

NARRATIVE RIVIEW: AKTIVITAS BIOLOGIS DAN FITOKIMIA RIMPANG JAHE MERAH (*Zingiber officinale Roscoe var. rubrum*)

Nadia Dwi Oktaviani¹, Nita Windi Lestari², Nadia Rahma Sari³, Eva Nursoleha⁴
^{1,2,3,4}Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Aisyah Pringsewu, Indonesia

**Corresponding Author: nadiadwioktaviani006@gmail.com

ABSTRAK

Jahe merupakan keluarga *Zingiberaceae* yang telah digunakan sebagai obat tradisional. Jahe merah sudah terkenal sebagai alternatif untuk pengobatan alami dalam bidang medis. Review ini bertujuan untuk memberikan data untuk meletakkan dasar untuk studi lebih lanjut dan pengembangan. Data dicari berdasarkan jurnal secara online, yang kemudian jurnal dievaluasi dan dikurasi. Jurnal yang digunakan rata-rata jurnal internasional yang didapat melalui situs Google Scholar, Web Of Science, Scopus, Elsevier dan sebagainya. Setelah melakukan review penulis menarik kesimpulan bahwa rimpang jahe merah memiliki berbagai komposisi senyawa kimia yang mengandung sekitar 169 konstituen. Diantara senyawa-senyawa tersebut, senyawa vaniloid yang memiliki konsentrasi lebih tinggi dalam jahe merah dibandingkan jahe biasa. Vaniloid berkontribusi terhadap rasa pedas pada jahe merah, yang paling melimpah yaitu 6-gingerol dan 6-shogaol. Rimpang jahe merah dari senyawa tersebut memiliki banyak aktivitas biologis seperti antidiabetes, antiinflamasi, antikanker, antitumor, dan antilipidemia.

Kata Kunci: Rimpang Jahe Merah, Aktivitas Biologis, Senyawa Fitokimia

ABSTRACT

Ginger is a member of the *Zingiberaceae* family and has been used as a traditional medicine. Red ginger is already well-known as an alternative for natural treatment in the medical field. This review aims to provide data to lay the groundwork for further study and development. Data was searched online based on journals, which were then evaluated and screened. The journals used are mostly international journals obtained thru websites such as Google Scholar, Web Of Science, Scopus, Elsevier, and others. After conducting a review, the author concluded that red ginger rhizomes have a diverse chemical compound composition containing approximately 169 constituents. Among these compounds, vanilloid compounds are found in higher concentrations in red ginger compared to regular ginger. Vanilloids contribute to the spiciness of red ginger, with the most abundant being 6-gingerol and 6-shogaol. The red ginger rhizome from these compounds has many biological activities such as antidiabetic, anti-inflammatory, anticancer, antitumor, and antilipidemic.

Keywords: Red Ginger Rhizome, Biological Activity, Phytochemical Compounds

PENDAHULUAN

Jahe merah salah satu rempah yang mampu memberikan rasa hangat pada tubuh dan memiliki rasa yang pedas pada makanan (Novianti *et al.*, 2022). Jahe menjadi salah satu tanaman yang paling banyak digunakan di negara-negara Asia secara lintas generasi sejak ratusan tahun lalu dalam bidang pengobatan. Tanaman jahe memiliki ketersediaan yang cukup melimpah, dimana di Jawa Tengah terkenal sebagai kawasan

industri jamu yang mampu menghasilkan rimpang sekitar 26 ton per tahun (S. *et al.*, 2017). Famili *Zingiberaceae* mempunyai 50 marga dengan 1.300 spesies yang diantaranya ditemukan dan dimanfaatkan di Indonesia dengan berbagai macam yang berbeda (Anggraini *et al.*, 2023). Berdasarkan ukuran dan warna rimpang jahe memiliki beberapa varietas antara lain, jahe putih (*Z. officinale var. officinale*), jahe kecil (*Z. officinale var. amarum*), dan jahe merah (*Z. officinale var.*

rubrum) (Rofida *et al.*, 2023).

Rimpang jahe merah berukuran lebih kecil dan memiliki rasa yang lebih pedas dibandingkan jahe lainya karena terdapat perbedaan kandungan senyawa kimia lainya (Sarmoko *et al.*, 2020). Rimpang jahe merah telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bumbu masakan, penyedap makanan, serta sebagai pengobatan (Supu *et al.*, 2018). Jahe merah memiliki efek yang lebih baik dibandingkan varietas yang lainya, karena memiliki efek entiemetik yang sangat diperlukan sebagai pengobatan, seperti antikanker yang dapat menghambat faktor pertumbuhan sel kanker, sebagai antioksidan, meningkatkan sel imun, sebagai antiinflamasi dan juga sebagai efek antibakteri (Herawati *et al.*, 2022; Rofida *et al.*, 2023). Dari latar belakang diatas, penulis akan meninjau lebih jauh mengenai penggunaan tradisional, aktivitas fitokimia dan Biologis dari Rimpang jahe merah. *Review* ini bertujuan untuk memberikan data yang akurat untuk meletakkan dasar untuk studi lebih lanjut dan pengembangan.

METODE PENELITIAN

Metode pembuatan *narrative review* dilakukan dengan menelaah literatur yang relevan mengenai aktivitas biologis dan kandungan fitokimia rimpang jahe merah (*Zingiber officinale Roscoe var. rubrum*). Pencarian data dilakukan dari jurnal secara online yang kemudian diskriming. Jurnal yang digunakan rata-rata jurnal internasional yang dapat diakses melalui situs yaitu Google Scholar, Pubmed, Scopus. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: “*Rimpang jahe merah*” AND “biologic activity”, AND “Fitokimia” Pencarian dilakukan dalam rentang waktu 2010 hingga 2025 untuk memperoleh data terkini, namun artikel klasik yang dianggap penting tetap dipertimbangkan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara naratif dan disusun menjadi sintesis tematik untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai rimpang jahe merah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Secara Tradisional

Tanaman jahe merah memiliki banyak peran sebagai terapeutik dalam berbagai penyakit antara lain seperti penyakit radang, muntah, rubella, aterosklerosis, TBC, gangguan pertumbuhan, dan kanker. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa jahe merah menunjukkan aktivitas imunomodulator, antihiperlipidemik, dantihiperurisemik, antimikroba, dan sitotoksik. Saat ini kandungan kimia dari jahe merah telah dilaporkan sebanyak 169 kandungan senyawa antara lain seperti vanolloid, monoterpen, seskuiterpen, diterpen, flavanoid, asam amino, dll (Zhang *et al.*, 2022). Secara tradisional masyarakat Indonesia seringkali menggunakan rimpang jahe merah sebagai obat herbal untuk berbagai penyakit, antara lain radang sendi, rematik, nyeri otot, sakit tenggorokan, kram, sembelit, gangguan pencernaan, mual muntah, hipertensi, demensia, gangguan pencernaan, dan demam. Selain itu, pada dekade terakhir menunjukkan bahwa jahe memiliki potensi untuk digunakan dalam pencegahan dan pengobatan penyakit melalui modulasi aktivitas biologis (Sakulnarmrat *et al.*, 2015).

Profil Fitokimia dan Komponen Bioaktif

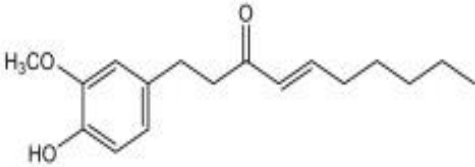
Rimpang jahe merah memiliki potensi terapeutik karena mengandung komponen bioaktif seperti senyawa flavonoid, fenol, terpenoid, dan minyak atsiri (oleoresin) (Novianti *et al.*, 2022).

Senyawa utama bioaktif pada jahe merah yaitu vanollid yang mengandung gugus 3-metoksi-4-hidroksifenil (vanilil). Konsentrasi vanollid lebih tinggi jika dibandingkan dengan jahe biasa. Berdasarkan senyawa vanolid dibagi menjadi beberapa senyawa berdasarkan kimia rantai samping yaitu menjadi gingerol, shogaol, paradol, singeron, gingerdione, gingerdiol, dll (Semwal *et al.*, 2015). Penelitian ssebelumnya melaporkan bahwa senyawa shogaol memiliki aktivitas yang lebih kuat dibandingkan gingerol, terutama 6-shogaol. Telah ditemukan bahwa senyawa 6-shogaol memiliki keunggulan dibandingkan 6-gingerol dalam hal efek antikanker,

antioksidan, dan antiinflamasi, yang mungkin disebabkan dari struktur kimia 6-shogaol yang mengandung gugus karbonil tak jenuh (Jia *et al.*, 2023).

Senyawa 6-shogaol diidentifikasi pertama kali oleh Nomura pada Tahun 1918. Setelah satu dekade, Nomura dan Tsurumi mengusulkan rumus struktur “4-hidroksi-3-metoksifeniletel n-heptenil keton” untuk shogaol dan mensintesis senyawa tersebut pertama kalinya. Shogaol adalah vanollid dan mengandung gugus akseptor Michael, gugus

karbonil tak jenuh α , β elektrofilik bereaksi dengan zat nukleofilik. Adanya gugus akseptor Michael dinilai sebagai indikator aktivitas biologis (Bischoff-Kont & Fürst, 2021).



[6]-Shogaol (56)

Gambar 1. Struktur kimia 6-shogaol (Bischoff-Kont & Fürst, 2021)

Tabel 1.1 Hasil Kandungan Kimia Jahe Merah

Konsituen Kimia	Nama Senyawa
Vanilloids	6-Gingerol
	8-Gingerol
	10-Gingerol
	6-Shogaol
	8-Shogaol
	10-Shogaol
	(3S,5S)-6-Gingerdiol
	6-Gingerdiol 3S,5S-diacetat
	3R,5S-6-Gingerdiol
	6Gingerdiol 3R,5S-diacetat
	3S,5S-8-Gingerdiol
	8-Gingerdiol 3S,5S-diacetat
	3R,5S-8-Gingerdiol
	8-Gingerdiol 3R,5S-diacetat
	3S,5S-10-Gingerdiol
	10-Gingerdiol 3S,5S-diacetat
	3R,5S-10-Gingerdiol
	10-Gingerdiol 3R,5S-diacetat
	5-Methoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-3-decanone
	5-Methoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-3-tetradecanone
	1-(4-Hydroxy-3-methoxyphenyl)-3,5-decandiol
	4-Gingeracetat
	3-Hydroxyl-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-5-decanone
	3,5-Diacetoxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)decane
	1-Dehydro-6-gingerdione
	6-Dehydro-gingerdione
	Hexahydro-curcumin
Monoterpenes	Truclene
	α -Pinene
	Camphene
	Sabinene
	β -pinene
	α -Phellandrene
	p-Cymene
	β -Phellandrene
	γ -Terpinene
	Terpinolene
	Linalool
	Trans-3(10)-Caren-2-ol
	1,1-Dimethyl-3-methylene2-vinylcyclohexane
	2-Methoxy-1,7,7-trimethylbicyclo[1,2,2]heptane
	Citronellal

	Camphor
	Borneol/Isoborneol
	1-Terpinen-4-ol
	α -Terpineol
	Myrtenal
	Citronellol
	Neral/Z-citral
	Citral
	Trans-Geraniol
	Cis-p-Menth-2,8-dienol
	Geranial
	Cyclosativene
	Eucalptol/1,8-Cineole
	Geranyl acetat
	Bornyl acetat
	Myrcene
	Dipentene/Limonene
	Neryl acetat
	Camphene hydrate
	Pulegone
	Citronelly acetat
	Trans-nerodiol
Sesquiterpenes	α -Copaene
	β -Elemene
	α -trans-Bergamotene
	β -Cubene
	β -Farnesene
Diterpen	Phytol
Flavanoids	Rutin
	Apigenin
	Myricetin
	Naringenin
	Fisetin
Organic acids	Salicylic acid
	Cinnamic acid
	Gallic acid
	Vanillic acid
	Ferulic acid
	Tannic acid
	Caffeic acid
Amino acids	Glutamine
	Histidine
	Glutamic acid
	Threonine
	Leucine
	Lysine
	Valine
	Tyrosine
Miscellaneous	E-2-Octenal
	2-Undecanone
	2-Heptanol
	Octanal
	3,4-Dimethyl styrene
	Napthalene
	Cumene Isopropylbenzene
	6-Hepten-3-one
	Napthalene
	Tridecane

	6-Methyl-5-hepten-2-oneSulcatone
	Nonanone
	2-Heptyl acetat
	Trans-2-decenal

Aktivitas BiologisKandungan fenolik dan flavanoid dalam jahe merah lebih tinggi jika dibandingkan dengan jahe yang lainya atau jahe biasa (Ghasemzadeh *et al.*, 2010). Jahe merah dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis dan farmakologis, seperti untuk mengobati penyakit autoimun, hipertensi, hiperkolesteremia, hiperurisemia, infeksi bakteri dan kanker (Nirvana *et al.*, 2020; Razali *et al.*, 2020; Syafitri *et al.*, 2018). Senyawa bioaktif utama pada jahe merah yaitu vanollid yang mengandung gugus 3-metoksi-4-hidroksifenil (vanilli) (Semwal *et al.*, 2015). Konsentrasi vaniloid lebih tinggi dalam jahe merah dibandingkan jahe biasa (Dugasani *et al.*, 2010; Maged *et al.*, 2013). Vanilloid berkontribusi terhadap rasa pedas pada jahe merah, yang paling melimpah yaitu 6-gingerol dan 6-shogaol (Semwal *et al.*, 2015).

Tabel 1.2. Kandungan aktivitas biologis pada jahe merah senyawa gingerol dan shogaol

Jenis tanaman	Bioaktivitas	Senyawa kimia	Referensi
Jahe Merah	Aktivitas antidiabetes	Gingerol	(Adedayo <i>et al.</i> , 2012)
		Shogaol	
	Antiinflamasi	6-gingerol	(Adedayo <i>et al.</i> , 2012; Sang <i>et al.</i> , 2009; Tanaka, 2010)
		6-shogaol	
		8-gingerol	
		10-gingerol	
	Antikanker dan aktivitas antitumor	6-shogaol	(Chemistry, 2000; Weng <i>et al.</i> , 2012)
		6-gingerol	
	Antihiperlipid	Gingerol	(Akinyemi <i>et al.</i> , 2014; Obboh <i>et al.</i> , 2012)
		Shogaol	
		Gingerdion	

Jahe merah yang dilaporkan memiliki aktivitas antidiabetes memiliki

kemampuan menghambat enzim penghidrolisis sakarida yang dapat digunakan untuk mengendalikan hiperglikemia pada pasien diabetes tipe-2. Penelitian melaporkan bahwa minuman yang terdiri dari jahe merah dan pinang memiliki aktivitas antidiabetik secara in-vitro. selain itu, ekstrak air jahe merah dengan dosis 3 gr per hari dapat mengobati pasien diabetes tiper-2 (Safitri, M., 2016). Adapun jahe merah dapat menghambat sintesis mediator inflamasi (prostaglandin, sitokin, kemokin dan leukotrien) yang melalui penghambatan ekspresi enzim siklooksigenase (COX-1), COX-2 dan 5-lipoksigenase (Aktan *et al.*, 2006; Grzanna *et al.*, 2005; Park *et al.*, 1998).

Aktivitas antikanker pada jahe merah disebabkan oleh vaniloid yang memiliki bau menyengat. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa dalam lini sel kanker payudara MDA-MB-231 dan MCF-7 6-gingerol pada pensinyalan (reseptor faktor pertumbuhan epidermal) EGFR/Src/STAT3 bahwa 6-gingerol dapat menginduksi apoptosis intrinstik yang bergantung pada p53 dalam sel kanker payudara (Sp *et al.*, 2021). 6-shogaol menurunkan regulasi ekspresi gen yang diatur STAT3 dengan menghambat aktivasi kelompok STAT3, termasuk bcl-xl, Bcl-2, IAP-1, survivin, cyclin D1, MMP-9 dan COX-2, sehingga menghambat proliferasi sel, menyebabkan penghentian fase G1-G0 dan menginduksi apoptosis sel (Jia *et al.*, 2023). Minyak jahe merah dilaporkan dapat menurunkan kadar kolesterol lipoprotein densitas rendal (LDL-C) sebanyak 12%. Aktivitas antihiperlipidemia jahe merah disebabkan oleh adanya senyawa vaniloid. Penelitian melaporkan bahwa ekstrak air jahe merah menghambat kerja enzim pengubah angiotensin-1 (ACE), ion besi dan peroksida lipid yang diinduksi natrium nitroprusida (SNP) dinajntung tikus melalui

pengurangan kadar malondialdehida (Akinyemi *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Rimpang jahe merah memiliki berbagai kandungan senyawa yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis jahe lainnya. Diantara senyawa-senyawa tersebut bahwa senyawa bioaktif utama pada jahe merah yaitu vanolliid yang mengandung gugus 3-metoksi-4-hidroksifenil (vanilli). Vanilloid berkontribusi terhadap rasa pedas pada jahe merah, yang paling melimpah yaitu 6-gingerol dan 6-shogaol. Rimpang jahe merah juga dari senyawa-senyawa tersebut memiliki banyak aktivitas biologis seperti antidiabetes, antiinflamasi, antikanker, antitumor, dan antilipidemia, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedayo, B. C., Ademiluyi, A. O., Oboh, G., & Akindahunsi, A. A. (2012). Interaction of aqueous extracts of two varieties of Yam tubers (*Dioscorea* spp) on some key enzymes linked to type 2 Diabetes in vitro. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(4), 703–709. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02896.x>
- Akinyemi, A. J., Ademiluyi, A. O., & Oboh, G. (2014). Inhibition of angiotensin-1-converting enzyme activity by two varieties of ginger (*zingiber officinale*) in rats fed a high cholesterol diet. *Journal of Medicinal Food*, 17(3), 317–323. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0264>
- Aktan, F., Henness, S., Tran, V. H., Duke, C. C., Roufogalis, B. D., & Ammit, A. J. (2006). Gingerol metabolite and a synthetic analogue Capsarol™ inhibit macrophage NF-κB-mediated iNOS gene expression and enzyme activity. *Planta Medica*, 72(8), 727–734. <https://doi.org/10.1055/s-2006-931588>
- Andriawan Hendra Susila, Sumarno, D. D. S. (2014). *Efek Ekstrak Jahe (Zingiber officinale Rosc .) terhadap Penurunan Tanda Inflamasi Eritema pada Tikus Putih (Rattus novergicus) Galur Wistar dengan Luka Bakar Derajat II* Andriawan Hendra Susila *, Sumarno **, Dina Dewi SLI * *PENDAHULUAN Kulit merupakan*. 1, 214–222.
- Anggraini, K., Setyaningrum, D. A. W., Wulansari, L., Andayani, H. T., Shihran, L. P., & Fauziyyah, I. (2023). *Effect of Extraction Solvent on Extraction Yield, Cytotoxic Activity and Bioactive Compound in Zingiber officinale Roscoe var rubrum* (Vol. 1). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-284-2_86
- Bischoff-Kont, I., & Fürst, R. (2021). Benefits of ginger and its constituent 6-shogaol in inhibiting inflammatory processes. *Pharmaceuticals*, 14(6), 1–19. <https://doi.org/10.3390/ph14060571>
- Chemistry, F. (2000). Food Chemistry and Toxicology. *Journal of Food Science*, 65(3), 383–383. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16011.x>
- Chumroenphat, T., Somboonwatthanakul, I., Saensouk, S., & Siriamornpun, S. (2019). The diversity of biologically active compounds in the rhizomes of recently discovered zingiberaceae plants native to North Eastern Thailand. *Pharmacognosy Journal*, 11(5), 1014–1022. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.160>
- Dugasani, S., Pichika, M. R., Nadarajah, V. D., Balijepalli, M. K., Tandra, S., & Korlakunta, J. N. (2010). Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol. *Journal of Ethnopharmacology*, 127(2), 515–520. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.10.004>

- Fouda, A., Eid, A. M., Guibal, E., Hamza, M. F., Hassan, S. E. D., Alkhalifah, D. H. M., & El-Hossary, D. (2022). Green Synthesis of Gold Nanoparticles by Aqueous Extract of *Zingiber officinale*: Characterization and Insight into Antimicrobial, Antioxidant, and In Vitro Cytotoxic Activities. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(24). <https://doi.org/10.3390/app122412879>
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., Karimi, E., & Ashkani, S. (2014). Changes in nutritional metabolites of young ginger (*zingiber officinale roscoe*) in response to elevated carbon dioxide. *Molecules*, 19(10), 16693–16706. <https://doi.org/10.3390/molecules191016693>
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., Karimi, E., & Ibrahim, M. H. (2012). Combined effect of CO₂ enrichment and foliar application of salicylic acid on the production and antioxidant activities of anthocyanin, flavonoids and isoflavonoids from ginger. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-229>
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., & Rahmat, A. (2010). Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of malaysia young ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Molecules*, 15(6), 4324–4333. <https://doi.org/10.3390/molecules15064324>
- Giacosa, A., Morazzoni, P., Bombardelli, E., Riva, A., Porro, G. B., & Rondanelli, M. (2015). Can nausea and vomiting be treated with Ginger extract? *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 19(7), 1291–1296.
- Grzanna, R., Lindmark, L., & Frondoza, C. G. (2005). Ginger - An herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *Journal of Medicinal Food*, 8(2), 125–132. <https://doi.org/10.1089/jmf.2005.8.125>
- Herawati, H., Anisa, A. K., Widiatmoko, K. D., Alam, S. S. P., Diari, I. A., Naprila, Z. H., Ayu Kisya, R. L., Puspabela, A., & Permata, F. S. (2022). Effect of red ginger powder (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) as a feed additive for starter and finisher broiler chicken to increase immunoglobulin A and immunoglobulin y expression and to prevent intestinal injury due to *Salmonella enteritidis* infection. *Veterinary World*, 15(6), 1506–1514. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1506-1514>
- Huang, Y., Patil, M. J., Yu, M., Liptak, P., Undem, B. J., Dong, X., Wang, G., & Yu, S. (2019). Effects of ginger constituent 6-shogaol on gastroesophageal vagal afferent C-fibers. *Neurogastroenterology and Motility*, 31(6), 1–20. <https://doi.org/10.1111/nmo.13585>
- Jia, Y., Li, X., Meng, X., Lei, J., Xia, Y., & Yu, L. (2023). Anticancer perspective of 6-shogaol: anticancer properties, mechanism of action, synergism and delivery system. *Chinese Medicine (United Kingdom)*, 18(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s13020-023-00839-0>
- Jin, Z., Lee, G., Kim, S., Park, C. S., Park, Y. S., & Jin, Y. H. (2014). Ginger and its pungent constituents non-competitively inhibit serotonin currents on visceral afferent neurons. *Korean Journal of Physiology and Pharmacology*, 18(2), 149–153. <https://doi.org/10.4196/kjpp.2014.18.2.149>
- Kakadiya, R., Wu, Y. C., Dong, H., Kuo, H. H., Yih, L. H., Chou, T. C., & Su, T. L. (2011). Novel 2-Substituted quinolin-4-yl-benzenesulfonate derivatives: Synthesis, antiproliferative activity, and inhibition of cellular tubulin

- polymerization. *ChemMedChem*, 6(6), 1119–1129.
<https://doi.org/10.1002/cmdc.201100121>
- Koike, N., Yoo, S. H., Huang, H. C., Kumar, V., Lee, C., Kim, T. K., & Takahashi, J. S. (2012). Transcriptional architecture and chromatin landscape of the core circadian clock in mammals. *Science*, 338(6105), 349–354.
<https://doi.org/10.1126/science.1226339>
- Maged, R., Nordin, N., & Abdulla, M. (2013). Anti-inflammatory effects of zingiber officinale roscoe involve suppression of nitric oxide and prostaglandin E2 production. *Zanco Journal of Medical Sciences*, 17(1), 349–356.
<https://doi.org/10.15218/zjms.2013.0014>
- Nirvana, S. J., Widiyani, T., & Budiharjo, A. (2020). Antihypercholesterolemia activities of red ginger extract (Zingiber officinale Roxb. var rubrum) on wistar rats. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 858(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/858/1/012025>
- Nishidono, Y., Saifudin, A., Nishizawa, M., Fujita, T., Nakamoto, M., & Tanaka, K. (2018). Identification of the chemical constituents in Ginger (Zingiber officinale) responsible for thermogenesis. *Natural Product Communications*, 13(7), 869–873.
<https://doi.org/10.1177/1934578x1801300722>
- Nordin, N. I., Gibbons, S., Perrett, D., Mageed, R. A., & Nafiah, M. A. (2015). Immunomodulatory Effects of Roscoe var. (Halia Bara) ON Inflammatory Responses Relevant to Psoriasis. *The Open Conference Proceedings Journal*, 4(1), 76–76.
<https://doi.org/10.2174/2210289201304010076>
- Novianti, Asmariyah, Suriyati, & Wirahmi, N. (2022). Physical Evaluation of Red Ginger Extract (Zingiber Officinale Rosc. Var. Rubrum) Cream of 10% and 20% Concentration To Reduce Low Back Pain for Pregnant Women in Second and Third of Trimesters. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 14(Special Issue 1), 4–7.
<https://doi.org/10.22159/ijap.2022.v14s1.02>
- Oboh, G., Ademiluyi, A. O., & Akinyemi, A. J. (2012). Inhibition of acetylcholinesterase activities and some pro-oxidant induced lipid peroxidation in rat brain by two varieties of ginger (Zingiber officinale). *Experimental and Toxicologic Pathology*, 64(4), 315–319.
<https://doi.org/10.1016/j.etp.2010.09.004>
- Park, K. K., Chun, K. S., Lee, J. M., Lee, S. S., & Surh, Y. J. (1998). Inhibitory effects of [6]-gingerol, a major pungent principle of ginger, on phorbol ester-induced inflammation, epidermal ornithine decarboxylase activity and skin tumor promotion in ICR mice. *Cancer Letters*, 129(2), 139–144.
[https://doi.org/10.1016/S0304-3835\(98\)00081-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3835(98)00081-0)
- Ramirez-Ahumada, M. del C., Timmermann, B. N., & Gang, D. R. (2006). Biosynthesis of curcuminoids and gingerols in turmeric (Curcuma longa) and ginger (Zingiber officinale): Identification of curcuminoid synthase and hydroxycinnamoyl-CoA thioesterases. *Phytochemistry*, 67(18), 2017–2029.
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.06.028>
- Razali, N., Dewa, A., Asmawi, M. Z., Mohamed, N., & Manshor, N. M. (2020). Mechanisms underlying the vascular relaxation activities of Zingiber officinale var. rubrum in

- thoracic aorta of spontaneously hypertensive rats. *Journal of Integrative Medicine*, 18(1), 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.joim.2019.12.003>
- Rofida, S., Nurani, L. H., Utami, D., & Edityaningrum, C. A. (2023). *Cytotoxicity of Zingiber officinale var. rubrum on HeLa cells and prediction of anti-proliferative activity via the JAK2 / STAT3 and hedgehog pathways using a molecular docking approach*. 13(3), 291–305. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v13i3.27482>
- S., S., A., K. C., S., S. I., R., M., M., S., & H., O. (2017). Comparison on the Cancer Specific Cytotoxicity of Three Gingers (Zingiber officinale Rosc) Leaves Varieties from Indonesia. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(1), 129–134. <https://doi.org/10.25258/ijpapr.v9i1.8053>
- Safitri, M., K. A. S. (2016). *Extracts As a Functional Beverage for Diabetics*. 23(3), 1123–1130.
- Sakulnarmrat, K., Srzednicki, G., & Konczak, I. (2015). Antioxidant, enzyme inhibitory and antiproliferative activity of polyphenolic-rich fraction of commercial dry ginger powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(10), 2229–2235. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12889>
- Sang, S., Hong, J., Wu, H., Liu, J., Yang, C. S., Pan, M. H., Badmaev, V., & Ho, C. T. (2009). Increased growth inhibitory effects on human cancer cells and anti-inflammatory potency of shogaols from Zingiber officinale relative to gingerols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(22), 10645–10650. <https://doi.org/10.1021/jf9027443>
- Sarmoko, Solihati, I., Setyono, J., Ekowati, H., & Fadlan, A. (2020). Zingiber officinale Var. rubrum extract increases the cytotoxic activity of 5-fluorouracil in colon adenocarcinoma widr cells. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 31(4), 266–272. <https://doi.org/10.22146/ijp.859>
- Semwal, R. B., Semwal, D. K., Combrinck, S., & Viljoen, A. M. (2015). Gingerols and shogaols: Important nutraceutical principles from ginger. *Phytochemistry*, 117, 554–568. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.07.012>
- Sivasothy, Y., Chong, W. K., Hamid, A., Eldeen, I. M., Sulaiman, S. F., & Awang, K. (2011). Essential oils of Zingiber officinale var. rubrum Theilade and their antibacterial activities. *Food Chemistry*, 124(2), 514–517. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.062>
- Sp, N., Kang, D. Y., Lee, J. M., Bae, S. W., & Jang, K. J. (2021). Potential antitumor effects of 6-gingerol in p53-dependent mitochondrial apoptosis and inhibition of tumor sphere formation in breast cancer cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/ijms22094660>
- Supu, R. D., Diantini, A., & Levita, J. (2018). RED GINGER (Zingiber officinale var . rubrum): ITS CHEMICAL CONSTITUENTS , PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES AND. 8(1), 25–31.
- Syafitri, D. M., Levita, J., Mutakin, M., & Diantini, A. (2018). A Review: Is Ginger (Zingiber officinale var. Roscoe) Potential for Future Phytomedicine? *Indonesian Journal of Applied Sciences*, 8(1), 8–13. <https://doi.org/10.24198/ijas.v8i1.16466>
- Tanaka, J. (2010). *Research and Development Division, Oryza Oil & Fat Chemical Co., Ltd., Ichinomiya; 2 Hamuri Co., Ltd., Tokyo; 4 Department of Biological Pharmacy, School of Pharmacy, Shujitsu*

University, Okayama; 5 Graduate School of Pharmaceutical Sciences, Osaka Univer. 13(1), 156–162.

Weng, C. J., Chou, C. P., Ho, C. T., & Yen, G. C. (2012). Molecular mechanism inhibiting human hepatocarcinoma cell invasion by 6-shogaol and 6-gingerol. *Molecular Nutrition and Food Research*, 56(8), 1304–1314. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200173>

Zhang, S., Kou, X., Zhao, H., Mak, K. K., Balijepalli, M. K., & Pichika, M. R. (2022). Zingiber officinale var. rubrum: Red Ginger's Medicinal Uses. *Molecules*, 27(3). <https://doi.org/10.3390/molecules27030775>