

Vitamin C Composition and Antioxidant Activity Assessment of Herbal Kombucha Tea from Bidara Leaves (*Ziziphus mauritiana* Lam)

Kandungan Vitamin C dan Uji Aktivitas Antioksidan Teh Herbal Kombucha Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam)

Anggi Yani Siagian ^a, Rafita Yuniarti ^{a*}, Anny Sartika Daulay ^a, Ainil Fithri Pulungan ^a

^a Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding Authors: rapitayuniarti@gmail.com or rafitayuniarti@umnaw.ac.id

Abstract

Background: Bidara leaves (*Ziziphus mauritiana* Lam.) have long been used in traditional medicine due to their bioactive compounds, such as flavonoids, tannins, and vitamin C. Fermenting bidara leaves into kombucha has the potential to enhance antioxidant activity through bioconversion processes carried out by starter microbes (*Acetobacter xylinum* and *Saccharomyces cerevisiae*). However, scientific data regarding the vitamin C profile and antioxidant activity of bidara leaf kombucha remain limited. **Objective:** This study aims to analyze the vitamin C content and antioxidant activity of bidara leaf herbal kombucha, as well as to characterize the quality of the *simplicia* based on the Indonesian National Standard (SNI) 4324:2014. **Methods:** This descriptive study involved: (1) preparation of bidara leaf *simplicia*, (2) 12-day kombucha fermentation, (3) phytochemical screening, (4) determination of vitamin C content using UV-Vis spectrophotometry ($\lambda = 266$ nm), and (5) antioxidant activity assay using the DPPH method ($\lambda = 517$ nm). **Results:** The bidara leaf *simplicia* met the SNI quality standards, with a moisture content of 5.33% and a total ash content of 6.73%. Phytochemical screening identified the presence of flavonoids, saponins, tannins, glycosides, steroids/triterpenoids, and alkaloids. The vitamin C content of the kombucha was 0.009 mg/g, while the IC_{50} value for antioxidant activity was 621.2158 μ g/mL, which falls into the weak category. **Conclusion:** Bidara leaf kombucha contains bioactive compounds and vitamin C, with weak antioxidant activity. Fermentation increases antioxidant activity compared to non-fermented bidara tea infusion ($IC_{50} = 1129.0069$ μ g/mL), although it remains lower than that of pure vitamin C ($IC_{50} = 3.0710$ μ g/mL).

Keywords: : Vitamin C, Antioxidants, DPPH, Kombucha Bidara Leaves (*Ziziphus Mauritian* Lam).

Abstrak

Latar Belakang: Daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.) telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional karena kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan vitamin C. Fermentasi daun bidara menjadi kombucha berpotensi meningkatkan aktivitas antioksidan melalui proses biokonversi oleh mikroba starter (*Acetobacter xylinum* dan *Saccharomyces cerevisiae*). Namun, data ilmiah mengenai profil vitamin C dan aktivitas antioksidan kombucha daun bidara masih terbatas. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar vitamin C dan aktivitas antioksidan teh herbal kombucha daun bidara serta mengkarakterisasi mutu *simplicia* berdasarkan standar SNI 4324:2014. **Metode:** Penelitian deskriptif ini melibatkan: (1) preparasi *simplicia* daun bidara, (2) fermentasi kombucha selama 12 hari, (3) skrining fitokimia, (4) uji kadar vitamin C dengan spektrofotometri UV-Vis ($\lambda=266$ nm), dan (5) uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH ($\lambda=517$ nm). **Hasil:** *Simplicia* daun bidara memenuhi standar mutu SNI dengan kadar air 5,33% dan kadar abu total 6,73%. Skrining fitokimia mengidentifikasi senyawa flavonoid, saponin, tanin, glikosida, steroid/triterpenoid, dan alkaloid. Kadar vitamin C kombucha adalah 0,009 mg/g, sedangkan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan sebesar 621,2158 μ g/mL tergolong kategori lemah. **Kesimpulan:** Kombucha

daun bidara mengandung senyawa bioaktif dan vitamin C dengan aktivitas antioksidan lemah. Fermentasi meningkatkan aktivitas antioksidan dibanding seduhan teh non-fermentasi (IC₅₀ 1129,0069 µg/mL), namun masih lebih rendah daripada vitamin C murni (IC₅₀ 3,0710 µg/mL).

Kata Kunci: Vitamin C, Antioksidan, DPPH, Kombucha Daun Bidara (*Ziziphus Mauritiana* Lam).



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:

Received: 12/02/2025,
Revised: 10/05/2025
Accepted: 19/05/2025
Available Online: 21/05/2025

QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i2.880>

Pendahuluan

Ziziphus mauritiana Lam. (bidara) telah lama menjadi subjek penelitian dalam bidang farmakognosi karena kandungan senyawa bioaktifnya yang beragam. Analisis fitokimia menunjukkan daun bidara mengandung flavonoid (0,82±0,03 mg QE/g), saponin (12,46%), dan vitamin C (8,75 mg/100g) yang berperan dalam aktivitas farmakologisnya [1]. Studi in vivo membuktikan ekstrak daun bidara mampu menurunkan frekuensi defekasi pada tikus model diare sebesar 62% (200 mg/kgBB) dan menghambat edema kaki 58% melalui mekanisme inhibisi COX-2 [2]. Potensi antioksidannya yang signifikan (IC₅₀ 86,18 ppm) [3] menjadikannya kandidat ideal untuk pengembangan minuman fungsional.

Potensi antioksidan dari ekstrak daun bidara juga menjadi fokus utama penelitian, dimana nilai IC₅₀ yang dicapai adalah 86,18 ppm sebelum proses fermentasi, menunjukkan aktivitas yang cukup menjanjikan dalam menghambat radikal bebas [4]. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keberadaan flavonoid dan vitamin C bekerja secara sinergis untuk menangkalkan stres oksidatif yang dapat merusak sel dan jaringan [4,5]. Dalam hal ini, senyawa-senyawa tersebut tidak hanya berperan sebagai antioksidan, tetapi juga membantu dalam menstabilkan membran sel serta memodulasi aktivitas enzim antioksidan endogen [4,5].

Fermentasi kombucha menawarkan strategi untuk meningkatkan bioaktivitas daun bidara, , dimana proses fermentasi dapat mengubah struktur molekuler senyawa polifenol kompleks menjadi turunan fenolik yang lebih sederhana dan bioavailable [6]. Proses ini melibatkan konsorsium mikroba (*Acetobacter xylinum* dan *Saccharomyces cerevisiae*) yang mengkonversi senyawa polifenol kompleks menjadi turunan fenolik sederhana selama 7-14 hari fermentasi. Data terbaru menunjukkan peningkatan kadar asam glukuronat dari 0,12 mg/mL menjadi 0,87 mg/mL pada fermentasi hari ke-12 [6], yang berbanding lurus dengan peningkatan aktivitas antioksidan (penurunan IC₅₀ 45%) [7]. Namun, literatur mengenai profil vitamin C dan stabilitas senyawa aktif dalam kombucha bidara masih terbatas [8].

Proses fermentasi memanfaatkan kemampuan mikroba untuk memecah senyawa mikro-struktural menjadi bentuk yang lebih sederhana yang dapat dengan mudah diserap tubuh [6]. Penggunaan teknik fermentasi sebagai metode peningkatan kandungan bioaktif telah masuk ke dalam paradigma pengembangan makanan fungsional modern [6]

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konformasi molekul flavonoid yang terubah pasca fermentasi menghasilkan perbedaan signifikan dalam aktivitas antioksidan [4,9]. Perubahan pada gugus fungsional tertentu setelah proses fermentasi dapat meningkatkan kemampuan donasi elektron dan pengikatan ion logam, sehingga memperkuat mekanisme protektif terhadap radikal [4,9]. Data eksperimental mencerminkan bahwa modifikasi struktur tersebut sejalan dengan penurunan nilai IC₅₀, menandakan peningkatan aktivitas antiradikal [4,9]. Interaksi antara struktur kimia dan fungsi biologis ini memerlukan pendekatan

multidisipliner untuk menganalisis perubahan molekuler secara mendalam [4,9]. Pemahaman yang komprehensif dalam hubungan struktur-aktivitas sangat krusial untuk pengembangan molekul turunan dengan potensi terapeutik tinggi [4,9].

Senyawa vitamin C yang terdapat dalam ekstrak daun bidara berperan penting sebagai antioksidan potent dengan mekanisme kerja yang berbeda, yaitu sebagai agen pereduksi dan [4,9]. Koeksistensi vitamin C dengan flavonoid dan saponin menghasilkan sinergi yang meningkatkan efektivitas perlindungan terhadap kerusakan oksidatif [4,9]. Walaupun literatur mengenai stabilitas vitamin C dalam matriks kombucha masih terbatas, beberapa penelitian menunjukkan bahwa lingkungan fermentasi yang asam dapat membantu mempertahankan konsentrasi vitamin C [4,9]. Sinergi ini tidak hanya mendukung aktivitas antioksidan tetapi juga berperan dalam penghambatan mekanisme inflamasi melalui pelibatan faktor transkripsi [4,9]. Oleh karena itu, integrasi vitamin C bersama senyawa lainnya memberikan basis yang kuat bagi pengembangan minuman fungsional dengan manfaat kesehatan yang luas [4,9].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar vitamin C dan aktivitas antioksidan teh herbal kombucha daun bidara serta mengkarakterisasi mutu simplisia berdasarkan standar SNI 4324:2014. Temuan ini diharapkan dapat memberikan basis ilmiah bagi pemanfaatan kombucha bidara sebagai sumber antioksidan alami dengan standar mutu terverifikasi.

Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Rancangan penelitian terdiri atas beberapa tahap utama: (1) preparasi dan standarisasi simplisia daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.), (2) fermentasi terkontrol untuk produksi kombucha dengan variabel waktu 12 hari, (3) analisis fitokimia kualitatif, (4) karakterisasi parameter mutu simplisia berdasarkan SNI 4324:2014, serta (5) uji kuantitatif kadar vitamin C menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi batang pengaduk, gelas beaker, tabung reaksi, cawan penguap, corong, desikator, erlenmeyer, gelas ukur, gunting, wadah, kertas saring, krus porselen, labu ukur, pipet ukur (mat pipet), neraca analitik, oven, pipet tetes, panci atau wadah, serta spektrofotometer UV-Vis. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain simplisia daun bidara, akuades, kultur starter SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*), larutan KMnO_4 0,1 N, gula pasir, larutan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), asam galat, larutan HCl 10%, HCl 0,1 N, metanol, dan vitamin C (asam askorbat).

Penyiapan Sampel dan Pengolahan Simplisia

Sampel diambil dari Sei Piring Pulau Rakyat pada siang hari dengan cara mengumpulkan daun bidara yang tua, kemudian dilakukan determinasi tumbuhan di Herbarium Medanense (MEDA), Universitas Sumatera Utara, untuk memastikan kebenaran bahan penelitian. Selanjutnya, sampel daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk) yang masih segar disortasi basah untuk menghilangkan kotoran, dicuci, dan ditiriskan sebelum ditimbang berat basahanya. Simplisia kemudian dikeringkan dengan dianginkan hingga kering, disortasi kering untuk membuang benda asing, ditimbang berat keringnya, dihaluskan menggunakan blender, diayak, dan disimpan dalam wadah tertutup rapat.

Pemeriksaan Karakteristik Simplisia

Pemeriksaan karakteristik simplisia meliputi penetapan kadar air, kadar sari larut dalam air, kadar sari larut dalam etanol, kadar abu total, kadar abu larut dalam air, dan kadar abu tidak larut dalam asam. Penetapan kadar air dilakukan dengan memanaskan sampel dalam oven (105°C) hingga bobot tetap, kemudian dihitung menggunakan rumus $(W_1 - W_2) / (W_1 - W_0) \times 100\%$. Kadar sari larut dalam air dan etanol ditentukan dengan maserasi menggunakan pelarut masing-masing (air dan etanol 96%), diuapkan, lalu dihitung berdasarkan berat residu. Kadar abu total diperoleh dengan pemanasan sampel dalam tanur (525°C) hingga abu putih terbentuk, sedangkan kadar abu larut dalam air dan tidak larut dalam asam diuji dengan penambahan air suling dan HCl 10%, kemudian disaring dan dipanaskan kembali. Semua perhitungan

mengacu pada metode standar (SNI 4324:2014 dan Depkes RI, 1979) dengan ketentuan duplo untuk memastikan akurasi hasil [10].

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa aktif dalam simplisia daun bidara, meliputi uji alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, glikosida, serta steroid/triterpenoid. Uji alkaloid dilakukan dengan mengekstrak serbuk simplisia menggunakan HCl 2N, kemudian filtratnya diuji dengan pereaksi Mayer, Bouchardat, dan Dragendorff, di mana terbentuknya endapan pada minimal dua uji menunjukkan hasil positif. Flavonoid dideteksi dengan mereaksikan filtrat panas dengan magnesium, HCl pekat, dan amil alkohol, yang ditandai dengan munculnya warna merah, kuning, atau jingga pada lapisan amil alkohol. Uji tanin menggunakan FeCl_3 1% menghasilkan warna biru kehitaman atau hijau kehitaman jika positif. Saponin diidentifikasi melalui pembentukan busa stabil setinggi 1–10 cm yang tidak hilang setelah penambahan HCl 2N. Glikosida diperiksa melalui hidrolisis asam, ekstraksi pelarut organik, dan uji Molisch, di mana cincin ungu menunjukkan hasil positif. Steroid/triterpenoid dideteksi dengan maserasi eter dan reaksi Liebermann-Burchard, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi ungu, merah, biru, atau hijau kebiruan. Semua uji mengacu pada metode Depkes RI (1995) dan Harbone (1987) [11,12].

Pembuatan Larutan Seduhan Teh Herbal Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam)

Ditimbang 20 g (1 % b/v) serbuk simplisia daun bidara kemudian diseduh dengan air mendidih sebanyak 2000 mL, tutup wadah dengan aluminium foil hingga dingin, saring.

Pembuatan Formulasi Sediaan Kombucha Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam)

Seduhan teh herbal daun bidara sebanyak 2 liter (2000 ml) yang sudah disiapkan sebelumnya kemudian dituangkan ke dalam wadah kaca yang telah di sterilkan sebelumnya, lalu tambahkan gula sebanyak 200 g (10% b/v), Tutup wadah kaca dengan aluminium foil kemudian diamkan hingga teh memiliki suhu sama dengan suhu ruang. Kemudian masukkan starter kombucha atau SCOBY (Symbiotic Culture of Bactery and Yeast) ke dalam wadah lalu difermentasi selama 12 hari [13,14].

Pengukuran pH

Pengukuran pH menggunakan pH meter yang sudah di kalibrasi menggunakan larutan buffer pH 7,00 (Jamilah, 2019).

Uji Organoleptis

Pengujian organoleptis meliputi warna, bau dan rasa dengan indera penglihatan, penciuman dan pengecap (lidah) (SNI 4324, 2014).

Uji Stabilitas

Uji stabilitas dilakukan dengan metode cycling test dan penyimpanan pada suhu kamar, dingin, dan oven. Teh herbal kombucha disimpan pada suhu dingin $\pm 4^\circ\text{C}$ selama 24 jam, pada suhu kamar 20°C kemudian dilakukan pengujian stabilitas di oven pada suhu $\pm 40^\circ\text{C}$ Pengujian dilakukan selama 6 siklus, dimana setiap siklus diamati perubahan fisik Teh herbal kombucha meliputi Organoleptis, dan PH. [15].

Uji Kualitatif vitamin C dari Teh dan Kombucha Daun Bidara

Uji kualitatif vitamin C dari teh dan kombucha daun bidara dilakukan dengan menambahkan 5 mL sampel ke dalam larutan kalium permanganat (KMnO_4) 0,1 N sebanyak 5 tetes. Hasil uji dinyatakan positif apabila warna ungu larutan KMnO_4 memudar, yang menunjukkan adanya aktivitas reduksi oleh vitamin C dalam sampel [16].

Penetapan Kadar Vitamin C

Penetapan kadar vitamin C dilakukan dengan menyiapkan larutan baku dan larutan uji. Larutan baku vitamin C dibuat dengan menimbang 10 mg vitamin C kemudian melarutkannya dalam 10 mL metanol untuk mendapatkan konsentrasi 1000 ppm. Untuk pengujian kadar vitamin C pada sampel teh dan kombucha daun

bidara, dipipet masing-masing 1 mL larutan sampel dan diencerkan dengan 10 mL aquadest sehingga diperoleh larutan uji dengan konsentrasi 1000 µg/mL (1000 ppm) [17].

Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) didasarkan pada kemampuan sampel uji dalam meredam radikal bebas DPPH, yang ditandai dengan perubahan warna ungu menjadi kuning pucat. Parameter aktivitas antioksidan dinyatakan dalam nilai IC₅₀, yaitu konsentrasi sampel yang mampu menghambat 50% radikal DPPH [18]. Larutan induk DPPH 200 ppm dibuat dengan melarutkan 20 mg DPPH dalam 100 mL metanol, sedangkan larutan blanko 40 ppm disiapkan dengan mengencerkan 1 mL larutan induk dalam 5 mL metanol. Panjang gelombang maksimum DPPH ditentukan dengan mengukur absorbansi larutan 40 ppm pada rentang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Selanjutnya, operating time (waktu stabilisasi absorbansi) ditetapkan dengan memantau absorbansi larutan DPPH 40 ppm pada panjang gelombang maksimum hingga diperoleh pembacaan yang konstan. Pengujian ini dilakukan dalam kondisi terlindung dari cahaya untuk mencegah degradasi DPPH [19].

Pengukuran Absorbansi Campuran DPPH dan Vitamin C

Larutan standar vitamin C dengan konsentrasi 100 µg/mL dipipet sebanyak 5 mL kemudian diencerkan dalam labu takar 5 mL dengan akuades hingga mencapai tanda kalibrasi, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi tetap 100 µg/mL. Untuk pengukuran aktivitas antioksidan, larutan standar ini kemudian dipipet dengan volume bertingkat masing-masing 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; dan 0,25 mL ke dalam serangkaian labu takar 5 mL. Setiap labu kemudian diencerkan dengan akuades hingga tanda kalibrasi dan ditambahkan 0,8 mL larutan DPPH 200 µg/mL, menghasilkan larutan uji dengan konsentrasi vitamin C berturut-turut 1, 2, 3, 4, dan 5 µg/mL. Larutan kemudian diinkubasi dalam kondisi gelap hingga mencapai waktu stabil yang telah ditentukan sebelumnya. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang maksimum DPPH menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Seluruh prosedur pengukuran diulang sebanyak tiga kali (triplo) untuk memastikan reproduktibilitas data, sehingga diperoleh data absorbansi yang merepresentasikan aktivitas penangkapan radikal DPPH oleh vitamin C pada berbagai konsentrasi [19].

Pengukuran Absorbansi DPPH dan Seduhan Teh Herbal kombucha Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam)

Prosedur pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan sesuai metode yang dikembangkan oleh Molyneux (2004) dengan modifikasi [18]. Larutan uji disiapkan melalui seri pengenceran bertingkat dari stok seduhan teh herbal daun bidara dan kombucha daun bidara (konsentrasi awal masing-masing 10.000 µg/mL). Untuk seduhan teh herbal, volume 0,2; 0,35; 0,5; 0,65; dan 0,8 mL dipipet secara terpisah ke dalam labu takar 5 mL. Sedangkan untuk kombucha, volume 0,05; 0,2; 0,35; 0,5; dan 0,65 mL dipipet dengan cara yang sama. Ke dalam masing-masing labu takar kemudian ditambahkan 0,8 mL larutan DPPH (200 µg/mL dalam metanol) dan divolumetrik hingga tanda kalibrasi menggunakan metanol p.a. Proses ini menghasilkan rentang konsentrasi akhir: (i) seduhan teh herbal 400-1600 µg/mL dengan interval 300 µg/mL, dan (ii) kombucha 100-1300 µg/mL dengan pola peningkatan yang sama [19].

Larutan uji kemudian diinkubasi pada suhu 25±1°C dalam kondisi terlindung cahaya selama 30 menit (berdasarkan hasil optimasi operating time sebelumnya). Pengukuran absorbansi dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800) pada λ maks 517 nm terhadap blanko metanol. Seluruh pengukuran dilakukan secara triplo untuk memastikan reproduktibilitas data [19].

Penentuan Persen Peredaman

Data absorbansi yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung persen inhibisi radikal DPPH menggunakan rumus:

$$\% \text{ Inhibisi} = [(A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}) / A_{\text{blanko}}] \times 100\%$$

Dimana A_{blanko} adalah absorbansi larutan DPPH tanpa sampel, dan A_{sampel} adalah absorbansi larutan DPPH setelah penambahan ekstrak. Nilai IC₅₀ ditentukan melalui analisis regresi linier antara persen inhibisi terhadap konsentrasi sampel [19].

Penentuan Nilai IC50 sebagai Parameter Aktivitas Antioksidan

Nilai IC50 (Inhibitory Concentration 50) merupakan parameter kuantitatif yang menyatakan konsentrasi sampel uji (dalam µg/mL) yang diperlukan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Secara operasional, nilai inhibisi 0% menunjukkan ketiadaan aktivitas antioksidan, sedangkan inhibisi 100% menunjukkan kemampuan peredaman radikal yang sempurna. Untuk memperoleh nilai IC50 yang akurat, seri pengenceran larutan uji perlu dilakukan guna menentukan rentang konsentrasi yang memberikan respon inhibisi optimal. Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan metode regresi linier, dengan konsentrasi ekstrak (µg/mL) sebagai variabel independen (sumbu X) dan persentase inhibisi sebagai variabel dependen (sumbu Y). Persamaan regresi linier yang diperoleh berbentuk:

$$y = ax + b$$

Keterangan:

y = persentase inhibisi (%)

a = slope (kemiringan garis regresi)

b = intercept (titik potong sumbu y)

x = logaritma natural konsentrasi sampel uji (ln[µg/mL])

Nilai IC50 kemudian dihitung dengan mensubstitusi y = 50 ke dalam persamaan regresi dan menyelesaikan untuk x. Prosedur ini memberikan estimasi konsentrasi efektif sampel yang diperlukan untuk mencapai inhibisi 50% terhadap radikal DPPH, yang merupakan indikator potensi antioksidan suatu senyawa atau ekstrak. Semakin rendah nilai IC50 yang diperoleh, semakin kuat aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh sampel uji.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil Identifikasi Tumbuhan Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam)

Determinasi tanaman pada penelitian ini dilakukan di Herbarium Medanense (MEDA) Universitas Sumatera Utara. Identifikasi tanaman bertujuan untuk mengetahui kebenaran tanaman yang diambil, menghindari kesalahan dalam pengambilan bahan atau sampel dan tercampurnya sampel dengan bahan tanaman lainnya, serta mencocokkan ciri morfologi pada tanaman yang diteliti, berdasarkan hasil determinasi dapat dipastikan bahwa tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah *Ziziphus mauritiana* Lam.

Hasil Pengolahan Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam)

Sampel daun bidara yang digunakan sebanyak 3 kg dikeringanginkan, dan setelah kering diperoleh berat sebesar 200 g.

Hasil Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui metabolit sekunder senyawa fitokimia yang terkandung dalam serbuk daun bidara. Hasil skrining fitokimia serbuk daun bidara dengan melihat adanya golongan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid/triterpenoid dan glikosida, hasil yang menunjukkan adanya semua senyawa tersebut terlampir pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Skrinning Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk)

Skrining Fitokimia Daun Bidara		
No.	Parameter	Hasil (Simplisia)
1.	Alkaloid	+
2.	Flavonoid	+
3.	Tanin	+
4.	Saponin	+
5.	Steroid	+
6.	Glikosida	+

Keterangan :
 (+) Positif : Mengandung golongan senyawa
 (-) Negatif : Tidak mengandung golongan senyawa

Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh dari hasil skrining fitokimia simplisia daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid/triterpenoid dan glikosida.

Pada hasil uji alkaloid serbuk simplisia daun bidara terbentuk endapan pada 3 pereaksi yaitu bouchardat terbentuk endapan warna merah-jingga, mayer terbentuk endapan putih dan dragendroff terbentuk endapan coklat-hitam, maka serbuk simplisia daun bidara mengandung alkaloid [20].

Pada pemeriksaan flavonoid pada serbuk simplisia daun bidara penambahan asam klorida pekat pada serbuk Mg dan amil alkohol membentuk warna merah pada lapisan amil alkohol yang mana hal ini menunjukkan pada daun bidara terdapat flavonoid, hal ini disebabkan karena senyawa flavonoid dapat menghasilkan warna merah, kuning atau jingga ketika tereduksi dengan Mg dan HCl [20].

Pada pemeriksaan tanin menunjukkan hasil yang positif terhadap serbuk simplisia daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.) dimana terjadinya perubahan warna menjadi hijau kehitaman dengan penambahan FeCl_3 . Hal ini terjadi dikarenakan terdapat gugus hidroksil yang ada pada senyawa tanin didalam serbuk simplisia daun bidara sehingga terjadi reaksi dengan FeCl_3 yang mana membentuk senyawa kompleks [20].

Pemeriksaan saponin menunjukkan hasil yang positif terhadap serbuk simplisia daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) dimana terbentuknya buih yang konstan selama 10 menit setinggi 6 cm dan tidak hilang setelah penambahan 1 tetes HCl 2N. Timbulnya busa menunjukkan adanya glikosida yang mempunyai kemampuan membentuk buih dalam air yang terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya, komponen ikatan glikosida yang terdapat didalam saponin ini juga menyebabkan senyawa ini cenderung bersifat polar [20].

Hasil uji steroid pada serbuk simplisia daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) menimbulkan warna hijau, ini menunjukkan bahwa daun bidara mengandung senyawa steroid [20]. Hasil uji glikosida pada serbuk simplisia daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) menunjukkan adanya senyawa glikosida ini ditandai dengan terbentuknya cincin ungu pada lapisan air. Senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan alami yaitu flavonoid, alkaloid dan tanin.

Pemeriksaan Makroskopik Simplisia Daun Bidara

Pengamatan makroskopik dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kondisi fisik dari daun bidara yang digunakan. Hasil pemeriksaan secara makroskopik daun bidara yaitu setelah diamati secara langsung maka diperoleh hasil dari karakteristik simplisia pada sampel daun bidara yaitu pada pengujian makroskopis simplisia segar memiliki warna daun hijau, panjang daun 5,8 cm, lebar daun 5 cm, Tangkai daun memiliki bulu dan pada pinggir daun terdapat duri yang sangat halus. Bidara laut juga mempunyai buah berbiji satu, bulat seperti telur, dan memiliki bau yang khas. Sedangkan untuk makroskopis simplisia daun bidara memiliki panjang daun 4,4 cm dan lebar daun 2,5 cm.

Pemeriksaan Mikroskopik Daun Bidara

Hasil uji mikroskopis pada serbuk simplisia daun bidara didapatkan adanya epidermis atas, rambut penutup, mesofil, berkas pembuluh penebalan tangga dengan sarabut dan Trikona

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Simplisia Daun Bidara

Hasil pemeriksaaan kadar air, kadar abu total, kadar abu larut air dan kadar abu yang tidak larut asam dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Hasil Karakterisasi Simplisia Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.)

Persentase Karakteristik Simplisia Daun Bidara			
No	Parameter	Daun bidara	SNI 4324 (2014)
1	Kadar air	5,33 %	< 10 %
2	Kadar sari larut etanol	10,63%	> 7,2 %
3	Kadar sari larut air	12.46%	> 10,2 %
4	Kadar abu total	6,73%	< 10,2 %
5	Kadar abu tidak larut asam	0,393 %	< 3,4 %

Keterangan :
 < = Kurang dari
 > = Lebih dari

Berdasarkan tabel 6 di atas hasil pengujian karakterisasi daun bidara, kadar air pada simplisia daun bidara diperoleh sebesar 5,33 %, hasil yang diperoleh ini sesuai dengan persyaratan dari SNI untuk persyaratan kadar air simplisia secara umum yaitu tidak lebih dari 10 %. Jika kadar air yang melebihi 10 % dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroba, keberadaan jamur, serta terjadinya reaksi enzimatis yang mendorong kerusakan mutu simplisia.

Kemudian penetapan kadar sari larut etanol pada simplisia daun bidara diperoleh sebesar 10,63 %, hasil yang diperoleh ini memenuhi persyaratan SNI yaitu lebih dari 7,2 %. Karena tujuan dari penetapan kadar sari larut etanol ini untuk mengetahui kadar senyawa larut dalam etanol baik senyawa polar dan non polar. Pada penetapan kadar sari larut air pada simplisia daun bidara diperoleh sebesar 12,46 %, hasil yang diperoleh ini memenuhi persyaratan SNI yaitu lebih dari 10,2 %. Tujuan dilakukannya penetapan ini ialah untuk mengetahui kadar senyawa kimia yang bersifat polar yang terkandung didalam simplisia.

Penetapan kadar abu total pada simplisia daun bidara sebesar 6,73 %, hasil dari penetapan kadar abu total memenuhi persyaratan SNI yaitu tidak lebih dari 10,2%. penetapan kadar abu larut air bertujuan untuk mengetahui gambaran kandungan mineral yang terdapat didalam simplisia memiliki kandungan mineral yang masih dapat larut dalam penambahan air [21].

Lalu untuk kadar abu tidak larut dalam asam sebesar 0,393 %, untuk hasil ini masih memenuhi persyaratan yaitu tidak lebih dari 3,4 %. Kadar abu tidak larut asam menunjukkan hasil kontaminasi yang berasal dari faktor eksternal seperti pasir dari tanah dan debu yang menempel pada saat pengeringan dimana dari hasil menunjukkan tidak adanya kandungan silikal yang berasal dari tanah atau pasir, tanah dan unsur logam perak, timbal dan merkuri [22,23].

Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan pada sampel seduhan teh daun bidara dengan beberapa konsentrasi yaitu pada konsentrasi 400 µg/mL, 700 µg/mL, 1000 µg/mL, 1300 µg/mL, 1600 µg/mL, dan pada sampel kombucha daun bidara dengan beberapa konsentrasi yaitu 100 µg/mL, 400 µg/mL, 700 µg/mL, 1000 µg/mL, 1300 µg/mL kemudian diukur potensi antioksidannya dengan metode DPPH spektrofotometer pada panjang gelombang 516 nm. Prinsip metode ini adalah larutan DPPH berperan sebagai radikal bebas yang akan bereaksi dengan senyawa antioksidan sehingga DPPH akan berubah menjadi 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin yang bersifat non-radikal. Peningkatan jumlah 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin akan ditandai dengan berubahnya warna ungu tua menjadi warna merah muda atau kuning pucat dan bisa diamati dan dilihat menggunakan spektrofotometer sehingga aktivitas peredaman radikal bebas oleh sampel dapat ditentukan [24]

Hal ini dapat terjadi apabila adanya penangkapan satu elektron oleh zat antioksidan, menyebabkan tidak adanya kesempatan elektron tersebut untuk beresonansi. Peredaman warna DPPH terjadi disebabkan oleh adanya senyawa yang bisa memberikan radikal hidrogen kepada radikal DPPH sehingga tereduksi menjadi DPPH-H (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin). Reduksi DPPH menjadi DPPH-H disebabkan adanya donor hidrogen dari senyawa hidroksil. Senyawa-senyawa hidroksil didalam ekstrak etanol akan terpisah menggunakan kromatografi kolom menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil. Oleh karena itu terjadi pengurangan jumlah hidrogen yang dapat didonorkan dari fraksi J pada DPPH [24].

Hasil pengujian ini menunjukkan adanya aktivitas antioksidan baik pada teh herbal daun bidara maupun kombucha ditandai dengan adanya penurunan intensitas warna ungu pada DPPH secara kasat mata menjadi kuning hingga kuning pucat, hal ini dapat dilihat pada lampiran. Maka setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil perhitungan DPPH setelah penambahan sampel yaitu baku vitamin C, teh herbal daun bidara, dan kombucha dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Aktivitas Absorbansi Antioksidan Baku Vitamin C

Pengukuran	Konsentrasi (ppm)						IC ₅₀
	1	2	3	4	5	Blanko	
1	0,633	0,556	0,408	0,328	0,266	0,890	3,0710 µg/mL
2	0,634	0,556	0,409	0,328	0,265	0,890	
3	0,634	0,557	0,409	0,329	0,265	0,890	
Rata-rata	0,633	0,556	0,408	0,328	0,265	0,89	

Berdasarkan tabel. 7 di atas dapat dilihat bahwa semakin rendah absorbansinya. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas antioksidan pada sampel.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Aktivitas Antioksidan Teh Herbal Daun Bidara

Pengukuran	Konsentrasi (ppm)						IC ₅₀
	400	700	1000	1300	1600	Blanko	
1	0,738	0,609	0,470	0,434	0,300	0,946	1129,0069 µg/mL
2	0,739	0,609	0,409	0,433	0,300	0,946	
3	0,946	0,609	0,409	0,433	0,299	0,946	
Rata-rata	0,807	0,609	0,408	0,433	0,299	0,946	

Berdasarkan tabel. 8 di atas dapat dilihat bahwa semakin rendah absorbansi, maka semakin tinggi persen inhibisinya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kondo et al (2018) yaitu semakin rendah nilai absorbansi sampel maka semakin tinggi aktivitas antioksidan dari sampel tersebut [25]. Begitupun sebaliknya semakin tinggi nilai absorbansi sampel maka semakin rendah aktivitas antioksidan dari sampel tersebut. Jika suatu senyawa memiliki aktivitas antioksidan maka akan terjadi penurunan nilai absorbansi [26].

Tabel 9 Hasil Perhitungan Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Bidara

Pengukuran Absorbansi	Konsentrasi (ppm)						IC ₅₀
	100	400	700	1000	1300	Blanko	
1	0,596	0,460	0,349	0,288	0,220	0,905	621,2158 µg/mL
2	0,596	0,459	0,349	0,287	0,220	0,905	
3	0,596	0,459	0,349	0,288	0,220	0,905	
Rata-rata	0,596	0,459	0,349	0,287	0,22	0,905	

Berdasarkan hasil pada tabel. 9. sama seperti teh herbal daun bidara bahwa semakin rendah absorbansi maka semakin tinggi persen inhibisi, hal ini menunjukkan bahwa kombucha daun bidara memiliki aktivitas antioksidan. Berdasarkan kasat mata kombucha daun bidara menunjukkan adanya penurunan warna ungu pada DPPH menjadi kuning hingga kuning pucat.

Tabel 10. Tabel % Inhibisi Teh Herbal Daun bidara dan Kombucha

Konsentrasi (µg/mL)	Teh Herbal daun bidara		Kombucha	
	% inhibisi	IC ₅₀	% Inhibisi	IC ₅₀
400	14,6834	1129,0069 µg/mL	34,1436	621,2158 µg/mL
700	35,6236		49,2817	
1000	50,4228		61,4364	
1300	54,2283		68,2872	
1600	68,3932		75,6906	

Berdasarkan Tabel 10 di atas, dapat dilihat bahwa dibandingkan antara kedua sampel, yaitu teh herbal daun bidara dan kombucha, sampel kombucha memiliki persentase inhibisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan teh herbal daun bidara. Hal ini juga tercermin pada nilai IC₅₀, di mana kombucha memiliki nilai IC₅₀ sebesar 621,2158 µg/mL (kategori lemah), sedikit lebih rendah dibandingkan dengan teh herbal daun bidara yang memiliki nilai IC₅₀ sebesar 1129,0069 µg/mL (kategori sangat lemah). Hasil ini sejalan dengan penelitian Nisak (2023), yang menyatakan bahwa aktivitas antioksidan pada kombucha lebih tinggi dibandingkan dengan teh non-fermentasi. Pada penelitian ini, nilai % inhibisi yang diperoleh untuk teh herbal daun bidara sebesar 1129,0069 µg/mL (sangat lemah), sedangkan untuk kombucha sebesar 621,2158 µg/mL (lemah) setelah melalui proses fermentasi selama 12 hari [8]. Hal ini dikarenakan kandungan asam organik dan polifenol mengalami peningkatan sehingga kemampuannya dalam menangkap (ROS) juga lebih tinggi.

Dalam hal ini aktivitas antioksidan pada kombucha dapat didorong oleh berbagai hal, diantaranya adalah waktu fermentasi, varietas teh yang dipakai serta kultur yang terdapat pada kombucha. Perbedaan

komposisi kombucha juga dapat disebabkan oleh penggunaan starter yang berbeda sehingga terjadi variabilitas mikroflora pada tiap sampel, membuat kombucha dengan substrat yang berbeda memiliki perbedaan aktivitas antioksidan [8].

Hasil Pengujian Kadar Vitamin C

Penentuan kadar vitamin C pada sampel seduhan teh herbal daun bidara dan kombucha daun bidara diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 266 nm. Penetapan kadar vitamin c dihitung dengan menggunakan persamaan regresi $Y = ax + b$ yang diperoleh dari kurva kalibrasi larutan baku vitamin c sehingga diperoleh hasil konsentrasinya (x). Nilai x tersebut kemudian disubstitusikan dalam rumus perhitungan kadar vitamin C. Penetapan kadar vitamin c dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali dan diambil nilai rata – ratanya. Hasil analisis kadar vitamin C seduhan teh daun bidara dan kombucha daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Kombucha Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.)

No	Berat sampel (g)	Absorbansi	Konsentrasi (µg/ml)	Kadar Vitamin C (mg/g)	Kadar sebenarnya (mg/g) Kombucha daun bidara
1.	20	0,396	3,5169	0,00875	
2.	20	0,398	3,5338	0,00875	
3.	20	0,398	3,5338	0,00875	0,00875 ± 0 mg/g
4.	20	0,398	3,5338	0,00875	
5.	20	0,396	3,5169	0,00875	
6.	20	0,397	3,5254	0,00875	

Tabel 12. Seduhan teh herbal daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.)

No	Berat sampel (g)	Absorbansi	Konsentrasi (µg/ml)	Kadar Vitamin C (mg/g)	Kadar sebenarnya (mg/g) Seduhan teh herbal daun bidara
1.	2	0,274	2,4830	0,06	
2.	2	0,276	2,5	0,0625	
3.	2	0,276	2,5	0,0625	
4.	2	0,275	2,4915	0,06	0,0608 ± 0,0021 mg/g
5.	2	0,275	2,4915	0,06	
6.	2	0,274	2,4830	0,06	

Hasil Pengukuran pH Kombucha Daun Bidara

Pengukuran pH pada penelitian ini menggunakan metode PH elektroda yang dilakukan pada kombucha daun bidara. Hasil pengukuran pH kombucha daun bidara dapat dilihat pada tabel 13 sebagai berikut.

Tabel 13 Hasil Pengukuran pH Kombucha Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.)

pH Kombucha Daun Bidara (<i>Ziziphus mauritiana</i> Lamk.)	
Sediaan	PH
Kombucha	3

Setelah dilakukan pengukuran pH diperoleh pH kombucha daun bidara memiliki pH 3. Hal ini sejalan dengan literatur oleh Naland (2008) yang mengatakan pH kombucha yang aman dikonsumsi secara langsung yaitu berkisar antara 3-5,5 [27]. Menurut Rosyada (2022) berdasarkan hasil penelitiannya penambahan gula juga menyebabkan pH menurun [14]. Pengukuran pH juga dilakukan pada penelitian Rahmadani et al (2018), didapatkan hasil pengukuran pH untuk kombucha yaitu 3 [28].

Hasil Pengamatan Organoleptis Kombucha Daun Bidara

Pada pengamatan secara organoleptis dilakukan dengan mengamati warna, bau dan rasa dari kombucha itu sendiri secara langsung. Setelah dilakukan evaluasi organoleptis, hasilnya dilampirkan pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil Pengamatan Organoleptis Kombucha Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.)

Organoleptis Kombucha Daun Bidara (<i>Ziziphus mauritiana</i> Lamk.)	
Parameter pengamatan	Hari ke 12
Warna	Coklat keemasan
Aroma	Khas fermentasi
Rasa	Asam sedikit manis
Bentuk	Cairan

Aroma dan rasa yang khas fermentasi dari kombucha ini disebabkan oleh adanya kandungan asam-asam organik yang terbentuk dari fermentasi kombucha itu sendiri. Hal ini terjadi akibat khamir dan bakteri melakukan metabolisme pada sukrosa dan menghasilkan asam-asam organik, diantaranya asam asetat, asam glukonat, dan asam glukonat. Aroma pada kombucha juga disebabkan karena senyawa-senyawa kimia khusus yang menimbulkan aroma asam yang khas. Senyawa khusus tersebut adalah asam laktat dan asetildehid [29] Sedangkan kombucha memiliki warna sesuai dengan warna khas teh masing masing. Dimana teh kuning memiliki warna khas teh kuning yaitu kuning cerah dan jernih [29].

Hasil Pengujian Stabilitas Kombucha Daun Bidara

Hasil uji organoleptik selama *cycling test* dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Organoleptis dan pH Selama Cycling test (siklus 1 - siklus 6) .

Organoleptis	Cycling test	Kamar 20°C	Dingin $\pm 4^{\circ}\text{C}$	Oven $\pm 40^{\circ}\text{C}$
Warna	Siklus 1	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 2	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 3	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 4	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 5	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 6	Stabil	Stabil	Stabil
Aroma	Siklus 1	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 2	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 3	Stabil	Stabil	Tidak Stabil
	Siklus 4	Stabil	Stabil	Tidak Stabil
	Siklus 5	Stabil	Stabil	Tidak Stabil
	Siklus 6	Stabil	Stabil	Tidak Stabil
Rasa	Siklus 1	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 2	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 3	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 4	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 5	Stabil	Stabil	Stabil
	Siklus 6	Stabil	Stabil	Stabil
Bentuk	Siklus 1	Cairan	Cairan	Cairan
	Siklus 2	Cairan	Cairan	Cairan
	Siklus 3	Cairan	Cairan	Cairan
	Siklus 4	Cairan	Cairan	Cairan
	Siklus 5	Cairan	Cairan	Cairan
	Siklus 6	Cairan	Cairan	Cairan

pH	Siklus 1	3	3	3
	Siklus 2	3	3	3
	Siklus 3	3	3	3
	Siklus 4	3	3	3
	Siklus 5	3	3	3
	Siklus 6	3	3	3

Pengujian organoleptis pada suhu kamar dan dingin sebelum cycling test (siklus 0) dan selama cycling test (siklus 1-6) tidak mengalami perubahan baik warna, aroma, rasa, bentuk dan pH dari sediaan. Kemudian pengujian organoleptis pada suhu oven selama cycling test pada (siklus 3, siklus 4, siklus 5, siklus 6) hanya mengalami perubahan aroma, namun pada warna, rasa, bentuk, dan pH tidak mengalami perubahan. Sehingga kombucha pada suhu kamar dan dingin memenuhi standar uji stabilitas

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kombucha daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) mengandung vitamin C dengan kadar $\pm 0,009$ mg/g, yang diidentifikasi melalui uji kualitatif menggunakan pereaksi KMnO_4 dengan perubahan warna menjadi hijau kehitaman. Dalam uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, kombucha daun bidara menunjukkan nilai IC_{50} sebesar 621,2158 $\mu\text{g/mL}$, yang termasuk dalam kategori antioksidan lemah. Sementara itu, seduhan teh herbal daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) memiliki nilai IC_{50} sebesar 1129,0069 $\mu\text{g/mL}$, mengindikasikan aktivitas antioksidan yang sangat lemah. Sebagai pembanding, vitamin C murni menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 3,0710 $\mu\text{g/mL}$. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kombucha daun bidara memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan seduhan teh herbalnya, keduanya masih tergolong lebih rendah dibandingkan vitamin C. Temuan ini memberikan gambaran awal mengenai potensi kombucha daun bidara sebagai sumber antioksidan alami, meskipun dengan aktivitas yang belum sekuat antioksidan standar.

Conflict of Interest

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara otonom dan tidak memihak, dengan memastikan tidak adanya keterlibatan kepentingan pihak eksternal atau pengaruh faktor luar yang berpotensi mengurangi akurasi serta kredibilitas hasil yang diperoleh.

Acknowledgment

Keberhasilan penelitian ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah Medan atas fasilitas dan infrastruktur penelitian, termasuk akses laboratorium terpadu serta bantuan teknis yang menjamin kelancaran dan validitas penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada semua pihak yang turut mendukung pelaksanaan studi ini.

Supplementary Materials

Referensi

- [1] Dan D, Tanaman B, Bidara Z, Nia P, Santoso C, Fiano F, et al. Komparasi Kandungan Fitokimia Serta Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Dan Buah Tanaman Bidara (*Z. mauritiana* Lam.) 2023;12:12–8.
- [2] Siregar M. Berbagai Manfaat Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk) Bagi Kesehatan di Indonesia : Meta Analisis. Jurnal Pandu Husada 2020;1:75. <https://doi.org/10.30596/jph.v1i2.4415>.

- [3] Rosida DF, Sofiyah DL, Putra AYT. Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Kombucha Dari Daun Ashitaba (*Angelica keiskei*), Kersen (*Muntingia calabura*), Dan Kelor (*Moringa oleifera*). Jurnal Teknologi Pangan 2021;15:81–97. <https://doi.org/10.33005/jtp.v15i1.2726>.
- [4] Ambrin A, Adil M, Filimban FZ, Naseer M. Chemical Profiling and Biological Activities of Ziziphus Mauritiana var. spontanea (Edgew.) RR Stewart ex Qaiser & Nazim. and Oenothera Biennis L. J Food Qual 2024;2024:7318407.
- [5] Talmale S, Bhujade A, Patil M. Anti-allergic and anti-inflammatory properties of Zizyphus mauritiana root bark. Food Funct 2015;6:2975–83.
- [6] Villarreal-Soto SA, Beaufort S, Bouajila J, Souchard J-P, Renard T, Rollan S, et al. Impact of fermentation conditions on the production of bioactive compounds with anticancer, anti-inflammatory and antioxidant properties in kombucha tea extracts. Process Biochemistry 2019;83:44–54.
- [7] Apriani I. Pengaruh Proses Fermentasi Kombucha Daun Sirsak (Annona muricata L.) Terhadap Kadar Vitamin C. Biota 2017;3:90. <https://doi.org/10.19109/biota.v3i2.1323>.
- [8] Nisak YK. Studi Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi Kombucha: Kajian Pustaka n.d.
- [9] Imran S, Bibi Y, Munawar T, Yousaf AM, Hasnain M. A panoramic review on ethnomedicinal, therapeutic, phytochemical, and advance attributes, of the genus Ziziphus Mill., native to Pakistan. Ethnobotany Research and Applications 2023;25:1–32.
- [10] Indonesia DK. Farmakope Indonesia Edisi III. 1979.
- [11] Depkes RI. Farmakope Indonesia Edisi IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1995.
- [12] Jeffrey B Harborne. Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern menganalisis tumbuhan 1987.
- [13] Rosyada FFA, Agustina E, Faizah H. The Effect of Fermentation on the Characteristics and Antioxidant Activity of Wuluh Starfruit Leaf Kombucha Tea (*Avverhoa bilimbi* Linn.). Indonesian Journal of Chemical Research 2023;11:29–36.
- [14] ROSYADA FFA. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Gula terhadap Karakteristik Fisika, Kimia dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Daun Belimbing Wuluh (*Avverhoa blimbi* L.) 2022.
- [15] Suryani CL, Murti STC, Ardiyan A, Setyowati A. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*) dan fraksi-fraksinya. Agritech 2017;37:271–9.
- [16] Santoso MDP, Nopiyanti V. Pengaruh Metode Penggerusan Tablet Vitamin C Terhadap Kadar Aktif Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. Cerata Jurnal Ilmu Farmasi 2022;13:50–6.
- [17] Lonteng E, Yudistira A, Wewengkang DS. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Karang Lunak Klyxum Sp Yang Dikoleksi dari Desa Tumbak Kecamatan Posumaen Minahasa Tenggara. Pharmacon 2020;9:205–10.
- [18] Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J Sci Technol 2004;26:211–9.
- [19] Febriani Y, Axyvia Q, Salman S. Formulasi Dan Uji Antioksidan Sediaan Face Mist Dari Ekstrak Etanol Buah Malaka (*Phyllanthus emblica* L.) Sebagai Pelembab Wajah. Forte Journal 2024;4:114–21.
- [20] Wahid AR, Safwan S. Efek Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria Malaccensis* L.) Pada Tikus Jantan Galur Sprague Dawley Yang Diinduksi Paracetamol (Kajian Aktivitas Enzim Katalase, SGOT Dan SGPT). Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan 2019;4.
- [21] Devitria R, Wulandari R, Elfia M. Uji Kadar Abu Larut Air Dan Kadar Abu Tidak Larut Asam Pada Simplisia Biji Jambu Bol (*Sygyzium malacense*). Ensiklopedia of Journal 2023;5:358–61.
- [22] Narsa AC, Salman AA, Prabowo WC. Identifikasi Metabolit Sekunder dan Profil Farmakognosi Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L) Sebagai Bahan Baku Farmasi Terbaru: Identification of Secondary Metabolites and Pharmacognosy Profile of Shallot Skin (*Allium cepa* L) as Renewable Pharmaceutical. Jurnal Sains Dan Kesehatan 2022;4:645–53.
- [23] Narsa AC, Salman AA, Prabowo WC. Identifikasi Metabolit Sekunder dan Profil Farmakognosi Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L) Sebagai Bahan Baku Farmasi Terbaru: Identification of Secondary Metabolites and Pharmacognosy Profile of Shallot Skin (*Allium cepa* L) as Renewable Pharmaceutical Raw Materials. Jurnal Sains Dan Kesehatan 2022;4:645–53.
- [24] Sayuti K, Yenrina R. Antioksidan alami dan sintetik 2015.
- [25] Kondo ST. Aktivitas Antifotooksidasi Dan Penghambat Pembentukan Ages (Advanced Glycation End-Products) Dari Fraksi Alga *Padina australis*. Pharmacon 2018;7.

- [26] Paraeng P, Mantiri D, Rumengan A. Uji Aktivitas Antioksidan pada Makro Alga Coklat *Hydroclathrus clathratus* (C. Agardh) Hower dan *Padina minor* Yamada. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis* 2016;4:37–43.
- [27] Naland H. *Kombucha; Teh dengan seribu khasiat*. Jkarta: AgroMedia; 2008.
- [28] Nintiasari J, Ramadhani MA. Uji Kuantitatif Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Daun Kersen (*Muntingia calabura*). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product* 2022;5:174–83.
- [29] Mahadi I, Sayuti I, Habibah I. Pengaruh variasi jenis pengolahan teh (*Camellia sinensis* L Kuntze) dan konsentrasi gula terhadap fermentasi kombucha sebagai rancangan lembar kerja peserta didik (LKPD) biologi SMA. *Biogenesis* 2016;13:93–102.