

Analisa Fitokimia dan Antioksidan Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai (*Cymbopogon citratus*), Teh Hijau (*Camellia sinensis*) dan Buah Lemon (*Citrus limon*)

Rizki Andalia¹, Nurmalia Zakaria^{2*}

^{1,2}Prodi Analisis Farmasi dan Makanan, Akademi Analis Farmasi dan Makanan Banda Aceh, Provinsi Aceh, Indonesia

Email korespondensi : lia.danalm@gmail.com

Doi: 10.30867/jifs.v6i1.1035

ABSTRAK

Ekstrak etanol batang serai, daun teh hijau dan buah lemon mengandung senyawa flavonoid dan fitokimia lainnya yang berfungsi sebagai antioksidan. Penelitian ini bertujuan memformulasikan ketiga ekstrak tersebut menjadi sediaan sirup herbal. Karakteristik dari simplisia tanaman dan senyawa fitokimia ditentukan, demikian juga dengan karakteristik dan fitokimia sirup herbal, serta aktivitas antioksidannya. Ketiga simplisia mengandung alkaloid, flavonoid, dan saponin. Simplisia daun teh hijau juga mengandung tanin dan steroid, tetapi tidak terdapat pada batang serai dan buah lemon. Sirup herbal yang mengandung ekstrak batang serai (SH1), ekstrak daun teh hijau (SH2), ekstrak buah lemon (SH3), dan campuran ketiga ekstrak (SH4) mengandung alkaloid, flavonoid, saponin dan steroid/terpenoid. Hanya SH2 dan SH4 yang mengandung tanin sedangkan lainnya tidak. Keempat sirup herbal berbentuk cairan sedikit kental dengan warna cokelat kehitaman, aroma kas tanaman dan memiliki rasa sedikit manis hingga sedikit pahit. pH sirup herbal berkisar 4,5-6,8, dengan bobot jenis 1,25–1,32 gr/ml, dan viskositas berkisar 200-3.600 cP. Keempat sirup herbal memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi ($IC_{50} < 50$ ppm) menggunakan metode peredaman DPPH dengan spektrofotometri Uv-Vis, dimana nilai IC_{50} 32,38 ppm (SH1), 20,49 ppm (SH2), 19,71 ppm (SH3), dan 12,53 ppm (SH4). Daya antioksidan berbeda signifikan tiap sampelnya ($p < 0,05$). Aktivitas antioksidan sirup herbal campuran ekstrak (SH4) lebih rendah dibandingkan Asam Askorbat (IC_{50} 2,33 ppm) ($P < 0,05$).

Kata kunci: antioksidan; sirup herbal; ekstrak batang serai; ekstrak teh hijau; ekstrak lemon

ABSTRACT

Ethanol extracts of lemongrass stems, green tea leaves, and lemon fruit contain flavonoids and other phytochemical compounds that function as antioxidants. This study aims to formulate the three extracts into herbal syrup preparations. The characteristics of the plant simplicia and phytochemical compounds were determined, as were the characteristics and phytochemicals of the herbal syrup, and its antioxidant activity. All three simplicia contain alkaloids, flavonoids, and saponins. Green tea leaf simplicia also contains tannins and steroids, but these are not found in lemongrass stems and lemon fruit. Herbal syrups containing lemongrass stem extract (SH1), green tea leaf extract (SH2), lemon fruit extract (SH3), and a mixture of the three extracts (SH4) contain alkaloids, flavonoids, saponins, and steroids/terpenoids. Only SH2 and SH4 contain tannins, while the others do not. All four herbal syrups are slightly thick liquids with a blackish brown color, a characteristic plant aroma, and a slightly sweet to slightly bitter taste. The pH of the herbal syrups ranged from 4.5 to 6.8, with a specific gravity of 1.25–1.32 g/ml, and a viscosity of 200–3,600 cP. The four herbal syrups have very high antioxidant activity ($IC_{50} < 50$ ppm) using the DPPH quenching method with UV-Vis spectrophotometry, where the IC_{50} values are 32.38 ppm (SH1), 20.49 ppm (SH2), 19.71 ppm (SH3), and 12.53 ppm (SH4). The antioxidant capacity differed significantly between samples ($p < 0.05$). The antioxidant activity of the mixed herbal extract syrup (SH4) was lower than that of ascorbic acid (IC_{50} 2.33 ppm) ($P < 0.05$).

Keywords: antioxidant; herbal syrup; lemongrass extract; green tea extract; lemon extract

PENDAHULUAN

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat berperan dalam mencegah, menghambat atau menunda terjadinya oksidasi dengan cara memberikan elektron yang dapat mengikat dan mengakhiri reaksi berantai radikal bebas yang dapat menimbulkan kerusakan sel sehingga menimbulkan berbagai penyakit (Sriset et al., 2021), serta mampu meningkatkan sistem imun tubuh (Sriset et al., 2021)(Yu et al., 2021).

Batang serai mengandung senyawa antioksidan tinggi dan banyak tumbuh di daerah Aceh Besar dan pekarangan rumah masyarakat di Aceh (Nurmasyithah, 2017). Selama ini pemanfaatannya hanya sebagai bumbu dapur, padahal batang serai mengandung banyak senyawa minyak atsiri (citril, citrinelol, apenin, kamfen, limonene, cis-osimen, terpinol, ceytronelal), geranil asetat, dan flavonoid. Ekstrak etanol daun dan batang serai memiliki kandungan flavonoid total sebesar 22,60 mg QE/g ekstrak dan antioksidan dengan IC_{50} sebesar 71,59 ppm (Nurinnafi'a et al., 2022). Memiliki khasiat antioksidan, melancarkan sirkulasi darah, haid tidak teratur, meredakan batuk, mengobati radang tenggorokan, antiinflamasi, dan analgesik (Hasan et al., 2022)(Magotra et al., 2021). Fortifikasi sebanyak 0,2% ekstrak serai pada susu fermentasi terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, dan *Escherichia coli* pada keju. Mengandung 3,31 mg GAE/g flavonoid, 19,31 mg GAE/g total fenolik, dan inhibisi DPPH sebesar 79,96%. Selain itu, serai juga dilaporkan mengandung beberapa senyawa fitokimia, meliputi alkaloid, terpenoid, saponin, dan tannin (Irfan Fadhlurrohman et al., 2023).

Teh hijau juga telah terbukti khasiatnya secara ilmiah sebagai antioksidan tinggi dan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan (Dias et al., 2013). Antioksidannya terutama diperoleh dari senyawa flavonoid berupa katekin (epigallocatechin, epigallocatechin gallate, epicatechin gallate, dan gallate epicatechin) (Purwanto et al., 2022), dengan aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan ekstrak air teh hijau berdasarkan IC_{50} adalah 9,017 $\mu\text{g/ml}$ dan 7,408 $\mu\text{g/ml}$ (Indarti et al., 2019). Tanaman teh tumbuh di daerah Bener Meriah, sekitar Kampung Pondok Gajah, Pondok Sayur, Kecamatan Janarata dan umumnya dijadikan pagar kebun (Win Ruhdi Bathin, 2020).

Kulit dan daging buah lemon juga memiliki aktivitas antioksidan sangat tinggi dengan IC_{50} ekstrak etanol kulit dan ekstrak etanol daging buahnya sebesar 11,636 $\mu\text{g/mL}$ dan 3,231 $\mu\text{g/mL}$ (Rizaldy et al., 2023). Selama ini masyarakat Aceh hanya memanfaatkan daging buahnya saja sebagai minuman kesehatan dan juga bumbu dapur, sedangkan kulit buahnya menjadi limbah. Tanaman lemon banyak tumbuh di beberapa daerah di Aceh seperti Aceh Besar dan Banda Aceh. Kandungan senyawa penting dalam buah lemon utuh berupa flavonoid, asam fenolik, dan minyak esensial serta memiliki khasiat antiinflamasi, antimikroba, antikanker, dan antiparasit (Klimek-szczykutowicz et al., 2020).

Campuran ketiga ekstrak tanaman ini dapat dikembangkan menjadi sediaan sirup kesehatan. Sirup polih herbal dengan kandungan beberapa baham alami (daun kelor, kunyit, jahe) terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat ($IC_{50} = 0,21 \mu\text{g/mL}$) dan jauh lebih tinggi dari bentuk sirup tunggalnya dan dari vitamin C ($p < 0,05$) (Zakaria dkk., 2023). Sediaan sirup adalah bentuk sediaan cair yang mudah digunakan oleh semua kalangan usia dan proses absorpsi di saluran cerna cepat sehingga memberikan efek farmakologi yang lebih cepat dibandingkan bentuk sediaan lainnya (Indiarto and Rezaharsanto, 2020). Sirup herbal dapat mengandung zat aktif dari satu atau lebih bahan herbal. Sirup herbal dapat dibuat dari hasil ekstraksi/rebusan pekat dari kombinasi herbal dengan penambahan sirup gula dan bahan tambahan lainnya (Mohan J et al., 2020).

Manfaat dari sirup herbal ekstrak batang serai, daun teh dan buah lemon yang dikumpulkan dari daerah Aceh ini belum dibuktikan secara ilmiah terhadap senyawa fitokimia dan khasiatnya. Salah satu khasiat yang memberikan manfaat bagi tubuh dari kandungan fitokimia tanaman adalah terdapatnya senyawa antioksidan (Men et al., 2021). Guna menjamin mutu, kualitas dan khasiat sirup herbal ini, maka dilakukan standarisasi simplisia dan ekstrak sebagai bahan baku. Analisa fisika kimia ekstrak ketiga tanaman, identifikasi fitokimia sirup herbal dan pengujian aktivitas antioksidan dapat menjadi data awal untuk pengembangan produk sirup herbal menjadi produk fitofarmaka. Diharapkan

daya antioksidan sirup herbal campuran ekstrak batang serai, daun teh dan buah lemon lebih tinggi dibandingkan sirup tunggalnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental kuantitatif dengan menstandarisasi simplisia dan ekstrak dari batang serai, daun teh hijau dan buah lemon. Ekstrak diformulasikan menjadi 4 formula sirup, dilakukan skrining fitokimia, pengujian karakteristik fisika dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.

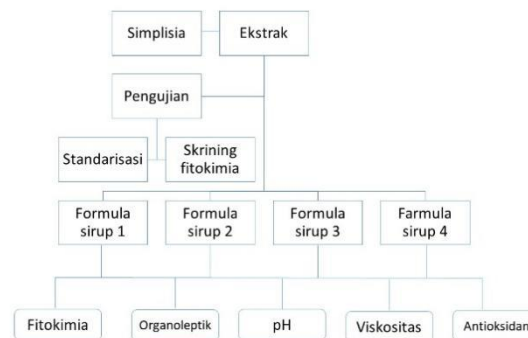
Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun teh hijau, batang serai, buah lemon, DPPH, sukrosa, gliserin ($C_3H_8O_3$), gelatin, metil paraben, aquadest (H_2O), alumunium foil, asam askorbat ($C_6H_8O_6$), n- heksan (C_6H_{14}), etil asetat ($C_4H_8O_2$), etanol (C_2H_6O), HCl(p) (Asam Klorida), KI (pottasium iodide), $HgCl_2$ (Merkuri II klorida), I_2 (iodium), amil alcohol (C_5H_{12}), bismut nitrat (p) ($Bi(NO_3)_3$), asam nitrat (HNO_3), metanol, asam klorida (HCl), besi III klorida.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan analitik, cawan porselin, oven, gelas ukur, pipet volum, pipet tetes, viskometer brokfield, piknometer, kaca arloji, beaker glass, mikro pipet, labu ukur, alat pengukur ph dan seperangkat alat spektrofotometri UV-Vis (*single- beam*).

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari pembuatan simplisia, pembuatan ekstrak, penentuan karakteristik simplisia, skrining fitokimia simplisia dan sirup herbal, penentuan karakteristik sirup herbal dan aktivitas antioksidan sirup herbal. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian Sirup Herbal Ekstrak Serai, Teh Hijau dan Lemon

1. Pembuatan Simplisia Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon

Batang serai dan daun teh hijau yang telah dikumpulkan dilakukan sortasi basah untuk memisahkan kotoran dari bagian tanaman. Lalu dicuci bersih dengan air mengalir dan dirajang tipis ± 1 mm (kecuali daun teh), setelah dirajang, dikeringkan menggunakan oven pada suhu $40^\circ C$. Setelah kering, ditimbang berat simplisia dan ditentukan karakteristiknya. Kecuali buah lemon tidak dilakukan pengeringan, melainkan langsung digunakan buah utuh berbentuk simplisia basah.

2. Standarisasi Simplisia Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon (Kemenkes RI, 2017)

- a. Pemeriksaan Organoleptik. Pemeriksaan organoleptik simplisia meliputi bentuk, bau, rasa, dan warna.
- b. Penetapan susut pengeringan. Ditimbang seksama 2 g simplisia dalam botol timbang dangkal bertutup yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu 105°C dan ditara, dimasukkan dalam ruang pengering, buka tutupnya, keringkan pada suhu penetapan hingga bobot tetap.
- c. Penetapan kadar sari larut air. Sebanyak 5 g serbuk simplisia, dimaserasi selama selama 24 jam dalam 100 ml air-kloroform (2,5 kloroform dalam air suling sampai 1 liter) menggunakan labu bersumbat sambil dikocok sesekali. 20 ml filtrat diuapkan sampai kering dan dipanaskan pada suhu 105°C sampai bobot tetap. Kadar dalam % sari yang larut dalam air dihitung terhadap bahan yang telah dikeringkan.
- d. Penetapan kadar sari larut etanol. Sebanyak 5 g serbuk simplisia dimaserasi selama 24 jam dalam 100 ml etanol 96% menggunakan labu bersumbat sambil dikocok sesekali selama 24 jam. Lalu disaring dan diambil sebanyak 20 ml filtrat diuapkan sampai kering dalam cawan penguap yang berdasar rata yang telah dipanaskan dan ditara. Sisa penguapan dipanaskan pada suhu 105°C sampai bobot tetap. Kadar dalam % sari yang larut dalam etanol 96% dihitung terhadap bahan yang telah dikeringkan.
- e. Penetapan kadar abu total. Sebanyak 2 g simplisia dimasukkan ke dalam kurs silikat dan dipijar pada suhu 600°C selama 3 jam, dan didinginkan lalu ditimbang.

3. Pembuatan Ekstrak Batang Serai, Teh Hijau dan Buah Lemon

Sebanyak 250 gram simplisia dimaserasi dengan etanol 96% (1:10) selama 24 jam. Lalu disaring dan diambil filtratnya. Ampas yang diperoleh kemudian diremaserasi sebanyak 2 kali dengan cara yang sama. Total maserat yang diperoleh diuapkan pelarutnya dengan alat *rotary vacuum evaporator* pada suhu 40°C hingga didapat ekstrak kental.

4. Analisa Fitokimia Ekstrak Batang Serai, Teh Hijau dan Buah Lemon.

Analisa senyawa fitokimia terhadap ekstrak batang serai, daun teh hijau dan buah lemon meliputi pemeriksaan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid/triterpenoid (Angelina et al., 2021).

5. Pembuatan Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai, Teh Hijau dan Buah Lemon

Pembuatan sirup herbal dengan merancang formula sirup yang diadopsi dari penelitian sebelumnya (Wulandari et al., 2018). Rancangan formulasi sirup herbal ekstrak batang serai, teh hijau dan buah lemon dapat dilihat pada Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Formulasi Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon

Komponen	Formula (%)			
	SH1	SH2	SH3	SH4
Ekstrak batang serai	6	-	-	2
Ekstrak daun teh hijau	-	6	-	2
Ekstrak buah lemon	-	-	6	2
Sukrosa	60	60	60	60
Gelatin	2	2	2	2
Gliserin	5	5	5	5
Metil Paraben	0,25	0,25	0,25	0,25
Aquadest ad	100	100	100	100

Pembuatan sirup dilakukan dengan cara: ekstrak dicampur rata dengan metil paraben. Lalu dibuat mucilago gelatin dengan cara gelatin didispersikan ke dalam sebagian gliserin dan air sampai terbentuk cairan yang kental dan jernih. Selanjutnya dibuat larutan sirup sukrosa. Gelatin ditambahkan ke dalam sirup sukrosa lalu dicampur dengan ekstrak dan ditambahkan essens. Dicukupkan volumenya dengan aquadest hingga 100 ml.

6. Analisa Fitokimia Sirup Herbal

Analisa senyawa fitokimia terhadap ketiga sirup herbal, meliputi pemeriksaan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid/triterpenoid (Angelina et al., 2021)(Zakaria, Winingsih, et al., 2022).

7. Pengujian Karakteristik Sirup Herbal

Setiap sampel formula sirup herbal dievaluasi meliputi uji organoleptik, pH, viskositas, dan bobot jenis (19):

- a. Uji Organoleptik. Pengujian organoleptik dilakukan dengan mengamati sediaan sirup polih herbal berdasarkan warna, aroma, rasa, dan kejernihan.
- b. Penentuan pH. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.
- c. Pengukuran viskositas. Pengukuran viskositas dilakukan dengan menggunakan viskometer NDJ-1 (pengulangan 3 kali).
- d. Penentuan Bobot Jenis. Bobot jenis diukur menggunakan piknometer volume 25 mL (pengulangan 3 kali).

8. Pengujian Aktivitas Antioksidan Sirup Herbal (metode DPPH) (Zakaria et al., 2023)

- a. Penentuan panjang gelombang serapan maksimum DPPH.
Larutan DPPH 50 ppm diambil sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan 5 mL larutan metanol dan dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap dan diukur serapannya pada panjang gelombang rentang 510 - 520 nm.
- b. Penyiapan larutan uji.
Larutan uji dibuat dengan menimbang sampel minuman herbal masing-masing 25 mg dan dilarutkan dengan metanol, dihomogenkan lalu dicukupkan volumenya hingga 25 mL (1000 ppm). Selanjutnya dilakukan pengenceran lagi dengan membuat 5 seri konsentrasi larutan (50, 100, 150, 200, 250 ppm)
- c. Penyiapan larutan pembanding vitamin C (Kontrol positif).
Ditimbang 25 mg vitamin C ditambahkan aquades secukupnya, kemudian volume akhir dicukupkan dengan metanol hingga 25 mL. kemudian dari larutan tersebut dibuat seri konsentrasi (20, 40, 60, 80, 100 ppm).
- d. Penentuan Absorbansi
Larutan uji dan pembanding sebanyak 4 mL ditambahkan 1 mL DPPH dalam vial, dikocok dan didiamkan selama 30 menit, kemudian dibaca serapan aktivitasnya pada panjang gelombang maksimum (λ_{max}).
- e. Perhitungan IC_{50}

Hasil pengukuran absorbansi dengan menggunakan spektrofotometri UV –VIS digunakan untuk menghitung persentase peredaman radikal bebas DPPH. Dihitung % peredaman radikal bebas DPPH dan dihitung nilai IC₅₀ melalui persamaan regresi linier.

9. Analisis Data.

Data karakteristik sirup herbal dinyatakan sebagai rata-rata \pm SD. Data antioksidan dianalisis dengan metode *Anova One Way* dengan tingkat kepercayaan 5 % untuk melihat adanya tidaknya perbedaan signifikan terhadap aktivitas antioksidan dari tiap sampel sirup herbal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi Simplisia

Hasil pengujian karakteristik simplisia dapat dilihat pada Tabel 2. Simplisia kering batang serai memiliki warna putih kekuningan, aroma serai dengan rasa yang sepat. Hasil pengujian menunjukkan nilai susut pengeringan simplisia batang serai 9,7%, Kadar abu total 6,2%, kadar abu tidak larut asam 1,25%, kadar sari larut air 18,3% dan kadar sari larut etanol 19,5%. Parameter standar simplisia batang serai belum tercantum di dalam Farmakope Herbal Indonesia, dan belum banyak penelitian yang menentukan karakteristik simplisia batang serai. Simplisia teh hijau berwarna hijau tua dengan aroma khas teh hijau dan rasa yang pahit. Susut pegeringan simplisia teh hijau adalah 9,2%, kadar total abu 5,9%, kadar abu tidak larut asam 0,36%, kadar sari larut air 12,47% dan kadar sari larut etanol 11,92%. Hasil karakteristik simplisia teh hijau ini hampir serupa dengan penelitian sebelumnya (Susilowati dan Nur'aini, 2024).

Simplisia buah lemon yang berbentuk basah memiliki warna penampakan kulit luar hijau kekuningan. Seluruh bagian buah lemon digunakan dalam penelitian ini tanpa diperas terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan kulit jeruk mentah (tanpa proses perasan) menunjukkan kadar hesperidin yang merupakan golongan flavonoid sebesar 3.157,6 mg/kg sedangkan jeruk perasan 455,5 mg/kg (Kim et al., 2024). Aroma dan rasa simplisia basah buah lemon adalah aroma lemon dan rasa kulit yang pahit sedang daging buah asam. Susut pengeringan buah lemon adalah 63,6%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan simplisia batang serai dan daun teh hijau karena buah lemon tidak dikeringkan. Metode pengeringan dengan suhu $>50^{\circ}\text{C}$ dapat mempengaruhi kadar total fenolik dan vitamin C di dalam lemon menjadi menurun (Ding et al., 2017). Hal ini dapat mempengaruhi daya antioksidannya.

Tabel 2. Karakteristik Simplisia Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon

Simplisia	Warna	Aroma	Rasa	Susut pengeringan (%)	Kadar abu total (%)	Kadar abu tidak larut asam (%)	Kadar sari larut air (%)	Kadar sari larut etanol (%)
Batang serai	Putih kekuningan	Serai	Sepat	9,7	6,2	1,25	18,3	19,5
Teh hijau	Hijau tua	Teh hijau	Sedikit Pahit	9,2	5,9	0,36	12,47	11,92
Buah lemon	Hijau kekuningan	lemon	Pahit-Asam	63,6	5,3	2,3	28,3	29,4

2. Skrining Fitokimia Simplisia

Hasil skrining fitokimia dari simplisia batang serai, daun teh hijau dan buah lemon dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa batang serai (*Cymbopogon citratus*) positif mengandung alkaloid, flavonoid, dan saponin, namun tidak terdeteksi adanya tanin maupun terpenoid/steroid. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa *C. citratus* kaya akan flavonoid dan alkaloid, yang berperan penting sebagai antioksidan alami (Shah et al., 2011).

Pada teh hijau (*Camellia sinensis*), diperoleh hasil positif untuk alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, serta steroid. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa teh hijau merupakan salah satu sumber flavonoid terbesar, terutama katekin, yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi dan juga mengandung alkaloid (kafein) serta sejumlah saponin dan tanin (Cabrera et al., 2006).

Dalam penelitian ini, buah lemon (*Citrus limon*) menunjukkan hasil positif terhadap alkaloid, flavonoid dan saponin melalui uji kualitatif sederhana, sedangkan tanin, dan terpenoid/steroid tidak terdeteksi. Temuan ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa kulit lemon mengandung flavonoid dan senyawa fenolik yang signifikan. Ekstrak kulit lemon mengandung *total phenolic content* sekitar 51,2 mg GAE/g berat kering dan *total flavonoid content* sekitar 7,1 mg rutin equivalents/g berat kering, serta kandungan asam askorbat (vitamin C) yang nyata (Chatzimitakos et al., 2023).

Tabel 3. Hasil Skrining Fitokimia Simplisia Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon

Simplisia	Alkaloid	Flavonoid	Saponin	Tanin	Terpenoid/Steroid
Batang serai	+	+	+	-	-
Teh Hijau	+	+	+	+	+ (steroid)
Buah Lemon	+	+	+	-	-

Ket: (+) mengandung senyawa fitokimia; (-) tidak mengandung senyawa fitokimia

3. Skrining Fitokimia Sirup Herbal

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai (SH1) mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, dan terpenoid, tetapi tidak terdeteksi tanin maupun steroid. Temuan ini sejalan dengan laporan terbaru yang menyebutkan bahwa *Cymbopogon citratus* kaya akan flavonoid (luteolin, apigenin) serta terpenoid seperti sitral yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi (Tazi et al., 2024)

Sirup Herbal Ekstrak Daun Teh Hijau (SH2) memperlihatkan kandungan fitokimia paling lengkap, yakni alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid. Hasil ini konsisten dengan laporan sebelumnya yang menyatakan bahwa teh hijau (*Camellia sinensis*) merupakan sumber utama katekin (EGCG), tanin, dan alkaloid (kafein), yang secara luas diketahui berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan dan efek protektif terhadap penyakit degeneratif (Zhao et al., 2022).

Pada Sirup Herbal Ekstrak Buah Lemon (SH3), hasil uji kualitatif menunjukkan adanya alkaloid, flavonoid, saponin, dan steroid, tetapi tanin dan terpenoid tidak terdeteksi. Laporan penelitian sebelumnya menemukan bahwa konsentrasi fenolik dan flavonoid tinggi pada kulit lemon, terutama senyawa hesperidin dan eriocitrin (Athanasiadis et al., 2024). Hal ini mendukung hasil temuan dalam SH3. Kehadiran alkaloid dalam SH3 sejalan dengan laporan yang mengidentifikasi

sejumlah alkaloid dalam *Citrus limon*, yang diketahui berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan melalui mekanisme penangkapan radikal bebas dan modulasi enzim oksidatif (Boye et al., 2024). Saponin yang juga terdeteksi pada SH3 mendukung temuan sebelumnya bahwa saponin dalam buah lemon dapat memberikan kontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Mekanismenya dapat berupa donasi elektron secara langsung maupun tidak langsung melalui peningkatan kapasitas pertahanan seluler (Maqbool et al., 2023). Selain itu, keberadaan steroid pada SH3 konsisten dengan laporan yang menyebutkan bahwa metabolit steroid atau fitosterol dari *Citrus limon* memiliki efek antioksidan dan antiinflamasi. Senyawa ini berperan dalam menurunkan peroksidasi lipid dan menjaga stabilitas membran sel dari kerusakan akibat stres oksidatif (Munir et al., 2024).

Adapun Sirup Herbal Kombinasi Ekstrak batang serai, daun teh hijau dan buah lemon (SH4) menunjukkan profil fitokimia yang paling beragam, dengan kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid. Hasil ini mengindikasikan adanya efek sinergis dari penggabungan ketiga ekstrak simplisia yang memperkaya variasi metabolit sekunder dalam sediaan. Literatur terkini menegaskan bahwa kombinasi metabolit seperti polifenol, terpenoid, saponin, dan fitosterol dalam satu formulasi dapat meningkatkan potensi bioaktivitas, termasuk aktivitas antioksidan (Kumar et al., 2023). Profil ini sangat mirip dengan penelitian Sirup Poliherbal SPKKJ (daun kelor, kunyit, jahe) yang melaporkan keberadaan alkaloid, saponin, dan tanin, serta menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat tinggi, bahkan melebihi vitamin C pada kondisi tertentu (Zakaria et al., 2023). Selain itu, temuan ini juga konsisten dengan laporan Kumar et al. (2023), yang meneliti sirup herbal kombinasi ekstrak *Phyllanthus emblica*, *Tinospora cordifolia*, dan *Ocimum sanctum*. Studi tersebut melaporkan deteksi alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin dalam formulasi sirup, serta menekankan bahwa kombinasi ekstrak menghasilkan aktivitas antioksidan dan imunomodulator yang lebih signifikan dibandingkan sediaan tunggal (Kumar et al., 2023). Hasil skrining fitokimia sirup herbal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Skiring Fitokimia Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon

Sirup Herbal	Alkaloid	Flavonoid	Saponin	Tanin	Terpenoid/Steroid
SH1	+	+	+	-	+ (terpenoid)
SH2	+	+	+	+	+ (steroid)
SH3	+	+	+	-	+(steroid)
SH4	+	+	+	+	+(steroid)

Ket: (+) mengandung senyawa fitokimia; (-) tidak mengandung senyawa fitokimia

4. Karakteristik Sirup Herbal

Sirup herbal keempat formulas dari segi warna terlihat sama yaitu berwarna coklat kehitaman, dengan bentuk cairan kental dan rasa sedikit manis hingga sedikit pahit. Aroma dari sirup herbal bergantung kepada kandungan ekstraknya, sedangkan sirup herbal kombinasi menunjukkan aroma campuran antara ketiga ekstrak (Gambar 2.). pH sediaan sirup herbal berkisar antara 4,4 hingga 6,8. Rentang pH ini menunjukkan bahwa semua formula berada di daerah asam hingga mendekati netral lemah. Nilai pH termasuk penting karena memengaruhi stabilitas kimia, efikasi pengawet, dan risiko kontaminasi mikrobiologis selama masa simpan. Pengamatan literatur lainnya menjelaskan bahwa beberapa formula sirup herbal ada yang memiliki pH di sekitar 4,4, sementara pH sirup herbal lain mencapai 6,8 dan pertimbangan terhadap faktor lain seperti stabilitas, efektivitas penggunaan pengawet dan cemaran mikroba. pH dibawah 5 memiliki masa simpan yang lebih baik dibandingkan sirup dengan pH yang lebih tinggi (Agrawal et al., 2024).



Gambar 2. Penampakan Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai (SH1), Sirup Herbal Ekstrak Daun Teh Hijau (SH2), Sirup Herbal Ekstrak Buah Lemon (SH3), dan Sirup Herbal Ekstrak Campuran (SH4)

Bobot jenis keempat sirup herbal berkisar pada 1,25 – 1,32 gr/ml. Hal ini menunjukkan formulasi sirup yang cukup padat dan sesuai dengan karakteristik sirup pada umumnya. Nilai ini sejalan dengan standar bobot jenis sediaan cair menurut *European Pharmacopoeia*, yang menekankan pentingnya parameter bobot jenis untuk menjamin konsentrasi zat aktif dan kestabilan sediaan (Khandave et al., 2025). Sedangkan Indonesia sendiri tidak mengatur standar bobot jenis ideal untuk sediaan sirup herbal.

Viskositas keempat formula menunjukkan variasi yang luas. SH1 sangat kental (3.600 cP), SH2 dan SH4 berada pada kisaran menengah-tinggi (1.100 dan 700 cP), sedangkan SH3 relatif encer (250 cP). Viskositas berada pada parameter kritis formulasi karena memengaruhi kemudahan pengisian, keseragaman dosis, stabilitas sedimen, dan kesukaan penggunaan. Umumnya formulasi sirup komersial dan polih herbal dilaporkan pada rentang ratusan hingga sedikit ribuan cP tergantung tujuan produk (Khandave et al., 2025). Viskotas SH3 (250 cP) sejalan dengan laporan formulasi sirup herbal modern yang mengoptimalkan viskositas sekitar 200–300 cP untuk keseimbangan aliran dan stabilitas (Noorulla et al., 2024). Viskositas SH2 (1.100 cP) dan SH4 (700 cP) juga berada dalam kisaran yang sering dilaporkan untuk sirup polih herbal (rentang 600–1.200 cP), nilai yang umumnya diterima untuk mempertahankan *mouthfeel* sirup sekaligus mengurangi laju sedimentasi (Khandave et al., 2025). Namun, SH1 (3.600 cP) tergolong sangat kental mendekati viskositas sirup gula pekat/*corn syrup*. Hal ini berisiko menyulitkan pengisian sirup dalam botol, menurunkan kecepatan larut di mulut, serta meningkatkan persepsi “terlalu kental” oleh konsumen. Perlu evaluasi ulang terhadap komposisi (seperti pengurang konsentrasi gula, pengatur viskositas seperti penurunan kadar gelatin atau penggunaan pengental lainnya misal CMC, HPMC, atau xanthan) serta pemantauan viskositas dan sedimentasi selama studi stabilitas untuk memastikan mutu dan kelayakan produksi. Karakteristik keempat sirup herbal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Sediaan Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon

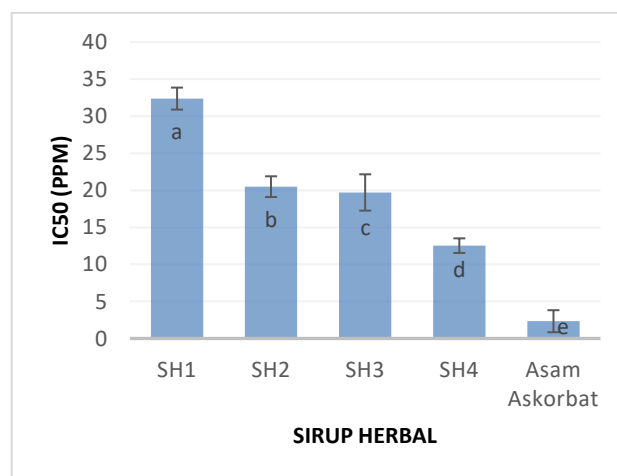
Sirup Herbal	Organoleptik			pH	Bobot Jenis (gr/ml)	Viskositas (cP)	
	Bentuk	Warna	Aroma				Rasa
SH1	Cairan kental	Cokelat kehitaman	Khas serai	Sedikit manis	6,8	1,26	3.600
SH2	Cairan kental	Cokelat kehitaman	Khas teh hijau	Sedikit manis	5,9	1,27	1.100
SH3	Cairan kental	Cokelat kehitaman	Khas lemon	Sedikit pahit	4,4	1,25	250
SH4	Cairan kental	Cokelat kehitaman	Teh hijau serai	Sedikit manis	4,6	1,32	700

5. Aktivitas Antioksidan Sirup Herbal

Aktivitas antioksidan sirup herbal SH1, SH2, SH3, dan SH4 berturut-turut berdasarkan nilai IC_{50} adalah 32,38 ppm, 20,49 ppm, 19,71 ppm, dan 12,53 ppm. Secara keseluruhan aktivitas antioksidan keempat sirup herbal masuk kategori antioksidan sangat kuat (Zakaria et al., 2023). Aktivitas antioksidan yang sangat kuat dari keempat sirup herbal berhubungan dengan keberadaan senyawa fitokimia di dalam masing-masing sirup herbal yang semuanya memiliki mekanisme dalam menangkal radikal bebas (Indarti et al., 2019). Hasil pengujian aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Aktivitas Antioksidan Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai, Daun Teh Hijau dan Buah Lemon (n=3)

Sirup Herbal	Deret Konsentrasi (ppm)					Pers. Linier	Regresi (R ²)	IC ₅₀ (ppm)
	100	80	60	40	20			
	% Inhibisi							
SH1	78.61±0,76	67.80±0,38	62.28±1,54	55.11±0,54	43.48±1,41	y=0,4148x+36,56	0,9849	32,38
SH2	86.23±1,24	74.89±1,73	68.91±0,52	60.88±0,79	48.15±1,27	y=0,4509x+40,76	0,9853	20,49
SH3	81.43±1,15	71.33±1,55	66.04±0,87	60.16±1,86	48.88±0,99	y=0,3813x+42,69	0,9813	19,71
SH4	83.31±0,72	73.91±0,38	68.98±0,92	62.75±2,08	51.00±0,79	y=0,379x+45,253	0,9786	12,53
Asam Askorbat	87.19±0,33	76.97±2,13	71.09±1,19	62.75±1,39	56.52±0,68	y=0,3778x+48,24	0,9921	2,33



Gambar 3. Nilai IC_{50} Sirup Herbal Ekstrak Batang Serai (SH1), Sirup Herbal Ekstak Daun Teh Hijau (SH2), Sirup Herbal Ekstrak Buah Lemon (SH3), Sirup Herbal Kombinasi Ekstrak (SH4) dan Pembanding Asam Askorbat (n=3)

Aktivitas antioksidan asam askorbat berbeda secara signifikan dengan sirup herbal SH4 yang mengandung campuran ekstrak batang serai, daun teh hijau dan buah lemon ($p < 0,05$). Asam askorbat merupakan senyawa yang telah terbukti secara ilmiah memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi dan telah banyak dimanfaatkan di dunia kesehatan bahkan kecantikan untuk menjaga dan merawat tubuh (Wibawa et al., 2020). Hasil uji *Anova One way* menunjukkan keempat formula sirup berbeda daya antioksidannya secara signifikan ($p < 0,05$). Nilai IC_{50} keempat sirup herbal masih lebih tinggi dari pembanding asam askorbat dengan nilai IC_{50} 2,33 ppm ($p < 0,05$) yang berarti daya

antioksidan asam askorbat masih lebih tinggi dibandingkan keempat sirup herbal seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Stres oksidatif yang tinggi dapat merusak sel imun, memicu peradangan kronis, meningkatkan produksi sitokin pro-inflamasi, dan menurunkan fungsi imun. Antioksidan membantu menjaga keseimbangan redoks, sehingga sel imun lebih optimal dalam fungsi dan responsnya (Zakaria, Fauziah, et al., 2022). Studi menemukan bahwa ekstrak herbal dengan aktivitas antioksidan moderat juga menunjukkan kemampuan immunomodulator, terutama dalam regulasi produksi limfosit dan neutrofil pada tikus. Hal ini memperlihatkan bahwa antioksidan tidak hanya bertugas menangkal radikal bebas tetapi juga mendukung respons imun dengan menjaga sel imun tidak rusak akibat oksidasi (Trintantini et.al., 2021). Sirup herbal ini dapat diteliti lebih lanjut terhadap aktivitas immunomodulator yang berperan dalam menjaga imunitas tubuh.

KESIMPULAN

Sirup herbal dari ekstrak tunggal batang serai, teh hijau dan buah lemon serta campuran ketiganya memiliki karakteristik sediaan yang bagus. Baik sirup herbal ekstrak tunggal maupun campuran memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi ($IC_{50} < 50$ ppm). Hal ini dipengaruhi oleh kandungan senyawa fitokimia yang terdapat dalam simplisia dan ekstrak etanol dari masing-masing tanaman yang memiliki mekanisme kerja tertentu terhadap pangkalan radikal bebas. Sirup herbal ini dapat diteliti lebih lanjut terhadap aktivitas immunomodulator yang berperan dalam menjaga imunitas tubuh serta stabilitas dan penerimaan konsumen terhadap produk sirup.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Peneliti dalam riset ini tidak terdapat konflik kepentingan sehingga hasil dari penelitian tidak terdapat bias.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas pendanaan penelitian ini dengan nomor kontrak 134/C3/DT.05.00/PL/2025 tanggal 28 Mei 2025, tahun anggaran 2025. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R., Trivedi, S., & Barodia, Z. (2024). An Analysis of pH and Sugar Content of Commonly Prescribed Pediatric Liquid Medications: The Current Indian Scenario. *Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*, 29(4), 354–358. <https://doi.org/10.5863/1551-6776-29.4.354>
- Angelina, M., Mardhiyah, A., Dewi, R. T., Fajriah, S., Muthiah, N., Ekapratwi, Y., Dewijanti, I. D., Sukirno, Jamilah, & Hartati, S. (2021). Physicochemical and phytochemical standardization, and antibacterial evaluation of *Cassia alata* leaves from different locations in Indonesia. *Pharmacia*, 68(4), 947–956. <https://doi.org/10.3897/PHARMACIA.68.E76835>
- Athanasiadis, V., Chatzimitakos, T., Mantiniotou, M., Bozinou, E., & Lalas, S. I. (2024). Exploring the Antioxidant Properties of Citrus limon (Lemon) Peel Ultrasound Extract after the Cloud Point Extraction Method. *Biomass (Switzerland)*, 4(1), 202–216. <https://doi.org/10.3390/biomass4010010>

- Boye, A., Asiamah, E. A., Martey, O., & Ayertey, F. (2024). Citrus limon (L.) Osbeck Fruit Peel Extract Attenuates Carbon Tetrachloride-Induced Hepatocarcinogenesis in Sprague-Dawley Rats. *BioMed Research International*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/6673550>
- Cabrera, C., Artacho, R., & Giménez, R. (2006). Beneficial Effects of Green Tea—A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 79–99. <https://doi.org/10.1080/07315724.2006.10719518>
- Chatzimitakos, T., Athanasiadis, V., Kotsou, K., Bozinou, E., & Lalas, S. I. (2023). Response Surface Optimization for the Enhancement of the Extraction of Bioactive Compounds from Citrus limon Peel. *Antioxidants*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/antiox12081605>
- Dias, T. R., Tomás, G., Teixeira, N. ., Alves, M. G., Oliveira, P. F., & Silva, B. M. (2013). White Tea (Camellia Sinensis (L.)): Antioxidant Properties And Beneficial Health Effects. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*, May 2014, 19–26. <https://doi.org/10.19070/2326-3350-130005>
- Ding, S., Wang, R., Zhang, J., Li, G., Zhang, J., Ou, S., & Shan, Y. (2017). Effect of drying temperature on the sugars, organic acids, limonoids, phenolics, and antioxidant capacities of lemon slices. *Food Science and Biotechnology*, 26(6), 1523–1533. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0221-0>
- Hasan, Z. Y. M., Al-Halbosiy, M. M. F., Al-Lihaibi, R. K., & Al-Nauimi, E. H. (2022). Short Communication: Antimicrobial of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) volatile oil and cytotoxic effects against L20B and MCF-7cell lines. *Biodiversitas*, 23(10), 5298–5301. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231039>
- Indarti, K., Apriani, E. F., Wibowo, A. E., & Simanjuntak, P. (2019). Antioxidant Activity of Ethanolic Extract and Various Fractions from Green Tea (*Camellia sinensis* L.) Leaves. *Pharmacognosy Journal*, 11(4), 771–776. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.122>
- Indiarto, R., & Rezaharsamto, B. (2020). The physical, chemical, and microbiological properties of peanuts during storage: A review. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(3), 1909–1913.
- Irfan Fadhlurrohman, Ridho Maulaeni, & Asmaradika Cahya Tirta. (2023). Fortifikasi Serai (*Cymbopogon citratus*) pada Produk Susu Fermentasi sebagai Potensi Pangan Fungsional: Kajian Literatur. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 418–428. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.666>
- Kemenkes RI. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khandave, K. G., Mundhe, M. B., & Gaikwad, K. R. (2025). Formulation And Evaluation of a Polyherbal Syrup for Anti-Inflammatory Activity. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 15(6), 96–101. <https://doi.org/10.22270/jddt.v15i6.7142>
- Kim, S., Lee, E., Park, J., Nam, J. O., & Kim, S. R. (2024). Evaluating the Nutritional Composition of Unripe Citrus and Its Effect on Inhibiting Adipogenesis and Adipocyte Differentiation. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34(6), 1206–1213. <https://doi.org/10.4014/jmb.2403.03015>
- Klimek-szczykutowicz, M., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). Citrus limon (Lemon) phenomenon—a review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. *Plants*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/plants9010119>
- Kumar, A., Nirmal, P., Kumar, M., Jose, A., Tomer, V., Oz, E., Proestos, C., Zeng, M., Elobeid, T., Sneha, V., & Oz, F. (2023). Major Phytochemicals: Recent Advances in Health Benefits and

Extraction Method. *Molecules*, 28(2), 1–41. <https://doi.org/10.3390/molecules28020887>

- Magotra, S., Singh, A. P., & Singh, A. P. (2021). A review on pharmacological activities of cymbopogon citratus. *International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis*, 9(2), 151–157. http://ijee.ieefoundation.org/vol2/public_html/ijeeindex/vol2/issue4/IJEE_03_v2n4.pdf
- Maqbool, Z., Khalid, W., Atiq, H. T., Koraqi, H., Javaid, Z., Alhag, S. K., Al-Shuraym, L. A., Bader, D. M. D., Almarzuq, M., Afifi, M., & AL-Farga, A. (2023). Citrus Waste as Source of Bioactive Compounds: Extraction and Utilization in Health and Food Industry. *Molecules*, 28(4). <https://doi.org/10.3390/molecules28041636>
- Men, X., Choi, S. Il, Han, X., Kwon, H. Y., Jang, G. W., Choi, Y. E., Park, S. M., & Lee, O. H. (2021). Physicochemical, nutritional and functional properties of Cucurbita moschata. *Food Science and Biotechnology*, 30(2), 171–183. <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00835-2>
- Mohan J, D., Shahrukh S.M., S., Jadhao, A. G., Sanap, M. J., & Patil, P. A. (2020). Formulation and Evaluation of Herbal Syrup Devkar. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 8(6), 77–80.
- Munir, H., Yaqoob, S., Awan, K. A., Imtiaz, A., Naveed, H., Ahmad, N., Naeem, M., Sultan, W., & Ma, Y. (2024). Unveiling the Chemistry of Citrus Peel: Insights into Nutraceutical Potential and Therapeutic Applications. *Foods*, 13(11), 1–34. <https://doi.org/10.3390/foods13111681>
- Noorulla, K. M., Doyo Dalecha, D., Jemal Haji, M., S, R., Arumugam, M., Zafar, A., Gadisa Gobena, W., Mekit, S., Haji Negawo, H., Hussein, M., Fekadu Demessie, H., & Yasir, M. (2024). Syrupy herbal formulation of green bean pod extract of Phaseolus vulgaris L.: Formulation optimization by central composite design, and evaluation for anti-urolithiatic activity. *Heliyon*, 10(5), e27330. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27330>
- Nurinnafi'a, A. M. U., Artini, K. S., & Permatasari, D. A. I. (2022). Total Flavonoid Content of Lemongrass Leaf (Cymbogonocitratus (DC.) Stapf) Extract and Antioxidant Activity with Frap. *Journal of Fundamental and Applied Pharmaceutical Science*, 3(1), 30–36. <https://doi.org/10.18196/jfaps.v3i1.15556>
- Nurmasiythah. (2017). *Analisis Usaha Budidaya Tanaman Sereh Dapur Pada Komplek Smk - Pp Negeri Saree Desa Suka Damai Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar* [Universitas Syiah Kuala]. https://etd.usk.ac.id/index.php?p=show_detail&id=33742&keywords=
- Purwanto, D. A., Wibowo, N. K., & Rudyanto, M. (2022). Aktivitas Antioksidan Teh Hijau dan Teh Hitam. *Camellia : Clinical, Pharmaceutical, Analytical and Pharmacy Community Journal*, 1(2), 48–55. <https://doi.org/10.30651/cam.v1i2.16722>
- Rizaldy, D., Insanu, M., Sabila, N., Haniffadli, A., Zahra, A. A., Pratiwi, S. N. E., Mudrika, S. N., Hartati, R., & Fidrianny, I. (2023). Lemon (Citrus limon L.): Antioxidative Activity and Its Marker Compound. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.33263/BRIAC131.021>
- Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B., & Mann, A. S. (2011). Scientific basis for the therapeutic use of Cymbopogon citratus, stapf (Lemon grass). *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*, 2(1), 3–8. <https://doi.org/10.4103/2231-4040.79796>
- Sriset, Y., Chatuphonprasert, W., & Jarukamjorn, K. (2021). In vitro antioxidant potential of mallotus repandus (Willd.) muell. arg stem extract and its active constituent bergenin. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 43(1), 24–30.
- Susilowati, A., & Nur'aini, N. S. (2024). Standarisasi Mutu Serbuk Simplisia Daun Teh Hijau *JIFS, Volume 6, Nomor 1, Juni 2026*

(*Camellia sinensis* L.). *Jurnal Analis Farmasi*, 9(2), 1–10.
<https://doi.org/10.33024/jaf.v9i2.12078>

- Tazi, A., Zinedine, A., Rocha, J. M., & Errachidi, F. (2024). Review on the pharmacological properties of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) as a promising source of bioactive compounds. *Pharmacological Research - Natural Products*, 3(April), 100046.
<https://doi.org/10.1016/j.prenap.2024.100046>
- Wibawa, J. C., Wati, L. H., & Arifin, M. Z. (2020). Mekanisme Vitamin C Menurunkan Stres Oksidatif Setelah Aktivitas Fisik. *JOSSAE : Journal of Sport Science and Education*, 5(1), 57–63.
<https://doi.org/10.26740/jossae.v5n1.p57-63>
- Win Ruhdi Bathin. (2020). Sejarah Teh di Bener Meriah, Indonesia. *Kompasiana.Com*.
<https://www.kompasiana.com/winbathin/5f4743ba097f36213b3d7725/sejarah-teh-di-bener-meriah-indonesia>
- Wulandari, R. L., Mahmud, E., & Mufrod, M. (2018). Formulasi Sirup Ekstrak Etanol Daun Pare (*Momordica Charantia* L.) Dengan Gelatin Sebagai Pengental Dan Aktivitas Mukolitiknya. *Jiffk : Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 15(2), 54. <https://doi.org/10.31942/jiffk.v15i2.2567>
- Yu, G., Zhao, J., Wei, Y., Huang, L., Li, F., Zhang, Y., & Li, Q. (2021). Physicochemical properties and antioxidant activity of pumpkin polysaccharide (*Cucurbita moschata duchesne ex poiret*) modified by subcritical water. *Foods*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/foods10010197>
- Zakaria, N., Fauziah, Rinaldi, Safrida, Y. D., & Winingsih, E. (2023). Analisa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Sirup Polih herbal yang Mengandung Daun Kelor, Rimpang Kunyit, dan Rimpang Jahe. Phytochemical Analysis and Antioxidant Activity of Polyherbal Syrup Containing Moringa Leaf, Turmeric, and Ginger Rhizoma Nurmalia. *Jurnal Sains Dan Kesehatan (J. Sains Kes.)*, 5(1), 14–21.
- Zakaria, N., Fauziah, & Safrida, Y. D. (2022). *Sirup Polih herbal Antioksidan Analisa Mutu Sirup Polih herbal Antioksidan Mengandung Kelor, Kunyit, dan Jahe*. Makasar: CV. Karsa Cendikia.
- Zakaria, N., Winingsih, E., Fauziah, F., Safrida, Y. D., Andalia, R., & Handayani, R. (2022). Antioxidant Activity of Polyherbal Syrup Extracted by the Boiling and Decoction Methods Abstract. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 5(5), 10–15.
- Zhao, T., Li, C., Wang, S., & Song, X. (2022). Green Tea (*Camellia sinensis*): A Review of Its Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology. *Molecules*, 27(12).
<https://doi.org/10.3390/molecules27123909>