

Ekstrak Etanol Kunyit, Jahe, dan Sereh sebagai Tabir Surya Alami: Studi Perbandingan Nilai SPF Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Dwi Larasati^{1*}, Nanda Tsalasani Zulfaidah², Dianita Febrina Leswara³, Putri Amelia Wulandari⁴, Elina Tasha Maharani Nurcahyo⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta

dwilarasati.apt@gmail.com¹, nandatsalasani02@gmail.com², febrina.leswara@gmail.com³,
amelptr.661@gmail.com⁴, elinanurcahyo10@gmail.com⁵

Submitted: 10th Oct 2025 Reviewed: 15th Oct 2025 Accepted: 19th Nov 2025 Published : 11th Dec 2025

ABSTRAK

Paparan sinar ultraviolet (UV) dapat menimbulkan berbagai kerusakan kulit, seperti penuaan dini, hiperpigmentasi, dan peningkatan risiko kanker kulit. Upaya pencegahan semakin berkembang melalui pemanfaatan bahan alam yang memiliki kemampuan menyerap sinar UV. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai Sun Protection Factor (SPF) dari ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa* L.), jahe (*Zingiber officinale* Roscoe), dan sereh (*Cymbopogon citratus* DC.) sebagai kandidat bahan aktif tabir surya alami. Ekstraksi dilakukan secara maserasi menggunakan etanol, kemudian larutan diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada konsentrasi 100–300 ppm. Nilai SPF dihitung menggunakan persamaan Mansur dan dianalisis secara deskriptif serta uji Kruskal–Wallis untuk mengetahui perbedaan antar kelompok. Hasil menunjukkan bahwa nilai SPF meningkat seiring kenaikan konsentrasi, dengan ekstrak kunyit memiliki nilai tertinggi (7,649–22,554), diikuti sereh (3,934–11,833) dan jahe (2,369–6,512). Variasi nilai SPF dipengaruhi oleh perbedaan kandungan senyawa aktif, seperti kurkumin pada kunyit, citral pada sereh, dan gingerol pada jahe. Secara keseluruhan, ketiga ekstrak berpotensi menjadi agen tabir surya alami, dengan kunyit sebagai kandidat utama karena memberikan perlindungan UV paling efektif.

Kata kunci: SPF, ekstrak kunyit, ekstrak jahe, ekstrak sereh, tabir surya alami.

ABSTRACT

Ultraviolet (UV) radiation is one of the main environmental factors that contribute to skin damage, including erythema, premature aging, hyperpigmentation, and oxidative stress. The search for natural sunscreen agents has gained increasing interest due to concerns about the safety and environmental impact of synthetic UV filters. This study aimed to compare the sun protection factor (SPF) of ethanol extracts of turmeric (*Curcuma longa* L.), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), and lemongrass (*Cymbopogon citratus* DC.). Plant materials were dried, powdered, and macerated using 96% ethanol to obtain viscous extracts. Organoleptic evaluation and moisture content analysis were conducted, followed by preparation of extract solutions at concentrations of 100, 200, and 300 ppm. The SPF values were determined using a UV-Vis spectrophotometer at 290–320 nm and calculated with the Mansur equation. Data were analyzed descriptively and statistically using the Kruskal–Wallis test. The results showed a significant increase in SPF with rising extract concentration for all samples ($p < 0.05$). Turmeric exhibited the highest SPF values (7.649–22.554), followed by lemongrass (3.934–11.833) and ginger (2.369–6.512), reflecting differences in dominant bioactive compounds—curcuminoids, citral-terpenoids, and gingerols, respectively. Turmeric demonstrated superior UV absorption due to its extensive conjugated double-bond system, while lemongrass and ginger contributed moderate photoprotective and antioxidant effects. In conclusion, all three extracts show potential as natural active ingredients in sunscreen formulations, with turmeric emerging as the most effective candidate for UV protection.

Keywords: SPF, herbal extracts, turmeric, ginger, lemongrass, natural sunscreen.

PENDAHULUAN

Paparan sinar ultraviolet (UV) dari matahari merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan kerusakan kulit seperti penuaan dini, eritema, hiperpigmentasi, dan bahkan kanker kulit (1). Radiasi UV, khususnya pada spektrum UV-A (320–400 nm) dan UV-B (290–320 nm), dapat menimbulkan stres oksidatif melalui pembentukan radikal bebas yang merusak komponen seluler kulit (2). Salah satu upaya pencegahan yang umum dilakukan adalah penggunaan tabir surya dengan nilai Sun Protection Factor (SPF) tertentu, yang menunjukkan kemampuan suatu bahan dalam menghambat penetrasi radiasi UV ke lapisan kulit (3).

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan tabir surya alami semakin meningkat seiring dengan kekhawatiran terhadap efek samping bahan kimia sintetis seperti oksibenzon dan oktinoksat yang berpotensi menimbulkan iritasi

dan dampak ekologi (4). Bahan alami banyak mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, dan terpenoid yang memiliki kemampuan menyerap atau memantulkan sinar UV serta berperan sebagai antioksidan (5). Aktivitas antioksidan dari metabolit sekunder tersebut berfungsi menghambat pembentukan radikal bebas akibat paparan UV, sehingga mendukung efek fotoprotektif pada kulit (6).

Kunyit (*Curcuma longa* L.) merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan dalam bidang farmasi dan kosmetik karena kandungan kurkumin, demetoksikurkumin, dan bisdemetoksikurkumin (7). Senyawa kurkumin diketahui memiliki gugus kromofor dan ikatan rangkap terkonjugasi yang mampu menyerap sinar UV pada panjang gelombang tertentu, sekaligus berperan sebagai antioksidan kuat melalui mekanisme penangkapan radikal bebas (8). Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) juga memiliki potensi serupa karena mengandung gingerol, shogaol, dan zingeron, yang terbukti secara *in vitro* memiliki aktivitas antioksidan tinggi dan mampu menghambat kerusakan oksidatif akibat paparan UV (9,10). Sementara itu, sereh (*Cymbopogon citratus* DC.) mengandung sitral, linalool, dan geraniol, senyawa golongan terpenoid yang berkontribusi terhadap aktivitas fotoprotektif melalui mekanisme penangkapan radikal bebas dan stabilisasi membran sel kulit (11).

Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa ekstrak kunyit, jahe, dan sereh masing-masing memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan potensi dalam melindungi kulit dari paparan sinar UV (8,12–14). Namun demikian, sebagian besar penelitian masih terbatas pada pengujian satu jenis ekstrak tunggal dan belum banyak membandingkan secara langsung kemampuan fotoprotektif ketiganya berdasarkan nilai SPF menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Padahal, perbandingan ini penting dilakukan untuk menentukan ekstrak dengan potensi fotoprotektif paling tinggi yang dapat dijadikan dasar dalam pengembangan formulasi tabir surya berbasis bahan alam.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai SPF dari ekstrak etanol kunyit, jahe, dan sereh menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi relatif ketiga ekstrak tersebut dalam perlindungan terhadap radiasi UV serta menjadi dasar pengembangan formulasi sediaan tabir surya alami yang efektif dan aman digunakan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium yang dilakukan secara bertahap, dimulai dari persiapan bahan, proses ekstraksi, pengujian karakteristik fisik ekstrak, hingga analisis aktivitas tabir surya menggunakan pendekatan spektrofotometri. Setiap tahap dirancang untuk memastikan kualitas ekstrak dan memperoleh data kuantitatif mengenai nilai *Sun Protection Factor* (SPF) dari masing-masing bahan uji. Secara umum, alur penelitian meliputi: (1) persiapan simplisia, (2) proses maserasi untuk memperoleh ekstrak kental, (3) karakterisasi awal ekstrak melalui uji organoleptik dan penetapan kadar air, (4) pembuatan larutan sampel untuk pengujian SPF, serta (5) analisis nilai SPF menggunakan spektrofotometer UV-Vis disertai pengolahan data secara statistik.

Alat

Alat yang digunakan antara lain spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific Genesys 10S), *hot plate stirrer* (IKA), *moisture analyzer* (Ohaus), mikropipet (Eppendorf), neraca analitik (Ohaus), *water bath* (Mettler), sonikator (Cole-Parmer), gelas kimia, labu ukur, corong kaca.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi rimpang jahe (*Zingiber officinale* Roscoe), rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.), dan sereh (*Cymbopogon citratus* DC.) yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional (B2P2TOOT). Pelarut yang digunakan yaitu etanol p.a. (Merck).

Pembuatan Ekstrak

Rimpang jahe, rimpang kunyit, dan daun sereh dibersihkan, dikeringkan terlindung dari sinar matahari langsung, kemudian digiling hingga menjadi serbuk halus dan disaring dengan ayakan *mesh* 40. Masing-masing serbuk tanaman ditimbang sebanyak 1 kg dan dimaserasi dengan pelarut etanol 96% dalam perbandingan 1:5 (b/v). Proses maserasi dilakukan selama tiga hari pada suhu kamar dengan pengadukan setiap 6 jam selama 5 menit. Hasil maserasi disaring, kemudian filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *water bath* pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak yang telah diperoleh disimpan dalam wadah tertutup rapat pada suhu 4°C hingga digunakan untuk pengujian selanjutnya.

Uji Organoleptik

Ekstrak jahe, kunyit, dan sereh diuji secara organoleptik untuk menilai karakteristik fisik, meliputi bau, warna, dan tekstur.

Penetapan Kadar Air (*Moisture Content*)

Ekstrak Etanol Kunyit, Jahe, dan Sereh sebagai Tabir Surya Alami: Studi Perbandingan Nilai SPF Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Dwi Larasati*, Nanda Tsalasani Z, Dianita Febrina L, Putri Amelia W, Elina Tasha Maharani N

Kadar air masing-masing ekstrak ditentukan menggunakan *moisture analyzer* (Ohaus). Sebanyak 3 g ekstrak ditempatkan dan diratakan pada alat, kemudian kadar air. Hasil pengukuran dicatat dengan kriteria kadar air <10% sebagai batas maksimal untuk menjamin stabilitas dan kualitas ekstrak selama penyimpanan.

Persiapan Sampel untuk Uji SPF

Larutan stok dengan konsentrasi 2000 ppm disiapkan dengan melarutkan 50 mg ekstrak masing-masing bahan ke dalam etanol p.a. hingga volume akhir 25 mL. Setiap ekstrak disiapkan dalam tiga ulangan. Larutan stok kemudian diencerkan secara bertingkat untuk memperoleh konsentrasi uji 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm. Larutan uji siap untuk pengukuran absorbansi pada spektrofotometer UV-Vis.

Pengukuran Nilai SPF

Absorbansi larutan uji diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290–320 nm dengan interval setiap 5 nm. Nilai SPF dihitung berdasarkan persamaan Mansur. Absorbansi pada setiap panjang gelombang dikalikan dengan faktor *erythral effect* (EE) dikalikan intensitas spektrum sinar matahari (I), kemudian dijumlahkan untuk seluruh panjang gelombang dan dikalikan dengan faktor koreksi (CF) sebesar 10, sesuai persamaan berikut:

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Keterangan:

Abs(λ) : absorbansi sampel pada panjang gelombang λ
 EE(λ) : efek eritema pada panjang gelombang λ
 I(λ) : spektrum intensitas solar pada panjang gelombang λ
 CF : faktor koreksi, sebesar 10

Tabel 1. Nilai EE × I pada setiap panjang gelombang

Panjang Gelombang (nm)	EE × I
290	0,015
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,018

Analisis Data

Data absorbansi diolah menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung nilai SPF masing-masing ekstrak. Nilai rata-rata dan simpangan baku dari tiga ulangan ditentukan untuk menilai konsistensi hasil. Perbandingan nilai SPF antar ekstrak dan konsentrasi dianalisis secara deskriptif berdasarkan kategori tingkat perlindungan tabir surya, serta diuji secara statistik menggunakan uji Kruskal–Wallis untuk mengetahui perbedaan signifikan antara kelompok ($p < 0,05$).

HASIL

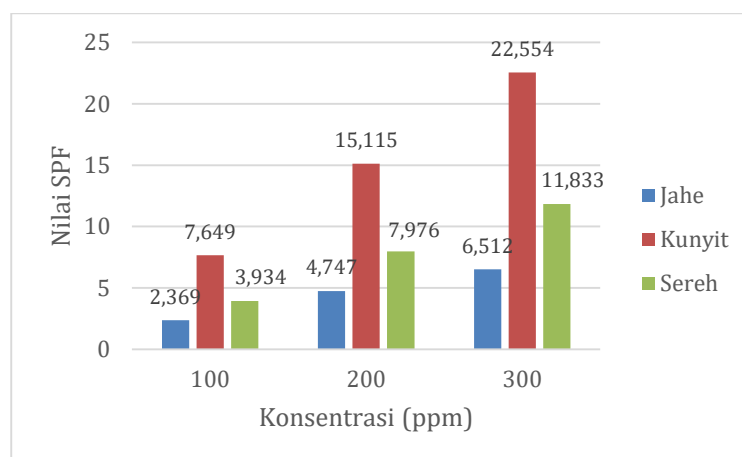
Nilai SPF rata-rata dari ekstrak jahe, kunyit, dan sereh pada berbagai konsentrasi (100, 200, dan 300 ppm) disajikan pada Tabel 3. Secara umum, ketiga ekstrak menunjukkan peningkatan nilai SPF seiring dengan kenaikan konsentrasi ekstrak. Pola ini menunjukkan adanya hubungan positif antara konsentrasi bahan aktif dan kemampuan ekstrak dalam menyerap radiasi ultraviolet (UV).

Tabel 3. Nilai SPF ekstrak pada berbagai konsentrasi uji

Ekstrak	Konsentrasi (ppm)	Nilai SPF ± SD	Kategori
Jahe	100	2,369 ± 0,267	Minimal
	200	4,747 ± 0,053	Sedang

Ekstrak	Konsentrasi (ppm)	Nilai SPF $\pm$ SD	Kategori
Kunyit	300	6,512 $\pm$ 0,593	Ekstra
	100	7,649 $\pm$ 0,152	Ekstra
	200	15,115 $\pm$ 0,207	Ultra
	300	22,554 $\pm$ 0,016	Ultra
Sereh	100	3,934 $\pm$ 0,028	Minimal
	200	7,976 $\pm$ 0,221	Ekstra
	300	11,833 $\pm$ 0,185	Maksimal

Hasil analisis statistik menggunakan uji Kruskal–Wallis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai SPF di antara jenis ekstrak maupun konsentrasi yang diuji ($p < 0,05$). Uji Kruskal–Wallis menggambarkan perbedaan antar kelompok secara keseluruhan tanpa menilai interaksi antar variabel. Gambar 1 menunjukkan hubungan linier antara peningkatan konsentrasi ekstrak dan kenaikan nilai SPF. Kurva peningkatan SPF pada ekstrak kunyit lebih curam dibandingkan sereh dan jahe, mencerminkan kemampuan absorpsi UV yang lebih tinggi.



Gambar 1. Nilai SPF Ekstrak Jahe, Kunyit, dan Sereh pada Berbagai Konsentrasi

Ekstrak jahe menunjukkan nilai SPF paling rendah dibandingkan dua ekstrak lainnya, yaitu 2,369 $\pm$ 0,267 pada 100 ppm, 4,747 $\pm$ 0,053 pada 200 ppm, dan 6,512 $\pm$ 0,593 pada 300 ppm, dengan kategori SPF berturut-turut minimal, sedang, dan ekstra. Meskipun lebih rendah, peningkatan nilai SPF seiring konsentrasi terjadi secara bertahap. Ekstrak kunyit menunjukkan aktivitas fotoprotektif tertinggi pada seluruh konsentrasi yang diuji, yaitu 7,649 $\pm$ 0,152 pada 100 ppm, 15,115 $\pm$ 0,207 pada 200 ppm, dan 22,554 $\pm$ 0,016 pada 300 ppm, dengan kategori SPF berturut-turut ekstra, ultra, dan ultra. Ekstrak sereh menempati urutan kedua dengan nilai SPF sebesar 3,934 $\pm$ 0,028 pada 100 ppm, 7,976 $\pm$ 0,221 pada 200 ppm, dan 11,833 $\pm$ 0,185 pada 300 ppm, yang masuk dalam kategori minimal, ekstra, dan maksimal.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga ekstrak herbal—jahe, kunyit, dan sereh—mengalami peningkatan nilai SPF seiring dengan bertambahnya konsentrasi. Pola ini mengindikasikan bahwa kemampuan ekstrak dalam menyerap radiasi UV bersifat konsentrasi-dependen, di mana semakin tinggi kandungan senyawa aktif maka semakin besar kemampuan ekstrak menahan energi radiasi UV-B. Temuan ini menegaskan bahwa komponen fitokimia dalam ekstrak berperan langsung dalam efektivitas fotoprotektif, terutama melalui mekanisme absorpsi energi UV dan aktivitas antioksidan yang mencegah pembentukan radikal bebas. Dengan demikian, pola peningkatan SPF menjadi indikator penting bahwa ketiga tanaman ini memiliki potensi sebagai bahan tabir surya alami.

Kunyit menunjukkan nilai SPF tertinggi pada seluruh variasi konsentrasi, yang menandakan bahwa kurkumin dan turunannya merupakan senyawa penyerap UV yang sangat efektif. Kurkuminoid memiliki sistem ikatan rangkap terkonjugasi panjang dan gugus kromofor yang mampu menstabilkan energi setelah menyerap radiasi UV. Mekanisme ini sejalan dengan kajian yang menyebutkan bahwa struktur kimia kurkumin menjadikannya fotoprotektan yang unggul (15,16). Temuan penelitian ini memperkuat bukti tersebut dan memberikan kontribusi ilmiah berupa data kuantitatif yang menunjukkan peningkatan linier SPF kunyit dari konsentrasi 100 hingga 300 ppm.

Sementara itu, sereh menempati posisi kedua dalam efektivitas fotoprotektif. Kandungan sitral, geraniol, dan berbagai terpenoid berkontribusi terhadap penyerapan UV serta aktivitas antioksidan yang menetralkan ROS. Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan yang mengidentifikasi kemampuan sitral sebagai penyerap foton UV (17). Namun, penelitian ini memberikan penguatan baru dengan mengukur nilai SPF sereh secara langsung pada beberapa konsentrasi, sehingga tidak hanya menilai aktivitas antioksidan, tetapi juga kemampuan fotoprotektifnya secara kuantitatif.

Ekstrak jahe menunjukkan nilai SPF paling rendah dibandingkan kunyit dan sereh, tetapi tetap menunjukkan pola peningkatan signifikan seiring dengan konsentrasi. Gingerol dan shogaol sebagai senyawa utama lebih dikenal sebagai antioksidan ketimbang penyerap UV. Struktur konjugasinya lebih pendek sehingga kurang optimal dalam menyerap radiasi UV-B dibandingkan kurkuminoid pada kunyit. Temuan ini mendukung hasil penelitian yang menyatakan bahwa fotoproteksi jahe lebih bersifat tidak langsung melalui penangkapan radikal bebas (9,10,15). Penelitian ini memperkaya literatur dengan menunjukkan bahwa meskipun kemampuan penyerapan UV jahe lebih rendah, peningkatan konsentrasi tetap memberikan peningkatan nilai SPF yang konsisten.

Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara jenis ekstrak maupun konsentrasi yang diuji ($p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa variasi kandungan fitokimia antar spesies tanaman secara nyata mempengaruhi kemampuan fotoprotektifnya. Perbedaan tersebut bukan hanya bersifat kuantitatif, tetapi juga terkait struktur kimia senyawa aktif yang berperan sebagai kromofor. Dengan demikian, hasil statistik mengonfirmasi bahwa efektivitas SPF tidak hanya dipengaruhi jumlah ekstrak, tetapi juga kualitas dan jenis senyawa penyerap UV.

Hubungan linier antara konsentrasi ekstrak dan nilai SPF, terutama pada kunyit, mengindikasikan stabilitas respons fotokimia pada senyawa kurkumin. Hal ini berarti bahwa setiap peningkatan konsentrasi berkontribusi langsung pada penambahan kapasitas penyerapan UV. Penelitian sebelumnya oleh (18) melaporkan fenomena serupa dalam formulasi kosmetik berbasis kurkumin, dan penelitian ini memperkuat temuan tersebut melalui analisis berbasis spektrofotometri murni tanpa matriks tambahan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat untuk pemanfaatan kunyit sebagai bahan aktif tabir surya herbal.

Dari sudut pandang ilmiah, temuan penelitian ini memberikan kontribusi baru melalui perbandingan komprehensif tiga tanaman herbal dalam satu desain eksperimen. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya mengevaluasi satu tanaman secara terpisah, sehingga sulit membandingkan efektivitas fotoprotektif antar spesies. Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan menyajikan data yang terstandarisasi—menggunakan metode ekstraksi seragam, konsentrasi sebanding, dan metode pengukuran identik—sehingga perbedaan nilai SPF benar-benar mencerminkan karakter fitokimia masing-masing tanaman.

Dari keseluruhan hasil dan pembahasan di atas, maka penelitian ini memberikan kemajuan ilmiah berupa bukti kuantitatif yang mempertegas potensi kunyit, sereh, dan jahe sebagai kandidat tabir surya alami. Kunyit terbukti memiliki kemampuan fotoprotektif paling tinggi, sehingga dapat menjadi alternatif bahan aktif dalam formulasi kosmetik yang lebih aman dan ramah lingkungan. Sereh dan jahe, meskipun memiliki aktivitas lebih rendah, tetap menunjukkan nilai SPF yang meningkat konsisten sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan pendukung. Dengan demikian, penelitian ini membuka peluang pengembangan produk fotoprotektif berbasis bahan alam serta memperkaya literatur terkait sumber tabir surya nabati yang dapat dikembangkan dari tanaman lokal.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga ekstrak herbal yaitu kunyit, sereh, dan jahe memiliki kemampuan fotoprotektif yang meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi, namun efektivitasnya berbeda secara signifikan. Kunyit memberikan nilai SPF tertinggi pada seluruh konsentrasi karena kandungan kurkuminoid dengan sistem ikatan rangkap terkonjugasi yang mampu menyerap radiasi UV secara lebih efisien. Sereh menunjukkan efektivitas menengah melalui peran sitral dan terpenoid sebagai penyerap UV dan antioksidan, sedangkan jahe memiliki nilai SPF lebih rendah akibat struktur senyawa gingerol yang kurang optimal dalam penyerapan UV, meskipun aktivitas antioksidannya tetap berkontribusi terhadap fotoproteksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian ini mempertegas bahwa kunyit merupakan kandidat paling potensial sebagai bahan aktif tabir surya alami, sementara sereh dan jahe tetap berpotensi digunakan sebagai komponen pendukung dalam formulasi fotoprotektif berbasis bahan alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi atas dukungan pendanaan melalui Program Penelitian Dosen Pemula 2025, nomor kontrak 126/C3/DT.05.00/PL/2025; 0498.22/LL5-INT/AL.04/2025, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

REFERENSI

1. Khetarpal S, Tomecki KJ. Sunscreens and Ultraviolet Light: What you need to know. *Men's Health A Head to Toe Guide for Clinicians*. p. 17–21.
2. McDaniel D, Farris P, Valacchi G. Atmospheric skin aging—Contributors and inhibitors. Vol. 17, *Journal of Cosmetic Dermatology*. Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 124–37.
3. Reinau D, Osterwalder U, Stockfleth E, Surber C. The meaning and implication of sun protection factor. Vol. 173, *British Journal of Dermatology*. Blackwell Publishing Ltd; 2015. p. 1345.
4. Schneider SL, Lim HW. Review of environmental effects of oxybenzone and other sunscreen active ingredients. Vol. 80, *Journal of the American Academy of Dermatology*. Mosby Inc.; 2019. p. 266–71.
5. Cefali LC, Ataide JA, Moriel P, Foglio MA, Mazzola PG. Plant-based active photoprotectants for sunscreens. Vol. 38, *International Journal of Cosmetic Science*. Blackwell Publishing Ltd; 2016. p. 346–53.
6. Gălbău CȘ, Irimie M, Neculau AE, Dima L, Pogačnik da Silva L, Vârciu M, et al. The Potential of Plant Extracts Used in Cosmetic Product Applications—Antioxidants Delivery and Mechanism of Actions. Vol. 13, *Antioxidants*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
7. Sabale P, Modi A, Sabale V. Pharmacognosy and Phytochemistry. *Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 5(2):59–68.
8. Shabrina AM, Azzahra RSS, Permata IN, Dewi HP, Safitri RA, Maya I, et al. Potential of Natural-Based Sun Protection Factor (SPF): A Systematic Review of Curcumin as Sunscreen. Vol. 12, *Cosmetics*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2025.
9. Guo J, Wu H, Du L, Zhang W, Yang J. Comparative Antioxidant Properties of Some Gingerols and Shogaols, and the Relationship of Their Contents with the Antioxidant Potencies of Fresh and Dried Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Vol. 16, *J. Agr. Sci. Tech*. 2014.
10. Kim JK, Kim Y, Na KM, Surh YJ, Kim TY. [6]-gingerol prevents UVB-induced ROS production and COX-2 expression in vitro and in vivo. *Free Radic Res*. 2007;41(5):603–14.
11. Madan V. A Review on the Phytochemistry and Pharmacology of *Cymbopogon citratus* Stapf. (Lemongrass). *The Pharma Innovation Journal* [Internet]. 2018;300(3):300–4. Available from: www.thepharmajournal.com
12. Korać RR, Khambholja KM. Potential of herbs in skin protection from ultraviolet radiation. Vol. 5, *Pharmacognosy Reviews*. 2011. p. 164–73.
13. Petruk G, Giudice R Del, Rigano MM, Monti DM. Antioxidants from plants protect against skin photoaging. Vol. 2018, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Hindawi Limited; 2018.
14. Ramadhani S, Nyoman I, Lister E, Fachrial E, Nasution H. Antiaging Cream Formula From Lemongrass Leaf Extract (*Chymbopogon Citratus*) [Internet]. *International Journal of Health and Pharmaceutical*. Available from: <https://ijhp.net>

15. Poh KH, Muhammad N, Abdullah N, A. Talip B. The Evaluation of Antioxidant Activity of Individual and Mixture of Lemongrass, Curry Leaves, Turmeric and Ginger Extracts. *Journal of Science and Technology* [Internet]. 2018 Feb 1;10(2). Available from: <http://penerbit.uthm.edu.my/ojs/index.php/JST/article/view/2958/1583>
16. Rathaur P, Raja W, Ramteke PW, John SA. TURMERIC: THE GOLDEN SPICE OF LIFE. *IJPSR* [Internet]. 2012;3(7):7. Available from: www.ijpsr.com
17. Rastuti, U., Sulaeman, U., Widyaningsih, S., Zia, S. K., & Mahendra, R. A. (2022).
18. Liu X, Zhang R, Shi H, Li X, Li Y, Taha A, et al. Protective effect of curcumin against ultraviolet A irradiation-induced photoaging in human dermal fibroblasts. *Mol Med Rep*. 2018 May 1;17(5):7227–37.