. Terhadap masing-masing konsentrasi bahan uji, larutan ABTS ditambahkan dengan perbandingan 1:1 (v/v), kemudian dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 734 nm. Kapasitas antioksidan bahan uji diukur berdasarkan kemampuan bahan uji dalam menghambat reaksi oksidasi ABTS sebagai senyawa radikal yang berwarna biru kehijauan, menghasilkan larutan yang tidak berwarna, sehingga persentase inhibisi bahan uji diperoleh melalui rumus:

$$\text{Persen inhibisi (\%)} = \frac{\text{absorbansi kontrol} - \text{absorbansi uji}}{\text{absorbansi kontrol}} \dots\dots\dots (2)$$

Penentuan kapasitas antioksidan dengan metode FRAP diawali dengan melarutkan FRAP dalam metanol, dilanjutkan dengan inkubasi pada suhu 37 °C selama 10 menit. Absorbansi larutan FRAP pada panjang gelombang 594 nm digunakan sebagai absorbansi kontrol. Kapasitas antioksidan ekstrak daun tapak liman dan Trolox[®] diukur pada konsentrasi yang sama seperti pada uji ABTS. Larutan FRAP yang tidak berwarna ditambahkan ke masing-masing bahan uji dengan perbandingan 1:3 (v/v). Setelah 10 menit inkubasi, warna yang terbentuk akibat reduksi senyawa dalam FRAP kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 594 nm. Persentase inhibisi bahan uji dikalkulasi dengan rumus:

$$\text{Persen inhibisi (\%)} = \frac{\text{absorbansi uji} - \text{absorbansi kontrol}}{\text{absorbansi uji}} \dots\dots\dots (3)$$

Setelah diperoleh persentase inhibisi bahan uji, dilakukan penentuan konsentrasi bahan uji yang mampu menghambat 50% senyawa uji ABTS dan FRAP, yang kemudian disebut sebagai *inhibitory concentration 50* (IC_{50}). Dengan demikian, semakin rendah nilai IC_{50} menandakan semakin kuat kapasitas antioksidan suatu bahan uji (Garcia- Molina *et al.*, 2022). Penentuan kekuatan antioksidan ekstrak daun tapak liman mengacu pada klasifikasi aktivitas antioksidan pada Tabel 1 (Jun *et al.*, 2003).

Tabel 1.

Klasifikasi kekuatan antioksidan berdasarkan nilai IC_{50}

Nilai IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	Aktivitas Antioksidan
< 50	Sangat kuat
50 – 100	Kuat
101 – 250	Sedang
251 – 500	Lemah
> 500	Tidak aktif

Aktivitas antioksidan bahan uji juga ditampilkan dalam *Trolox equivalent antioxidant capacity* (TEAC), dengan memasukkan absorbansi bahan uji ke dalam persamaan garis kurva standar Trolox. Nilai TEAC menyatakan rasio antara konsentrasi Trolox dengan bahan uji untuk mencapai aktivitas antioksidan yang sama (Apak *et al.*, 2016; Mira *et al.*, 1999).

2.7. Evaluasi Toksisitas Ekstrak Daun Tapak Liman

Toksisitas ditentukan melalui metode *brine shrimp lethality test* (BSLT) dengan larva udang *Artemia salina* (Kurniawan & Ropiqa, 2021). Ekstrak daun tapak liman dengan konsentrasi 0, 100, 200, 400, 600, 800, dan 1000 g/mL disiapkan dalam tabung reaksi. Sebanyak 10 butir larva udang kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing larutan uji, ditambahkan dengan air laut, ragi, dan DMSO kemudian diinkubasi selama 24 jam di bawah sinar lampu. Setelah itu, dilakukan

perhitungan jumlah larva yang hidup dan mati pada setiap tabung larutan uji. Presentase mortalitas larva udang *A. salina* dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah larva mati}}{\text{Jumlah larva hidup dan mati}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Kurva yang menunjukkan hubungan antara log konsentrasi zat uji (sumbu X) dan persentase kematian larva udang (sumbu Y) digunakan untuk menentukan persamaan garis. Dari persamaan tersebut, nilai LC₅₀ dihitung, yaitu konsentrasi zat yang menyebabkan kematian pada setengah dari total larva yang diuji.





3. Hasil dan Pembahasan







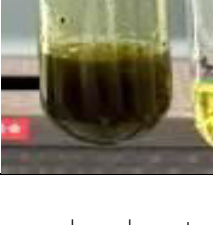
3.1. Hasil

Ekstraksi daun tapak liman dilakukan menggunakan metode maserasi dan perkolasi dengan pelarut metanol, yang menghasilkan rendemen sebesar 19.43%. Ekstrak yang diperoleh kemudian dianalisis melalui uji fitokimia untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun tapak liman mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk alkaloid, flavonoid, kardioglikosida, glikosida, saponin, kumarin, fenolik, kuinon, steroid, terpenoid, tanin, serta betasianin. Sementara itu, hasil negatif hanya ditemukan pada pengujian terhadap antosianin (Tabel 2). Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa ekstrak daun tapak liman berpotensi sebagai sumber antioksidan alami, sehingga pengukuran kadar fenolik total diperlukan untuk memberikan gambaran lebih lanjut mengenai aktivitas antioksidannya.

Tabel 2.

Skrining Kandungan Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Tapak Liman

Kandungan Fitokimia	Interpretasi	Hasil
Alkaloid	Uji dragendorff (kiri): Jingga (positif) Uji mayer (kanan): Putih kekuningan (positif)	
Flavonoid	Kuning gelap (positif)	
Kardioglikosida	Cincin kecokelatan (positif)	
Glikosida	Merah muda (positif)	

Kandungan Fitokimia	Interpretasi	Hasil
Saponin	Busa (positif)	
Kumarin	Fluoresensi kuning (positif)	
Fenolik	Hijau gelap (positif)	
Kuinon	Cincin merah (positif)	
Steroid dan Terpenoid	Uji steroid (kiri): Biru kehijauan (positif) Uji terpenoid (kanan): Cokelat (positif)	
Tanin	Hijau kehitaman (positif)	
Antosianin/Betasianin	Hijau (positif betasianin)	

Senyawa fenolik bersifat antioksidan dikarenakan gugus hidroksilnya yang mampu melepaskan atom hidrogen, yang kemudian berfungsi menetralkan dan menstabilkan radikal bebas. Dengan demikian, pengukuran kadar fenolik penting sebagai representasi aktivitas antioksidan suatu senyawa (Zeb, 2020). Setelah diketahui bahwa ekstrak daun tapak liman

mengandung senyawa fenolik, maka dilakukan kuantifikasi kadar senyawa fenolik tersebut. Hasil reaksi antara ekstrak daun tapak liman dengan reagen Folin-Ciocalteu menghasilkan absorbansi $0,644 \pm 0,01$ sehingga memiliki kadar fenolik total sebesar $516,55 \pm 4,55 \mu\text{g/mL}$, yang setara dengan $17,22 \pm 0,15 \text{ mg GAE/g}$.

Evaluasi aktivitas antioksidan pada ekstrak daun tapak liman kemudian dilakukan melalui dua jenis pengujian, yakni metode ABTS dan FRAP. Pada uji ini, Trolox® yang memiliki aktivitas antioksidan kuat digunakan sebagai pembanding atau kontrol positif. Pengujian ABTS didasarkan pada kemampuan ekstrak dalam mereduksi radikal ABTS yang memiliki warna biru kehijauan menjadi senyawa netral yang tidak berwarna (Arnao *et al.*, 2001). Pada hasil uji ini, peningkatan konsentrasi ekstrak daun tapak liman diiringi dengan penurunan absorbansi ABTS secara bertahap, merepresentasikan kapasitas ekstrak dalam mereduksi ABTS. Nilai IC_{50} ekstrak daun tapak liman berdasarkan hasil uji ABTS diperoleh sebesar $18,87 \mu\text{g/mL}$ (Tabel 3). Konsentrasi ini sedikit lebih tinggi apabila dibandingkan dengan IC_{50} Trolox®, yakni $13,27 \mu\text{g/mL}$ (Gambar 3A). Nilai TEAC yang diperoleh dari uji ABTS sebesar 0,996.

Tabel 3.

Hasil Uji Antioksidan ABTS Ekstrak Daun Tapak Liman dan Trolox® ($n = 3$)

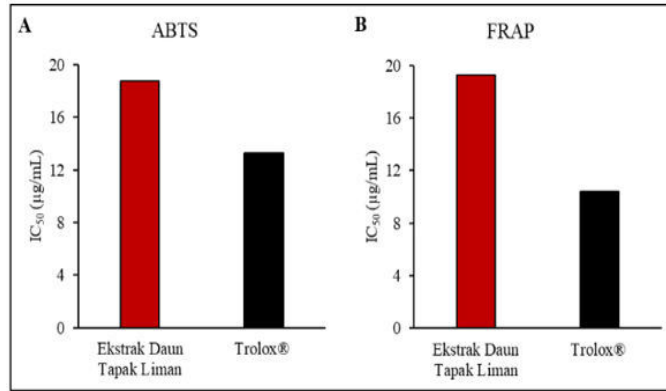
Ekstrak Daun Tapak Liman			Trolox®		
Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Persen Inhibisi (%)	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Persen Inhibisi (%)	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
10	$26,76 \pm 1,22$		5	$37,55 \pm 0,18$	
15	$41,85 \pm 1,22$		10	$44,69 \pm 0,48$	
20	$55,72 \pm 1,22$	18,78	15	$52,20 \pm 0,66$	13,27
25	$61,56 \pm 1,22$		20	$60,99 \pm 0,73$	
30	$79,32 \pm 3,63$		25	$67,95 \pm 0,48$	

Selain uji ABTS, FRAP adalah jenis uji yang juga banyak dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan suatu senyawa. Pada uji FRAP, reaksi dengan senyawa antioksidan akan mereduksi ion Fe^{3+} pada kompleks $\text{Fe}^{3+}/\text{TPTZ}$ (2,4,6-tripiridil-s-triazine) yang tidak berwarna, menghasilkan $\text{Fe}^{2+}/\text{TPTZ}$ yang berwarna kebiruan (Benzie & Strain, 1996). Sejalan dengan hasil uji ABTS, peningkatan konsentrasi ekstrak daun tapak liman menunjukkan kemampuan yang semakin besar dalam mereduksi ion Fe^{2+} , dengan nilai IC_{50} tercatat sebesar $19,26 \mu\text{g/mL}$ (Tabel 4). Sebagai pembanding, Trolox® memiliki nilai IC_{50} sebesar $10,42 \mu\text{g/mL}$, sehingga nilai TEAC yang dihitung mencapai 0,879 (Gambar 3B). Berdasarkan hasil dari kedua metode, yaitu ABTS dan FRAP, ekstrak daun tapak liman menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC_{50} di bawah $50 \mu\text{g/mL}$. Nilai TEAC untuk kedua uji juga menunjukkan nilai mendekati angka 1, sehingga kekuatan antioksidan ekstrak daun tapak liman hampir menyamai Trolox.

Tabel 4.

Hasil uji antioksidan FRAP ekstrak daun tapak liman dan Trolox® ($n = 3$)

Ekstrak Daun Tapak Liman			Trolox®		
Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Persen Inhibisi (%)	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Persen Inhibisi (%)	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
10	$31,20 \pm 3,48$		5	$39,07 \pm 1,81$	
15	$37,59 \pm 1,53$		10	$50,51 \pm 0,77$	
20	$57,20 \pm 1,35$	19,26	15	$59,05 \pm 0,64$	10,42
25	$60,67 \pm 1,14$		20	$66,43 \pm 0,36$	
30	$70,93 \pm 0,62$		25	$76,48 \pm 0,15$	

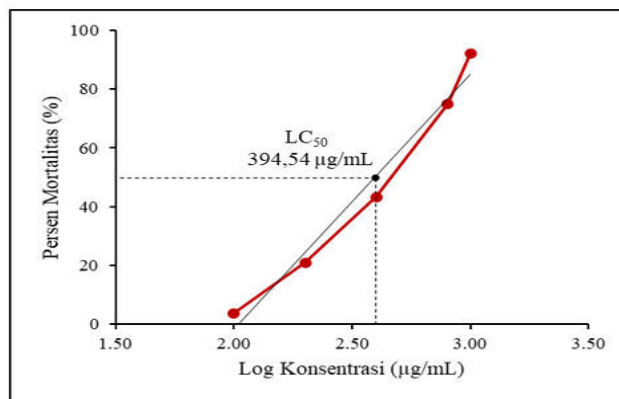


Gambar 3. Nilai IC₅₀ kapasitas antioksidan ekstrak daun tapak liman dan Trolox® yang diukur dengan (A) uji ABTS dan (B) FRAP

Selanjutnya, uji BSLT (*brine shrimp lethality test*) dilakukan untuk mengevaluasi tingkat toksisitas ekstrak daun tapak liman. BSLT adalah metode pengujian cepat yang sering dimanfaatkan untuk menilai toksisitas biologis bahan uji berdasarkan tingkat mortalitas larva *Artemia salina*. Secara spesifik, BSLT berguna untuk mengevaluasi kemampuan antimitosis bahan uji, dimana aktivitas sitotoksik dan potensi antimitosis tersebut umumnya berkorelasi dengan kandungan terpenoid dan flavonoid dalam ekstrak tanaman (Rachutami *et al.*, 2022). Pada uji BSLT, peningkatan konsentrasi ekstrak daun tapak liman dari 100 µg/mL hingga 1000 µg/mL menyebabkan kematian larva *A. salina* secara bertahap dari 3.7% hingga 92% (Tabel 5). Berdasarkan hasil kalkulasi, ekstrak metanol daun tapak liman mempunyai nilai LC₅₀ sebesar 394,54 µg/mL, dimana konsentrasi ini menyebabkan 50% mortalitas terhadap larva *A. salina* (Gambar 4). Tabel 5.

Persentase mortalitas larva *Artemia salina* terhadap ekstrak daun tapak liman

Konsentrasi (µg/mL)	Log Konsentrasi (µg/mL)	Mortalitas (%)	LC ₅₀ (µg/mL)
100	2,00	3,70	
200	2,30	20,93	
400	2,60	43,24	394,54
800	2,90	75,00	
1000	3,00	92,00	



Gambar 4. Toksisitas Ekstrak Daun Tapak Liman Terhadap Larva *Artemia Salina* Dalam Uji *Brine Shrimp Lethality Test*

3.2. Pembahasan

Tapak liman (*Elephantopus scaber* L.) telah dimanfaatkan sejak lama sebagai tanaman herbal dalam mengatasi sejumlah besar masalah kesehatan. Dapat ditemukan dimana-mana serta mudah dikultivasi menjadikan tapak liman sebagai sumber antioksidan alami yang menarik untuk diuji. Sejalan dengan studi sebelumnya, ekstrak daun tapak liman mengandung senyawa metabolit sekunder yang luas, yakni flavonoid, kardioglikosida, glikosida, saponin, kumarin, fenolik, kuinon, steroid, terpenoid, dan tanin (Jamal & Jose, 2017; Mendhulkar & Kharat, 2017). Menariknya, beberapa studi menemukan bahwa daun tapak liman yang diekstraksi dengan pelarut metanol, etanol, air, etil asetat, atau per eter tidak mengandung alkaloid; kandungan alkaloid hanya ditemukan ketika daun tapak liman diekstraksi dengan kloroform (Efendi *et al.*, 2023; Mendhulkar & Kharat, 2017).

Alkaloid termasuk senyawa yang larut dalam pelarut polar seperti metanol, sehingga ketidakhadiran alkaloid dalam ekstrak metanol mengindikasikan rendahnya kandungan alkaloid pada ekstrak daun tapak liman tersebut (Truong *et al.*, 2019). Mengingat tapak liman memiliki distribusi geografik yang sangat luas, perbedaan hasil uji ini dapat diakibatkan oleh faktor geografis serta metode kultivasi tapak liman, sehingga kandungan dan nutrien yang diserap oleh tanaman menghasilkan jenis senyawa metabolit sekunder dalam jumlah yang beragam pula (Das *et al.*, 2022). Pada studi ini, ditemukan juga bahwa ekstrak daun tapak liman mengandung betasianin, namun tidak terdeteksi adanya antosianin yang belum pernah dilaporkan sebelumnya dan memberikan informasi baru mengenai profil fitokonstituen ekstrak metanol daun tapak liman. Hal ini memberikan informasi penting sekaligus menarik terhadap kemungkinan jalur biosintesis pigmen *E. scaber*, dimana tanaman yang termasuk famili Asteraceae umumnya memiliki jalur biosintesis antosianin (Marin-Recinos & Pucker, 2024). Temuan ini mendorong penelitian lebih lanjut untuk mengulik jalur sintesis betasianin dan bioaktivitas pigmen tersebut pada ekstrak daun tapak liman asal Jakarta.

Temuan kandungan fitokimia ini memberikan bukti empiris terhadap manfaat luas daun tapak liman untuk pengobatan. Alkaloid dan saponin dalam daun tapak liman diketahui memiliki efek antimikroba dan antikanker (Mulyani *et al.*, 2017; Oktavia *et al.*, 2022); kardioglikosida dan glikosida memiliki aktivitas antihipertensi, sedangkan fitosterol mampu menurunkan kolesterol (Jamal & Jose, 2017). Flavonoid dan fenolik memberikan efek antioksidan yang berperan penting dalam mencegah kerusakan sel akibat stres oksidatif, serta memiliki potensi dalam pengobatan penyakit degeneratif, diabetes, dan jantung (Pambudi *et al.*, 2015). Terlebih lagi, kadar fenolik total ekstrak daun tapak liman pada studi ini ditemukan dalam jumlah yang tinggi, sebesar 516,55 µg/mL, jauh lebih tinggi dibandingkan studi lain dengan kadar fenolik sebesar 169.2 µg/mL (Chatterjee, 2020). Jika kadar fenolik total lebih dari 1 mg GAE/g, yakni 17,22 mg GAE/g, ekstrak daun tapak liman dikategorikan memiliki kandungan fenolik total yang tinggi (Vasco *et al.*, 2008).

Tingginya kandungan fenolik tersebut sejalan dengan kekuatan antioksidan ekstrak daun tapak liman yang tergolong sangat kuat, didukung dengan hasil uji ABTS dan FRAP yang berkisar di angka 18 µg/mL sampai 20 µg/mL. Menurut Hor *et al.*, IC₅₀ ekstrak daun tapak liman berkisar antara 10 µg/mL hingga 50 µg/mL (Hor *et al.*, 2022); dimana IC₅₀ yang diperoleh di studi ini masih konsisten dengan penelitian sebelumnya. Secara keseluruhan, nilai IC₅₀ ini hanya sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Trolox® (IC₅₀ 10 – 14 µg/mL), yang merupakan analog vitamin E dengan kemampuan antioksidan yang sudah teruji. Nilai TEAC yang mendekati 1 menunjukkan bahwa kekuatan antioksidan ekstrak daun tapak liman hampir setara dengan Trolox®, menandakan efektivitas tinggi sebagai sumber antioksidan alami.

Sedikit berbeda dengan temuan di atas, nilai IC₅₀ ekstrak *aqueous* daun tapak liman menurut Kharat & Mendhulkar ditemukan jauh lebih besar, yakni 113,6 µg/mL ketika dianalisis melalui uji DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Kharat & Mendhulkar, 2016). Selain faktor geografis dan sumber tanaman, jenis pelarut yang digunakan dalam ekstraksi bahan uji, serta jenis tes yang berbeda dapat menghasilkan IC₅₀ yang bervariasi. Hal ini menekankan pentingnya penggunaan pelarut yang tepat untuk mengekstrak fitokonstituen dalam daun tapak liman secara maksimal (Kharat & Mendhulkar, 2016). Selain itu, perbedaan sensitivitas metode uji antioksidan juga mempengaruhi. Maka dari itu, studi ini melakukan penentuan kapasitas antioksidan melalui dua uji, yakni ABTS dan FRAP, untuk melihat kemampuan antioksidan melalui

dua prinsip kerja yang berbeda. ABTS merupakan radikal bebas artifisial yang mampu melihat kapasitas antioksidan secara luas, yakni baik dari segi kemampuan senyawa antioksidan dalam transfer atom hidrogen (*hydrogen atom transfer/HAT*) maupun transfer elektron tunggal (*single electron transfer/SET*). Lain halnya dengan FRAP, uji ini melihat kemampuan senyawa antioksidan dari segi SET, yakni kemampuan bahan uji dalam mereduksi ion metal. Kedua uji ABTS dan FRAP pada studi ini menghasilkan nilai IC₅₀ dan TEAC yang konsisten dan tidak jauh berbeda sehingga dapat merepresentasikan kapasitas antioksidan ekstrak daun tapak liman secara luas. Uji DPPH sendiri memiliki prinsip kerja yang mirip dengan ABTS, dengan senyawa DPPH sebagai radikal bebas. Akan tetapi, DPPH hanya reaktif terhadap antioksidan hidrofobik yang terlarut dalam pelarut organik. Dengan demikian, dengan prinsip kerja yang sama, ABTS dinilai memiliki sensitivitas dan aplikabilitas yang lebih baik terhadap berbagai jenis senyawa, termasuk hidrofilik dan lipofilik, apabila dibandingkan dengan DPPH (Rumpf *et al.*, 2023).

Selanjutnya, penapisan toksisitas ekstrak daun tapak liman dilakukan melalui uji BSLT. Uji ini digunakan secara luas karena kemudahan dan sensitivitasnya. Penggunaan larva *A. salina* didasarkan pada kulit larva yang secara biologis tipis sehingga memudahkan difusi bahan uji. Selain itu, pertumbuhan larva tergolong cepat dan menyerupai proliferasi sel kanker, maka tes ini dapat merepresentasikan kemampuan antimitosis dan antikanker suatu bahan uji (Rachutami *et al.*, 2022). Ekstrak daun tapak liman memiliki LC₅₀ dalam rentang 100 – 500 µg/mL, sehingga dikategorikan memiliki toksisitas sedang, serta mengindikasikan kemampuan antimitosis dan antikanker (Zakaria *et al.*, 2024). Hasil ini selaras dengan temuan sebelumnya mengenai aktivitas antikanker ekstrak tapak liman terhadap berbagai kultur sel kanker, seperti kanker payudara, hati, dan nasofaring. Berdasarkan literatur, kandungan terperinci yang terdeteksi pada uji BSLT ini. Senyawa deoxyelephantopin, isodeoxyelephantopin, dan scabertropin yang merupakan lakton seskuiterpen utama dalam tapak liman (subkelas terpenoid), diketahui memiliki peran penting dalam memfasilitasi aktivitas antikanker, antimikrobia, antiviral, serta anti-inflamasi (Kabeer & Prathapan, 2014).

Studi ini menemukan bahwa ekstrak metanol *Elephantopus scaber* L. asal Jakarta memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi dan kemampuan antimitosis, difasilitasi oleh kandungan fitokonstituen yang kaya. Keterbatasan penelitian ini terletak pada pengujian yang masih terbatas pada tingkat *in vitro*. Uji *in vivo* lanjutan guna meninjau efektivitas antioksidan secara langsung, menilai dosis efektivitas dan keamanan jangka panjang, serta mengeksplorasi aktivitas lain ekstrak daun tapak liman perlu dilakukan. Dengan demikian, ekstrak daun tapak liman memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan sebagai obat herbal terstandar yang memiliki aktivitas antioksidan kuat.

4. Kesimpulan

Hasil temuan ini menemukan bahwa ekstrak metanol daun *Elephantopus scaber* L. asal Jakarta memiliki kandungan fitokimia yang beragam dengan potensi manfaat biologis yang masih dapat dikembangkan lebih lanjut. Selain itu, kapasitas antioksidan ekstrak daun *E. scaber* menunjukkan aktivitas yang sangat tinggi dan mendekati aktivitas Trolox®, analog vitamin E. Uji awal terhadap keamanan ekstrak ini menunjukkan bahwa ekstrak memiliki toksisitas sedang dengan aktivitas antimitosis. Selain itu, studi ini juga menemukan bahwa ekstrak daun tapak liman asal Jakarta ini mengandung betasianin, yang belum pernah dilaporkan sebelumnya. Dengan demikian, studi ini menyimpulkan bahwa ekstrak daun *Elephantopus scaber* L. memiliki potensi besar sebagai sumber suplemen antioksidan alami.

5. Referensi

- Aldabayan YS. (2025). Effect of artificial food additives on lung health – an overview. *Medicina (Kaunas)*, 61(4), 684. <https://doi.org/10.3390/medicina61040684>
- Ali, S., Khan, M. R., Irfanullah, Sajid, M., & Zahra, Z. (2018). Phytochemical investigation and antimicrobial appraisal of *Parrotiopsis jacquemontiana* (Decne) Rehder. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2114-z>

- Anitha, V. T., Antonisamy, J. M., & Jeeva, S. (2012). Anti-bacterial studies on *Hemigraphis colorata* (Blume) H.G. Hallier and *Elephantopus scaber* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(1), 52–57. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60245-9](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60245-9)
- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., & Çapanoğlu, E. (2016). Antioxidant Activity/Capacity Measurement. 1. Classification, Physicochemical Principles, Mechanisms, and Electron Transfer (ET)-Based Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(5), 997–1027. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b04739>
- Arnao, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73(2), 239–244. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00324-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00324-1)
- Averill-Bates, D. (2024). Reactive oxygen species and cell signaling. Review. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 1871(2), 119573. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2023.119573>
- Bastola, K. P., Guragain, Y. N., Bhadriraju, V., & Vadlani, P. V. (2017). Evaluation of standards and interfering compounds in the determination of phenolics by Folin-Ciocalteu assay method for effective bioprocessing of biomass. *American Journal of Analytical Chemistry*, 08(06), 416–431. <https://doi.org/10.4236/ajac.2017.86032>
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Birben, E., Sahiner, U. M., Sackesen, C., Erzurum, S., & Kalayci, O. (2012). Oxidative stress and antioxidant defense. *World Allergy Organization Journal*, 5(1), 9–19. <https://doi.org/10.1097/WOX.0b013e3182439613>
- Chatterjee, M. (2020). Quantification of selected phytochemicals and antioxidant activity of *Elephantopus scaber* L. *International Journal of Recent Scientific Research*, 11(4), 38074–38078. <https://doi.org/10.24327/ijrsr.2020.1104.5235>
- Das, K., Mohammed Basheeruddin Asdaq, S., Saifulla Khan, M., Singirikonda, S., S. Alamri, A., F. Alsanie, W., Alhomrani, M., Nagaraja, S., & N. Venugopala, K. (2022). Phytochemical analysis, estimation of quercetin, and in vitro anti-diabetic potential of *Stevia* leaves samples procured from two geographical origins. *Phyton*, 91(10), 2349–2365. <https://doi.org/10.32604/phyton.2022.022379>
- Dauda, H., Uba, G., & Ali, U. (2020). Preliminary phytochemical screening, quantitative analysis of flavonoids from the stem bark extract of *Commiphora africana* (Burseraceae). *Bulletin of Environmental Science and Sustainable Management*, 4(1), 25–27. <https://doi.org/10.54987/bessm.v4i1.529>
- Dewi, Y. A. (2020). *Aktivitas penangkapan radikal DPPH senyawa flavonoid dalam daun tapak liman serta analisis hubungan struktur-aktivitas antioksidan* [Universitas Gadjadara]. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/189641>
- Efendi, M. R., Bakhtiar, A., Rusdi, M. S., & Putra, D. P. (2023). Comparative study of antibacterial activity of *Elephantopus scaber* Linn. and *Elephantopus mollis* Kunth. extract. *Current Applied Science and Technology*, e0258350. <https://doi.org/10.55003/cast.2023.258350>
- Fadly, D., Purwayantie, S., & Arundhana, A. I. (2020). Total phenolic content, antioxidant activity and glycemic values of non-meat burger patties. *Canrea Journal: Food Technology, Nutrition, and Culinary Journal*, 1–9. <https://doi.org/10.20956/canrea.v3i1.246>
- Firdouse, S., & Parwez Alam. (2011). Phytochemical investigation of extract of *Amorphophallus campanulatus* tubers. *International Journal of Phytomedicine*, 3, 32–35.
- Frankson, D., Hendrawan, S., & Ferdinal, F. (2024). Evaluasi Kandungan Fitokimia, Kapasitas Antioksidan, dan Toksisitas Ekstrak Daun *Stevia rebaudiana*. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 1622. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.12151>
- Garcia-Molina, P., Garcia-Molina, F., Teruel-Puche, J. A., Rodriguez-Lopez, J. N., Garcia-Canovas, F., & Muñoz-Muñoz,

- J. L. (2022). The relationship between the IC50 values and the apparent inhibition constant in the study of inhibitors of tyrosinase diphenolase activity helps confirm the mechanism of inhibition. *Molecules*, 27(10), 3141. <https://doi.org/10.3390/molecules27103141>
- Hiradeve, S. M., & Rangari V. D. (2014). Elephantopus scaber Linn.: A review on its ethnomedical, phytochemical and pharmacological profile. *Journal of Applied Biomedicine*, 12, 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.jab.2014.01.008>
- Hor, P. K., Ghosh, K., Halder, S. K., Mondal, S., & Mondal, K. C. (2022). Evaluation of some effective potentialities of newly formulated rice fermented food using Elephantopus scaber L. rhizome as herbal starter. *Indian Journal of Experimental Biology*, 60(9). <https://doi.org/10.56042/ijeb.v60i09.65142>
- IISD – International Institute for Sustainable Development [Internet]. (2024). Comprehensive wealth report – Indonesia. <https://www.iisd.org/system/files/2024-05/comprehensive-wealth-indonesia.pdf>
- Jamal, R. K., & Jose, V. (2017). Determination of phytochemicals by GC-MS in methanol extract of Elephantopus scaber L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 807–813.
- Jun, M., Fu, H. -Y., Hong, J., Wan, X., Yang, C. S., & Ho, C. -T. (2003). Comparison of antioxidant activities of isoflavones from Kudzu root (*Pueraria lobata* Ohwi). *Journal of Food Science*, 68(6), 2117–2122. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb07029.x>
- Kabeer, F. A., & Prathapan, R. (2014). Phytopharmacological profile of Elephantopus scaber. *Pharmacologia*, 5(8), 272–285. <https://doi.org/10.5567/pharmacologia.2014.272.285>
- Kancherla, N., Dhakshinamoothi, A., Chitra, K., & Komaram, R. B. (2019). Preliminary Analysis of Phytoconstituents and Evaluation of Anthelmintic Property of Cayratia auriculata (In Vitro). *Maedica - A Journal of Clinical Medicine*, 14(4). <https://doi.org/10.26574/maedica.2019.14.4.350>
- Kharat, S. N., & Mendhulkar, V. D. (2016). Synthesis, characterization and studies on antioxidant activity of silver nanoparticles using Elephantopus scaber leaf extract. *Materials Science and Engineering: C*, 62, 719–724. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.02.024>
- Kurniawan, H., & Ropiqa, M. (2021). Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Ekor Kucing (*Acalypha hispida* Burm.f.) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 3(2), 52–62. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v3i2.11398>
- Kusumorini, N., Nugroho, A. K., Pramono, S., & Martien, R. (2022). Determination of The Potential Antioxidant Activity of Isolated Piperine from White Pepper Using DPPH, ABTS, and FRAP Methods. *Majalah Farmaseutik*, 18(4), 454. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v18i4.70246>
- Marin-Recinos, M.F., & Pucker, B. (2024). Genetic factors explaining anthocyanin pigmentation differences. *BMC Plant Biology*, 24(627),1–20. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05316-w>
- Mboneye, A., Onchweri, A. N., Neeza, T., & Odoma, S. (2023). Preliminary phytochemical screening and quantitative analysis of methanol leaf extract of *Erlangea tomentosa* (Oliv. & Hiern) S.Moore (Asteraceae). *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 7(1), 24–32. <https://doi.org/10.25026/jtpc.v7i1.528>
- Mendhulkar, V. D., & Kharat, S. N. (2017). HPLC assay, phytochemical, FTIR characterization and studies on antioxidant activity of Elephantopus scaber (Linn) using six different soxhlet leaf extract. *Der Pharma Chemica*, 9(23), 18–28.
- Mira, L., Silva, M., Rocha, R., & Manso, C. F. (1999). Measurement of relative antioxidant activity of compounds: a methodological note. *Redox Report*, 4(1–2), 69–74. <https://doi.org/10.1179/135100099101534666>

- Mulyani, H., Widyastuti, S. H., & Ekowati, V. I. (2017). Tumbuhan herbal sebagai jamu pengobatan tradisional penyakit dalam serat Primbon Jampi Jawi Jilid I. *Jurnal Penelitian Humaniora*, 21(2). <https://doi.org/10.21831/hum.v2i2.13109>
- Oktavia, N., Fadli, Z., & Risandiansyah, R. (2022). Efek paparan jamu tapak liman (*Elephantopus scaber* L.) pada efektivitas kloramfenikol terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kedokteran Komunitas*, 10(2), 1–11.
- Pambudi, A., -, S., Noriko, N., Azhari, R., & Azura, P. R. (2015). Identifikasi bioaktif golongan flavonoid tanaman Anting- anting (*Acalypha indica* L.). *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 2(3), 178. <https://doi.org/10.36722/sst.v2i3.139>
- Rachutami, I., Martha, R. D., Muadifah, A., & Manggara, A. B. (2022). Cancer activity testing of cumin (*Plectranthus Amboinicus*) ethanol extract against *Artemia salina* leach by using brine shrimp lethality test (BSLT) method. *Walisongo Journal of Chemistry*, 5(1), 19–28. <https://doi.org/10.21580/wjc.v5i1.9086>
- Rumpf, J., Burger, R., & Schulze, M. (2023). Statistical evaluation of DPPH, ABTS, FRAP, and Folin-Ciocalteu assays to assess the antioxidant capacity of lignins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 233, 123470. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123470>
- Sholikah, T. A., Wulandari, S., Ariesta, I., Hakim, M. A. R., & Hafizhan, M. (2020). The hypoglycemic effects of tapak liman (*Elephantopus scaber* L) plant extract on albino rat (*Rattus novergicus*) models of diabetes mellitus. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Indonesia*, 11(2), 172–179. <https://doi.org/10.20885/JKKI.Vol11.Iss2.art10>
- Song, F.-L., Gan, R.-Y., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L., & Li, H.-B. (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(6), 2362–2372. <https://doi.org/10.3390/ijms11062362>
- Truong, D.-H., Nguyen, D. H., Ta, N. T. A., Bui, A. V., Do, T. H., & Nguyen, H. C. (2019). Evaluation of the use of different solvents for phytochemical constituents, antioxidants, and in vitro anti-inflammatory activities of *Severinia buxifolia*. *Journal of Food Quality*, 2019, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/8178294>
- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry*, 111(4), 816–823. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>
- Zakaria, Z., Soekamto, N. H., Dali, N., Amalia, H. A. M., & Syarifuddin, S. H. (2024). Toxicity test using the brine shrimp lethality test (BSLT) method on extracts of stem bark, stem wood, and leaves on Bayur (*Pterospermum diversifolium* B. Rob.). *Elkawnie*, 10(1), 42. <https://doi.org/10.22373/ekw.v10i1.20380>
- Zeb, A. (2020). Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. *Journal of Food Biochemistry*, 44(9). <https://doi.org/10.1111/jfbc.1339>