

## Analisis Kadar Antioksidan Pada Hasil Infusa Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Var. *Rubrum*), Kombinasi Kunyit (*Curcuma Longa*) dan Sereh (*Cymbopogon citratus*)

Annisa Sabunge<sup>1</sup>, Ishak Isa<sup>1\*</sup>, Hamsidar Hasan<sup>1</sup>, Dizky Ramadani Putri Papeo<sup>1</sup>, dan Fika Nuzul Ramadani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Farmasi, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

### ABSTRAK

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian aktivitas antioksidan pada kombinasi infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh untuk mengetahui potensi keduanya sebagai sumber antioksidan alami. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode infusa pada suhu 90°C selama 15 menit, kemudian dilakukan analisis kualitatif melalui uji skrining fitokimia dan kromatografi lapis tipis (KLT), serta analisis kuantitatif menggunakan metode ABTS pada panjang gelombang 734 nm dengan spektrofotometer UV-Vis dan vitamin C sebagai pembanding. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua kombinasi infusa positif mengandung flavonoid, fenolik, dan terpenoid yang berperan sebagai senyawa antioksidan. Nilai IC<sub>50</sub> infusa jahe merah–kunyit sebesar 35,83 µg/mL dan jahe merah–sereh sebesar 51,68 µg/mL. Kombinasi jahe merah–kunyit termasuk kategori aktivitas antioksidan sangat kuat (IC<sub>50</sub> < 50 µg/mL) dan jahe merah–sereh termasuk kategori kuat (IC<sub>50</sub> < 100 µg/mL). Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh memiliki potensi besar sebagai sumber antioksidan alami yang dapat dikembangkan dalam sediaan herbal farmasi.

**Kata kunci:** Antioksidan; Infusa; Jahe merah; Kunyit; Sereh

### ABSTRACT

*Red ginger, turmeric, and lemongrass are well-known spice plants that contain secondary metabolites, including flavonoids, phenolics, and terpenoids, which play a crucial role in antioxidant activity. This study investigated the antioxidant potential of combined infusions of red ginger and turmeric, as well as red ginger and lemongrass, to evaluate their efficacy as natural sources of antioxidants. The extraction process was conducted using the infusion method at 90°C C for 15 minutes. Qualitative analyses were performed using phytochemical screening and thin-layer chromatography (TLC), while quantitative analysis employed the ABTS method at a wavelength of 734 nm, utilizing UV-Vis spectrophotometry, with vitamin C serving as a reference standard. The results indicated that both infusion combinations tested positive for the presence of flavonoids, phenolics, and terpenoids, confirming the presence of antioxidant constituents. The IC<sub>50</sub> value of the red ginger and turmeric infusion was 35.83 µg/mL whereas the red ginger and lemongrass infusion was 51.68 µg/mL. Based on these results, the red ginger and turmeric combination demonstrated "very strong" antioxidant activity (IC<sub>50</sub> < 50 µg/mL), while the red ginger and lemongrass combination exhibited "strong" antioxidant activity (IC<sub>50</sub> < 100 µg/mL). These findings suggest that both combinations possess significant potential as antioxidant sources and can be further developed for application in herbal pharmaceutical formulations.*

**Keywords:** Antioxidants; Infusion; Red Ginger; Turmeric; Lemongrass

Received: 25-11-2025, Accepted: 30-01-2026, Online: 30-01-2026

### PENDAHULUAN

Tanaman obat merupakan salah satu sumber bahan alam yang banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional maupun modern karena kandungan metabolit sekundernya yang beragam. Di Indonesia, penggunaan ramuan herbal telah menjadi bagian dari budaya masyarakat dan

\*Corresponding author:  
isi@ung.ac.id

digunakan untuk mencegah maupun mengatasi berbagai penyakit. Tiga jenis rempah yang banyak digunakan secara empiris adalah jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*), kunyit (*Curcuma longa*), dan sereh (*Cymbopogon citratus*). Ketiganya diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, terpenoid, dan tanin yang berperan penting dalam berbagai aktivitas farmakologis, termasuk sebagai antioksidan.

Radikal bebas merupakan molekul reaktif yang dapat merusak sel melalui mekanisme stres oksidatif. Kondisi ini berkontribusi terhadap perkembangan penyakit degeneratif seperti kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, hingga penuaan dini. Tubuh memang memiliki sistem antioksidan endogen, namun sering kali tidak cukup untuk menetralkan radikal bebas yang berlebih. Oleh karena itu, asupan antioksidan eksogen dari bahan alam menjadi penting untuk membantu menjaga keseimbangan oksidatif dalam tubuh. Senyawa antioksidan seperti flavonoid dan fenolik bekerja dengan mendonorkan elektron atau atom hidrogen sehingga mampu menangkap radikal bebas dan menghambat reaksi berantai oksidasi.

Jahe merah dikenal memiliki kandungan gingerol, shogaol, serta berbagai senyawa fenolik yang telah dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Kunyit kaya akan kurkuminoid, terutama kurkumin, yang merupakan antioksidan kuat dengan kemampuan sebagai penangkap radikal bebas, anti inflamasi, dan hepatoprotektor. Sementara itu, sereh mengandung sitral dan senyawa terpenoid lainnya yang juga terbukti berperan dalam aktivitas antioksidan. Kombinasi beberapa tanaman yang memiliki aktivitas serupa berpotensi menghasilkan efek sinergis, sehingga aktivitas antioksidan yang dihasilkan dapat lebih tinggi dibandingkan penggunaan ekstrak Tunggal (Dewi, 2025).

Metode ekstraksi merupakan langkah penting untuk memperoleh senyawa aktif dari bahan alami. Pada penelitian ini digunakan metode infusa, yaitu penyarian menggunakan air pada suhu mendekati 90°C. Metode ini dipilih karena menyerupai cara konsumsi tradisional oleh masyarakat, tidak memerlukan pelarut organik, serta efektif untuk mengekstraksi senyawa polar seperti flavonoid dan fenolik. Metode infusa juga sesuai untuk bahan yang akan diuji menggunakan metode ABTS (*2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)*), mengingat sampel berbasis air lebih stabil terhadap radikal ABTS<sup>+</sup> dibandingkan terhadap radikal bebas yang lebih hidrofobik seperti DPPH. Metode infusa juga sesuai untuk bahan yang akan diuji menggunakan metode ABTS, sebab sampel berbasis air lebih stabil dan lebih kompatibel dengan radikal ABTS<sup>+</sup> dibandingkan radikal hidrofobik seperti DPPH. Metode ABTS bekerja dengan membentuk radikal kation ABTS<sup>+</sup> berwarna biru-hijau yang stabil. Senyawa antioksidan dalam sampel kemudian mereduksi radikal tersebut sehingga terjadi penurunan intensitas warna, yang selanjutnya diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Keunggulan ABTS adalah sensitif, stabil, dan dapat mengukur aktivitas antioksidan pada senyawa larut air maupun larut lemak. Oleh karena itu, kombinasi penggunaan infusa dan metode ABTS dianggap paling tepat untuk menggambarkan kemampuan antioksidan sampel secara lebih akurat (Luhurningtyas *et al.*, 2021).

Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode ABTS karena metode ini lebih sensitif, stabil, dan mampu mengukur aktivitas pada senyawa larut air maupun larut lemak. Metode ini juga memiliki keunggulan dalam hal reaksi yang cepat dan hasil yang konsisten pada berbagai jenis ekstrak tanaman. Nilai IC<sub>50</sub> digunakan sebagai parameter untuk menilai ketahanan sampel dalam meredam 50% radikal ABTS<sup>+</sup>. Semakin kecil nilai IC<sub>50</sub> yang diperoleh, semakin tinggi aktivitas antioksidan dari suatu sampel. Penggunaan vitamin C sebagai kontrol positif memberikan acuan perbandingan terhadap potensi antioksidan dari kombinasi sampel yang diteliti.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dari kombinasi infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data ilmiah mengenai potensi kedua kombinasi tersebut sebagai sumber antioksidan alami yang berpotensi dikembangkan dalam sediaan herbal farmasi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Desain Penelitian**

Desain penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dari kombinasi infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh. Analisis dilakukan melalui uji kualitatif berupa skrining fitokimia dan kromatografi lapis tipis (KLT) untuk mengidentifikasi kandungan metabolit sekunder, serta uji kuantitatif menggunakan metode ABTS dengan pembacaan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 734 nm. Penelitian ini dirancang untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai potensi antioksidan dari kedua kombinasi bahan alam tersebut.

### **Alat dan Bahan**

Penelitian ini menggunakan berbagai peralatan laboratorium, antara lain batang pengaduk, blender, cawan porselin, chamber, erlenmeyer, gelas ukur, gunting, corong kaca, lampu UV 366 nm dan lampu UV 254/366 nm (Memmert type UN260), neraca analitik, oven (Memmert type UN260), pipa kapiler, pipet tetes, spatula, spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, timbangan analitik, toples vial, serta wadah kaca. Bahan yang digunakan meliputi jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*), kunyit (*Curcuma longa*), dan sereh (*Cymbopogon citratus*), serta bahan kimia pendukung berupa air, aluminium foil, asam klorida (HCl), DPPH, ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), metanol, etil asetat, n-heksan, kertas saring, lempeng KLT, silika gel, pereaksi Liebermann–Burchard, serbuk magnesium, pereaksi Meyer, dan tisu.

### **Pengolahan Sampel**

Sampel Jahe merah, kunyit, sereh, diambil dari kecamatan. Telaga biru, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo dijadikan sebagai sampel penelitian. Ketiga sampel diambil kemudian dilakukan proses pemilihan dan pengambilan sampel pada pukul 07-10.00 WITA. Kemudian Sampel jahe merah, kunyit, dan sereh terlebih dahulu melalui proses sortasi basah untuk memisahkan kotoran, bagian rusak, dan bahan tidak layak pakai. Setelah itu, bahan dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih, kemudian ditiriskan untuk mengurangi kadar air permukaan. Bahan yang telah bersih dipotong kecil sesuai jenis rimpang atau batangnya, lalu dilakukan proses pengeringan awal dengan cara diangin-anginkan agar teksturnya lebih mudah diolah. Selanjutnya, sampel dihaluskan menggunakan blender hingga mencapai derajat kehalusan yang sesuai untuk proses ekstraksi infusa. Sampel halus kemudian disiapkan untuk tahap pembuatan ekstrak.

### **Proses Ekstraksi Infusa**

Jahe merah, kunyit dan sereh yang telah dihaluskan. Pada proses ekstraksi sampel dibuat dengan metode infusa. Pembuatan infusa dilakukan dengan mencampur simplisia pada derajat halus yang sesuai, dengan air secukupnya kemudian dipanaskan di atas tangas air selama 15 menit terhitung mulai suhu mencapai 90°C sambil sesekali diaduk. Proses infusa ini dilakukan 2 kali, pertama infusa kombinasi jahe merah dan kunyit. Kedua, infusa jahe merah dan sereh. Masing-masing bobot kombinasi sampel pada infusa 1 dan 2 adalah 50 gram, dengan perbandingan 1:1 pada tiap kombinasi sampel (25 gram jahe merah dan 25 gram tiap kombinasinya). Untuk ukuran air, menggunakan perbandingan 1:10 (500 ml tiap infusa).

## **Skrining Fitokimia**

### *Flavonoid*

Diambil Sebanyak 2 ml ekstrak infusa jahe merah kombinasi kunyit, dilarutkan dengan 2 ml etanol dan tambahkan serbuk M, HCL pekat 3-5 tetes. Kemudian pada ekstrak jahe merah kombinasi serih juga dilarutkan dengan 2 ml etanol dan tambahkan serbuk M, HCL pekat 3-5 tetes. Sampel positif mengandung flavonoid akan menunjukkan warna jingga atau kuning (Widiawati & Qodri, 2023).

### *Terpenoid*

Diambil sebanyak 2 ml pada ekstrak infusa jahe merah kombinasi kunyit Uji terpenoid dilakukan dengan mereaksikan ekstrak dengan 0,5 mL etanol, 0,5 mL asam asetat anhidrat, dan 2 mL asam sulfat pekat melalui dinding tabung, kemudian dilakukan juga pada jahe merah kombinasi serih. Hasil ditunjukkan dengan terbentuknya warna kecoklatan atau violet (Bhernama, 2021).

### *Fenolik*

Diambil 2 mL pada ekstrak infusa jahe merah kombinasi kunyit kemudian dengan 2 mL etanol 96%, kemudian dibagi menjadi 2 bagian. Tabung reaksi 1 sebagai blangko, tabung reaksi 2 ditambahkan dengan  $\text{FeCl}_3$  1% sebanyak 3 tetes. Hasil positif fenolik ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi hijau, biru atau merah (Widiawati & Qodri, 2023)

## **Kromatografi Lapis Tipis (KLT)**

Uji KLT dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa metabolit sekunder pada kombinasi infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–serih. Sampel ditotolkan pada plat silika gel GF254 menggunakan pipa kapiler, kemudian dikeringkan. Plat dimasukkan ke dalam chamber yang telah jenuh uap dengan eluen. Untuk kombinasi jahe merah–kunyit, digunakan fase gerak etil asetat : aseton (4:2), sedangkan kombinasi jahe merah–serih diuji menggunakan eluen kloroform : etil asetat : metanol (3:2:1). Setelah fase gerak mencapai batas atas plat, plat diangkat, dikeringkan, dan divisualisasi menggunakan lampu UV pada panjang gelombang 254 nm dan 366 nm. Jumlah noda serta nilai  $R_f$  dihitung untuk mendukung identifikasi senyawa yang terbawa dalam masing-masing sampel.

## **Uji Kualitatif (KLT) dengan DPPH**

Setelah noda terlihat pada lampu UV, kemudian dilarutkan terlebih dahulu DPPH sebanyak 4 mg ke dalam 100 mL methanol, setelah tercampur dan larutan berubah menjadi warna ungu tua, noda pada plat KLT disemprotkan dengan larutan DPPH yang tadi. Kemudian didiamkan selama 30 menit, selanjutnya titik kuning diukur untuk mendapatkan nilai  $R_f$  (Jauharotus Sa'adah *et al.*, 2023).

## **Analisis Aktivitas Antioksidan dengan ABTS**

### *Pembuatan Larutan ABTS*

Larutan  $\text{ABTS}^+$  dibuat dengan melarutkan serbuk ABTS 1 Mm (27,43 mg) ke dalam 50 mL aquades, kemudian disiapkan juga larutan kalium persulfat ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) 0,35 mM (4,74 mg) dalam 50 mL aquades. Kedua larutan dicampurkan dalam Erlenmeyer dan diinkubasi selama  $\pm 12$  jam pada kondisi gelap hingga terbentuk warna hijau kebiruan, yang menandakan radikal  $\text{ABTS}^+$  telah stabil. Larutan  $\text{ABTS}^+$  tersebut selanjutnya diencerkan secara bertahap menggunakan aquadest sampai diperoleh nilai absorbansi mendekati 0,70 pada panjang gelombang 734 nm.

### *Pembuatan Larutan Sampel*

Larutan stok sampel dibuat dengan mengambil 1 mL infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh yang telah diperoleh dari proses ekstraksi. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas untuk menghasilkan konsentrasi 1000 ppm. Dari larutan stok ini dibuat seri konsentrasi larutan uji yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm.

### *Pembuatan Larutan Kontrol Vitamin-C*

Larutan kontrol positif disiapkan dengan melarutkan 50 mg vitamin C ke dalam 50 mL aquades sehingga diperoleh larutan stok 1000 ppm. Larutan stok ini kemudian diencerkan menggunakan aquades hingga diperoleh konsentrasi uji yang sama dengan sampel, yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm.

### *Pengukuran Absorbansi*

Masing-masing larutan uji dan kontrol positif diambil sebanyak 2 mL lalu dicampurkan dengan 2 mL larutan ABTS<sup>+</sup> dalam kuvet (total 4 mL). Campuran dihomogenkan dan diinkubasi selama 6 menit, kemudian nilai absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 734 nm untuk menentukan aktivitas antioksidan.

### *Perhitungan Persentase Inhibisi (% Inhibisi) dan Penentuan IC<sub>50</sub>*

Aktivitas antioksidan sampel ditentukan berdasarkan kemampuan ekstrak untuk mereduksi intensitas warna radikal ABTS<sup>+</sup>. Nilai absorbansi sampel kemudian dibandingkan dengan absorbansi blanko untuk memperoleh persen inhibisi. Persentase inhibisi dihitung menggunakan persamaan berikut (Olszowy-Tomczyk, 2021):

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100 \%$$

Keterangan:

- $A_{\text{blanko}}$  = absorbansi ABTS<sup>+</sup> tanpa sampel
- $A_{\text{sampel}}$  = absorbansi setelah penambahan sampel

Nilai persen inhibisi dari berbagai konsentrasi sampel kemudian diplot terhadap konsentrasi untuk menghasilkan kurva regresi linear dengan model:

$$Y = aX + b$$

dengan:

- Y = persen inhibisi (%)
- X = konsentrasi sampel (µg/mL)
- a = gradien garis
- b = konstanta

Nilai IC<sub>50</sub> diperoleh dengan memasukkan Y = 50% ke dalam persamaan regresi sehingga diperoleh konsentrasi sampel yang mampu menghambat 50% radikal ABTS<sup>+</sup>. Nilai IC<sub>50</sub> digunakan untuk menentukan tingkat kekuatan aktivitas antioksidan. Berdasarkan kategori yang dikemukakan oleh (Nurhayati *et al.*, 2022).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi Infusa

Penelitian ini menggunakan rimpang jahe merah, kunyit, dan sereh yang dikenal memiliki kandungan metabolit sekunder yang berperan penting sebagai antioksidan. Kandungan gingerol dan shogaol pada jahe merah, kurkuminoid pada kunyit, serta sitral dan geraniol pada sereh telah banyak dilaporkan memiliki aktivitas penangkal radikal bebas. Pengambilan bahan dilakukan pada pagi hari (07.00–10.00), ketika kandungan metabolit sekunder masih berada pada kondisi stabil. Pada waktu tersebut, intensitas cahaya belum tinggi sehingga degradasi senyawa akibat panas dan UV dapat diminimalisir (Niljon & Marsiati, 2023).

Proses sortasi basah dilakukan untuk menghilangkan kotoran fisik maupun bagian tanaman yang busuk. Tahapan ini penting karena kontaminasi dapat mempengaruhi kualitas simplisia dan kestabilan senyawa bioaktif selama pengolahan (widodo & Subositi, 2021). Pencucian dilakukan menggunakan air mengalir secara lembut untuk menghindari hilangnya senyawa polar yang larut dalam air. Pencucian yang terlalu kuat dapat menyebabkan berkurangnya kandungan senyawa fenolik sederhana atau gula.

**Tabel 1.** Hasil Ekstraksi Infusa

Sampel	Berat Simplisia (g)	Volume Air (mL)	Suhu/waktu	Volume Infusa yang Diperoleh (mL)	Keterangan
Jahe merah : kunyit	25:25	500	90 °C, 15 menit	480	warna coklat kekuningan, aroma khas jahe merah dan kunyit
Jahe merah : sereh	25:25	500	90 °C, 15 menit	470	Warna coklat, aroma khas jahe merah dan sereh

Proses perajangan bertujuan memperluas permukaan sehingga proses ekstraksi berjalan lebih efisien. Pengeringan dilakukan di tempat teduh dengan sirkulasi udara yang baik karena paparan panas langsung dapat mengurangi kadar senyawa aktif melalui oksidasi dan volatilitas tinggi. Beberapa penelitian melaporkan bahwa pengeringan pada sinar matahari langsung dapat menurunkan kadar fenolik hingga 20–30% (widodo & Subositi, 2021). Setelah kering, bahan digiling untuk menghasilkan serbuk yang seragam sehingga proses infusa dapat mencapai pelarutan optimum (Alsaud & Farid, 2020).

Ekstraksi menggunakan metode infusa dilakukan pada suhu 90°C selama 15 menit. Pemilihan water bath penting untuk menjaga suhu tetap stabil dan mencegah panas berlebih yang dapat merusak gingerol, shogaol, atau kurkumin yang bersifat termolabil (Abubakar & Haque, 2020). Rasio sampel terhadap pelarut (1:10) digunakan untuk memastikan kandungan senyawa terlarut cukup tinggi namun tidak terlalu pekat. Kombinasi jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh dengan perbandingan sama (25:25 g) dilakukan agar efek antioksidan dapat dibandingkan tanpa adanya dominasi bahan.

Hasil infusa menunjukkan warna khas masing-masing kombinasi, yaitu coklat kekuningan pada jahe–kunyit dan coklat muda pada jahe–sereh. Kunyit menghasilkan warna lebih pekat karena adanya kurkuminoid yang larut sebagian dalam air panas. Sementara sereh menghasilkan warna lebih muda karena kandungan sitral bersifat volatil sehingga sebagian dapat menguap selama pemanasan (Arista *et al.*, 2021). Kejernihan filtrat dan tidak adanya endapan kasar menunjukkan bahwa proses penyaringan berjalan baik, sedangkan aroma khas yang tidak gosong menandakan bahwa suhu ekstraksi aman dan tidak menyebabkan degradasi senyawa aktif. Pemanasan pada 90°C selama 15 menit terbukti masih dalam rentang stabil untuk menjaga kandungan gingerol dan kurkumin (Yuliani *et al.*, 2022).

### Skrining Fitokimia

Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada Tabel 2, kombinasi infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh menunjukkan adanya kandungan flavonoid, terpenoid, dan fenolik. Kehadiran ketiga golongan senyawa ini sangat penting karena masing-masing berperan besar dalam aktivitas antioksidan yang terdeteksi pada tahap uji lanjutan. Hasil positif pada uji flavonoid ditandai dengan terbentuknya warna jingga–kuning setelah penambahan serbuk magnesium dan HCl pekat. Reaksi ini terjadi akibat adanya gugus benzopiron pada struktur flavonoid yang bereaksi dengan magnesium sehingga menghasilkan warna khas. Senyawa flavonoid pada tanaman seperti gingerol dan shogaol (jahe merah) serta kurkuminoid (kunyit) diketahui stabil pada pemanasan terkontrol dan tetap terekstraksi menggunakan metode infusa. Temuan ini sejalan dengan pernyataan (Rafiq *et al.*, 2020), yang menjelaskan bahwa pemanasan di bawah 100°C masih mampu mempertahankan struktur flavonoid tanpa menyebabkan kerusakan cincin aromatiknya. Hal ini menguatkan bahwa metode infusa yang digunakan dalam penelitian ini tidak menyebabkan degradasi signifikan terhadap flavonoid.

Sementara itu, hasil uji terpenoid menunjukkan perubahan warna kecoklatan hingga violet setelah penambahan asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat. Warna ini menjadi indikator adanya terpenoid baik dari jahe merah maupun sereh. Terpenoid seperti gingerol, shogaol, sitral, dan geraniol merupakan senyawa yang memberikan aroma khas rimpang dan diketahui berkontribusi sebagai antioksidan melalui mekanisme stabilisasi radikal bebas. Hal ini sesuai dengan (Ghasemzadeh *et al.*, 2018), yang menyatakan bahwa terpenoid merupakan metabolit sekunder dominan pada tanaman Zingiberaceae dan Cymbopogon yang berperan dalam perlindungan oksidatif. Kehadiran terpenoid pada kedua kombinasi infusa juga mendukung perbedaan tingkat aktivitas antioksidan, di mana kandungan terpenoid sereh cenderung memberikan efek antioksidan sedang, sementara gingerol dari jahe memberikan aktivitas lebih kuat.

**Tabel 2.** Hasil Skrining Fitokimia

Sampel	Komponen Senyawa Bioaktif		
	Flavonoid	Terpenoid	Fenolik
Jahe merah : Kunyit	+	+	+
Jahe merah : Sereh	+	+	+

Pada uji fenolik, terbentuknya warna hijau gelap dengan penambahan  $\text{FeCl}_3$  1% menunjukkan bahwa infusa kedua kombinasi mengandung senyawa fenolik yang memiliki gugus hidroksil aromatik. Senyawa fenolik diketahui sebagai antioksidan utama karena mampu mendonorkan atom hidrogen dan meredam reaksi oksidasi berantai. Kandungan fenolik dalam infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh memperkuat alasan mengapa kedua kombinasi memberikan aktivitas antioksidan pada uji ABTS dan KLT-DPPH. Temuan ini sejalan dengan (Kingori *et al.*, 2021), yang menyatakan bahwa senyawa fenolik memiliki peran kunci dalam aktivitas reduksi radikal melalui stabilisasi resonansi. Keberadaan fenolik ini juga relevan dengan pola hasil  $\text{IC}_{50}$  penelitian, di mana kandungan fenolik lebih tinggi pada kombinasi jahe–kunyit menyebabkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan kombinasi jahe–sereh.

### Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) pada kombinasi infusa jahe merah–sereh dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa metabolit sekunder berdasarkan pola pemisahan noda pada plat silika. Metode ini dipilih karena sederhana, cepat, dan mampu memberikan gambaran awal mengenai profil senyawa aktif dalam sampel (Sari, L. P., & Putri, 2022). Pada penelitian ini digunakan plat silika  $\text{GF}_{254}$  sebagai fase diam dan sistem eluen kloroform:etil asetat:metanol (3:2:1) sebagai fase gerak yang memiliki tingkat kepolaran sesuai untuk memisahkan senyawa fenolik, flavonoid, dan terpenoid.

**Tabel 3.** Hasil Uji KLT

Sampel	Eluen	Jumlah Noda	Nilai Rf
Jahe merah : Kunyit	Etil Asetat : Aseton (4:2)	1	0,5
Jahe merah : Sereh	Kloroform : Etil Asetat : Metanol (3:2:1)	1	0,3

Pengamatan di bawah sinar UV 254 nm menunjukkan dua noda yang terpisah jelas pada kombinasi jahe merah–sereh. Noda pertama berada pada bagian atas pelat dengan nilai Rf sebesar 0,57, sedangkan noda kedua berada lebih dekat garis awal dengan nilai Rf 0,38. Perbedaan posisi kedua noda ini menggambarkan adanya variasi polaritas senyawa dalam sampel. Noda dengan nilai Rf lebih tinggi (0,57) mengindikasikan senyawa bersifat lebih non-polar atau semi-polar sehingga lebih mudah terbawa oleh fase gerak. Sementara itu, noda dengan Rf lebih rendah (0,38) menunjukkan keberadaan senyawa yang lebih polar yang berinteraksi lebih kuat dengan fase diam sehingga bergerak lebih lambat (Wulandari, H., 2022).



**Gambar 1.** Profil Kromatografi Lapis Tipis Jahe merah : (a) Eluen Etil Asetat:Aseton (4:2) menggunakan Lampu UV 366 nm, (b) Eluen Kloroform :Etil Asetat : Metanol (3:2:1) menggunakan Lampu UV 254 nm

Kehadiran dua noda tersebut sesuai dengan karakter kimia tanaman penyusun kombinasi. Jahe merah diketahui kaya akan gingerol dan shogaol, senyawa fenolik–terpenoid semi-polar yang cenderung bergerak lebih jauh pada sistem eluen semipolar. Senyawa ini diduga kuat berkontribusi pada noda dengan Rf 0,57. Sementara itu, sereh mengandung sitral, geraniol, dan komponen terpenoid polar lain yang lebih mudah tertahan pada fase diam silika sehingga kemungkinan besar membentuk noda dengan Rf 0,38. Hal ini sejalan dengan laporan (Ghasemzadeh et al., 2018) yang menyebutkan bahwa senyawa terpenoid polar memiliki mobilitas lebih rendah pada plat silika dibanding flavonoid semipolar.

Pemisahan yang terjadi menunjukkan bahwa sistem eluen yang digunakan sudah sesuai untuk memisahkan berbagai metabolit sekunder dalam sampel. Pola dua noda pada pelat juga memperlihatkan bahwa infusa mampu mengekstrak senyawa dengan rentang polaritas berbeda, meskipun menggunakan pelarut air. Kondisi ini menunjukkan bahwa metode infusa tetap efektif untuk menarik sebagian senyawa fenolik dan terpenoid yang bersifat polar hingga semipolar (Alsaud & Farid, 2020). Secara keseluruhan, hasil KLT sebelum penyemprotan DPPH menunjukkan bahwa kombinasi jahe merah–sereh mengandung minimal dua kelompok senyawa aktif berdasarkan pola pergerakan pada plat silika. Data ini menjadi dasar kuat untuk melanjutkan analisis pada tahap KLT–DPPH untuk mengonfirmasi senyawa mana yang berperan sebagai antioksidan.

#### Uji kualitatif (KLT) dengan penyemprotan DPPH

Uji KLT–DPPH dilakukan untuk mengkonfirmasi keberadaan senyawa antioksidan berdasarkan kemampuan noda hasil pemisahan KLT mereduksi radikal DPPH secara langsung pada permukaan pelat. Metode ini memberikan gambaran visual yang cepat dan sensitif mengenai aktivitas antioksidan, tanpa memerlukan kuantifikasi instrumen. Prinsipnya adalah radikal bebas DPPH· yang berwarna ungu akan berubah menjadi warna kuning ketika bereaksi dengan senyawa antioksidan melalui mekanisme donasi elektron atau atom hidrogen (Ghasemi, *et al.*, 2020). Oleh karena itu, semakin cerah warna kuning yang muncul pada suatu noda, semakin besar kemampuan senyawa tersebut dalam meredam radikal DPPH.



**Gambar 2.** (a) Hasil Setelah Penyemprotan DPPH Ekstrak Infusa Jahe merah : Kunyit, (b) Hasil Setelah Penyemprotan DPPH Ekstrak Infusa Jahe merah : Sereh

Pada penelitian ini, pelat KLT yang telah dikembangkan kemudian disemprot dengan larutan DPPH 0,1 mM dalam metanol. Pemilihan pelarut metanol dilakukan karena sifatnya yang polar dan mampu menjaga kestabilan radikal DPPH serta menghasilkan warna ungu yang konsisten. Hal ini sejalan dengan pendapat c yang menyatakan bahwa metanol adalah pelarut paling optimal untuk preparasi DPPH karena radikal tetap stabil selama inkubasi. Setelah penyemprotan, plat diinkubasi selama  $\pm 30$  menit dalam ruang gelap untuk memastikan reaksi berlangsung sempurna tanpa adanya degradasi fotokimia pada radikal (Utami *et al.*, 2021). Tahap inkubasi ini penting karena cahaya dapat mempercepat proses reduksi non-spesifik, yang dapat mengganggu interpretasi warna pada pelat.

Pada uji KLT sebelum penyemprotan DPPH, kombinasi infusa jahe merah–sereh menunjukkan dua noda berbeda pada UV 254 nm dengan nilai Rf 0,57 dan 0,38, yang merepresentasikan senyawa semi-polar dan polar dalam sampel. Pola ini sesuai dengan komposisi kimia jahe merah dan sereh yang mengandung senyawa terpenoid, fenolik, dan aromatik dengan variasi polaritas (Wulandari, H., 2022). Namun setelah pelat disemprot larutan DPPH, hanya satu noda yang berubah menjadi kuning, sedangkan noda lainnya tidak tampak lagi.

Perubahan dari dua noda menjadi satu noda kuning menunjukkan bahwa hanya satu jenis senyawa dalam kombinasi yang benar-benar bereaksi sebagai antioksidan. Radikal DPPH hanya direduksi oleh senyawa yang mampu mendonorkan elektron atau atom hidrogen, sehingga perubahan warna menandakan adanya aktivitas antioksidan (Utami *et al.*, 2021). Senyawa yang bereaksi tersebut kemungkinan besar merupakan fenolik atau flavonoid dari jahe merah, yang diketahui memiliki aktivitas reduksi kuat (Rahmadani *et al.*, 2023). Sebaliknya, komponen utama sereh seperti sitral dan geraniol termasuk terpenoid dengan aktivitas antioksidan rendah, sehingga tidak menimbulkan perubahan warna.

Morfologi noda yang tampak memanjang setelah penyemprotan merupakan fenomena normal pada KLT–DPPH. Pelarut metanol dalam larutan DPPH dapat melarutkan kembali senyawa semi-polar pada permukaan silika sehingga noda tampak melebar atau tertarik ke atas (Sari, L. P., & Putri, 2022). Hal ini justru mengonfirmasi bahwa senyawa yang memberikan reaksi antioksidan bersifat cukup polar dan mudah terdifusi saat terkena pelarut. Secara keseluruhan, hasil KLT–DPPH menunjukkan bahwa meskipun kombinasi jahe merah–sereh mengandung lebih dari satu jenis senyawa aktif, hanya satu komponen yang memiliki kemampuan antioksidan kuat. Temuan ini juga sejalan dengan hasil uji ABTS yang menunjukkan aktivitas antioksidan kombinasi ini lebih rendah dibanding jahe merah–kunyit.

### **Analisis Antioksidan Dengan ABTS Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS**

Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode ABTS dilakukan untuk menilai kemampuan sampel infusa dalam mereduksi radikal ABTS<sup>+</sup> melalui mekanisme donasi elektron maupun atom hidrogen. Metode ini sangat sensitif dan dapat mengukur aktivitas antioksidan baik senyawa polar maupun non-polar, sehingga sesuai digunakan untuk sampel berbasis air seperti infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh. Menurut (Ilyasov *et al.*, 2020), radikal ABTS<sup>+</sup> memiliki absorbansi kuat pada panjang gelombang 734 nm dengan warna hijau kebiruan, dan penurunan absorbansi menunjukkan terjadinya reduksi radikal oleh senyawa antioksidan.

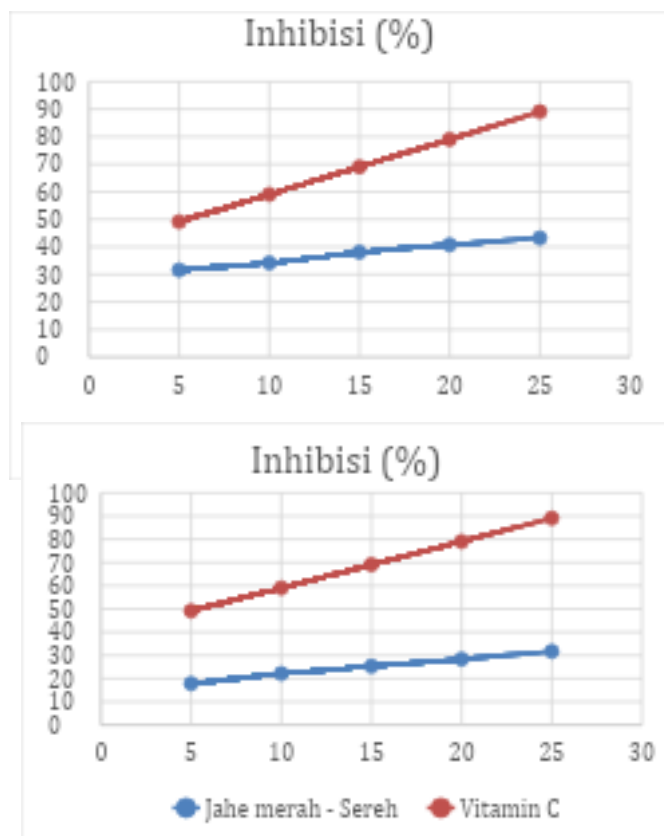
Pada penelitian ini, radikal ABTS<sup>+</sup> dibentuk melalui reaksi antara ABTS dan potassium persulfate (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>). Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 12–16 jam dalam kondisi gelap untuk memastikan radikal mencapai kestabilan penuh sebelum digunakan. Tahap ini sangat penting karena radikal ABTS<sup>+</sup> tidak terbentuk secara instan; persulfat membutuhkan waktu untuk mengoksidasi ABTS hingga terbentuk radikal kation yang stabil. Hal ini sejalan dengan laporan (Apak *et al.*, 2020) yang menyatakan bahwa stabilitas ABTS<sup>+</sup> bergantung pada waktu inkubasi dan kondisi gelap untuk mencegah degradasi fotokimia. Setelah radikal terbentuk, larutan diencerkan

hingga absorbansi mencapai  $0,70 \pm 0,02$  pada 734 nm agar pengukuran berada dalam rentang optimal dan tidak mengalami saturasi.

Infusa kemudian diuji pada lima konsentrasi (5–25 ppm) untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dan persen inhibisi radikal  $ABTS^+$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel, baik kombinasi jahe merah–kunyit, jahe merah–sereh, maupun vitamin C sebagai kontrol positif, memperlihatkan peningkatan persen inhibisi seiring dengan peningkatan konsentrasi. Hal ini menandakan bahwa reaksi reduksi radikal mengikuti pola konsentrasi-dependen: semakin tinggi konsentrasi antioksidan, semakin banyak radikal  $ABTS^+$  yang berhasil dinetralkan. Fenomena ini sesuai dengan teori (Pisoschi *et al.*, 2021), yang menjelaskan bahwa donor elektron dan hidrogen meningkat sebanding dengan jumlah molekul fenolik atau flavonoid dalam larutan.

Kinetika perubahan absorbansi juga menggambarkan bahwa reaksi berlangsung cepat dan mencapai kestimbangan dalam waktu inkubasi 6 menit. Waktu reaksi ini selaras dengan (Ilyasov *et al.*, 2020), yang menyatakan bahwa  $ABTS$  merupakan metode cepat karena radikal kation bereaksi segera setelah kontak dengan antioksidan. Keberhasilan reaksi ditunjukkan oleh penurunan intensitas warna hijau kebiruan setelah penambahan sampel, menandakan bahwa senyawa dalam infusa memiliki kapasitas reduksi terhadap radikal  $ABTS^+$ .

Hasil persen inhibisi menunjukkan bahwa kombinasi jahe merah–kunyit memiliki aktivitas antioksidan tertinggi, diikuti kombinasi jahe merah–sereh, dan kemudian vitamin C sebagai kontrol positif yang memberikan inhibisi paling besar. Pada konsentrasi tertinggi (25 ppm), kombinasi jahe merah–kunyit menghasilkan persen inhibisi 83,21%, sedangkan jahe merah–sereh 71,43%, dan vitamin C mencapai 96,58%. Perbedaan ini berkaitan dengan variasi kandungan senyawa aktif pada masing-masing kombinasi. Jahe merah–kunyit kaya akan senyawa fenolik seperti gingerol, shogaol, dan terutama kurkumin, yang diketahui memiliki gugus hidroksil dan metoksi yang mampu mendonorkan elektron secara efisien (Rahmani *et al.*, 2022). Sementara itu, sereh mengandung sitral dan geraniol yang bersifat terpenoid dan memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah dibandingkan kelompok fenolik.



Selain persen inhibisi, nilai  $IC_{50}$  digunakan sebagai indikator utama dalam menilai kekuatan antioksidan. Nilai  $IC_{50}$  menunjukkan konsentrasi yang diperlukan untuk mereduksi 50% radikal  $ABTS^+$ ; semakin kecil nilainya, semakin kuat aktivitas antioksidan suatu sampel. Pada penelitian ini, kombinasi jahe merah–kunyit memiliki  $IC_{50}$  sebesar 35,83 ppm, sedangkan kombinasi jahe merah–sereh 51,63 ppm, dan vitamin C sebesar 5,44 ppm. Berdasarkan klasifikasi,  $IC_{50} < 50$  ppm termasuk kategori sangat kuat, sehingga kombinasi jahe merah–kunyit dapat dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan kuat, sementara kombinasi jahe merah–sereh berada pada kategori kuat–sedang.

Perbedaan nilai  $IC_{50}$  ini menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam kombinasi jahe merah–kunyit bekerja lebih efisien dalam mereduksi radikal dibandingkan kombinasi jahe merah–sereh. Hal ini dapat dijelaskan oleh sifat kimia senyawa dominan di masing-masing tanaman. Kurkumin dan gingerol memiliki struktur aromatik terkonjugasi yang stabil setelah mendonorkan elektron, sehingga reaksi reduksi radikal berjalan lebih cepat dan lebih stabil. Sebaliknya, sitral dan geraniol dari sereh memiliki struktur aldehid dan alkohol monoterpen yang kurang stabil setelah reaksi oksidasi, sehingga kemampuan reduksinya lebih rendah.

Kurva hubungan konsentrasi dan persen inhibisi juga memperlihatkan perbedaan kemiringan (slope) yang signifikan. Kombinasi jahe merah–kunyit memiliki slope yang lebih curam dibandingkan jahe merah–sereh, yang berarti peningkatan kecil pada konsentrasi menghasilkan peningkatan inhibisi yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi jahe merah–kunyit memiliki aktivitas antioksidan yang lebih responsif terhadap perubahan konsentrasi. Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) mendukung hal ini:  $r = 0,989$  untuk jahe merah–kunyit,  $0,982$  untuk jahe merah–sereh, dan  $0,997$  untuk vitamin C. Menurut (Widyastuti *et al.*, 2022), nilai  $r > 0,95$  mengindikasikan hubungan linier yang sangat kuat dan menunjukkan bahwa sistem reaksi berjalan konsisten tanpa gangguan signifikan.

Konsistensi pola inhibisi dan nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh menunjukkan bahwa metode ABTS sangat sesuai untuk menganalisis sampel infusa yang bersifat polar. Senyawa fenolik dan flavonoid yang diekstraksi melalui metode infusa larut dengan baik dalam air panas, sehingga tersedia dalam jumlah cukup untuk berinteraksi dengan radikal  $ABTS^+$ . Hal ini menjelaskan mengapa kombinasi jahe merah–kunyit memiliki aktivitas lebih tinggi: kunyit mengandung kurkuminoid yang sangat mudah larut pada proses infusa, sedangkan sereh mengandung senyawa volatil yang sebagian dapat menguap selama pemanasan.

Secara keseluruhan, uji aktivitas antioksidan metode ABTS dalam penelitian ini mengonfirmasi bahwa kedua kombinasi infusa memiliki potensi antioksidan yang signifikan, dengan jahe merah–kunyit sebagai kombinasi paling unggul. Hasil ini konsisten dengan analisis fitokimia, KLT, dan KLT–DPPH, sehingga memperkuat bahwa kandungan fenolik dan flavonoid berperan besar dalam menentukan aktivitas antioksidan total suatu bahan herbal. Dengan demikian, kombinasi jahe merah–kunyit layak dipertimbangkan sebagai kandidat bahan baku formulasi herbal yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi.

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa infusa jahe merah–kunyit dan jahe merah–sereh memiliki aktivitas antioksidan. Skrining fitokimia, KLT, dan KLT–DPPH mengkonfirmasi adanya fenolik, flavonoid, dan terpenoid sebagai senyawa penangkap radikal. Uji ABTS menunjukkan peningkatan inhibisi seiring konsentrasi, dengan  $IC_{50}$  masing-masing 35,83 ppm (jahe merah–kunyit) dan 51,63 ppm (jahe merah–sereh). Dengan demikian, kombinasi jahe

merah–kunyit memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat. Penelitian lanjutan diperlukan untuk menilai stabilitas infusa dan karakterisasi senyawa aktif secara lebih mendalam.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan bimbingan selama proses penelitian ini. Segala bentuk kebaikan dan kerja sama yang diberikan sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.

### DAFTAR RUJUKAN

- Abubakar, A. R., & Haque, M. (2020). Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 7(10), 1–5.
- Alsaud, N., & Farid, M. (2020). Insight into the influence of grinding on the extraction efficiency of selected bioactive compounds from various plant leaves. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(18).
- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., & Karademir, S. E. (2020). Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3380.
- Arista, N., Lestari, S., & Yuniarto, A. (2021). (2021). Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap kadar minyak atsiri pada sereh wangi (*Cymbopogon citratus*). *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 23 (3), 175–182.
- Bhernama, B. G. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Rumput Laut *Gracilaria* Sp. Asal Desa Neusu Kabupaten Aceh Besar. *Amina*, 2(1), 1–5.
- Dahiya, P., Kaur, S., & Singh, R. (2022). Comparative antioxidant profiling of *Zingiber officinale* extracts by DPPH and KLT-DPPH methods. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 22(2), 85–95.
- Ghasemi, K., Ghasemi, Y., & Ebrahimzadeh, M. A. (2020). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species. *Food Chemistry*, 119(3), 122–128.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z., & Rahmat, A. (2018). Variation of terpenoid and phenolic compounds in *Zingiber officinale* and their antioxidant activity. *Molecules*, 23(7).
- Ilyasov, I. R., Beloborodov, V. L., & Selivanova, I. A. (2020). ABTS/PP Decolorization Assay of Antioxidant Capacity Reaction Pathways. *Antioxidants*, 9(6), 510.
- Jauharotus Sa'adah, D., Laila Vifta, R., & Susmayanti, W. (2023). Potensi Antioksidan Kombinasi Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var *Rubrum*) dan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) dengan Metode DPPH. *Journal of Holistics and Health Sciences*, 5(2), 385–394.
- Kingori, S. M., Ochanda, S. O., & Koech, R. K. (2021). Variation in Levels of Flavonols Myricetin, Quercetin and Kaempferol—In Kenyan Tea (&i>&i>Camellia sinensis L.&i>&i>) with Processed Tea Types and Geographic Location. *Open Journal of Applied Sciences*, 11(06), 736–749.
- Kusuma, A. T., & Nisa, F. (2021). Identifikasi senyawa aktif ekstrak rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) menggunakan metode KLT. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 13(2), 45–52.
- Luhurningtyas, F. P., Susilo, J., Yuswantina, R., Widhihastuti, E., & Ardiyansah, F. W. (2021). Aktivitas Imunomodulator dan Kandungan Fenol Ekstrak Terpurifikasi Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc. Var.*Rubrum*). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 4(1), 51–59.
- Ni Komang Ayu Cahya Puja Dewi. (2025). Potensi Senyawa Kurkumin Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai Antioksidan untuk Menurunkan Perkembangan Sel Kanker. *Prosiding Workshop Dan Seminar Nasional Farmasi*, 3 (Risksdas 2018), 197–205.
- Niljon, M. A., & Marsiati, H. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan dan Profil Fitokimia Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*), Biji Vanili (*Vanilla planifolia*), dan Kombinasi Keduanya dengan Berbagai Pelarut. *Jurnal Surya Medika*, 9(2), 183–191.
- Nurhayati, G. S., Indriatmoko, D. D., Kristiadi, E. W., & Fitriani, A. (2022). *Chimica et Natura Acta Antioxidant Activity of Nutmeg Mace ( Myristica fragrans ) Graded Extract*. 10(1), 1–5.

- Pisoschi, A. M., & Negulescu, G. P. (2021). Methods for measuring antioxidant activity: A review. *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 10(2), 1–9.
- Rafiq, M., Naseer, B., & Wani, T. A. (2020). Effect of heat processing on total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of some traditional medicinal plants. *Journal of Food Biochemistry*, 44(9).
- Rahmadani, R., Nurdin, R., & Harahap, N. (2023). Profil KLT dan aktivitas antioksidan ekstrak kunyit (*Curcuma longa* L.) dengan variasi pelarut. *Jurnal Farmasi Dan Sains Indonesia*, 4(1), 10–18.
- Rahmani, A. H., Almatroudi, A., & Khan, A. A. (2022). Potential therapeutic role of curcumin and gingerol against oxidative stress and inflammation: A review. *Antioxidants*, 11(4), 693.
- Sari, L. P., & Putri, E. M. (2022). Analisis senyawa fitokimia dengan metode KLT pada ekstrak herbal lokal Indonesia. *Sari, L. P., & Putri, E. M*, 7(2), 35–41.
- Utami, R., Widyasari, R., & Pratiwi, N. (2021). Skrining aktivitas antioksidan menggunakan metode KLT-DPPH pada ekstrak etanol daun salam (*Syzygium polyanthum*). *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 8(2), 45–51.
- Widiawati, W., & Qodri, U. L. (2023). Phytochemical analysis and determination of total phenolic content in ethanol extract of red sugar cane and green sugar cane (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 4(2), 91–102.
- widodo, harto, & Subositi, D. (2021). *Jurnal Sabun 2. Penanganan Dan Penerapan Teknologi Pascapanen Tanaman Obat*, 15, 253–271.
- Widyastuti, N., Arifin, Z., & Sari, D. P. (2022). Evaluasi aktivitas antioksidan ekstrak herbal menggunakan metode ABTS dan DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 9(2), 89–98.
- Wulandari, H., et al. (2022). Analisis senyawa fenolik dan terpenoid pada ekstrak serai dan jahe merah menggunakan KLT dan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis Indonesia*, 9(3), 215–223.
- Yuliani, D., Saptarini, N. M., & Nurhasanah, D. (2022). *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*,. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 9(2), 115–122.