

Analisis Penangkapan Radikal Bebas Jamu Rosella dan Fenolik Totalnya

Free radical scavenging analysis of Jamu Rosella and The Total Phenolic Compound

Farisya Nurhaeni¹, Purwanto^{2*}, Iramie Duma Kencana Irianto¹, Latifah Nisa Fiqoh¹, Febriana Ardiyanti¹

¹ D3 Farmasi Politeknik Kesehatan Bhakti Setya Indonesia, Yogyakarta

² Departemen Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Corresponding author: Purwanto: Email: purwanto_fa@ugm.ac.id

Submitted: 29-12-2023

Revised: 05-05-2024

Accepted: 06-06-2024

ABSTRAK

Dengan semakin berkembangnya tingkat aktivitas manusia, semakin tinggi pula prevalensi penyakit-penyakit yang diakibatkan oleh radikal bebas, yang salah satunya disebabkan oleh pola hidup dan polusi yang ada. Untuk menanggulangi radikal bebas tersebut diperlukan antioksidan, yang mana salah satu sumber utamanya adalah dari tanaman herbal. Guna meningkatkan pemanfaatan herbal tersebut, pembuatan sediaan seperti jamu adalah diperlukan karena sediaan ini yang banyak diminati masyarakat. Dalam penelitian ini, herbal seperti bunga rosella, rimpang kunyit, rimpang jahe, sereh, dan jeruk nipis dipilih sebagai bahan jamu godhog yang kaya akan antioksidan. Dalam hal sebagai sediaan jamu, produk ini terbukti cukup aktif dapat menangkap radikal bebas dengan reagen DPPH. Kandungan fenolik dan flavonoid dalam sediaan jamu tersebut adalah komponen utama yang bertanggung jawab terhadap aktivitas penangkapan radikal bebasnya.

Kata kunci: antioksidan; fenolik; jamu; radikal bebas

ABSTRACT

As the level of increasing human activity, the higher prevalence of diseases caused by free radicals, one of which is caused by lifestyle patterns and existing pollution. To overcome these free radicals, antioxidants are needed, that one of the main sources of which is herbal plants. In order to speed up the usage of these herbs, making herbal preparations such as jamu is necessary because of a great demand of this dosage form by the society. In this research, herbs such as rosella flowers, turmeric rhizomes, ginger rhizomes, lemongrass and lime were chosen as ingredients for jamu godhog (boiled jamu) which are rich in antioxidants. In terms of herbal medicine, this product has been proven to be quite active in capturing free radicals with DPPH reagent. The phenolic and flavonoid content in these herbal preparations are the main components responsible for their free radical scavenging activity

Keywords: antioxidant; phenolic; jamu; free radical

PENDAHULUAN

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah terjadinya reaksi oksidasi yang diakibatkan oleh radikal bebas. Antioksidan sangat penting dalam melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas. Dalam kinerjanya, antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat molekul radikal bebas (Lingga, 2012). Antioksidan alami banyak terdapat dalam tanaman dan umumnya mengandung senyawa fenolik seperti asam fenolik, flavonoid, lignin, stilben, dan tannin (Silvia et al., 2018; Ulewicz-Magulska & Wesolowski, 2019). Dalam perkembangannya, tanaman merupakan sumber antioksidan alami yang banyak digunakan dalam memenuhi kebutuhan antioksidan tubuh (Ulewicz-Magulska & Wesolowski, 2019).

Salah satu tanaman yang banyak digunakan di masyarakat dan mempunyai efek antioksidan yang tinggi adalah bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*). Bunga rosella telah digunakan secara tradisional sebagai makanan, minuman herbal, minuman panas dan dingin, sebagai *flavouring agent* dalam industri makanan serta sebagai obat herbal. Komponen kimia aktif utama yang terdapat dalam rosella adalah asam-asam organik, antosianin, polisakarida dan flavonoid. Dari senyawa-senyawa tersebut, antosianin (delfinidin-3-glukosida) dan asam protokatekuat adalah metabolit yang mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi (Da-Costa-Rocha et al., 2014). Penelitian

sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak air bunga rosella dapat menghambat aktivitas xantin oksidase, melindungi sel dari kerusakan peroksidasi lipid, serta meningkatkan enzim superoksida dismutase, katalase dan glutathion peroksidase yang berperan sebagai antioksidan alami di dalam tubuh.

Potensi bunga rosella sebagai agen antioksidan dapat dikembangkan dalam ramuan *jamu godhog*, salah satu bentuk sediaan obat tradisional yang mudah dan murah digunakan di masyarakat. Ramuan jamu godhog terdiri atas bahan segar atau simplisia atau campuran keduanya yang dibuat dengan cara direbus. Ramuan jamu terdiri atas beberapa tanaman obat yang berkedudukan sebagai bahan aktif utama berkhasiat, bahan aktif pendukung berkhasiat, bahan penstabil dan bahan tambahan (*corrigen*) (Hayati et al., 2019). Formulasi ramuan jamu godhog yang akan dibuat pada penelitian ini terdiri atas bahan aktif utama yang berkhasiat sebagai antioksidan yaitu: bunga rosella (*H.sabdariffa*), rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale*) dan rimpang kunyit (Dhanik et al., 2017; Obouayeba et al., 2014; Park et al., 2019); sebagai *corrigen odoris* digunakan daun sereh; dan sebagai bahan penstabil untuk kurkumin dalam air yang membutuhkan pH <7 digunakan buah jeruk nipis (Kharat et al., 2017); serta gula batu sebagai *corrigen saporis* (pemanis) (Sumarni et al., 2019). Jamu godhog rosella yang kaya antioksidan ini diharapkan dapat digunakan untuk pencegahan atau perawatan kesehatan. Guna membuktikan efek farmakologis seperti yang diharapkan, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap formulasi ramuan jamu yang dihasilkan, yang diantaranya adalah uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH, analisis kandungan flavonoid total, analisis kandungan fenolik total serta identifikasi kandungan senyawa dengan Kromatografi Lapis Tipis.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk membuat jamu godhog adalah bunga rosella, jahe emprit, kunyit, sereh, jeruk nipis, gula batu dan air. Bahan yang digunakan untuk evaluasi sediaan jamu godhog adalah reagen DPPH, methanol p.a, reagen Folin-Ciocalteu, natrium karbonat, aluminium klorida, natrium asetat, asam asetat glasial, etil asetat, asam formiat, toluena, asam galat, FeCl₃, heksana, timol, (Sigma), pereaksi anisaldehyd asam sulfat.

Metode penelitian

Pengumpulan bahan

Bahan-bahan herbal basah (bunga rosella, rimpang jahe, rimpang kunyit, sereh, jeruk nipis dan gula batu) diperoleh dari Pasar Beringharjo dan Pasar Prambanan Daerah Istimewa Yogyakarta.

Pembuatan *jamu godhog* rosella

Jamu godhog rosella dibuat dengan formula yang diperoleh berdasarkan optimasi penelitian yang telah dilakukan pada penelitian pendahuluan. Formula yang digunakan dapat dilihat pada Tabel I.

Semua bahan tersebut dicuci dengan air mengalir. Kunyit dan sereh dimemarkan, sedangkan jahe dimemarkan dan diatas api. Setelah itu jahe dimasukkan dalam air mendidih dan ditunggu selama 2 menit. Setelah itu, masukkan bahan lain seperti kunyit, rosella, sereh dan gula batu dimasukkan dan ditunggu selama 5 menit. Tambahkan perasan jeruk nipis dan direbus lagi selama 1 menit. Tahap terakhir adalah penyaringan jamu guna memisahkan ampas dengan larutan jamu.

Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode Penangkapan Radikal Bebas

Aktivitas antioksidan dengan metode penangkapan radikal bebas dalam penelitian ini ditetapkan dengan reagen DPPH. Reagen ini dibuat dengan konsentrasi konsentrasi 0,4 mM dalam methanol p.a. Untuk analisis sampel jamu, sebanyak 25, 50, 100, 200, dan 400 µL jamu dimasukkan dalam labu takar 5 ml, kemudian ditambahkan 1 ml larutan DPPH 0,4 mM, dan ditambahkan methanol p.a sampai batas tanda. Larutan digojok sampai homogen dan dibiarkan di tempat gelap selama 5 menit, kemudian serapan dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm (I. Gulcin & Alwasel, 2023).

Penentuan Kandungan Flavonoid Total

Kandungan flavonoid total ditentukan secara spektrofotometri dengan reagen $AlCl_3$. Sebanyak 500 μ L jamu godhog rosella ditambah dengan 1500 μ L methanol p.a, 100 μ L larutan $AlCl_3$ 10%, 100 μ L natrium asetat 1 M, dan 2800 μ L akuades. Campuran divorteks selama 5 detik dan didiamkan selama 30 menit pada suhu kamar. Serapan larutan dibaca pada panjang gelombang 415 nm. Sebagai blanko adalah sama dengan pengerjaan sampel jamu, tetapi tanpa penambahan larutan $AlCl_3$ (Khan et al., 2018).

Penentuan Kandungan Fenolik Total

Kandungan fenolik total ditentukan dengan metode spektrofotometri dengan reagen Folin-Ciocalteu. Sebanyak 300 μ L sampel jamu ditambah dengan 7,7 mL akuades; 0,5 mL reagen Folin-Ciocalteu dan 1,5 ml larutan Na_2CO_3 20%. Selanjutnya larutan divorteks dan diinkubasi selama 2 jam pada suhu kamar. Setelah itu serapan larutan dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 765 nm (Khan et al., 2018).

Identifikasi Kandungan Fenolik dan Terpenoid dengan KLT

Identifikasi kandungan senyawa kimia dalam sampel jamu dilakukan dengan kromatografi lapis tipis (KLT). Sebagai fase diam digunakan plate silika gel 60 F254, dengan menggunakan fase gerak dan pembeding yang sesuai untuk tiap golongan senyawa uji, seperti tertera di bawah ini :

Fenolik

Fase gerak : Etil asetat : asam formiat : toluen : air (6:1.5:2:0.5)

Standar : Asam galat 1 mg/mL

Deteksi : $FeCl_3$

Terpenoid

Fase gerak : Heksana : etil asetat (93:7)

Standar : Timol 1 mg/mL

Deteksi : Anisaldehyd asam sulfat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, objek penelitian yang digunakan adalah berbentuk jamu godhog. Jamu adalah obat herbal asli Indonesia yang secara turun temurun telah digunakan untuk menjaga kesehatan masyarakat. Walaupun obat-obat modern banyak beredar di tengah masyarakat, jamu masih sangat populer baik di daerah pedesaan maupun perkotaan (Kusumo et al., 2020). Apalagi dengan semakin banyaknya prevalensi penyakit degeneratif, penggunaan jamu menjadi semakin gencar di masyarakat sebagai pengobatan alternatif dengan manfaat yang beragam. Selain itu dengan bahan baku jamu yang mudah ditemukan dan harga murah, aplikasi jamu dapat dengan lebih mudah untuk dilakukan sendiri di rumah, yang mana bentuk jamu godhog adalah salah satunya.

Formula jamu dalam penelitian ini menggunakan beberapa herbal, yaitu rosella, kunyit, jahe emprit, sereh, dan jeruk nipis. Gula batu digunakan sebagai bahan pemanis. Bunga rosella diketahui banyak mengandung senyawa golongan antosianin dan flavonoid serta mempunyai aktivitas farmakologi seperti antioksidan, antibakteri, antidiabetes dan anti hipertensi (Da-Costa-Rocha et al., 2014). Kunyit adalah herbal yang mengandung senyawa golongan kurkuminoid yang mempunyai efek farmakologis yang telah terbukti, misalnya sebagai antiinflamasi, antioksidan, mengatasi gangguan pencernaan, dan meningkatkan daya tahan tubuh (Syamsudin et al., 2019). Sementara itu, rimpang jahe banyak mengandung minyak atsiri dan senyawa aktif seperti gingerol yang telah terbukti mampu meningkatkan daya tahan tubuh dan mengatasi gangguan pencernaan (Simanjuntak, 2012), sedangkan sereh dan jeruk nipis diketahui mempunyai efek yang poten dalam memperbaiki sistem pencernaan dan sistem imunitas tubuh (Suprayatmi et al., 2019). Dari formula sebagaimana tertera dalam Tabel I, dihasilkan jamu yang berbau khas, segar dan rasa yang enak. Walaupun penelitian tentang jamu adalah sedang digalakkan pemerintah melalui program saintifikasi jamu, namun penelitian tentang jamu juga mempunyai keterbatasan, yang antara lain adalah masa simpan sediaan yang tidak lama, belum adanya bukti ilmiah yang cukup untuk jamu

Tabel I. Aktivitas Penangkapan radikal bebas jamu rosella

Sampel	Konsentrasi (ppm)	Penangkapan radikal bebas (%)	Nilai IC ₅₀ (ppm)
Jamu rosella	50	19,00	490,3
	100	20,97	
	200	26,42	
	400	48,44	
	800	70,58	
Kuersetin (Pembanding)	1	10,31	2,8
	2	40,67	
	3	57,71	
	4	70,10	
	5	89,46	

yang mempunyai beberapa bahan herbal, dan kandungan kimia yang relatif rendah dalam jamu sehingga menyulitkan dalam analisisnya.

Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas

Penentuan aktivitas penangkapan radikal bebas pada jamu rosella dilakukan secara spektrofotometri dengan reagen DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Uji ini umum digunakan untuk menentukan efisiensi kinerja dari suatu antioksidan (I. Gulcin & Alwasel, 2023), terutama untuk senyawa murni, produk makanan minuman dan ekstrak herbal. Selain itu reagen DPPH juga sensitif, sederhana, dan cepat prosesnya (I. Gulcin, 2020). Senyawa antioksidan akan bereaksi dengan radikal DPPH melalui transfer elektron atau dengan menyumbangkan radikal hidrogen (radikal H), yang kemudian akan menjadikan molekul DPPH menjadi molekul netral dan terjadi pergeseran warna dari ungu menjadi kuning. Hasil penentuan aktivitas penangkapan radikal bebas dari jamu rosella dapat dilihat pada Tabel I.

Dari Tabel I di atas dapat dilihat bahwa jamu rosella mempunyai nilai IC₅₀ sebesar 490,3 ppm, yang mana nilai ini jauh dari nilai IC₅₀ senyawa pembanding yaitu kuersetin dengan nilai IC₅₀ sebesar 2,8 ppm. Kuersetin dipilih sebagai baku pembanding karena kuersetin merupakan senyawa flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan yang stabil (I. Gulcin & Alwasel, 2023). Dari nilai penangkapan radikal bebas yang diperoleh, yaitu 490,3 ppm; dari nilai tersebut maka aktivitasnya tergolong rendah. Tetapi yang perlu dicatat bahwa dalam sediaan jamu, penggunaannya adalah sering sehingga hal ini sesuai dengan falsafah jamu yaitu memberikan efek dalam jangka panjang dalam penggunaan yang lama. Dalam hal ini, walaupun bunga rosella mengandung senyawa kimia dengan efek penangkapan radikal bebas yang tinggi, simplisia ini tidak dapat dilakukan penambahan dalam jumlah yang besar dalam sediaan jamu karena rasa asam yang menjadi pertimbangan sehingga dikhawatirkan menjadikan sediaan jamu menjadi kurang diterima oleh masyarakat. Selain itu, senyawa kurkuminoid dalam rimpang kunyit yang juga bertanggung jawab terhadap aktivitas penangkapan radikal bebas adalah tidak mudah larut dalam air, sehingga konsentrasi dalam sediaan jamu adalah tidak besar. Dikarenakan sediaan jamu mengandung senyawa terpenoid yang cukup tinggi, yaitu dari sereh dan rimpang yang digunakan, senyawa terpenoid ini tampak dengan jelas dalam hasil analisis dengan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis, seperti pada Gambar 1 berikut ini.

Dari Gambar 1 terlihat bahwa dalam elusi sampel muncul bercak berwarna ungu cerah setelah disemprot dengan pereaksi anisaldehyd asam sulfat, yang menandakan bahwa dalam sampel mengandung senyawa terpenoid.

Kandungan flavonoid total

Kandungan flavonoid total jamu rosella ditentukan secara kolorimetri berdasarkan pembentukan kompleks alumunium. Metode ini paling umum diterapkan untuk penentuan kandungan total flavonoid dalam sampel makanan atau tanaman obat (Pekal & Pyrzynska, 2014). Prinsip metode ini adalah pembentukan kompleks asam stabil dengan gugus keton atom karbon no. 4 (C-4). Pereaksi AlCl₃ juga dapat membentuk kompleks asam stabil dengan gugus orto-dihidroksi



Gambar 1. Hasil analisis senyawa golongan terpenoid jamu rosella dengan KLT yang dilihat dengan sinar tampak. Plate A adalah sebelum disemprot dengan anisaldehyd asam sulfat, sedangkan plate B adalah setelah disemprot dengan anisaldehyd asam sulfat dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 2 menit. Kode S adalah sampel jamu, sedangkan kode P adalah pembanding berupa timol.

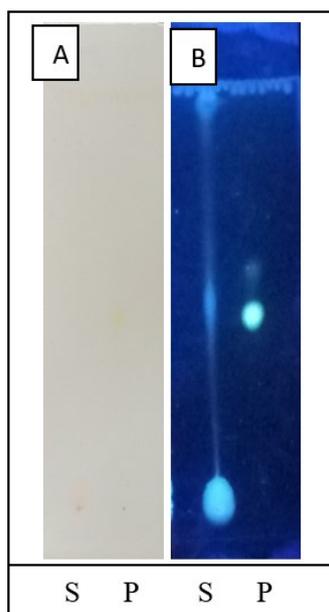
pada cincin A atau B dari flavonoid (Markham, 1982). Sebagai standar dalam pengujian ini adalah kuersetin (7 seri konsentrasi) dan diperoleh persamaan kurva baku $Y = 0,063 X - 0,0062$; dengan $R^2 = 0,997$. Dari hasil perhitungan sampel diperoleh kadar flavonoid total jamu rosella adalah 2,70 μg EK/ml jamu. Kandungan flavonoid total ini adalah mirip dengan sediaan jamu pada umumnya (Sukardi et al., 2021).

Kandungan fenolik total

Penentuan kadar fenolik total dilakukan dengan tujuan untuk memperkirakan aktivitas penangkapan radikal jamu rosella. Senyawa fenolik berpotensi sebagai penangkap radikal bebas karena adanya gugus hidroksil fenolik. Senyawa fenolik mempunyai banyak ragam, baik yang merupakan senyawa fenolik sederhana maupun kompleks, seperti dalam senyawa flavonoid. Dalam hal aktivitasnya sebagai penangkap radikal bebas, gugus hidroksil fenolik akan mendonasikan radikal hidrogen pada senyawa radikal bebas dan menjadikan radikal bebas tersebut menjadi senyawa netral (Miguel-Chavez, 2017). Sebagai hasil akhir, senyawa fenolik ini akan menjadi bersifat radikal bebas, tetapi bersifat stabil karena terjadi efek delokalisasi elektron.

Penentuan kadar fenolik total dalam penelitian ini dilakukan dengan reagen *Follin-Ciocalteu* dengan metode spektrofotometri. Asam galat digunakan sebagai standar karena merupakan senyawa fenolik sederhana dan umum ada dalam tanaman (Kupina et al., 2018). Dari analisis kurva baku (7 seri konsentrasi) diperoleh persamaan kurva baku $Y = 9,0972 X + 0,0223$; dengan $R^2 = 0,9988$. Dari hasil perhitungan sampel diperoleh kadar fenolik total jamu rosella adalah 3,80 μg GAE/ml jamu.

Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh adanya senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti fenolik dan flavonoid. Kemampuan antioksidan dalam meredam radikal bebas akan semakin baik apabila nilai total fenolik dan flavonoid semakin tinggi (Syamsu, 2019). Hasil penelitian menunjukkan kadar fenolik total dan flavonoid total jamu godhog rosella adalah 3,80 μg GAE/ml jamu godhog dan 2,70 μg EK/ml jamu godhog. Rendahnya kandungan fenolik ini juga tercermin dalam profil KLT, yang mana bercak senyawa fenolik dalam sampel jamu yang kecil, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil analisis senyawa golongan fenolik jamu rosella dengan KLT setelah disemprot dengan reagen FeCl_3 . Plate A adalah hasil analisis yang dilihat dengan sinar tampak, sedangkan sedangkan plate B adalah dilihat dengan sinar UV 366 nm. Kode S adalah sampel jamu, sedangkan kode P adalah pembanding berupa asam galat.

KESIMPULAN

Sediaan jamu rosella yang dihasilkan adalah berbau khas, segar dan mempunyai rasa yang enak. Dalam hal fungsi sebagai jamu, sediaan jamu rosella ini mempunyai efek yang cukup terhadap penangkapan radikal bebas, yang didukung dengan kandungan flavonoid dan fenoliknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Yayasan Politeknik Kesehatan Bhakti Setya Indonesia atas dukungan menyediakan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., & Heinrich, M. (2014). Hibiscus sabdariffa L.: A phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry*, 165, 424–443. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.002>
- Dhanik, J., Arya, N., & Nand, V. (2017). A review on Zingiber officinale. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(3), 174–184.
- Gulcin, I. (2020). Antioxidants and antioxidant methods-an updated overview. *Archives of Toxicology*, 94(3), 651–715.
- Gulcin, İ., & Alwasel, S. H. (2023). DPPH radical scavenging assay. *Processes*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/pr11082248>
- Hayati, S., Apriyana, W., Rosyida, V., Indrianingsih, A., Nisa, K., Ratih, D., & Indirayati, N. (2019). Preformulation and evaluation of jamu uyup-uyup (an Indonesian herbal galactogogue). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251, 012022.
- Khan, M. S., Yusufzai, S. K., Rafatullah, M., Sarjadi, M. S., & Razlan, M. (2018). Determination of total phenolic content, total flavonoid content and antioxidant activity of various organic crude extracts of Licuala spinosa leaves from Sabah, Malaysia. *ASM Science Journal*, 11(Special Issue 3), 53–58.
- Kharat, M., Du, Z, Zhang, G., & Mcclements, D. (2017). Physical and chemical stability of curcumin in

- aqueous solutions and emulsions: impact of pH, temperature, and molecular environment. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 65(8), 1525–1532.
- Kupina, S., Fields, C., Roman, M., & Brunelle, S. (2018). Determination of Total phenolic content using the Follin-C assay. *A Journal of Analytical Chemistry and Microbiology*, 101(5), 1466–1472.
- Kusumo, A. R., Wiyoga, F. Y., Perdana, H. P., Khairunnisa, I., Suhandi, R. I., & Prastika, S. S. (2020). Jamu tradisional Indonesia: Tingkatkan imunitas tubuh secara alami selama pandemi. *Jurnal Layanan Masyarakat*, 4(2), 465. <https://doi.org/10.20473/jlm.v4i2.2020.465-471>
- Lingga, L. (2012). *The healing power of antioxidant*. PT Elex Media Komputindo.
- Markham, K. (1982). *Techniques of flavonoid identification*. Academic Press.
- Miguel-Chavez, R. (2017). *Phenolic antioxidant capacity: a review of the state of the art*. IntechOpen Limited. <https://doi.org/DOI: 10.5772/66897>
- Obouayeba, A., Djyh, B., Diabate, S., & Djaman, J. (2014). Phytochemical and antioxidant activity of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) petal extracts. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 5(2), 1453–1465.
- Park, C., Lee, K., Gul, K., Rahman, M., Kim, A., Chun, J., Kim, H., & Choi, S. (2019). Phenolics and antioxidant activity of aqueous turmeric extracts as affected by heating temperature and time. *LWT Food Science and Technology*, 105, 149–155.
- Pekal, A., & Pyrzyńska, K. (2014). Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Analytical Methods*, 7, 1776–1782.
- Silvia, D., Katharina, K., Hartono, S., Anastasia, V., & Susanto, Y. (2018). Pengumpulan data base sumber antioksidan alami alternatif berbasis pangan lokal di Indonesia. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Technology*, 1(2), 181–198.
- Simanjuntak, P. (2012). Review Studi Kimia dan Farmakologi Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L) Sebagai Tumbuhan Obat Serbaguna. *Agrium*, 17(2), 103–107.
- Sukardi, S., Iqbal, N. I. A., & Winarsih, S. (2021). Kajian antioksidan, total fenol & total flavonoid jamu Selokarang yang diformulasi dengan jinten hitam (*Nigella sativa*). *Food Technology and Halal Science Journal*, 4(1), 39–51. <https://doi.org/10.22219/fths.v4i1.15623>
- Sumarni, W., Sudarmin, S., & Sumarti, S. (2019). The scientification of jamu: a study of Indonesian's traditional medicine. *Journal of Physics : Conference Science*, 1321(3), 032057.
- Suprayatmi, M., Kusumaningrum, I., Br Siregar, E., & Fitriyani, L. (2019). Pemanfaatan sereh (*Cymbopogon citratus*) dan stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) untuk meningkatkan kandungan antioksidan produk coklat yang rendah gula. *Jurnal Agroindustri Halal*, 5(1), 075–084. <https://doi.org/10.30997/jah.v5i1.1586>
- Syamsudin, R. A. M. R., Perdana, F., & Mutiaz, F. S. (2019). Tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) sebagai obat tradisional. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 10(1), 51. <https://doi.org/10.52434/jfb.v10i1.648>
- Ulewicz-Magulska, B., & Wesolowski, M. (2019). Total phenolic contents and antioxidant potential of herbs used for medical and culinary purposes. *Plant Food for Human Nutrition*, 74, 61–67.