

ISOLASI, PEMURNIAN DAN KARAKTERISASI ETIL-*P*-METOKSISINAMAT (EPMS) DARI RIMPANG KENCUR (*Kaempferia galanga* L.)

Ni Ketut Sinarsih*, Made Gautama Jayadiningrat, I Gusti Agung Ayu Kartika

Received: 21 Januari 2023 | Accepted: 09 April 2023 | Published online: 25 Agustus 2023
UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Uniska-Daltonjurnal 2023

Abstrak Penelitian ini dilakukan untuk melakukan isolasi, pemurnian, serta karakterisasi etil-*para*-metoksisinamat (EPMS) dari rimpang kencur (*Kaempferia galanga* L.) sebagai bahan alternatif alami tabir surya. Isolasi dilakukan dengan metode maserasi 395,362 g kencur kering menggunakan etanol yang dilanjutkan dengan pemurnian melalui partisi dan kolom dengan fase diam *silica gel 60G normal phase*. Isolasi ekstrak kering kencur menghasilkan 50 mL ekstrak kental serta menghasilkan kristal kecoklatan setelah dipartisi dan dipekatkan. Hasil pemurnian dengan kolom menghasilkan ekstrak berwarna bening dengan berat 9,6 g dan titik leleh 49°C setelah dikristalisasi. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan HPLC, FTIR dan GC-MS. Hasil pengujian dengan HPLC menunjukkan terbentuknya satu buah peak yang menunjukkan bahwa tingkat kemurnian senyawa yang dihasilkan tinggi. Pengujian dengan FTIR menunjukkan adanya intensitas yang kuat untuk ikatan C-O pada panjang gelombang diatas 1050 cm⁻¹ dan C=O memiliki intensitas yang kuat pada panjang gelombang 1700 cm⁻¹ yang merupakan ciri khas dari EPMS. Hasil GCMS diperoleh 1 peak pada waktu retensi 18,32 dengan massa molekul relatif senyawa hasil isolasi sebesar 206 yang sesuai dengan massa molekul relatif dari EPMS.

Katakunci: EPMS • Tabir surya • Etil
Parametoksisinamat • Kencur •



This is an open-access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2023 by authors.

✉ Ni Ketut Sinarsih
nktsinarsih@uhnsugriwa.ac.id,

Universitas Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa

Abstract This research was conducted to isolate, purify, and characterize ethyl-*para*-methoxycinnamate (EPMC) from galangal (*Kaempferia galanga* L.) rhizome as a natural alternative ingredient for sunscreen. Isolation was carried out by maceration method of 395.362 g of dry galangal rhizome using ethanol followed by purification through the partition and column with the stationary phase of 60 g normal phase silica gel. The isolation of the dry extract of galangal rhizome produced 50 mL of viscous extract and brown crystals after being partitioned and concentrated. The results of column purification produced a clear-colored extract with a weight of 9.6 g and a melting point of 49°C after crystallization. Characterization was carried out using HPLC, FTIR, and GC-MS. The results of testing with HPLC show the formation of one peak indicating that the level of purity of the compound produced was high. Testing with FTIR shows that there is a strong intensity for the C-O bond at wavelengths above 1050 cm⁻¹ and C=O has a strong intensity at a wavelength of 1700 cm⁻¹ which is a characteristic of EPMS. The GCMS results obtained 1 peak at a retention time of 18.32 with a relative molecular mass of the isolated compound of 206 which corresponds to the relative molecular mass of EPMS.

Keywords: EPMC • Sunscreen • Ethyl
Paramethoxycinnamate • Galangal
rhizome

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu isu yang paling bergejolak saat ini, yang mana di beberapa belahan dunia telah terjadi kenaikan suhu antara $0,5\text{ }^{\circ}\text{C} - 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Mulyani, 2021). Pemanasan global ini terjadi karena penipisnya lapisan ozon akibat berbagai faktor, yang secara tidak langsung meningkatkan radiasi sinar UV (ultraviolet) baik itu UV A (315-400 nm), UV B (280-315 nm) dan UV C (100-280 nm) ke bumi (Sari et al., 2020). Radiasi sinar ultraviolet tersebut memberikan efek buruk pada kulit manusia karena reaksi-reaksi yang ditimbulkannya. Beberapa efek buruk sinar ultraviolet pada kulit manusia diantaranya *sunburn*, pigmentasi kulit, penuaan dini, bahkan kanker kulit (Putra et al., 2022).

Efek buruk sinar matahari dapat diminimalisir dengan penggunaan tabir surya. Tabir surya merupakan bahan yang bekerja dengan mekanisme menyerap, menyebarkan serta memblokir atau memantulkan sinar UV sehingga intensitas sinar UV yang mengenai kulit dapat diminimalisir (Yanuarti et al., 2021). Oleh karena itu tabir surya merupakan bahan yang sangat dibutuhkan dan perlu dikembangkan saat ini. Bahan tabir matahari dapat diperoleh secara sintetik maupun secara alami. Bahan tabir surya sintetik yang umumnya digunakan adalah benzofenon-3 (anti UV A), oktil metoksisinamat (anti UV B), dan titanium dioksida yang dapat memantulkan sinar UV sebagai tabir surya fisika yang digunakan sebagai bahan berbagai kosmetik (Rahmat, 2019). Tabir surya secara alami bisa diperoleh dari bahan alam salah satunya kencur (*Kaempferia galanga* L.) (Luh Putu Desy Puspaningrat et al., 2019). Tanaman kencur merupakan salah satu tanaman obat tradisional

yang sudah banyak dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat

Indonesia, baik untuk rempah-rempah maupun sebagai bahan baku berbagai jenis pengobatan alternatif yang cukup efektif (Sutrisno et al., 2022). Tanaman ini mempunyai kandungan kimia antara lain minyak atsiri 2,4 – 3,9% serta senyawa metabolit sekunder seperti pentadekana, katekin, epikatekin, kuersetin, mirisetin, naringenin, luteolin, kamfer, sineol, apigenin, dan borneol (Kiptiyah et al., 2021). Tanaman kencur juga mengandung senyawa etil-*para*-metoksisinamat (EPMS) sebanyak 1,2-2,5% dengan rendemen 78,28 pada sampel uji kencur di Kota Malang, 77,23% di Kota Blitar, dan 73,33% di Kota Trenggalek (Adianingsih et al., 2021). Etil-*p*-metoksisinamat merupakan senyawa turunan sinamat yang berbagai manfaat diantaranya sebagai agen antiinflamasi, analgesik, serta sebagai tabir surya (Shintia et al., 2020).

Isolasi EPMS telah banyak dilakukan dengan beberapa metode diantaranya sokletasi dengan rendemen 2,098% (Puspaningrat et al., 2019), perkolasi 4,84% (Shintia et al., 2020), maserasi dengan etanol 8,4% (Winingsih et al., 2021). Dari berbagai metode tersebut EPMS yang dihasilkan merupakan EPMS yang belum dimurnikan sehingga masih ada kandungan senyawa pengotor yang terdapat dalam kristal tersebut. Berdasarkan fakta-fakta tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan memanfaatkan bahan alam rimpang kencur secara optimal dengan mengisolasi, memurnikan, serta karakterisasi senyawa EPMS. Penelitian ini dilakukan sebagai penelitian pendahuluan untuk pengembangan kencur sebagai bahan alami untuk tabir surya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Universitas Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa Denpasar tahun 2022.

Bahan dan Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, kolom kromatografi, *rotary evaporator*, labu erlenmeyer, gelas kimia, labu

ukur, neraca analitik, corong pisah, pipet tetes, statif, klem, batang pengaduk, Silika Gel 60G, Shimadzu HPLC dengan *preparative column* Shimpack ODS-CC *Reverse Phase*, GC-MS dengan GC *Agilent technologies* model 6890N dan detektor MS *Agilent Technologies* model 5973 inert, Thermo Scientific TruDefender FT Handheld FTIR Spectrometer. Bahan yang digunakan adalah rimpang kencur, etanol, *n*-heksan, asam dan aquades.



Prosedur

Ekstraksi kencur dilakukan dengan menggunakan 395,362 g serbuk kencur kering yang diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan 500 mL etanol selama 5 hari. Ekstrak etanol disaring dan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator*. Ekstrak kasar dipartisi dengan 50 mL *n*-heksan, selanjutnya dipisahkan menggunakan corong pisah. Ekstrak dalam pelarut *n*-heksan didiamkan sampai terbentuk kristal. Kristal yang terbentuk selanjutnya dimurnikan lebih lanjut menggunakan kolom dengan fase gerak *n*-heksan dan fase diam *silica gel*. Hasil pemurnian dengan

kolom dikarakterisasi menggunakan HPLC, FTIR dan GC-MS untuk mengetahui kemurnian, gugus fungsi dan massa molekul relatif.

Persentase EPMS dari rimpang kencur yang diisolasi dengan teknik maserasi menggunakan etanol teknis 96% dan dimurnikan dengan *n*-heksana sebagai berikut.

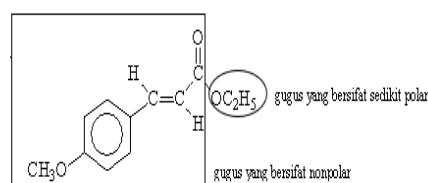
$$\%EPMS = \frac{\text{Masa EPMS yang diperoleh}}{\text{Masa Rimpang Kencur}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Pemurnian EPMS

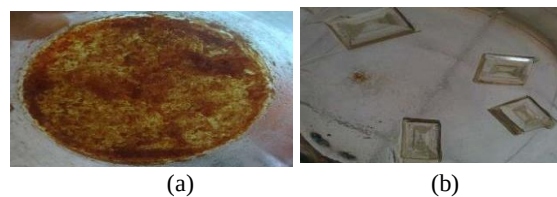
Maserasi 395,362 g serbuk kencur kering selama 5 hari menggunakan etanol teknis 96% sebanyak 2 L menghasilkan ekstrak etanol yang berwarna coklat kemerahan. Pengeringan kencur dilakukan dengan dikeringanginkan agar EPMS yang terkandung di dalamnya tidak rusak oleh pemanasan sinar matahari. Selain itu, penggunaan sampel dalam bentuk serbuk dimaksudkan dengan tujuan untuk memperluas bidang sentuh sehingga ekstraksi akan berjalan secara maksimal.

Etanol digunakan dalam maserasi karena EPMS (gambar 1) merupakan golongan senyawa ester yang mengandung cincin benzena dan gugus metoksi yang bersifat nonpolar dan juga gugus karbonil yang mengikat etil yang bersifat sedikit polar sehingga dalam ekstraksinya dapat menggunakan pelarut yang memiliki spektrum luas dan umumnya memberikan hasil optimal dalam proses ekstraksi (Kumalasari dan Andiarna, 2020). Kehadiran etanol menyebabkan senyawa tersebut larut dan mudah dipisahkan dari rimpang kencur mengingat sifat etanol yang memiliki spektrum luas dalam melarutkan senyawa bahan alam (Sinarsih et al., 2021). Ekstrak etanol pekat yang dihasilkan dari proses maserasi sebanyak 50 mL. Ekstrak tersebut dipartisi dengan 50 mL *n*-heksana. Partisi bertujuan untuk mengelompokkan metabolit yang terkandung dalam ekstrak kasar berdasarkan perbedaan polaritasnya (Sinarsih et al., 2021).



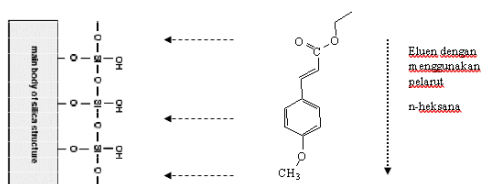
Gambar 1. Struktur Senyawa EPMS

Penggunaan *n*-heksan untuk partisi karena *n*-heksan lebih bersifat nonpolar dibandingkan etanol sehingga senyawa-senyawa polar yang ikut terekstraksi selama proses maserasi dapat dipisahkan. Selain itu sifat EPMS yang cenderung nonpolar akan lebih mudah larut dalam pelarut nonpolar sehingga ekstrak yang dihasilkan lebih murni. Proses partisi membentuk dua lapisan, yaitu fase atas berwarna kuning yang merupakan ekstrak heksana, sedangkan fase bawah ekstrak etanol yang berwarna jingga pekat. Lapisan atas yang mengandung EPMS diuapkan dan dikristalisasi dalam waktu satu hari menghasilkan kristal kekuningan. Kristal kekuningan dimurnikan lebih lanjut melalui kolom sehingga menghasilkan ekstrak bening yang dikristalisasi menghasilkan kristal bening (gambar 2) sebanyak 9,6 g dengan titik leleh sebesar 49°C.



Gambar 2. (a) Kristal Hasil Maserasi; (b) Kristal Hasil Pemurnian

Silica gel normal-phase digunakan sebagai fase diam dikarenakan sifatnya yang polar karena ujungnya mengikat -OH (gugus silanol) (Mariana et al., 2019). Sifat *silica gel* yang polar akan menahan komponen yang polar dan bersifat pengotor dari ekstrak sedangkan komponen yang bersifat nonpolar akan terelusi bersama dengan eluen *n*-heksana. Proses pengkoloman ini memurnikan senyawa EPMS dengan lebih maksimal melalui mekanisme pengikatan pengotor (gambar 3).



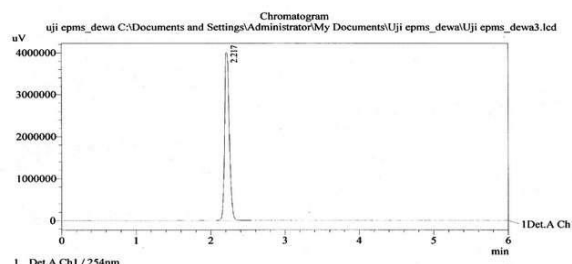
Gambar 3. Prinsip Dasar Kerja Kromatografi Kolom Dengan Fase Diam *Silica Gel G60 Normal Phase*

Persentase EPMS dari rimpang kencur yang diisolasi dengan teknik maserasi menggunakan etanol teknis 96% dan dimurnikan dengan *n*-heksana yaitu 2,43%. Persentase Rendemen ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan isolasi dengan berbagai metode lain seperti sokhletasi dengan rendemen 2,098% (Puspaningrat et al., 2019), namun lebih rendah dibandingkan dengan persentase EPMS yang didapat dengan perkolasi dan rekristalisasi 4,84% (Shintia et al., 2020), maserasi dan rekristalisasi dengan etanol 8,4% (Winingsih et al., 2021). EPMS pada penelitian ini tidak hanya dimurnikan dengan rekristalisasi namun pemurnian secara kimia menggunakan kolom. Pemurnian tersebut kemungkinan yang menyebabkan rendemen EPMS yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan penelitian lainnya.

Karakterisasi EPMS

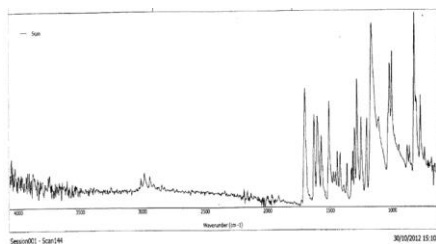
Karakterisasi kristal EPMS yang diperoleh dari hasil isolasi dan pemurnian dilakukan dengan uji spektroskopi HPLC, FTIR dan GC-MS. Uji spektroskopi dimaksudkan untuk menguji kemurnian dan karakteristik intrinsik yaitu

kemurnian, gugus fungsi dan massa molekul relatif dari kristal yang berhasil dipisahkan. Pengujian tingkat kemurnian dilakukan dengan spektroskopi HPLC, dan menghasilkan data satu buah *peak* pada waktu retensi 2,217 menit dengan luas area 100% seperti Gambar 4. Hasil ini menunjukkan kristal yang didapatkan terdiri dari satu senyawa utama atau dapat dikatakan bahwa senyawa yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki tingkat kemurnian yang tinggi.



Gambar 4. Kromatogram HPLC Senyawa EPMS yang Diisolasi dari Kencur

Hasil transmitansi FTIR seperti tampak pada Gambar 5. Spektrum IR menunjukkan senyawa tersebut menghasilkan pita serapan yang ditimbulkan oleh uluran C-H aromatik pada panjang gelombang sekitar 3070–3040 cm^{-1} dengan intensitas lemah, uluran C=O pada panjang gelombang sekitar 1770 cm^{-1} dengan intensitas kuat, uluran C=C aromatik pada panjang gelombang sekitar 1600–1475 cm^{-1} dengan intensitas sedang, pita serapan $-\text{CH}_3$ pada panjang gelombang sekitar 1450–1375 cm^{-1} dengan intensitas sedang, uluran $-\text{CH}_2-$ pada panjang gelombang sekitar 1465 cm^{-1} dengan intensitas sedang, uluran C–C(=O)–O pada panjang gelombang sekitar 1205 cm^{-1} dengan intensitas kuat, uluran C-H alkena pada panjang gelombang sekitar 675–995 cm^{-1} dengan intensitas kuat, uluran C-O dimana C mengikat cincin pada panjang gelombang sekitar 1085 – 1050 cm^{-1} dengan intensitas kuat. Sehingga bisa dipastikan senyawa tersebut merupakan suatu ester yang memiliki cincin benzene.



Gambar 5. Spektrum FTIR Senyawa EPMS yang diisolasi dari kencur

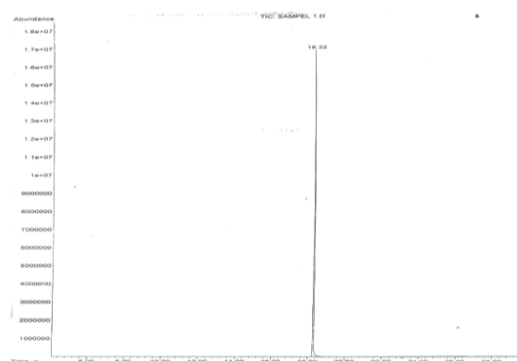
EPMS memiliki ciri khas yang spesifik, dimana pada panjang gelombang $1701,27\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan adanya gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$) dan $1165,97\text{ cm}^{-1}$ adanya gugus $\text{C}-\text{O}$ (Agustina et al., 2018). EPMS pada penelitian ini sesuai dengan penelitian tersebut, dimana $\text{C}-\text{O}$ memiliki intensitas kuat pada panjang gelombang diatas 1050 cm^{-1} dan $\text{C}=\text{O}$ memiliki intensitas yang kuat pada panjang gelombang 1700 cm^{-1} .

Selain HPLC dan FTIR, pengujian dilakukan menggunakan GC-MS dengan spektrum hasil seperti tampak pada Gambar 6 dan 7. Spektrum hasil GC-MS menunjukkan adanya 1 peak pada waktu retensi 18,32 dengan massa molekul relatif senyawa hasil isolasi sebesar 206. Data tersebut memberikan kecocokan dengan data massa molekul relatif senyawa EPMS yaitu 206.

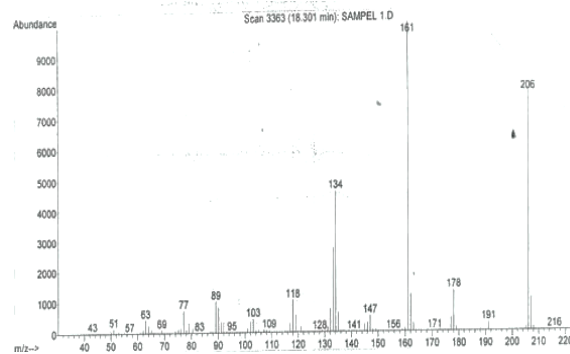
Hasil spektrum massa memberikan peak-peak seperti gambar 7. Fragmentasi massa pada 161: 134; 118; 89; 77; 63 dan 51 seperti Gambar 6. Spektrum GC-MS dari EPMS ini sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh (Umar et al., 2012), dimana EPMS yang telah diisolasi untuk pengujian antiinflamasi memiliki grafik dan fragmentasi yang sama dengan EPMS pada penelitian ini.

KESIMPULAN

EPMS dari rimpang kencur telah dihasilkan menggunakan metode maserasi, fraksinasi dan kromatografi kolom. Analisis dan karakterisasi menggunakan HPLC, FTIR dan GCMS



Gambar 6. Kromatogram GCMS EPMS yang diisolasi dari Rimpang Kencur



Gambar 7. Spektrum Massa Senyawa Hasil Isolasi pada Waktu Retensi 18,32 Menit

menunjukkan jika senyawa yang dihasilkan adalah EPMS. EPMS dari kencur ini merupakan senyawa yang sangat mudah untuk diisolasi dan dimurnikan sehingga memiliki peluang untuk dijadikan alternatif bahan baku tabir surya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianingsih, O. R., Widaryanto, E., Saitama, A., & Zaini, A. H. (2021). Analysis of bioactive compounds present in *Kaempferia galanga* rhizome collected from different regions of East Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 913(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012074>
- Agustina, A., Munawarah, M., Lumi, S. A., & Nur, S. (2018). Green Synthesis Nanopartikel Perak (AgNps) Terkonjugasi Etil Parametoksi Sinamat (Epms) sebagai Bahan Tabir Surya: *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 4(2), 98–105. <https://doi.org/10.22487/J24428744.2018.V4.I2.10440>
- Anindhita Putra, A., Cantika, P., Indriyani, N., Romadhani, P., Lestariyanti, E. (2022). Persepsi, Perilaku Dan Keputusan Terhadap Penggunaan Produk *Sunscreen* Berlabel Halal (Studi Eksplorasi Pada Mahasiswa Uin Walisongo Semarang). *Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 4(1), 101–105. <http://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/kiiis/article/view/3254>
- Kiptiyah, S. Y., Harmayani, E., Santoso, U., & Supriyadi. (2021). The effect of blanching and extraction method on total phenolic content, total flavonoid content and antioxidant activity of Kencur (*Kaempferia galanga* L.) extract. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 709(1), 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/709/1/012025>
- Kumalasari, M. L. F., & Andiarna, F. (2020). Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L). *Indonesian Journal for Health Sciences*, 4(1), 39-44. <https://doi.org/10.24269/IJHS.V4I1.2279>
- Mariana, L., Andayani, Y., & Gunawan, E. R. (2019). Analisis Senyawa Flavonoid Hasil Fraksinasi Ekstrak Diklorometana Daun Keluwih. *Chemistry Progress*, 6(2), 50-55. <https://doi.org/10.35799/CP.6.2.2013.3494>
- Mulyani, A. S. (2021). Antisipasi Terjadinya Pemanasan Global Dengan Deteksi Dini Suhu Permukaan Air Menggunakan Data Satelit. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan - CENTECH*, 2(1), 22–29. <http://ejournal.uki.ac.id/index.php/cen/article/view/2807>
- Puspaningrat, O., Kurnia Abdillah, E., Pandu Wiguna, I., Permana Putra, A., Ismail, R. A., Studi, P. S., Tinggi Ilmu Kesehatan Buleleng, S., & Raya Air, J. (2019). Isolasi Etil P-Metoksisinamat Dari Kencur Dengan Metode Soxhletasi. *MIDWINERSLION: Jurnal Kesehatan STIKes Buleleng*, 4(2), 154–159. <https://doi.org/10.52073/MIDWINERSLION.V4I2.165>
- Rahmat, D. A. (2019). *Optimasi Asam Glikolat Dan Asam Laktat Dalam Krim Tabir Surya Kombinasi Benzofenon-3, Oktil Metoksisinamat, Dan Titanium Dioksida*. <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/90194>
- Sari, D. I., Rahmawanty, D., Ratna, S., Sari, I., & Humairo, A. (2020). Profil Perlindungan Sediaan Lotion Ekstrak Air Daun Gaharu (*Aquillaria Microcarpa*) Terhadap UV-A Dan UV-B. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(1), 93–97. <http://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/snllb-lit/article/view/327>
- Shintia, L. C., Wiranti, S. R., & Retno, W. (2020). *Determination of sun protection factor and antioxidant properties of cream formulation of kencur (Kaempferia galanga L) and temu kunci (Boesenbergia pandurata (Roxb.) Schlecht) rhizomes extract*. *Pharmaciana*, 8(2), 321-330. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v%vi%i.11891>



- Sinarsih, N. K., Rita, W. S., & Puspawati, N. M. (2021). Aktivitas Antibakteri Fraksi Ekstrak Etanol Daun Trembesi (*Samanea Saman* (Jacq.) Merr) Terhadap *Staphylococcus Aureus*. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.23887/IJACR.V3I1.32860>
- Sutrisno, D., Fitri Sulasama, E., Maila, A. (2022). Pemanfaatan Beras Kencur dan Daun Kelor sebagai Obat Tradisional Melalui Kegiatan KKN di RT 05 Desa Mudung Darat Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(1), 199–204. <https://doi.org/10.54082/JAMSI.206>
- Umar, M. I., Asmawi, M. Z., Sadikun, A., Atangwho, I. J., Yam, M. F., Altaf, R., & Ahmed, A. (2012). Bioactivity-Guided Isolation of Ethyl-p-methoxycinnamate, an Anti-inflammatory Constituent, from *Kaempferia galanga* L. Extracts. *Molecules* 2012, 17(7), 8720–8734. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES17078720>
- Winingsih, W., Husein, G., Putri, R., & Ramdhani, N. (2021). Analysis of Ethyl p-Methoxycinnamate from *Kaempferia galanga* L. Extract by High Performance Liquid Chromatography. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 5(4), 353–358. <https://doi.org/10.25026/JTPC.V5I4.331>
- Yanuarti, R., Anwar, E., & Pratama, G. (2021). Evaluasi Fisik Sediaan Krim Tabir Surya dari Bubur Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Turbinaria conoides*. *Jurnal Fishtech*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.36706/FISHTECH.V10I1.13883>

