

KAPASITAS TOTAL ANTIOKSIDAN, KANDUNGAN FENOLIK, PROFIL FITOKIMIA DAN TOKSISITAS EKSTRAK UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas* L.)

Azra Morley Iksanti¹, Siufui Hendrawan^{2*}, Frans Ferdinal³

¹⁻³Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara

^{*}Email Korespondensi : siufui@fk.untar.ac.id

Abstract: Total Antioxidant Capacity, Phenolic Content, Phytochemical Profile, and Toxicity of Purple Sweet Potato Extract (*Ipomoea batatas* L.).

Oxidative stress, induced by increased free radicals, is a major trigger for various degenerative diseases, making exploration of natural antioxidants crucial. Purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.), with its anthocyanin content and bioactive compounds, shows potential as an antioxidant source. This study aimed to analyze the phytochemical content, total phenolic levels, antioxidant capacity, and antimutagenic potential of purple sweet potato extract. The plant material was dried, and extraction was performed by maceration and percolation using methanol, followed by evaporation and extract analysis. Phytochemical tests identified secondary metabolite substances found within the extract. The Folin-Ciocalteu assay was employed to quantify the total phenolic content. The antioxidant capacity was assessed through the application of the ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) assays, while toxicity was measured via Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). Phytochemical screening revealed that purple sweet potato extract contains alkaloids, glycosides, saponins, cardio glycosides, flavonoids, coumarins, steroids, phenols, quinones, betacyanins, terpenoids, tannins, and anthocyanins. Total phenolic content was quantified at 13.37 mg ± 0.32 mg GAE/g DW. Antioxidant activity showed strong potential with IC₅₀ values of 43.81 µg/mL for ABTS and 19.03 µg/mL for FRAP. BSLT toxicity testing yielded an LC₅₀ of 461.87 µg/mL, classifying this extract as slightly toxic. In conclusion, purple sweet potato extract has significant potential as a natural antioxidant agent with free radical scavenging abilities and potential biological relevance based on antioxidant activity, although its toxicity profile requires further research before therapeutic application.

Keywords : Antioxidant, *Ipomoea Batatas* L., Phytochemistry, Toxicity, Total Phenolic.

Abstrak: Kapasitas Total Antioksidan, Kandungan Fenolik, Profil Fitokimia dan Toksisitas Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* L.).

Stres oksidatif, diinduksi oleh peningkatan radikal bebas, merupakan pemicu utama berbagai penyakit degeneratif, sehingga eksplorasi antioksidan alami menjadi krusial. Ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.), dengan kandungan antosianin dan senyawa bioaktifnya, berpotensi sebagai sumber antioksidan. Penelitian bertujuan menganalisis kandungan fitokimia, kadar fenolik total, kapasitas antioksidan, dan potensi antimutagenik ekstrak ubi jalar ungu. Sederhana dikeringkan, dan ekstraksi secara maserasi dan perkolasi menggunakan methanol, dilanjutkan evaporasi dan analisis ekstrak. Analisis fitokimia bertujuan mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak. Kandungan fenolik total diukur menggunakan metode Folin-Ciocalteu. Sementara itu, kapasitas antioksidan dinilai menggunakan uji ABTS [2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat)] dan Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP). Toksisitas diukur dengan Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). Hasil uji fitokimia menunjukkan ekstrak ubi ungu mengandung alkaloid, glikosida, saponin, kardio glikosida, flavonoid, kumarin, steroid, fenol, kuinon, betasianin, terpenoid, tanin, dan antosianin. Kadar fenolik total terkuantifikasi sebesar 13,37 ± 0,32 mg

GAE/g DW. Aktivitas antioksidan menunjukkan potensi kuat dengan nilai IC₅₀ ABTS 43,81 µg/mL (TEAC=0,46±0,22) dan FRAP 19,03 µg/mL (TEAC=0,43±0,08). Uji toksisitas BSLT menghasilkan LC₅₀ 461,87 µg/mL, mengklasifikasikan ekstrak sebagai sedikit toksik. Secara konklusif, ekstrak ubi ungu memiliki potensi signifikan sebagai agen antioksidan alami dengan kemampuan penangkal radikal bebas dan potensi relevansi biologis berdasarkan aktivitas antioksidan, meski toksisitasnya memerlukan penelitian lanjutan sebelum aplikasi terapeutik.

Kata Kunci : Antioksidan, *Ipomoea Batatas* L., Fenolik Total, Fitokimia, Toksisitas.

PENDAHULUAN

Pada era modern saat ini, prevalensi penyakit degeneratif semakin meningkat karena paparan polusi dan pola hidup tidak sehat. Salah satu faktor penyebab penyakit degeneratif yaitu stres oksidatif, akibat ketidakseimbangan antara paparan radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan (Sharifi-Rad *et al.*, 2020). Radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) merupakan molekul tidak stabil dengan elektron yang tidak berpasangan yang dapat merusak komponen seluler seperti lipid, protein, dan DNA, yang pada akhirnya berkontribusi pada patogenesis berbagai penyakit degeneratif (Kim *et al.*, 2015). Sistem antioksidan endogen terkadang tidak mampu mengimbangi produksi radikal bebas yang berlebihan, sehingga diperlukan asupan antioksidan eksogen untuk membantu menetralkan radikal bebas tersebut (Korcowska-Łącka *et al.*, 2023).

Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif dan efek samping senyawa kimia sintetis telah mendorong upaya pemanfaatan bahan alami sebagai sumber antioksidan (Wang *et al.*, 2021). Indonesia sebagai negara megabiodiversitas memiliki kekayaan sumber daya hayati yang potensial untuk dikembangkan sebagai antioksidan alami, di antaranya adalah ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.). Ubi ungu merupakan tanaman umbi-umbian dengan kandungan antosianin tinggi (Alam, Kurnianingsih and Fatchiyah, 2022). Ubi jalar ungu memiliki warna ungu pekat akibat kandungan antosianin, yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Pigmen antosianin pada ubi jalar ungu

berpotensi mencegah penuaan dini, kanker, dan penyakit degeneratif lainnya berkat aktivitas antioksidan yang dimilikinya (Su *et al.*, 2019). Selain itu, kandungan senyawa fenolik dan β-karoten pada ubi ungu jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan ubi jalar putih (Rahmawati, Supartono and Cahyono, 2015).

Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan manfaat antioksidan ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.), namun informasi mengenai profil fitokimia, dan data komparatif kapasitas antioksidan antara pengujian menggunakan mekanisme *scavenging* (ABTS) dan *reducing power* (FRAP), serta pengujian toksisitasnya dengan BSLT masih terbatas. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis profil fitokimia, kadar fenolik total, kapasitas antioksidan dengan metode ABTS [*2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*] dan FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), serta mengevaluasi toksisitas ekstrak ubi jalar ungu dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Penelitian ini diharapkan dapat menyajikan hasil data ilmiah terkait potensi ubi ungu sebagai sumber antioksidan alami yang aman untuk diaplikasikan dalam bidang pangan fungsional, nutrasetikal, maupun farmasi.

METODE

Desain Eksperimental

Penelitian ini menggunakan pendekatan *in vitro* dan *bioassay*. Sampel ubi jalar ungu dikumpulkan dari Jakarta, Indonesia, dan diidentifikasi di Laboratorium Biokimia, Universitas Tarumanagara.

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan yaitu ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) dalam kondisi segar. Bahan lainnya yang digunakan meliputi metanol (Merck, 99,9%), reagen Folin-Ciocalteu (Merck), etanol (Merck, 95%), natrium karbonat (Na_2CO_3) (Merck), 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) (Sigma-Aldrich), asam galat (Sigma-Aldrich), kalium persulfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) (Merck), NaOH (Merck), reagen FRAP (mengandung sodium asetat trihidrat, TPTZ, dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Trolox (Sigma-Aldrich), serta larva *Artemia salina*.

Alat-alat yang digunakan yaitu blender, timbangan analitik (Ohaus), rotary evaporator (Buchi), waterbath, kuvet kaca, spektrofotometer UV-Vis, (Genesys 30), tabung maserasi, tabung reaksi (pyrex), tabung perkolasi (pyrex), gelas ukur (pyrex), erlenmeyer (pyrex), gelas beker (pyrex), mikropipet, vortex (IKA), dan batang pengaduk.

Preparasi dan Ekstraksi Sampel

Ubi jalar ungu segar (1000 g) dibersihkan dan dipotong menjadi irisan tipis, kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 5-7 hari hingga kering, lalu diblender hingga menjadi serbuk. Ekstraksi dilakukan melalui kombinasi metode maserasi dan perkolasi menggunakan metanol. Metanol dipilih karena metanol merupakan pelarut yang paling optimal untuk mengekstraksi senyawa fenolik dan antosianin (Taghavi, Patel and Rafie, 2023). Sebanyak 241 g serbuk simplisia dimasukkan ke dalam gelas beker dan ditambahkan metanol secara bertahap. Simplisia dimaserasi 3 jam, kemudian dipindahkan ke dalam tabung perkolator dan didiamkan selama 24 jam. Proses perkolasi dilakukan dengan kecepatan 1 mL/menit sambil terus menambahkan metanol sampai diperoleh ekstrak bening. Ekstrak yang diperoleh kemudian dipekatkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental. Persentase rendemen ekstrak dihitung berdasarkan perbandingan berat ekstrak yang diperoleh dengan berat simplisia awal.

Uji Fitokimia

Uji fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak ubi jalar ungu. Pengujian meliputi uji alkaloid (pereaksi Meyer-Wagner), flavonoid (NaOH), kardio glikosida (Keller-Kiliani), glikosida (Modified Borntrager), saponin (*foam test*), kumarin (NaOH), fenol (Folin-Ciocalteu), kuinon (H_2SO_4), betasianin dan antosianin (NaOH), steroid dan terpenoid (Liebermann-Burchard), dan tanin (FeCl_3). Prosedur pengujian dilakukan berdasarkan metode pada penelitian Soe dan Win (2019). Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna atau pembentukan endapan sesuai dengan jenis senyawa yang diuji (Soe and Win, 2019).

Penentuan Kadar Fenolik Total

Penentuan fenolik total dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu dengan asam galat sebagai standar. Asam galat dengan konsentrasi 300, 400, 500, 600, dan 700 $\mu\text{g/mL}$ untuk membuat kurva standar. 0,2 mL larutan ekstrak atau standar dicampur dengan 15,8 mL akuades dan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu. Larutan dihomogenkan dan didiamkan 8 menit, lalu larutan ditambahkan 3 mL Na_2CO_3 20% dan didiamkan 2 jam pada suhu ruang. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 765 nm menggunakan spektrofotometer. Kadar fenolik total dinyatakan sebagai mg ekuivalen asam galat per gram berat kering (mg GAE/g DW), dan dihitung dengan membandingkan konsentrasi fenolik dari persamaan linier (C_1) dan volume pelarut ekstrak (V) dengan massa ekstrak (M). Rumus perhitungan sebagai berikut (Siddiqui *et al.*, 2017):

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

Uji Kapasitas Antioksidan Metode ABTS

Uji antioksidan dengan metode ABTS dilakukan berdasarkan (Wołosiak *et al.*, 2021) dengan modifikasi. Larutan ABTS dibuat dengan mencampurkan 7,1 mg ABTS dan 3,500 mg kalium persulfat

masing-masing ke dalam 5 mL aquades. Inkubasi dilakukan selama 12 jam dalam kondisi gelap. Konsentrasi larutan sampel 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm; dan trolox dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm disiapkan. Larutan ABTS dan trolox atau sampel dicampurkan (perbandingan 1:1) dan absorbansi diukur pada panjang gelombang 734 nm. Persentase inhibisi dihitung dengan cara:

$$\text{Persen Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Abs. Sampel } (\lambda) - \text{Abs. Kontrol } (\lambda)}{\text{Abs. Sampel } (\lambda)} \times 100\%$$

kemudian nilai IC₅₀ ditentukan dari persamaan regresi linier yang menghubungkan konsentrasi sampel dengan persentase inhibisi. TEAC dihitung dengan membandingkan aktivitas antioksidan sampel dengan standar Trolox pada konsentrasi yang memberikan efek antioksidan setara.

Metode FRAP

Uji FRAP dilakukan berdasarkan metode (Yang *et al.*, 2016). Reagen FRAP dibuat dengan mencampurkan larutan natrium asetat trihidrat, TPTZ dalam HCl, dan FeCl₃·6H₂O. Larutan sampel disiapkan dengan konsentrasi 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm, dan trolox dengan konsentrasi 10, 15, 20, 25, dan 30 ppm. Sampel atau standar dicampurkan dengan reagen FRAP (perbandingan 1:3), lalu inkubasi suhu ruang selama 10 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 594 nm. Persentase inhibisi dihitung dan nilai IC₅₀ ditentukan. Nilai TEAC diperoleh dengan cara yang sama seperti pada metode ABTS.

Uji Toksisitas BSLT

Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) digunakan dalam pengujian toksisitas pada penelitian ini. Telur *Artemia salina* (10 mg) ditetaskan dalam air laut yang disaring dan diberi pencahayaan selama 48 jam. Larutan uji disiapkan dengan konsentrasi 200, 400, 600, 800, dan 1000 µg/mL. Sepuluh larva udang dimasukkan ke dalam masing-masing tabung berisi larutan uji dan diinkubasi selama 24 jam. Jumlah

larva yang mati dihitung, dan persentase mortalitas ditentukan. Nilai LC₅₀ dihitung menggunakan analisis probit atau regresi linear dari plot antara log konsentrasi dan persentase mortalitas. LC₅₀ dihitung dari persamaan regresi linear yang menghubungkan konsentrasi sampel dengan persentase inhibisi atau mortalitas (Waghulde, Kale and Patil, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak

Proses ekstraksi 1000 gram ubi jalar ungu segar menghasilkan 241 gram simplisia kering setelah pengeringan selama 6 hari. Ekstraksi dengan metode kombinasi maserasi dan perkolasi menggunakan pelarut metanol menghasilkan 75 gram ekstrak kental. Perhitungan rendemen menunjukkan nilai sebesar 31,12% berdasarkan perbandingan berat ekstrak terhadap berat simplisia kering. Rendemen yang cukup tinggi ini menunjukkan efektivitas metode ekstraksi yang digunakan dan menggambarkan jumlah substansi yang dapat diekstrak dari simplisia ubi jalar ungu menggunakan pelarut metanol.

Nilai rendemen yang tinggi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk pemilihan pelarut metanol yang memiliki polaritas yang sesuai untuk menarik berbagai senyawa bioaktif dalam ubi jalar ungu (Rohman *et al.*, 2019). Selain itu, kombinasi metode maserasi dan perkolasi memungkinkan kontak yang lebih intensif antara pelarut dengan sampel, sehingga lebih banyak komponen yang dapat terekstraksi.

Profil Fitokimia Ekstrak Ubi Jalar Ungu

Data hasil analisis fitokimia ekstrak ubi jalar ungu disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa ekstrak ubi jalar ungu memiliki beragam senyawa bioaktif termasuk alkaloid, flavonoid, glikosida kardio, glikosida, saponin, kumarin, fenol, kuinon, betasianin, terpenoid, tanin, dan antosianin. Namun, tidak terdeteksi adanya steroid dalam ekstrak.

Tabel 1. Kandungan Fitokimia Ekstrak Ubi Jalar Ungu

| Uji Kualitatif Fitokimia | Reagen/Metode | Ekstrak Ubi Ungu |
|--------------------------|--------------------------------|------------------|
| Alkaloid | Meyer-Wagner | + |
| Fenol | Folin-Ciocalteu | + |
| Glikosida | Modified Borntrager | + |
| Kardio Glikosida | Keller-Kiliani | + |
| Flavonoid | NaOH | + |
| Kuinon | H ₂ SO ₄ | + |
| Saponin | Foam test | + |
| Tanin | Ferri Klorida | + |
| Kumarin | NaOH | + |
| Antosianin | NaOH | + |
| Betasianin | NaOH | + |
| Steroid | Liebermann-Burchard | - |
| Terpenoid | Liebermann-Burchard | + |

Profil fitokimia yang teridentifikasi dalam studi ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang juga mengidentifikasi adanya flavonoid, tanin, dan antosianin dalam ekstrak ubi jalar ungu (Kurniasih and Saputri, 2019; Bennett *et al.*, 2021; Alam, Kurnianingsih and Fatchiyah, 2022). Keberadaan antosianin dan betasianin dikonfirmasi melalui perubahan warna yang spesifik dalam uji NaOH, yang menunjukkan potensi ekstrak sebagai sumber pigmen alami dengan aktivitas antioksidan (Im, Kim and Lee, 2021).

Senyawa flavonoid dan fenolik dalam ekstrak ubi jalar ungu berperan penting dalam aktivitas antioksidannya. Flavonoid diketahui memiliki kemampuan menetralkan radikal bebas melalui donasi atom hidrogen atau transfer elektron, serta kemampuan membentuk khelat dengan ion logam yang dapat mengkatalisis reaksi oksidasi (Zahra, Abrahamse and George, 2024). Sedangkan tanin, sebagai senyawa polifenol kompleks, memiliki kemampuan menghambat peroksidasi lipid dan menangkap radikal bebas (Ozogul *et al.*, 2025).

Keberadaan alkaloid, glikosida kardio, dan terpenoid menambah potensi farmakologis ekstrak ubi jalar ungu, tidak hanya sebagai antioksidan tetapi juga kemungkinan memiliki efek antimikroba, anti-inflamasi, dan kardioprotektif (Alam, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak ubi jalar ungu memiliki spektrum luas senyawa

bioaktif yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan.

Kadar Fenolik Total

Penentuan nilai fenolik total dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu, dan asam galat digunakan sebagai standar. Berdasarkan pengukuran, kadar fenolik total dalam ekstrak ubi jalar ungu diperoleh sebesar $13,37 \pm 0,32$ mg GAE/g DW. Kandungan fenolik dalam ekstrak ubi jalar ungu tergolong cukup tinggi berdasarkan nilai yang diperoleh. Jika dibandingkan dengan penelitian Pelima (2018) pada ekstrak ubi benggai kuning yang memiliki kadar fenolik sebesar 356 µg/mL (setara dengan 3,56 mg GAE/g), kadar fenolik ekstrak ubi jalar ungu dalam penelitian ini hampir empat kali lipat lebih tinggi.

Kadar fenolik yang tinggi berkorelasi dengan aktivitas antioksidan yang kuat karena senyawa fenolik memiliki struktur kimia yang mendukung aktivitas netralisasi radikal bebas melalui pemberian atom hidrogen dari gugus hidroksil (Moazzen *et al.*, 2022). Penelitian oleh Rahman *et al.* (2021) melaporkan bahwa tanaman dengan kadar fenolik total lebih tinggi cenderung memiliki kapasitas antioksidan yang lebih baik dan berpotensi memberikan efek perlindungan terhadap kerusakan oksidatif pada sel (Rahman *et al.*, 2021). Hasil ini mengkonfirmasi potensi ekstrak ubi jalar ungu sebagai sumber antioksidan alami yang menjanjikan.

Kapasitas Antioksidan Metode ABTS

Aktivitas antioksidan yang dianalisis melalui metode ABTS

tercantum dalam Tabel 2, dengan deteksi dilakukan pada panjang gelombang 734 nm. Absorbansi kontrol sebesar 0,546.

Tabel 2. Hasil Uji ABTS Ekstrak Ubi Jalar Ungu

| Konsentrasi Ekstrak (µg/mL) | Persentase Inhibisi (%) | IC ₅₀ (µg/mL) | TEAC |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 10 | 27,01 ± 0,64 | | |
| 20 | 37,71 ± 0,64 | | |
| 30 | 41,61 ± 0,64 | 43,81 | 0,46 ± 0,22 |
| 40 | 46,72 ± 0,64 | | |
| 50 | 53,77 ± 0,64 | | |

Nilai IC₅₀ ekstrak ubi jalar ungu sebesar 43,81 µg/mL, sementara nilai IC₅₀ standar Trolox adalah 13,27 µg/mL. Berdasarkan persamaan garis Trolox diperoleh nilai TEAC sebesar 0,46 ± 0,22.

Hasil pengujian ABTS menunjukkan bahwa ekstrak ubi jalar ungu memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Menurut Lubis, Siregar and Nurwahyuni (2025), sampel dengan nilai IC₅₀ < 50 µg/mL dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat (Lubis, Siregar and Nurwahyuni, 2025). Dengan nilai IC₅₀ 43,81 µg/mL, ekstrak ubi jalar ungu masuk dalam kategori antioksidan yang sangat kuat pada metode ABTS.

Penelitian oleh Leal et al. (2024) menunjukkan bahwa senyawa antosianin dalam ubi jalar ungu memiliki kemampuan efektif dalam menetralkan radikal kation ABTS•+ melalui mekanisme transfer elektron (Leal et al., 2024). Nilai TEAC 0,46 ± 0,22 mengindikasikan bahwa kapasitas antioksidan ekstrak ubi ungu 0,46 kali lebih tinggi daripada kapasitas

antioksidan Trolox, menunjukkan potensi signifikan ekstrak sebagai agen penangkal radikal bebas.

Aktivitas antioksidan yang kuat ini memiliki implikasi pada kemampuan ekstrak ubi jalar ungu untuk menghambat stres oksidatif yang berkontribusi terhadap patogenesis berbagai penyakit degeneratif. Penelitian oleh Sadowska-Bartosz dan Bartosz (2024) menunjukkan bahwa ekstrak ubi jalar ungu dengan aktivitas penangkapan radikal ABTS yang tinggi memiliki efek protektif terhadap kerusakan oksidatif pada DNA dan apoptosis sel yang diinduksi oleh H₂O₂, menunjukkan potensi aplikasi dalam pencegahan dan terapi penyakit terkait stres oksidatif (Sadowska-Bartosz and Bartosz, 2024).

Metode FRAP

Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode FRAP pada panjang gelombang 594 nm. Absorbansi kontrol sebesar 0,095. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji FRAP Ekstrak Ubi Jalar Ungu

| Konsentrasi Ekstrak (µg/mL) | Persentase Inhibisi (%) | IC ₅₀ (µg/mL) | TEAC |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 10 | 36,42 ± 1,55 | | |
| 15 | 41,36 ± 1,32 | | |
| 20 | 51,76 ± 0,90 | 19,03 | 0,43 ± 0,08 |
| 25 | 58,53 ± 0,66 | | |
| 30 | 70,17 ± 0,34 | | |

Nilai IC_{50} ekstrak ubi jalar ungu sebesar 19,03 $\mu\text{g/mL}$, sementara nilai IC_{50} standar trolox adalah 10,42 $\mu\text{g/mL}$. Berdasarkan persamaan garis Trolox diperoleh nilai TEAC sebesar $0,43 \pm 0,08$.

Pengujian menggunakan metode FRAP memperlihatkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat, dengan nilai IC_{50} jauh lebih rendah dibandingkan dengan metode ABTS. Metode FRAP mengukur kemampuan antioksidan untuk mereduksi kompleks besi-tripiridiltriazin [Fe^{3+} -TPTZ] menjadi bentuk Fe^{2+} , yang menghasilkan warna biru intensif (Munteanu and Apetrei, 2021). Berdasarkan hasil yang diperoleh, ekstrak ubi jalar ungu terbukti memperlihatkan kemampuan yang sangat baik sebagai agen pereduksi, yang merupakan salah satu mekanisme penting dalam aktivitas antioksidan.

Aktivitas antioksidan melalui mekanisme reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} memiliki implikasi penting dalam konteks biologis. Fe^{3+} dapat berpartisipasi dalam reaksi Fenton, menghasilkan radikal hidroksil yang sangat reaktif dan merusak (Gulcin and Alwasel, 2025). Kemampuan ekstrak ubi jalar ungu untuk mereduksi Fe^{3+}

menunjukkan potensinya dalam menghambat kerusakan oksidatif yang dimediasi oleh reaksi Fenton dan memberikan perlindungan terhadap biomolekul penting seperti lipid, protein, dan DNA.

Aktivitas antioksidan yang tinggi memiliki kemampuan untuk melindungi sel dari kerusakan oksidatif dan meningkatkan viabilitas sel yang terpapar stres oksidatif. Kemampuan ini berkaitan erat dengan potensi regenerasi sel dan penyembuhan luka (Geana *et al.*, 2023). Aktivitas reduksi yang kuat dari antosianin dalam ubi jalar ungu berkorelasi dengan kemampuannya dalam menghambat proliferasi sel kanker melalui modulasi jalur sinyal terkait stres oksidatif (Bharathy and Thanikachalam, 2025). Hal ini menunjukkan aplikasi potensial ekstrak dalam pengembangan agen antikanker alami yang bekerja melalui mekanisme modulasi redoks seluler.

Uji Toksisitas BSLT

Hasil uji toksisitas ekstrak ubi jalar ungu menggunakan metode BSLT terhadap larva *Artemia salina* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Persentase Mortalitas *Artemia salina* Terhadap Ekstrak Ubi Jalar Ungu

| Konsentrasi Ekstrak ($\mu\text{g/mL}$) | Log Konsentrasi | Mortalitas (%) | LC_{50} ($\mu\text{g/mL}$) |
|--|-----------------|----------------|--------------------------------|
| 200 | 2,30 | 12,24 | |
| 400 | 2,60 | 34,09 | |
| 600 | 2,78 | 60,00 | 461,87 |
| 800 | 2,90 | 80,00 | |
| 1000 | 3,00 | 95,00 | |

Berdasarkan perhitungan, nilai LC_{50} ekstrak ubi jalar ungu adalah 461,87 $\mu\text{g/mL}$. Ekstrak dengan $LC_{50} < 10$ $\mu\text{g/mL}$ termasuk ke dalam kategori sangat toksik, LC_{50} 10-100 $\mu\text{g/mL}$ termasuk ke dalam kategori sebagai toksik, $LC_{50} > 100$ hingga 1000 $\mu\text{g/mL}$ dikategorikan sebagai sedikit toksik, $LC_{50} > 1000$ $\mu\text{g/mL}$ dikategorikan sebagai tidak toksik. LC_{50} pada ekstrak ubi ungu termasuk ke dalam kategori sebagai sedikit toksik, yaitu memiliki tingkat

toksisitas rendah yang masih memungkinkan untuk dikembangkan sebagai bahan obat atau suplemen dengan pembatasan dosis tertentu (Surbakti, Edwin and Boddhi, 2018). Toksisitas ekstrak ubi jalar ungu ini dapat dikaitkan dengan keberadaan beberapa senyawa bioaktif seperti alkaloid dan saponin yang dalam konsentrasi tertentu dapat memiliki efek sitotoksik (Anggita Sari and Isworo, 2020).

Menariknya, penelitian Liu et al. (2019) melaporkan bahwa ubi ungu menunjukkan aktivitas antikanker melalui kemampuannya untuk menghambat pertumbuhan *cancer cell lines*, seperti kanker payudara, kanker lambung, dan adenokarsinoma kolon pada konsentrasi tertentu (Sugata, Lin and Shih, 2015). Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat toksisitas yang sedang pada uji BSLT tidak selalu berarti toksisitas yang tinggi pada sistem biologis mamalia, dan ekstrak masih memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan aktif farmasi atau nutraseutikal.

Ekstrak ubi jalar ungu terbukti mempunyai potensi antioksidan yang kuat, dengan bekerja melalui dua jalur mekanisme utama: penangkapan radikal bebas (diukur dengan metode ABTS) dan transfer elektron/reduksi (diukur dengan metode FRAP). Nilai IC_{50} yang jauh lebih rendah pada pengujian FRAP menunjukkan bahwa ekstrak lebih efektif sebagai agen pereduksi dibandingkan sebagai penangkap radikal bebas.

Kemampuan antioksidan yang tinggi, terutama aktivitas reduksi yang kuat, memiliki implikasi penting dalam konteks regenerasi sel dan penyembuhan luka. Studi oleh Damrongrungruang et al. (2021) menunjukkan bahwa antosianin dapat menstimulasi aktivitas sel punca dan mempercepat penyembuhan luka. Mekanisme ini melibatkan modulasi status redoks intraseluler dan aktivasi faktor transkripsi yang responsif terhadap redoks seperti Nrf2 (*Nuclear factor erythroid 2-related factor 2*), yang mengatur ekspresi gen terkait perlindungan antioksidan dan regenerasi jaringan (Damrongrungruang et al., 2021). Lebih lanjut lagi, antosianin pada ubi ungu mampu meningkatkan ekspresi faktor pertumbuhan seperti VEGF (*Vascular Endothelial Growth Factor*) dan TGF- β (*Transforming Growth Factor-beta*), yang memiliki peran penting dalam proses angiogenesis dan regenerasi jaringan. Peningkatan ekspresi faktor pertumbuhan ini dikaitkan dengan aktivitas antioksidan

ekstrak yang menekan stres oksidatif dan menciptakan lingkungan mikroseluler yang mendukung proliferasi dan diferensiasi sel (Rahma Wati et al., 2018). Aktivitas antioksidan ekstrak ubi ungu berperan dalam mencegah kerusakan DNA yang diinduksi oleh stres oksidatif, yang merupakan salah satu faktor pemicu karsinogenesis (Susilawati et al., 2022). Namun, sifat sitotoksik moderat yang ditunjukkan oleh uji BSLT ($LC_{50} = 461,87 \mu\text{g/mL}$) juga mengindikasikan potensi ekstrak sebagai agen antimitotik yang bekerja melalui mekanisme penghambatan pembelahan sel (mitosis).

Kandungan fitokimia salah satunya antosianin dalam ubi ungu memiliki kemampuan untuk menghambat proliferasi sel kanker kolorektal melalui penghambatan jalur sinyal PI3K/Akt/mTOR dan induksi apoptosis yang dimediasi oleh pelepasan sitokrom c dari mitokondria. Kombinasi efek antioksidan dan sitotoksik selektif membuat ekstrak ubi jalar ungu potensial untuk dikembangkan sebagai agen kemopreventif yang dapat mencegah inisiasi kanker dan menghambat progresi sel yang telah mengalami transformasi malignan (Charepalli et al., 2015). Banyak penelitian in vitro, hewan dan manusia telah mengevaluasi potensi biologis dan farmakologis dari antosianin dan menunjukkan bahwa mereka memiliki kapasitas untuk melawan stres oksidatif, bertindak sebagai zat antimikroba, dan untuk melawan timbulnya dan perkembangan berbagai penyakit tidak menular seperti penyakit neurodegeneratif, kardiovaskular, metabolik dan kanker (Khoo et al., 2017). Antosianin diketahui mampu melawan neuroinflamasi dengan mencegah aktivasi jalur *Mitogen-Activated Protein Kinase* (MAPK) dan *protein kinase* (PKA) intraseluler. Antosianin melindungi MAPK, komponennya, termasuk c-JNK, ERK1/2, dan anggota jalur NF- κ B, yang dipicu karena kerusakan neuron.

Meski memiliki potensi terapeutik yang luas, tingkat toksisitas ekstrak ubi ungu perlu diperhatikan dalam

pengembangan aplikasi klinis. Nilai LC₅₀ BSLT sebesar 461,87 µg/mL mengindikasikan perlunya uji toksisitas lanjutan, termasuk uji toksisitas akut dan kronis pada model hewan, untuk memastikan keamanan penggunaan ekstrak dalam jangka panjang. Strategi formulasi yang tepat, seperti enkapsulasi atau konjugasi dengan polimer alam, dapat dikembangkan untuk mengurangi toksisitas sambil mempertahankan aktivitas biologis yang diinginkan.

KESIMPULAN

Ekstrak ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) menunjukkan kapasitas antioksidan yang kuat berdasarkan uji FRAP (IC₅₀=19,03 µg/mL; TEAC=0,43±0,08) dan uji ABTS (IC₅₀=43,81 µg/mL; TEAC=0,46± 0,22), serta mengandung profil fitokimia yang kaya dengan berbagai senyawa bioaktif, termasuk alkaloid, glikosida, saponin, kardio glikosida, flavonoid, kumarin, steroid, fenol, kuinon, betasianin, terpenoid, tanin, dan antosianin. Uji toksisitas BSLT mengklasifikasikan ekstrak ubi jalar ungu sebagai sedikit toksik. Namun penelitian lebih lanjut serta studi *in vivo* diperlukan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dan efek komprehensif terhadap hewan uji sebelum dilakukan penelitian klinis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, F.M., Kurnianingsih, N. and Fatchiyah, F. (2022) 'Phytochemical Analysis of Purple Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas*) Roots Extract From Lawang and Kawi Mountain Cultivar, East Java, Indonesia', *The Journal of Experimental Life Sciences*, 12(1), pp. 17–22. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jels.2022.012.01.03>.
- Alam, M.K. (2021) 'A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits', *Trends in Food Science & Technology*, 115, pp. 512–529. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.001>.
- Anggita Sari, O. and Isworo, S. (2020) 'The potential biopesticide toxicity test of *Ipomoea batatas* (L.) Lam (Purple Sweet Potato leaf extract) against *Artemia salina* Leach larvae using the Brine Shrimp Lethality Test Method', *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 10(8), pp. 212–217. Available at: <https://doi.org/10.29322/IJSRP.10.08.2020.p10428>.
- Bennett, A.A. *et al.* (2021) 'Untargeted metabolomics of purple and orange-fleshed sweet potatoes reveals a large structural diversity of anthocyanins and flavonoids', *Scientific Reports*, 11(1), p. 16408. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95901-y>.
- Bharathy, P. and Thanikachalam, P. V. (2025) 'Pharmacological relevance of anthocyanin derivative: A review', *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, 14, p. 100565. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2024.100565>.
- Charepalli, V. *et al.* (2015) 'Anthocyanin-containing purple-fleshed potatoes suppress colon tumorigenesis via elimination of colon cancer stem cells', *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 26(12), pp. 1641–1649. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2015.08.005>.
- Damrongrungruang, T. *et al.* (2021) 'Anthocyanin complex niosome gel accelerates oral wound healing: In vitro and clinical studies', *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 37, p. 102423. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2021.102423>.
- Geana, E.-I. *et al.* (2023) 'Antioxidant and Wound Healing Bioactive Potential of Extracts Obtained from Bark and Needles of Softwood Species', *Antioxidants*, 12(7), p. 1383. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox12071383>.

- Gulcin, İ. and Alwasel, S.H. (2025) 'Fe³⁺ Reducing Power as the Most Common Assay for Understanding the Biological Functions of Antioxidants', *Processes*, 13(5), p. 1296. Available at: <https://doi.org/10.3390/pr13051296>.
- Im, Y.R., Kim, I. and Lee, J. (2021) 'Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.): Varietal Comparisons and Physical Distribution', *Antioxidants*, 10(3), p. 462. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox10030462>.
- Khoo, H.E. et al. (2017) 'Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits', *Food & Nutrition Research*, 61(1), p. 1361779. Available at: <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>.
- Kim, G.H. et al. (2015) 'The Role of Oxidative Stress in Neurodegenerative Diseases', *Experimental Neurobiology*, 24(4), pp. 325–340. Available at: <https://doi.org/10.5607/en.2015.24.4.325>.
- Korczyńska-Łacka, I. et al. (2023) 'Disorders of Endogenous and Exogenous Antioxidants in Neurological Diseases', *Antioxidants*, 12(10), p. 1811. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox12101811>.
- Kurniasih, S. and Saputri, D.D. (2019) 'Phytochemical Screening And Gas Chromatography - Mass Spectrometer (GC-MS) Analysis Ethanol Extract Of Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.)', *Journal of Science Innovare*, 2(2), pp. 28–30. Available at: <https://doi.org/10.33751/jsi.v2i2.1527>.
- Leal, M.H.S. et al. (2024) 'Multi-trait selection for mean performance and stability in purple-fleshed sweet potato', *South African Journal of Botany*, 174, pp. 571–579. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.09.048>.
- Lubis, P.A., Siregar, E.S. and Nurwahyuni, I. (2025) 'Secondary Metabolites and Antioxidant Properties of Lichens from Sicike-Cike Nature Park, North Sumatra', 11(4), pp. 209–215. Available at: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i4.11042>.
- Moazzen, A. et al. (2022) 'Structure-antiradical activity relationships of 25 natural antioxidant phenolic compounds from different classes', *Heliyon*, 8(9), p. e10467. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10467>.
- Munteanu, I.G. and Apetrei, C. (2021) 'Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review', *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), p. 3380. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>.
- Ozogul, Y. et al. (2025) 'Tannins for food preservation and human health: A review of current knowledge', *Applied Food Research*, 5(1), p. 100738. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100738>.
- Rahma Wati, E. et al. (2018) 'Potential of Anthocyanin From Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) To Increase BDNF Level and VEGF Expression in The Cerebellum of Ischemic Stroke Rats', *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 7(1), pp. 45–52. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jpacr.2018.007.01.363>.
- Rahman, M.M. et al. (2021) 'Role of Phenolic Compounds in Human Disease: Current Knowledge and Future Prospects', *Molecules*, 27(1), p. 233. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules27010233>.
- Rahmawati, A., Supartono and Cahyono,

- E. (2015) 'Kandungan Kimia dan Potensi Beberapa Jenis Tepung Ubi Jalar Pada Pembuatan Roti', *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1), pp. 6–10. Available at: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>.
- Rohman, A. *et al.* (2019) 'Review on in vitro antioxidant activities of Curcuma species commonly used as herbal components in Indonesia', *Food Research*, 4(2), pp. 286–293. Available at: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(2\).163](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(2).163).
- Sadowska-Bartosz, I. and Bartosz, G. (2024) 'Antioxidant Activity of Anthocyanins and Anthocyanidins: A Critical Review', *International Journal of Molecular Sciences*, 25(22), p. 12001. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms252212001>.
- Sharifi-Rad, M. *et al.* (2020) 'Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases', *Frontiers in Physiology*, 11. Available at: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00694>.
- Siddiqui, N. *et al.* (2017) 'Spectrophotometric determination of the total phenolic content, spectral and fluorescence study of the herbal Unani drug Gul-e-Zoofa (Nepeta bracteata Benth)', *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 12(4), pp. 360–363. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2016.11.006>.
- Soe, T.Z. and Win, S.S. (2019) 'An Experimental Approach on the Study of Purple Sweet Potato (Myanmar Origin): Proximate Composition and Phytochemical Analysis', *International Journal of Science and Engineering Applications*, 8(2), pp. 57–63. Available at: <https://doi.org/10.7753/IJSEA0802.1006>.
- Su, X. *et al.* (2019) 'Identification and quantification of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato leaves', *Heliyon*, 5(6), p. e01964. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01964>.
- Sugata, M., Lin, C.-Y. and Shih, Y.-C. (2015) 'Anti-Inflammatory and Anticancer Activities of Taiwanese Purple-Fleshed Sweet Potatoes (Ipomoea batatas L. Lam) Extracts', *BioMed Research International*, 2015, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1155/2015/768093>.
- Surbakti, P.A.A., Edwin, D.Q. and Boddhi, W. (2018) 'Skrining Fitokimia Dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Binahong (Andredera cordifolia (Ten.) Steenis) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)', *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(3), pp. 22–31.
- Susilawati, N.K. *et al.* (2022) 'Purple Sweet Potato Reduces Malondialdehyde and TNF- α , Increases p53, and Protects Histopathological Appearance in Formaldehyde-induced Nasopharyngeal Carcinoma Rats', *Indonesian Biomedical Journal*, 14(2), pp. 211–217. Available at: <https://doi.org/10.18585/inabj.v14i2.1906>.
- Taghavi, T., Patel, H. and Rafie, R. (2023) 'Extraction Solvents Affect Anthocyanin Yield, Color, and Profile of Strawberries', *Plants*, 12(9), p. 1833. Available at: <https://doi.org/10.3390/plants12091833>.
- Waghulde, S., Kale, M.K. and Patil, V. (2019) 'Brine Shrimp Lethality Assay of the Aqueous and Ethanolic Extracts of the Selected Species of Medicinal Plants', in *The 23rd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry*. Basel Switzerland: MDPI, p. 47. Available at: <https://doi.org/10.3390/ecsoc-23-06703>.
- Wang, W. *et al.* (2021) 'Analysis, occurrence, toxicity and

- environmental health risks of synthetic phenolic antioxidants: A review', *Environmental Research*, 201, p. 111531. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111531>.
- Wołosiak, R. *et al.* (2021) 'Verification of the Conditions for Determination of Antioxidant Activity by ABTS and DPPH Assays—A Practical Approach', *Molecules*, 27(1), p. 50. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules27010050>.
- Yang, L. *et al.* (2016) 'Effect of different isolation methods on structure and properties of lignin from valonea of *Quercus variabilis*', *International Journal of Biological Macromolecules*, 85, pp. 417–424. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.005>.
- Zahra, M., Abrahamse, H. and George, B.P. (2024) 'Flavonoids: Antioxidant Powerhouses and Their Role in Nanomedicine', *Antioxidants*, 13(8), p. 922. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox13080922>.