

SIMULTANEOUS ISOLATION OF 6-GINGEROL, 6-SHOGAOL, AND 6-PARADOL FROM *Zingiber officinale* USING VACCUM LIQUID CHROMATOGRAPHY

Devi Permatasari^{1)*}, Anisyah Is Purwati²⁾ dan Prasetyawan Yunianto¹⁾

¹⁾RC for Pharmaceutical Ingredients and Traditional Medicine – National Research and Innovation Agency, South Tangerang, 15314, Indonesia;

²⁾Laboratorium Testing for Technology Agro and Medical– National Research and Innovation Agency, South Tangerang, 15314, Indonesia;

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 Aug 2022,

Revised 26 Sep 2022,

Accepted 03 Oct 2022

Available online 31 Oct 2022

Keywords:

- ✓ Isolation
- ✓ *Zingiber officinale*
- ✓ 6-gingerol
- ✓ 6-shogaol
- ✓ 6-paradol
- ✓ VLC

*corresponding author:

Devi.permatasari@brin.go.id

Phone: +6281703336061

<https://doi.org/10.31938/jsn.v12i4.434>

ABSTRACT

Zingiber officinale (Ginger) was widely known as one of the most herbal medicines containing many bioactive compounds claimed to be useful as an antioxidant, anti-inflammatory, anti-cancer, and anti-coagulant. Gingerol, shogaol, and paradol are some of the most bioactive compounds found in ginger. Several studies have been conducted to isolate the bioactive compounds. However, a study about simultaneous isolation with a fast and effective methodology has yet to be found in Indonesia. Therefore, this study aimed to simultaneously isolate the bioactive compounds such as 6-gingerol, 6-shogaol, and 6-paradol in ginger using Vacuum Liquid Chromatography (VLC). Etil acetate (EA) fraction from the ginger crude extract was treated with VLC using a mix of hexane-EA as a mobile phase to gain the isolates, and then it was purified using HPLC semi-prep. 6-gingerol and 6-shogaol were found in the fraction of VLC 80% hexane. Meanwhile, 6-paradol was found in the fraction VLC 90% hexane. Further isolation of each compound was conducted using semi-prep HPLC. LC-MS was used to confirm the molecular weight of each isolate compared to the literature. This study obtained isolate 6-gingerol, 6-shogaol, and 6-paradol with a purity of 99%, 94%, and 92%, respectively.

ABSTRAK

Isolasi 6-Gingerol, 6-Shogaol, dan 6-Paradol dari Tanaman *Zingiber officinale* (Jahe) secara Simultan dengan Menggunakan Metode Vaccum Liquid Chromatography (VLC)

Zingiber officinale (jahe) merupakan salah satu dari jenis tanaman obat yang memiliki banyak kandungan senyawa aktif yang bermanfaat sebagai antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antikoagulan. *Gingerol*, *shogaol*, dan *paradol* adalah beberapa jenis senyawa aktif yang umumnya dapat ditemukan pada tanaman ini. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk proses isolasi senyawa tersebut. Akan tetapi, di Indonesia, isolasi senyawa tersebut belum dilakukan secara simultan dan efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi senyawa aktif 6-gingerol, 6-shogaol, dan 6-paradol secara simultan menggunakan metode Vaccum Liquid Chromatography (VLC). Fraksi etil asetat dari ekstrak jahe di VLC dengan campuran pelarut heksan-etil asetat (EA) untuk memperoleh isolat senyawa dan kemudian dimurnikan dengan menggunakan HPLC semi-prep. Pada hasil VLC 80 % heksana didapatkan senyawa 6-gingerol dan 6-shogaol. Sementara senyawa 6-paradol didapatkan pada VLC 90 % heksana. Selanjutnya, konfirmasi berat molekul senyawa dilakukan menggunakan LC-MS untuk mencocokkan dengan literatur yang sudah ada. Dari hasil penelitian didapatkan isolat senyawa aktif jahe berupa 6-gingerol, 6-shogaol, dan 6-paradol, masing-masing dengan kemurnian 99 %, 94 %, dan 92 %.

Kata kunci : Isolasi, *Zingiber officinale*, 6-gingerol, 6-shogaol, 8-paradol, VLC

PENDAHULUAN

Zingiber officinale atau yang biasa disebut dengan tanaman jahe, merupakan salah satu

tanaman yang termasuk kedalam suku temu-temuan kategori *Zingiberaceae* (Abbasi *et al.*, 2019). Tanaman yang juga dikenal dengan nama latin *ginger* ini banyak tersebar di daerah beriklim



tropis dan sub-tropis seperti kawasan Asia Tenggara (Ezzat *et al.*, 2018; Supriadi *et al.*, 2011). Tanaman ini secara umum telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, baik sebagai obat-obatan maupun rempah-rempah (Mao *et al.*, 2019; Sofia *et al.*, 2016; Srikandi *et al.*, 2020). Komposisi utama dari jahe adalah : karbohidrat (60 – 70 %), serat (3 – 8 %), lemak jenuh (3 – 6 %) dan senyawa *volatile* (Srinivasan, 2017). Jahe juga mengandung berbagai senyawa kimia dari golongan polifenol dan terpena (Mao *et al.*, 2019), alkaloid, flavonoid, triterpenoid dan tanin (Srikandi *et al.*, 2020), yang telah diketahui memiliki manfaat untuk tubuh.

Pada umumnya, senyawa kimia dari golongan polifenol yang telah teridentifikasi dari tanaman ini adalah *gingerol*, *shogaol*, dan *paradol* (Ezzat *et al.*, 2018; Indarto & Subroto, 2021; Mao *et al.*, 2019). Kontribusi utama terhadap bau atau rasa yang khas dari jahe adalah adanya komponen *volatile* (2 - 3 % dari jahe segar) dan komponen *non-volatile* seperti *zingerone*, *shogaol*, dan *gingerol* (Indarto & Subroto, 2021; Srinivasan, 2017). Selain memberikan rasa yang khas pada jahe, empat senyawa utama dari jahe dari hasil penelitian juga mempunyai bioaktivitas sebagai antioksidan (Indarto & Subroto, 2021; Mahboubi, 2019; Murthy *et al.*, 2015), antiinflamasi (Mahboubi, 2019), antikanker (Srinivasan, 2017; Zhao *et al.*, 2020) dan antikoagulan (Wang *et al.*, 2020).

Maserasi merupakan cara yang lazim digunakan untuk mengekstrak senyawa aktif *gingerol* dan *shogaol*. Proses ekstraksi umumnya dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol dengan konsentrasi tertentu, bergantung pada polaritas dari senyawa yang akan diisolasi (Ezzat *et al.*, 2018). Akan tetapi, pelarut yang digunakan pada percobaan adalah metanol, yang mampu mengekstrak komponen senyawa kimia dari suatu bahan alam secara maksimal. Proses ini dilakukan pada suhu ruang karena maserasi pada suhu tinggi dapat sangat merusak senyawa *gingerol* yang tidak stabil pada suhu tinggi dan dapat berubah menjadi *shogaol* (Mao *et al.*, 2019; Srikandi *et al.*, 2020). Selain itu, penyimpanan pada waktu yang lama juga mampu menguraikan senyawa *shogaol* melalui hidrogenasi menjadi senyawa *paradol* (Mao *et al.*, 2019; Supriadi *et al.*, 2011).

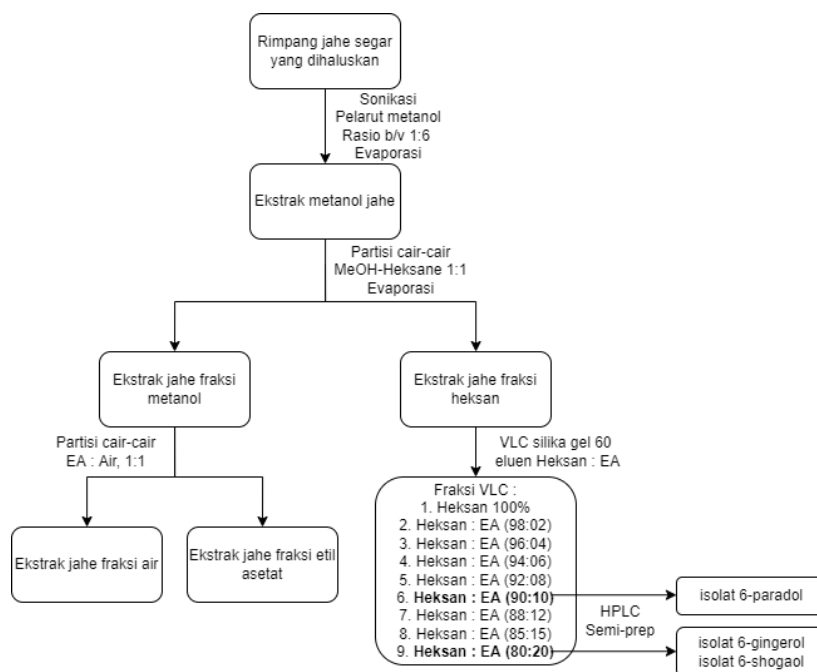
Vacuum Liquid Chromatography (VLC) merupakan salah satu tipe dari kromatografi yang bagus dan efektif untuk proses pemisahan dan isolasi metabolit sekunder (Hakim, 2021; Maurya *et al.*, 2018). Cara ini mengurangi tingkatan proses pemisahan senyawa yang biasanya

dilakukan menggunakan dua kali proses *Column Chromatography* (CC) dengan fase diam yang berbeda (Ezzat *et al.*, 2018; Maurya *et al.*, 2018). Metode ini menggunakan silika gel sebagai adsorber dan campuran pelarut yang memiliki tingkat polaritas yang berbeda, seperti heksana (nonpolar) dan etil asetat (EA) (semipolar) sebagai eluen dengan bantuan pompa vakum untuk mempercepat proses eluasi. Basis metode yang digunakan pada *Thin Layer Chromatography* (TLC) dipergunakan untuk mengembangkan metode untuk VLC (Hakim, 2021). Oleh karena itu, VLC biasa disebut dengan *Preparative Thin Layer Chromatography* (PTLC) karena mekanisme kerjanya yang mirip dengan TLC atau kromatografi lapis tipis (Maurya *et al.*, 2018). Dalam pengaplikasiannya, VLC tidak memerlukan biaya yang besar karena tidak memerlukan alat khusus dan dapat dilakukan regenerasi ulang (Maurya *et al.*, 2018). Saat ini, penelitian mengenai kandungan senyawa bioaktif pada jahe telah umum dilakukan di Indonesia, akan tetapi belum ada penelitian yang menjelaskan cara isolasi senyawa aktif tersebut secara simultan, cepat, murah dan efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi senyawa 6-*gingerol*, 6-*shogaol*, dan 6-*paradol* dari jahe secara simultan menggunakan metode VLC.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang dibutuhkan berupa rimpang jahe didapatkan dari pasar tradisional Serpong, pelarut metanol, heksana, dan etil asetat teknis laboratorium sebagai eluen untuk proses ekstraksi, partisi dan VLC, sedangkan asetonitril, air, dan asam asetat (Merck dengan grade HPLC) dipergunakan untuk keperluan analisis isolat senyawa aktif. Untuk keperluan isolasi senyawa aktif digunakan Silika Gel 60 (*for column chromatography*) ukuran 0,040-0,005 mm (Merck, fase diam VLC) dan TLC Silika Gel 60 - F254 (Merck) (Hossain *et al.*, 2015). Dalam percobaan ini dibutuhkan alat-alat penunjang penelitian berupa sonikator, *rotary vacuum evaporator* (Buchi), kolom VLC dengan diameter 5 x 15 cm, pompa vakum, kolom HPLC C-18 Inertsil ODS-3, HPLC *semi-prep* (Waters 600), HPLC analitik (Knauer) dan LC - MS *Biospechtmometry* (Hitachi L6200).



Gambar 1. Skema Proses Fraksinasi Ekstrak Kental Jahe Gajah Segar dengan Metode Partisi Cair-Cair Dilanjutkan dengan VLC.

Metode

Maserasi

Sebanyak ± 1 kg rimpang jahe (usia 10 - 12 bulan) yang sudah dikupas, dihaluskan kemudian dimaserasi dalam metanol dengan rasio 1 : 6 b/v menggunakan sonikator selama 2 jam dengan 3 kali pengulangan. Maserat disaring menggunakan kertas saring dan filtrat kemudian dipekatkan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator*.

Fraksinasi

Ekstrak metanol difraksinasi dengan menggunakan 2 tahapan, yaitu partisi cair - cair dan dilanjutkan dengan menggunakan metode VLC. Ekstrak metanol dipartisi cair - cair menggunakan heksana, EA, dan air secara berurutan dengan perbandingan 1 : 1 (v/v). Selanjutnya, fraksi heksana difraksinasi menggunakan metode VLC dengan fase diam Silica Gel 60 (Merck) sebagai adsorber untuk memisahkan senyawa berdasarkan tingkat polaritasnya. *Slurry* silika gel dipadatkan dalam kolom VLC hingga memenuhi 1/2 volume kolom. Kemudian, ditimbang ± 5 g ekstrak, ditambahkan sejumlah silika gel dan dicampur menggunakan mortar hingga rata dan membentuk *dry* sampel. Sampel dimasukkan sampai memenuhi 2/3 kolom lalu dielusi menggunakan campuran heksana-etil asetat dengan rasio gradien elusi 100, 98, 96, 94, 92, 90, 88, 85, dan 80 % terhadap heksana untuk

memisahkan senyawa berdasarkan polaritasnya secara bertahap. Masing - masing fraksi yang didapatkan dipekatkan kembali dengan *rotary evaporator*. Secara detail, skema proses dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis dan Pemurnian Senyawa

Profil senyawa hasil fraksinasi dianalisis menggunakan KLT dan HPLC. Optimasi metode KLT menunjukkan pola pemisahan yang optimum dengan fase gerak heksana : EA (7 : 3). Analisis dilakukan dengan HPLC analitik Knauer dengan volume injektor 20 μ L, detektor UV dan detektor PDA (*photo diode array*) pada panjang gelombang 280 nm menggunakan kolom *reversed phase* (RP) C-18, 5 μ m, 150 x 46 mm merek Inertsil ODS-3. Metode fase gerak yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 1. Metode Gradien untuk Analisis Senyawa Aktif pada HPLC Analitik Knauer

Waktu (menit)	Flow (mL)	Asetonitril (%)	0,05 % Asam asetat
0	1	45	55
12	1	65	35
18	1	80	20
25	1	80	20
27	1	100	0
32	1	100	0

Selanjutnya isolasi senyawa aktif dilanjutkan dengan menggunakan HPLC *semi-prep* (Waters 600) dengan spesifikasi kolom RP C-18 Inertsil ODS 3, panjang 150 mm, diameter 10 mm dan ukuran partikel 5 μm , dengan menggunakan metode yang telah dioptimasi berikut :

Tabel 2. Metode Gradien untuk Isolasi Senyawa Aktif pada HPLC *Semi-prep* Waters

Waktu (menit)	Flow (mL)	Metanol (%)	Air (%)
0	4,2	70	30
5	4,2	80	20
10	4,2	80	20
12	4,2	90	10
17	4,2	90	10
19	4,2	100	0
24	4,2	100	0
25	4,2	70	30
30	4,2	70	30

Determinasi Berat Molekul Senyawa.

Pengujian berat molekul dilakukan di Laboratorium Pusat Pengujian Kimia dan Laboratorium Bioteknologi BRIN Serpong, Tangerang Selatan. Pengujian isolat *6-gingerol* dan *6-shogaol* dilakukan dengan menggunakan LC-MS *Biospechtrometry* (merk LC Hitachi L6200) dengan volume injeksi 5 μL , *flow rate* 0,2 mL/min, eluen, etanol 100 % dengan kolom C-8 (15 mm x 2 mm).

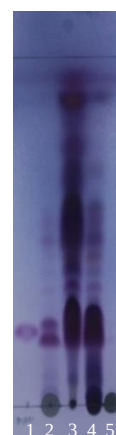
Sementara itu, penentuan berat molekul untuk isolat *6-paradol* diukur dengan menggunakan HRMS Xevo G2 qToF-MS/MS (Waters) yang terhubung dengan *Acquity UPLC* dengan kolom BEH C₁₈ 1,7 μm ; 2,1 x 100 mm. Analisis dilakukan dengan menggunakan asetonitril : 0,1 % asam format gradien umum 5 % Acn – 100 % Acn selama 7 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraksinasi Senyawa

Metode isolasi senyawa aktif yang dilakukan pada rimpang jahe, secara umum memiliki *flowchart* seperti yang digambarkan pada Gambar 1. Rimpang jahe dimaserasi menggunakan pelarut metanol kemudian dipartisi dengan heksana. Selanjutnya, untuk mengetahui efektivitas hasil partisi cair - cair, dilakukan analisis menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) untuk mengetahui

pola pemisahan senyawa dengan fase diam silika gel dan fase gerak heksana : etil asetat (EA) dengan rasio 7 : 3 serta penampakanisaldehyd yang dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil KLT menunjukkan terdapat perbedaan antara kandungan senyawa kimia pada ekstrak metanol dibandingkan dengan hasil partisi. Fraksi heksana menunjukkan banyaknya kandungan senyawa nonpolar yang ditandai dengan banyaknya *spot* yang menjauhi titik *start* (*Retardation factor* (Rf) besar) sedangkan fraksi EA menunjukkan adanya kandungan senyawa semipolar yang ditandai dengan nilai Rf yang kecil. Dimana, Rf merupakan jarak yang ditempuh senyawa dibandingkan dengan jarak yang ditempuh pelarut sehingga semakin besar nilai ini, maka semakin besar pula jarak Bergeraknya senyawa dalam plat KLT. Sementara itu, pada fraksi air tidak terlihat adanya *spot* senyawa dikarenakan sifatnya yang sangat polar.



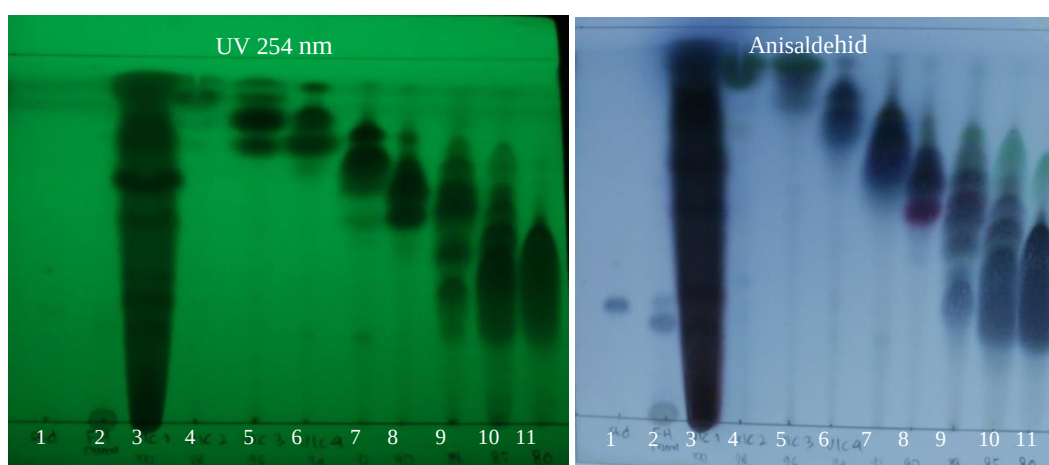
Gambar 2. Kromatogram TLC Hasil Fraksinasi Metode Partisi Cair-cair; 1) Standar *6-gingerol*, 2) Ekstrak Metanol, 3) Fraksi Heksan, 4) Fraksi EA, dan 5) Fraksi Air.

Senyawa *6-gingerol*, *6-shogaol*, dan *6-paradol* merupakan senyawa yang tidak larut dalam air (Al-hilal *et al.*, 2019). Dalam studinya, Srikandi *et al.*, (2020) menyebutkan bahwa kadar *gingerol* tertinggi didapatkan pada fraksi EA, sementara kadar *shogaol* tertinggi didapatkan pada fraksi heksana. Studi lain menyebutkan bahwa ekstraksi jahe dengan pelarut heksana atau etil asetat selama 6 jam mampu menghasilkan kadar *gingerol* yang sama (Tririzqi, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa *gingerol* memiliki nilai polaritas yang hampir sama jika dibandingkan dengan *shogaol*. Hasil KLT pada Gambar 2., menunjukkan banyaknya variasi

senyawa yang terkandung pada fraksi heksana. Oleh karena itu, fraksi heksana dipilih untuk difraksinasi lebih lanjut dengan *fast chromatography* menggunakan metode VLC. Metode ini dilakukan menggunakan fase gerak gradien dengan kenaikan polaritas berkala menggunakan campuran pelarut heksana : EA dengan komposisi sebagaimana yang tercantum pada skema Gambar 1.

Fraksinasi dengan metode VLC bertujuan untuk memberikan pengelompokkan senyawa secara bertahap, sehingga dapat dilakukan pemisahan senyawa lebih lanjut untuk proses isolasi. Teknik kromatografi merupakan teknik yang umumnya digunakan dalam proses separasi

produk bahan alam. Dari keseluruhan teknik tersebut, VLC diketahui sebagai metode yang paling efisien untuk proses pemisahan komponen bahan alam baik dalam skala besar maupun kecil. Ukuran partikel silika yang lebih kecil dalam metode ini menyebabkan banyaknya *plate* teoritis sehingga menghasilkan proses pemisahan senyawa yang lebih bagus (Maurya *et al.*, 2018). Pompa vakum yang digunakan dalam metode ini mampu mempersingkat waktu elusi dan menghemat jumlah pelarut sehingga hasil yang didapatkan lebih cepat dibandingkan dengan kromatografi kolom konvensional (kolom gravitasi).

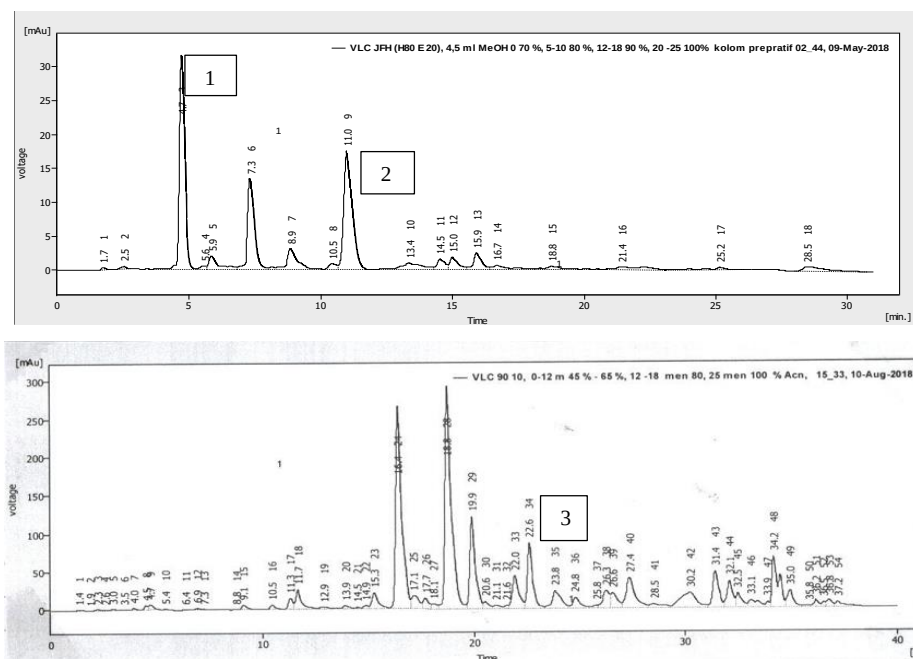


Gambar 3. Kromatogram KLT Hasil Kolom VLC dengan Berbagai Variasi Pelarut Campuran Heksana dan EA; 1) Standar *Gingerol*, 2) Fraksi Heksana, 3) 100 % Heksana, 4) 98 % 5) 96 %, 6) 94 %, 7) 92 %, 8) 90 %, 9) 88 %, 10) 85 %, dan 11) 80 % Heksana.

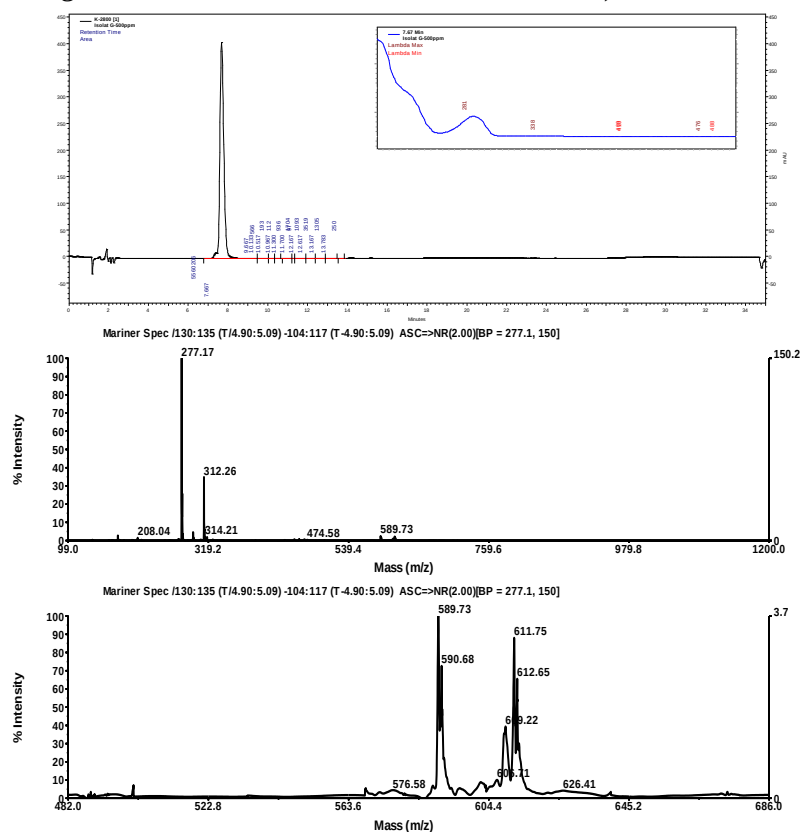
Gambar 3., menunjukkan hasil KLT fraksi heksana yang telah melalui proses VLC dimana telah terlihat pengelompokkan senyawa yang lebih detail berdasarkan tingkat polaritasnya (Reza, 2014). Pada tiap fraksi dilakukan analisis HPLC untuk mengetahui pola kromatogram senyawa dan prediksi isolat yang diinginkan. Dari hasil HPLC tersebut, diketahui bahwa senyawa *gingerol* dan *shogaol* berada pada fraksi VLC 80 % heksana : EA, sedangkan senyawa *paradol* berada pada fraksi VLC 90 % heksana : EA (Mariadoss *et al.*, 2013; Suresh *et al.*, 2010). Elusi gradien dengan rentang konsentrasi yang kecil menyebabkan proses pemisahan fraksi semakin spesifik sehingga komponen yang dituju dapat lebih terpisah dengan pengotornya. Cara ini menghasilkan fraksi yang memiliki spesifisitas yang hampir sama dengan ekstrak yang melalui dua kali proses kolom kromatografi konvensional dengan fase diam yang berbeda

Isolasi Senyawa dan Determinasi Berat Molekul

Profil kromatogram hasil VLC yang ditunjukkan pada Gambar 4. dibandingkan dengan standar dan literatur untuk menunjukkan target senyawa yang akan diisolasi. Berdasarkan referensi urutan *spot* KLT dan referensi *retention time* (RT) (Shodex, 2022), diketahui bahwa *peak* ke-1 dengan RT = 4,7 adalah *gingerol*, sedangkan dengan RT = 11 untuk *peak* ke-2 diprediksi adalah senyawa *shogaol*, dan *peak* ke-3 dengan RT = 22,7 diperkirakan adalah senyawa *paradol*. Optimasi metode HPLC *semi-prep* (Tabel 2.) dilakukan untuk mempermudah proses isolasi masing-masing senyawa tersebut. Isolat yang didapatkan kemudian ditentukan kemurnian dan berat molekulnya untuk mengkonfirmasi prediksi senyawa yang telah terisolasi.



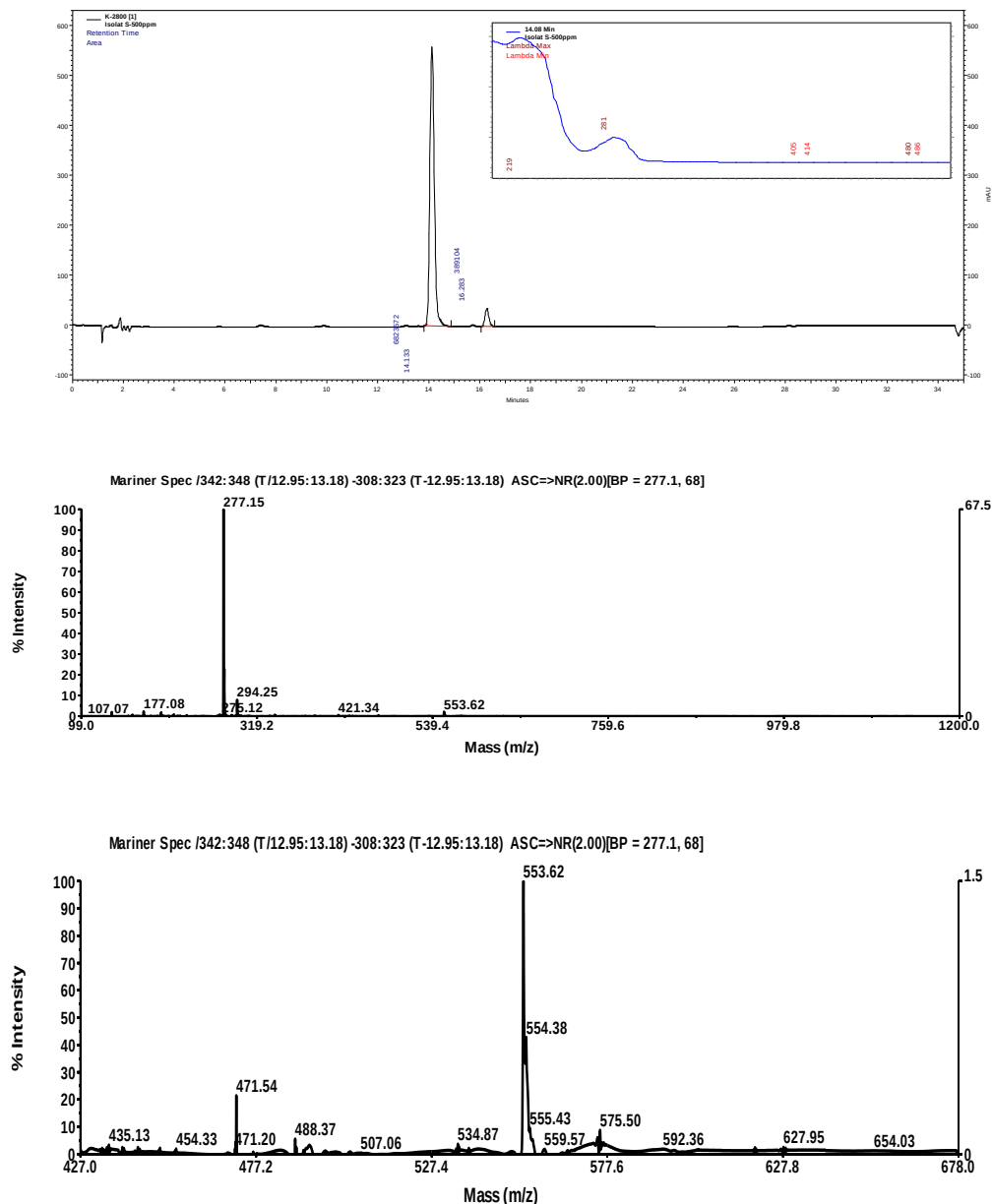
Gambar 4. Kromatogram HPLC Analitik dari Hasil Fraksi VLC; a) 80 % heksana ; b) 90 % heksana.



Gambar 5. Kromatogram HPLC dan Profil MS Hasil Isolat 6-gingerol

Hasil MS untuk isolat pertama terdapat intensitas 100 % pada ES (+) di 277,17 dengan asumsi fragmen tersebut adalah $[M^+ - H_2O]^+ + H^+ = (294,26 - 18) + 1 = 277,17$ yang diperkuat dengan fragmen m/z 589,73 yang diduga dari , $[2M^+] + H^+ = (2 \times 294,26) + 1 = 589,73$ maka berat molekul isolat tersebut adalah 294,26 gram/mol.

Dari perbandingan literatur, maka isolat senyawa tersebut diprediksi sebagai 6-gingerol dengan kadar kemurnian ± 99 %. Menurut data literatur, berat molekul 6-gingerol adalah 294,4 g/mol (Pubchem, 2022) atau sekitar 294,19 g/mol (Choi *et al.*, 2017).

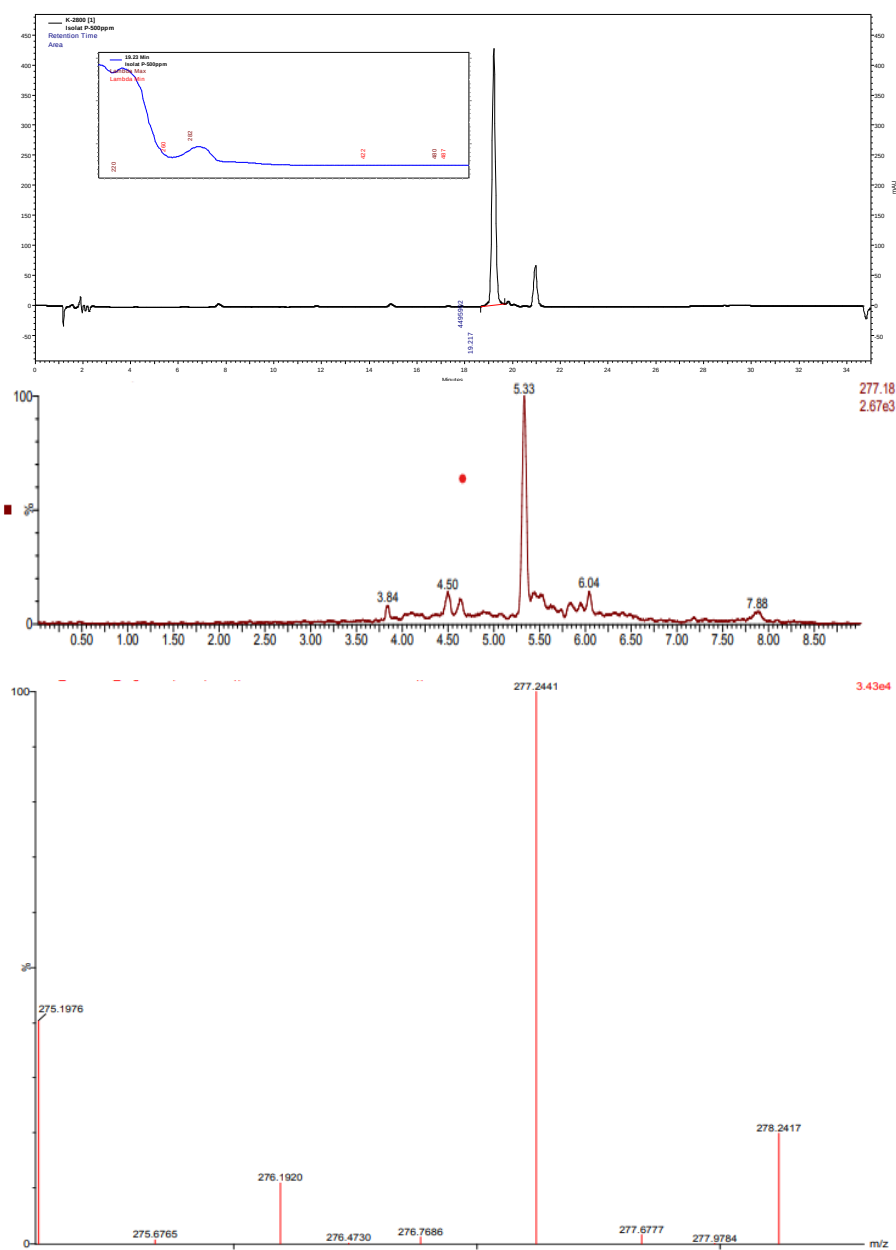


Gambar 6. Kromatogram HPLC dan Profil MS Hasil Isolasi 6-shogaol

Sementara itu, isolat kedua didapatkan dengan kemurnian $\pm 94\%$ terlihat memiliki intensitas 100 % pada ES (+) di 277,16 dengan asumsi fragmen tersebut adalah $[M^+ + H^+ = 276,16 + 1 = 277,16]$ yang diperkuat dengan fragmen m/z 553,82 yang diduga dari, $[2M^+] + H^+ = (2 \times 276,16) + 1 = 553,82$ maka berat molekulnya adalah 276,16 gram/mol, hal ini mendekati nilai berat molekul dari literatur untuk 6-shogaol yaitu 276,4 g/mol (Pubchem, 2022) atau berkisar 276,18 g/mol (Choi *et al.*, 2017).

Isolat ketiga dengan kemurnian $\pm 92\%$ menunjukkan intensitas 100 % pada ES (-) m/z di 277,2441 dengan asumsi fragmen tersebut adalah $[M^+ - H^+] = 278,2441 - 1 = 277,2441$, maka berat

molekul isolat adalah 278,2441 gram/mol. Dari hasil analisis MS dan perbandingan dengan literatur, maka isolat senyawa ini memiliki kemiripan dengan berat molekul 6-paradol yaitu 278,4 g/mol (Pubchem, 2022) atau pada literatur yang lain disebutkan dengan angka 278,19 g/mol (Choi *et al.*, 2017). Analisis MS untuk isolat ini dilakukan dengan menggunakan HRMS dengan ketelitian yang lebih besar daripada menggunakan LC-MS. Ketiga hasil kromatogram isolat 6-gingerol, 6-shogaol, dan 6-paradol (Gambar 5. – 7.) ini dapat dilakukan secara simultan dengan menggunakan HPLC analitik dengan menggunakan metode yang sama sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.



Gambar 7. Kromatogram HPLC dan Profil MS Hasil Isolat 6-paradol

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, telah berhasil dilakukan isolasi senyawa aktif secara efektif menggunakan metode VLC pada rimpang jahe berupa 6-gingerol, 6-shogaol, dan 6-paradol secara berurutan dengan kadar $\pm 99\%$, $\pm 94\%$, dan $\pm 92\%$. Metode VLC terbukti cepat dan efektif untuk digunakan pada isolasi senyawa aktif pada tanaman jahe karena mampu mengisolasi ketiga jenis senyawa tersebut secara bersamaan dalam waktu yang singkat. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat dilakukan analisis fitokimia secara spesifik terkait potensi

masing – masing *marker* tersebut kemudian dapat dilakukan optimasi metode ekstraksi untuk menghasilkan ekstrak dengan efikasi tertentu berdasarkan *marker* yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Kesehatan yang telah memberikan sumber pendanaan pada penelitian ini serta kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional selaku instansi yang menaungi kami dan tempat diselenggarakannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, H., Khatoon, R., & Kabir, H. (2019). *Zingiber officinale*: A Simple Spice with Health Benefits & Some Modern Researches. *Humanitas Medicine*, 9(2), 1–5.
- Al-hilal, M. Y., W, D. N., Damayanti, D. S., Al-hilal, M. Y., W, D. N., & Damayanti, D. S. (2019). *Efek Ekstrak Etanol Rimpang Jahe Emprit Terhadap Paralisis Dan Kematian Cacing Dewasa Ascaris Suum Goeze Abstrak The Effect of Zingiber officinalle var amarum Extract to Paralysis effect and Death of Adult Worm Ascaris suum goeze*. 1–8.
- Choi, J. W., Park, H. Y., Oh, M. S., Yoo, H. H., Lee, S. H., & Ha, S. K. (2017). Neuroprotective effect of 6-paradol enriched ginger extract by fermentation using *Schizosaccharomyces pombe*. *Journal of Functional Foods*, 31, 304–310. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.02.010>
- Ezzat, S. M., Ezzat, M. I., Okba, M. M., Menze, E. T., & Abdel-Naim, A. B. (2018). The hidden mechanism beyond ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) potent in vivo and in vitro anti-inflammatory activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 214(July 2017), 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.12.019>
- Hakim, A. (2021). Specialty Dihydrobenzoxanthone's Artocarpus Purified By Vacuum Liquid Chromatography (VLC). *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 412–415. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.2639>
- Hossain, C. F., Al-Amin, M., Sayem, A. S. M., Siragee, I. H., Tunan, A. M., Hassan, F., Kabir, M. M., & Sultana, G. N. N. (2015). Antinociceptive principle from *Curcuma aeruginosa*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0720-6>
- Indiarto, R., & Subroto, E. (2021). Ginger rhizomes (*Zingiber officinale*) functionality in food and health perspective: a review. *Food Research*, 5(February), 497–505.
- Mahboubi, M. (2019). *Zingiber officinale* Rosc. essential oil, a review on its composition and bioactivity. *Clinical Phytoscience*, 5(1), 1–
12. <https://doi.org/10.1186/s40816-018-0097-4>
- Mao, Q. Q., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Gan, R. Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H. Bin. (2019). Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*zingiber officinale* roscoe). *Foods*, 8(6), 1–21. <https://doi.org/10.3390/foods8060185>
- Mariadoss, A. V., Kathiresan, S., Muthusamy, R., & Kathiresan, S. (2013). Protective effects of [6]-paradol on histological lesions and immunohistochemical gene expression in DMBA induced hamster buccal pouch carcinogenesis. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 14(5), 3123–3129. <https://doi.org/10.7314/APJCP.2013.14.5.3123>
- Maurya, A., Kalani, K., Verma, S. C., Singh, R., & Srivastava, A. (2018). Vacuum Liquid Chromatography: Simple, Efficient and Versatile Separation Technique for Natural Products. *Organic & Medicinal Chemistry International Journal*, 7(2), 1–3. <https://doi.org/10.19080/OMCIJ.2018.07.55710>
- Murthy, P. S., Gautam, R., & Pura Naik, J. (2015). Ginger Oleoresin Chemical Composition, Bioactivity and Application as Bio-Preservatives. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 1905–1912. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12428>
- Reza, R. W. (2014). *Isolasi dan identifikasi senyawa aktif antioksidan dari fraksi etil asetat ekstrak etanol herba meniran (Phyllanthus niruri L)*. 5467(November), 15.
- Sofia, D., Prabowo, W. C., & Rijai, L. (2016). ISOLASI SENYAWA ANTIOKSIDAN DARI RIMPANG JAHE BALIKPAPAN (*Etlingera balikpapanensis*). *Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian Ke-4, 2010*, 20–21. <https://doi.org/10.25026/mpc.v4i1.165>
- Srikandi, S., Humaeroh, M., & Sutamihardja, R. (2020). Kandungan Gingerol Dan Shogaol Dari Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Roscoe) Dengan Metode Maserasi Bertingkat. *Al-Kimiya*, 7(2), 75–81. <https://doi.org/10.15575/ak.v7i2.6545>
- Srinivasan, K. (2017). Ginger rhizomes (*Zingiber officinale*): A spice with multiple health

- beneficial potentials. *PharmaNutrition*, 5(1), 18–28. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.01.001>
- Supriadi, Yusron, M., & Wahyuno, D. (2011). *Jahe* (Miftahudin & Efiana (eds.)). Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Suresh, K., Manoharan, S., Vijayaanand, M. A., & Sugunadevi, G. (2010). Chemopreventive and antioxidant efficacy of (6)-paradol in 7,12-dimethylbenz(a)anthracene induced hamster buccal pouch carcinogenesis. *Pharmacological Reports*, 62(6), 1178–1185. [https://doi.org/10.1016/S1734-1140\(10\)70380-7](https://doi.org/10.1016/S1734-1140(10)70380-7)
- Tririzqi, F. (2013). *Ekstraksi Senyawa Gingerol dari Rimpang Jahe dengan Metode Maserasi Bertingkat*.
- Wang, C., He, Y., Tang, X., & Li, N. (2020). Sulfation, structural analysis, and anticoagulant bioactivity of ginger polysaccharides. *Journal of Food Science*, 85(8), 2427–2434. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15338>
- Zhao, L., Rupji, M., Choudhary, I., Osan, R., Kapoor, S., Zhang, H. J., Yang, C., & Aneja, R. (2020). Efficacy based ginger fingerprinting reveals potential antiproliferative analytes for triple negative breast cancer. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75707-0>