



ANALISIS KANDUNGAN FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAUN CIPLUKAN (*Physalis angulata* L.) BERDASARKAN KETINGGIAN TEMPAT TUMBUH

Rivaldi Ariansah Marpaung¹ & Syahmi Edi^{2*}

^{1&2}Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps. V, Deli Serdang, Sumatera Utara 20221, Indonesia

*Email: syahmiedibiologi@gmail.com

Submit: 19-01-2026; Revised: 22-01-2026; Accepted: 23-01-2026; Published: 31-01-2026

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kandungan metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan pada ekstrak daun ciplukan yang tumbuh di dua lokasi dengan ketinggian berbeda. Penelitian ini didesain dengan penelitian eksperimental deskriptif. Parameter penelitian yang dilakukan dalam penelitian adalah senyawa-senyawa metabolit sekunder hasil dari analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) dan nilai IC_{50} diukur menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan kandungan senyawa metabolit sekunder dan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan berdasarkan ketinggian tempat tumbuh. Ekstrak daun ciplukan dataran rendah (Kisaran) menghasilkan 13 senyawa dengan kecenderungan pada turunan karbohidrat/gula, seperti *Melezitose*. Sementara itu, ekstrak daun dataran tinggi (Parongil) menghasilkan 11 senyawa dengan kecenderungan pada turunan alkana, termasuk *Phytol*. Tidak terdapat perbedaan aktivitas antioksidan yang dipengaruhi oleh bagian tumbuhan dan ketinggian tempat tumbuh. Ekstrak daun ciplukan Kisaran dengan nilai IC_{50} 54,46 ppm dan ekstrak daun ciplukan Parongil dengan nilai IC_{50} 98,82 ppm termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan kuat. Sementara, ekstrak buah ciplukan Kisaran dengan nilai IC_{50} 120,38 ppm dan ekstrak buah ciplukan Parongil dengan nilai IC_{50} 127,65 termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan sedang.

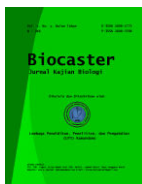
Kata Kunci: Antioksidan, DPPH, GC-MS, Ketinggian Tempat Tumbuh, Metabolit Sekunder, *Physalis angulata* L.

ABSTRACT: This study aims to analyze the differences in secondary metabolite content and antioxidant activity in the extract of ground cherry leaves grown in two locations with different altitudes. This study was designed with a descriptive experimental study. The research parameters carried out in the study were secondary metabolite compounds resulting from GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) analysis and IC_{50} values were measured using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. The results showed differences in the content of secondary metabolite compounds and IC_{50} values of antioxidant activity based on the altitude of the growing place. The extract of lowland ground cherry leaves (Kisaran) produced 13 compounds with a tendency towards carbohydrate/sugar derivatives, such as *Melezitose*. Meanwhile, the extract of highland leaves (Parongil) produced 11 compounds with a tendency towards alkane derivatives, including *Phytol*. There was no difference in antioxidant activity influenced by the part of the plant and the altitude of the growing place. The Kisaran ground cherry leaf extract with an IC_{50} value of 54.46 ppm and the Parongil ground cherry leaf extract with an IC_{50} value of 98.82 ppm are included in the strong antioxidant activity category. Meanwhile, the Kisaran ground cherry fruit extract with an IC_{50} value of 120.38 ppm and the Parongil ground cherry fruit extract with an IC_{50} value of 127.65 are included in the moderate antioxidant activity category.

Keywords: Antioxidants, DPPH, GC-MS, Height of Growth, Secondary Metabolites, *Physalis angulata* L.

How to Cite: Marpaung, R. A., & Edi, S. (2026). Analisis Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Berdasarkan Ketinggian Tempat Tumbuh. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 6(1), 616-635. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v6i1.1040>

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/biocaster>



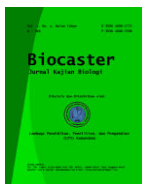
PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan biodiversitas yang melimpah, termasuk sejumlah spesies tanaman yang berkhasiat obat. Penggunaan obat herbal telah menjadi salah satu pilihan masyarakat Indonesia. Salah satu tanaman yang memiliki banyak khasiat adalah ciplukan (*Physalis angulata* L.) (Devitria *et al.*, 2020). Kondisi lingkungan yang terbentuk akan menghasilkan suatu sistem yang mampu memengaruhi tumbuhan yang tumbuh di dalamnya. Kondisi lingkungan memiliki dampak langsung terhadap proses fisiologis tanaman, baik pada jalur metabolisme primer maupun sekunder. Metabolisme primer menghasilkan pertumbuhan yang dapat diamati pada morfologi tanaman, sedangkan metabolisme sekunder merujuk pada proses kimia yang berlangsung di dalam tanaman (Lestari *et al.*, 2021).

Physalis angulata L. merupakan tanaman yang berasal dari keluarga Solanaceae. Tumbuhan ciplukan biasanya tumbuh liar dan mudah dijumpai di tempat yang terlindung, di tanah agak lembap, di kebun, ladang, sawah, tepi jalan, tepi hutan terbuka yang disinari matahari, serta di sela-sela tanaman pokok. Tumbuhan ciplukan dapat tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian 1.800 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Kuvaini, 2020). Ciplukan telah lama digunakan sebagai tanaman obat tradisional yang memiliki berbagai potensi khasiat. Setiap bagian tanaman ini memiliki manfaat pengobatan yang berbeda; akarnya dapat digunakan untuk mengatasi cacingan dan menurunkan demam, sedangkan daunnya bermanfaat untuk membantu penyembuhan patah tulang, busung air, bisul, borok, serta meredakan nyeri perut dan gangguan jantung. Buahnya yang dapat dimakan langsung, juga bermanfaat untuk mengatasi epilepsi, kesulitan buang air kecil, dan penyakit kuning (Gultom *et al.*, 2021).

Daun dipilih sebagai sampel, karena merupakan bagian tumbuhan yang secara alami aktif menyimpan senyawa bioaktif. Daun sering menjadi tempat utama sintesis metabolit sekunder. Pemilihan ini bersifat empiris, karena tumbuhan ciplukan secara tradisional digunakan untuk membantu penyembuhan cacar dengan cara dimandikan. Tradisi ini mencerminkan keyakinan masyarakat terhadap adanya senyawa aktif pada bagian-bagian tanaman ciplukan yang diyakini mampu meredakan gejala penyakit, salah satunya cacar air (Alfiani, 2022).

Aktivitas antioksidan merupakan salah satu parameter penting dalam kajian senyawa kimia alami, khususnya yang berasal dari tumbuhan. Secara mendasar, aktivitas antioksidan merujuk pada kemampuan suatu senyawa untuk berinteraksi dengan senyawa lain dalam suatu sistem reaksi yang ditandai dengan perubahan sifat kimia, seperti perubahan warna atau penurunan intensitas absorbansi. Aktivitas ini menunjukkan sifat kimia dari ekstrak atau senyawa yang diuji, khususnya terkait kemampuan menangkap elektron atau atom hidrogen untuk menstabilkan radikal bebas. Oleh karena itu, pengukuran aktivitas antioksidan menjadi langkah penting dalam memahami karakter dasar senyawa yang terkandung dalam bahan alam, terutama berkaitan dengan kemampuannya berperan dalam reaksi reduksi-oksidasi (redoks) (Azhar & Yuliawati, 2021).



Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan melalui jalur metabolisme lain yang tidak secara langsung berperan dalam pertumbuhan, tetapi tetap dibutuhkan oleh tumbuhan. Metabolit sekunder juga berfungsi sebagai penanda dan pengatur jalur metabolisme primer. Hormon tumbuhan yang termasuk metabolit sekunder sering digunakan untuk mengatur aktivitas metabolisme sel dan pertumbuhan tanaman. Metabolit sekunder juga membantu tumbuhan dalam menjaga keseimbangan sistem dengan lingkungan serta beradaptasi sesuai kebutuhan lingkungan (Julianto, 2019).

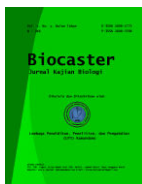
Kandungan metabolit sekunder dalam tanaman dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang paling menentukan kualitas komponen senyawa kimia adalah faktor genetik. Sedangkan faktor eksternal yang memengaruhi kandungan metabolit sekunder meliputi intensitas cahaya matahari, suhu lingkungan, kelembapan, pH tanah, kandungan unsur hara, serta ketinggian tempat. Di antara faktor tersebut, ketinggian tempat atau elevasi merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman, karena senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan dapat berbeda pada setiap ketinggian, baik dari segi jenis maupun jumlahnya (Sholekah, 2017).

Metode GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) merupakan salah satu metode analisis dengan mekanisme pemisahan sampel menggunakan kromatografi gas, sedangkan proses identifikasi dilakukan menggunakan spektrometri massa (*Mass Spectrometry*). Metode GC-MS memiliki sensitivitas tinggi, sehingga mampu memisahkan senyawa yang bercampur dan menganalisis berbagai senyawa meskipun dalam kadar atau konsentrasi rendah. Kombinasi GC dan MS digunakan untuk memisahkan serta mengidentifikasi komponen campuran yang mudah menguap (Nuriah *et al.*, 2023).

Salah satu metode utama yang digunakan untuk menetapkan aktivitas antioksidan adalah metode radikal bebas DPPH. Metode ini digunakan secara spesifik untuk menguji kemampuan suatu komponen sebagai penangkap radikal bebas (Wulan *et al.*, 2019). Metode DPPH dikenal mudah diaplikasikan, cepat, cukup teliti, dan relatif murah untuk mengukur kapasitas antioksidan dengan memanfaatkan radikal bebas.

Hasil penelitian sebelumnya terkait pengujian kandungan senyawa metabolit sekunder yang dilakukan oleh Awaludin *et al.* (2019) menunjukkan bahwa hasil analisis GC-MS *Physalis angulata* L. mengandung metabolit sekunder golongan fenol, steroid, asam lemak, terpenoid, benzena, dan alkaloid. Penelitian Farida *et al.* (2025) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun ciplukan mengandung fitokimia berupa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan steroid yang mengindikasikan adanya potensi aktivitas biologis. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan persen inhibisi yang signifikan, yaitu mencapai 81,84% pada konsentrasi tertinggi 50 ppm. Pada konsentrasi terendah 10 ppm, inhibisi masih sebesar 41,41% dengan nilai IC_{50} sebesar 14,99 ppm. Nilai IC_{50} tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif asam askorbat (vitamin C), yaitu 19,40 ppm.

Data tersebut menunjukkan bahwa ekstrak memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan vitamin C dalam menangkal radikal bebas DPPH. Penelitian Damas *et al.* (2019) juga menyatakan bahwa buah ciplukan mengandung



metabolit sekunder berupa flavonoid, tanin, terpenoid, dan steroid. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kandungan metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan pada ekstrak daun ciplukan yang tumbuh di dua lokasi dengan ketinggian yang berbeda.

METODE

Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan pendekatan deskriptif-analitik. Jenis penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dari daun ciplukan. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk mengukur IC_{50} dari ekstrak etanol daun tumbuhan ciplukan (*Physalis angulata* L.) dengan pembanding vitamin C.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, dan Laboratorium Farmasi, Universitas Sumatera Utara, yang berlokasi di Jalan Dr. T. Mansur Nomor 9, Padang Bulan, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan mulai Mei-Agustus 2025.

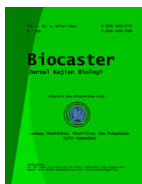
Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah termometer, hygrometer, luxmeter, pH meter, plastik klip, kertas saring, mortal dan alu, alat diseksi (*scalpel*, pinset, gunting), mikropipet, botol kaca besar, botol vial berwarna gelap, lemari pendingin, pipet tetes, *beaker glass*, *erlenmeyer*, labu ukur, *rotary evaporator*, *tissue*, kertas label, penyemprot alkohol (*sprayer*), corong kaca, masker, neraca analitik, labu tentukur, komputer, GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*), spektrofotometer UV-Vis, *oven*, dan batang pengaduk. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) yang telah dikeringkan, etanol 96%, metanol, aquades, vitamin C, dan 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH).

Prosedur Kerja

Pengukuran Faktor-Faktor Abiotik Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan yang diukur pada penelitian ini adalah pengukuran pH tanah dilakukan dengan menancapkan *soil tester* ke dalam tanah sampai batas berwarna kuning dan melihat skalanya sampai pembacaan konstan. Pengukuran intensitas cahaya menggunakan luxmeter dengan mengarahkan luxmeter langsung kepada cahaya matahari pada daerah tempat pengambilan sampel dan dilihat hasilnya dari layar luxmeter. Pengukuran kelembapan udara menggunakan higrometer digital, cukup menempatkan alat tersebut di lokasi terbuka dan tunggu hingga nilai kelembapan udara ditampilkan di layar. Pengukuran suhu udara dengan cara meletakkan termometer di tempat terbuka, tidak langsung terkena sinar matahari. Setelah itu, tunggu hingga skala suhu pada termometer stabil, lalu baca angka suhu tersebut. Pengukuran kelembapan tanah juga dilakukan dengan alat *soil tester* dengan menekan tombol yang terdapat pada alat ini sebanyak satu kali, dan menunggu perubahan pergerakan jarum pada alat hingga menunjukkan angka yang konstan (Lestari *et al.*, 2021).



Pengambilan Sampel Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.)

Sampel diambil pada dua lokasi yang ketinggiannya berbeda secara acak terpilih. Kriteria daun ciplukan yang digunakan yaitu daun tua dengan nomor 3-15 (dihitung dari pucuk daun). Sampel pertama diambil di Kisaran ketinggian ≤ 500 mdpl dan sampel kedua diambil di Parongil ketinggian ≥ 500 mdpl, Sumatera Utara. Pengambilan sampel daun perlu diperhatikan kesegaran daun dan bebas dari hama dan penyakit. Selanjutnya daun dicuci bersih, kemudian dipotong dengan alat steril. Setelah mendapatkan sampel yang dibutuhkan, semua sampel dimasukkan ke dalam plastik klip dan dalam kondisi yang sejuk untuk mencegah degradasi metabolit, kemudian dibawa ke Laboratorium.

Pembuatan Simplisia

Sampel daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) yang sudah dikumpulkan dari dua lokasi dengan ketinggian yang berbeda, ditimbang berat basahanya lalu disortasi basah agar pengotor yang melekat pada sampel hilang. Daun ciplukan yang sudah dicuci bersih dipotong-potong kecil, dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama satu hari, kemudian dikeringkan dalam *oven* dengan suhu maksimal 60°C . Selanjutnya, bahan yang sudah kering ditimbang, digiling menggunakan lumpang dan blender untuk menghasilkan serbuk simplisia, dan berat keringnya ditimbang (Kulla *et al.*, 2023).

Pembuatan Ekstrak

Penelitian ini menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% untuk ekstraksi bahan. Sebanyak 100 gram serbuk simplisia daun diekstraksi dengan maserasi selama 6 hari. Proses maserasi dilakukan dalam toples kaca berisi 500 mL etanol 96%, ditutup *aluminium foil*, dan diaduk setiap 5x24 jam selama 3 hari. Setelah penyaringan, dihasilkan filtrat 1 dan ampas; ampas kemudian direndam kembali dalam 500 mL etanol 96% selama 3 hari, diaduk setiap 5x24 jam, dan disaring untuk menghasilkan filtrat 2 dan ampas. Filtrat 1 dan 2 yang terkumpul dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental daun ciplukan. Ekstrak kental yang sudah didapat, kemudian dihitung rendemennya menggunakan rumus persentase rendemen ekstrak (Devi *et al.*, 2017).

$$\text{Rendemen Ekstrak (\%)} = \frac{\text{Bobot Ekstrak yang Didapat}}{\text{Simplisia yang Diekstrak}} \times 100$$

Identifikasi Metabolit Sekunder Menggunakan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)

Ekstrak daun *Physalis angulata* L. dianalisis menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Sampel sebanyak 1 μL diinjeksikan ke GC-MS yang dioperasikan menggunakan kolom kaca panjang 20 m, diameter 0,25 mm dan ketebalan 0,25 μm dengan fase diam TGIMS dengan temperatur *oven* diprogram antara $40\text{--}350^{\circ}\text{C}$ dengan laju kenaikan temperatur $10^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, gas pembawa Helium bertekanan 12 kPa, total laju 1 mL/menit dan *split ratio* sebesar 1:50. Komponen yang dielusi akan terdeteksi pada detektor massa. Spektrum komponen senyawa yang diketahui akan tersimpan di *library* NIST. *Software* NIST dapat mengetahui struktur kimia, berat molekul dan termasuk golongan senyawa yang berguna bagi analisis GC-MS. Hasil identifikasi senyawa didasarkan pada kecocokan spektrum massa sampel dengan spektrum pada database NIST.

Pembuatan Larutan DPPH 0,5 M (200 ppm)

Ditimbang 10,4 mg serbuk DPPH dan dilarutkan dengan metanol hingga 50 mL. Diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi 200 ppm.

Pengukuran Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH

Dipipet larutan baku DPPH sebanyak 5 mL, dimasukkan ke dalam labu tentukur 25 mL, lalu ditambahkan metanol sampai batas tanda, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 40 ppm. Diukur panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis (400 nm - 800 nm). Diperoleh panjang gelombang maksimum 515,5 nm. Panjang gelombang ini selanjutnya digunakan sebagai λ maksimum untuk pengukuran aktivitas antioksidan metode DPPH.

Pembuatan Larutan Uji Sampel

Sampel sebanyak 25 mg ditimbang dan dilarutkan menggunakan metanol hingga volume 25 mL, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi awal 1000 ppm. Selanjutnya, diambil alikuot sebanyak 125 mL, 0,25 mL, 0,375 mL, 0,5 mL, dan 0,625 mL dari larutan ekstrak 1000 ppm tersebut. Masing-masing alikuot kemudian ditambahkan 1 mL larutan DPPH (konsentrasi 200 ppm) dan diencerkan kembali dengan metanol hingga mencapai batas tanda (labu tentukur 5 mL), sehingga didapatkan serangkaian konsentrasi akhir yaitu 25, 50, 75, 100, dan 125 ppm. Larutan-larutan ini kemudian diinkubasi selama 30 menit sebelum akhirnya diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 515,5 nm.

Pembuatan Larutan Pembandingan

Sebanyak 25 mg vitamin C ditimbang, kemudian dilarutkan menggunakan metanol hingga mencapai volume total 25 mL untuk menghasilkan larutan induk 1000 ppm. Larutan induk 1000 ppm tersebut dipipet dengan volume yang bervariasi yaitu 0,05 mL, 0,01 mL, 0,015 mL, 0,02 mL, dan 0,025 mL, lalu ditambahkan 1 mL larutan DPPH konsentrasi 200 ppm dan dicukupkan volumenya dengan metanol hingga batas tanda (labu tentukur 5 mL), sehingga diperoleh konsentrasi akhir 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm. Lalu diinkubasi selama 30 menit, absorbansi sampel-sampel tersebut kemudian diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 515,5 nm.

Analisis Data***Analisis Menggunakan Software PubChem***

Senyawa hasil analisis kromatografi gas disalin satu per satu dan dimasukkan ke kolom pencarian pada *software PubChem*. Setelah dilakukan pencarian, diperoleh informasi meliputi nama IUPAC, berat molekul, dan rumus kimia. Selanjutnya, bioaktivitas masing-masing senyawa diidentifikasi berdasarkan deskripsi yang tersedia. Informasi tambahan diperoleh dari *Database Substance* yang mencakup struktur kimia, sinonim, nomor registrasi, serta tautan ke referensi terkait struktur protein 3D, hasil uji biologis, dan *PubMed*. Seluruh data hasil analisis GCMS dan informasi dari *PubChem* kemudian disajikan dalam bentuk tabel menggunakan *Microsoft Excel* untuk memudahkan visualisasi dan analisis.

Teknis Analisis Data Menggunakan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan pada sampel ditentukan oleh besarnya hambatan serapan radikal DPPH melalui perhitungan persentase (%) inhibisi serapan DPPH, dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs Blanko} - \text{Abs Sampel}}{\text{Abs Blanko}} \times 100$$

Nilai IC_{50} adalah ukuran konsentrasi larutan sampel (daun dan buah ciplukan atau kuarsetin) yang diperlukan untuk menghambat 50% aktivitas radikal bebas DPPH. Perhitungan IC_{50} dapat dilakukan dengan rumus dari persamaan regresi linear $y = a + bx$ (Devitria *et al.*, 2020).

$$IC_{50} = \frac{(50-a)}{b}$$

Berdasarkan nilai IC_{50} yang diperoleh aktivitas antioksidan diklasifikasikan sesuai dengan kriteria yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas Antioksidan Berdasarkan Nilai IC_{50} .

Nilai IC_{50}		Aktivitas Antioksidan
ppm	$\mu\text{g/mL}$	
< 50	< 50	Sangat Kuat
50 – 100	50 – 100	Kuat
100 – 150	101 – 250	Sedang
150 – 200	251 – 500	Lemah
> 200	> 500	Tidak Aktif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Ekstraksi Daun Ciplukan (Physalis angulata L.)

Ekstraksi daun ciplukan dilakukan menggunakan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:5. Kondisi fisik daun ciplukan yang digunakan berwarna hijau segar. Hasil ekstraksi daun yang dilakukan selama 6x24 jam menghasilkan filtrat berwarna coklat. Penguapan *rotary evaporator* menghasilkan ekstrak kental sebesar 100 gr dengan nilai rendemen pada daun ciplukan Kisaran sebanyak 22% dan daun ciplukan Parongil sebanyak 20%. Hasil ekstraksi dikategorikan memiliki rendemen yang baik jika persentase nilai rendemennya melebihi 10% (Wardaningrum *et al.*, 2019). Hal ini juga menunjukkan bahwa proses ekstraksi berhasil menarik kandungan senyawa aktif dari sampel dalam jumlah yang besar.

Pengukuran Faktor Abiotik

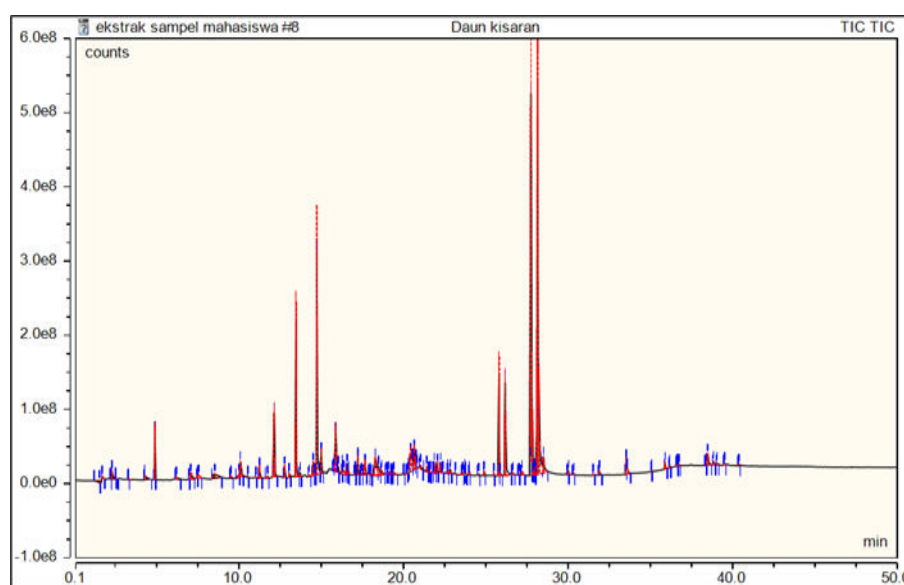
Faktor abiotik merupakan elemen *non*-hidup dalam suatu ekosistem yang memiliki pengaruh besar terhadap kehidupan organisme. Pada ekosistem terestrial, faktor-faktor abiotik seperti suhu, kelembapan, pH tanah, intensitas cahaya, serta kandungan nutrisi tanah menjadi elemen utama yang memengaruhi kelangsungan hidup flora dan fauna. Kondisi abiotik yang stabil mendukung proses fisiologis organisme, seperti fotosintesis, respirasi, dan pertumbuhan. Oleh karena itu, pengukuran faktor abiotik secara berkala sangat penting untuk memahami dinamika ekosistem serta sebagai dasar pengelolaan dan pelestarian lingkungan.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Faktor Abiotik pada Tanaman Ciplukan.

Ketinggian Tempat (mdpl)	pH Tanah	Intensitas Cahaya (Lux)	Kelembapan Udara (%)	Suhu Udara (°C)	Kelembapan Tanah (%)
≤500 Kisaran	6.2	181.8	65	24	3
≥500 Parongil	5.8	177.1	45	22	4

Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Daun Ciplukan Kisaran Menggunakan GC-MS

Hasil identifikasi senyawa metabolit sekunder dengan GC-MS dilakukan terhadap ekstrak daun ciplukan Kisaran. Proses identifikasi menghasilkan beberapa senyawa-senyawa bioaktif yang dapat diketahui dari puncak kromatogram sebagai data hasil kromatografi, dan dikonfirmasi melalui Spektrometri Massa (MS) yang dilihat dari spektrum massa dengan mengacu pada masing-masing berat molekul senyawa bioaktif tersebut. Kromatogram menunjukkan beberapa puncak utama pada waktu retensi tertentu. Setiap puncak menunjukkan keberadaan senyawa yang berbeda-beda sesuai dengan kandungan pada ekstrak daun ciplukan Kisaran. Hasil kromatogram GC-MS ekstrak daun ciplukan Kisaran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kromatogram Hasil GC-MS dari Ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Kisaran.

Berdasarkan Gambar 1 terdapat satu puncak tertinggi terdeteksi pada waktu retensi 28,06 menit dengan senyawa *phytol*, serta intensitas rendah dengan waktu retensi 1,55 menit dengan senyawa *butylaldehyde*, 4-*benzyloxy*-4-[2,2,-*dimethyl*-4-*dioxolanyl*]-. Untuk menilai tingkat hasil identifikasi dari senyawa-senyawa yang terdeteksi, kemudian dikelompokkan berdasarkan nilai *probability* dan nilai *peak* areanya. Nilai *probability* menunjukkan tingkat kesesuaian spektrum massa dengan *database*, semakin tinggi nilainya maka semakin besar nilai identifikasinya. Senyawa yang diambil adalah di atas 40%, karena dapat membantu kepercayaan identifikasi pada *database*.

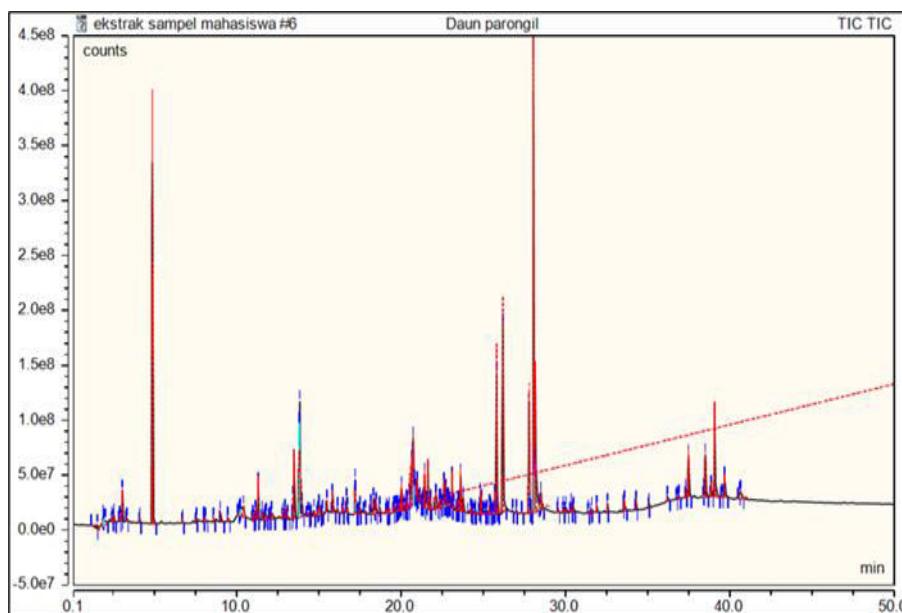
Nilai *peak* area digunakan untuk menggambarkan kelimpahan relatif masing-masing senyawa dalam sampel, di mana semakin besar nilai *peak* area menunjukkan konsentrasi senyawa yang lebih tinggi. Kombinasi antara nilai *probability* dan *peak* area memberikan gambaran yang lebih komprehensif dalam menentukan senyawa dominan serta tingkat keandalannya dalam hasil analisis. Hasil analisis senyawa metabolit sekunder berdasarkan nilai *probabiliy* 40% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Parongil Menggunakan GC-MS Berdasarkan Nilai *Probability* 40%.

No.	Waktu (min)	Prob (%)	Senyawa
1	14.736	93.32	5-Hydroxymethylfurfural
2	13.470	92.55	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-
3	26.173	77.97	n-Hexadecanoic acid
4	25.803	74.28	Hexadecanoic acid, methyl ester
5	20.657	67.76	Tetraacetyl-d-xylonic nitrile
6	1.526	59.71	Butylaldehyde, 4-benzyloxy-4-[2,2,-dimethyl-4-dioxolanyl]-
7	15.793	55.86	Formamide, N-methyl-N-4-[1-(pyrrolidinyl)-2-butynyl]-
8	25.888	49.94	2,7-Diphenyl-1,6-dioxypyridazino[4,5:2',3']pyrrolo[4',5'-d]pyridazin.
9	11.736	46.98	N-(2-Phenylethyl)undeca-(2Z,4E)-diene-8,10-dynamide
10	10.100	42.48	2,4-Dihydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furan-3-one
11	20.446	41.87	Desulphosinigrin
12	17.058	40.13	Melezitose
13	27.741	40.00	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester

Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Daun Ciplukan Parongil Menggunakan GC-MS

Hasil identifikasi senyawa metabolit sekunder dengan GC-MS dilakukan terhadap ekstrak daun ciplukan Parongil. Proses identifikasi menghasilkan beberapa senyawa-senyawa bioaktif yang dapat diketahui dari puncak kromatogram sebagai data hasil kromatografi, dan dikonfirmasi melalui Spektrometri Massa (MS) yang dilihat dari spektrum massa dengan mengacu pada masing-masing berat molekul senyawa bioaktif tersebut. Kromatogram menunjukkan beberapa puncak utama pada waktu retensi tertentu. Setiap puncak menunjukkan keberadaan senyawa yang berbeda-beda sesuai dengan kandungan pada ekstrak daun ciplukan Parongil. Hasil kromatogram GC-MS ekstrak daun ciplukan Parongil dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kromatogram Hasil GC-MS dari Ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Parongil.

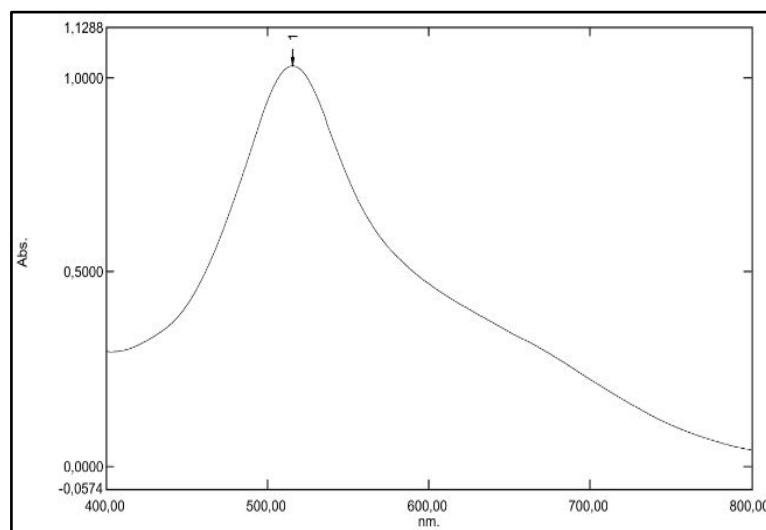
Berdasarkan Gambar 2, terdapat satu puncak tertinggi terdeteksi pada waktu retensi 28,06 menit dengan senyawa *phytol*, serta intensitas rendah dengan waktu retensi 1,55 menit dengan senyawa *butylaldehyde*, 4-benzyloxy-4-[2,2,-dimethyl-4-dioxolanyl]-. Untuk menilai tingkat hasil identifikasi dari senyawa-senyawa yang terdeteksi, kemudian dikelompokkan berdasarkan nilai *probability* dan nilai *peak* areanya. Nilai *probability* menunjukkan tingkat kesesuaian spektrum massa dengan *database*, semakin tinggi nilainya, maka semakin besar nilai identifikasinya. Senyawa yang diambil adalah di atas 40%, karena dapat membantu kepercayaan identifikasi pada *database*. Hasil analisis senyawa metabolit sekunder berdasarkan nilai *probability* 40% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Parongil Menggunakan GC-MS Berdasarkan Nilai *Probability* 40%.

No.	Waktu (min)	Prob (%)	Senyawa
1	26.187	74.70	<i>n-Hexadecanoic acid</i>
2	25.809	73.89	<i>Hexadecanoic acid, methyl ester</i>
3	13.501	73.36	<i>4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-</i>
4	13.848	72.63	<i>5-Methoxypyrrolidin-2-one</i>
5	28.061	69.22	<i>Phytol</i>
6	31.908	60.02	<i>α-N-Normethadol</i>
7	3.066	45.46	<i>Urea</i>
8	20.871	47.43	<i>Curan-17-oic acid, 19,20-dihydroxy-, methyl ester, (19S)-</i>
9	1.550	45.46	<i>Butylaldehyde, 4-benzyloxy-4-[2,2,-dimethyl-4-dioxolanyl]-</i>
10	23.405	44.12	<i>1H-Cyclopropa[3,4]benz[1,2-e]azulene-5,7b,9,9a-tetrol, 1a, 1b, 4, 4a, 5, 7a, 8, 9-octahydro-3-(hydroxymethyl)-1,1,6,8-tetramethyl-, 5, 9, 9a-triacetate, [1aR-(1aa,1bβ,4aβ,5β,7aa,7ba,8a,9β,9aa)]-</i>
11	21.439	40.76	<i>Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester</i>

Penetapan Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Kurva absorbansi larutan DPPH dengan konsentrasi 40 ppm dalam metanol menggunakan spektrofotometer UV-Visible pada kisaran panjang gelombang 400-600 nm dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Absorbansi Larutan DPPH Konsentrasi 40 ppm.

Hasil pengukuran menunjukkan larutan DPPH 40 ppm dalam etanol menghasilkan serapan maksimum pada panjang gelombang 515,5 nm dengan nilai absorbansi sebesar 1,0217.

Analisis Peredaman DPPH oleh Sampel Uji dan Vitamin C

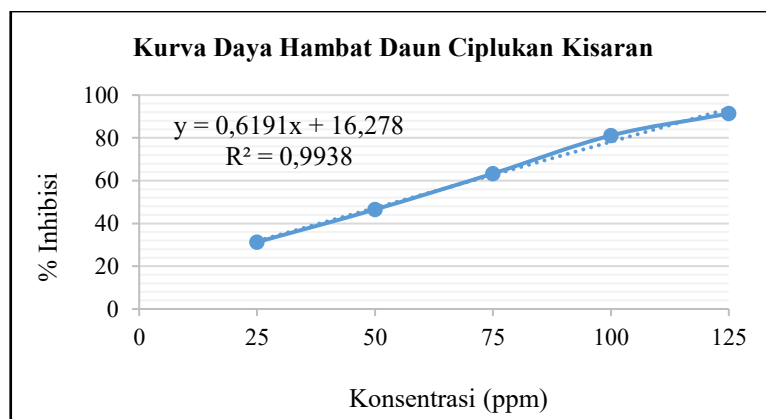
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh nilai persen peredaman untuk setiap variasi konsentrasi larutan uji seperti yang terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan Sampel Uji dan Vitamin C.

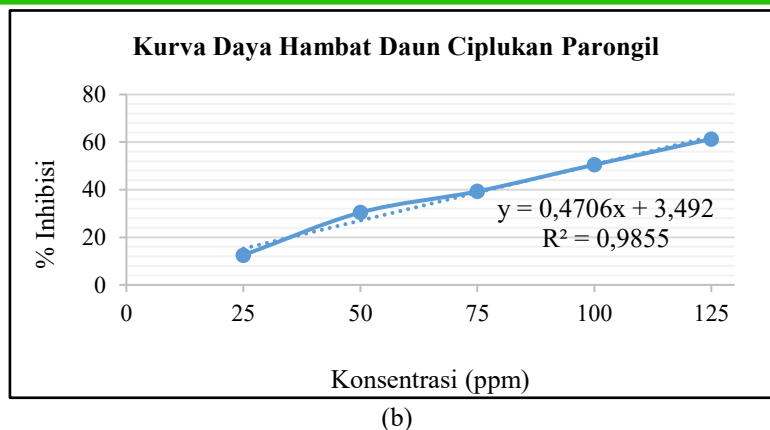
Sampel	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-rata Absorbansi	% Inhibisi
		1	2	3		
Daun Ciplukan Kisaran	25	0.7025	0.7013	0.7030	0.7023	31.26
	50	0.5468	0.5464	0.5461	0.5464	46.52
	75	0.3673	0.3750	0.3817	0.3747	63.32
	100	0.1909	0.1937	0.1947	0.1931	81.10
	125	0.0876	0.0884	0.0887	0.0882	91.36
Daun Ciplukan Parongil	25	0.8947	0.8940	0.8932	0.8940	12.49
	50	0.7120	0.7107	0.7105	0.7111	30.40
	75	0.6297	0.6171	0.6135	0.6201	39.30
	100	0.5037	0.5118	0.5129	0.5095	50.48
	125	0.3991	0.3951	0.3925	0.3956	61.28
Vitamin C	1	0.8256	0.8259	0.8259	0.8258	19.1739
	2	0.6705	0.6710	0.6714	0.6709	34.3349
	3	0.5263	0.5257	0.5257	0.5259	48.5269
	4	0.3880	0.3895	0.3895	0.3890	61.9262
	5	0.2310	0.2309	0.2310	0.2309	77.4004

Analisis IC₅₀ (Inhibitory Concentration) Sampel Uji dan Vitamin C

Nilai IC₅₀ ditetapkan melalui penggunaan persamaan regresi linier dengan cara memplot data konsentrasi larutan uji dan persentase peredaman DPPH sebagai tolak ukur aktivitas antioksidan, dimana konsentrasi larutan uji (dalam ppm) bertindak sebagai sumbu absis (sumbu X) dan nilai persentase peredaman berfungsi sebagai sumbu ordinat (sumbu Y). Nilai IC₅₀ kemudian ditentukan sebagai konsentrasi larutan uji yang mampu menghasilkan peredaman radikal DPPH sebesar 50%. Hasil persamaan regresi linier yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)



Gambar 4. Grafik Persamaan Regresi Linear Aktivitas Antioksidan.

Selanjutnya, dari persamaan regresi yang diperoleh pada Gambar 4, dilakukan perhitungan terhadap nilai IC_{50} masing-masing sampel, yaitu konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal DPPH. Hasil perhitungan IC_{50} tersebut disajikan pada Tabel 6 yang memberikan gambaran kuantitatif mengenai potensi aktivitas antioksidan dari masing-masing ekstrak. Nilai IC_{50} yang lebih kecil menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi, karena konsentrasi yang dibutuhkan untuk mencapai 50% inhibisi lebih rendah.

Tabel 6. Hasil Persamaan Regresi Linier yang Diperoleh dari Ekstrak Daun Ciplukan Kisaran dan Parongil serta Vitamin C.

Sampel	Persamaan Regresi	IC_{50} (ppm)	Kategori
Daun Ciplukan Kisaran	$y = 0.6191x + 16.278$ $R^2 = 0.9938$	54.46	Kuat
Daun Ciplukan Parongil	$y = 0.4706x + 3.492$ $R^2 = 0.9855$	98.82	Kuat
Vitamin C	$y = 14.404x + 5.0575$ $R^2 = 0.9995$	3.12	Sangat Kuat

Pembahasan

Pembuatan Ekstrak Daun dan Buah Ciplukan (Physalis angulata L.)

Pelarut yang digunakan yaitu etanol 96%, karena pelarut etanol mudah untuk menembus membran sel untuk mengekstrak senyawa bioaktif seperti tanin, fenol, dan flavonoid dari bahan tumbuhan. Pelarut etanol 96% merupakan pelarut umum yang memiliki indeks polaritas 5,2 sehingga berbagai senyawa, baik polar maupun non polar seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid yang terkandung pada tumbuhan dapat keluar dari tumbuhan. Ekstrak yang diperoleh kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu di bawah 40°C. Hal ini bertujuan untuk menghindari terurainya kandungan zat berkhasiat yang terdapat dalam ekstrak dan untuk menghilangkan sisa pelarut dalam sampel. Tujuan perhitungan rendemen untuk mengetahui jumlah senyawa aktif yang terkandung dalam sampel apabila jumlah rendemen semakin banyak, maka jumlah senyawa aktif (Kusumawardany *et al.*, 2023). Perhitungan rendemen juga dapat digunakan sebagai indikator efisiensi metode ekstraksi yang digunakan, sehingga dapat menjadi dasar dalam menentukan metode terbaik untuk memperoleh ekstrak.

Pengukuran Faktor Abiotik

Senyawa metabolit sekunder dan senyawa antioksidan yang ditemukan dalam bagian tumbuhan adalah salah satu hasil dari proses metabolisme tumbuhan itu sendiri. Ketinggian tempat juga memiliki pengaruh paling dominan terhadap metabolisme tumbuhan, karena faktor ini sangat berhubungan erat dengan tingkat ketersediaan cahaya matahari, suhu lingkungan, dan nutrisi yang tersedia. Variasi kondisi lingkungan pada ketinggian yang berbeda dapat memicu respons adaptif tumbuhan berupa peningkatan atau penurunan sintesis senyawa bioaktif tertentu sebagai mekanisme perlindungan terhadap stres lingkungan.

Dataran rendah lokasi pengambilan sampel memiliki pH tanah 6,2, intensitas cahaya 181,8, kelembapan udara 65, suhu udara 24°C dan kelembapan tanah sebesar 3%. Lokasi pengambilan sampel di dataran tinggi memiliki pH tanah 5,8, intensitas cahaya 177,1, kelembapan udara 45, suhu udara 22°C, dan kelembapan tanah sebesar 4%. Faktor-faktor yang disebutkan tersebut merupakan faktor abiotik yang berperan membentuk suatu kondisi tertentu pada lingkungan. Faktor tersebut memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan suatu tumbuhan. Dalam konteks penelitian ini, dataran rendah mampu menciptakan kondisi yang optimal bagi proses produksi senyawa fitokimia dan antioksidan tanaman ciplukan, khususnya pada bagian daun dan buah. Dataran rendah juga dikenal sebagai dataran aluvial yang secara umum dicirikan oleh kondisi tanah yang subur dengan ketersediaan air yang cukup memadai.

Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Daun Ciplukan Kisaran dan Parongil Menggunakan GC-MS

Hasil analisis senyawa metabolit sekunder daun *Physalis angulata* L. (ciplukan) menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) menunjukkan adanya variasi yang berbeda antara dua sampel daun yang berasal dari lokasi tumbuh yang berbeda. Berdasarkan identifikasi hasil nilai *probability* di atas 40% pada Tabel 3 bahwa ekstrak daun ciplukan Kisaran mengandung 13 senyawa metabolit sekunder, sedangkan pada Tabel 4 bahwa daun ciplukan Parongil mengandung 11 senyawa metabolit sekunder. Perbedaan jumlah serta jenis senyawa yang terdeteksi mengindikasikan adanya pengaruh faktor lingkungan abiotik terhadap aktivitas biosintesis senyawa metabolit sekunder pada tanaman. Faktor-faktor abiotik seperti suhu udara, pH tanah, intensitas cahaya, dan kelembapan merupakan komponen lingkungan yang sangat menentukan kestabilan fisiologis tanaman serta memengaruhi ekspresi gen yang terlibat dalam jalur biosintesis senyawa metabolit sekunder. Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman (Andana *et al.*, 2023; Katuuk *et al.*, 2018).

Secara umum, kedua ekstrak daun ciplukan mengandung kelompok senyawa yang relatif serupa, antara lain golongan asam lemak (*fatty acid*), *pyranone*, dan *aldehida*. Dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa ekstrak daun ciplukan Kisaran menunjukkan puncak tertinggi pada waktu retensi 27,74 menit dengan senyawa 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester, serta 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- pada waktu retensi 28,13 menit. Kedua senyawa ini termasuk golongan asam lemak tak jenuh yang berperan penting sebagai antioksidan (Ayoola *et al.*, 2020). Keberlimpahan senyawa tersebut menunjukkan

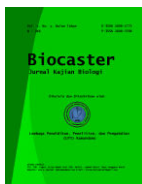


bahwa proses biosintesis asam lemak pada daun ciplukan Kisaran berjalan optimal, Hal ini dipengaruhi oleh suhu dan intensitas cahaya yang relatif tinggi di lokasi tumbuhnya. Kondisi cahaya yang kuat dan suhu yang lebih panas dapat meningkatkan laju fotosintesis, sehingga ketersediaan asetil-KoA sebagai prekursor biosintesis asam lemak juga meningkat (Nasution *et al.*, 2025).

Ekstrak daun ciplukan Parongil, dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa puncak tertinggi pada waktu retensi 28,06 menit yang diidentifikasi sebagai *phytol*, yaitu senyawa terpenoid yang diketahui memiliki peran potensial dalam pengelolaan resistensi insulin dan gangguan metabolisme yang menyertai diabetes dan/atau obesitas (Azizah *et al.*, 2019). Dominansi *phytol* pada ciplukan Parongil dapat dihubungkan dengan perbedaan faktor abiotik seperti intensitas cahaya yang lebih rendah dan kelembapan yang lebih tinggi di lokasi pertumbuhan. Hal ini menyebabkan peningkatan produksi senyawa terpenoid yang berperan sebagai pelindung terhadap stres oksidatif akibat ketidakseimbangan cahaya dan air. Menurut Utami *et al.* (2019), bahwa *phytol* merupakan senyawa golongan diterpenoid. Senyawa *phytol* dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan, antikanker, antivirus, dan antidiuretik. *Phytol* adalah senyawa yang membentuk klorofil. Umumnya *Phytol* dimanfaatkan sebagai prekursor dalam pembentukan vitamin E dan vitamin K1 sintetik, sehingga pada tanaman yang tumbuh di lingkungan dengan variasi suhu dan intensitas cahaya moderat, akumulasi *phytol* cenderung lebih tinggi.

Selain perbedaan senyawa dominan, kedua ekstrak menunjukkan beberapa senyawa yang sama, antara lain *n-Hexadecanoic acid* (asam palmitat), *hexadecanoic acid, methyl ester*, *butylaldehyde*, *4-benzyloxy-4-[2,2,-dimethyl-4 dioxolanyl]-* dan *4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-*. Senyawa-senyawa tersebut merupakan komponen universal pada jaringan tanaman yang berperan dalam perlindungan sel terhadap radikal bebas dan oksidasi lipid. Senyawa-senyawa ini mempunyai beragam kegunaan penting di sektor farmasi dan kosmetik. Senyawa tersebut dipakai sebagai bahan dasar dalam formulasi obat, karena mengandung sifat antioksidan dan antiinflamasi. Senyawa ini juga dimanfaatkan sebagai komponen pembuatan produk perawatan kulit berkat sifat melembapkan dan anti-penuaan bagi pengguna sehari-hari secara langsung (Imansyah *et al.*, 2017). Kesamaan ini menunjukkan bahwa *Physalis angulata* L. memiliki profil dasar metabolit sekunder yang relatif stabil secara genetik, meskipun faktor abiotik menyebabkan variasi kuantitatif dan intensitas puncak antar lokasi tumbuh.

Perbedaan profil senyawa metabolit sekunder pada daun ciplukan Kisaran dan daun ciplukan Parongil menunjukkan adanya pengaruh nyata dari kondisi abiotik di masing-masing habitat tumbuh. Perbedaan kondisi mikroklimat ini berpengaruh langsung terhadap aktivitas fotosintesis dan jalur metabolisme sekunder pada jaringan daun. Kondisi tanah yang lebih asam dan udara yang lebih kering di daerah Parongil dapat menstimulasi peningkatan aktivitas enzim *Fenilalanin Amonia Liase* (PAL) dan asetil-KoA karboksilase yang berperan dalam pembentukan flavonoid, alkaloid, dan senyawa lipid pelindung daun (Hameed *et al.*, 2017). Hal ini sejalan dengan hasil identifikasi GC-MS pada Tabel 4 yang menunjukkan bahwa daun ciplukan Parongil cenderung mengandung lebih banyak



senyawa terpenoid dan asam lemak jenuh seperti *Urea*, *n-Hexadecanoic acid*, *Phytol*, *Hexadecanoic acid*, serta *methyl ester* yang berfungsi sebagai antioksidan alami sekaligus senyawa pelindung terhadap stres oksidatif dan kehilangan air.

Daun ciplukan Kisaran yang tumbuh pada daerah dengan kelembapan udara lebih tinggi dan pH tanah mendekati netral memperlihatkan kecenderungan menghasilkan lebih banyak senyawa karbohidrat teroksidasi dan derivat gula seperti *Desulphosinigrin*, *Melezitose*, serta turunan *Tetraacetyl-d-xylonic nitrile*. Kondisi ini mengindikasikan bahwa aktivitas fotosintesis berjalan lebih efisien, dengan hasil fiksasi karbon yang lebih besar digunakan untuk pembentukan metabolit polar yang mendukung fungsi fisiologis daun, seperti penyimpanan energi dan peningkatan kandungan senyawa hidrofobik yang menjaga keseimbangan air dalam jaringan (Lestari *et al.*, 2021).

Dengan demikian, perbedaan ketinggian tempat dan kelembapan udara menyebabkan variasi arah biosintesis metabolit sekunder pada daun ciplukan Kisaran lebih dominan menghasilkan senyawa polar hasil jalur karbohidrat, sedangkan ciplukan Parongil lebih aktif pada jalur biosintesis senyawa *non*-polar, seperti terpenoid dan asam lemak. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan berperan penting dalam menentukan ekspresi biokimia daun *Physalis angulata* L., yang secara fisiologis memengaruhi kemampuan adaptasi terhadap stres lingkungan dan aktivitas biologisnya sebagai antioksidan serta pelindung alami jaringan tanaman.

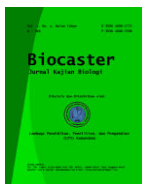
Panjang Serapan Gelombang Maksimum DPPH

Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) bertujuan untuk mengidentifikasi titik serapan tertinggi dari larutan DPPH 0,1 mM, sehingga pengukuran absorbansi terhadap aktivitas antioksidan dapat dilakukan secara optimal dan akurat. Dalam konteks spektrofotometri, λ_{maks} merupakan titik dimana molekul menyerap cahaya paling kuat, dan karenanya sangat penting dalam menjamin sensitivitas dan keakuratan hasil analisis (Putri *et al.*, 2023). Dalam penelitian ini, pemindaian dilakukan terhadap larutan DPPH 0,1 mM pada rentang panjang gelombang 400-600 nm. Hasil pemindaian menunjukkan bahwa puncak serapan maksimum terjadi pada panjang gelombang tertentu (λ_{maks}) yang kemudian digunakan sebagai dasar untuk seluruh pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada sampel daun dari Kisaran dan Parongil.

Berdasarkan Gambar 3, didapatkan hasil panjang serapan maksimum DPPH pada 515,5 nm dengan nilai absorbansi 1,0217. Menurut Sirivibulkovit *et al.* (2018) dalam hasil penelitian Sulistyani *et al.* (2024), bahwa ekstrak dengan radikal bebas DPPH bekerja sempurna bila diukur pada panjang gelombang 515-520 nm, karena larutan DPPH dapat memberikan absorbansi maksimum pada panjang gelombang tersebut dan menurun secara stoikiometri ketika elektronnya menjadi berpasangan. Dari hasil *scanning* yang dilakukan, terlihat hasil yang didapatkan panjang gelombang serapan maksimum DPPH sesuai dengan panjang gelombang maksimum secara teoretis, yaitu pada gelombang 515 nm.

Analisis Aktivitas Antioksidan Daun Ciplukan Kisaran dan Parongil

Pengujian aktivitas antioksidan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Metode DPPH dipilih untuk menguji aktivitas antioksidan sampel. Pemilihan metode DPPH



karena memiliki banyak keunggulan dalam pengujian aktivitas antioksidan. Manfaat pendekatan DPPH unggulan terdapat pada kemudahan penggunaannya, sensitivitas yang tinggi, serta kemampuan untuk menganalisis sampel dalam waktu yang singkat (Amalina *et al.*, 2024), sehingga metode ini dapat digunakan pada sampel berbentuk cair maupun padat dan secara keseluruhan mampu menilai kapasitas antioksidan sampel dengan mengamati reaksi penangkapan atom hidrogen oleh DPPH yang dipicu oleh keberadaan senyawa antioksidan (Theafelicia & Wulan, 2023).

Kelemahan pada metode DPPH yaitu sangat sensitif terhadap cahaya, sehingga senyawa DPPH dapat rusak apabila terkena cahaya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Marliyanti *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa DPPH sensitif terhadap cahaya dan suhu yang tidak sesuai dapat mengurangi keakuratan proses pemeriksaan. Pencahayaan yang berlebih dapat mempengaruhi hasil pengukuran, karena radikal bebas DPPH dapat terdegradasi oleh cahaya. Untuk mengatasi hal ini yaitu saat membuat larutan dan mencampurnya di dalam ruangan yang minim pencahayaan. Selain itu, DPPH disimpan di ruangan dengan pencahayaan minim dan ditutupi dengan *aluminium foil* untuk menghindari paparan cahaya.

Berdasarkan data dari Tabel 5 menunjukkan pada konsentrasi 25-125 ppm, ekstrak daun ciplukan Kisaran menunjukkan peningkatan inhibisi dari 31,26% hingga 91,36%. Pada ekstrak daun ciplukan Parongil menunjukkan peningkatan inhibisi dari 12,49% hingga 61,28% pada konsentrasi yang sama. Hasil ini sejalan dengan studi terdahulu yang menyatakan bahwa daun ciplukan memiliki kandungan senyawa bioaktif utama berupa fenolik dan flavonoid, dimana kedua senyawa tersebut berfungsi sebagai pendonor elektron dan atom hidrogen efektif dalam menetralkan radikal bebas DPPH (Farida *et al.*, 2025).

Penurunan nilai absorbansi sejalan dengan berkurangnya konsentrasi DPPH yang tidak tereduksi, yang juga tampak dari penurunan intensitas warna ungu. Hal ini membuktikan bahwa senyawa aktif pada ekstrak daun ciplukan bereaksi dengan DPPH, mendonorkan atom hidrogen untuk membentuk senyawa stabil DPPH-H. Secara mekanistik, proses ini merupakan reaksi redoks sederhana, dimana senyawa antioksidan bertindak sebagai reduktor yang menetralkan radikal.

Gambar 4 menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan konsentrasi, terjadi peningkatan persentase inhibisi pada kedua jenis ekstrak, baik daun ciplukan Kisaran maupun Parongil. Namun, ekstrak daun ciplukan Kisaran secara konsisten menunjukkan persentase inhibisi yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak daun ciplukan Parongil pada setiap tingkat konsentrasi. Nilai R^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa data memiliki korelasi linear yang sangat kuat terhadap model regresi.

Ada berbagai kategori, dimana aktivitas antioksidan dapat dipisahkan berdasarkan kekuatannya jika nilai $IC_{50} < 50$ ppm sangat kuat, kuat bila nilai IC_{50} 50-100 ppm, sedang bila IC_{50} 101-150 ppm, dan lemah bila nilai $IC_{50} > 150$ ppm. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada sampel ekstrak metanol daun ciplukan Kisaran dengan nilai IC_{50} = 54,46 ppm (kuat) dan ekstrak metanol daun ciplukan Parongil dengan nilai IC_{50} = 98,82 ppm (kuat). Sementara larutan vitamin C didapatkan nilai IC_{50} sebesar 3,12 ppm (sangat kuat), nilai ini didapatkan dari persamaan $Y = ax + b$.

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh nilai IC_{50} dari masing-masing sampel yaitu ekstrak metanol daun ciplukan Kisaran, ekstrak metanol daun ciplukan Parongil, dan vitamin C sebagai pembanding. Nilai IC_{50} (*Inhibitory Concentration 50%*) adalah parameter penting yang digunakan untuk menilai seberapa efektif suatu senyawa dalam menghambat aktivitas radikal bebas. Semakin rendah nilai IC_{50} , maka semakin tinggi kemampuan senyawa tersebut dalam menetralkan radikal bebas. Hasil yang ditampilkan menunjukkan bahwa vitamin C memiliki nilai IC_{50} terkecil yaitu 3,12 ppm yang mengindikasikan potensi antioksidan yang sangat kuat, sesuai dengan fungsinya sebagai kontrol positif dalam uji ini.

Sedangkan ekstrak daun ciplukan Kisaran memiliki nilai IC_{50} sebesar 54,32 ppm yang termasuk dalam kategori aktivitas antioksidan kuat. Nilai ini tidak terlalu berbanding jauh dengan ekstrak daun ciplukan Parongil yang memiliki IC_{50} sebesar 98,82 ppm yang termasuk kategori aktivitas kuat. Aktivitas antioksidan yang diperoleh dikategorikan kuat ketika menggunakan metanol sebagai pelarut dalam proses ekstraksi.

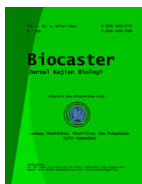
Berdasarkan hasil penelitian ini, metanol terbukti lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa antioksidan dari daun ciplukan, sehingga secara kuantitatif menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Metanol merupakan pelarut yang umum digunakan dalam proses ekstraksi bahan tumbuhan, khususnya untuk pengujian aktivitas antioksidan. Efektivitas ini berkaitan dengan sifat metanol yang bersifat polar dan mampu melarutkan senyawa-senyawa lain yang juga bersifat polar. Berdasarkan analisis hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa senyawa aktif antioksidan pada daun ciplukan cenderung memiliki polaritas tinggi, sehingga pelarut dengan tingkat kepolaran serupa mampu melakukan proses ekstraksi secara lebih optimal (Lestari *et al.*, 2021).

SIMPULAN

Hasil penelitian diperoleh bahwa berdasarkan nilai *probability* di atas 40% terdapat perbedaan dalam jumlah kandungan metabolit sekunder. Daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) yang tumbuh di dataran rendah (26 mdpl) terdapat 13 senyawa metabolit sekunder yang cenderung menghasilkan lebih banyak senyawa karbohidrat teroksidasi dan derivat gula seperti *Deselphosinigrin*, *Melezitose*, serta turunan *Tetraacetyl-d-xylonic nitrile*. Sedangkan daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) yang tumbuh di dataran tinggi (600 mdpl) terdapat 11 senyawa metabolit sekunder yang lebih aktif pada jalur biosintesis senyawa *non-polar* seperti terpenoid dan asam lemak. Sedangkan pada uji aktivitas antioksidan tidak terdapat perbedaan aktivitas antioksidan yang dipengaruhi oleh bagian tumbuhan dan ketinggian tempat tumbuh. Ekstrak daun ciplukan Kisaran dengan nilai IC_{50} 54,46 ppm dan ekstrak daun ciplukan Parongil dengan nilai IC_{50} 98,82 ppm termasuk dalam kategori aktivitas kuat.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan penelitian selanjutnya untuk perlu dilakukan upaya sosialisasi dan edukasi mengenai cara pengolahan daun ciplukan yang optimal (misalnya pembuatan teh herbal) untuk meminimalkan degradasi senyawa aktif dan memaksimalkan manfaat kesehatannya sebagai antioksidan.



UCAPAN TERIMA KASIH

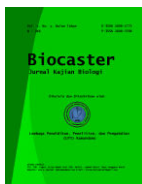
Terima kasih kepada Kepala Laboratorium Biologi, Universitas Negeri Medan, dan Kepala Laboratorium Farmasi, Universitas Sumatera Utara, yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Alfiani, L. (2022). Uji Aktivitas Penghambatan Enzim α -Amilase oleh Ekstrak Herba Ciplukan (*Physalis angulate* L.) Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(15), 335-346. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7049485>
- Amalina, N., Muslima, M., Hidayat, D., Febriansyah, M., & Pazira, Z. (2024). Pengujian Aktivitas Antioksidan pada Teh Celup dengan Metode DPPH. *Journal of Food Security and Agroindustry*, 2(3), 80-87. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v2i3.478>
- Andana, D. S., Jannah, H., & Safnowandi, S. (2023). Pemanfaatan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) sebagai Pupuk Biologi untuk Pertumbuhan Bibit Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan II. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v3i1.145>
- Awaludin, A., Maulianawati, D., & Adriansyah, M. (2019). Potential of Celery (*Apium graveolens*) Ethanol Extract for Masculinization of Betta Fish (*Betta* sp). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 3(2), 101-114. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2019.Vol.3.No.2.87>
- Ayoola, A. A., Ekunseitan, D. A., Muhammad, S. B., Oguntoye, M. A., & Adejola, Y. A. (2020). Phytochemicals Analysis and GC-MS Determination of Ethanolic Extracts of *Azadirachta indica* and *Mangifera indica* Stem Bark and Their Biological Potentials. *Pacific Journal of Science and Technology*, 21(1), 219-229.
- Azhar, S. F., & Yuliatwati, K. M. (2021). Pengaruh Waktu Aging dan Metode Ekstraksi terhadap Aktivitas Antioksidan *Black Garlic* yang Dibandingkan dengan Bawang Putih (*Allium sativum* L.). *Jurnal Riset Farmasi*, 1(1), 16-23. <https://doi.org/10.29313/jrf.v1i1.43>
- Azizah, R. N., Husni, A., & Budhiyanti, S. A. (2019). Inhibitory Activity of Sargassum Hystrix Extract and its Chloroform Fractions on Inhibiting the A-Glucosidase Activity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370(1), 1-8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012061>
- Damas, F., Angleri, V., Phillips, S. M., Witard, O. C., Ugrinowitsch, C., Santanielo, N., Soligon, S. D., Costa, L. A. R., Lixandrão, M. E., Conceição, M. S., & Libardi, C. A. (2019). Myofibrillar Protein Synthesis and Muscle Hypertrophy Individualized Responses to Systematically Changing Resistance Training Variables in Trained Young Men. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 127(3), 806-815. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00350.2019>
- Devi, S., Budiasih, I. G. N., & Badera, I. D. N. (2017). Pengaruh Pengungkapan *Enterprise Risk Management* dan Pengungkapan *Intellectual Capital* terhadap Nilai Perusahaan. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Indonesia*,



- 14(1), 20-45. <https://doi.org/10.21002/jaki.2017.02>
- Devitria, R. Sepriyani, H., & Sari, S. (2020). Antioxidant Activity Studies of Methanol Extract of Ciplukan Leaves using the Method of 2,2-Diphenyl 1-Picrilhidrazyl (DPPH). *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 9(1), 31-36. <https://doi.org/10.51887/jpfi.v9i1.800>
- Farida, M., Azhari, S., Darsa, D. D., & Mahmudi, M. (2025). Phytochemical Screening and Antioxidant Activity Test of Ethanol Extract of Ciplukan Leaves (*Physalis angulata* L.) in the Seulawah Agam Geothermal Manifestation Area. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 8(1), 571-580. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i1.826>
- Gultom, E. D., Rambe, R., Paramitha, R., & Ginting, O. S. B. (2022). Uji Aktivitas Antidiare Ekstrak Etanol Daun Ciplukan (*Physallis minima* L.) terhadap Mencit Jantan (*Mus musculus*). *Forte Journal*, 1(1), 26-44. <https://doi.org/10.51771/fj.v1i1.37>
- Hameed, I. H., Hamza, L. F., & Kamal, S. A. (2017). Analysis of Bioactive Chemical Compounds of *Aspergillus niger* by Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Fourier-Transform Infrared Spectroscopy. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 7(8), 132-163. <https://doi.org/10.5897/JPP2015.0354>
- Imansyah, A. A., Sugiyono, S., & Yuniaty, A. (2017). Pengaruh Fotoperiod dan Giberelin terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan *In Vitro* Krisan (*Chrysanthemum* sp.). *Agroscience (AGSCI)*, 6(2), 61-66. <https://doi.org/10.35194/agsci.v6i2.102>
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Katuuk, R. H. H., Wanget, S. A., & Tumewu, P. (2018). Pengaruh Perbedaan Ketinggian Tempat terhadap Kandungan Metabolit Sekunder pada Gulma Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Cocos*, 10(6), 1-6. <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i4.24162>
- Kulla, P. D. K., Aldafi, D. A., Meilina, R., & Zulwanis, Z. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus Epidermidis*. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 9(2), 1788-1800. <https://doi.org/10.33143/jhtm.v9i2.3562>
- Kusumawardany, S. F., Utami, N., & Saryanti, D. (2023). Fotoproteksi dan Aktivitas Antioksidan Nanoenkapsulasi Ekstrak Etanol Buah Kersen (*Muntingia calabura* L.). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 27(3), 133-139.
- Kuvaini, A. (2020). Studi Etnobotani Tumbuhan Obat oleh Masyarakat Perkebunan Kelapa Sawit dalam Mendukung Pengelolaan Perkebunan yang Berkelanjutan (Studi Kasus di Perkebunan PT. Unggul Widya Teknologi Lestari). *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 12(2), 71-84.
- Lestari, S., Aryani, R. D., & Palupi, D. (2021). Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh terhadap Kandungan Fitokimia dan Antioksidan Ekstrak Akar Sawi Langit (*Vernonia cinerea* L.). *Biotropic : The Journal of Tropical Biology*, 5(2), 84-93. <https://doi.org/10.29080/biotropic.2021.5.2.84-93>
- Marliyanti, E., Adlina, S., & Fadilah, N. N. (2023). Formulasi dan Uji Aktivitas



- Antioksidan *Blush Powder* Ekstrak Beras Merah (*Oryza nivara* L.) dengan Metode DPPH. *Termometer : Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan dan Kedokteran*, 1(4), 212-226. <https://doi.org/10.55606/termometer.v1i4.2470>
- Nasution, M. A., Susanty, R., Limbong, F., Harahap, F., Silitonga, M., & Edi, S. (2025). Pengaruh Cahaya dan NaHCO₃ terhadap Laju Reaksi Fotosintesis pada *Hydrilla verticillata*. *Jurnal Bioshell*, 14(1), 17-24. <https://doi.org/10.56013/bio.v14i1.3464>
- Nuriah, S., Putri, M. D., Rahayu, S., Advaita, C. V., Nurfadhila, L., & Utami, M. R. (2023). Qualitative Analysis of Paracetamol Compounds in Biological Samples Using Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS) Method. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(2), 795-803. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i2.158>
- Putri, M., Septiyani, P., Aryani, W., & Abriyani, E. (2023). Literatur Review: Penetapan Kadar Vitamin C pada Buah Jambu Biji, Jeruk, dan Nanas, Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(4), 333-342. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7681039>
- Sholekah, F. F. (2017). Perbedaan Ketinggian Tempat terhadap Kandungan Flavonoid dan Beta Karoten Buah Karika (*Carica pubescens*) Daerah Dieng Wonosobo. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi* (pp. 75-82). Yogyakarta, Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sulistiyani, M., Mahatmanti, W., Huda, N., & Prasetyo, R. (2024). Optimization of Microplate Type UV-Vis Spectrophotometer Performance as an Antioxidant Activity Testing Instrument. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 13(1), 93-102. <https://doi.org/10.15294/ijcs.v13i1.5014>
- Theafelicia, Z., & Wulan, S. N. (2023). Perbandingan Berbagai Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan (DPPH, ABTS, dan FRAP) pada Teh Hitam (*Camellia sinensis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(1), 35-44. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2023.024.01.4>
- Utami, I. N., Nurchayati, Y., & Hastuti, E. D. (2019). Produksi dan Profil Metabolit Bunga Krisan (*Chrysanthemum* sp.) pada Intensitas Cahaya Lampu LED dengan Durasi yang Berbeda. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 21(2), 154-164. <https://doi.org/10.14710/bioma.21.2.154-164>
- Wardaningrum, R. Y. (2019). Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Terpurifikasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) dengan Vitamin E. *Skripsi*. Universitas Ngudi Waluyo.
- Wulan, W., Yudistira, A., & Rotinsulu, H. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol Daun *Mimosa pudica* Linn. Menggunakan Metode DPPH. *Pharmacon*, 8(1), 106-113. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29243>