

## EKSTRAK JAHE MERAH (*ZINGIBER OFFICINALE VAR. RUBRUM*): UJI FITOKIMIA, ANALISA SIDIK JARI, KAPASITAS TOTAL ANTIOKSIDAN, DAN PENENTUAN KADAR FENOLIK

Alexa Griffith Jaya Leslie<sup>1</sup>, Shirly Gunawan<sup>2</sup>

Program Studi Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara Jakarta<sup>1</sup>

Bagian Farmakologi, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara Jakarta<sup>2</sup>

\*Corresponding Author : alexa.405190233@stu.untar.ac.id

### ABSTRAK

Stres oksidatif terjadi karena adanya ketidakimbangan antara produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dalam sel dengan kemampuan sistem biologis untuk mendetoksifikasi ROS. Proses oksidasi yang terjadi di bawah pengaruh ROS dapat dihambat dengan antioksidan, dimana antioksidan berperan dalam mekanisme pertahanan organisme terhadap patologi yang berhubungan dengan serangan radikal bebas. Jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) merupakan salah satu tanaman yang mengandung antioksidan alami. Jahe merah telah digunakan turun temurun oleh masyarakat Indonesia untuk mengobati nyeri tenggorokan, gatal, masuk angin, muntah, maupun diare. Selain itu, beberapa penelitian terbaru mengungkapkan bahwa jahe merah juga memiliki efek farmakologis seperti antiinflamasi, antidiabetes, antimikroba, antidepresan, antikanker dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menemukan kandungan fitokimia, kadar antioksidan, kadar fenolik, serta kadar senyawa terpenoid pada ekstrak jahe. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental *in vitro*, dengan sampel ekstrak jahe merah yang didapatkan dari metode ekstraksi maserasi dengan pelarut metanol. Skrining fitokimia dilakukan dengan metode Harborne, uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode Blois menggunakan DPPH, kadar total fenolik dilakukan dengan metode Singelton, serta skrining *High-Performance Thin-Layer Chromatography* (HPTLC) untuk menganalisa profil sidik jari senyawa terpenoid pada ekstrak jahe merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah memiliki kandungan fitokimia seperti alkaloid, flavonoid, kardioglikosida, glikosida, saponin, kumarin, fenolik, kuinon, betasianin, steroid, terpenoid; kapasitas total antioksidan dengan IC<sub>50</sub> sebesar 125,437 µg/mL, yang mengindikasikan antioksidan dengan aktivitas sedang; kadar total fenolik sebesar 4.065,7 µg/mL; serta profil HPTLC dengan *spray reagent* vanilin sulfat menunjukkan nilai Rf 0,11 pada terpenoid 1, Rf 0,29 pada terpenoid 2, Rf 0,46 pada terpenoid 3, dan Rf 0,77 pada terpenoid 4 yang mengindikasikan bahwa jahe merah mengandung terpenoid.

**Kata kunci** : antioksidan, BSLT, profil HPTLC, *Zingiber officinale var. Rubrum*,

### ABSTRACT

*Oxidative stress occurs due to an imbalance between the production of Reactive Oxygen Species (ROS) in cells and the ability of biological systems to detoxify ROS. Oxidation processes that occur under the influence of ROS can be inhibited by antioxidants, where antioxidants play a role in the organism's defense mechanism against pathologies associated with free radical attack. Red ginger (*Zingiber officinale var. Rubrum*) is a plant that contains natural antioxidants. Red ginger has been used for generations by the Indonesian people to treat sore throats, itching, colds, vomiting, and diarrhea. In addition, several recent studies have revealed that red ginger also has pharmacological effects such as anti-inflammatory, antidiabetic, antimicrobial, antidepressant, anticancer and so on. This study aims to determine and find the phytochemical content, antioxidant levels, phenolic levels, and levels of terpenoid compounds in ginger extract. This study used an *in vitro* experimental method, with samples of red ginger extract obtained from the maceration extraction method with methanol as a solvent. Phytochemical screening was carried out using the Harborne method, antioxidant activity testing was carried out using the Blois method using DPPH, total phenolic content was carried out using the Singelton method, and High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC) screening to analyze the fingerprint profile of terpenoid compounds in red ginger extract. The results showed that red ginger extract contains phytochemicals such as alkaloids, flavonoids, cardioglycosides,*

*glycosides, saponins, coumarins, phenolics, quinones, betacyanins, steroids, terpenoids; total antioxidant capacity with IC<sub>50</sub> of 125.437 g/mL, which indicates an antioxidant with moderate activity; total phenolic content of 4,065.7 g/mL; and the HPTLC profile with vanillin sulfate spray reagent showed R<sub>f</sub> value of 0.11 for terpenoid 1, R<sub>f</sub> 0.29 for terpenoid 2, R<sub>f</sub> 0.46 for terpenoid 3, and R<sub>f</sub> 0.77 for terpenoid 4 which indicated that red ginger contains terpenoids.*

**Keywords** : *Zingiber officinale var. Rubrum, Antioxidant, BSLT, HPTLC profile*

## PENDAHULUAN

Oksigen merupakan salah satu elemen terpenting dalam kehidupan manusia, dimana oksigen diperlukan untuk menghasilkan energi yang nantinya digunakan untuk berbagai mekanisme biologis. Oksigen merupakan unsur yang ditandai dengan simbol 'O' serta memiliki nomor atom 8 dengan berat atom 16, dimana oksigen berbentuk gas dan bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Flowers P, 2019; PubChem Oxygen, 2022). Di dalam sel, oksigen menerima elektron bebas yang dihasilkan oleh metabolisme oksidatif normal. Sisa dari metabolisme oksidatif tersebut menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS), seperti superoksida (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>), radikal hidroksil (OH<sup>•</sup>), dan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Proses ini menyebabkan pelepasan transpor elektron sehingga produksi ROS meningkat dalam mitokondria (Auten & Davis, 2009).

ROS merupakan kelompok radikal bebas dimana ion-ion yang dihasilkan merupakan *derivate* dari O<sub>2</sub> dengan molekul yang reaktif dan tidak stabil. ROS memiliki peran ganda tergantung pada konsentrasinya. ROS dapat menimbulkan kerusakan biomolekul ketika konsentrasi ROS berada di taraf tinggi. Sebaliknya, ketika konsentrasi ROS berada di taraf rendah atau sedang, ROS dapat bertindak sebagai *second messenger* dalam kaskade pensinyalan intraseluler yang memediasi beberapa respon dalam sel. Pembentukan ROS intraseluler dapat ditemukan di mitokondria, retikulum endoplasma peroksisom, mikrosom, dan kompleks NOX di dalam membran sel, sedangkan pembentukan ROS ekstraseluler (termasuk ROS-*inducing agent*) dapat bersumber dari radiasi, polutan, dan paparan terhadap nanomaterial (Sharma et al., 2012).

Ketika produksi ROS meningkat, maka dapat menimbulkan ketidakseimbangan yang mengarah pada kerusakan sel dan jaringan (Pizzino et al., 2017). Ketidakseimbangan antara produksi dan akumulasi ROS dalam sel dan jaringan dikenal dengan stres oksidatif, dimana fenomena ini memiliki kemampuan sistem biologis untuk mendetoksifikasi produk reaktif ini (Pizzino et al., 2017).

Untuk mencegah kerusakan sel dan jaringan, keberadaan antioksidan berperan sangat penting. Antioksidan merupakan molekul yang cukup stabil untuk mendonorkan sebuah elektron ke radikal bebas dan dapat menetralkan radikal bebas tersebut. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa antioksidan dapat mengurangi kapasitas radikal bebas untuk merusak sel sekaligus menunda atau menghambat kerusakan sel melalui sifat *scavenging* (Lobo et al., 2010). Antioksidan yang berasal dari enzim (seperti superoksida dismutase, katalase, glutathione peroksidase) atau senyawa non-enzimatik (seperti asam urat, bilirubin, albumin, metallothionein) dikenal sebagai antioksidan endogen yang terbentuk secara alami dalam tubuh manusia, sedangkan antioksidan eksogen dapat ditemukan pada bahan alami, seperti tanaman (Magdalena Pisoschi & Petre Negulescu, 2011). Salah satu contoh dari antioksidan eksogen adalah jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) (Awanis & Mutmainnah, 2016).

Jahe merupakan salah satu tanaman yang sering dimanfaatkan sebagai rempah, bumbu masakan, bahkan dijadikan obat herbal tradisional untuk menyembuhkan berbagai penyakit, seperti batuk kering, nyeri tenggorokan, gatal, masuk angin sampai muntah dan diare.<sup>8</sup> Di Indonesia, terdapat 3 jenis jahe yang dikenal, yaitu jahe putih/jahe gajah (*Zingiber officinale*

*var. Roscoe*) yang kerap digunakan sebagai rempah dalam masakan, jahe putih kecil/jahe emprit (*Zingiber officinale var. Amarum*), dan jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) (Redi Aryanta, 2019). Dibanding jenis lainnya, jahe merah memiliki keunggulan pada senyawa bioaktif yang lebih tinggi, yaitu *zingiberene*; *a-curcumene*; *a-farnesene*;  $\beta$ -*Sesquiphellandrene*; dan  $\beta$ -*bisabolene*; dan komponen utama pembentuk sensasi pedas, yaitu: (6)-*gingerol*, (8)-*gingerol*, (10)-*gingerol*, dan (12)-*gingerol*; *shogaols*; serta *paradol* (Putri K, 2009; Rathinavel et al., 2020; Stoner & Stoner, 2014; WHO, 2007). Beberapa penelitian sebelumnya juga menemukan bahwa jahe merah memiliki berbagai aktivitas biologis seperti antiinflamasi, antioksidan, antimikroba, dan imunomodulator (Rathinavel et al., 2020; WHO, 2007) (Badan POM, 2020; Mashhadi et al., 2013; Park et al., 2008; Vijendra Kumar et al., 2014). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menemukan kandungan fitokimia, kadar antioksidan, kadar fenolik, serta kadar senyawa terpenoid pada ekstrak jahe.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan teknik *in vitro*. Uji *in vitro* yang dilakukan pada penelitian ini ialah uji fitokimia, uji fenolik, uji kapasitas antioksidan, dan analisis sidik jari metabolit sekunder dengan teknik HPTLC (*High Performance Thin Layer Chromatography*). Penelitian dilakukan di laboratorium Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara. Penelitian ini dimulai pada November 2021 hingga Juni 2022.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). Penelitian ini diawali dengan mengeringkan jahe merah pada suhu ruang selama 7 hari. Setelah dikeringkan, sampel dilumatkan hingga menjadi bubuk atau simplisia menggunakan blender. Kemudian, simplisia akan diekstraksi melalui metode maserasi menggunakan metanol. Selanjutnya, dilakukan evaporasi menggunakan *rotatory evaporator* hingga menjadi kental. Data yang diperoleh dari hasil uji fitokimia, uji kapasitas total antioksidan, uji fenolik, dan HPTLC diolah menggunakan aplikasi *Graph Pad*.

## HASIL

### Kandungan fitokimia ekstrak jahe merah

Tabel 1 menunjukkan hasil uji kualitatif fitokimia yang dilakukan pada ekstrak jahe merah menggunakan metode Harborne.

**Tabel 1. Hasil uji analisis kualitatif fitokimia ekstrak jahe merah**

Senyawa Fitokimia	Hasil	Nama Metode
Alkaloid	+	Meyer
Flavonoid	+	NaOH
Kardioglikosida	+	Keller-Kiliani
Glikosida	+	<i>Modified Borntrager</i>
Saponin	+	<i>Foam test</i>
Kumarin	+	NaOH
Fenolik	+	Folin-Ciocalteau
Kuinon	+	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Antosianin	-	NaOH
Betasianin	+	NaOH
Steroid	+	Liebermann-Burchard
Terpenoid	+	Liebermann-Burchard
Tanin	+	Ferri klorida

Hasil uji fitokimia pada ekstrak jahe merah menunjukkan bahwa terdapat senyawa fitokimia seperti alkaloid, flavonoid, kardioglikosida, glikosida, saponin, kumarin, fenolik, kuinon, betasianin, steroid, terpenoid, dan tanin. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Srikandi (Srikandi et al., 2020), ditemukan bahwa jahe merah mengandung alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin dan tanin. (Amalia RT, 2021) juga menemukan kandungan fenolik dan steroid dalam jahe merah. (Febriani et al., 2018) juga menambahkan bahwa jahe merah mengandung senyawa kuinon. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa jahe merah mengandung beberapa senyawa fitokimia yang dapat berperan sebagai antioksidan, antimikroba, antifungi, anti analgesik dan antitusif (Dari et al., 2022).

### Uji Kapasitas Antioksidan Metode DPPH Ekstrak Jahe Merah

Uji kapasitas antioksidan pada ekstrak jahe merah dilakukan menggunakan metode DPPH dengan vitamin C ( $IC_{50}$  5,41  $\mu\text{g/mL}$ ) sebagai standar pembanding. Tabel 2 menunjukkan hasil uji kapasitas antioksidan pada ekstrak jahe merah.

**Tabel 2. Hasil persentase inhibisi uji kapasitas antioksidan ekstrak jahe merah**

Konsentrasi ( $\mu\text{g/mL}$ )	Rata-rata Absorban	%Inhibisi (%)
50	0,417	28,227
100	0,316	45,611
150	0,222	61,79
200	0,19	67,298
250	0,141	75,731
<b>Absorbansi Control</b>		<b>0,573</b>
<b><math>IC_{50}</math> (<math>\mu\text{g/mL}</math>)</b>		<b>125,437</b>

Dalam penelitian ini, didapatkan  $IC_{50}$  sebesar 125.437  $\mu\text{g/mL}$ . Menurut (Qonitah F, 2018), antioksidan kategori sangat kuat memiliki nilai  $IC_{50}$  kurang dari 50  $\mu\text{g/mL}$ , antioksidan kategori sedang memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar 100-150  $\mu\text{g/mL}$ , dan antioksidan kategori lemah memiliki nilai  $IC_{50}$  lebih dari 150  $\mu\text{g/mL}$ . Asam askorbat atau vitamin C dinilai memiliki antioksidan yang sangat tinggi, dimana asam askorbat digunakan sebagai standar pembanding karena asam askorbat merupakan salah satu antioksidan umum yang sering digunakan masyarakat luas (Bender et al., 2015). Hasil serupa juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh (Herawati, 2019), dimana nilai  $IC_{50}$  pada ekstrak jahe merah sebesar 57,14 ppm dengan metode DPPH. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa jahe merah memiliki aktivitas antioksidan pada kategori sedang hingga kuat.

### Uji Kadar Fenolik Ekstrak Jahe Merah

Uji kadar fenolik pada ekstrak jahe merah dilakukan menggunakan metode Singleton dan Rossi dengan tanin sebagai standar pembanding. Tabel 3 menunjukkan hasil uji kadar fenolik pada ekstrak jahe merah.

**Tabel 3. Hasil absorbansi dan kadar fenolik ekstrak jahe merah**

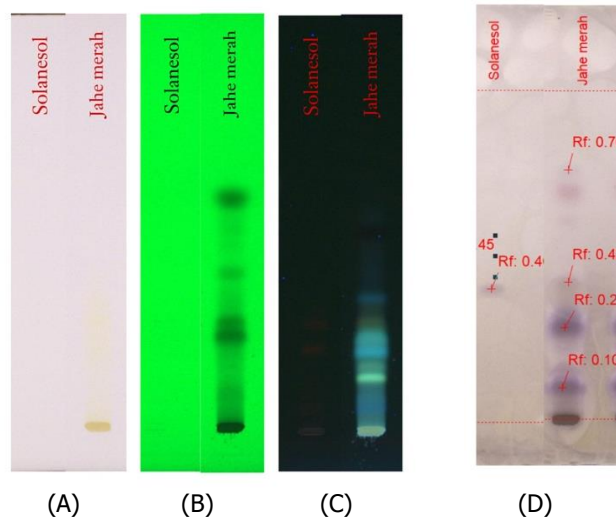
Sampel	Absorbansi	Kadar Fenolik ( $\mu\text{g/mL}$ )	Rerata Kadar Fenolik ( $\mu\text{g/mL}$ )	Rerata Kadar Fenolik Pengenceran 10x ( $\mu\text{g/mL}$ )
I	0,169	446,3	406,57	4.065,7
II	0,111	366,84		

Dalam penelitian ini, didapatkan rerata kadar total fenolik sebesar 4.065,7  $\mu\text{g/mL}$ . Penelitian yang dilakukan oleh (Aludatt et al., 2016) menemukan kadar total fenolik pada ekstrak metanol tanaman jahe sebesar 8,71 mg/g. Kemudian, dalam penelitian (WIJAYANTI et al., 2018), uji kadar fenolik dilakukan menggunakan *gallic acid* (GAE) sebagai standar pembanding, didapatkan kadar fenolik total dalam ekstrak etanol 96% jahe sebesar  $4.8519 \pm 0.037$   $\mu\text{g/mL}$  atau setara dengan larutan standar *gallic acid* sebesar  $485.1847 \pm 3.7045$  mg

GAE/100g berat kering. Ketiga penelitian menunjukkan adanya kesamaan antara jahe dan jahe merah yang masih termasuk dalam satu spesies, tetapi terdapat perbedaan hasil yang disebabkan oleh penggunaan pelarut ekstrak metanol dan etanol 96% serta standar tanin dan *gallic acid* yang berbeda-beda setiap penelitian. Walaupun demikian, dapat dikatakan bahwa tingginya kadar total fenolik dapat mengindikasikan aktivitas antioksidan yang tinggi pada jahe merah (Aryal et al., 2019).

**Analisis Sidik Jari dengan Metode HPTLC Ekstrak Jahe Merah**

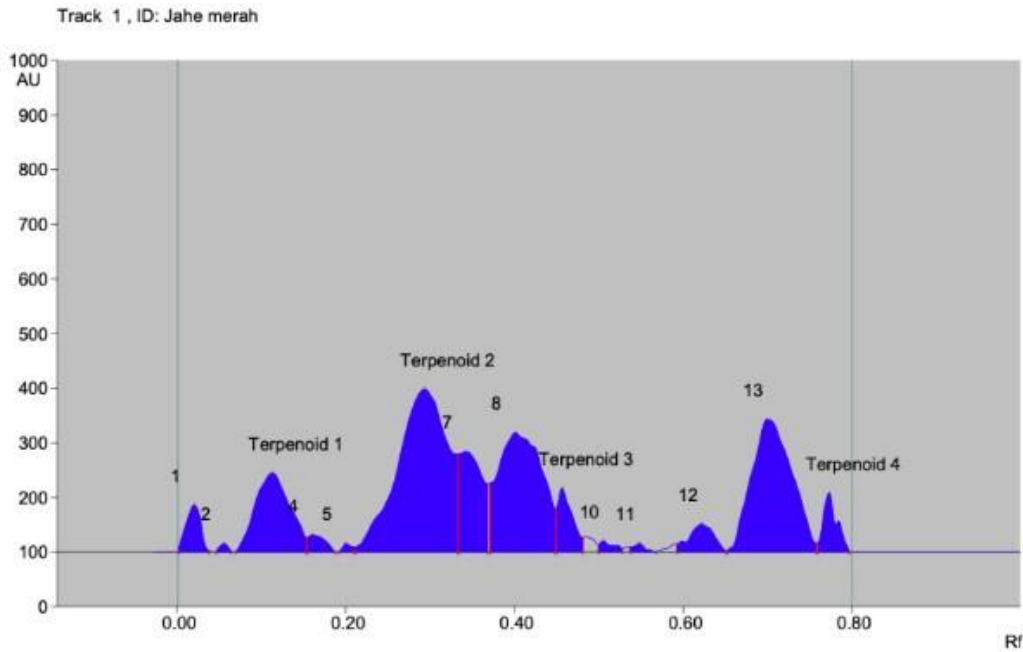
Uji kadar senyawa terpenoid pada ekstrak jahe merah dilakukan dengan metode *High Performance Thin Layer Chromatography* (HPTLC) dengan solanesol sebagai standar pembanding. Solanesol memiliki *Retardation factor* (Rf) sebesar 0,43 Rf pada *maximum position*. Jahe merah menggunakan pelat silica gel F60 254 nm sebagai fase diam dan heksan: etil asetat (1,5:1) sebagai fase gerak yang didokumentasikan dengan cahaya tampak (A), sinar UV 254 nm (B), dan UV 366 nm (C). *Spray reagent* vanilin sulfat diberikan untuk derivatisasi. Setelah itu, dilakukan dokumentasi menggunakan cahaya tampak dan terlihat pita berwarna biru, biru keunguan atau violet yang menandakan jahe merah mengandung senyawa golongan terpen (D). Berikut adalah hasil uji kadar senyawa terpenoid pada ekstrak jahe merah (Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, Tabel 4, dan Tabel 5).



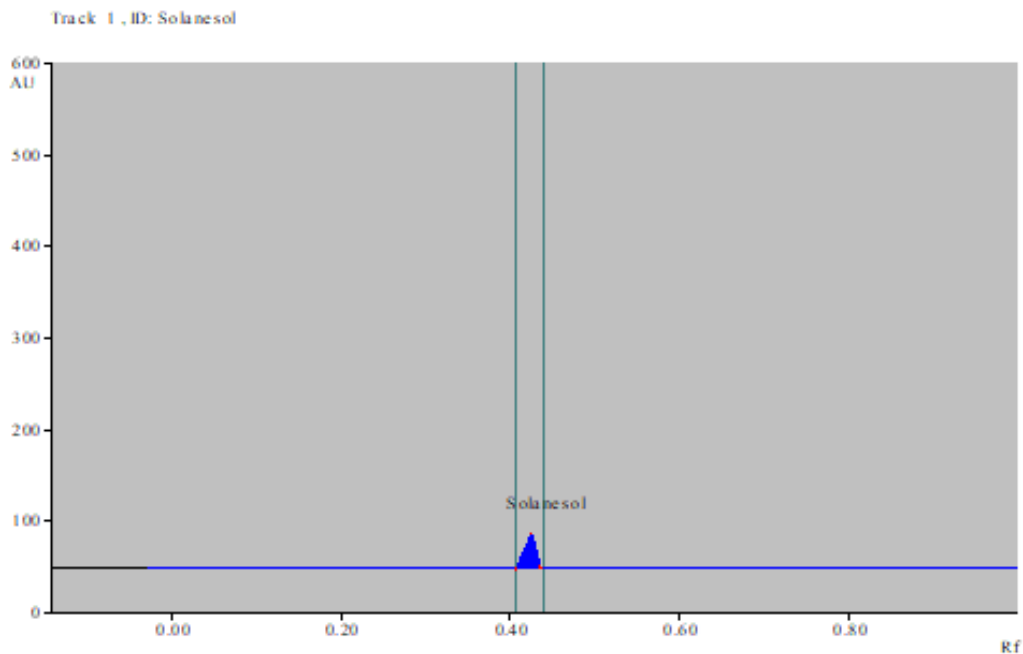
Gambar 1. Plate kromatografi HTPLC solanesol dan ekstrak jahe merah

**Tabel 4. Densitogram ekstrak jahe merah**

Peak	Start Position (Rf)	Start Height (AU)	Max Position (Rf)	Max Height (AU)	Max %	End Position (Rf)	End Height (AU)	Area (AU)	Area %	Assigned Substance
1	0,41	1,0	0,43	36,9	100	0,44	1,9	382,8	100	Solanesol



Gambar 2. Kurva densitogram ekstrak jahe merah



Gambar 3. Kurva densitogram standar solanesol

Dalam penelitian ini, didapatkan Rf (*Retardation factor*) sebesar 0,11 pada terpenoid 1, Rf sebesar 0,29 pada terpenoid 2, Rf sebesar 0,46 pada terpenoid 3, dan Rf sebesar 0,77 pada terpenoid 4. Senyawa terpenoid yang positif ditandai dengan spot warna biru, biru keunguan, atau ungu pada pelat. Dengan demikian, sampel terpenoid 3 dapat diidentifikasi sebagai solanesol golongan terpen karena memiliki *retardation factor* yang hampir sama dengan standar pembanding solanesol, sampel terpenoid 1, 2, dan 4 juga diidentifikasi sebagai senyawa golongan terpen, tetapi tidak diketahui jenisnya secara pasti. Penelitian yang dilakukan Mian (Mian et al., 2019), menemukan bahwa terdapat senyawa terpenoid dalam analisis sidik jari ekstrak metanol jahe (*Zingiber officinale Rosc.*) dengan nilai Rf sebesar 0,20. Kemudian, (Febriani et al., 2018) melakukan uji TLC dari ekstrak etanol ampas jahe merah menggunakan pelarut *toluene*: etil asetat: asam format (90:8:2). Hasil penelitian

menunjukkan terbentuknya spot pada penyemprotan vanilin sulfat berwarna violet pada Rf 0,25 dan warna biru pada Rf 0,375 yang diidentifikasi sebagai golongan terpen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak jahe merah mengandung senyawa terpenoid. Terpenoid telah sering digunakan dalam bidang kesehatan sebagai obat karena terdapat aktivitas anti-inflamasi, anti-virus, anti-parasit, sampai analgesic dan anti-kanker (Cox-Georgian et al., 2019). Adapun terpenoid dalam jahe merah berfungsi sebagai antioksidan dan *antiulcer* (Koo & Gang, 2012).

**Tabel 5. Densitogram standar solanesol**

Peak	Start Position (Rf)	Start Height (AU)	Max Position (Rf)	Max Height (AU)	Max %	End Position (Rf)	End Height (AU)	Area (AU)	Area %	Assigned Substance
1	0,00	7,2	0,02	86,6	5,56	0,04	3,7	1228	2,5	unknown
2	0,05	1,6	0,06	15,6	1,01	0,06	1,3	128,1	0,26	unknown
3	0,07	0,2	0,11	144,5	9,34	0,15	26,2	4858,9	9,91	Terpenoid 1
4	0,15	26,2	0,16	31,2	2,02	0,19	0,9	523,6	1,07	unknown
5	0,19	0,8	0,20	15,7	1,01	0,21	9,4	138,1	0,28	unknown
6	0,21	9,5	0,29	298,4	19,28	0,33	78,8	14375,6	29,32	Terpenoid 2
7	0,33	179	0,34	183,6	11,86	0,37	24,9	4069,5	8,3	unknown
8	0,37	126,2	0,40	218,4	14,11	0,45	77,4	9349	19,07	unknown
9	0,45	79,1	0,46	116,9	7,55	0,48	26,6	1680,1	3,43	Terpenoid 3
10	0,50	13,9	0,51	20,7	1,34	0,53	6,1	282,6	0,58	unknown
11	0,54	9,3	0,55	15,5	1,00	0,57	0,7	181,6	0,37	unknown
12	0,59	14,3	0,62	51,4	3,32	0,65	2,3	1237,8	2,52	unknown
13	0,65	3,2	0,70	242,1	15,64	0,76	6,7	9550	19,48	unknown
14	0,76	17,1	0,77	107,8	6,97	0,80	4,1	1432,8	2,92	Terpenoid 4

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kandungan fitokimia pada ekstrak jahe merah berupa, alkaloid, flavonoid, kardioglikosida, glikosida, saponin, kumarin, fenolik, kuinon, betasianin, steroid, terpenoid, dan tanin. Hasil uji kapasitas antioksidan ekstrak jahe merah didapatkan sebesar 125,437  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , dimana hal ini menunjukkan bahwa jahe merah memiliki antioksidan kategori sedang. Hasil uji kadar total fenolik sebesar 4.065,7  $\mu\text{g}/\text{mL}$  pada ekstrak jahe merah. Profil sidik jari menggunakan metode HPTLC pada ekstrak jahe merah didapatkan Rf (*Retardation*) sebesar 0,11 pada terpenoid 1, Rf sebesar 0,29 pada terpenoid 2, Rf sebesar 0,46 pada terpenoid 3, dan Rf sebesar 0,77 pada terpenoid 4, dimana hal ini menunjukkan bahwa jahe merah memiliki senyawa solanesol dan tiga terpenoid lain. Peneliti juga menyarankan untuk perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut dengan teknik *in vivo* yang melibatkan hewan coba untuk mengetahui potensi lebih lanjut mengenai antioksidan pada ekstrak jahe merah; dilakukannya uji kandungan fitokimia, kapasitas antioksidan, dan kadar fenolik dengan menggunakan bagian lain dari tanaman jahe merah; dilakukan penelitian menggunakan metode ekstraksi, metode pengujian dan standar lain; serta dilakukan penelitian perbandingan dengan varietas jahe lain.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti berterima kasih banyak kepada berbagai pihak atas dukungan dalam penyusunan penelitian ini dari awal hingga akhir. Terima kasih kepada Dr. dr. Noer Saellan Tadjudin,

Sp.KJ selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, dr. Shirly Gunawan, Sp. FK selaku Dosen Pembimbing, Prof. Dr. dr. Frans Ferdinal, MS selaku Dosen Pembimbing Skripsi dan Ketua Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler Universitas Tarumanagara, dr. David Limanan, M.Biomed selaku Dosen Pembimbing dan Staf Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler Universitas Tarumanagara, Ibu Eny Yulianti, S.E selaku Staf Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler Universitas Tarumanagara, pihak keluarga dan sahabat yang senantiasa menyemangati serta memberi dukungan material dan moral.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aludatt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Gammoh, S., Ereifej, K., Johargy, A., Kubow, S., Almajwal, A. M., & Rawashdeh, M. (2016). Optimization of Phenolic Content, Antioxidant, and Inhibitory Activities of  $\alpha$ glucosidase and Angiotensin Converting (AC) Enzymes from *Zingiber officinale* Z. *International Journal of Food Properties*, 19(6), 1303–1316. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1063066>
- Amalia RT, Tukiran, Sabila FI, S. (2021). Phytochemical Screening and Total Phenolic Compounds of Red Ginger (*Zingiber officinale*) and Secang Wood (*Caesalpinia sappan*) As Preliminary Test of Antiarthritis. *Chimica et Natura Acta*, 9(1). <https://doi.org/10.24198/cna.v9.n1.34230>
- Aryal, S., Baniya, M. K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total Phenolic content, Flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from western Nepal. *Plants*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/plants8040096>
- Auten, R. L., & Davis, J. M. (2009). Oxygen toxicity and reactive oxygen species: The devil is in the details. *Pediatric Research*, 66(2), 121–127. <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181a9eafb>
- Awanis, M. A., & Mutmainnah, A. A. (2016). Uji Antibakteri Ekstrak Oleoresin Jahe Merah (*Zingiber officinale* var.rubrub) Terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*, 3(1), 33–41. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/MedikaTadulako/article/view/8027>
- Badan POM. (2020). *Pedoman Penggunaan Herbal dan Suplemen Kesehatan dalam Menghadapi COVID-19 di Indonesia Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Mei 2020*. 1, 1–133.
- Bender, D., Botham, K., Kennelly P, & Weil, A. (2015). *Harpers Illustrated Biochemistry 30th Edition (30th Revised ed.)*.
- Cox-Georgian, D., Ramadoss, N., Dona, C., & Basu, C. (2019). Therapeutic and medicinal uses of terpenes. *Medicinal Plants: From Farm to Pharmacy*, 333–359. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-31269-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-31269-5_15)
- Dari, S. W., Azizah, Z., & Chandra, B. (2022). Phytochemical and Pharmacological Review of Red Ginger Extracts ( *Zingiber Officinale* var *Rubrum* ). *IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS)*, 17(1), 24–30.
- Febriani, Y., Riasari, H., Winingsih, W., Aulifa, L., & Permatasari, A. (2018). The Potential Use of Red Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Dregs as Analgesic. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1, 57–64. <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/UNPAD57>
- Flowers P, Neth EJ, Robinson WR, Theopold K, et al. (2019). *Chemistry: Atoms First-2e. OpenStax*.
- Herawati, I. E. & N. M. S. (2019). Studi Fitokimia pada Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe Var. Sunti Val). *Majalah Farmasetika*, 4(1), 22–27.
- Koo, H. J., & Gang, D. R. (2012). Suites of Terpene Synthases Explain Differential Terpenoid Production in Ginger and Turmeric Tissues. *PLoS ONE*, 7(12).



- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051481>
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
- Magdalena Pisoschi, A., & Petre Negulescu, G. (2011). Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 1(1), 1–10.
- Mashhadi, N. S., Ghiasvand, R., Askari, G., Hariri, M., Darvishi, L., & Mofid, M. R. (2013). Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of ginger in health and physical activity: Review of current evidence. *International Journal of Preventive Medicine*, 4, S1–S7.
- Mian, S. S., Upadhyay, S., T, T., & Naqvi, S. N. (2019). Physicochemical Analysis of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) Rhizome along with its TLC, HPLC and HPTLC Profile. *Pharmaceutical Methods*, 10(1), 31–36. <https://doi.org/10.5530/phm.2019.1.6>
- Park, M., Bae, J., & Lee, D. S. (2008). Antibacterial activity of [10]-gingerol and [12]-gingerol isolated from ginger rhizome against periodontal bacteria. *Phytotherapy Research*, 22(11), 1446–1449. <https://doi.org/10.1002/ptr.2473>
- Pizzino, G., Irrera, N., Cucinotta, M., Pallio, G., Mannino, F., Arcoraci, V., Squadrito, F., Altavilla, D., & Bitto, A. (2017). Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8416763>
- PubChem Oxygen. (2022). PubChem Compound Summary for CID 977, Oxygen. *National Center for Biotechnology Information*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Oxygen>
- Putri K, M. (2009). *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah*. 4–9.
- Qonitah F, A. (2018). Aktivitas Antioksidan Dan Kandungan Fenolik Total Dari Isolat Polar Fraksi Heksana Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper Betle* L.). *Jurnal Farmasetis*, 7(2). <https://doi.org/10.32583/farmasetis.v7i2.382>
- Rathinavel, T., Palanisamy, M., Palanisamy, S., Subramanian, A., & Thangaswamy, S. (2020). Phytochemical 6-Gingerol – A promising Drug of choice for COVID-19. *International Journal of Advanced Science and Engineering*, 06(04), 1482–1489. <https://doi.org/10.29294/ijase.6.4.2020.1482-1489>
- Redi Aryanta, I. W. (2019). Manfaat Jahe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 1(2), 39–43. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i2.463>
- Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., & Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. *Journal of Botany*, 2012, 1–26. <https://doi.org/10.1155/2012/217037>
- 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>
- Stoner, G. D., & Stoner, G. D. (2014). Ginger: Is it Ready for Prime Time? *American Association for Cancer Research*, 257–262.
- Vijendra Kumar, N., Murthy, P. S., Manjunatha, J. R., & Bettadaiah, B. K. (2014). Synthesis and quorum sensing inhibitory activity of key phenolic compounds of ginger and their derivatives. *Food Chemistry*, 159, 451–457. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.039>
- WHO. (2007). WHO Monographs on Selected Medicinal Plants Volume III. *World Health*, 3, 390. <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=qWP4aG-wXAQC&oi=fnd&pg=PR5&dq=WHO+monographs+on+selected+medicinal+plants&ots=RJt-DVSuko&sig=WVSUOWRMzrFVcq1wUaLCfVkaHE>

WIJAYANTI, I. I., BUDIHARJO, A., PANGASTUTI, A., PRIHAPSARA, F., & ARTANTI, A. N. (2018). Total phenolic content and antioxidant activity of ginger extract and SNEDDS with eel fish bone oil (*Anguilla* spp.). *Nusantara Bioscience*, *10*(3), 164–169. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100306>