



Uji Kadar Fenolik Total dan Uji Kapasitas Antioksidan Daun Kunyit (*Curcuma longa*) dengan Metode ABTS

Peterjohn Andrew Benhard Rumengan^{1*}, David Limanan², Eny Yulianti³,
Frans Ferdinal⁴

Universitas Tarumanagara, Indonesia

Email: peterjohn.405210100@stu.untar.ac.id, davidl@fk.untar.ac.id

ABSTRAK

Kata Kunci:

Curcuma longa; Daun kunyit; Antioksidan; ABTS; Fenolik

Bisphenol-A yang ditemukan pada beberapa galon minuman dapat menyebabkan ketidakseimbangan Reactive Oxygen Species (ROS) dengan meningkatkan mediator oksidatif dan menurunkan enzim antioksidan. Kadar ROS yang berlebihan memicu stres oksidatif, merusak makromolekul penting seperti lipid, protein, karbohidrat, dan asam nukleat, yang dapat menyebabkan penyakit metabolik dan degeneratif. Antioksidan memiliki peran penting dalam mencegah stres oksidatif dengan menghambat produksi ROS berlebih. Kunyit (*Curcuma longa*) merupakan tanaman herbal yang banyak digunakan di Indonesia, dengan daun yang diketahui kaya akan antioksidan dan fenolik. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kapasitas antioksidan dan kadar fenolik total dari daun kunyit. Metode eksperimen yang digunakan adalah uji ABTS dan pengukuran kadar fenolik dengan asam galat. Ekstrak daun kunyit menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 27,895 µg/mL dan kadar fenolik total sebesar 153,184 mgGAE/g. Uji ABTS menghasilkan nilai IC₅₀ <50 µg/mL, yang menunjukkan kapasitas antioksidan yang sangat kuat. Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kunyit memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pengobatan alternatif untuk penyakit metabolik dan degeneratif. Aktivitas antioksidan yang kuat dan kandungan fenolik tinggi menjadikan daun kunyit sumber alami yang menjanjikan untuk eksplorasi lebih lanjut dalam bidang pengobatan.

ABSTRACT

Keywords:

Curcuma longa; Turmeric leaf; Antioxidant; ABTS; Phenolic

*The presence of Bisphenol-A in certain gallon drinks has been linked to an imbalance of Reactive Oxygen Species (ROS), whereby oxidative mediators are increased while antioxidant enzymes are decreased. Elevated levels of ROS can induce oxidative stress, which in turn damages essential macromolecules, including lipids, proteins, carbohydrates, and nucleic acids. This can contribute to the development of metabolic and degenerative diseases. Antioxidants play a pivotal role in the prevention of oxidative stress by inhibiting the production of excess ROS. The herb turmeric (*Curcuma longa*) is a widely used plant in Indonesia, with the leaves known to be rich in antioxidants and phenolics. The objective of this study is to assess the antioxidant capacity and total phenolic content of turmeric leaves. The experimental methods*

employed were the ABTS assay and the measurement of phenolic content with gallic acid. The IC₅₀ value of the turmeric leaf extract was determined to be 27.895 µg/mL, while its total phenolic content was found to be 153.184 mgGAE/g. The ABTS assay yielded an IC₅₀ value of <50 µg/mL, indicating a very strong antioxidant capacity. These findings suggest that turmeric leaf extract has great potential to be developed as an alternative treatment for metabolic and degenerative diseases. The strong antioxidant activity and high phenolic content make turmeric leaves a promising natural source for further exploration in the field of medicine..

Corresponden Author: David Limanan

Email: davidl@fk.untar.ac.id

Artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi



Pendahuluan

Stress oksidatif yang disebabkan oleh akumulasi *reactive oxygen species* (ROS), *reactive nitrogen species* (RNS), dan radikal bebas yang lain berkontribusi dalam progresivitas penyakit metabolik dan degeneratif seperti diabetes, obesitas, alzheimer, dan penyakit parkinson (Reddy, 2023). Antioksidan merupakan molekul yang dapat menjadi pertahanan untuk mencegah terjadinya stress oksidatif pada sel serta menghambat produksi ROS yang berlebihan (Arief & Widodo, 2018). Sumber antioksidan dapat dibagi menjadi endogen dan eksogen. Diet makanan berupa tanaman yang kaya akan antioksidan seperti flavonoid dan asam fenolik merupakan sumber antioksidan eksogen (Ilmiah dkk., 2023). Antioksidan eksogen dapat membantu pertahanan antioksidan endogen dalam menjaga stress (Flieger dkk., 2021; Yan & Asmah, 2010).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa tanaman kunyit, terutama bagian rimpangnya, memiliki potensi yang besar sebagai sumber antioksidan, antiinflamasi, dan antitumor. Studi oleh Ahn dkk. (2014) menemukan bahwa senyawa bioaktif dalam rimpang kunyit memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan. Selain itu, penelitian oleh S. Kim dkk. (2019) menunjukkan bahwa ekstrak daun kunyit juga memiliki potensi antioksidan yang kuat. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada rimpang kunyit, sementara bagian daun belum banyak diteliti secara mendalam. Studi-studi sebelumnya menggarisbawahi pentingnya mengeksplorasi lebih lanjut potensi daun kunyit sebagai sumber senyawa bioaktif.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebaruan pendekatan yang digunakan, yaitu fokus pada potensi antioksidan daun kunyit (*Curcuma longa*), yang masih jarang dikaji. Penelitian ini juga penting mengingat semakin meningkatnya kebutuhan akan sumber antioksidan alami dalam pengembangan obat alternatif untuk penyakit metabolik dan degeneratif. Dengan menunjukkan kadar antioksidan yang sangat kuat pada daun kunyit,

penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam literatur ilmiah dan membuka jalan bagi penelitian lebih lanjut untuk pengembangan produk berbasis herbal.

Kunyit atau dalam bahasa latin dikenal dengan *Curcuma longa* secara tradisional digunakan sebagai bahan herbal, rempah makanan, dan pewarna makanan di Indonesia (Nurhayati dkk., 2024). Telah banyak studi yang menunjukkan kunyit dapat berperan sebagai antiinflamasi, antioksidan, antiinflamasi, antitumor, dan antibakteri (Ahn dkk., 2014). Selain bagian rimpang dari kunyit, beberapa studi menunjukkan bagian tanaman kunyit yang lain seperti daun mempunyai senyawa bioaktif tersendiri (Batubara & Prastya, 2020; Choi & Lee, 2014). Senyawa bioaktif ini dapat berperan sebagai antiinflamasi, meningkatkan imunitas pada kulit, dan aktivitas antioksidan (Albaqami dkk., 2022; N. Y. Kim dkk., 2014). Efek-efek ini berasal dari kandungan curcumin, senyawa fenolik total, dan senyawa flavonoid yang ada pada daun kunyit (Ahn dkk., 2014; Badriyah, 2023). Potensi kandungan antioksidan yang tinggi mendorong penulis untuk melakukan penelitian lebih dalam mengenai kemampuan antioksidan yang berada pada ekstrak daun kunyit.

Kebaruan penelitian ini terletak pada fokusnya yang mendalam terhadap potensi antioksidan daun kunyit (*Curcuma longa*), sebuah bagian tanaman yang masih jarang diteliti dibandingkan dengan rimpangnya yang lebih sering menjadi objek penelitian. Sementara sebagian besar studi terdahulu telah menunjukkan potensi antioksidan dari rimpang kunyit, penelitian ini mengisi celah dengan mengeksplorasi kapasitas antioksidan dan kadar fenolik daun kunyit. Hal ini memberikan perspektif baru yang penting dalam pengembangan sumber antioksidan alami yang lebih luas, serta memberikan alternatif baru dalam upaya pencegahan dan pengobatan penyakit metabolik dan degeneratif melalui bahan herbal yang belum banyak dimanfaatkan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Departemen Biokimia dan Biologi Molekuler Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara. Penelitian ini menggunakan pendekatan *bioassay* dan *in vitro*. Uji *in vitro* yang dilakukan terdiri dari uji kapasitas total antioksidan metode *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (ABTS) dan uji fenolik total dengan asam galat. Setelah penelitian dilakukan, data penelitian dianalisis dengan menggunakan aplikasi *GraphPad prism v.7.0* La Jolla, California, USA .

Pembuatan Ekstrak Daun Kunyit

Daun kunyit segar dipisahkan dari batangnya kemudian dipotong ukurannya menjadi lebih kecil. Daun kemudian dikeringkan dalam suhu ruang yang tidak terkena paparan sinar matahari secara langsung. Daun yang sudah kering kemudian dihaluskan menggunakan *blender* dan diperhatikan agar *blender* tidak menjadi panas sehingga sampel tidak teroksidasi. Setelah halus, dilakukan imbibisi menggunakan metanol. Setelah melakukan imbibisi, dilakukan perkolasi menggunakan alat perkolator. Hasil ekstrak kemudian dievaporasi menggunakan *rotatory evaporator* untuk memisahkan

metanol dengan ekstrak. Hasil evaporasi kemudian dimasukkan ke dalam tabung dan disimpan dalam lemari pendingin.

Persiapan Larutan ABTS

ABTS direaksikan dengan etanol kemudian dicari nilai panjang gelombang maksimum dan absorbansi kontrolnya dengan menggunakan spektrofotometer. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum pada 520 nm. Absorbansi kontrol didapatkan sebesar 0,076.

Penentuan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kunyit

Dilakukan pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun kunyit dengan metode *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (ABTS) (Nurmazela dkk., 2022). Disiapkan larutan ABTS kemudian diukur absorbansinya. Aktivitas antioksidan ekstrak daun kunyit dapat ditentukan melalui persentase penghambatan yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase Inhibisi(\%)} = \frac{\text{Abs. Kontrol} - \text{Abs. Sampel}}{\text{Abs. Kontrol}} \times 100$$

Keterangan:

Abs. Kontrol = absorbansi kontrol

Abs. Sampel = absorbansi sampel

Pengukuran Aktivitas Antioksidan ABTS Dengan Sampel

Pada gelas ukur, ekstrak daun kunyit sebanyak 0,02 gr dilarutkan dengan etanol sebanyak 10 mL lalu diaduk hingga merata. Hasil larutan sampel daun kunyit diencerkan menjadi konsentrasi 10 µg/mL, 20 µg/mL, 30 µg/mL, 40 µg/mL, dan 50 µg/mL. Disiapkan larutan trolox sebagai standar pembanding lalu dibuat konsentrasi 5 µg/mL, 10 µg/mL, 20 µg/mL, 30 µg/mL, 40 µg/mL dan 50 µg/mL. Larutan sampel dan larutan ABTS dicampurkan dengan perbandingan 1:1, sehingga diambil larutan sampel sebanyak 1 mL dan larutan ABTS sebanyak 1mL. Proses ini dilakukan secara triplo. Setelah itu, dibaca pada spektrofotometri genesys 30-Vis dengan panjang gelombang 520 nm. Trolox dimasukkan sebagai kontrol positif. Setiap konsentrasi, absorbansi dibuat triplo.

Persiapan Larutan Dengan Standar Asam Galat

Pertama, diambil 0,25 g asam galat dicampurkan dengan 5 mL etanol 95%. Larutan ditambahkan dengan *aquadest* hingga 50 mL dalam labu ukur untuk mendapatkan konsentrasi 5 mg/mL. Larutan dimasukkan dalam labu ukur 10 mL dengan kadar larutan masing-masing 0,6 ml, 0,8 mL, 1 mL, 1,2 mL, dan 1,4 mL. Masing – masing labu ukur diencerkan dengan *aquadest* sampai mencapai garis 10 mL sehingga didapatkan konsentrasi 200 µg/mL, 300 µg/mL, 400 µg/mL, 500 µg/mL, 600 µg/mL, dan 700 µg/mL. Dari masing – masing konsentrasi diambil 0,2 mL kemudian ditambahkan 15,8 mL *aquadest* dan 1 mL reagen *Folin-Ciocalteu*, dihomogenkan, lalu didiamkan dalam tempat gelap selama 8 menit. Larutan tersebut kemudian ditambahkan dengan 3 mL Na₂CO₃ 20%, dihomogenkan, lalu didiamkan dalam tempat gelap selama 2 jam

pada suhu kamar. Setelah 2 jam, absorbansi larutan dibaca menggunakan spektrofotometer genesys 30-Vis pada panjang gelombang 765 nm dan dilakukan pembuatan kurva standar.

Penentuan Kandungan Fenolik Ekstrak Daun Kunyit

Uji kadar fenolik dilakukan dengan metode Singleton dan Rossi dan menggunakan reagen *Folin-Ciocalteu*. Diambil 0,3 g ekstrak daun kunyit. Ekstrak dilarutkan dengan metanol dan air dengan perbandingan 1:1 sampai volume larutan sampel menjadi 10 mL. Larutan sampel diaduk hingga rata kemudian dari larutan sampel diambil 0,2 mL ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 15,8 mL *aquadest* dan 1 mL *Folin-Ciocalteu*. Tabung reaksi dидiamkan selama 8 menit pada tempat gelap. Setelah 8 menit, pada tabung reaksi ditambahkan 3 mL Na_2CO_3 20%, dihomogenkan, kemudian dидiamkan pada tempat gelap selama 2 jam dalam suhu ruangan. Selanjutnya, absorbansi larutan dibaca menggunakan spektrofotometer genesys 30-Vis pada panjang gelombang 765 nm dan dilakukan penghitungan kadar fenolik berdasarkan kurva standar.

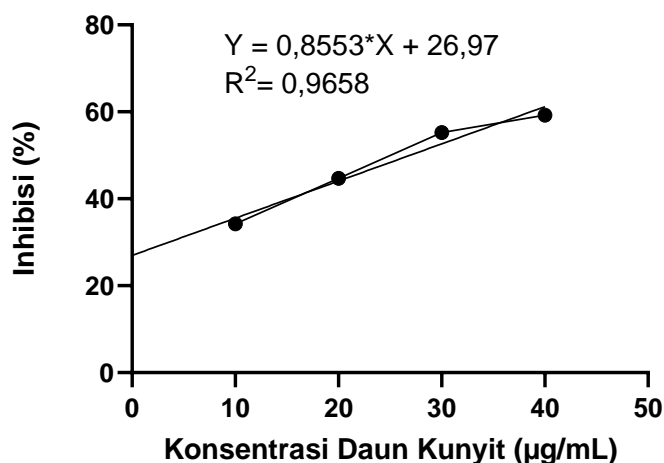
Hasil Dan Pembahasan

Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Metode ABTS

Ekstrak daun kunyit dalam konsentrasi berbeda-beda yang telah direaksikan kemudian dibaca menggunakan spektrofotometer genesys 30-Vis untuk mendapatkan nilai absorbansi dan kemudian didapatkan nilai persentase inhibisi. Nilai IC_{50} yang didapatkan dari ekstrak daun kunyit adalah sebesar 27,895 $\mu\text{g/mL}$ (Tabel 1). Dari data yang diperoleh dibuat kurva untuk memperoleh persamaan garis linear dimana sumbu X sebagai konsentrasi ekstrak sedangkan sumbu Y sebagai persentase inhibisi. Persamaan garis linear yang diperoleh yaitu $Y = 0,8553X + 26,97$ dan $R^2 = 0,9658$ (Gambar 1).

Tabel 1 Konsentrasi, Persentase Inhibisi, dan Nilai IC_{50} Ekstrak Daun Kunyit

Konsentrasi Ekstrak ($\mu\text{g/mL}$)	Rata-rata Absorbansi	Persentase Inhibisi (%)	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
10	0,05	34,21	27,895
20	0,04	44,73	
30	0,03	55,26	
40	0,03	59,21	
50	0,02	64,47	



Gambar 1 Kurva Hasil Uji Metode ABTS Ekstrak Daun Kunyit

Uji Standar Pembanding Trolox

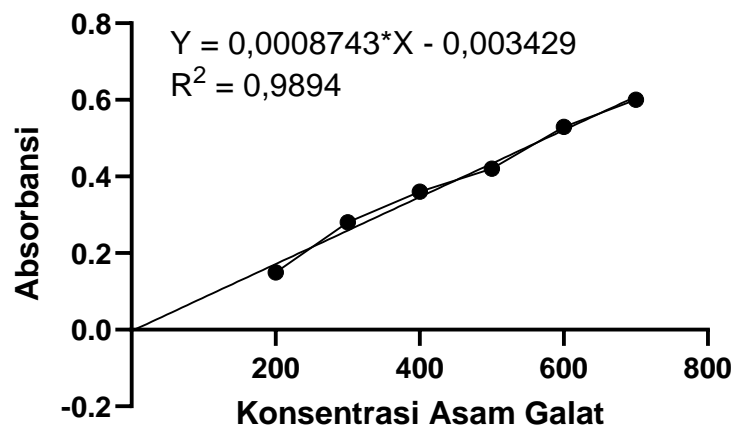
Larutan trolox dibuat dengan konsentrasi berbeda-beda yang dibaca dengan spektrofotometri genesys 30-Vis didapatkan absorbansi sehingga diperoleh persentase inhibisi. Dari data yang diperoleh dihitung persen inhibisi. Dari data yang diperoleh dihitung persen inhibisi (Tabel 4.5). Kemudian, dibuat kurva standar sehingga diperoleh persamaan linier $Y = 0,8552X + 35,92$ dengan nilai $R^2 = 0,9899$. Nilai IC50 yang diperoleh sebesar 16,461 $\mu\text{g/mL}$

Penentuan Standar Asam Galat

Asam galat dalam konsentrasi berbeda-beda yang telah direkasikan kemudian dibaca menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 765 nm untuk mendapatkan nilai absorbansinya (Tabel 2). Data yang didapatkan, dibuat kurva standar asam galat dengan sumbu X sebagai konsentrasi asam galat dan sumbu Y sebagai absorbansi. Hasil didapatkan dengan persamaan garis linear $Y = 0,00087343*X - 0,003429$ dan $R^2 = 0,9894$ (Gambar 2)

Tabel 2 Absorbansi Larutan Standar Asam Galat

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Rata-rata Absorbansi
200	0,158
300	0,281
400	0,368
500	0,427
600	0,532
700	0,601



Gambar 2. Kurva Hasil Uji Asam Galat

Hasil Uji Fenolik Ekstrak Daun Kunyit

Dari hasil pemeriksaan standar asam galat, didapatkan persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung kadar fenolik total dalam ekstrak daun kunyit. Sumbu Y merupakan absorbansi dan sumbu X merupakan konsentrasi fenolik, absorbansi yang didapat dari ekstrak daun kunyit dimasukkan dalam persamaan sebagai Y. Dari hasil yang diperoleh, dilakukan pengenceran sebanyak 10x, sehingga didapatkan kadar fenolik total sebesar 4596,67 $\mu\text{g/mL}$ (Tabel 3).

Tabel 3 Absorbansi dan Kadar Fenolik Ekstrak Daun Kunyit

Nilai Absorbansi	Rata-rata Absorbansi	Kadar Fenolik ($\mu\text{g/mL}$)	Kadar Fenolik Total 10x ($\mu\text{g/mL}$)	Kadar Fenolik (mgGAE/g)
0,520				
0,319	0,419	459,66	4596,67	153,184
0,418				

Pembahasan

Hasil Uji Kapasitas Total Antioksidan

Dengan uji metode ABTS didapatkan nilai IC_{50} sebesar 27,895 $\mu\text{g/mL}$ dan nilai IC_{50} sebesar 16,461 $\mu\text{g/mL}$ pada trolox. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sera Kim *et al*⁷. Pada penelitiannya didapatkan nilai IC_{50} sebesar 22.13 $\mu\text{g/mL}$ tergolong sebagai antioksidan yang sangat kuat. Penelitian lain yang dilakukan oleh Jawaher *et al*²⁸ juga menunjukkan ekstrak daun kunyit sebagai antioksidan yang kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 9,21 $\mu\text{g/mL}$. Perbedaan hasil dengan penelitian yang dilakukan oleh Jawaher *et al* disebabkan oleh perbedaan cara dalam melakukan ekstraksi pada sampel. Jawaher *et al* melakukan ekstraksi dengan metode *hydro-distillation* sedangkan metode yang dipakai pada penelitian ini adalah metode perkolasi. Bila dibandingkan juga dengan trolox pada penelitian ini nilai IC_{50} tidak jauh berbeda dengan nilai IC_{50} ekstrak dan keduanya menunjukkan nilai IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$. Dari hasil penelitian ini dan kedua penelitian yang lain, ketiganya menunjukkan nilai IC_{50} di bawah 50 $\mu\text{g/mL}$ yang menandakan bahwa ekstrak daun kunyit merupakan sumber antioksidan yang sangat kuat dan efektif dalam menangkal radikal bebas. Selain berperan sebagai antioksidan, daun kunyit dapat berperan sebagai antibakteri, agen sitotoksik, dan antiinflamasi.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa kunyit, khususnya bagian rimpangnya, memiliki potensi antioksidan yang signifikan, seperti yang ditemukan oleh Ahn dkk. (2014) dan Kim et al. (2019) yang meneliti efek antioksidan pada bagian rimpang dan daun kunyit. Namun, penelitian-penelitian tersebut lebih banyak berfokus pada rimpang, meninggalkan bagian daun yang kurang mendapat perhatian meskipun berpotensi. Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa ekstrak daun kunyit memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai $\text{IC}_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$ dan kadar fenolik yang tinggi, yaitu 153.184 mgGAE/g. Hasil ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Jawaher et al., yang juga menemukan aktivitas antioksidan kuat pada daun kunyit. Simpulan dari penelitian ini memperkuat gagasan bahwa daun kunyit memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber antioksidan alami, membuka peluang baru untuk pemanfaatan bagian tanaman yang kurang diteliti ini dalam dunia medis dan kesehatan.

Hasil Uji Fenolik Total Ekstrak Daun Kunyit

Pada penelitian ini, dilakukan uji kadar fenolik pada ekstrak daun kunyit. Semakin tinggi kadar fenolik menandakan semakin tinggi juga potensi kapasitas antioksidan. Hasil penelitian ini didapatkan kadar fenolik pada ekstrak daun kunyit adalah sebesar 153,184 mgGAE/g. Berbeda sedikit dengan penelitian yang dilakukan oleh Yan, S.W³⁰ pada penelitiannya didapatkan kadar fenolik ekstrak daun kunyit adalah 348,75 mgGAE/100g. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh substansi selain fenolik seperti air, lemak, gula, protein, dan pigmen yang dapat mempengaruhi hasil³⁰. Kadar fenolik yang tinggi pada ekstrak daun kunyit menandakan bahwa daun kunyit memiliki potensi sebagai sumber antioksidan yang tinggi

Kesimpulan

Ekstrak daun kunyit memiliki aktivitas antioksidan yang kuat serta kadar fenolik yang tinggi. Perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut dengan metode *in vivo* dan penelitian terhadap bagian tanaman yang lain seperti batang dan rimpang.

Daftar Pustaka

- Ahn, D., Lee, E. B., Kim, B. J., Lee, S. Y., Lee, T. G., Ahn, M.-S., Lim, H. W., Cha, D. S., Jeon, H., & Kim, D. K. (2014). Antioxidant and lifespan extending property of quercetin-3-O-dirhamnoside from *Curcuma longa* L. in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 57(6), 709–714. <https://doi.org/10.1007/s13765-014-4200-3>
- Albaqami, J. J., Hamdi, H., Narayanankutty, A., Visakh, N. U., Sasidharan, A., Kuttithodi, A. M., Famurewa, A. C., & Pathrose, B. (2022). Chemical Composition and Biological Activities of the Leaf Essential Oils of *Curcuma longa*, *Curcuma aromatica* and *Curcuma angustifolia*. *Antibiotics*, 11(11), 1547. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11111547>
- Arief, H., & Widodo, M. A. (2018). Peranan stres oksidatif pada proses penyembuhan luka. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 5(2), 22–28.
- Badriyah, L. (2023). *Identifikasi dan karakterisasi tumbuhan obat di desa Sukolilo, Kecamatan Prigen, Kabupaten Pasuruan berdasarkan morfologi dan fitokimia* [Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]. <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/51812>
- Batubara, I., & Prastya, M. E. (2020). Potensi tanaman rempah dan obat tradisional indonesia sebagai sumber bahan pangan fungsional. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 1, 24–38.
- Choi, W. Y., & Lee, H. Y. (2014). Enhancement of Antioxidant Activities of *Curcuma longa* Leaves by Ultra High Pressure Extraction. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 22(2), 121–126. <https://doi.org/10.7783/KJMCS.2014.22.2.121>
- Flieger, J., Flieger, W., Baj, J., & Maciejewski, R. (2021). Antioxidants: Classification, Natural Sources, Activity/Capacity Measurements, and Usefulness for the Synthesis of Nanoparticles. *Materials*, 14(15), 4135. <https://doi.org/10.3390/ma14154135>
- Ilmiah, M., Anggarani, M. A., & Mahfudhah, D. N. (2023). Literature Review of Antioxidant Activity of Several Types of Onions and Its Potential as Health Supplements. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(1), 103–111.
- Kim, N. Y., Lim, H. W., & Lee, H. Y. (2014). Comparison of Cosmetical Activities of *Curcuma longa* L. Leaf Extracts Using Different Extraction Methods. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 22(4), 255–261. <https://doi.org/10.7783/KJMCS.2014.22.4.255>

- Kim, S., Ko, S.-C., Kim, Y.-S., Ha, S.-K., Park, H.-Y., Park, Y., & Lee, S.-H. (2019). Determination of *Curcuma longa* L. (Turmeric) Leaf Extraction Conditions Using Response Surface Methodology to Optimize Extraction Yield and Antioxidant Content. *Journal of Food Quality*, 2019, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2019/7575206>
- Nurhayati, T. I., Rifandini, A., Syavina, P., Widyadhari, W., Kurnia, A., Depyanti, S. O., Ridwan, H., & Setiadi, D. K. (2024). Systematic Literature Review: Pengaruh Ekstrak Kunyit (*Curcuma Longa* Linn/*Curcuma Domestica*) dan Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) sebagai Anti-Inflamasi dan Anti-Gastritis Terhadap Pengobatan Gastritis. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 6(3), 1043–1052.
- Nurmazela, V., Ridwanto, R., & Rani, Z. (2022). Antioxidant Activity Test of Barangan Banana Hump's Ethanol Extract (*Musa Paradisiaca* (L.)) with DPPH (1,1 Diphenyl-2-Picrylhydrazyl) Method. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(5), 1478–1483. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v3i5.610>
- Reddy, V. P. (2023). Oxidative Stress in Health and Disease. *Biomedicines*, 11(11), 2925. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11112925>
- Yan, S. W., & Asmah, R. (2010). Comparison of total phenolic contents and antioxidant activities of turmeric leaf, pandan leaf and torch ginger flower. *International Food Research Journal*, 17(2), 417–423.