

**Artikel Penelitian****Aktivitas Antioksidan dan Kadar Flavonoid Total Lempuyang Wangi (*Zingiber aromaticum* Val.)****Antioxidant Activity and Total Flavonoid Content of *Zingiber aromaticum* Val.****Sunarto<sup>1\*</sup>, Nur Amalia Choironi<sup>1</sup>, Faridah Laeli Syarifah<sup>1</sup>.**<sup>1</sup> Laboratorium Biologi Farmasi, Jurusan Farmasi Universitas Jenderal Soedirman, Jl Dr. Soeparno Karangwangkal, Purwokerto, Central Java, 53123, Indonesia\*E-mail: [nartosetomo@gmail.com](mailto:nartosetomo@gmail.com)**Abstrak**

Peningkatan prevalensi penyakit degenerative disebabkan oleh adanya radikal bebas. Lempuyang wangi (*Z. aromaticum*) dimanfaatkan sebagai obat tradisional oleh masyarakat Indonesia. Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui aktivitas antioksidan dan kadar flavonoid total pada *Z. aromaticum* dari Lembang. Ekstrak diperoleh dengan menggunakan metode maserasi dalam etanol. Uji kadar flavonoid total dilakukan dengan metode spektrofotometri. Uji antioksidan dilakukan menggunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Korelasi flavonoid total dengan aktivitas antioksidan di uji secara statistik dengan *Pearson's Correlation*. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas antioksidannya lemah dengan kadar flavonoid total  $9,924 \pm 0,544$  mg kuersetin/ g ekstrak.

Kata kunci: Antioksidan, *Zingiber aromaticum*, Flavonoid total**Abstract**

Increase prevalence of degenerative disease caused by free radicals. *Zingiber aromaticum* is known to be used as traditional medicine. The purpose of this study was to known antioxidant activity and total flavonoid content of *Z. aromaticum* from Lembang. The extract was obtained by maceration method using ethanol solvent. Total flavonoid content was carried out using spectrophotometry. The antioxidant activities was carried out by *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) method. Corellation between total flavonoid content and antioxidant activities using statistic with *Pearson's Correlation* method. The results shown that antioxidant activities of *Z. aromaticum* is weak with total flavonoid content is  $9,924 \pm 0,544$  mg quercetin/ g extract.

Keywords: Antioxidant, *Zingiber aromaticum*, Total flavonoid content**PENDAHULUAN**

Reaktif oksigen spesies (ROS) merupakan radikal bebas turunan oksigen yang berasal dari endogen dan eksogen tubuh. ROS berupa hidroksi radikal ( $\cdot\text{OH}$ ) merupakan radikal

reaktif yang terbentuk melalui reaksi Fenton yang dikatalisis oleh ion Fe (Kim *et al.*, 2015; Liguori *et al.*, 2018). Ketidakseimbangan antara ROS dan antioksidan dapat menyebabkan stres oksidatif yang berperan pada patogenesis kanker, penyakit kardiovaskular, neurodegeneratif dan diabetes. Stres oksidatif dapat dipicu oleh merokok (Gutteridge dan Halliwell, 2018; Liguori *et al.*, 2018). Riset kesehatan dasar tahun 2018 melaporkan adanya peningkatan prevalensi merokok dan beberapa penyakit dibandingkan tahun 2013. Prevalensi merokok pada populasi usia 10-18 tahun meningkat dari 7,2 % menjadi 9,1 %. Prevalensi kanker meningkat dari 1,4 % menjadi 1,8 %, prevalensi hipertensi meningkat dari 25,8 % menjadi 34,1 %, dan prevalensi diabetes meningkat dari 6,9 % menjadi 8,5 % (Kemenkes RI, 2018). Strategi yang dapat dilakukan untuk mencegah kerusakan oksidatif akibat ROS adalah menggunakan antioksidan (Liguori *et al.*, 2018).

*Zingiber* sebagai salah satu genus *Zingiberaceae* berpotensi sebagai agen antioksidan yang tumbuh melimpah di Indonesia (Danciu *et al.*, 2015). Berdasarkan studi kemotaksonomi diketahui lempuyang gajah (*Zingiber zerumbet*) dan lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum*) memiliki kekerabatan dengan indeks similaritas 90 sehingga diperkirakan memiliki kandungan senyawa dan aktivitas yang mirip (Marsusi *et al.*, 2001). Namun, uji terhadap *Z. aromaticum* masih terbatas penelitian Handayani (2007) yang melaporkan bahwa kadar flavonoid total ekstrak *Z. aromaticum* yang berasal dari Wonogiri, Sleman dan Tawangmangu masing-masing sebesar 17,03%, 16,71% dan 15,26%.

Bhavesht *et al.* (2013) melaporkan nilai  $IC_{50}$  uji antioksidan ekstrak etil asetat rimpang *Zingiber zerumbet* yang berasal dari Udipi India sebesar 117,65  $\mu\text{g/ml}$  berdasarkan metode DPPH dan 78,72  $\mu\text{g/ml}$  berdasarkan metode penelitian lainnya menunjukkan bahwa ekstrak rimpang lempuyang gajah aktif sebagai agen antioksidan dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 70-90  $\mu\text{g/ml}$  (Bhavesht *et al.*, 2013; Gandhi dan Saravanan, 2018) ABTS. Sedangkan, Ganapathy dan Nair (2017) melaporkan nilai  $IC_{50}$  ekstrak etil asetat rimpang *Zingiber zerumbet* yang berasal dari Indian Institute of Spices Research sebesar 275,4  $\mu\text{g/ml}$  berdasarkan metode DPPH. Kadar flavonoid total ekstrak etanol rimpang *Zingiber zerumbet* sebesar 128,6 mg kuersetin ekuivalen/g ekstrak, sedangkan pada minyak atsiri sebesar 29,7 mg kuersetin ekuivalen/g ekstrak (Tzeng *et al.*, 2015; Ghasemzadeh *et al.*, 2016). Uji aktivitas antioksidan ekstrak rimpang *Z. aromaticum* baru dilakukan oleh Muktapa (2000) menggunakan metode DPPH dan menyarankan untuk melakukan uji lebih lanjut menggunakan metode lain. Dengan demikian dapat diketahui bahwa pelarut, asal lokasi tanaman dan metode merupakan faktor yang mempengaruhi hasil uji aktivitas antioksidan dan penetapan kadar flavonoid. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan *Z. aromaticum* dari Lembang menggunakan metode FRAP dan mengetahui kadar total flavonoid pada rimpang tersebut.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah lempuyang wangi (*Z. aromaticum*), etanol 96 %, *n*-heksan, etil asetat, plat silika GF<sub>254</sub>, aluminium klorida (AlCl<sub>3</sub>), kalium asetat, kalium dihidrogen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), natrium hidroksida (NaOH), kalium ferrisianida (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>), asam trikloroasetat (TCA), aquades, aqua dm, besi klorida (FeCl<sub>3</sub>), dan asam askorbat.

## Metode

### Pembuatan Simplisia dan Ekstraksi

*Z. aromaticum* diperoleh dari Lembang Bandung dan dilakukan determinasi di Laboratorium Lingkungan, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. Rimpang disortasi basah dan dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Rimpang yang sudah bersih diiris melintang dengan ketebalan antara 3-5 mm. Irisan rimpang tersebut dikeringkan di bawah sinar matahari langsung dengan ditutup kain hitam selama 5 hari. Setelah kering dilakukan sortasi kering dan dibuat menjadi serbuk. Sebanyak 300 g serbuk lempuyang wangi dimaserasi dalam 2,4 L etanol 96 % (1:8). Maserasi dilakukan selama 24 jam, dan diremaserasi sebanyak 2 kali. Ekstrak yang diperoleh dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dan dilanjutkan menggunakan *waterbath* hingga didapatkan ekstrak kental.

### Uji Aktivitas Antioksidan

Ekstrak *Z. aromaticum* sebanyak 25 mg kemudian dilarutkan dalam 25 ml etanol 96 %. Selanjutnya dilakukan pengenceran hingga didapatkan konsentrasi 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Masing-masing konsentrasi ekstrak dipipet 1 ml, ditambahkan dengan 1 ml buffer fosfat 0,2 M pH 6,6 dan 1 ml  $K_3Fe(CN)_6$  1 %. Setelah itu, diinkubasi selama 20 menit pada suhu 50°C. Selanjutnya, ditambahkan 1 ml TCA 10 % kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Dipipet 1 ml bagian supernatan, dimasukkan dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 ml aqua dm dan 0,5 ml  $FeCl_3$  0,1 %. Larutan kemudian diinkubasi selama 10 menit. Absorbansi diukur pada  $\lambda$  684 nm. Pengukuran dilakukan dengan replikasi sebanyak 3 kali (Ganapathy & Nair, 2017).

### Penetapan Kadar Flavonoid Total

Penetapan kadar flavonoid total mengikuti metode yang dilakukan oleh Chang *et al.* (2002).

#### a. Penentuan kurva baku

Kurva baku dibuat dengan mengukur absorbansi larutan kuersetin konsentrasi 60, 70, 80, 90, dan 100  $\mu$ g/ml. Masing-masing diambil sebanyak 0,5 ml dan ditambahkan 1,5 ml etanol 96 %, 0,1 ml  $AlCl_3$  10 %, 0,1 ml kalium asetat 1,002 M dan 2,8 ml aquades. Larutan kemudian dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit. Diukur absorbansi pada  $\lambda$  435,5 nm. Pengukuran dilakukan dengan replikasi sebanyak 3 kali.

#### b. Uji kadar flavonoid total *Z. aromaticum*

Ekstrak *Z. aromaticum* sebanyak 25 mg dilarutkan dalam 25 ml etanol 96 % (1000 ppm). Larutan kemudian dilakukan pengenceran hingga didapatkan konsentrasi 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Masing-masing konsentrasi ekstrak dipipet 1 ml, ditambahkan dengan 1 ml buffer fosfat 0,2 M pH 6,6 dan 1 ml  $K_3Fe(CN)_6$  1 %. Setelah itu, diinkubasi selama 20 menit pada suhu 50°C. Selanjutnya, ditambahkan 1 ml TCA 10 % kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Dipipet 1 ml bagian supernatant, dimasukkan dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 ml aqua dm dan 0,5 ml

$\text{FeCl}_3$  0,1 %. Larutan kemudian diinkubasi selama 10 menit. Absorbansi diukur pada  $\lambda$  684 nm. Pengukuran dilakukan dengan replikasi sebanyak 3 kali

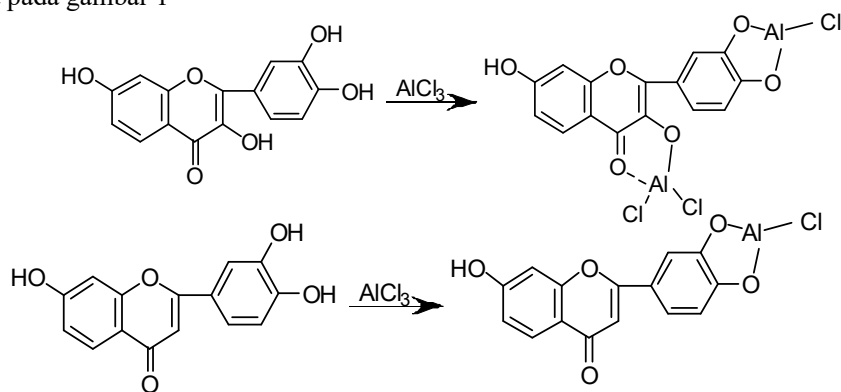
### Uji Korelasi

Penelitian ini menggunakan uji korelasi dengan beberapa metode *Pearson's Correlation*. Metode ini mengukur hubungan antar data kuantitatif kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan. Hasil korelasi dinyatakan dalam nilai  $r$  yang memiliki rentang antara -1 sampai +1. Nilai -1 menunjukkan korelasi negatif, sedangkan nilai +1 menunjukkan korelasi positif (Gogtay dan Thatte, 2017). Hasil uji korelasi berdasarkan *Pearson's Correlation* dapat diklasifikasikan tingkat kekuatannya, kemudian dilanjutkan dengan uji signifikansi untuk mengetahui pengaruh antar variabel yang dihubungkan (Sugiyono, 2018).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

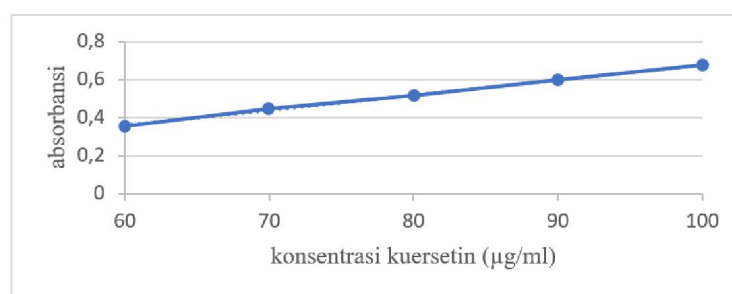
Rendemen ekstrak etanol *Z. aromaticum* (10%b/b) lebih besar dibandingkan rendemen berdasarkan Farmakope Herbal Indonesia (2017) dan Widiyastuti (2015) yaitu 5,2% b/b dan 4,3% b/b. Parameter yang mempengaruhi perbedaan rendemen tersebut adalah jenis pelarut, rasio simplisia-pelarut, lama maserasi dan lokasi asal tumbuhan. Rasio simplisia-pelarut dan lama maserasi mempengaruhi senyawa yang diperoleh. Zhang *et al.*, (2018) menyatakan bahwa pemisahan senyawa dari simplisia melalui beberapa tahapan yaitu pelarut akan terpenetrasi ke dalam simplisia, kemudian senyawa akan larut dalam pelarut, dan senyawa akan berdifusi keluar dari simplisia. Semakin tinggi pelarut dan lama maserasi semakin banyak rendemen yang diperoleh. Lokasi asal tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tanah, cuaca, temperatur, dan air. Adanya senyawa organik dan anorganik juga dapat mempengaruhi metabolisme tanaman (Depkes RI, 2000; Widyastuti *et al.*, 2018). Rendemen ekstrak *Z. aromaticum* yang berasal dari daerah yang berbeda menunjukkan rendemen yang berbeda.

Kadar flavonoid total dilakukan dengan metode kolorimetri aluminium klorida dengan prinsip aluminium klorida akan membentuk kompleks asam stabil dengan C-4 keto, C-3 atau C-5 gugus hidroksi pada flavonol dan flavon serta akan membentuk kompleks asam labil dengan gugus ortodihidroksi pada cincin A atau B flavonoid (Mabry *et al.*, 1970; Chang *et al.*, 2002). Adapun reaksi antara flavonoid dengan aluminium klorida dapat dilihat pada gambar 1



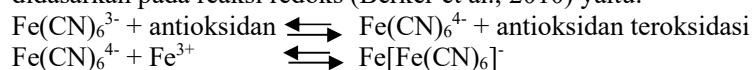
**Gambar 1.** Reaksi antara flavonoid dengan  $\text{AlCl}_3$  (Mabry *et al.*, 1970)

Penentuan kadar flavonoid total *Z. aromaticum* dilakukan dengan melihat hasil kurva baku kuersetin seperti yang terlihat pada gambar 2 dan diperoleh persamaan  $y = 0,0079x - 0,1125$  dengan  $r^2$  sebesar 0,9982 yang menyatakan linearitas. Linearitas sebesar  $0,9 < r^2 < 1$  menunjukkan linearitas yang baik (Gandjar dan Rohman, 2007). Berdasarkan persamaan tersebut, diketahui flavonoid total ekstrak *Z. aromaticum* sebesar  $9,924 \pm 0,544$  mg kuersetin ekuvalen/ g ekstrak atau setara dengan  $0,9924 \pm 0,0543\%$ . Namun, hasil tersebut berbeda dengan Handayani (2007) yang melaporkan bahwa kadar flavonoid total ekstrak *Z. aromaticum* yang berasal dari Wonogiri, Sleman dan Tawangmangu masing-masing sebesar 17,03%, 16,71% dan 15,26%. Perbedaan tempat tumbuh mempengaruhi metabolisme tanaman sehingga mempengaruhi kadar flavonoid total (Depkes RI, 2000; Widyastuti *et al.*, 2018).



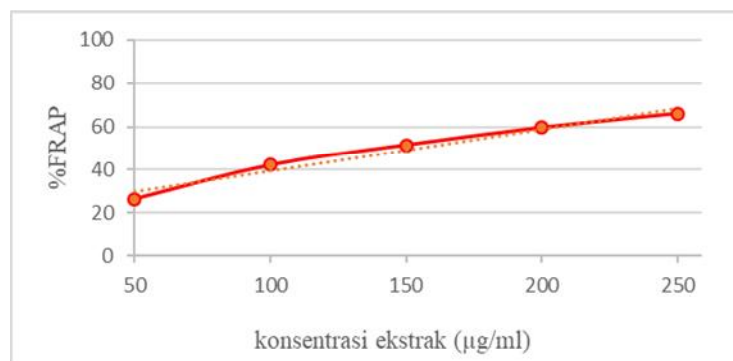
Gambar 2. Kurva baku kuersetin

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode FRAP yang didasarkan pada reaksi redoks (Berker *et al.*, 2010) yaitu:



Berdasarkan reaksi tersebut,  $\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$  berfungsi sebagai oksidan yaitu senyawa yang kehilangan 1 elektron akibat adanya donor elektron dari senyawa antioksidan. Reaksi redoks tersebut membutuhkan pH netral atau mendekati agar berlangsung dengan baik. Oleh karena itu, dalam perlakuannya ditambahkan dengan buffer fosfat pH 6,6. Agar reaksi redoks dapat berjalan dengan baik selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 20 menit. Adapun fungsi dari TCA adalah untuk menghentikan reaksi redoks yang terjadi. Salah satu kelemahan metode FRAP adalah kemungkinan terbentuknya presipitasi *Prussian blue* yang membentuk suspensi dan dapat terabsorpsi pada *cuvvet*. Oleh karena itu, dilakukan sentrifugasi untuk memisahkan besi yang larut dan tidak terlarut. Penambahan  $\text{FeCl}_3$  berfungsi menstabilkan produk reduksi dari  $\text{K}_3\text{Fe(CN)}_6$ , dan akan menghasilkan warna *Prussian blue* (Berker *et al.*, 2010; Ganapathy dan Nair, 2017).

Hasil uji aktivitas antioksidan *Z. aromaticum* menunjukkan persamaan seperti yang terlihat pada gambar 3 yaitu  $y = 0,194x + 20,14$  dengan  $r^2 = 0,967$  dan memiliki  $\text{IC}_{50}$  sebesar  $154,056 \mu\text{g/ml}$  (tabel 1). Penelitian sebelumnya terhadap *Z. aromaticum* menggunakan metode DPPH menunjukkan bahwa konsentrasi  $560 \mu\text{g/ml}$  memiliki daya hambat sebesar 56,62 % (Muktapa, 2000). Berdasarkan  $\text{IC}_{50}$  yang diperoleh dari hasil uji menunjukkan bahwa ekstrak etanol lempuyang wangi yang berasal dari Lembang Bandung memiliki aktivitas antioksidan lemah (Blois, 1958). Penelitian ini menggunakan standar asam askorbat dengan nilai  $\text{IC}_{50}$  sebesar  $10,944 \mu\text{g/ml}$  (tabel 1).

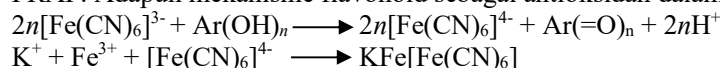


Gambar 3. Kurva hubungan konsentrasi dengan %FRAP *Z. aromaticum*

Tabel 1. Hasil uji aktivitas antioksidan

No	Sampel	Konsentrasi (µg/ml)	%FRAP	IC <sub>50</sub> (µg/ml) Hasil uji
1	Asam Askorbat	5	30,508	10,944
		10	54,444	
		15	57,732	
		20	76,023	
		25	81,019	
2	<i>Z. aromaticum</i>	50	26,3914	154,056
		100	42,2535	
		150	51,5939	
		200	59,6457	
		250	66,1157	

Hasil uji korelasi berdasarkan *Pearson's Correlation* antara flavonoid total dengan aktivitas antioksidan pada *Z. aromaticum* adalah 0,739 menunjukkan adanya korelasi yang kuat dan signifikan. Hasil yang diperoleh menunjukkan korelasi yang sama dengan Nordin *et al.* (2018) yang melaporkan korelasi antara flavonoid total dengan aktivitas antioksidan metode DPPH dari ekstrak etanol rimpang lempuyang gajah yang berasal dari Malaysia berdasarkan *Pearson's Correlation* adalah 0,785. Adanya korelasi menunjukkan bahwa flavonoid memiliki aktivitas antioksidan berdasarkan metode FRAP. Adapun mekanisme flavonoid sebagai antioksidan dalam metode FRAP yaitu:



## SIMPULAN

*Z. aromaticum* memiliki aktivitas antioksidan lemah dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 154,056 µg/ml dan kandungan flavonoid total sebesar 9,924 ± 0,544 mg kuersetin/ g ekstrak.

## REFERENSI

- Berker, K. I., Güçlü, K., Tor, İ., Demirata, B., & Apak, R., 2010. Total antioxidant capacity assay using optimized ferricyanide / prussian blue method. *Food Anal. Methods*, 3 : 154–168. <https://doi.org/10.1007/s12161-009-9117-9>
- Bhaves, V. D., Nayak, Y., & Jayashree, B. S., 2013. In vitro antioxidant and antiglycation activity of *Zingiber zerumbet* (wild zinger) rhizome extract. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 4 (4) : 482–489. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v4i4.670>

- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C., 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10 (3) : 178–182. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748>
- Danciu, C., Vlaia, L., Fetea, F., Hancianu, M., Coricovac, D. E., Ciurlea, S.A., & Trandafirescu, C., 2015. Evaluation of phenolic profile, antioxidant and anticancer potential of two main representants of *Zingiberaceae* family against B164A5 murine melanoma cells. *Biological Research*, 48 (1) : 1-9. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-48-1>
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2000. *Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat Indonesia*. Departemen Kesehatan Indonesia, Jakarta, 7-8.
- Ganapathy, G., & Nair, A.R., 2017. Curcuminoids in *Zingiber zerumbet* rhizomes: Bioguided fractionation and chromatographic identification of antimicrobial and antioxidant metabolites. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 23 (2) : 169–181. <https://doi.org/10.1080/10496475.2017.1283555>
- Gandhi, K., & Saravanan, S., 2018. Phytochemical estimation and in vitro antioxidant activity of rhizome of *Zingiber zerumbet* (L.) Sm. *International Journal of Life Sciences Research*, 6 (2) : 255–262.
- Gandjar, I. G., & Rohman, A., 2007. *Kimia farmasi analisis*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta, 31-33.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., Ashkani, S., Rahmat, A., Juraimi, A. S., Puteh, A., & Muda, M. M. T., 2016. Variation in secondary metabolite production as well as antioxidant and antibacterial activities of *Zingiber zerumbet* (L.) at different stages of growth. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16 (1) : 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1072-6>
- Gogtay, N. J., & Thatte, U. M., 2017. Principles of correlation analysis. *Journal of Association of Physicians of India*, 65 (3) : 78–81.
- Gutteridge, J. M. C., & Halliwell, B., 2018. Mini-review: Oxidative stress, redox stress or redox success?. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 502 (2) : 183–186. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.05.045>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017. *Suplemen I farmakope herbal Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 289.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018. *Hasil utama risekdas 2018*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 41-81.
- Kim, G. H., Kim, J. E., Rhie, S. J., & Yoon, S., 2015. The role of oxidative stress in neurodegenerative diseases. *Experimental Neurobiology*, 24 (4) : 325–340. <https://doi.org/10.5607/en.2015.24.4.325>
- Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., & Abete, P., 2018. Clinical interventions in aging do prevent oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical Interventions in Aging*, 13 : 757–772. <https://doi.org/10.2147/CIA.S158513>
- Mabry, T. J., Markham, K. R., & Thomas, M. B., 1970. *The systematic identification of flavonoids*. Springer-Verlag, New York, 51-54.
- Marsusi, Setyawan, A.D., & Shanti L., 2001. A Chemotaxonomic study in the genus *Zingiber*. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 2 (1) : 92–97. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d020102>
- Sugiyono, 2018, *Metode penelitian kombinasi (Mixed methods)*, Alfabeta, Bandung, 250.
- Tzeng, T. F., Hong, T. Y., Tzeng, Y. C., Liou, S. S., & Liu, I. M., 2015. Consumption of polyphenol-rich *Zingiber zerumbet* rhizome extracts protects against the breakdown of the blood-retinal barrier and retinal inflammation induced by diabetes. *Nutrients*, 7(9) : 7821–7841. <https://doi.org/10.3390/nu7095369>
- Widiasari, N., 2015, Uji daya analgetik dan identifikasi kandungan kimia ekstrak etanol rimpang lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum* Val.) secara kromatografi lapis tipis. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Widyastuti, S. M., Hadi, E. E. W., & Wahyuono, S., 2018. Dominant understory plants producing herbal medicine materials on homegarden agroforestry system in Menoreh hills, Kulon Progo District, *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 40 (2) : 212-221. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v40i0.657>
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C., 2018. Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review, *Chinese Medicine*, 13 (1) : 1–26 <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM UNSOED atas dana penelitian BLU UNSOED yang diberikan pada skema riset peningkatan kompetensi dengan No: Kept.159/UN23/14/PN.01.00./2019.

### KONTRIBUSI PENULIS

S berperan dalam membuat konsep dan mengintrepetasikan data. NAC berperan dalam membuat manuskrip dan mengintrepetasikan data sampling, membuat manuskrip dan meginterpretasi data. FLS berperan dalam mengumpulkan data dan analisa. Semua penulis berkontribusi dalam merancang penelitian dan menyetujui naskah publikasi.



**Akses Terbuka** Artikel ini dilisensikan di bawah Creative Commons Lisensi Internasional Attribution 4.0, yang memungkinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun, selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, memberikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan menerangkan jika perubahan telah dilakukan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel, kecuali dinyatakan sebaliknya dalam batas kredit untuk materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan penggunaan yang Anda maksudkan tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.id>.

© The Author(s) 2020