



STUDI LITERATUR METODE DPPH, ABTS, FRAP, ORAC DAN CUPRAC DALAM PENILAIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK TUMBUHAN

Hortensia M Loleng, M. Jamaluddin, M. Kep,

² Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Indonesia
*Email@korespondensi (12pt, Times New Roman)¹

Alamat: JL gubernur Syarkawi, Semangat Dalam, Kec. Alalak, Kabupaten Barito Kuala,
Kalimantan Selatan 70581

Korespondensi penulis: penulis.pertama@email.com (10pt, Times New Roman)

Abstract. Excessive exposure to free radicals can lead to oxidative stress, which contributes to the progression of various degenerative diseases, including cancer, cardiovascular disorders, and type 2 diabetes. Antioxidants act by neutralizing free radicals through the donation of electrons or hydrogen atoms. This review aims to evaluate different methods for assessing antioxidant activity and to explore the therapeutic potential of plant extracts. The literature review was conducted based on scientific articles published in recent years. The antioxidant assays discussed include DPPH, ABTS, FRAP, ORAC, and CUPRAC, each possessing specific advantages and limitations in terms of sensitivity, specificity, and compatibility with various compounds and solvents. The reviewed studies indicate that plant extracts such as *Garcinia hombroniana*, *Xylocarpus granatum*, *Uncaria sclerophylla*, and *Melastoma malabathricum* exhibit strong antioxidant activity, with IC_{50} values comparable to or even lower than those of standard antioxidants such as vitamin C and quercetin. These findings support the potential use of plant-derived bioactive compounds as natural antioxidant sources for the prevention and treatment of degenerative diseases.

Abstract and Keywords must be written in English, in italic style, and contain a brief description of the research background, objectives, methods, findings, and implications. The abstract is written in one paragraph with a single space (maximum 200 words), without any reference or formula.

Keywords: antioxidants, free radicals, antioxidan method., plant extracts
3-5 words or phrases that reflect the contents of the article (alphabetically).
(Times New Roman, size 10 font Italic)

Abstrak. Paparan berlebihan terhadap radikal bebas dapat menyebabkan stres oksidatif, yang berperan dalam perkembangan berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, penyakit jantung, dan diabetes tipe 2. Antioksidan bekerja dengan menetralkan radikal bebas melalui mekanisme pemberian elektron atau atom hidrogen. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengevaluasi berbagai metode pengujian aktivitas antioksidan serta mengulas potensi ekstrak tumbuhan sebagai agen terapi. Tinjauan literatur dilakukan berdasarkan artikel ilmiah. Metode yang dianalisis mencakup DPPH, ABTS, FRAP, ORAC, dan CUPRAC, yang masing-masing memiliki kelebihan dan keterbatasan dari segi sensitivitas, spesifisitas, serta kompatibilitas terhadap berbagai jenis senyawa dan pelarut. Hasil telaah menunjukkan bahwa ekstrak dari tumbuhan seperti *Garcinia hombroniana*, *Xylocarpus granatum*, *Uncaria sclerophylla*, dan *Melastoma malabathricum* menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi, dengan nilai IC_{50} yang sebanding atau bahkan lebih baik dari kontrol standar seperti vitamin C dan kuersetin. Temuan ini mendukung pemanfaatan senyawa alami dari tumbuhan sebagai sumber antioksidan potensial dalam pencegahan dan pengobatan penyakit degeneratif.

Received: Juni 12, 2024; Revised: Juli 18, 2024; Accepted: August 27, 2024; **Online Available:** August 29, 2024; **Published:** August 29, 2024;

*Corresponding author, e-mail address

Abstrak wajib ditulis dalam **bahasa Indonesia** dan memuat uraian singkat tentang latar belakang penelitian, tujuan, metode, temuan, dan implikasi. Abstrak ditulis dalam satu paragraf dengan spasi tunggal (**maksimum 200 kata**), tanpa ada rujukan atau rumus.

Kata kunci: 3-5 kata atau frasa yang mencerminkan isi artikel (secara alfabetis).
(*Times New Roman, size 10 font*)

1. LATAR BELAKANG

Radikal bebas merupakan molekul reaktif yang dapat menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan biomolekul, serta berperan dalam perkembangan penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes melitus, dan penyakit kardiovaskular. Menurut World Health Organization (2022), penyakit tidak menular menyumbang 74% kematian global, dengan lebih dari 17 juta kematian per tahun akibat penyakit jantung dan kanker. Kondisi ini mendorong pencarian antioksidan eksogen, khususnya dari tumbuhan, yang dinilai lebih aman dan efektif dibanding antioksidan sintetik. Berbagai metode telah digunakan untuk menilai aktivitas antioksidan senyawa bioaktif dalam ekstrak tumbuhan, antara lain DPPH, ABTS, FRAP, ORAC, dan CUPRAC. Namun, masih minim kajian yang membandingkan efektivitas metode-metode tersebut secara komprehensif berdasarkan jenis senyawa, pelarut, dan parameter evaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji berbagai metode uji aktivitas antioksidan serta mengevaluasi potensi ekstrak tumbuhan dalam mendukung terapi penyakit degeneratif, sebagai upaya menentukan pendekatan metodologis yang tepat dalam penelitian bahan alam.

2. KAJIAN TEORITIS

Antioksidan adalah senyawa yang mampu menetralkan radikal bebas dengan cara mendonorkan elektron atau atom hidrogen sehingga dapat mencegah terjadinya reaksi oksidatif yang merusak struktur seluler. Dalam konteks pengobatan penyakit degeneratif, peran antioksidan sangat penting karena mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi yang berlebihan yang menjadi dasar dari patogenesis berbagai penyakit kronis. Senyawa antioksidan banyak ditemukan dalam tumbuhan, terutama pada golongan flavonoid, fenolik, dan tanin, yang telah banyak diteliti memiliki aktivitas biologi yang tinggi.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengukur kapasitas antioksidan suatu senyawa atau ekstrak tumbuhan. Metode DPPH dan ABTS

merupakan metode yang paling umum digunakan karena kemudahan pelaksanaannya dan kecepatan reaksinya, meskipun memiliki keterbatasan dalam sistem pelarut dan selektivitas terhadap jenis radikal tertentu. Metode FRAP menilai kemampuan senyawa dalam mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , sementara ORAC mengukur kemampuan senyawa dalam menghambat degradasi molekul target oleh radikal peroksil. CUPRAC menjadi metode alternatif yang unggul karena bekerja pada pH fisiologis dan mampu mendeteksi aktivitas senyawa polar dan non-polar.

Penelitian sebelumnya menunjukkan variasi yang signifikan terhadap nilai aktivitas antioksidan tergantung pada metode yang digunakan, jenis pelarut ekstraksi, dan spesies tanaman. Misalnya, ekstrak etil asetat daun karamunting menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 2,24 $\mu\text{g/mL}$ menggunakan metode ABTS, sementara fraksi dari daun melinjo menunjukkan aktivitas sedang hingga kuat menggunakan metode CUPRAC. Temuan ini menunjukkan pentingnya pemilihan metode yang tepat dalam menginterpretasi aktivitas farmakologi ekstrak tumbuhan. Oleh karena itu, kajian ini dilaksanakan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang kelebihan dan keterbatasan masing-masing metode serta relevansinya dalam penelitian bahan alam yang berpotensi sebagai agen terapeutik terhadap penyakit degeneratif.

Bagian ini menguraikan teori-teori relevan yang mendasari topik penelitian dan memberikan ulasan tentang beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dan memberikan acuan serta landasan bagi penelitian ini dilakukan. Jika ada hipotesis, bisa dinyatakan tidak tersurat dan tidak harus dalam kalimat tanya.

3. METODE PENELITIAN

Studi literatur ini mengkaji publikasi ilmiah dalam lima tahun terakhir yang membahas penilaian aktivitas antioksidan pada ekstrak tumbuhan. Pemilihan sumber dilakukan berdasarkan kualitas metodologis serta keterkaitannya dengan topik penelitian. Tinjauan mencakup berbagai metode uji antioksidan, seperti DPPH,

FRAP, ABTS, ORAC, dan CUPRAC. Yang digunakan untuk mengevaluasi potensi terapeutik ekstrak terhadap diabetes melitus tipe 2. Sumber data diperoleh dari jurnal terindeks Scopus, SINTA, PubMed, dan BMC Chemistry, mencakup baik penelitian eksperimental maupun artikel ulasan. Tujuan kajian ini adalah untuk mengetahui perbandingan berbagai jenis metode dalam mengevaluasi kemampuan antioksidan dari berbagai senyawa bioaktif tumbuhan yang berperan dalam menghambat proses oksidatif yang berkontribusi terhadap penyakit degeneratif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (Sub judul level 1)

Metode DPPH

Spesies	Hasilnya	Proseur kerja	Ref
Daun Manggis hutan (<i>Garcinia hombroniana Pierre</i>)	Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menunjukkan bahwa fraksi EA8 dari ekstrak etil asetat memiliki aktivitas tertinggi sebesar 32,67%, sedangkan fraksi M3 dari ekstrak metanol tertinggi dengan 37,42%. Kedua fraksi ini menunjukkan potensi aktivitas antioksidan yang relatif sebanding.	Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH yang dimodifikasi dari Bobo-García et al. Sebanyak 20 µL sampel dicampur dengan 180 µL larutan DPPH (150 µmol/L) dalam mikroplat. Kontrol menggunakan metanol dan DPPH, sedangkan blanko hanya metanol. Setelah dikocok 60 detik, larutan diinkubasi selama 40 menit dalam kondisi gelap pada suhu ruang. Absorbansi diukur pada 516 nm menggunakan mikroplat reader.	Pharmacogn J. 2018; 10(4):682-685 Antioxidant Activity of Fractions from <i>Garcinia hombroniana Pierre</i> Leaves Extracts
Biji Buah Nyirih (<i>Xylocarpus granatum</i>)	Hasil uji Ekstrak etanol biji buah nyirih (<i>Xylocarpus granatum</i>) menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan IC50 sebesar 8,27 ppm, mendekati vitamin C (6,40 ppm). Aktivitas ini didukung oleh kandungan flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid. Metode DPPH yang digunakan	Uji antioksidan metode DPPH dilakukan dengan mencampurkan 1 mL ekstrak etanol biji nyirih (2–10 ppm) atau vitamin C dengan 2 mL larutan DPPH 40 ppm dalam etanol 70%. Setelah didiamkan 30 menit di tempat gelap, absorbansi diukur pada 520 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.	JURNAL RISET KEFARMASIAN INDONESIA UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL BIJI BUAH NYIRIH (<i>Xylocarpus granatum</i>) DENGAN METODE DPPH SECARA

	sederhana dan efektif untuk evaluasi awal.	Persentase inhibisi dihitung, lalu nilai IC ₅₀ ditentukan untuk menilai kekuatan aktivitas antioksidan.	SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS
Daun, Kulit, Buah dan Biji (<i>Diospyros foxworthyi</i>)	Uji kapasitas antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan bahwa persentase inhibisi sangat tinggi (di bawah 50 µg/mL) untuk semua bagian tanaman <i>D. foxworthyi</i> . Secara keseluruhan, ekstrak batang menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi, dengan nilai IC ₅₀ sebesar 5,32 µg/mL.	berdasarkan Bobo-García et al. (2015). Sebanyak 20 µL ekstrak sampel (konsentrasi 2–16 µL/mL) dan quercetin sebagai kontrol positif (konsentrasi 1, 2, 3, 3.5, dan 3.75 µL/mL) dicampurkan dengan 180 µL larutan DPPH dalam metanol (150 µM) pada mikroplat 96 sumur, kemudian dikocok selama 60 detik untuk homogenisasi. Larutan kemudian diinkubasi dalam kondisi gelap pada suhu ruang selama lebih dari 40 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 515 nm. Studi dilakukan tiga kali (triplo).	INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY Dipeptidyl Peptidase-IV Inhibition and Antioxidant Activity in Leaf, Bark, Fruit and Seed of <i>Diospyros foxworthyi</i>
Daun Cakar Kucing (<i>Uncaria Sclerophylla</i>)	Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukan bahwa ekstrak metanol daun <i>Uncaria sclerophylla</i> memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai EC ₅₀ = 9,94 ± 0,1572 µg/mL. Fraksi terbaik dari ekstrak metanol adalah FMet5, dengan nilai EC ₅₀ = 6,07 ± 0,125 µg/mL. Hasil ini menunjukkan bahwa daun <i>U. sclerophylla</i> memiliki	Metode DPPH digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan. Sebanyak 20 µL sampel dicampur dengan 180 µL larutan DPPH 150 µmol/L dalam microwell. Campuran dikocok 1 menit, diinkubasi gelap 40 menit pada suhu ruang, lalu diukur absorbansinya pada 516 nm. Aktivitas antioksidan dihitung sebagai persentase penangkapan radikal DPPH. Nilai EC ₅₀ ditentukan dari konsentrasi sampel yang mampu menangkap 50% radikal DPPH.	International Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research Bioactive chromatographic fractions from <i>Uncaria sclerophylla</i> (W.Hunter) Roxb. leaves on dipeptidyl peptidase-4 inhibition and antioxidant capacity, phytochemicals, and compound profiling using UPLC-ESI-QToF-MS/MS

STRATEGI PEMASARAN YANG DILAKUKAN DI PLAZA TUNJUNGAN III
SURABAYA DALAM MEMASARKAN SEMUA PRODUKNYA

<p>Bunga Telang (<i>Clitoria ternatea</i> L.)</p>	<p>Hasil uji aktivitas antioksidan produk Clitoria Gummy menunjukkan bahwa kedua formula memiliki aktivitas antioksidan dalam kategori sedang. Nilai IC₅₀ untuk formula 1 adalah 116,454 ppm, sedangkan untuk formula 2 adalah 115,619 ppm. Nilai ini menunjukkan bahwa kedua produk memiliki kemampuan menetralkan radikal bebas yang cukup baik, meskipun sedikit berbeda</p>	<p>Penelitian ini menggunakan metode DPPH (0,05 mM) untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan Clitoria Gummy. Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif dengan konsentrasi 1–5 ppm, sedangkan dua formulasi gummy diuji pada konsentrasi 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Setiap sampel dicampur dengan larutan DPPH, kemudian didiamkan dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517,2 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil absorbansi digunakan untuk menghitung persentase inhibisi dan menentukan nilai IC₅₀ masing-masing sampel.</p>	<p>Jurnal Ilmiah BIOSAIN TROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC) Aktivitas Antioksidan Clitoria Gummy Sari Bunga Telang (<i>Clitoria</i> L.)</p>
---	--	--	---

Metode FRAP

Spesies Tanaman	Hasil	Prosedur kerja	Ref
<p>Daun Manggis hutan (<i>Garcinia hombroniana pierre</i>)</p>	<p>Berdasarkan uji aktivitas antioksidan ekstrak <i>Garcinia hombroniana pierre</i> metode FRAP, fraksi EA11 dari ekstrak etil asetat menunjukkan aktivitas tertinggi sebesar 25.73%, diikuti oleh fraksi EA8 sebesar 22.37%. Sementara itu, fraksi M3 dari ekstrak metanol memiliki aktivitas tertinggi di antara fraksi MeOH dengan nilai 26.70%, sekaligus menjadi yang tertinggi secara keseluruhan. Aktivitas antioksidan</p>	<p>Uji aktivitas antioksidan menggunakan reagen FRAP dilakukan secara in vitro berdasarkan metode Pereira dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 30 µL larutan sampel dimasukkan ke dalam sumur mikroplat, kemudian ditambahkan 270 µL reagen FRAP. Campuran tersebut diinkubasi, lalu absorbansinya diukur. Sebagai blanko digunakan campuran 30</p>	<p>Pharmacogn J. 2018; 10(4):682-685 Antioxidant Activity of Fractions from <i>Garcinia hombroniana</i> Pierre Leaves Extracts</p>

	tersebut diduga berasal dari keberadaan senyawa yang mampu mendonorkan elektron, hidrogen, atau kemungkinan efek sinergis antar senyawa aktif dalam fraksi.	μL metanol dan 270 μL reagen FRAP.	
Daun, Kulit, Buah dan Biji (<i>Diospyros foxworthyi</i>)	Ekstrak yang menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi adalah ekstrak batang, dengan nilai 14,71 mmol FeSO_4/g	Uji aktivitas antioksidan FRAP mengacu pada metode Pereira <i>et al.</i> (2017) dengan beberapa penyesuaian. Sampel ekstrak sebanyak 30 μL (daun: 2.5 $\mu\text{L}/\text{mL}$, batang: 1 $\mu\text{L}/\text{mL}$, buah: 2.5 $\mu\text{L}/\text{mL}$, biji: 2 $\mu\text{L}/\text{mL}$) dan quercetin sebagai kontrol positif (0.5 $\mu\text{L}/\text{mL}$) dicampur dengan 270 μL reagen FRAP II (larutan buffer asetat 10 mmol/L, Tris Pyridyl Triazine 10 mmol/L, dan besi (III) klorida heksahidrat 20 mmol/L dengan rasio 10:1:1). Campuran diinkubasi selama 5 menit, lalu diukur absorbansinya pada 595 nm. Kontrol kosong (blanko) berisi 30 μL metanol dan 270 μL reagen FRAP II. Sampel diuji dalam triplo	INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY Dipeptidyl Peptidase-IV Inhibition and Antioxidant Activity in Leaf, Bark, Fruit and Seed of <i>Diospyros foxworthyi</i>
Daun gambir (<i>Uncaria sclerophylla</i>) (W.Hunter) Roxb.	Ekstrak metanol daun <i>U. sclerophylla</i> telah terbukti memiliki potensi sebagai agen antidiabetik. Hal ini dibuktikan dengan IC_{50} -nya untuk aktivitas penghambatan DPP-4 yang mencapai $79,67 \pm 2,95$	Metode yang digunakan untuk menguji kapasitas antioksidan melibatkan penggunaan reagen FRAP, dengan sedikit modifikasi pada prosedur yang diadopsi (Pereira <i>et al.</i> , 2017). Untuk	Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research, 13 (1), 58-85, 2025 ISSN 0719-4250

STRATEGI PEMASARAN YANG DILAKUKAN DI PLAZA TUNJUNGAN III
SURABAYA DALAM MEMASARKAN SEMUA PRODUKNYA

	<p>$\mu\text{g/mL}$, dan EC_{30}-nya untuk kapasitas antioksidan yang juga mencapai $9,50 \pm 0,319 \mu\text{g/mL}$ (metode FRAP).</p>	<p>melakukan pengujian, $30 \mu\text{L}$ sampel dipipet ke dalam sumur mikroplat, diikuti dengan penambahan $270 \mu\text{l}$ reagen FRAP. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 5 menit, dan absorbansi diukur pada 593 nm menggunakan pembaca mikroplat pada suhu kamar. Pengujian dilakukan tiga kali, dan simpangan baku setiap sampel dihitung. Blanko dalam pengujian adalah campuran $30 \mu\text{L}$ metanol dan $270 \mu\text{l}$ reagen FRAP</p>	
<p>Daun Cakar Kucing (<i>Uncaria tomentosa</i>)</p>	<p>Hasil uji antioksidan dengan metode FRAP ekstrak metanol menunjukkan aktivitas antioksidan paling tinggi EC_{50} FRAP: $9,50 \pm 0,319 \mu\text{g/mL}$ raksi terbaik yang menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi adalah fraksi FMet5 dengan nilai EC_{50} sebesar $8,89 \pm 0,1701 \mu\text{g/mL}$. Selain FMet5, beberapa fraksi lain seperti FMet4 dan FMet6 juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang cukup kuat dengan nilai EC_{50} berturut-turut sebesar $7,06 \pm 0,0751 \mu\text{g/mL}$ dan $11,14 \pm 0,4890 \mu\text{g/mL}$. Fraksi dari ekstrak etil asetat seperti FEa9 juga menunjukkan aktivitas tinggi dengan nilai EC_{50} FRAP sebesar $6,89 \pm 0,0569 \mu\text{g/mL}$.</p>	<p>Sebanyak $30 \mu\text{L}$ sampel Sebanyak $30 \mu\text{L}$ sampel dimasukkan ke dalam sumur mikrotiter, kemudian ditambahkan $270 \mu\text{L}$ reagen FRAP. Campuran tersebut diinkubasi selama 5 menit, lalu absorbansinya diukur pada panjang gelombang 593 nm menggunakan microplate reader pada suhu ruang. Nilai kapasitas antioksidan dihitung berdasarkan persentase reduksi dan digunakan untuk menentukan nilai EC_{50} dari masing-masing sampel.</p>	<p>International Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research Bioactive chromatographic fractions from <i>Uncaria sclerophylla</i> (W.Hunter) Roxb. leaves on dipeptidyl peptidase-4 inhibition and antioxidant capacity, phytochemicals, and compound profiling using UPLC-ESI-QToF-MS /MS</p>

frap kurang 1			

ABTS

Spesies Tanaman	Hasil	Prosedur Kerja	Ref
Kulit batang Faloak (<i>Sterculia qudarifida R.Br</i>)	Pada pelat penyemprotan dengan reagen ABTS, ekstrak etanol 80% kulit batang Faloak menunjukkan adanya noda yang aktif memiliki aktivitas antioksidan ditunjukkan dengan adanya noda putih berlatar belakang biru-hijau. Aktivitas antioksidan yang kuat diperoleh pada konsentrasi 125ppm dengan %inhibisi 80,93% dengan metode pengujian ABTS.	Prosedur KLT bioautografi dilakukan dengan menyemprotkan larutan ABTS ke plat KLT. Larutan ABTS disiapkan dengan melarutkan 7,1 mg ABTS dan 3,5 mg kalium persulfat masing-masing dalam 5 mL aquades, diinkubasi 12 jam dalam ruang gelap, lalu dicampur dan ditambah aquades hingga 25 mL. Noda putih pada latar biru-hijau menunjukkan adanya aktivitas antioksidan.	Jurnal Ilmiah Farmasi (Scientific Journal of Pharmacy) Special Edition 2023, 102-115 ISSN: 1693-8666 Isolation based on antioxidant activity of 80% ethanolic extract faloak (<i>Sterculia quadrifida R. Br.</i>) stem bark
Daun Tekelan (<i>Chromolaena odorata L.</i>)	Uji antioksidan ekstrak etanol daun tekelan dengan metode ABTS menunjukkan bahwa variasi teknik pengeringan memengaruhi aktivitas antioksidan. Nilai IC_{50} berturut-turut adalah 28,909; 22,984; 10,645; dan 27,639 $\mu\text{g/mL}$, dengan vitamin C sebagai pembanding (IC_{50} 4,558	Larutan ABTS dibuat dari 7,1 g ABTS dan 3,5 g $K_2S_2O_8$, masing-masing dalam 5 mL aquadest, dicampur, diinkubasi 14 jam, lalu diencerkan dengan etanol hingga 25 mL. λ_{maks} ditentukan pada 600–800 nm. Uji antioksidan dilakukan	HIJP (Health Information: jurnal Penelitian) Variations of Tekelan Leaf Drying Technique (<i>Chromolaena odorata L.</i>) Influencing Antioxidant Activity: Laboratory Research with ABTS Method

	<p>µg/mL). Pengeringan dengan cahaya matahari tidak langsung menghasilkan aktivitas terbaik (IC₅₀ 10,645 µg/mL), termasuk kategori antioksidan kuat.</p>	<p>dengan ekstrak 8–40 ppm, ditambah 1 mL ABTS, diencerkan hingga 5 mL, diinkubasi 30 menit, lalu diukur pada 750,8 nm.</p>	
<p>Daun Karamunting (<i>Melastoma Malabatchh rium L.</i>)</p>	<p>Uji antioksidan metode ABTS pada λmaks 745 nm dan waktu stabil 38–42 menit menunjukkan ekstrak etil asetat daun karamunting memiliki IC₅₀ 2,2419 µg/mL, lebih kuat dari kuersetin (2,6821 µg/mL). Skrining fitokimia mengidentifikasi kandungan alkaloid, flavonoid, fenol, saponin, dan steroid. Aktivitas antioksidan tergolong sangat kuat.</p>	<p>Larutan ABTS dibuat dari 7.100 mg ABTS dan 3.500 mg kalium persulfat dalam etanol hingga 25 mL, diinkubasi 12 jam dalam ruang gelap. Kuersetin (1–5 µg/mL) digunakan sebagai pembanding. λmaks ditentukan pada 400–800 nm, dan waktu stabil diukur selama 60 menit. Uji dilakukan dengan mencampur ABTS dan sampel, dikocok, diinkubasi, lalu diukur pada λmaks. Persentase inhibisi dihitung dengan rumus: $((A_0 - A_s) / A_0) \times 100\%$.</p>	<p>Jurnal Ilmiah Ibnu Sina, Volume 8 Nomor 3 pada Januari 2024, halaman 129–138. DOI artikel ini adalah https://doi.org/10.36387/jiis.v8i3.1700.</p>
<p>Kembang Bulan (<i>Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray</i>)</p>	<p>Uji antioksidan ekstrak daun kembang bulan menggunakan metode ABTS pada λ 753 nm menunjukkan bahwa pelarut polar (etanol 70%) menghasilkan aktivitas tertinggi (IC₅₀ 56,71 µg/mL), disusul etil asetat (106,47 µg/mL) dan</p>	<p>Larutan ABTS dibuat dengan mencampur 10 mL ABTS 7,4 mM dan 10 mL K₂S₂O₈ 2,45 mM, disimpan 24 jam di tempat gelap, lalu diencerkan dengan etanol p.a hingga 50 mL (Shalaby & Shanab, 2013). Uji antioksidan</p>	<p>PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia p-ISSN 1693-3591 (Pharmaceutical Journal of Indonesia)</p>

	n-heksan (191,57 µg/mL). Vitamin C sebagai kontrol memiliki IC ₅₀ sebesar 10,46 µg/mL. Hasil ini menunjukkan bahwa pelarut polar lebih efektif mengekstraksi senyawa antioksidan.	dilakukan dengan mencampur 1 mL sampel berbagai konsentrasi dengan 1 mL ABTS dan etanol p.a hingga 5 mL, diinkubasi 30 menit, lalu diukur serapannya pada 753 nm. Hasil dinilai dari persen inhibisi dan IC ₅₀ .	
daun salam (<i>Zyzygium polyanthum</i>)	Fraksi etil asetat daun salam konsentrasi 1,5% menghasilkan masker gel peel-off dengan karakter fisik terbaik dan aktivitas antioksidan sangat kuat (IC ₅₀ 46,6954 ppm). Formula I (0,5%) dan II (1%) memiliki aktivitas kuat dengan IC ₅₀ masing-masing 67,4243 ppm dan 59,7467 ppm.	Larutan ABTS dibuat dengan mencampur 5 mL ABTS (18 mg/5 mL) dan 5 mL kalium persulfat (14 mg/20 mL), diinkubasi 12–16 jam pada 22–24 °C. Masker gel fraksi etil asetat daun salam (10 mg/10 mL) diencerkan jadi 30–70 ppm, dicampur 0,5 mL dengan 2 mL ABTS, diinkubasi, lalu diukur pada λmaks.	Jurnal Ilmiah Farmasi (Scientific Journal of Pharmacy) 20(1) Januari-Juli 2024, 1-14

Metode ORAC

Spesies Tanaman	Hasil	Prosedur Kerja	Ref
Buah Chupón / Quiscal (<i>Greigia sphacelata</i> (Ruiz & Pav.) Regel	Penelitian menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan ekstrak buah <i>Greigia sphacelata</i> menggunakan metode ORAC mencapai 3525 µmol/100 g ekuivalen Trolox (ET), dihitung dari luas kurva absorbansi kinetik dengan molekul	Metode ORAC dilakukan dengan menambahkan senyawa AAPH sebagai inisiator radikal bebas ke dalam sistem yang mengandung pyrogallol red (PGR) sebagai	Aravena-Sanhueza, F., et al. (2020). <i>Determination of Antioxidant Capacity (ORAC) of Greigia sphacelata and Correlation with Voltammetric Methods</i> . Journal of the Chilean

	<p>target pyrogallol red dan radikal AAPH. Meski nilainya tinggi, secara relatif lebih rendah dibanding metode DPV (724 $\mu\text{mol}/100\text{ g ET}$). Namun, korelasi antara keduanya sangat kuat ($r = 0,969$), menunjukkan ORAC tetap valid dan dapat dijadikan metode andal, meski sebaiknya dilengkapi dengan metode lain seperti DPV untuk hasil yang lebih menyeluruh.</p>	<p>molekul target. Radikal bebas dari AAPH akan mengoksidasi PGR, menyebabkan penurunan absorbansi. Kehadiran senyawa antioksidan akan memperlambat laju penurunan tersebut karena mampu menetralkan radikal bebas. Absorbansi diamati setiap menit selama 90 menit pada panjang gelombang 540 nm. Kapasitas antioksidan ditentukan dari luas kurva kinetik (AUC) absorbansi terhadap waktu dan dinyatakan sebagai ekuivalen Trolox ($\mu\text{mol ET}$) berdasarkan perbandingan dengan standar Trolox.</p>	<p>Chemical Society, 65(3), 4925–4928.</p>
<p>Biner quercetin dan turunan 3-(3,4,5-trihydroxybenzoyl) coumarin</p>	<p>Jurnal ini menilai kapasitas antioksidan Quercetin (Q), turunan kumarin (C), dan kombinasinya menggunakan metode ORAC-FL dan ORAC-PGR. Quercetin menunjukkan aktivitas tertinggi pada kedua metode (ORAC-FL: 4,10 $\mu\text{M TE}$; ORAC-PGR: 2,11 $\mu\text{M TE}$), sedangkan C memiliki aktivitas lebih rendah (ORAC-FL: 1,09 $\mu\text{M TE}$; ORAC-PGR: 0,19 $\mu\text{M TE}$). Kombinasi Q:C menunjukkan efek</p>	<p>Metode ORAC-FL dilakukan dengan mencampurkan 20 μL sampel atau standar Trolox (6,25–100 μM) dengan 200 μL fluorescein 70 nM dalam buffer fosfat pH 7,4, diinkubasi selama 10 menit, lalu ditambahkan 80 μL AAPH 220 mM. Fluoresensi diukur setiap menit selama 60 menit pada panjang gelombang eksitasi 485</p>	<p>Evaluation of ORAC methodologies in determination of antioxidant capacity of binary combinations of quercetin and 3-(3,4,5-trihydroxybenzoyl) coumarin derivatives.</p>

	<p>bervariasi tergantung rasio, dari sinergis hingga antagonis. Rasio Q:C 9:1 menghasilkan aktivitas tertinggi (ORAC-FL: 4,88 μM TE; ORAC-PGR: 2,48 μM TE). Kedua metode menunjukkan linearitas tinggi ($R^2 > 0,999$), menandakan hasil yang andal.</p>	<p>nm dan emisi 520 nm pada suhu 37 °C, dan hasilnya dinyatakan sebagai Trolox Equivalent (TE) berdasarkan luas kurva (AUC). Sementara itu, metode ORAC-PGR dilakukan dengan mencampurkan 20 μL sampel dengan 150 μL larutan pyrogallol red (PGR) 40 μM, diinkubasi selama 10 menit, lalu ditambahkan 30 μL AAPH 20 mM. Absorbansi diukur setiap menit selama 30 menit pada panjang gelombang 540 nm dan suhu 37 °C. Nilai ORAC diperoleh dari laju penurunan absorbansi dibandingkan dengan blanko, dan hasilnya juga dinyatakan dalam satuan TE.</p>	
<p>Terong susu (<i>Solanum mammosum</i> L.)</p>	<p>Ekstrak daun <i>Solanum mammosum</i> membentuk AgNPs-Sm berukuran $5,2 \pm 2,3$ nm. Aktivitas antioksidan ekstrak menurun signifikan setelah sintesis nanopartikel, dari 3944 menjadi 637,5 μM TE/g (ORAC-FL), dan dari 14,7% menjadi 12,5% (CAA), akibat oksidasi senyawa aktif. Nilai EI juga turun (402 menjadi 324 μA/V), demikian pula kandungan polifenol (826,6 menjadi 139,7 mg EGA/100 g), dengan asam galat sebagai</p>	<p>Uji antioksidan ekstrak <i>Solanum mammosum</i> meliputi metode ORAC-FL dengan fluorescein dan AAPH dalam buffer fosfat (pH 7,4) selama 2 jam untuk mengukur penyerapan radikal peroksil, metode CAA pada sel VERO menggunakan DCFH2-DA dan AAPH untuk aktivitas antioksidan intraseluler, voltametri (DPV dan CV) untuk menilai kapasitas redoks</p>	<p>Pilaquina, F. et al. (2021). Determination of Antioxidant Activity by Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC-FL), Cellular Antioxidant Activity (CAA), Electrochemical and Microbiological Analyses of Silver Nanoparticles Using the Aqueous Leaf Extract of <i>Solanum mammosum</i> L. International Journal of Nanomedicine, 16:</p>

	senyawa dominan (HPLC). Uji mikrobiologi menunjukkan ekstrak tidak toksik, sementara AgNPs-Sm memiliki efek hambat ringan terhadap <i>E. coli</i> dan <i>Bacillus sp.</i>	senyawa fenolik dalam larutan natrium asetat 0,1 M, serta pengukuran total polifenol dengan metode Folin–Ciocalteu pada 760 nm.	5879–5894.
--	---	---	------------

Metode CUPRAC

Spesies Tanaman	Hasil	Prosedur Kerja	Ref
herba Puguntano (<i>Picria fel-terrae</i>) dan buah Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium</i>)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak hidroalkoholik herba Puguntano dan buah Andaliman memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, dengan nilai IC ₅₀ di bawah 50 µg/mL pada semua variasi pelarut. Ekstrak Puguntano menunjukkan nilai IC ₅₀ terbaik pada konsentrasi etanol 60% yaitu 22,07 ± 0,23 µg/mL, sedangkan Andaliman memiliki IC ₅₀ terendah pada etanol 50% yaitu 25,39 ± 0,30 µg/mL. Sebagai pembanding, quercetin memiliki IC ₅₀ jauh lebih rendah, yaitu 2,21 ± 0,02 µg/mL. Berdasarkan klasifikasi Blois, hasil ini menunjukkan bahwa kedua ekstrak termasuk dalam kategori antioksidan kuat. Semakin tinggi kandungan air dalam pelarut, semakin tinggi pula aktivitas antioksidan yang ditunjukkan, kemungkinan karena senyawa fenolik dan flavonoid lebih larut dalam	Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode CUPRAC, menggunakan pereaksi CuCl ₂ ·2H ₂ O, neocuproin, dan buffer amonium asetat. Perubahan warna dari kuning ke oranye menandakan adanya aktivitas antioksidan, yang kemudian diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 450 nm. Nilai IC ₅₀ ditentukan dari hubungan antara konsentrasi sampel dan persen aktivitas reduksi. (Satria et al., 2024)	Majalah Obat Tradisional Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Hidroalkoholik Herba Puguntano (<i>Picria fel-terrae</i>) dan Buah Andaliman (<i>Zanthoxylum acanthopodium DC.</i>) Menggunakan Metode CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity)

	pelarut polar seperti air. (Satria et al., 2024)		
Daun Melinjo (Gnetum Gnetum L.)	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol 96% serta fraksi n-heksan, etil asetat, dan air dari daun Gnetum gnemon L. mengandung beragam metabolit sekunder, termasuk flavonoid, polifenol, alkaloid, steroid, triterpenoid, dan tanin. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode CUPRAC menghasilkan nilai IC₅₀ berturut-turut sebesar 60,689 ppm (ekstrak etanol), 59,7951 ppm (fraksi etil asetat), 117,235 ppm (fraksi n-heksana), dan 67,915 ppm (fraksi air). Berdasarkan klasifikasi potensi antioksidan, fraksi n-heksana tergolong sedang, sementara fraksi etil asetat, fraksi air, dan ekstrak etanol menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat. Temuan ini mengindikasikan bahwa fraksi polar dan semi-polar lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa aktif yang berperan sebagai antioksidan. Hal ini mendukung potensi pengembangan senyawa bioaktif dari daun melinjo sebagai agen antioksidan alami.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan alat alat antara lain Spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu), kuvet disposable, corong Buchner, timbangan analitik, ayakan 100 mesh, waterbath, toples maserasi, alat-alat gelas, alumunium foil, spatula, vial, magenetik stirer, blender, kertas saring, cawan, corong pisah.b. Bahan Bahan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah Daun Melinjo yang masih muda diambil dari daerah Welahan Jepara, Aquadest, Buffer Amonium asetat(Merck), CuCl₂..2H₂ (merck), etanol 96% teknis, n-heksana teknis, dan etil asetat teknis, reagen dragendrof, CHCl₃, H₂SO₄, NaOH, FeCl₃, NaCl.</p>	<p>Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Daun Melinjo (Gnetum Gnetum L.) Menggunakan Metode CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity)</p>
Daun, Buah dan Kulit Terap	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak	Uji aktivitas antioksidan dilakukan	Farmasains Vol. 7 No. 1, April 2020 "Uji Aktivitas

<p>(<i>Artocarpus odoratissimus</i>)</p>	<p>etanol 96% dari daun, buah, dan kulit buah Terap (<i>Artocarpus odoratissimus</i>) memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda berdasarkan nilai IC_{50}. Ekstrak daun menunjukkan nilai IC_{50} sebesar 102,250 ppm yang dikategorikan sebagai antioksidan sedang. Bagian buah memiliki aktivitas lebih tinggi dengan IC_{50} sebesar 84,957 ppm dan termasuk dalam kategori kuat, sedangkan kulit buah memiliki aktivitas paling rendah dengan IC_{50} sebesar 160,894 ppm dan termasuk kategori lemah. Sebagai pembanding, quercetin memiliki IC_{50} sebesar 7,281 ppm yang menunjukkan aktivitas sangat kuat. Hasil ini menunjukkan bahwa bagian buah Terap memiliki potensi antioksidan terbaik dibandingkan daun dan kulit buahnya, meskipun masih jauh dibandingkan standar kuersetin. (Hafiz Ramadhan dkk., 2020)</p>	<p>menggunakan metode CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity). Reagen CUPRAC dibuat dari campuran $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ 0,01 M, Neocuproin etanolik 0,0075 M, dan buffer NH_4Ac 1 M, kemudian ditambahkan aquadest. Masing-masing ekstrak dibuat dalam seri konsentrasi 5–75 ppm. Setiap sampel direaksikan dengan reagen CUPRAC dan diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 453 nm. Nilai IC_{50} dihitung menggunakan regresi linier dari hubungan konsentrasi dengan persen inhibisi radikal bebas. (Hafiz Ramadhan dkk., 2020)</p>	<p>Antioksidan Ekstrak Etanol 96% Daun, Buah dan Kulit Terap (<i>Artocarpus odoratissimus</i>) Menggunakan Metode CUPRAC” oleh Hafiz Ramadhan dkk.</p>
<p>Buah Kersen (<i>Muntingia calabura</i> L.)</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua fraksi ekstrak buah kersen memiliki aktivitas antioksidan, dengan fraksi etil asetat (EAF) menunjukkan aktivitas tertinggi (GAEAC $7,181 \pm 0,04 \mu M/mg$), dibandingkan ekstrak etanol ($3,586 \mu M/mg$), fraksi etanol-air ($3,809 \mu M/mg$), dan</p>	<p>Metode CUPRAC digunakan untuk mengukur kapasitas antioksidan total berdasarkan kemampuan senyawa mereduksi ion Cu^{2+} menjadi Cu^+, yang membentuk kompleks berwarna jingga dengan neocuproin dan dianalisis pada 450 nm</p>	<p>Nur, S., Aswad, M., Yulianty, R., Burhan, A., Johanes, W. D. P., Fadri, A., & Nursamsiar. (2022). <i>Profil Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Buah Kersen (<i>Muntingia calabura</i> L.) dengan Metode TAC dan CUPRAC.</i> JPSCR: Journal of Pharmaceutical</p>

	<p>n-heksan (1,472 $\mu\text{M}/\text{mg}$) (Nur et al., 2022). Aktivitas tertinggi EAF berkorelasi dengan kandungan fenolik yang paling tinggi (38,2% b/b), jauh lebih besar dibanding EE (29,1%), HF (8,3%), dan EF (2,63%) (Nur et al., 2021b). Temuan ini menguatkan bahwa kandungan fenolik yang tinggi berkontribusi besar terhadap kapasitas antioksidan, sesuai dengan pendapat Andayani & Nugrahani (2018) dan Leliqia et al. (2020).</p>	<p>menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Apak et al., 2008). Uji dilakukan dengan mencampur 1 mL sampel dengan 1 mL CuCl_2 10 mM, neokuproin 7,5 mM, dan ammonium asetat 1 M, lalu ditambah akuades hingga 5 mL (Nur et al., 2022). Hasil absorbansi kemudian dikonversi menjadi nilai GAEAC menggunakan kurva standar asam galat sebagai Pembanding (Apak et al., 2010).</p>	<p>Science and Clinical Research, 7(1), 79–88.</p>
<p>DAUN YODIUM (<i>Jatropha multifida</i> L.)</p>	<p>Uji kualitatif ekstrak etanol daun yodium menunjukkan perubahan warna khas yang mengindikasikan pembentukan kompleks Cu^+-neokuproin, menandakan adanya aktivitas antioksidan (Maryam et al., 2020). Uji kuantitatif menghasilkan nilai absorbansi 0,753; 0,724; dan 0,864 nm, dengan rata-rata AAE sebesar $0,7385 \pm 0,0521 \text{ mg L}^{-1} \text{ AA g}^{-1}$ ekstrak, menunjukkan data yang konsisten dan homogen (Maryam et al., 2020). Aktivitas ini sesuai dengan kandungan flavonoid dan tanin dalam daun yodium sebagai senyawa antioksidan alami (Winarsi,</p>	<p>Metode CUPRAC digunakan untuk menilai kapasitas antioksidan berdasarkan kemampuan senyawa mereduksi Cu^{2+} menjadi Cu^+, yang membentuk kompleks berwarna dengan neokuproin dan dianalisis pada 450 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Apak et al., 2007). Dalam penelitian ini, 1 mL CuCl_2 (0,01 M), 1 mL neokuproin ($7,5 \times 10^{-3}$ M), 1 mL buffer amonium asetat pH 7, dan 0,5 mL ekstrak etanol daun yodium dicampur, lalu</p>	<p>St. Maryam, Randi Pratama, Nurmaya Effendi, Tadjuddin Naid. (2020). <i>Analisis Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Yodium (<i>Jatropha multifida</i> L.) dengan Metode CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity)</i>. Jurnal Fitofarmaka Indonesia, Vol. 2(1): 90–93.</p>

	2007; Depkes RI, 2000).	ditambah akuades hingga 4,1 mL. Campuran didiamkan 30 menit sebelum diukur absorbansinya (Widyastuti, 2010; Maryam et al., 2020). CUPRAC dipilih karena stabil, praktis, dan dapat mengukur antioksidan hidrofilik maupun lipofilik (Apak et al., 2007).	
--	-------------------------	--	--

Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan karena sederhana, cepat, dan tidak memerlukan peralatan kompleks. Prinsip dasar metode ini adalah kemampuan senyawa antioksidan untuk mendonorkan elektron atau atom hidrogen kepada radikal DPPH, yang ditandai dengan perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning pucat. Perubahan intensitas warna ini dapat diukur secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang sekitar 515–520 nm.

Berdasarkan tinjauan literatur, berbagai spesies tanaman telah diuji menggunakan metode ini. Ekstrak daun *Garcinia hombroniana* menunjukkan bahwa fraksi etil asetat EA8 memiliki aktivitas tertinggi sebesar 32,67%, sementara fraksi metanol M3 menunjukkan aktivitas lebih tinggi yakni 37,42%. Ini mengindikasikan bahwa kandungan senyawa bioaktif dalam pelarut semi-polar dan polar sangat berperan dalam menangkap radikal bebas (Pharmacogn J., 2018).

Ekstrak etanol biji buah (*Xylocarpus granatum*) menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 8,27 ppm, mendekati vitamin C (6,40 ppm). Aktivitas ini berkorelasi positif dengan kandungan flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid dalam ekstrak (Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia).

Ekstrak berbagai bagian tanaman (*Diospyros foxworthyi*) juga menunjukkan aktivitas tinggi. Ekstrak batang menghasilkan IC_{50} sebesar 5,32 $\mu\text{g/mL}$. Keberhasilan ekstrak batang ini diduga berasal dari konsentrasi tinggi senyawa fenolik aktif yang bekerja

sebagai donor elektron, serta adanya efek sinergis antar senyawa (International Journal of Agriculture & Biology).

Ekstrak metanol daun (*Uncaria sclerophylla*) menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai EC_{50} sebesar $9,94 \pm 0,1572 \mu\text{g/mL}$. Fraksi terbaik, yaitu FMet5, memiliki EC_{50} sebesar $6,07 \pm 0,125 \mu\text{g/mL}$. Ini memperlihatkan adanya korelasi langsung antara fraksinasi senyawa aktif dengan peningkatan efektivitas antioksidan (International Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research).

Sementara itu, produk olahan berbasis bunga telang (*Clitoria ternatea L.*) dalam bentuk Clitoria Gummy menunjukkan aktivitas antioksidan kategori sedang dengan nilai IC_{50} masing-masing 116,454 ppm (formula 1) dan 115,619 ppm (formula 2). Aktivitas ini lebih rendah dibandingkan ekstrak murni, namun tetap menunjukkan bahwa formulasi produk masih mempertahankan potensi penangkapan radikal bebas (Jurnal Ilmiah BIOSAINTROPIS).

Keunggulan metode DPPH antara lain prosedurnya yang sederhana, cepat, tidak memerlukan reagen kompleks, dan dapat digunakan untuk berbagai jenis sampel, baik ekstrak kasar maupun senyawa murni. Stabilitas radikal DPPH memungkinkan pengujian dilakukan tanpa perlu pembentukan radikal secara in situ. Namun, metode ini memiliki kekurangan, antara lain sensitivitas tinggi terhadap pelarut dan pH, ketidakmampuannya mengukur antioksidan non-donor elektron, dan keterbatasan representasi terhadap kondisi biologis in vivo. Selain itu, warna ungu DPPH dapat menimbulkan interferensi optik bila digunakan bersama sampel berwarna gelap.

Metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) merupakan salah satu pendekatan spektrofotometri yang banyak digunakan untuk mengukur kapasitas antioksidan total berdasarkan kemampuan senyawa untuk mereduksi ion Fe^{3+} (ferri) menjadi Fe^{2+} (ferro) dalam kondisi asam. Reaksi reduksi ini menghasilkan kompleks berwarna biru antara Fe^{2+} dan trifeniltriazin (TPTZ) yang dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 593–595 nm. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan kekuatan reduktif senyawa antioksidan yang diuji.

Berdasarkan hasil studi literatur, beberapa spesies tanaman menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi saat diuji dengan metode FRAP. Ekstrak daun *Garcinia*

hombroiana menunjukkan bahwa fraksi M3 dari pelarut metanol memiliki aktivitas tertinggi di antara semua fraksi yang diuji, dengan nilai aktivitas sebesar 26,70%. Fraksi EA11 dan EA8 dari pelarut etil asetat masing-masing menunjukkan aktivitas sebesar 25,73% dan 22,37%. Perbedaan aktivitas antar fraksi mengindikasikan bahwa kandungan senyawa aktif seperti fenol dan flavonoid dalam fraksi semi-polar dan polar berkontribusi terhadap kapasitas reduksi ion logam (Pharmacogn J., 2018).

Ekstrak batang dari (*Diospyros foxworthyi*) juga menunjukkan kapasitas antioksidan tertinggi di antara bagian lain tanaman dengan nilai 14,71 mmol Fe²⁺/g. Prosedur yang digunakan mengikuti modifikasi metode Pereira, menunjukkan bahwa bagian batang kaya akan senyawa yang dapat bertindak sebagai donor elektron untuk mereduksi ion logam (International Journal of Agriculture & Biology).

Ekstrak metanol daun (*Uncaria sclerophylla*) menunjukkan aktivitas antioksidan yang signifikan dengan nilai EC₅₀ sebesar 9,50 ± 0,319 µg/mL. Fraksi terbaik yang dihasilkan, FMet5, menunjukkan aktivitas tertinggi dengan nilai EC₅₀ sebesar 8,89 ± 0,1701 µg/mL, diikuti oleh fraksi FMet4 dan FMet6 dengan nilai masing-masing 7,06 ± 0,0751 µg/mL dan 11,14 ± 0,4890 µg/mL. Fraksi dari etil asetat (FEa9) juga menunjukkan aktivitas tinggi (EC₅₀: 6,89 ± 0,0569 µg/mL), mengindikasikan bahwa senyawa polar dan semi-polar efektif dalam mereduksi ion ferri (International Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research).

Metode FRAP memiliki keunggulan dari sisi kesederhanaan prosedur, kestabilan reagen, dan kemampuan menghasilkan data yang reproducible. Metode ini cocok untuk senyawa fenolik dan flavonoid yang bekerja dengan mekanisme transfer elektron. Tetapi terdapat beberapa keterbatasan dalam metode FRAP. Pertama, metode ini hanya bekerja optimal pada pH asam, sehingga kurang representatif terhadap kondisi biologis in vivo yang netral atau basa.

Prinsip metode ABTS didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan dalam menetralkan radikal bebas, yang ditunjukkan melalui perubahan warna. Warna biru kehijauan dari radikal kation ABTS⁺ akan berkurang intensitasnya setelah direduksi oleh antioksidan menjadi bentuk non-radikal yang tidak berwarna (Al-Hmoud et al.,

2014). Aktivitas antioksidan dalam mereduksi ABTS dapat dianalisis dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 734 nm (Sukweenadhi et al., 2020).

Kelebihan dan kekurangan metode ABTS: Metode ini fleksibel karena dapat diterapkan baik dalam pelarut air maupun organik, memiliki waktu reaksi yang cepat, dan dapat digunakan pada berbagai kondisi pH (Apak et al., 2013). Meski begitu, metode ABTS cukup peka terhadap paparan cahaya dan membutuhkan masa inkubasi yang cukup panjang, sekitar 12 hingga 16 jam dalam keadaan gelap (Maryam et al., 2016).

Berdasarkan penelitian oleh Ruskim *et al.* (2023) isolasi aktivitas antioksidan ekstrak etanol 80% kulit batang faloak (*sterculia quadrifida R. Br.*) mengandung golongan senyawa polifenol dan flavonoid. Polifenol berperan sebagai antioksidan dengan menguraikan radikal peroksida (ROO*) dan radikal hidroksi (HO*) sedangkan flavonoid berperan sebagai antioksidan eksogen sehingga mencegah kerusakan sel akibat stress oksidatif. Penelitian ini menggunakan metode ABTS untuk menuntun isolasi senyawa antioksidan dari ekstrak etanol 80% kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida R.Br.*). Melalui teknik KLT-bioautografi-ABTS, berhasil diidentifikasi subfraksi aktif (SFFE A) dengan nilai Rf 0,65 yang menunjukkan noda putih pada latar hijau—indikasi kuat adanya aktivitas antioksidan. Subfraksi tersebut diduga merupakan senyawa polifenol berdasarkan reaksi positif terhadap FeCl₃ dan puncak serapan UV-Vis pada 280 nm. Uji ABTS kuantitatif menunjukkan aktivitas antioksidan sangat tinggi dengan inhibisi 96,69% pada konsentrasi 500 ppm. Hasil ini sejalan dengan penelitian Dillak et al. (2019) dan Saragih & Siswadi (2019) yang menunjukkan faloak kaya flavonoid dan fenol aktif sebagai antioksidan. Metode ABTS terbukti efektif untuk skrining cepat senyawa aktif dan sangat mendukung isolasi berbasis aktivitas.

Berdasarkan penelitian oleh Yuri Pratiwi *et al.* (2023) hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi teknik pengeringan mempengaruhi aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun (*Chromolaena odorata L.*) berdasarkan uji ABTS. Nilai IC₅₀ terbaik diperoleh pada teknik pengeringan dengan sinar matahari tidak langsung yaitu sebesar 10,645 µg/mL, sedangkan teknik diangin-anginkan menunjukkan aktivitas terendah dengan IC₅₀ 28,909 µg/mL. Nilai tersebut mendekati aktivitas vitamin C sebagai pembanding

(IC₅₀ 4,558 µg/mL), menunjukkan bahwa simplisia yang dikeringkan dengan cahaya tidak langsung mampu mempertahankan senyawa antioksidan secara optimal. Penelitian ini selaras dengan temuan Molyneux (2004) yang menyatakan bahwa nilai IC₅₀ yang lebih kecil mencerminkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Kawiji et al. (2012) juga menyebutkan bahwa suhu dan cahaya dapat memengaruhi stabilitas antioksidan. Kandungan flavonoid dan fenolik yang diketahui dalam daun *C. odorata* (Akinmoladun et al., 2007; Fitrah et al., 2017) turut mendukung aktivitas tersebut. Metode ABTS efektif dalam mengukur aktivitas antioksidan melalui mekanisme reduksi radikal ABTS⁺, sebagaimana dijelaskan oleh Setiawan et al. (2018).

Berdasarkan penelitian oleh Rahmi *et al.* (2023) Ekstrak etil asetat daun karamunting (*Melastoma malabathricum* L.) menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat berdasarkan uji metode ABTS dengan nilai IC₅₀ sebesar 2,2419 µg/mL, sedangkan pembanding kuersetin memiliki IC₅₀ 2,6821 µg/mL. Nilai IC₅₀ yang lebih kecil menunjukkan kemampuan yang lebih tinggi dalam menetralsir radikal bebas (Molyneux, 2004). Hasil uji pada ekstrak menunjukkan persentase inhibisi sebagai berikut:

- Konsentrasi 1 µg/mL → 43,88%
- Konsentrasi 2 µg/mL → 47,86%
- Konsentrasi 3 µg/mL → 53,44%
- Konsentrasi 4 µg/mL → 60,41%
- Konsentrasi 5 µg/mL → 65,77%

Aktivitas ini didukung oleh hasil skrining fitokimia yang menunjukkan keberadaan senyawa aktif seperti fenol, flavonoid, alkaloid, saponin, dan steroid, yang diketahui berperan dalam menangkap radikal bebas melalui mekanisme donasi elektron atau atom hidrogen. Metode ABTS digunakan karena memiliki keunggulan dibandingkan metode lain, yaitu stabil dalam berbagai pH, bekerja dalam sistem hidrofilik maupun lipofilik, serta memberikan reaksi cepat terhadap senyawa antioksidan (Shalaby et al., 2013; Setiawan et al., 2018). Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) dilakukan pada 745 nm, dengan waktu reaksi stabil (operating time) antara menit ke-38 hingga 42. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya oleh Diana (2022) yang melaporkan nilai IC₅₀ sebesar 2,204 µg/mL untuk ekstrak etanol daun karamunting

menggunakan metode ABTS. Hal ini menguatkan bahwa pelarut etil asetat yang bersifat semi-polar mampu mengekstraksi senyawa bioaktif yang berkontribusi besar terhadap aktivitas antioksidan.

Berdasarkan penelitian oleh Nursamsiar *et al.* (2021) menunjukkan bahwa variasi jenis cairan penyari berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun kembang bulan (*Tithonia diversifolia*). Pengujian dilakukan menggunakan metode ABTS yang memanfaatkan reaksi reduksi radikal ABTS^{•+} oleh senyawa antioksidan. Hasil uji menunjukkan bahwa ekstrak dengan pelarut etanol 70% memberikan aktivitas antioksidan paling kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 56,71 µg/mL, diikuti oleh ekstrak etil asetat (IC₅₀ = 106,47 µg/mL) dan ekstrak n-heksan (IC₅₀ = 191,57 µg/mL). Vitamin C sebagai kontrol positif menunjukkan aktivitas sangat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 10,46 µg/mL. Rendemen tertinggi diperoleh dari ekstraksi menggunakan etanol 70% (10,44%), menunjukkan bahwa pelarut polar lebih mampu melarutkan senyawa aktif dibandingkan pelarut semi-polar dan non-polar. Aktivitas antioksidan yang lebih tinggi pada ekstrak etanol diduga berkaitan dengan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki polaritas tinggi dan larut baik dalam pelarut polar. Hal ini sejalan dengan temuan Zirconia *et al.* (2015) yang mengidentifikasi adanya senyawa flavonoid seperti 5,7,8,3',4'-pentahidroksiflavanonol pada daun *T. diversifolia*, yang diketahui berperan penting dalam menangkal radikal bebas. Selain itu, Ames *et al.* (1993) menyatakan bahwa efektivitas cairan penyari dipengaruhi oleh kesesuaian kepolaran pelarut dengan senyawa target yang diekstraksi. Pelarut polar memiliki kemampuan lebih tinggi dalam mengekstraksi metabolit sekunder polar yang berperan sebagai antioksidan.

Keunggulan metode ABTS juga diperkuat oleh Shalaby & Shanab (2013) dan Dawidowicz & Olszowy (2013), yang menyebutkan bahwa ABTS dapat diaplikasikan dalam pelarut hidrofilik maupun lipofilik, serta sensitif terhadap aktivitas penangkapan radikal dari senyawa fenolik.

Berdasarkan penelitian oleh Marie *et al.* (2024) Fraksi etil asetat daun salam (*Zyzygium polyanthum*) diketahui mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan tanin yang berperan penting sebagai antioksidan. Berdasarkan hasil penelitian ini, seluruh formula masker gel peel-off dengan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5% menunjukkan karakteristik fisik yang baik, meliputi organoleptik, pH (5,2–6), daya sebar (5–5,8 cm), daya lekat

(>8 detik), viskositas (130–153 dPa.s), ketahanan lipat (>100 kali), dan waktu mengering (20–30 menit). Aktivitas antioksidan masker diuji menggunakan metode ABTS dengan panjang gelombang maksimum 732 nm dan waktu reaksi optimal 6 menit. Hasil menunjukkan bahwa formula dengan konsentrasi 1,5% menghasilkan aktivitas antioksidan paling tinggi dengan nilai IC_{50} sebesar 46,6954 ppm, yang masuk dalam kategori sangat kuat. Formula 1% dan 0,5% memiliki nilai IC_{50} masing-masing 59,7467 ppm dan 67,4243 ppm, termasuk dalam kategori kuat. Sebagai pembanding, kuersetin menunjukkan IC_{50} sebesar 17,5809 ppm. Hasil ini memperkuat temuan Yandra (2017) dan Susilowati & Wulandari (2019) yang juga melaporkan bahwa fraksi etil asetat daun salam memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan fraksi n-heksan dan air berdasarkan metode DPPH. Yandra mencatat IC_{50} fraksi etil asetat sebesar 41,54 ppm, sedangkan Susilowati & Wulandari melaporkan nilai IC_{50} sebesar 47,7709 ppm. Perbedaan nilai IC_{50} antara metode DPPH dan ABTS dapat disebabkan oleh perbedaan prinsip reaksi dan sensitivitas terhadap senyawa polar. Metode ABTS dipilih dalam penelitian ini karena memiliki keunggulan dibandingkan DPPH, seperti stabil di berbagai pH dan pelarut, serta mampu mendeteksi reaksi antioksidan terhadap radikal kation $ABTS^+$. Penggunaan ABTS pada panjang gelombang 732 nm memungkinkan deteksi optimal terhadap penurunan absorbansi akibat reaksi reduksi oleh senyawa antioksidan.

Prinsip dasar metode ORAC ini yaitu mengukur kemampuan antioksidan dengan cara donor hidrogen dalam meredam radikal peroksi yang dilihat berdasarkan penurunan intensitas molekul fluoresen selama waktu reaksi (Aristizabal et al., 2015; Gülçin, 2012). Kelebihan metode ini dapat digunakan untuk sampel alami yang kompleks. Jurnal ini menggunakan ORAC untuk menguji buah *Greigia sphacelata* secara langsung tanpa pemurnian senyawa individu. “The antioxidant capacity determinations were carried out of the methanolic extract of the fruit” (hal. 4926). Kekurangan metode ini sulit dalam praktiknya, sensitif terhadap suhu rendah yang dapat menurunkan reproduktifitas pengujian (Ácsová et al., 2020; Gülçin, 2012).

Berdasarkan penelitian oleh Aravena-Sanhueza et al. (2020), buah *Greigia sphacelata* yang dikenal secara lokal sebagai Chupón atau Quiscal, menunjukkan aktivitas antioksidan sebesar 3525 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ ekuivalen Trolox berdasarkan uji ORAC

spektrofotometri. Selain itu, uji voltametri pulsa diferensial (DPV) juga dilakukan dan menghasilkan nilai 724 $\mu\text{mol}/100\text{ g}$ ekuivalen Trolox, dengan korelasi kuat antara kedua metode ($r = 0.969$). Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kadar antioksidan terdeteksi lebih tinggi dengan metode ORAC, metode DPV dapat digunakan sebagai alternatif elektrokimia yang andal dan sensitif untuk pengukuran kapasitas antioksidan pada buah ini. Temuan ini juga memperkuat potensi *Greigia sphacelata* sebagai sumber senyawa antioksidan alami.

Berdasarkan jurnal “Evaluation of ORAC methodologies in determination of antioxidant capacity of binary combinations of quercetin and 3-(3,4,5-trihydroxybenzoyl) coumarin derivatives.” Pada hasil Uji ORAC-FL: Quercetin menunjukkan nilai ORAC-FL sebesar 4,10 $\mu\text{M TE}$ (Trolox Equivalents). Turunan Kumarin menunjukkan nilai ORAC-FL sebesar 1,09 $\mu\text{M TE}$. Kombinasi Biner (Q:C) menunjukkan nilai ORAC-FL yang bervariasi tergantung proporsi. Sedangkan pada hasil Uji ORAC-Pyrogallol (ORAC-PGR): Quercetin menunjukkan nilai ORAC-PGR sebesar 2,11 $\mu\text{M TE}$. Turunan Kumarin menunjukkan nilai ORAC-PGR sebesar 0,19 $\mu\text{M TE}$. Kombinasi Biner menunjukkan nilai ORAC-PGR yang bervariasi tergantung proporsi. Secara keseluruhan, Quercetin menunjukkan kapasitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan turunan kumarin pada kedua metode ORAC. Kombinasi biner menunjukkan efek yang berbeda-beda, ada yang sinergis atau antagonis, tergantung pada rasio kombinasi kedua senyawa. Linearitas kedua uji (ORAC-FL dengan R^2 0,9995 dan ORAC-PGR dengan R^2 0,9997) juga menunjukkan keandalan hasil yang diperoleh.

Berdasarkan penelitian oleh Pilaquina et al. (2021), ekstrak daun *Solanum mammosum L.* menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi dengan nilai ORAC-FL sebesar $3944 \pm 112\ \mu\text{M TE/g}$, namun mengalami penurunan setelah digunakan dalam sintesis nanopartikel perak (AgNPs), menjadi $637.5 \pm 14.8\ \mu\text{M TE/g}$. Penurunan ini disebabkan oleh teroksidasinya senyawa aktif selama proses pembentukan nanopartikel. Hasil uji CAA juga menunjukkan aktivitas yang lebih tinggi pada ekstrak ($14,7 \pm 0,2\%$) dibandingkan AgNPs ($12,5 \pm 0,2\%$). Kandungan total polifenol lebih tinggi pada ekstrak (826,6 mg EGA/100 g) dibandingkan AgNPs (139,7 mg EGA/100 g), dengan asam galat sebagai senyawa dominan. Selain itu, AgNPs menunjukkan sedikit efek

toksik terhadap *E. coli* dan *Bacillus sp.*, sedangkan ekstrak tidak. Hasil ini menegaskan potensi *S. mammosum* sebagai sumber antioksidan alami sekaligus agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel.

Metode CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity) merupakan metode spektrofotometri yang digunakan untuk mengukur kemampuan antioksidan dalam mereduksi ion Cu(II) menjadi Cu(I), yang kemudian bereaksi dengan neocuproin membentuk kompleks berwarna oranye yang diukur pada panjang gelombang $\pm 450\text{--}453$ nm (Hafiz dkk., 2020; Denny dkk., 2024). CUPRAC termasuk metode berbasis reaksi redoks yang banyak digunakan karena bersifat selektif dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis senyawa antioksidan baik hidrofilik maupun lipofilik (Özyürek dkk., 2011). Kelebihan metode CUPRAC waktu inkubasi singkat sehingga proses analisis lebih efisien (Denny dkk., 2024). Reagen stabil & mudah diperoleh : CuCl_2 , neocuproin, dan buffer asetat relatif murah serta tidak mudah terdegradasi (Maryam dkk., 2015 dalam Hafiz dkk., 2020). Kekurangan metode CUPRAC yang penting untuk diperhatikan yaitu Interferensi warna:, Sampel yang memiliki warna pekat atau pigmen kuat dapat mengganggu pembacaan absorbansi spektrofotometer, sehingga hasilnya kurang akurat.

Berdasarkan hasil kajian terhadap beberapa penelitian, dapat disimpulkan bahwa berbagai ekstrak tanaman lokal Indonesia menunjukkan potensi sebagai sumber antioksidan alami. Hal ini ditunjukkan oleh nilai IC_{50} yang diperoleh melalui berbagai metode pengujian, seperti metode CUPRAC, serta kandungan senyawa bioaktif yang berperan dalam mekanisme antioksidan.

Ekstrak hidroalkoholik herba Puguntano dan buah Andaliman menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai IC_{50} di bawah $50 \mu\text{g/mL}$. Aktivitas tertinggi diperoleh dari Puguntano dengan pelarut etanol 60% ($\text{IC}_{50} = 22,07 \pm 0,23 \mu\text{g/mL}$), dan Andaliman dengan pelarut etanol 50% ($\text{IC}_{50} = 25,39 \pm 0,30 \mu\text{g/mL}$). Hasil ini mengindikasikan bahwa pelarut dengan kandungan air yang lebih tinggi cenderung lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat polar, sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan. Sebagai pembanding, quercetin sebagai antioksidan standar menunjukkan potensi yang jauh lebih kuat dengan IC_{50} sebesar $2,21 \pm 0,02 \mu\text{g/mL}$.

Penelitian terhadap daun melinjo (*Gnetum gnemon* L.) menunjukkan bahwa ekstrak etanol 96% serta fraksi-fraksinya (n-heksana, etil asetat, dan air) mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, polifenol, alkaloid, dan tanin. Uji dengan metode CUPRAC menunjukkan bahwa fraksi etil asetat (59,80 ppm), air (67,91 ppm), dan etanol (60,69 ppm) tergolong memiliki aktivitas antioksidan kuat, sedangkan fraksi n-heksana (117,24 ppm) dikategorikan sedang. Ini kembali menegaskan bahwa pelarut polar dan semi-polar lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa aktif yang berperan sebagai antioksidan.

Studi lain menunjukkan bahwa bagian buah dari tanaman Terap (*Artocarpus odoratissimus*) memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan daun dan kulit buahnya. Ekstrak buah memiliki nilai IC_{50} sebesar 84,96 ppm (kategori kuat), sedangkan daun 102,25 ppm (sedang), dan kulit buah 160,89 ppm (lemah). Meskipun nilai tersebut masih jauh dibandingkan quercetin (7,28 ppm), namun hal ini menunjukkan adanya variasi potensi antioksidan berdasarkan bagian tanaman yang diekstrak.

Pada buah kersen (*Muntingia calabura* L.), fraksi etil asetat menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai GAEAC 7,181 $\mu\text{M}/\text{mg}$, yang sebanding dengan kandungan fenolik tertinggi pada fraksi ini (38,2%). Aktivitas ini jauh lebih tinggi dibandingkan fraksi lainnya seperti etanol-air dan n-heksana. Hubungan antara kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan sangat jelas, karena senyawa fenolik mampu mendonorkan elektron untuk menetralkan radikal bebas.

Sementara itu, ekstrak etanolik daun yodium juga memperlihatkan potensi antioksidan dengan rata-rata nilai AAE sebesar $0,7385 \pm 0,0521 \text{ mg L}^{-1} \text{ AA g}^{-1}$. Perubahan warna yang terjadi selama uji kualitatif juga mendukung adanya aktivitas antioksidan, yang ditunjukkan oleh terbentuknya kompleks ion Cu^+ -neokuproin. Hasil ini konsisten dan menunjukkan kandungan senyawa antioksidan seperti flavonoid dan tanin, yang telah dikenal memiliki kemampuan dalam menangkal radikal bebas.

Secara keseluruhan, hasil-hasil tersebut memperkuat bukti bahwa senyawa fenolik dan flavonoid memegang peran kunci dalam aktivitas antioksidan. Pelarut polar seperti etanol dan air umumnya lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa-senyawa tersebut.

Potensi ini membuka peluang besar dalam pengembangan produk alami sebagai agen antioksidan, baik untuk tujuan farmasi, kosmetik, maupun pangan fungsional.

Bagian ini memuat proses pengumpulan data, rentang waktu dan lokasi penelitian, dan hasil analisis data (yang dapat didukung dengan ilustrasi dalam bentuk tabel atau gambar, **bukan** data mentah, serta **bukan** dalam bentuk *printscreen* hasil analisis), ulasan tentang keterkaitan antara hasil dan konsep dasar, dan atau hasil pengujian hipotesis (jika ada), serta kesesuaian atau pertentangan dengan hasil penelitian sebelumnya, beserta interpretasinya masing-masing. Bagian ini juga dapat memuat implikasi hasil penelitian, baik secara teoritis maupun terapan. Setiap gambar dan tabel yang digunakan harus diacu dan diberikan penjelasan di dalam teks, serta diberikan penomoran dan sumber acuan. Berikut ini diberikan contoh tata cara penulisan subjudul, sub-subjudul, sub-sub-subjdul, dan seterusnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan ditulis secara singkat yaitu mampu menjawab tujuan atau permasalahan penelitian dengan menunjukkan hasil penelitian atau pengujian hipotesis penelitian, tanpa mengulang pembahasan. Kesimpulan ditulis secara kritis, logis, dan jujur berdasarkan fakta hasil penelitian yang ada, serta penuh kehati-hatian apabila terdapat upaya generalisasi. Bagian kesimpulan dan saran ini ditulis dalam bentuk paragraf, tidak menggunakan penomoran atau *bullet*. Pada bagian ini juga dimungkinkan apabila penulis ingin memberikan saran atau rekomendasi tindakan berdasarkan kesimpulan hasil penelitian. Demikian pula, penulis juga sangat disarankan untuk memberikan ulasan terkait keterbatasan penelitian, serta rekomendasi untuk penelitian yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH (Jika Diperlukan)

Bagian ini disediakan bagi penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih, baik kepada pihak penyandang dana penelitian, pendukung fasilitas, atau bantuan ulasan

naskah. Bagian ini juga dapat digunakan untuk memberikan pernyataan atau penjelasan, apabila artikel ini merupakan bagian dari skripsi/tesis/disertasi/makalah konferensi/hasil penelitian.

DAFTAR REFERENSI

Referensi berisi daftar jurnal, buku, atau referensi lain yang diacu dalam naskah yang terbit dalam 5 tahun terakhir dengan jumlah minimal 75% dari seluruh referensi yang digunakan. Mayoritas referensi adalah sumber primer yaitu jurnal ilmiah/prosiding. Jumlah referensi secara keseluruhan yang diacu minimal 20 buah, dan sebanyak 75%-nya berasal dari publikasi jurnal ilmiah/prosiding hasil penelitian. Penulisan referensi secara alfabetis dan mengikuti gaya penulisan American Psychological Association (APA) 6th Edition. Manajemen penulisan referensi (dan kutipan) sangat disarankan menggunakan aplikasi Mendeley. Contoh penulisan referensi berdasarkan APA 6th Edition sebagai berikut:

Artikel Jurnal (satu, dua, atau lebih dari dua penulis)

- Hidayati, S.N. (2016). Pengaruh Pendekatan Keras dan Lunak Pemimpin Organisasi terhadap Kepuasan Kerja dan Potensi Mogok Kerja Karyawan. *Jurnal Maksipreneur: Manajemen, Koperasi, dan Entrepreneurship*, 5(2), 57-66. <http://dx.doi.org/10.30588/SOSHUMDIK.v5i2.164>.
- Risdwiyanto, A. & Kurniyati, Y. (2015). Strategi Pemasaran Perguruan Tinggi Swasta di Kabupaten Sleman Yogyakarta Berbasis Rangsangan Pemasaran. *Jurnal Maksipreneur: Manajemen, Koperasi, dan Entrepreneurship*, 5(1), 1-23. <http://dx.doi.org/10.30588/SOSHUMDIK.v5i1.142>.
- Bator, R. J., Bryan, A. D., & Schultz, P. W. (2011). Who Gives a Hoot?: Intercept Surveys of Litterers and Disposers. *Environment and Behavior*, 43(3), 295–315. <https://doi.org/10.1177/0013916509356884>.

Artikel Prosiding

- Norsyaheera, A.W., Lailatul, F.A.H., Shahid, S.A.M., & Maon, S.N. (2016). The Relationship Between Marketing Mix and Customer Loyalty in Hijab Industry: The Mediating Effect of Customer Satisfaction. In *Procedia Economics and Finance* (Vol. 37, pp. 366–371). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30138-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30138-1).

Working Paper

- Armand, F. (2003). Social Marketing Models for Product-Based Reproductive Health Programs: A Comparative Analysis. *Occasional Paper Series*. Washington, DC. Retrieved from www.cmsproject.com.

Disertasi/Tesis/Paper Kerja

Belair, A. R. (2003). Shopping for Your Self: When Marketing becomes a Social Problem. *Dissertation*. Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.

Lindawati (2015). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Ekonomi dan Kesejahteraan Rumah Tangga Petani Usahatani Terpadu Padi-Sapi di Provinsi Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/85350>.

Buku Teks

Kotler, P., & Lee, N. R. (2009). *Up and Out of Poverty: The Social Marketing Solution*. New Jersey: Pearson Education, Inc.

Laporan Instansi/Lembaga/Organisasi/Perusahaan

LPPSP. (2016). *Statistik Indonesia 2016*. Badan Pusat Statistik, 676. Jakarta. Diakses dari <https://www.LPPSP.go.id/index.php/publikasi/326>.

Artikel Surat Kabar/Majalah

Risdwiyanto, A. (2016). Tas Kresek Berbayar, Ubah Perilaku Belanja? *Kedaulatan Rakyat*, 22 Februari, 12.

Sumber dari internet dengan nama penulis

Chain, P. (1997). Same or Different?: A Comparison of the Beliefs Australian and Chinese University Students Hold about Learning's Proceedings of AARE Conference. Swinburne University. Available at: <http://www.swin.edu.au/aare/97pap/CHAN97058.html>, diakses tanggal 27 Mei 2000.

Sumber dari internet tanpa nama penulis (tuliskan nama organisasi/perusahaan)

StatSoft, Inc. (1997). Electronic Statistic Textbook. Tulsa OK., StatSoft Online. Available at: <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>, diakses tanggal 27 Mei 2000.

Catatan Kaki

Catatan kaki atau footnote tidak dapat digunakan untuk menulis referensi. Footnote hanya digunakan untuk memberikan informasi atau keterangan umum untuk memperjelas tulisan pada suatu halaman. Footnote ditulis dengan spasi tunggal dengan jenis huruf times new romans ukuran 10 pt dan diberikan penomoran, serta ditempatkan pada bagian akhir teks halaman terkait.

Penempatan Tabel

Tabel 1. Frekuensi Umur dalam tahun

Umur (dalam tahun)	Frekuensi
15 – 19	3
20 – 24	6
25 – 29	10
30 – 34	5
35 – 39	2

Sumber: SOSHUMDIK (2022).

Penempatan Gambar



Keterangan: Gambar harus jelas dan *fix* (tidak pecah).
Sumber: SOSHUMDIK (2022).

Gambar 1. Grafik pengunjung pada suatu website

Cara penulisan referensi di dalam naskah

Penulisan sitasi (*body notes*) sesuai dengan standar American Psychological Association (APA) 6th Edition. Berikut ini adalah contoh sitasi di dalam sebuah paragraf yang mengacu pada contoh daftar referensi di atas:

Sebagaimana yang tertera dalam Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003 Bab 1 Pasal 1 tentang Sistem Pendidikan nasional dinyatakan bahwa “Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta

keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. (Sukmadinata, 2009)

Refleksi diartikan sebagai berpikir mengenai pengalaman sendiri dari masa lalu atau mawas diri. Refleksi dilakukan oleh siswa setelah melaksanakan berbagai kegiatan dalam bentuk pengalaman belajar. Siswa antara satu dengan lainnya melakukan analisis, pemaknaan, penjelasan, penyimpulan, dan tindak lanjut dari pengalaman belajar yang dilalui (Rusman, 2011).