

Review Article: Analisis Kurkumin Pada Famili Zingiberaceae Menggunakan Spektrofotometri UV - VIS

Ermi Abriyani¹, Mentari^{2*}, Elista Indah Susanti³, Dinda Dinanti⁴, Ainun Mar'atus Putri Warsito⁵

^{1,2,3,4,5} Fakultas Farmasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Jawa Barat, Indonesia

Email : fm20.mentari@mhs.ubpkarawang.ac.id^{2*}

Abstrak

Kurkumin merupakan salah satu senyawa aktif dari golongan fenolik dengan pigmen berwarna kuning yang banyak ditemukan pada temu - temuan dari famili *Zingiberaceae*. Kurkumin memiliki banyak potensi seperti antioksidan, antitumor dan untuk kesehatan tubuh yang lainnya. Ekstrak kurkumin dapat dianalisis dengan hasil berupa nilai absorban dengan menggunakan alat instrument spektrofotometri UV – Vis. Metode penelitian yang dipakai untuk penelitian ini adalah melakukan *Review Article* dengan mencari database beberapa artikel dari *ScienceDirect*, *Google Scholar* dan *PubMed*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kurkumin terdeteksi memiliki serapan maksimum di range 400 – 500 nm pada Spektrofotometri UV – Vis.

Kata kunci : *Kurkumin, Zingiberaceae, Spektrofotometri UV - Vis*

Abstract

Curcumin is an active compounds from the phenolic with a yellow pigment which is commonly found in the intersections of the *Zingiberaceae* family. Curcumin has many potentials like as antioxidants, antitumor and others. Curcumin extract can be analyzed with results in the form of absorbance values using a UV-Vis spectrophotometry instrument. The method which used in this study is reviewing articles by searching the database for several articles from *ScienceDirect*, *Google Scholar* and *PubMed*. The results showed that curcumin was detected to have maximum absorption in the range 400 – 500 nm on UV – Vis Spectrophotometry.

Keywords : *Curcumin, Zingiberaceae, UV - Vis Spectrophotometry*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan kaya akan sumber daya alam yang sebagian besar wilayah nya adalah hutan sehingga indonesia memiliki aneka ragam tumbuhan. Banyak tanaman - tanaman herbal yang dimanfaatkan sebagai obat, salah satunya yaitu temu - temuan dari Famili *Zingiberaceae* yang biasa digunakan baik itu untuk membuat jamu, bumbu masak, dan lainnya. Temu - temuan merupakan sumber utama dalam menganalisis senyawa kurkumin. Senyawa tersebut dapat ditemukan pada kunyit, temulawak, jahe, lengkuas, dan lainnya. Berbagai sumber literatur menganggap bahwa kurkumin memberikan aktivitas farmakologi pada tanaman temu - temuan tersebut. Diperkirakan sekitar 2-5% senyawa penyusun dari rimpang temu - temuan adalah kurkumin.

Kurkumin atau 1,7 - bis (4-hidroksi-3-metoksifenol) – 1 , 6 heptadiena - 3,5 - dion) merupakan metabolit sekunder dari temu - temuan Famili *Zingiberaceae*. Kurkumin merupakan gabungan dari komponen aktif penyusun 77% diferuloymetana, 18% demetoksikurkumin, dan 5% bisdemetoksikurkumin (Elizarni & Yanti, 2019). Menurut Rutamsyah, Kurkumin memiliki sifat hidrofobik di alam, namun cukup stabil dalam pH asam lambung dan sering larut dalam dimetilsulfoksida, aseton, etanol, dan minyak. Kurkumin mempunyai dua tautomer yaitu keto dan enol dimana dalam bentuk enol kurkumin sangat aktif dan dapat berikatan kuat dengan banyak reseptor. Kurkumin telah digunakan untuk banyak penyakit karena memiliki spektrum yang luas secara farmakologi. Kurkumin telah terbukti memiliki aktivitas farmakologi seperti antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, dan antikanker.

Kurkumin dapat diukur dengan baik itu untuk identifikasi senyawa organik dan anorganik maupun pemisahan komponen campuran dengan menggunakan instrument Spektrofotometri UV - Vis, Spektrofotometri Inframerah, dan Kromatografi. Secara Spektroskopi, Spektrofotometri UV - Vis merupakan instrument yang dapat digunakan dalam mengukur kadar kurkumin. Pengukuran absorbansi dalam suatu sampel dalam instrumen ini tentu memiliki hasil yang berbeda – beda tergantung pelarut ekstrak yang digunakan. Menurut Aggarwal (2006), kurkumin mempunyai serapan dengan maksimum pada panjang gelombang maksimal 430 nm dengan menggunakan pelarut metanol, kemudian didapat di 415 - 420 nm dengan menggunakan pelarut aseton. Selain itu kurkumin juga akan ber-fluoresensi di panjang gelombang maksimal 524 nm dengan menggunakan pelarut asetonitril & didapat panjang gelombang 549 nm dengan menggunakan pelarut etanol.

METODE

Metode pada penelitian ini dengan cara mencari database dengan berbagai referensi artikel ilmiah melalui *PubMed*, *Science Direct*, dan *Google Scholar* dengan artikel yang diterbitkan dari rentang waktu 2012 hingga 2022 dengan berbagai kata kunci, antara lain : Kurkumin, *Zingiberaceae*, Spektrofotometri UV - Vis. Analisis dilakukan dengan mengambil data dari berbagai famili *Zingiberaceae*, seperti Jahe, Temulawak, Kencur, Lengkuas, dan lainnya dengan cara mengidentifikasi kurkumin menggunakan alat instrumen Spektrofotometri UV - Vis dari berbagai penelitian yang kemudian dirangkum mengenai hasil yang didapatkan dalam menganalisis kurkumin dengan instrumen tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kunyit

Kunyit merupakan produk yang banyak ditemukan di Indonesia yang kaya akan senyawa aktif kurkumin, bahkan senyawa tersebut merupakan senyawa utama. Kurkumin biasanya digunakan sebagai pewarna untuk makanan dan kaya akan potensi dalam pengobatan (Rezki et al., 2015). Kurkumin dapat diidentifikasi dengan menggunakan spektrofotometri UV – Vis. ¹⁰ Pada penelitian yang dilakukan oleh Kurkuminoid (2019), pada bagian rimpang kunyit, didapat kurkumin pada λ_{max} 475 nm dengan absorbansi 0,991 & hasil pengukuran $y : 6 , 428x - 4,424 / R^2 : 0 , 7594$. Parameter dari partikel sangat berpengaruh pada berbedanya hasil konsentrasi dari senyawa aktif kurkumin pada rimpang kunyit. ⁶ Penelitian yang dilakukan oleh Hazra (2015), pada bagian rimpang kunyit, terdeteksi nya kurkumin pada λ_{max} 421 nm dengan absorbansi 0,999. ⁹ Penelitian yang dilakukan Kumar Majumder (2020) tentang “Estimasi Kurkumin Menggunakan UV – Vis” menunjukkan kurkumin pada λ_{max} 429 nm dengan absorbansi 0,998 dan hasil pengukuran $y = 0.0949x - 0.0084 / R^2 = 0.9989$. Pada penelitian ini didapat bahwa kuning dari warna kunyit

disebabkan oleh adanya kurkuminoid polifenol.⁸ Penelitian yang dilakukan oleh Kadam Associate Professor of Pharmacognosy (2018) menunjukkan bahwa kurkumin yang terkandung pada rimpang kunyit terdeteksi pada λ_{\max} 424 nm dengan absorbansi 0,999 dan hasil pengukuran $Y = 0.1464x - 0.0073 / R^2 = 0,9998$. Menurutnya, Spektrofotometri UV- Vis cocok untuk penentuan pengujian kadar kurkumin pada kondisi yang ditentukan.¹⁹ Penelitian yang dilakukan oleh Pawar (2018) tentang “Isolasi Kurkumin pada Rimpang Kunyit” menunjukkan bahwa senyawa tersebut teridentifikasi pada λ_{\max} 425 nm dengan absorbansi 0,997. Kurkuminoid memiliki banyak variasi dalam struktur kimia, karakteristik fisikokimia dan sifat fungsionalnya. Sebagai senyawa yang larut dalam lemak, kurkumin dapat di ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang organik. Kemudian,¹⁸ Penelitian pada H. Pawar (2014) tentang “Evaluasi Senyawa Kurkumin pada Rimpang Kunyit” menunjukkan bahwa kurkumin ditemukan pada λ_{\max} 425 nm dengan absorbansi 0,996 dan hasil pengukuran $Y : 0,1595x - 0,0229 / R^2 : 0,9964$.¹⁷ Penelitian Nurjanah & Saepudin (2019) menunjukkan bahwa kurkumin teridentifikasi pada λ_{\max} 427 nm.⁴ Penelitian yang dilakukan oleh (Elizarni & Yanti, 2019) menunjukkan bahwa kurkumin pada kunyit teridentifikasi pada λ_{\max} 425,0 nm dengan kadar kurkumin sebesar 6,71%.⁷ Penelitian yang dilakukan oleh (Ilahi & Sumardiasih, 2020) menunjukkan bahwa kadar kurkumin pada kunyit teridentifikasi pada λ_{\max} 350–500 nm dengan absorbansi 2,106.²¹ Penelitian dari (Rezki, 2015) menunjukkan bahwa senyawa aktif tersebut pada kunyit teridentifikasi pada λ_{\max} 425 nm dengan hasil pengukuran $y : 0,363x + 0,021$ dengan $R^2 : 0,990$.¹³ Penelitian yang dilakukan oleh (Menggunakan & Spektrofotometri, 1910) tentang “Analisis Kadar Kurkumin Pada Jenis Temu Temuan Asli Indonesia Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV - Vis” menunjukkan bahwa kurkumin pada kunyit teridentifikasi pada λ_{\max} 425 nm dengan hasil absorban 0,517 serta kadar kurkumin sebesar 1,6%. Selanjutnya,⁵ Penelitian pada (Ezyanie Safie, 2015) menunjukkan bahwa kurkumin pada kunyit teridentifikasi pada λ_{\max} 425 - 673 nm. Dari hasil tersebut terdapat hasil berupa potensi berupa pewarna yang diperoleh dengan semula dengan tindakan sebagai penekan cahaya di dalam DSCC.¹⁴ Penelitian yang dilakukan oleh (Murti, 2018) tentang menunjukkan bahwa kurkumin pada kunyit teridentifikasi pada λ_{\max} 430-335,5 nm dengan hasil pengukuran $R^2 = 0,9980$ dan $0,9982$.²³ Penelitian pada (Sahri, 2019) dengan mengambil tema “Efek Pelarut Terhadap Spektra Absorpsi UV-VIS Kurkuminoid” menunjukkan bahwa λ_{\max} 405 nm menggunakan pelarut n-heksana, sehingga terjadinya pergeseran pada hipsokromik pada spektrum absorban UV – Visible dari kurkuminoid. Lalu pada pelarut dimetil-sulfoksida mempunyai λ_{\max} 433nm, maka terjadi pergeseran pada batokromik. Pada hasil tersebut, penggunaan pelarut pada ekstrak sangat berpengaruh pada hasil spektro UV - Vis.² Penelitian yang dilakukan oleh (Bhairi, 2021) menunjukkan bahwa λ_{\max} 423 - 342 nm. Metode yang dikembangkan tersebut mematuhi hukum Beer – Lambert dalam rentang konsentrasi 1 – 7 g/ml, dengan koefisien korelasi untuk CUR dan PIP pada panjang gelombang maksimum masing - masing adalah 0,999 dan 0,998.¹ Penelitian yang dilakukan oleh (Almeyda & Widayanti, 2020) menunjukkan bahwa λ_{\max} 462 nm dengan persamaan $y = 0.0837x - 0.089$. Kadar dari kurkuminoid yang sangat rendah pada filtrat sebanyak 11.346 ppm, lalu yang paling tinggi pada residu sebanyak 49.047 ppm sedangkan campuran filtrat residu sebesar 22,459 nm.²⁰ Penelitian yang dilakukan oleh (Rahman, 2022) menunjukkan bahwa λ_{\max} 425 nm dengan persamaan $y = 0.1137x - 0.0138$ dan $R^2 = 0.999$ Metode yang diusulkan ditemukan menjadi spesifik saat memperkirakan formulasi nanogel yang mengandung kurkumin tanpa gangguan eksipien. Metode yang dikembangkan tersebut hemat *budget* dan dapat digunakan untuk analisis kontrol kualitas kurkumin secara rutin.³ Penelitian yang dilakukan oleh (Daulay & Nadia et. al, 2019) menunjukkan bahwa λ_{\max} 423 nm dengan persamaan $R = 0,9998$. Hasil dari penelitian ini dengan penentuan reaksi dengan pelarut yang berbeda dengan khasiat dari ekstrak kunyit

untuk obat herbal.³⁰ Penelitian pada (Yustinianus, 2019) menunjukkan bahwa λ_{\max} 420 nm dengan persamaan $y = 90,82x - 532,3$ dan $R^2 = 0,9434$.²⁰ Lalu, penelitian pada (Suyitno, 2018) menunjukkan bahwa λ_{\max} 400-520 nm.²⁵ Penelitian pada (Sreelakshmi, 2013) menunjukkan bahwa λ_{\max} 540 nm. Mekanisme yang mungkin untuk stabilisasi nanopartikel adalah karena khelasi logam dengan fungsi 1, 3 - diketon dari kurkumin. Hibrida kurkumin nanopartikel emas menunjukkan stabilitas koloid jangka panjang.

Temu Mangga

Temu mangga merupakan tanaman dari famili Zingiberaceae dengan memiliki ciri rimpang yang bercabang – cabang dengan warna yang kuning muda pada bagian kulit terluar. Tanaman ini teridentifikasi senyawa kurkumin.²⁶ Penelitian yang dilakukan oleh (Sugita et al., 2021) tentang “Phenolic Compounds From The Rhizomes Of Indonesian (*Curcuma amada*.)” menunjukkan bahwa λ_{\max} 420 nm. Penelitian ini memiliki tujuan untuk isolasi senyawa aktif fenolik pada ekstrak rimpang temu mangga yang dimaserasi dalam etanol menghasilkan ekstrak kasar berwarna hitam kecoklatan (5,084 %). Berdasarkan data UV - Vis, FTIR, dan LC-MS , fraksi C1 dan F1 masing - masing teridentifikasi sebagai kurkumin.

Temulawak

Temulawak merupakan tanaman herbal dari famili *zingiberaceae* yang sudah banyak digunakan di kalangan masyarakat sebagai bahan obat tradisional di negara ini. Adanya temulawak sebagai tanaman obat ini sudah lama diakui. Kurkumin pada temulawak ini dapat diidentifikasi menggunakan spektrofotometri UV-VIS.²² Pada penelitian yang dilakukan oleh (Rosidi, 2017) tentang “Potensi Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) sebagai Antioksidan” menunjukkan bahwa kadar kurkumin pada temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 425 nm.²⁸ Penelitian yang dilakukan oleh (Viantiano Harsono & Setiarso, 2021) menunjukkan bahwa kurkumin pada temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 420-430 nm. Kemudian,¹⁶ Penelitian yang dilakukan oleh (Nico, n.d.) menunjukkan bahwa senyawa aktif kurkumin dalam temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 427 nm dengan hasil $y : 0,159x + 0,021$ dengan $R^2 : 0,997$.²⁹ Penelitian pada (Vikri et al., 2022) menunjukkan bahwa kadar kurkumin pada temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 498-500 nm dengan persamaan $y : 0,0026x - 0,08577$ dan $R^2 : 0,992$. Hasil dari Panjang gelombang maksimum didapatkan data yang berturut - turut sebanyak 498nm, 498nm & juga 500nm. Lalu, pada hasil penentuan kadar kurkumin berturut - turut sebanyak 1.92 %, 0.81 % & 12.45 %. Hasil dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa adanya kurkumin dalam minuman yang digunakan sampel.¹⁵ Penelitian dari (Nasional et al., 2016) menunjukkan bahwa kadar kurkumin pada temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 421 nm dengan persamaan $y = 0,1553x$ dengan $R = 0,9995$. Kemudian dilakukan uji linear dengan didapat nilai koefisien korelasi dari kurva standar kurkumin sebanyak 0.9995 dengan hasil bahwa kurva tersebut baik pada uji akurasi memiliki nilai hasil % R di atas 90 % yang mana memenuhi batas metode yang bagus.¹² Penelitian pada (Kusriani, 2017) menunjukkan bahwa kadar dari kurkuminoid pada temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 425 nm dengan persamaan $y : 0.15x + 0.011$ dengan $R : 0,9969$. Kemudian,²⁴ penelitian dari (Sari, 2013) memiliki hasil bahwa kadar kurkumin pada temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 427 nm dengan $y : 0.159x + 0.021$ dan $R^2 : 0.997$. Hasil dari penelitian ini, pelarut aseton merupakan pelarut yang paling baik untuk ekstrak kurkuminoid.¹¹ Penelitian yang dilakukan oleh (Kusnadi & Nugraha et. al, 2018) menunjukkan bahwa kadar kurkumin pada temulawak teridentifikasi pada λ_{\max} 460 nm dengan persamaan $y : 0.033x - 0.33$. Dari persamaan tersebut Penetapan kadar kurkumin digunakan pada rimpang temulawak dengan perbedaan pelarut pada ekstraksi.

SIMPULAN

Kurkumin merupakan senyawa aktif golongan fenolik. Senyawa tersebut dapat ditemukan pada famili *Zingiberaceae*, terutama pada rimpang kunyit, temu mangga, dan temulawak. Kurkuminoid dapat diidentifikasi serapan maksimum nya dengan menggunakan alat instrument spektrofotometri UV – Vis. Dari berbagai penelitian yang diambil dari database artikel – artikel ilmiah, kurkuminoid dari rimpang kunyit memiliki serapan maksimum pada range 400 – 500 nm, temu mangga memiliki serapan maksimum pada range 420 nm, temulawak memiliki serapan maksimum pada range 420 – 500 nm. Selain itu, penggunaan pelarut ekstrak mempengaruhi hasil dari serapan maksimum dan nilai absorbansi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeyda, E., & Widayanti, E. (2020). Analisis Kadar Kurkuminoid dalam Filtrat, Residu dan Campuran Filtrat-Residu Jamu Kunir Asem. *Jurnal Ilmiah Sains*, 21(1), 1.
- Bhairy, S., Shaikh, A., Nalawade, V., & Hirlekar, R. (2021). Development and validation of bivariate UV-visible spectroscopic method for simultaneous estimation of curcumin and piperine in their combined nanoparticulate system. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 11(5), 64–70.
- Daulay, A. S., & Nadia, S. (2019). Eksplorasi Ekstrak Kurkuminoid Rimpang Kunyit Dengan Perbandingan Metode Maserasi dan Pelarut Berdasarkan Aktivitas Antioksidan. *Prosiding Seminar Nasional & Expo II Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat 2019*, 1722–1723.
- Elizarni, & Yanti, W. F. (2019). Identifikasi Dan Penentuan Kadar Senyawa Kurkumin Pada Rimpang Kunyit. *Majalah Ilmiah Teknologi Industri*, 16(2), 48–52.
- Ezyanie Safie, N., Ahmad Ludin, N., Sukor Su, M., Hisham Hamid, N., Sepeai, S., Adib Ibrahim, M., & Asri Mat Teridi, M. (2015). Preliminary Study Of Natural Pigments Photochemical Properties Of *Curcuma longa* L. and *Lawsonia inermis* L. As TiO₂ photoelectrode Sensitizer. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 19(6), 1243–1249.
- Hazra, K., Kumar, R., & Sarkar, B. (2015). UV - Visible Spectrophotometric Estimation Of Curcumin In 2 (January).
- Ilahi, N. A., & Sumardiasih, S. (2020). Ekstraksi Pewarna Alam Berbahan Kunyit, Nanas Kerang, Lumut, dan Kol Merah Serta Aplikasinya dalam Analisis Fotokimia. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(1), 37–42.
- Kadam Associate Professor of Pharmacognosy, P., yadav, K., Kadam, P. V, Yadav, K. N., Bhingare, C. L., & Patil, M. J. (2018). Standardization and quantification of curcumin from *Curcuma longa* extract using UV visible spectroscopy and HPLC. ~ 1913 ~ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 1913–1918.
- Kumar Majumder, K., Sharma, J. B., Kumar, M., Bhatt, S., & Saini, V. (2020). Pages:115-121 To Cite This Article. *Pharmacophore*, 11(1), 115–121.
- Kurkuminoid, E., Kunyit, D., Temulawak, D. A. N., Daulay, A. S., & Nadia, S. (2019). Eksplorasi Kurkuminoid Dari Kunyit dan Temulawak Sebagai Sediaan Obat Herbal.
- Kusnadi, K., & Nugraha, P. P. (2018). Pertumbuhan Rimpang dan Kadar Kurkumin Temulawak Melalui Pemberian Kompos Daun Jati, Air Kelapa dan Limbah Cair Ampas Tahu. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 3(2), 73.
- Kusriani, R. H., Nawawi, A., & Sopandi. (2017). Penetapan Kadar Kurkuminoid dalam Sediaan Sirup Temulawak (*Curcuma xanthorrhizha* Roxb) dengan Spektrofotometri. *Jurnal Farmasi Galenika*, 1(1), 12–15.
- Menggunakan, D., & Spektrofotometri, M. (1910). *Analisis kadar kurkumin pada jenis temu-temuan asli indonesia dengan menggunakan metode spektrofotometri uv-vis*.
- Murti, Y. B., Hartini, Y. S., Hinrichs, W. L. J., Frijlink, H. W., & Setyaningsih, D. (2018). UV-Vis Spectroscopy

- to Enable Determination of the Dissolution Behavior of Solid Dispersions Containing Curcumin and Piperine. *Journal of Young Pharmacists*, 11(1), 26–30.
- Nasional, S., Dan, K., & Kimia, P. (2016). Kurkuminoid Dalam Produk Herbal. *Jurnal Universitas Sebelas Maret*, 1, 107–113.
- Nico, A. (n.d.). Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Kurkuminoid Dari Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*).
- Nurjanah, N., & Saepudin, E. (2019). Curcumin isolation, synthesis and characterization of curcumin isoxazole derivative compound. *AIP Conference Proceedings*, 2168(November 2019).
- Pawar, H. (2014). Phytochemical Evaluation and Curcumin Content Determination of Turmeric Rhizomes Collected From Bhandara District of Maharashtra (India). *Medicinal Chemistry*, 4(8).
- Pawar, H. A., Gavasane, A. J., & Choudhary, P. D. (2018). A Novel and Simple Approach for Extraction and Isolation of Curcuminoids from Turmeric Rhizomes. *Advances in Recycling & Waste Management*, 06(01), 1–4.
- Rahman, M. A. (2022). Development of UV spectrophotometric method for estimation of curcumin in bulk drug and nanogel formulation: A hydrolytic degradation studies. *International Journal of Pharmaceutical Chemistry and Analysis*, 9(2), 87–92.
- Rezki, R. S., Anggoro, D., & Mz, S. (2015). Ekstraksi Multi Tahap Kurkumin dari Kunyit (*Curcumadomestica Valet*) Menggunakan Pelarut Etanol. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 29, 29–34.
- Rosidi, A., Khomsan, A., Setiawan, B., & Briawan, D. (2017). Potensi temulawak (c. *Potensi Temulawak*, 1995).
- Sahri, Jayuska, A., Rahmalia, W., & Hadari Nawawi, J. H. (2019). Efek Pelarut Terhadap Spektra Absorpsi Uv-Vis Kurkuminoid. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(1), 1–9.
- Sari, D. L. N., Bambang, C., & Kumoro, A. C. (2013). Pengaruh Jenis Pelarut pada Ekstraksi Kurkuminoid dari Rimpang Temulawak. *Chem Info*, 1(1), 101–107.
- Sreelakshmi, C., Goel, N., Datta, K. K. R., Adlagatta, A., Ummanni, R., & Reddy, B. V. S. (2013). Green synthesis of curcumin capped gold nanoparticles and evaluation of their cytotoxicity. *Nanoscience and Nanotechnology Letters*, 5(12), 1258–1265.
- Sugita, P., Amalia, M., Dianhar, H., & Rahayu, D. U. C. (2021). Phenolic Compounds From The Rhizomes Of Indonesian (*Curcuma amada*). *Rasayan Journal of Chemistry*, 14(4), 2686–2691.
- Suyitno, Agustia, Y. V., Hidajat, L. L. G., Kristiawan, B., & Wibowo, A. H. (2018). Effect of light and temperature on the efficiency and stability of curcumin-dye-sensitized solar cells. *International Energy Journal*, 18(1), 53–60.
- Viantiano Harsono, R., & Setiarso, P. (2021). Indonesian Chemistry And Application Journal Optimasi Potensi Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Pada pH Basa Sebagai Sensitizer DSSC. *Indonesian Cemistry and Application Journal*, 4(2), 1–7.
- Vikri, M., Ghinan, M., & Ardhe, V. (2022). Identifikasi Kadar Kurkumin pada Minuman Serbuk Berbahan Temulawak dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(2), 191–196.
- Yustinianus, R. R., Wunas, J., Rifai, Y., Ramli, N., Tinggi Ilmu Farmasi Makassar, S., Perintis Kemerdekaan Km, J., Selatan, S., Kurkumin Dari Ekstrak Beberapa Rimpang Suku Zingiberaceae, K., & Ramli Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar, N. (2019). Curcumin Content in Extract of some Rhizomes from Zingiberaceae Family. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 4(1), 15–19.