



PENGARUH LAMA PENYIMPANAN EKSTRAK DAUN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) TERHADAP KADAR FLAVONOID TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN

Nina Nurhasanah Hasan¹, Sri Wahyuningsih^{2*}

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Megarezky, Indonesia

²Program Studi S1 Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

*Alamat Korespondensi: sri.wahyuningsih@unm.ac.id

Abstract: This laboratory experimental study with a quantitative approach aimed to evaluate the effect of storage duration on the total flavonoid content and antioxidant activity of ethanol extract of *Jatropha curcas* L. leaves. The extract was obtained using the Soxhlet extraction method with 96% ethanol as the solvent and stored at 4–8°C for 0, 3, 6, and 12 days. The total flavonoid content was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer with quercetin as the standard, while antioxidant activity was assessed using the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) method by determining the IC₅₀ values. The results showed a decrease in total flavonoid content from 39,248 ± 0,091 mg QE/g on day 0 to 14,446 ± 0,060 mg QE/g on day 12. Antioxidant activity also decreased, as indicated by the increase in IC₅₀ value from 11,136 ± 0,013 ppm to 85,438 ± 2,005 ppm. Both flavonoid content and antioxidant activity declined progressively with longer storage duration. This study confirms that storage duration significantly affects the stability of flavonoid compounds and the antioxidant effectiveness of *Jatropha curcas* L. leaf extract.

Kata kunci: antioxidant, *jatropha curcas* leaves, flavonoid, extract storage duration, soxhlet

Abstrak: Penelitian ini merupakan metode kuantitatif dengan desain eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Ekstrak diperoleh melalui metode ekstraksi soxhlet dengan menggunakan pelarut etanol 96% kemudian disimpan pada suhu 4-8°C selama 0, 3, 6 dan 12 hari. Analisis kadar flavonoid total dilakukan menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis dengan standar kuersetin, sedangkan aktivitas antioksidan dievaluasi menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) melalui pengukuran nilai IC₅₀. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar flavonoid total dari 39,248 ± 0,091 mg QE/g pada hari ke-0 menjadi 14,446 ± 0,060 mg QE/g pada hari ke-12. Aktivitas antioksidan juga mengalami penurunan, ditunjukkan oleh peningkatan nilai IC₅₀ dari 11,136 ± 0,013 ppm menjadi 85,438 ± 2,005 ppm. Kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan menurun secara bertahap seiring lamanya penyimpanan. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap kestabilan kandungan flavonoid dan efektivitas aktivitas antioksidan pada ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.).

Keywords: antioksidan, daun jarak pagar, flavonoid, lama penyimpanan ekstrak, soxhlet

PENDAHULUAN

Perubahan pola hidup masyarakat modern yang cenderung tidak sehat telah menjadi faktor utama dalam meningkatnya prevalensi penyakit degeneratif, seperti penyakit kardiovaskular, kanker, diabetes mellitus, hipertensi, dan stroke yang ditandai dengan kerusakan bertahap pada struktur dan fungsi tubuh serta memberikan dampak besar terhadap kesehatan masyarakat secara global (Sheikh et al., 2024). Menurut WHO (2020) sekitar 73%

kematian di dunia disebabkan oleh penyakit degeneratif, di Indonesia prevalensi penyakit degeneratif juga tinggi, yaitu sekitar 20,8%. Radikal bebas menjadi salah satu faktor pemicu stres oksidatif yang mendorong terjadinya proses awal dan perkembangan penyakit degeneratif melalui kerusakan biomolekul dan gangguan fungsi seluler. Ketika sistem antioksidan endogen tidak mampu menetralkan stres oksidatif secara optimal, antioksidan eksogen dibutuhkan untuk menjaga kestabilan fungsi sel (Martemucci et al., 2022).

Antioksidan berperan menetralkan radikal bebas dengan mendonorkan elektron atau atom hidrogen, sehingga mampu memutus rantai reaksi oksidatif dan melindungi struktur serta fungsi sel dari kerusakan (Chouikh et al., 2025). Sumber antioksidan alami banyak ditemukan pada tanaman karena tanaman mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenol, tanin, saponin, alkaloid, steroid, karotenoid, tokoferol, dan polifenol, berdasarkan hasil penelitian dapat berperan sebagai antioksidan dan mampu menangkalkan radikal bebas. Sementara itu, antioksidan sintetik atau natural-identical dapat berupa asam askorbat, β -karoten, tokoferol, EDTA, BHA, BHT, TBHQ, propyl gallate, dan asetilsistein. Senyawa-senyawa tersebut digunakan sebagai antioksidan dalam makanan, farmasi, kosmetik, atau sebagai agen terapi, tergantung pada sifat kimia dan mekanisme kerjanya (Stoia et al., 2022).

Tanaman merupakan sumber penting antioksidan alami karena mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki kemampuan menangkalkan radikal bebas serta berpotensi dikembangkan untuk aplikasi farmasi dan kesehatan (Tungmunnithum et al., 2018). Flavonoid, sebagai kelompok senyawa fenolik terbesar, dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Salah satu tanaman yang memiliki aktivitas antioksidan berpotensi adalah jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun jarak pagar memiliki nilai antioksidan sebesar 52,06 ppm (Egra et al., 2023). Kandungan flavonoid pada daun jarak pagar juga tinggi, sekitar 13,459 mg QE/g pada 250 mg ekstrak, sehingga tanaman ini berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif (Anwar et al., 2024).

Ekstrak daun jarak pagar menggunakan pelarut etanol dilaporkan memiliki berbagai metabolit antara lain alkaloid, terpenoid, flavonoid, saponin, dan fenolik (Krisdiyanto & Muhammad, 2023). Aktivitas antioksidan ekstrak daun jarak pagar yang diperoleh dengan metode maserasi dilaporkan memiliki nilai IC_{50} sebesar 79,57 μ g/mL (Rofida, 2015), sedangkan metode soxhlet menghasilkan aktivitas sangat kuat sebagai antioksidan dengan IC_{50} sebesar 32,83 μ g/mL (Rahman et al., 2023). Metode Soxhlet efektif dalam mengekstraksi senyawa bioaktif karena bekerja melalui proses ekstraksi kontinu menggunakan pelarut yang diuapkan, dikondensasikan, dan dialirkan kembali secara berulang ke bahan sampel. Proses ini

memungkinkan sampel berkontak berulang dengan pelarut segar sehingga penyarian senyawa aktif menjadi lebih optimal (Zhang, *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian melaporkan penurunan aktivitas antioksidan seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Misalnya, ekstrak daun asam mengalami penurunan total fenolik, vitamin C, dan kapasitas antioksidan selama penyimpanan empat minggu, dengan kondisi terbaik pada suhu 5 °C (Wulansari *et al.*, 2020). Selain suhu, lamanya penyimpanan juga menjadi variabel penting yang memengaruhi degradasi kimia seperti oksidasi atau hidrolisis. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi bagaimana perubahan total dan aktivitas antioksidan terjadi selama penyimpanan, terutama untuk ekstrak yang memiliki potensi sebagai sumber bahan baku obat atau kosmetik berbasis herbal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi ilmiah mengenai stabilitas senyawa bioaktif selama penyimpanan dan menjadi dasar rekomendasi dalam menjaga kualitas ekstrak tanaman berpotensi antioksidan tinggi.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu antara lain alat-alat gelas yang umum digunakan, blender, pH meter, pipet mikro, rotary evaporator, rangkaian alat soxhlet, spektrofotometri UV-Vis, dan timbangan analitik.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aluminium foil, AlCl₃, aquadest, daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) etanol 96%, HCl pekat, kuersetin, larutan DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*), NaOH, dan vitamin C.

Prosedur Kerja

1. Pengolahan Sampel

Pengambilan sampel daun jarak pagar berlokasi di Kelurahan Antang, Kecamatan Manggala, Kota Makassar dengan titik koordinat GPS 5°09'51.8"S 119°29'34.1"E yang memiliki ketinggian ±18 mdpl yang tumbuh di area pemukiman dan lahan terbuka. Sampel

diambil pada pagi hari sekitar pukul 09.00 WITA. Hal tersebut untuk menyeragamkan kondisi fisiologi tanaman sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara objektif dan belum terpapar sinar matahari siang yang dapat mengubah kandungan senyawa metabolit sekunder dalam tanaman.

Daun yang telah dikumpulkan terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran dengan cara cuci menggunakan air mengalir. Setelah proses pencucian dilakukan proses perajangan pada daun, kemudian dikeringkan hingga menjadi simplisia. Setelah kering, sampel diblender kasar untuk memperbesar luas permukaan sehingga mempermudah proses ekstraksi.

2. Ekstraksi Sampel Metode Soxhlet

Dalam proses ekstraksi soxhlet digunakan pelarut etanol 96%. Sampel yang dihaluskan ditimbang sebanyak 50 gram dan dimasukkan dalam labu soxhlet selama enam jam. Kemudian, alat soxhlet disiapkan, selongsong yang berisi bahan dimasukkan ke dalam labu, penangas dinyalakan dan suhu yang diatur menjadi 70°C. Setelah proses ekstraksi selesai, proses selanjutnya yaitu pemekatan ekstrak dengan rotary evaporator untuk menghasilkan ekstrak kental etanol

3. Penyimpanan Ekstrak Daun Jarak Pagar

Ekstrak kental yang diperoleh ditimbang untuk mengetahui bobot totalnya, kemudian dipisahkan menjadi empat bagian. Bagian pertama langsung dianalisis pada hari ke-0 sedangkan bagian kedua, ketiga dan keempat masing-masing disimpan selama 3, 6, dan 12 hari. Seluruh ekstrak ditempatkan dalam wadah botol vial yang ditutup rapat dengan aluminium foil kemudian dimasukkan dalam styrofoam kecil yang disimpan pada lemari pendingin suhu 4-8°C. Kondisi penyimpanan dibuat minim cahaya agar tidak terjadi degradasi senyawa akibat paparan cahaya. Kelembaban relatif lingkungan penyimpanan dipertahankan pada kisaran 50–60% RH. Setelah mencapai waktu penyimpanan yang ditentukan, setiap sampel di uji kadar flavonoidnya serta aktivitas antioksidannya.

4. Evaluasi Sifat Ekstrak

Evaluasi sifat fisik ekstrak dilakukan uji organoleptik dengan memantau perubahan pada beberapa aspek selama periode penyimpanan. Pengujian organoleptik meliputi warna, bau, dan tekstur pada ekstrak. Serta dilakukan evaluasi pH pada ekstrak untuk melihat stabilitas kimia ekstrak selama penyimpanan.

5. Uji Kualitatif Flavonoid Ekstrak Daun Jarak Pagar

Ekstrak daun jarak pagar dilarutkan dalam etanol 96%, kemudian ditambahkan sedikit serbuk magnesium. Beberapa tetes HCl pekat juga ditetaskan. Terbentuknya warna merah, jingga, atau kuning mengindikasikan keberadaan senyawa flavonoid.

6. Pengujian Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Jarak Pagar

a. Pembuatan Larutan Standar Kuersetin:

Kuersetin standar ditimbang 10 mg, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL, selanjutnya dilarutkan dengan etanol p.a sampai tanda batas (1000 ppm). Kemudian dipipet 5 ml dan dicukupkan etanol p.a 50 ml (100 ppm).

b. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin

Larutan standar kuersetin dipipet 1 mL dengan konsentrasi 100 ppm, kemudian ditambahkan 0,1 mL larutan AlCl₃ 10% dan 0,1 mL larutan natrium asetat. Volume larutan kemudian ditambahkan etanol p.a hingga mencapai 5 mL dalam vial. Setelah digabungkan maka campuran tersebut diinkubasi selama 30 menit. Selanjutnya, pemindaian dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis. Kuersetin ditemukan memiliki panjang gelombang maksimal 424 nm.

c. Pembuatan Kurva Baku Kuersetin

Larutan kuersetin 100 ppm dipipet dalam 10 mL sebanyak 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL dan 5 mL masing-masing untuk mendapatkan konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Setiap konsentrasi diambil dalam jumlah 1 mL dan disimpan ke vial kemudian larutan AlCl₃ 10% dan 0,1 mL larutan natrium asetat 1 M ditambahkan etanol p.a hingga mencapai 5 mL. Sebelum pengukuran absorbansi dilakukan, larutan diinkubasi selama 30 menit.

d. Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Jarak Pagar

Ekstrak daun jarak pagar ditimbang 10 mg, kemudian dilarutkan dengan etanol p.a dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL hingga mencapai tanda batas untuk memperoleh larutan hingga mencapai konsentrasi 1000 ppm. Selanjutnya, 1 mL dari larutan tersebut dipipet dalam labu ukur 10 mL, ditambahkan 0,1 mL larutan AlCl₃ 10%, dan 0,1 mL larutan natrium asetat 1 M, lalu dicukupkan dengan etanol p.a sampai 5 mL. Kemudian, larutan diinkubasi selama 30 menit. Pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV/Vis pada panjang gelombang maksimum 424 nm. Penentuan kadar flavonoid total dilakukan seperti cara diatas pada hari ke-0, 3, 6, dan 12.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kadar flavonoid total yaitu dengan rumus:

$$F = \frac{C \times V \times F_p}{m} \times 100\%$$

Keterangan:

C = Konsentrasi kuersetin (ppm/1000mL)

V = Volume total ekstrak

Fp = Faktor pengenceran

m = Berat sampel (mg)

7. Pengujian Antioksidan Ekstrak Daun Jarak Pagar Metode DPPH

a. Pembuatan Larutan DPPH 100 ppm

Serbuk DPPH ditimbang 5 mg kemudian dilarutkan menggunakan etanol p.a dalam labu ukur 50 mL hingga menjadi larutan DPPH dengan konsentrasi 100 ppm.

b. Pembuatan Larutan Blanko

Larutan DPPH dipipet 1 mL dan dicampurkan dengan 2 mL etanol p.a. Setelah itu, campuran dibiarkan di tempat gelap selama waktu inkubasi selama 30 menit (*operating time*) yang telah ditetapkan sebelumnya

c. Penetapan Panjang Gelombang DPPH

Larutan DPPH dipipet 1 ml dan dicampurkan dengan 2 mL etanol p.a. Setelah itu, campuran dibiarkan di tempat gelap selama waktu inkubasi selama 30 menit (*operating time*). Absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dalam rentang panjang gelombang 400-800 nm. Pengukuran panjang gelombang DPPH dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, dan 12. Panjang gelombang maksimal DPPH yang diperoleh pada rentang hari 0, 3, 6, dan 12 kisaran 515-517 nm

d. Peengujian Aktivitas Antioksidan Larutan Uji Vitamin C dan ekstrak daun jarak pagar

Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif dalam pengujian aktivitas antioksidan karena memiliki kemampuan kuat dalam menangkap radikal bebas. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan sebagai berikut, masing-masing ekstrak daun jarak pagar dan vitamin C ditimbang 5 mg, kemudian ditambahkan dengan etanol p.a dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL (500 ppm). Setelah itu, 5 ml diambil dan 25 mL etanol p.a ditambahkan untuk menjadi konsentrasi 100 ppm. Kemudian dibuat seri konsentrasi 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm, 12 ppm, dan 14 ppm. Penggunaan seri konsentrasi karena pengujian aktivitas antioksidan akan memperoleh nilai % inhibisi yang dipengaruhi oleh konsentrasi larutan uji. Semakin tinggi konsentrasi, umumnya membuat kemampuan larutan uji semakin besar dalam meredam radikal bebas. Sehingga seri konsentrasi yang digunakan sama untuk membandingkan secara objektif antara larutan uji dan kontrol positif pada rentang konsentrasi yang setara.

e. Penetapan Aktivitas Antioksidan

Masing-masing konsentrasi ekstrak daun jarak pagar dan vitamin C dipipet 2 ml ke dalam vial lalu ditambahkan 1 ml DPPH dalam tiap vial. Setelah itu, biarkan selama waktu *operating time* selama 30 menit, absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum DPPH. Penetapan aktivitas antioksidan dilakukan seperti cara diatas pada hari ke-0, 3, 6, dan 12.

Nilai IC₅₀ ditentukan dari nilai absorbansi masing-masing konsentrasi. Dari data tersebut sehingga dihasilkan persen inhibisi yang dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$(\%) \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs Kontrol} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs Kontrol}} \times 100\%$$

Keterangan: Abs Konrrol = Serapan radikal DPPH pada panjang gelombang optimum

Abs Sampel = Serapan sampel dalam radikal DPPH pada panjang gelombang optimum

Nilai IC₅₀ dihitung dari persamaan regresi linear, konsentrasi sampel sebagai sumbu x dan persen inhibisi sebagai sumbu y. dari persamaan: $y = a + bx$ dapat dihitung nilai IC₅₀ dengan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

y = persen penangkapan radikal (50)

x = konsentrasi sampel (IC₅₀)

a = slope

b = intersep

f. Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC₅₀ pada sampel berdasarkan lama penyimpanan ekstrak. Analisis statistik menggunakan korelasi Pearson, dimana data kadar flavonoid total digunakan sebagai variabel bebas, sedangkan nilai IC₅₀ digunakan sebagai variabel terikat. Hubungan antara kedua variabel dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson karena data yang digunakan berupa data numerik dan bertujuan untuk mengetahui kekuatan serta arah hubungan linear antara kadar flavonoid total dan nilai IC₅₀.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi soxhlet. Metode soxhlet merupakan teknik ekstraksi berkesinambungan dengan mengekstraksi senyawa dari simplisia dengan menggunakan alat soxhlet untuk menguapkan, mengembungkan, dan mengalirkan kembali pelarut secara berulang, sehingga senyawa dapat diekstraksi secara efisien tanpa perlu mengganti pelarut (Najmah et al., 2025). Pelarut yang digunakan adalah etanol 96% karena sesuai prinsip *like dissolves like*, suatu pelarut polar melarutkan senyawa dengan tingkat kepolaran yang sama dalam simplisia tersebut. Mekanisme kerjanya pelarut etanol menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel daun jarak paga sehingga metabolit sekunder yang

bersifata polar akan terlarut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam dan luar sel sehingga larutan yang terpekat akan didesak ke luar (Mubarokah et al., 2023). Rendemen merupakan rasio antara jumlah ekstrak yang dihasilkan dengan berat bahan simplisia. Nilai rendemen dinyatakan dalam satuan (%), dimana semakin tinggi nilainya menunjukkan bahwa jumlah ekstrak yang diperoleh dari bahan baku semakin besar (Bani et al., 2023). Hasil rendemen ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan menggunakan metode ekstraksi soxhletasi dapat terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil rendemen ekstrak daun jarak pagar

Sampel	Metode ekstraksi	Berat sampel kering (g)	Berat ekstrak kental (g)	Rendemen (%)
Daun jarak pagar	Soxhlet	50	5,75	11,5

Aktivitas antioksidan dan flavonoid dapat mengalami penurunan seiring waktu akibat degradasi senyawa aktif untuk itu perlu menjaga stabilitas dari senyawa flavonoid dan antioksidan. Faktor yang dapat mempengaruhi stabilitas flavonoid dan antioksidan yaitu oksigen, cahaya, pH dan suhu (Kemit et al., 2019). Oleh karena itu penting dilakukan evaluasi terhadap kestabilan ekstrak daun jarak pagar selama penyimpanan untuk mengetahui sejauh mana aktivitas antioksidan dan kadar flavonoid total bertahan. Kestabilan ekstrak selama penyimpanan merupakan aspek krusial yang menentukan kualitas dan efektivitas senyawa bioaktif di dalamnya.

Tabel 2. Hasil evaluasi sifat ekstrak daun jarak pagar

Lama penyimpanan ekstrak	Uji pH	Organoleptik		
		Warna	Bau	Tekstur
0 hari	6,4	Hijau kecoklatan	Khas daun segar	Kental
3 hari	6,1	Hijau kecoklatan	Khas daun segar	Kental
6 hari	5,9	Hijau kecoklatan	Khas daun	Sedikit menggumpal dan kental
12 hari	5,6	Coklat sedikit hijau	Sedikit menyengat	Sedikit menggumpal dan kering

Hasil penelitian evaluasi sifat ekstrak pada tabel 2 secara organoleptik selama penyimpanan ekstrak dari hari ke-0 hingga hari ke-12, terlihat terjadi perubahan secara tekstur ekstrak sampai hari ke-12. Hasil nilai pH pada hari ke-0 berada pada kisaran 6,4, kemudian mengalami penurunan secara bertahap menjadi 6,1 pada hari ke-3 hingga mencapai 5,6 pada

hari ke-12. Penurunan pH tersebut menunjukkan bahwa ekstrak cenderung menjadi lebih asam seiring waktu penyimpanan. Kondisi ini disebabkan oleh terbentuknya senyawa-senyawa hasil degradasi seperti asam organik, yang dihasilkan dari pemecahan senyawa flavonoid dan senyawa aktif lainnya. Lingkungan pH yang terlalu asam dapat mempengaruhi efektivitas senyawa antioksidan dalam menetralkan radikal bebas (Hasbullah et al., 2020).

Pengujian awal terhadap kandungan flavonoid dalam ekstrak daun jarak pagar dilakukan secara kualitatif untuk memastikan keberadaan senyawa golongan flavonoid sebelum dilakukan pengujian kuantitatif. Berdasarkan tabel 3, hasil uji kualitatif senyawa flavonoid menggunakan pereaksi ini diperoleh hasil positif dengan warna yang dihasilkan merah agak kecoklatan. Uji flavonoid menggunakan serbuk Mg dan HCl pekat menunjukkan hasil positif apabila terjadi perubahan warna menjadi merah, kuning, atau jingga. Penambahan Mg dan HCl pekat bertujuan mereduksi inti benzopiron sehingga terbentuk garam flavilium berwarna merah sampai jingga (Kusuma et al., 2022).

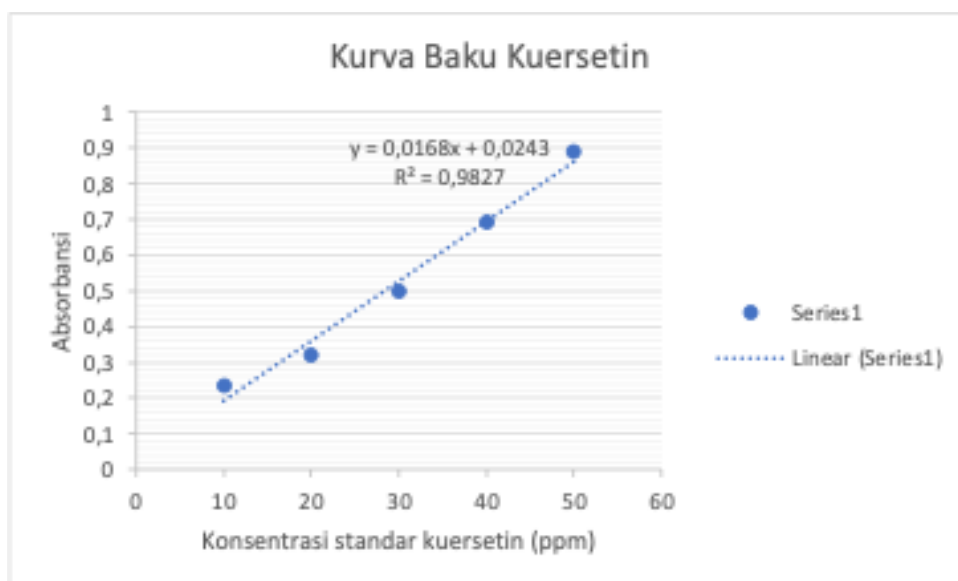
Tabel 3. Hasil Uji Kualitatif

Metabolit	Pereaksi	Hasil	Literatur	Keterangan
Sekunder		Pengamatan		
Flavonoid	HCl+Mg	Merah kecoklatan	Merah/jingga/kuning (Kusuma et al., 2022).	Positif (+)

Pengujian kuantitatif pada sampel ekstrak daun jarak pagar dilakukan dengan cara menetapkan kadar flavonoid total menggunakan standar pembanding kuersetin. Penetapan kadar ini dilakukan dengan alat spektrofotometer UV-Vis, karena flavonoid memiliki struktur aromatik terkonjugasi yang dapat menghasilkan serapan kuat pada spektrum ultraviolet maupun cahaya tampak (Aminah et al., 2017). Kuersetin digunakan sebagai standar pembanding karena kuersetin adalah senyawa flavonoid golongan flavonol yang memiliki gugus keto pada C-4 serta gugus hidroksil pada atom C-3 dan C-5 yang saling berdekatan.

Tabel 4. Hasil absorbansi kuersetin

Standar	Konsentrasi	Absorbansi
Kuersetin	10	0,2359
	20	0,322
	30	0,4979
	40	0,6919
	50	0,8895



Gambar 1. Regresi Linier Kurva Baku Kuersetin

Penetapan kadar flavonoid total dilakukan dengan penambahan aluminium klorida (AlCl_3) pereaksi ini membentuk senyawa kompleks dengan gugus keto dan hidroksi yang berdekatan dengan flavonol, sehingga menyebabkan pergeseran panjang gelombang kearah spektrum tampak, ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi lebih kuning. Penambahan natrium asetat (CH_3COONa) sebagai pereaksi penggeser yang membantu modifikasi serapan senyawa, sehingga mempermudah proses identifikasi dan kuantifikasi senyawa flavonoid total (Lusi et al., 2021). Setelah kedua pereaksi ditambahkan larutan diinkubasi selama 30 menit agar terjadi reaksi sempurna antara larutan sampel dan pereaksi sebelum dilakukan pengukuran absorbansi.

Panjang gelombang maksimum yang diperoleh 424 nm digunakan untuk mengukur kurva baku kuersetin serta kadar flavonoid total ekstrak daun jarak pagar. Berdasarkan gambar 1, diperoleh persamaan regresi $y = 0,0168x + 0,0243$. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan linear antara konsentrasi dan absorbansi larutan standar flavonoid, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,9827. Nilai r yang mendekati satu mengidentifikasi bahwa hubungan tersebut bersifat linear.

Penetapan kadar flavonoid total pada ekstrak daun jarak pagar dilakukan pada hari ke-0 (saat ekstrak kental jadi) kemudian pada hari ke-3, 6, dan 12 setelah penyimpanan. Kadar flavonoid total dihitung berdasarkan hasil pengukuran absorbansi dengan menggunakan persamaan regresi yang diperoleh dari kurva baku kuersetin (Gambar 1). Berdasarkan tabel 5, terlihat dari awal setelah ekstraksi (ekstrak segar) menuju hari penyimpanan ke-3, 6, dan 12 terjadi penurunan kadar flavonoidnya. Proses penyimpanan ekstrak dapat mempengaruhi

kandungan zat aktif yang terdapat dalam tanaman. Penurunan kadar flavonoid total ini disebabkan oleh ketidakstabilan senyawa flavonoid selama penyimpanan, yang rentan mengalami degradasi akibat oksidasi, paparan cahaya, serta kemungkinan terjadinya reaksi enzimatik atau hidrolisis, terutama pada sediaan berbasis air. Flavonoid dikenal sebagai senyawa bioaktif yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan karena kemampuannya menetralkan radikal bebas melalui donasi elektron atau hidrogen (Peloan & Kaempe, 2020).

Penyimpanan pada temperatur 4–8°C dipilih karena dapat memperlambat laju degradasi flavonoid. Mekanisme degradasi flavonoid melalui oksidasi dan reaksi enzimatik dominan dipengaruhi oleh menurunnya aktivitas enzim seperti polyphenol oxidase/PPO, peroksidase/POD, dan β-glukosidase. Hasil penelitian Lu *et al.* (2019) melaporkan bahwa penyimpanan pada suhu 5°C masih menyebabkan penurunan total fenolik dan total flavonoid tetapi tidak sebesar pada suhu 15°C. Pada saat pengambilan sampel daun jarak pagar, jaringan daun dapat mengalami kerusakan yang menyebabkan senyawa fenolik dan flavonoid dapat kontak dengan oksigen serta enzim oksidatif. Hal tersebut menyebabkan PPO dapat mengoksidasi senyawa fenolik yang memiliki gugus o-difenol menjadi o-kuinon yang bersifat reaktif dan dapat mengalami polimerisasi atau berikatan dengan protein/asam amino, sehingga menyebabkan penurunan kadar flavonoid total terukur serta perubahan warna jaringan (Lu *et al.*, 2019).

Selain suhu, faktor lain seperti cahaya, oksigen, dan jenis wadah juga memengaruhi stabilitas senyawa fenolik dan flavonoid. Thitilertdecha *et al.* (2022) melaporkan bahwa ekstrak fenolik yang disimpan dalam botol terlindung cahaya dan wadah tertutup pada suhu 4°C mampu mempertahankan sebagian besar kandungan fenoliknya selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan dingin harus dikombinasikan dengan pembatasan paparan cahaya dan oksigen untuk mempertahankan stabilitas senyawa bioaktif. Kondisi penyimpanan gelap, tertutup, kelembaban terkontrol, dan waktu penyimpanan singkat diperlukan untuk menekan aktivitas PPO/POD, membatasi kontak dengan oksigen, serta menjaga kestabilan flavonoid pengujian kadar dilakukan (Thitilertdecha *et al.*, 2022).

Tabel 5. Hasil kadar flavonoid total ekstrak daun jarak pagar

Sampel	Absorbansi (ppm)			Rata-rata	Kadar Flavonoid Total	
	I	II	III		mg QE/g	%
Ekstrak hari ke-0	0,682	0,684	0,685	0,684	39,248 ± 0,091	3,932
Ekstrak hari ke-3	0,652	0,653	0,654	0,653	37,423 ± 0,060	3,746
Ekstrak hari ke-6	0,476	0,475	0,475	0,476	26,847 ± 0,034	2,663
Ekstrak hari ke-12	0,266	0,267	0,268	0,267	14,446 ± 0,060	1,365

Penentuan aktivitas antioksidan pada metode ini menggunakan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH). Metode DPPH adalah metode pengujian aktivitas antioksidan yang didasarkan pada reaksi radikal nitrogen dengan senyawa donor hydrogen seperti fenol melalui mekanisme transfer elektro (Awaluddin & Wahyuningsih, 2019) Aktivitas antioksidan dari daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dinilai dengan mengukur kemampuannya dalam menetralkan radikal bebas DPPH menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Prinsip metode ini didasarkan pada reaksi antara senyawa antioksidan dengan dan radikal DPPH melalui peningkatan atom hydrogen atau elektron dari antioksidan. Proses ini ditandai dengan perubahan warna dari ungu tua menjadi kuning (Flieger & Flieger, 2020). Perubahan warna tersebut terjadi karena adanya transfer elektron atau atom hydrogen dari senyawa antioksidan ke radikal DPPH, yang menyebabkan penurunan intensitas warna ungu, dan dapat diukur dengan spektrofotometer (Anwar et al., 2024).

Dalam pengujian aktivitas antioksidan, parameter berupa persentase inhibisi (%) digunakan untuk menilai sejauh mana suatu senyawa mampu menetralkan radikal bebas. Semakin tinggi nilai inhibisi yang ditunjukkan, maka semakin kuat kemampuan antioksidan tersebut dalam menangkal radikal bebas yang ada dalam sistem uji (Anwar et al., 2024). Selain menggunakan persentase inhibisi (%), aktivitas antioksidan juga dapat dievaluasi melalui nilai IC_{50} (*Inhibitory Concentration 50%*) adalah konsentrasi dari senyawa antioksidan yang diperlukan untuk mereduksi 50% radikal bebas DPPH. Nilai ini ditentukan melalui persamaan regresi linier yang menggambarkan hubungan antara konsentrasi sampel (x) dan persentase inhibisi (y). Untuk mengetahui nilai IC_{50} , angka 50 dimasukkan ke dalam persamaan regresi sebagai nilai y, sehingga dapat dihitung nilai x yang menunjukkan konsentrasi yang dibutuhkan untuk mencapai inhibisi sebesar 50% (Bani et al., 2023). Suatu senyawa memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat jika nilai IC_{50} (kurang dari 50 ppm), kategori kuat jika nilai IC_{50} (50-100 ppm), kategori sedang jika nilai IC_{50} 100-150 ppm, kateogri lemah jika nilai IC_{50} 1(50-200 ppm) serta dikatakan kategori sangat lemah jika nilai IC_{50} (lebih dari 200 ppm).

Tabel 6. Hasil Aktivitas Antioksidan

No.	Sampel	Konsentrasi (ppm)	Replikasi			% inhibisi	IC_{50}
			1	2	3		
1	Vitamin C	6	0,477	0,477	0,477	55,832	4,755 ± 0,087
		8	0,334	0,335	0,335	69,005	
		10	0,243	0,240	0,235	77,821	
		12	0,030	0,030	0,030	97,184	
		14	0,020	0,020	0,020	98,194	
	Blanko		1,087	1,068	1,085		

PENGARUH LAMA PENYIMPANAN EKSTRAK DAUN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) TERHADAP KADAR FLAVONOID TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN

	Sampel	Konsentrasi (ppm)	1	2	3	% inhibisi	IC ₅₀
2	Ekstrak Hari ke-0	6	0,735	0,736	0,736	43,397	11,136 ± 0,013
		8	0,728	0,728	0,728	43,946	
		10	0,685	0,685	0,685	47,261	
		12	0,648	0,648	0,648	50,117	
		14	0,569	0,569	0,568	56,233	
	Blanko		1,299	1,300	1,299		
	Sampel	Konsentrasi (ppm)	1	2	3	% inhibisi	IC ₅₀
3	Ekstrak Hari ke-3	6	0,738	0,739	0,739	38,349	14,776 ± 0,097
		8	0,735	0,735	0,733	38,699	
		10	0,658	0,658	0,654	45,166	
		12	0,637	0,637	0,635	46,875	
		14	0,624	0,623	0,621	48,030	
	Blanko		1,198	1,198	1,198		
	Sampel	Konsentrasi (ppm)	1	2	3	% inhibisi	IC ₅₀
4	Ekstrak Hari ke-6	6	1,085	1,087	1,088	40,793	33,113 ± 0,491
		8	1,081	1,082	1,083	41,053	
		10	1,076	1,077	1,078	41,313	
		12	1,051	1,053	1,054	42,644	
		14	1,036	1,037	1,037	43,518	
	Blanko		1,828	1,836	1,841		
	Sampel	Konsentrasi (ppm)	1	2	3	% inhibisi	IC ₅₀
5	Ekstrak Hari ke-12	6	1,045	1,046	1,047	43,363	85,438 ± 2,005
		8	1,040	1,041	1,042	43,637	
		10	1,038	1,039	1,039	43,773	
		12	1,037	1,037	1,037	43,867	
		14	1,032	1,033	1,033	44,078	
	Blanko		1,845	1,848	1,848		

Berdasarkan tabel 6, nilai IC₅₀ dari vitamin C berdasarkan kategori kekuatannya tergolong sebagai antioksidan sangat kuat. Sementara itu hasil ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) pada saat ekstrak kental jadi (hari ke-0) dikategorikan sebagai antioksidan sangat kuat. Hal

ini dapat disimpulkan bahwa sebelum penyimpanan ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan menggunakan metode soxhlet merupakan antioksidan sangat kuat. Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif karena memiliki aktivitas antioksidan sangat tinggi serta bersifat lebih polar dibandingkan vitamin lainnya. Mekanisme antioksidan vitamin C berkaitan dengan sifatnya sebagai reduktor dan donor hidrogen, yang menghasilkan radikal askorbil relatif stabil serta dehidroaskorbat. (Stoia et al., 2022). Mulai hari ke-6 hingga hari ke-12, terjadi peningkatan nilai IC_{50} yang signifikan, yang menunjukkan bahwa senyawa antioksidan mulai mengalami degradasi struktur kimia, baik melalui oksidasi, hidrolisis, maupun reaksi lain yang dipicu oleh faktor lingkungan seperti oksigen dan cahaya, meskipun disimpan di suhu rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin rendah kandungan flavonoid maka semakin lemah pula kemampuan ekstrak dalam menangkal radikal bebas.

Tabel 7. Data kadar flavonoid total dan nilai IC_{50}

No	Sampel	Kadar flavonoid total (mg QE/g)	IC_{50} (ppm)
1	Ekstrak hari 0	39,327 ± 0,093	11,136 ± 0,013
2	Ekstrak hari 3	37,457 ± 0,061	14,776 ± 0,097
3	Ekstrak hari 6	26,624 ± 0,035	33,113 ± 0,491
4	Ekstrak hari 12	13,921 ± 0,061	85,438 ± 2,005

Pada tabel 7, dapat dilihat data kadar flavonoid total dan nilai IC_{50} ekstrak daun jarak pagar berdasarkan lama penyimpanannya. Metode penetapan kadar flavonoid total dan uji aktivitas antioksidan belum dilakukan validasi analitik sepenuhnya. Parameter validasi seperti akurasi/recovery, limit of detection (LOD), limit of quantification (LOQ), spesifisitas, linearitas, serta presisi belum dilakukan. Oleh karena itu, hasil pengujian dalam penelitian ini diinterpretasikan sebagai data pendahuluan yang menggambarkan hubungan kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan berdasarkan lama penyimpanan ekstrak daun jarak pagar.

Tabel 8. Hasil analisis korelasi Pearson antara kadar flavonoid total dan IC_{50}

No	Parameter	Nilai
1	Jumlah data (n)	4
2	Koefisien korelasi (r)	-0,978
3	Derajat bebas (df)	2
4	p-value	0,021
5	Taraf signifikansi	0,05

Hasil analisis korelasi Pearson antara kadar flavonoid total dan nilai IC₅₀ pada ekstrak daun jarak pagar berdasarkan lama penyimpanan diperoleh seperti pada tabel 8. Nilai koefisien korelasi yang negatif menunjukkan adanya hubungan berlawanan antara kadar flavonoid total dan nilai IC₅₀ berdasarkan lama penyimpanan ekstrak. Hal ini berarti, kadar flavonoid total semakin rendah karena bertambahnya lama penyimpanan berhubungan signifikan dengan peningkatan nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ merupakan parameter yang menunjukkan konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk meredam 50% radikal bebas. Semakin rendah nilai IC₅₀ menunjukkan semakin kuat aktivitas antioksidan suatu sampel. Sebaliknya, semakin tinggi nilai IC₅₀, semakin lemah aktivitas antioksidannya. Oleh karena itu, penurunan kadar flavonoid total berdasarkan lama penyimpanan ekstrak berhubungan signifikan dengan melemahnya aktivitas antioksidan ekstrak daun jarak pagar. Berdasarkan hal tersebut, maka dinyatakan bahwa semakin lama penyimpanan ekstrak, dapat menurunkan kadar flavonoid total dan meningkatkan nilai IC₅₀ yang menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan ekstrak daun jarak pagar.

KESIMPULAN

Penelitian dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan memengaruhi kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Kadar flavonoid menurun secara signifikan dari 39,248 ± 0,091 mg QE/g pada hari ke-0 menjadi 14,446 ± 0,060 mg QE/g pada hari ke-12, yang menunjukkan terjadinya degradasi senyawa flavonoid selama penyimpanan. Penurunan kadar flavonoid ini sejalan dengan melemahnya aktivitas antioksidan, ditunjukkan nilai IC₅₀ pada hari ke-0 dari 11,136 ± 0,013 ppm dengan kategori antioksidan sangat kuat menjadi 85,438 ± 2,005 ppm pada hari ke-12 dengan kategori kuat. Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan nilai p = 0,021, yang menunjukkan penurunan kadar flavonoid total berdasarkan lama penyimpanan ekstrak berhubungan signifikan dengan melemahnya aktivitas antioksidan ekstrak daun jarak pagar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin lama penyimpanan ekstrak daun jarak pagar, maka semakin rendah kadar flavonoid total dan semakin lemah aktivitas antioksidannya.

DAFTAR PUSTAKA

Aminah, A., Tomayahu, N., & Abidin, Z. (2017). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 226–230. <https://doi.org/10.33096/jffi.v4i2.265>

- Anwar, A. R. A., Sadik, F., & Disi, M. Z. A. (2024). Uji Penetapan Total Flavanoid Ekstrak Etanol Jarak Pagar (*Jatropha curcas* . L) yang Berpotensi sebagai Antioksidan. *Pharmacy Rorano Journal*, 1(1), 7–12.
- Awaluddin, N., & Wahyuningsih, S. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Methanol Klika Anak Dara (*Croton Oblongus Burm*) Menggunakan Metode DPPH. *Jurnal Farmasi*, 2(1), 38–45.
- Bani, A. A., Amin, A., Mun'im, A., & Radji, M. (2023). Rasio Nilai Rendamen Dan Lama Ekstraksi Maserat Etanol Daging Buah Burahol (*Stelechocharpus Burahol*) Berdasarkan Cara Preparasi Simplisia. *Makassar Natural Product Journal (MNPJ)*, 1(3), 176–184. <https://doi.org/10.33096/mnpj.v1i3.78>
- Chouikh, A., Chenguel, A., & Ali, A. Ben. (2025). Understanding the Role of Free Radicals, Oxidative Stress, and Antioxidants: A Comprehensive Review. *Letters in Applied NanoBioScience*, 14(2), 1–18. <https://doi.org/10.33263/LIANBS142.066>
- Egra, S., Syaputra, M. R., Rosamah, E., Kuspradini, H., Putri, A. S., & Yamauchi, K. (2023). Antibacterial and Antioxidant activity of Leaf and Fruit from *Jatropha curcas*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1282(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1282/1/012037>
- Flieger, J., & Flieger, M. (2020). The [DPPH/DPPH-H]-HPLC-DAD Method on Tracking the Antioxidant Activity of Pure Antioxidants and Goutweed (*Aegopodium podagraria* L.) Hydroalcoholic Extracts. *Molecules*, 25, 2–17.
- Hasbullah, U. H. A., Pertiwi, R. B., Hidayah, I. N., & Andrianty, D. (2020). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Parijoto Pada Berbagai Ph Pengolahan Pangan. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 4(2), 170. <https://doi.org/10.32585/ags.v4i2.745>
- Kemit, N., Permana, D. G. M., & Kencana, P. K. D. (2019). Stabilitas Senyawa Flavonoid Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Terhadap Perlakuan Ph dan Suhu Flavonoid Stability of Avocado Leaf (*Persea Americana* Mill.) Extract On Ph and Temperature Treatment. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)*, 6(1), 34–42.
- Krisdiyanto, N. R., & Muhammad, S. (2023). Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Visibel. *Pharmacy Medical Journal Vol.6 No.1, 2023*. 6(1), 34–42.
- Kusuma, C. A. Nastiti, K., Budi, S. (2022). Identifikasi senyawa kimia dan penetapan kadar flavonoid total pada tingkatan fraksi daun hapa-hapa (*Flemingia macrophylla*). *Sains Medisina*, 1(2).
- Lu, Q., Li, L., Xue, S., Yang, D., Wang, S. (2019). Stability of flavonoid, carotenoid, soluble sugar and vitamin C in 'Cara Cara' juice during storage. *Foods*, 8(417).
- Lusi, S., Nopri, Y., & Winta, E. (2021). Optimasi Kondisi Pengujian Senyawa Flavonoid Total di dalam Ekstrak Tanaman Sebagai Pengayaan Bahan Ajar Praktikum Makromolekul dan Hasil Alam di Laboratorium Kimia Organik. *Jurnal Penelitian Sains*, 1(23), 28–35.
- Martemucci, G., Costagliola, C., Mariano, M., D'andrea, L., Napolitano, P., & D'Alessandro, A. G. (2022). Free Radical Properties, Source and Targets, Antioxidant Consumption and Health. *Oxygen*, 2(2), 48–78. <https://doi.org/10.3390/oxygen2020006>
- Mubarokah, A. Kurniawan, Kusumaningtyas, N. M. (2023). Penetapan kadar senyawa flavonoid ekstrak etanol 96%, metanol 96%, etil asetat 96% rimpang lengkuas merah (*Alpinia purpurata* K.Schum) dengan spektrofotometri UV Vis. *Jurnal Ilmiah Global Farmasi* 1(1),
- Najmah, N., Purnamasari, R., Ilimu, E., Uyun, H. S. K., Priyadi, S., Safitri, W., Megawati, M., Verawati, V., & Wardi, E. S. (2025). *Fitokimia*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Peloan, T., & Kaempe, H. (2020). Pengaruh Lama Penyimpanan Ekstrak Daun Gedi Merah Terhadap Kandungan Total Flavonoid. *Pharmacy Medical Journal*, 3(2), 64.

<https://doi.org/10.31857/s0023476120020216>

- Rahman, S., Toepak, E. P., & Angga, S. C. (2023). Uji aktivitas antioksidan dan sitotoksik ekstrak daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). *Jurnal SAGO gizi dan kesehatan*, 4(2).
- Rofida, S. (2015). Antioxidant Activity Of *Jatropha Curcas* and *Jatropha Gossypifolia* by DPPH Method. *Farmasains*, 2(6), 281–284.
- Sheikh, A. M., Yano, S., Tabassum, S., & Nagai, A. (2024). The Role of the Vascular System in Degenerative Diseases: Mechanisms and Implications. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(4). <https://doi.org/10.3390/ijms25042169>
- Stoia, M. dan Oancea, S. (2022). Low-Molecular-Weight Synthetic Antioxidants: Classification, Pharmacological Profile, Effectiveness and Trends. *Antioxidants*, 11(638)
- Thitilertdecha, N. (2022). Storage effect on phenolic compounds and antioxidant activity of *Nephelium lappaceum* L. extract. *Cosmetics*, 9(33).
- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018). Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicines*, 5(3), 93.
- Wulansari, I. D., Admadi, B., & Mulyani, S. (2020). Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kerusakan Antioksidan Ekstrak Daun Asam (*Tamarindusindica* L). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(4), 544. <https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i04.p07>
- Zhang, M., Zhao, J., Dai, X., Li, X. (2023). Extraction and Analysis of Chemical Compositions of Natural Products and Plants. *Separations*, 10(12).