

PROFIL KANDUNGAN FENOLIK DAN EVALUASI PARAMETER NON-SPEKIFIK EKSTRAK ETANOL RIMPANG JAHE MERAH (*Zingiber officinale* var. *rubrum*)

Trias Kania Sundari¹, Moch. Saiful Bachri^{1*}, Laela Hayu Nurani¹, Wahyu Widyarningsih¹, Muhammad Ma'ru²

Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia¹
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan, ISFI Banjarmasin, Banjarmasin, Indonesia²

Email^{1*}: msaifulbachri@pharm.uad.ac.id

ABSTRAK

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) merupakan tanaman obat yang diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi dan antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menstandarisasi ekstrak etanol jahe merah melalui penentuan kandungan fenolik total dan parameter non-spesifik. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 75% selama 1x24 jam. Kandungan fenolik total dianalisis dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu dan hasilnya dinyatakan dalam satuan mg GAE. Parameter non-spesifik yang ditentukan meliputi kadar air, kadar abu, dan kadar sari larut etanol dengan metode gravimetri. Hasil analisis menunjukkan ekstrak etanol jahe merah memiliki kadar air sebesar 12,87%, kadar abu 7,45%, kadar sari larut etanol 6,23% dan kandungan fenolik total sebesar 136,7mg GAE/g ekstrak. Data ini memberikan dasar ilmiah untuk standarisasi ekstrak jahe merah sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku produk farmasi dengan mutu yang terukur.

Kata Kunci: Jahe Merah, Standarisasi, Kadar Air, Kadar Abu, Sari Larut Etanol, Total Fenolik.

ABSTRACT

Red ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) is a natural ingredient that has been demonstrated to possess pharmacological activities, particularly as anti-inflammatory and antioxidant agents. The objective of this study is to evaluate the total phenolic content and non-specific parameters of red ginger ethanol extract as part of extract standardization. The extraction process was executed through the utilization of the maceration technique, employing 75% ethanol as the solvent. The total phenolic content was analyzed using the Folin-Ciocalteu method and expressed as milligrams per gallic-acid equivalent (mg/GAE). The non-specific parameters analyzed included water content, ash content, and ethanol-soluble juice content, which were determined using the gravimetric method. The results demonstrated that the ethanol extract of red ginger in this study possessed a moisture content of 12.87%, an ash content of 7.45%, an ethanol-soluble juice content of 6.23%, and a total phenolic content of 136.7 mg/GAE.

Keywords: Red ginger, Standardization, water content, ash content, ethanol soluble content, total phenolic content

PENDAHULUAN

Senyawa fenolik adalah senyawa yang dihasilkan oleh tanaman sebagai mekanisme pertahanan diri, berfungsi sebagai perlindungan terhadap sinar matahari dan kematian sel untuk melindungi DNA dan kerusakan. Kandungan fenolik dalam tumbuhan, memiliki peranan penting untuk mencegah dan mengobati gangguan penyakit seperti inflamasi, diabetes, kanker, dan antioksidan (1). Senyawa fenolik ditandai dengan memiliki cincin aromatik yang mengandung gugus hidroksil, dalam peranannya sebagai antioksidan, fenolik mampu menurunkan senyawa ROS (*Reactive Oxygen Species*) karena mempunyai banyak gugus hidroksil, gugus hidroksil akan menyumbangkan atom H sebagai donor radikal bebas sehingga berubah menjadi bentuk tidak aktif (2).

Jahe memiliki senyawa fenolik yang berpotensi sebagai antiinflamasi, diantaranya ada gingerol, shogaol, dan paradol (3). Namun, senyawa fenolik yang terkandung dalam jahe merah lebih banyak dibandingkan dengan

jahe varietas lainnya, oleoresin dari jahe merah mengandung gingerol sekitar 80%, dan shogaol 8% yang didominasi oleh gingerol dalam jahe merah segar, dan didominasi oleh shogaol dalam jahe merah dengan bentuk kering (4,5). Manfaat kesehatan jahe merah yang telah diketahui seperti sifat antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba. Sifat antioksidan jahe merah membantu mengurangi risiko penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung, sifat antiinflamasi berperan mengurangi peradangan dan nyeri, sehingga bermanfaat untuk kondisi arthritis, dan penyakit inflamasi lainnya (6)

Parameter non-spesifik konteks standarisasi simplisia merupakan karakteristik fisik dan kimia yang berkaitan secara tidak langsung dengan komponen bioaktif utama, namun penting untuk menentukan kualitas dan kemurnian dari simplisia. Parameter ini mencakup beberapa aspek seperti kadar air yang berfungsi untuk menentukan stabilitas dan usia penyimpanan simplisia, kadar abu total yang memberikan informasi

mengenai kandungan mineral yang terkandung dalam simplisia, dan sari larut etanol yang menunjukkan jumlah komponen yang dapat diekstraksi dengan menggunakan etanol 96% (7). Penelitian ini penting untuk dilakukan karena data standarisasi ekstrak jahe merah masih terbatas, selain itu penelitian ini memberikan profil kandungan fenolik yang dapat digunakan sebagai acuan pengembangan produk herbal berbasis jahe merah.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan bahan

Bahan utama yang digunakan adalah simplisia rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) yang diperoleh dari CV. Herbal Anugrah Alam, Yogyakarta pada bulan Agustus 2024. Bahan lain berupa etanol 95%, aquadest, kertas saring, pereaksi follin-ciocalteu, sodium bikarbonat, aquabidest.

Alat yang digunakan berupa alat gelas, timbangan analitik, ayakan 40mesh, maserator, *rotary vacuum evaporator*, *waterbath*, cawan porselen, desikator, dan spektrofotometer uv-vis.

B. Determinasi Tanaman Jahe Merah

Determinasi dilakukan di Laboratorium Pembelajaran Biologi Universitas Ahmad Dahlan dengan Nomor 489/Lab. Bio/B/IX/2024 yang menyatakan bahwa rimpang yang akan digunakan adalah benar rimpang jahe merah dengan nama latin *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade.

C. Pembuatan Serbuk dan Ekstrak Etanol Jahe Merah

Rimpang jahe merah yang telah dikeringkan dengan cara diangin angin, dihaluskan menjadi serbuk dengan menggunakan grinder, kemudian diayak dengan ayakan 40 mesh.

Ekstrak etanol jahe merah dibuat dengan cara menimbang 2,7 kg serbuk jahe merah, dimaserasi dengan etanol 75% selama 24 jam, dan dilakukan remaserasi 1x, semua maserat disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian dipekatkan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 50°C, dan kecepatan 60 rpm, dilanjutkan penguapan menggunakan *Waterbath*

dengan suhu 50°C sampai diperoleh ekstrak pekat.

D. Pengujian Simplisia

1. Uji kadar air dan kadar abu

Penetapan abu total dan kadar air, dilakukan dengan cara menimbang krus kosong sebagai A, kemudian menimbang sampel yang dimasukkan ke dalam krus porselen, selanjutnya panaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam, hingga berat konstan, lalu masukkan desikator kemudian timbang sebagai nilai C, selanjutnya tutup krus porselen, masukkan ke dalam *furnance* dan panaskan hingga suhu 600°C selama 8 jam dan menjadi abu hingga berat konstan, selanjutnya masukkan desikator dan timbang sebagai D (8). kemudian dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar abu} = \frac{(D - A)}{B} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{(A + B) - C}{B}$$

2. Kadar sari larut etanol

Pengujian kadar sari larut etanol dilakukan dengan cara menghomogenkan sampel dalam bentuk ekstrak kering, lalu timbang

±2,5gram sampel, kemudian aduk selama 1 jam dengan 100mL etanol 95%, dibiarkan selama 18jam kemudian disaring, diambil filtrat sebanyak 20ml, masukkan ke dalam cawan yang telah ditara (8).

E. Pengujian Ekstrak

1. Rendemen ekstrak

Rendemen simplisia dihitung berdasarkan berat bahan akhir dibandingkan dengan berat bahan simplisia awal.

2. Kadar fenol total

a. Preparasi Larutan Standar Asam Galat 1000 ppm

Asam Galat dilakukan penimbangan 100 mg, dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL, dilarutkan dengan menggunakan etanol 96%. Dari larutan stok tersebut, dibuat larutan asam galat dengan konsentrasi 20,40,60,80, dan 120 ppm, untuk membuat kurva standar asam galat. Pada masing masing standar, ditambahkan pereaksi Folin-Ciocalteu, kemudian dilakukann inkubasi selama 30 menit, selanjutnya ditambahkan larutan Natrium bikarbonat (9).

b. Penetapan Panjang Gelombang

Diambil salah satu konsentrasi pada larutan baku, yaitu 60 ppm, diukur serapannya pada rentang Panjang gelombang 400-800 nm. Panjang gelombang yang menunjukkan nilai tertinggi merupakan Panjang gelombang maksimum.

c. Pembuatan Kurva Baku

Kurva baku dibuat dengan menghubungkan konsentrasi larutan standar dengan hasil absorbansi (hasil serapan) dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan Panjang gelombang 760 nm (9) .

d. Penetapan Kadar Fenolik Pada Sampel

Sebanyak 50 mg sampel ditimbang, dan dilarutkan dengan 1,0m ml etanol 50% lakukan sonikasi selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 0,5 ml pereaksi folin-ciocalteu dan 5ml aquabidest. Campuran tersebut diinkubasi selama 30 menit, laalu ditambahkan 1,5 ml Natrium Bikarbonat, tambahkan aquabidest hingga volume 10 ml, kemudian ukur serapan pada Spektrofotometer

UV-Vis pada 760 nm (9)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Simplisia Jahe Merah

1. Kadar air dan kadar abu

Hasil pengujian kadar air dan kadar abu dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan standar farmakope herbal Indonesia menyatakan bahwa kadar air dari jahe merah seharusnya tidak lebih dari 10%, Kadar air yang terkandung di dalam simplisia jahe merah, dipengaruhi oleh beberapa hal seperti teknik pengeringan, suhu yang digunakan untuk mendapatkan simplisia kering dan juga waktu yang digunakan untuk pengeringan. Penelitian ini menggunakan suhu yang tidak konstan karena bergantung pada cuaca, karena teknik pengeringan yang dipilih adalah dengan menggunakan sinar matahari, menurut penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan, 2023 menyatakan bahwa pengeringan dengan sinar matahari memiliki beberapa kelebihan seperti suplai energi yang besar, mudah dilakukan, serta biaya yang murah namun juga memiliki beberapa

kelemahan seperti membutuhkan tempat yang luas, waktu pengeringan yang lama, dan penurunan kualitas dari produk yang dikeringkan. Pada penelitian tersebut juga menyatakan bahwa suhu optimal untuk pengeringan jahe merah adalah 70°C, dalam waktu 150 menit dengan memperoleh kadar air 8,9% (10)

Berdasarkan standar dari Farmakope Herbal Indonesia, kadar abu dari simplisia jahe merah tidak boleh lebih dari 5,6% sedangkan

menurut standar SNI, kadar abu dari simplisia jahe merah adalah tidak lebih dari 8%, pada penelitian ini kadar abunya adalah 7,45% yang mana telah memenuhi standar SNI. Tingginya kadar abu, dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti proses pengeringan dan adanya kontaminasi dari tanah, debu, dan atau bahan lain selama pengolahan dan penyimpanan simplisia (10,11)

Tabel 1. Hasil Penimbangan dan Kadar air serta kadar abu

Replikasi	Krus kosong (A)	Berat sampel (B)	Berat 105°C (C)	Berat 600°C (D)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)
1	41,0201	2,5077	43,2082	42,2045	12,74	7,35
2	39,2910	2,5033	41,4690	39,4801	12,99	7,55
		Rerata			12,87	7,45
		SD			0,17	0,14

2. Kadar sari larut etanol

Penentuan kadar sari larut etanol bertujuan untuk mengetahui keterlarutan senyawa dalam pelarut etanol, Berdasarkan hasil analisis, kadar sari larut etanol dari simplisia jahe merah menunjukkan nilai rata-rata sebesar 6,23%. Menurut Farmakope Herbal Indonesia Edisi II, kadar sari larut etanol yang baik untuk simplisia jahe merah adalah

tidak kurang dari 5,8%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar sari larut etanol dari simplisia jahe merah yang diuji memenuhi standar yang ditetapkan oleh Farmakope Herbal Indonesia. Hal ini mengindikasikan bahwa simplisia jahe merah yang diuji memiliki kualitas yang baik dalam hal kandungan senyawa yang dapat larut dalam etanol, yang penting

untuk efektivitas terapeutik (8)

B. Pengujian Ekstrak Etanol Jahe Merah

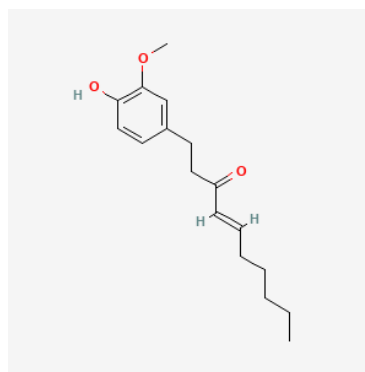
1. Rendemen

Rendemen ekstrak etanol jahe merah pada penelitian ini sebesar 4,7%, hal ini sejalan dengan penelitian (12) yang memiliki rendemen dibawah 10%. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh pelarut berupa etanol 75%, dan lamanya kontak antara simplisia dengan pelarut, pada penelitian ini hanya dilakukan perendaman 1x24 jam, rasio antara pelarut dan juga simplisia mempengaruhi banyaknya rendemen yang didapatkan, pada penelitian ini menggunakan 1:5, sedangkan pada beberapa literatur menggunakan 1:10 (12,13).

2. Kadar fenolik total

Pada Farmakope Herbal Indonesia disebutkan bahwa biomarker dari jahe merah adalah 6-Shogaol. 6-Shogaol diketahui merupakan bagian dari senyawa fenolik, yang ditandai dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang

terikat langsung dengan cincin aromatik (Gambar 1.)

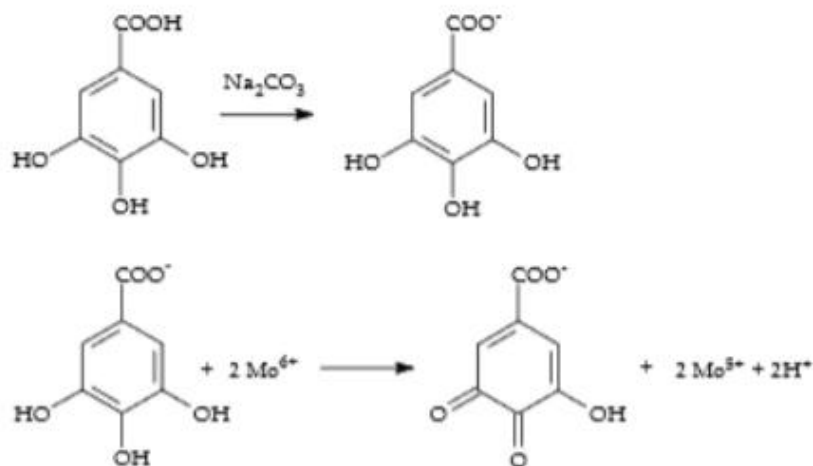


Gambar 1. Senyawa 6- Shogaol

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan total fenol yang terdapat pada ekstrak etanol jahe merah menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, instrumen ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan seperti memiliki limit deteksi yang rendah, dan memiliki akurasi serta presisi yang tinggi. Metode yang digunakan untuk deteksi fenol total adalah reagen Folin-Ciocalteu yang merupakan metode yang umum digunakan untuk mengukur kandungan total fenol, dipilih karena prosedurnya yang sederhana dan penggunaan pereaksi Folin-Ciocalteu yang bersifat reaktif pada senyawa fenolik sehingga membentuk larutan dengan daya serap yang terukur (14,15)

Penetapan kadar total fenol, dilakukan dengan menggunakan asam gallat sebagai pembanding, karena asam gallat mampu membentuk

senyawa kompleks dengan reagen folin-Ciocalteu. Reaksinya dapat dilihat pada gambar 2 (16).



Gambar 2. Reaksi Asam Galat dengan reagen Folin-Ciocalteu (16)

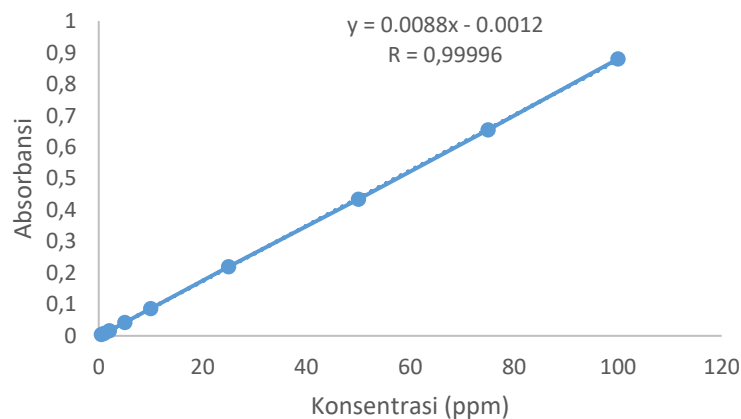
Pembacaan total fenol ekstrak etanol jahe merah, dilakukan pada panjang gelombang 760,0 nm. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 2.

Senyawa fenol, terutama gugus hidroksi akan mereduksi asam heteropoly (phosphomolybdic phosphotungstate) yang terkandung dalam reagen Folin-Colicalteu menjadi kompleks molybdenum tungsten biru yang kemudian dapat dideteksi oleh Spektrofotometer UV-Vis menjadi senyawa fenolik, oleh

karena itu NaOH digunakan untuk mengubah keadaan menjadi basa.

Dari kurva hubungan absorbansi dan konsentrasi asam galat (Gambar 3) didapatkan persamaan regresi linier $y = 0.0087x - 0.0012$ dengan nilai $r = 0.99996$, hasil ini menunjukkan bahwa nilai r melebihi tabel r , hal ini menunjukkan adanya hubungan signifikan kuat antara asam galat standar dengan absorbansi dan persamaan regresi linier. Sehingga, kurva standar tersebut dapat digunakan untuk menghitung fenol

total yang terkandung dalam ekstrak etanol jahe merah (17).



Gambar 3. Kurva hubungan antara absorbansi dan konsentrasi asam galat.

Tabel 2. Hasil Kandungan Total Fenol pada Ekstrak Etanol Jahe Merah

Replikasi	Berat Sampel (g)	Absorbansi	Nilai (mg GAE/g)	Rerata (mg GAE/g)	SD	CV (%)
1	0,0503	0,5901	133,4	136,7	7,1	5
2	0,0527	0,6218	145,0			
3	0,0521	0,6005	131,9			

Hasil penentuan total fenol, didapatkan $136,7 \pm 7,1$ mg GAE/g yang berarti setiap gram ekstrak etanol jahe merah memiliki nilai sama dengan $136,7$ mg asam galat. Dari perhitungan tersebut, didapatkan nilai CV yaitu 5% yang mana telah memenuhi persyaratan homogenitas karena nilainya $\leq 5\%$ (18) Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (19) melakukan uji total fenolik dari ekstrak jahe merah dari Kota Tangerang, Banten dengan

menggunakan berbagai jenis pelarut, kadar fenolik terbesar dihasilkan oleh ekstrak dengan pelarut N-Heksan dengan kadar $433,61 \pm 0,70$ mg GAE/g ekstrak, sedangkan hasil ekstraksi dengan menggunakan etanol 96% menghasilkan total fenol sebesar $374,16 \pm 5,86$ mg GAE/g Ekstrak.

Hasil fenolik sebesar $136,7 \pm 7,1$ mg GAE/g menunjukkan potensi antioksidan yang tinggi. Nilai ini sekaligus menjadi parameter spesifik dalam proses standarisasi ekstrak. Hal

ini menegaskan bahwa standarisasi ekstrak etanol jahe merah tidak hanya menjamin konsistensi mutu, tetapi juga mendukung pemanfaatannya sebagai bahan baku farmasi dengan aktivitas farmakologis yang terukur (20).

KESIMPULAN

Hasil pengujian simplisia rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) menunjukkan bahwa simplisia memenuhi standar kualitas berdasarkan parameter spesifik dan non-spesifik. Kadar air sebesar 12,87%, kadar abu 7,45%, kadar sari larut etanol 6,23%, serta mengandung total fenolik sebesar 136,7 mg/GAE, hal ini menunjukkan potensi antioksidan dan aktivitas farmakologis yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas pendanaan Hibah dengan Nomor Hibah: 0459/ES/PG.02.00/2024

DAFTAR PUSTAKA

1. Hanin NNF, Pratiwi R. Kandungan Fenolik, Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Paku Laut (*Acrostichum aureum* L.) Fertil dan Steril di Kawasan Mangrove Kulon Progo, Yogyakarta. *J Trop Biodivers Biotechnol*. 2017 Dec 30;2(2):51.
2. Mahardani OT, Yuanita L. Efek Metode Pengolahan dan Penyimpanan terhadap Kadar Senyawa Fenolik dan Aktivitas Antioksidan. *UNESA Journal of Chemistry*. 2021 Jan;(1).
3. Semwal RB, Semwal DK, Combrinck S, Viljoen AM. Gingerols and shogaols: Important nutraceutical principles from ginger. *Phytochemistry*. 2015 Sep;117:554–68.
4. Ghasemzadeh A, Jaafar HZE, Rahmat A. Optimization protocol for the extraction of 6-gingerol and 6-shogaol from *Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade and improving antioxidant and anticancer activity using response surface methodology. *BMC Complement Altern Med*. 2015 Dec 30;15(1):258.
5. Luettig J, Rosenthal R, Lee IFM, Krug SM, Schulzke JD. The ginger component 6-shogaol prevents TNF- α -induced barrier loss via inhibition of PI3K/Akt and NF- κ B signaling. *Mol Nutr Food Res*. 2016 Dec;60(12):2576–86.
6. Zhang S, Kou X, Zhao H, Mak KK, Balijepalli MK, Pichika MR. *Zingiber officinale* var. *rubrum*:

- Red Ginger's Medicinal Uses. *Molecules*. 2022 Jan 25;27(3):775.
7. Kariem V El, Maesaroh I. Standarisasi Mutu Simplisia Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan Pengeringan Sinar Matahari dan Oven. *HERBAPHARMA: Journal of Herb Pharmacological* [Internet]. 2022 Jun 30;4(1):1–10. Available from: <http://ojs.stikes-muhammadiyahku.ac.id/index.php/herbapharma/article/view/178>
 8. Departemen Kesehatan RI. *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. 2nd ed. 2017.
 9. Andriani D, Murtisiwi L. Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Dengan Spektrofotometri Uv Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*. 2018 Aug 10;2(1):32–8.
 10. Hasibuan R, Hamdanah Hasibuan, Yovani Nissi Madani, Viqry Pramananda, Risma Fazillah, Vikram Alexander. Pengaruh Kondisi Operasi terhadap Karakteristik Pengeringan Jahe Merah (*Zingiber officinale* Var. *Rubrum*) Menggunakan Tray Dryer dengan Udara Panas dari Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2023 Sep 28;12(2):84–91.
 11. Fajriah NN, Qulub MS. Uji Parameter Standar Mutu Simplisia Herba Seledri (*Apium graveolens* L.) Dari Kabupaten Pekalongan. *URECOL*. 2019;
 12. Amin NH, Widiastuti H, Kisra ATK. Potensi Ekstrak Etanol Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) Sebagai Antioksidan Menggunakan Metode FRAP. *Makassar Natural Product Journal*. 2024;2(1):1–11.
 13. Hakim AR, Saputri R. Narrative Review: Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*. 2020 Sep 2;6(1):177–80.
 14. Febriyanti L, Haerussana ANEM. Penetapan Kadar Fenol Total dengan Spektrofotometer UV-Vis dan Uji Sitotoksisitas Ekstrak Air Daun Lidah Mertua (*Sansevieria masoniana* C.) Terhadap Sel Kanker Paru A-549. *Pharmaceutical and Biomedical Sciences Journal*. 2023;5(2):80–5.
 15. Bahrum SB, Umar A, Jasril J. Pengaruh terhadap lama perendaman buah rosella (*Hibiscus sabdariffa* L) melalui uji kadar vitamin C secara spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan*. 2023 Jun 13;4(2):249.
 16. Hilma H, Putri NA Della, Lely N. Penentuan Kandungan Total Fenol dan Total Flavonoid Ekstrak Daun Klengkeng (*Dimoncarpus longan* Lour). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 2021 Feb 27;12(1):80–7.
 17. Pérez M, Dominguez-López I, Lamuela-Raventós RM. The Chemistry Behind the Folin–Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. *J Agric Food Chem*. 2023 Nov 22;71(46):17543–53.

18. Sugito, Marliyana SD. Uji Performa Spektrofotometer Serapan Atom Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Pb Menggunakan CRM 500 dan CRM 697 di UPT Laboratorium Terpadu UNS. *Indonesian Journal of Laboratory* . 2021;4(2):67–71.
19. Rahayu ST, Rolobessy A, Eden Y, Mahayu PG. Pengaruh Pelarut Terhadap Kadar Total Fenol dan Flavonoid Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe) Hasil Pengeringan dengan Dehidrator terhadap Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH. *Pharmacia* . 2024;6(1).
20. Anggriani MS, Lestari NKD, Deswiniyanti NWD, Sari NKY. Standarisasi Parameter Non-Spesifik Ekstrak Etanol Daun Jinten (*Plectranthus amboinicus*). *Jurnal Kesehatan, Sains, Dan Teknologi (JAKASAKTI)*. 2024 Apr 30;3(1).