



Penentuan nilai SPF hidrosol herba timi (*Thymus vulgaris* L.) dengan metode spektrometer UV VIS

Evaluation of the sun protection factor (SPF) of thyme herb hydrosol (Thymus vulgaris L.) with the UV VIS spectrometer method

Hesty Hayuning Tyas, Ika Hany Fatmawati, Ayu Khusnul, Cindi, Hisyam, Tafana Laura, Diyan Sakti Purwanto

Politeknik Indonusa Surakarta, Jawa Tengah

ABSTRACT

The hydrosol of Thymus vulgaris L. is known to contain volatile compounds with antioxidant activity and potential as a UV-protective agent. This study aimed to evaluate the photoprotective ability of thyme herb hydrosol through quantitative determination of its Sun Protection Factor (SPF). The experimental laboratory-based study was conducted at Politeknik Indonusa Surakarta. A total of 500 grams of dried thyme herb was extracted using steam-water distillation for 2 hours with 2.5 L of distilled water. Bioactive compounds were identified using Thin Layer Chromatography (TLC) and phytochemical screening. SPF values were determined in vitro using a UV-Vis spectrophotometer across the wavelength range of 290–320 nm. The results showed that the hydrosol exhibited SPF values of 36.37 ± 0.41 (1%), 37.19 ± 0.36 (3%), and 36.81 ± 0.36 (5%), all classified as ultra protection. The decrease in SPF at the highest concentration was suspected to be due to a saturation effect. In conclusion, thyme herb hydrosol demonstrates potential as a natural active ingredient in sunscreen formulations with high UVB protection efficacy

Keywords : Hydrosol; photoprotective; SPF; timi; UV-Vis

ABSTRAK

Hidrosol herba timi (*Thymus vulgaris* L.) diketahui mengandung senyawa volatil dengan aktivitas antioksidan yang berpotensi sebagai agen pelindung sinar UV. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan fotoprotektif hidrosol herba timi melalui penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) secara kuantitatif. Penelitian menggunakan desain eksperimen laboratorium yang dilakukan di Politeknik Indonusa Surakarta. Simplisia timi kering sebanyak 500 gram diekstraksi dengan metode destilasi selama 2 jam menggunakan 2,5 L aquadest. Senyawa bioaktif diidentifikasi melalui Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan skrining fitokimia. Penentuan nilai SPF dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada rentang panjang gelombang 290–320 nm. Hasil menunjukkan bahwa hidrosol timi memiliki nilai SPF pada konsentrasi 1%, 3%, dan 5% masing-masing sebesar $36,37 \pm 0,41$; $37,19 \pm 0,36$; dan $36,81 \pm 0,36$ yang tergolong dalam kategori proteksi ultra. Penurunan nilai SPF pada konsentrasi tertinggi diduga akibat efek saturasi. Kesimpulannya, hidrosol herba timi menunjukkan potensi sebagai bahan aktif alami dalam formulasi tabir surya dengan efektivitas proteksi tinggi terhadap radiasi UVB.

Kata kunci : Hidrosol; Fotoprotektif; SPF; timi; UV-Vis

Korespondensi : Diyan Sakti Purwanto, Program Studi D3 Farmasi, Politeknik Indonusa Surakarta, Alamat: Jl. K.H Samanhudi No. 31, Bumi, Kec. Laweyan, Kota Surakarta, Jawa Tengah, (0271) 7464173, diyansakti@poltekindonusa.ac.id

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang menerima paparan sinar matahari hampir sepanjang tahun. Kondisi ini menyebabkan penduduk Indonesia lebih rentan terhadap berbagai efek merugikan dari radiasi sinar ultraviolet (UV), khususnya UVB (290-320 nm). Paparan sinar ultraviolet B (UVB) yang berlebihan merupakan faktor risiko kesehatan global yang serius karena dapat menimbulkan reaksi fototoksik akut seperti eritema (kemerahan kulit) hingga kerusakan kronis berupa penuaan dini, hiperpigmentasi, dan kanker kulit. Data epidemiologis menunjukkan bahwa insiden sunburn akibat paparan sinar UV masih tinggi, dengan prevalensi mencapai 41,9-

69% pada anak-anak dan remaja selama musim panas di berbagai negara (1). Lebih lanjut, menurut laporan *World Health Organization* (WHO), kanker kulit yang diinduksi oleh radiasi UV menyebabkan lebih dari 65.000 kematian setiap tahun akibat melanoma maligna, sementara prevalensi kanker kulit non-melanoma mencapai lebih dari 1,2 juta kasus di seluruh dunia pada tahun 2022 (1). Paparan radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun di Indonesia memperburuk risiko ini, karena sinar UV-A dan UV-B dapat menembus atmosfer dan memberikan dampak merugikan pada kulit, mata, hingga sistem kardiovaskular (2). Salah satu strategi preventif yang paling efektif untuk melindungi kulit dari dampak buruk radiasi ultraviolet adalah penggunaan tabir surya. Produk ini bekerja dengan membentuk lapisan pelindung kimiawi yang mampu mengurangi risiko eritema, hiperpigmentasi, hingga kanker kulit (3). Namun, efektivitas proteksi tabir surya sangat bergantung pada pemilihan formula, nilai SPF, serta ketepatan cara penggunaannya (3). Oleh karena itu, diperlukan metode evaluasi yang terukur secara ilmiah untuk memastikan daya proteksi suatu produk tabir surya. Efektivitas tabir surya umumnya dinilai melalui parameter *Sun Protection Factor* (SPF), yaitu rasio *Minimal Erythematous Dose* (MED) kulit terlindungi terhadap kulit yang tidak terlindungi. Penentuan nilai SPF dapat dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, yang mengukur daya serap larutan terhadap radiasi UV pada panjang gelombang tertentu. Metode ini dinilai lebih aman dan praktis dibandingkan metode *in vivo*, serta sesuai digunakan sebagai langkah awal skrining potensi SPF dari bahan-bahan alami (4)

Dalam beberapa tahun terakhir, tren penggunaan bahan alami sebagai bahan aktif tabir surya meningkat seiring dengan kekhawatiran masyarakat terhadap potensi toksisitas dari bahan kimia sintetis. Senyawa antioksidan dari tanaman, terutama senyawa fenolik dan flavonoid, telah diketahui dapat menyerap radiasi UV sekaligus menetralkan radikal bebas. Oleh karena itu, tanaman yang kaya senyawa bioaktif kini banyak diteliti untuk menggantikan bahan pelindung UV sintetis (5).

Salah satu tanaman yang menunjukkan potensi kuat sebagai sumber bahan aktif alami pelindung sinar UV adalah *Thymus vulgaris L.*, atau dikenal sebagai herba timi. Tanaman ini diketahui mengandung senyawa volatil seperti thymol, carvacrol, dan linalool yang menunjukkan aktivitas antioksidan tinggi. Xin, dkk (2024) melaporkan bahwa di antara tujuh spesies famili Lamiaceae, hidrosol *Thymus vulgaris* memiliki aktivitas antioksidan tertinggi, yang dikaitkan dengan kandungan fenoliknya yang melimpah. Struktur kimia aromatik dari senyawa seperti thymol dan carvacrol menjadikannya mampu menyerap sinar UVB, mendukung potensinya sebagai agen fotoprotektif alami (6).

Hidrosol sebagai fraksi samping dari proses distilasi uap minyak atsiri, mengandung senyawa aktif dalam bentuk larutan berair. Walaupun kadar senyawa aktifnya lebih rendah dibandingkan minyak atsiri, hidrosol memiliki keunggulan berupa sifatnya yang lebih ringan, tidak iritatif, dan aman untuk kulit sensitif. Pandur, dkk (2022) menyatakan bahwa hidrosol tetap memiliki aktivitas biologis bermakna, termasuk dalam menurunkan ekspresi sitokin proinflamasi, yang relevan dalam proteksi terhadap kerusakan kulit akibat paparan UV (5).

Potensi antioksidan dari hidrosol timi telah banyak dilaporkan dalam berbagai studi, namun aktivitasnya sebagai agen pelindung sinar UV masih belum banyak dievaluasi secara kuantitatif. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada identifikasi senyawa aktif dan pengujian aktivitas antioksidan, tanpa menilai secara langsung potensi proteksi terhadap radiasi UV menggunakan metode spektrofotometri (6). Hal ini menjadi dasar penting untuk melakukan penelitian lanjutan guna mengetahui sejauh mana hidrosol timi dapat digunakan sebagai bahan aktif dalam sediaan tabir surya alami.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan fotoprotektif

hidrosol herba timi (*Thymus vulgaris L.*) melalui penentuan nilai SPF secara kuantitatif menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung pemanfaatan hidrosol timi sebagai bahan aktif alami dalam formulasi tabir surya yang aman, efektif, dan ramah lingkungan

METODE

Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Fitokimia dan Kimia Farmasi, Politeknik Indonusa Surakarta, pada Maret hingga April 2025. Sampel berupa simplisia kering herba *Thymus vulgaris L.* sebanyak 500 gram didistilasi menggunakan metode distilasi uap-air dengan 2,5 L aquadest selama dua jam, menghasilkan 400 mL hidrosol. Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder dengan penentuan nilai R_f (7). Skrining fitokimia dilakukan terhadap golongan senyawa aktif seperti alkaloid, saponin, fenolik, tanin, flavonoid, diterpenoid, dan fitosterol menggunakan metode uji standar. Penilaian nilai Sun Protection Factor (SPF) dilakukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan pengukuran absorbansi pada rentang panjang gelombang 290–320 nm (8). Data dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi potensi aktivitas fotoprotektif dari hidrosol herba timi terdiri dari variabel.

Pembuatan ekstrak

Thymus vulgaris L. yang digunakan berasal dari daerah Tawangmangu dan sudah berupa simplisia kering. Simplisia timi yang digunakan harus berupa pucuk-pucuk tanaman timi yang kering, berwarna hijau segar, tidak berubah warna karena proses pengeringan, dan tidak mengandung kotoran atau bagian tanaman lain yang tidak diinginkan. Determinasi herba timi dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional di Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Sampel sebanyak 500 gram didistilasi menggunakan 2,5L pelarut aquadest selama 2 jam. Proses distilasi ini menghasilkan 400 mL hidrosol sebagai fraksi hasil, sehingga rendemen yang diperoleh mencapai 80%. Rendemen sebesar 80% tergolong tinggi, menunjukkan efisiensi proses distilasi uap-air dan bahwa simplisia timi mengandung komponen volatil yang melimpah. Pandur, dkk (2022) melaporkan bahwa hasil distilasi dari tanaman aromatik seperti timi menghasilkan hidrosol yang kaya senyawa aktif seperti *thymol*, *carvacrol*, dan *borneol* (5), meskipun dalam konsentrasi lebih rendah dibandingkan minyak atsirinya juga menunjukkan bahwa *Thymus vulgaris* menghasilkan volume hidrosol yang relatif tinggi dibandingkan tanaman lain dalam famili *Lamiaceae*, terutama karena kadar air dan senyawa volatilnya yang tinggi (6).

Uji kromatografi lapis tipis (KLT)

Pengujian KLT terhadap hidrosol herba timi dilakukan untuk memantau keberadaan senyawa metabolit sekunder secara kuantitatif, khususnya senyawa fenolik. Hasil analisis menunjukkan adanya spot Tunggal dengan nilai *Retardation Factor* (R_f) sebesar 0,96 dan HRf sebesar 96%.

Nilai R_f mendekati 1 menunjukkan bahwa senyawa dalam hidrosol memiliki sifat relative non-polar atau semi polar, dan mudah bermigrasi melalui fase diam. Hal ini sesuai dengan sifat senyawa utama dalam timi seperti *thymol* dan *carvacrol* yang dikenal memiliki struktur aromatik sederhana dan bersifat semi-polar. Kedua senyawa tersebut memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan sinar UV dan berkontribusi pada aktivitas antioksidan serta proteksi UV melalui penyerapan spektrum UVB. Penampakan spot tunggal juga menunjukkan bahwa senyawa dominan dalam hidrosol kemungkinan homogen atau telah terekstraksi secara selektif melalui proses distilasi. Ini berbeda dengan ekstrak etanolik atau metanolik yang cenderung menunjukkan banyak spot karena melarutkan berbagai senyawa polar dan non-polar sekaligus (5). Dengan demikian, hasil KLT ini memperkuat

dugaan bahwa hidrosol mengandung senyawa fotoprotektif utama yang dapat berkontribusi dalam aktivitas SPF.

Skrinning fitokimia hidrosol herba timi

Tabel 1. Skrinning fitokimia hidrosol herba timi

Golongan senyawa	Metode uji	Hasil
Alkaloid	Dragendorff	Positif
	Mayer	Positif
	Wagner	Negatif
Saponin	Foam test	Positif
Fitosterol	Salkowski	Positif
Fenolik	FeCl ₃	Positif
Tanin	Gelatin + MgSO ₄ + NaCl	Positif
Flavonoid	Alkali test	Negatif
	Timbal asetat	Positif
Diterpenoid	Tembaga asetat	Negatif

Tabel 1. Dari hasil skrinning fitokimia pada hidrosol herba timi menunjukkan keberadaan beberapa senyawa bioaktif penting, yaitu fenolik, tanin, saponin, alkaloid, flavonoid (tertentu), dan fitosterol. Senyawa-senyawa ini teridentifikasi melalui bermacam metode uji spesifik yang menunjukkan hasil positif, misalnya Dragendorff dan Mayer untuk alkaloid, foam test untuk saponin, dan FeCl₃ untuk fenolik. Interpretasi ini menunjukkan kandungan fitokimia penting pada hidrosol herba timi dan potensi manfaatnya, terutama dalam aplikasi sebagai bahan aktif untuk perlindungan kulit dan antioksidan.

Penentuan nilai SPF

Penentuan nilai SPF dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV- Vis. Hidrosol Herba timi (*Thymus vulgaris L.*) dibaca menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290 -320 nm dengan interval 5 nm, panjang gelombang sinar UV-B yakni sinar UV yang dapat menyebabkan eritema pada kulit. Blanko yang digunakan adalah campuran aquadest dan etanol pa dengan perbandingan 1 : 10 dengan etanol pa sebanyak 1ml dan aquades ad 10ml. Hasil pengukuran absorbansinya digunakan untuk menghitung nilai SPF, dengan rumus Mansur (8) sebagai berikut :

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

Keterangan :

CF : Faktor koreksi

EE : Spektrum efek eritema

I : Spektrum intensitas matahari

Abs : Absorbansi sampel

Tabel 2. Nilai SPF hidrosol herba timi (*Thymus vulgaris L.*) pada beberapa variasi konsentrasi

Konsentrasi	Nilai SPF Rata-Rata ± SD	Kategori Proteksi
1%	36,37±0,41	Ultra
3%	37,19±0,36	Ultra
5%	36,81±0,36	Ultra

Tabel 2 menunjukkan nilai Sun Protektor Faktor (SPF) pada hidrosol herba timi konsentrasi 1%, 3%, dan 5%, dengan hasil berturut-turut yaitu 36,37±0,41; 37,19±0,36; 36,81±0,36. Ketiga nilai ini termasuk dalam kategori proteksi ultra yang berarti semua variasi konsentrasi memberikan tingkat proteksi yang sangat baik terhadap sinar UV, yang secara langsung menunjukkan potensi kuat hidrosol herba timi dalam menangkal kerusakan kulit akibat

paparan sinar UV. Nilai SPF yang tinggi ini juga mengindikasikan bahwa senyawa bioaktif di dalam herba timi efektif meredam radiasi UV, terutama senyawa flavonoid, fenolik, dan tanin, yang terkenal memiliki aktivitas fotoprotektif.

PEMBAHASAN

Pada penentuan nilai SPF penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri dengan pengenceran menjadi konsentrasi 1%, 3%, dan 5%. Mekanisme SPF dapat menangkal radikal bebas dengan cara SPF menyerap dan menghambat pigmen melanin yang dapat terakumulasi sehingga dapat menghambat munculnya bintik-bintik hitam yang disebabkan oleh paparan sinar UV yang berlebih. *Food Drug Administration* (FDA) mengklasifikasikan kategori kemampuan tabir surya berdasarkan nilai SPF yaitu nilai 2-4 (Minimal), 4-6 (Sedang), 6-8 (Ekstra), 8- 15 (Maksimal), dan >15 (Ultra) (9). Penggunaan larutan blanko bertujuan untuk memastikan bahwa nilai SPF yang diukur benar-benar berasal dari hidrosol, bukan dari faktor lain seperti pelarut.

Pada penelitian ini, penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) pada hidrosol herba timi menunjukkan hasil yang sangat tinggi pada berbagai konsentrasi, yaitu 36,37 pada konsentrasi 1%, 37,19 pada konsentrasi 3%, dan 36,81 pada konsentrasi 5%. Berdasarkan kategori internasional, seluruh nilai tersebut masuk dalam klasifikasi ultra protection, yang menandakan kemampuan proteksi terhadap radiasi UV yang sangat baik. Tingginya nilai SPF ini mengindikasikan bahwa herba timi mengandung senyawa bioaktif yang efektif dalam menyerap radiasi UV, terutama golongan flavonoid, fenolik, dan tanin, sebagaimana juga telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya (10).

Senyawa fenolik dan flavonoid diketahui memiliki kemampuan menyerap radiasi UVB melalui sistem konjugasi yang mereka miliki, sehingga sangat relevan dalam aktivitas fotoprotektif. Fenolik dan tanin dalam sediaan kosmetik bekerja dengan cara menyerap dan memantulkan sinar UV serta menetralkan radikal bebas yang terbentuk akibat paparan sinar matahari (4). Saponin, alkaloid, dan fitosterol juga memberikan kontribusi tambahan, baik sebagai penstabil formulasi maupun agen antioksidan dan antiinflamasi. Pandur, dkk (2022) juga menyebutkan bahwa komponen-komponen ini bekerja secara sinergis dalam melindungi jaringan kulit dari stres oksidatif akibat paparan sinar UV (5).

Hasil skrining ini sejalan dengan studi sebelumnya oleh Xin, dkk (2024) yang menemukan bahwa hidrosol timi memiliki profil senyawa bioaktif yang mendukung berbagai aktivitas biologis, termasuk aktivitas antioksidan yang berperan penting dalam perlindungan kulit dari radiasi (6).

Secara teori, hubungan antara konsentrasi larutan sampel dengan nilai absorbansi dijelaskan melalui hukum Lambert-Beer, yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi analit akan menghasilkan kenaikan absorbansi secara linear. Dalam penelitian ini, kenaikan konsentrasi hidrosol dari 1% ke 3% memang menghasilkan peningkatan absorbansi yang diikuti dengan kenaikan nilai SPF. Namun, pada konsentrasi 5% terjadi sedikit penurunan nilai SPF meskipun absorbansinya tetap tinggi. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui mekanisme kejenuhan absorpsi (*saturation effect*), yaitu kondisi ketika molekul aktif sudah mencapai titik maksimum kemampuannya dalam menyerap energi radiasi UV sehingga penambahan konsentrasi tidak lagi berbanding lurus dengan efektivitas proteksi. Bahkan, interaksi kompleks antar komponen aktif dapat mengganggu kestabilan sistem, menyebabkan nilai SPF menurun atau mencapai plateau (11) (12).

Hasil ini sejalan dengan temuan pada penelitian ekstrak tumbuhan lain, bahwa peningkatan konsentrasi umumnya meningkatkan nilai SPF, tetapi pada titik tertentu grafik kenaikan akan melandai dan tidak lagi signifikan. Sebagai contoh, penelitian Caballero-Gallardo *et al.* (2022) menunjukkan bahwa minyak atsiri *Cymbopogon flexuosus* dan *Tagetes lucida* memang memiliki aktivitas fotoprotektif dengan nilai SPF cukup tinggi, tetapi tidak menunjukkan

peningkatan linier pada konsentrasi yang lebih besar (11). Hal yang sama juga dikonfirmasi pada penelitian Mansinhos, dkk. (2022) terhadap ekstrak hijau *Thymus lotocephalus*, meskipun senyawa fenoliknya memberikan efek antioksidan dan fotoprotektif, tingkat konsentrasi tertentu justru dapat menurunkan stabilitas dan aktivitas biologis akibat stres oksidatif maupun perubahan komposisi metabolit (13).

Selain itu, penelitian Taibi, dkk. (2025) membuktikan bahwa minyak atsiri *Thymus vulgaris* memiliki nilai SPF *in vitro* yang signifikan (SPF = 5,64) dan mengandung senyawa aktif seperti α -terpineol serta carvacrol yang berkontribusi terhadap aktivitas fotoprotektif. Namun, sama seperti pada penelitian ini, peningkatan konsentrasi tidak selalu menghasilkan efek proteksi yang lebih tinggi karena adanya interaksi senyawa volatil dan keterbatasan kemampuan penyerapan sinar UV (14).

Lebih lanjut, mekanisme molekuler fotoproteksi dari *Thymus vulgaris* juga telah dikaji oleh Sun, dkk. (2017), yang menunjukkan bahwa senyawa rosmarinic acid di dalamnya dapat mengaktifkan jalur antioksidan Nrf2-ARE sekaligus menghambat jalur pro-inflamasi MAPK/AP-1. Aktivasi mekanisme tersebut terbukti mampu menekan pembentukan ROS akibat paparan UVB, mengurangi ekspresi matrix metalloproteinases (MMPs), dan meningkatkan sintesis kolagen sehingga mencegah kerusakan struktural kulit (15). Dengan demikian, kandungan senyawa fenolik dan flavonoid dalam timi tidak hanya bertanggung jawab atas tingginya nilai SPF, tetapi juga memberikan perlindungan biologis terhadap kerusakan kulit yang dipicu oleh radiasi UV.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingginya nilai SPF pada hidrosol herba timi konsentrasi 1–3% sesuai dengan teori Lambert–Beer dan mendukung efektivitas senyawa bioaktifnya sebagai agen fotoprotektif. Namun, penurunan nilai SPF pada konsentrasi 5% menegaskan pentingnya menentukan konsentrasi optimal, karena penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi justru berpotensi mengurangi efektivitas proteksi akibat efek saturasi, interaksi antar senyawa, maupun keterbatasan absorpsi UV. Oleh karena itu, formulasi sediaan tabir surya berbahan dasar alami seperti herba timi harus memperhatikan titik optimum konsentrasi untuk memperoleh perlindungan maksimal sekaligus menjaga stabilitas produk.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hidrosol herba *Thymus vulgaris L.* memiliki aktivitas fotoprotektif yang signifikan dengan nilai SPF pada konsentrasi 1%, 3%, dan 5% masing-masing sebesar $36,37 \pm 0,41$; $37,19 \pm 0,36$; dan $36,81 \pm 0,36$ yang seluruhnya termasuk dalam kategori proteksi ultra. Penurunan nilai SPF pada konsentrasi tertinggi (5%) diduga disebabkan oleh efek saturasi, yaitu kondisi peningkatan konsentrasi bahan aktif tidak lagi meningkatkan kemampuan menyerap sinar UV secara proporsional. Secara keseluruhan, hidrosol timi memiliki potensi besar sebagai bahan aktif alami yang aman dan efektif dalam formulasi tabir surya.

SARAN

Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi stabilitas dan efektivitas hidrosol timi dalam bentuk sediaan topikal, serta pengujian *in vivo* guna mengonfirmasi efektivitas fotoprotektif pada kulit secara langsung. Selain itu, variasi metode ekstraksi dan formulasi sediaan dapat dikaji lebih lanjut untuk memperoleh hasil optimal yang aplikatif dalam industri kosmetik berbasis bahan alam.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fitraneti E, Rizal Y, Riska Nafiah S, Primawati I, Ayu Hamama D. Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet terhadap Kesehatan Kulit dan Upaya Pencegahannya : Tinjauan Literatur. Scientific Journal. 2024;3(3):185-94.
2. Marbun FK, Tarigan SB, Sudarti S. Tinjauan Analisis Manfaat dan Dampak Sinar Ultraviolet Terhadap

- Kesehatan Manusia. Jurnal Penelitian Inovatif. 2023;3(3):605–12.
3. Mumtazah EF, Salsabila S, Lestari ES, Rohmatin AK, Ismi AN, Rahmah HA, et al. Pengetahuan Mengenai Sunscreen Dan Bahaya Paparan Sinar Matahari Serta Perilaku Mahasiswa Teknik Sipil Terhadap Penggunaan Sunscreen. Jurnal Farmasi Komunitas. 2020;7(2):63.
 4. Rahman II, Nurfauziyya LA, Ode L, Ji A, Syekh KH, Km N, et al. Spektrofotometri UV-VIS dalam Penentuan Nilai SPF pada Tabir Surya Ekstrak Alam dengan intensitas scahaya yang diserap oleh suatu sampel . Pada Panjang gelombang tertentu. 2025;
 5. Pandur E, Micalizzi G, Mondello L, Horváth A, Sipos K, Horváth G. Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of Thyme (*Thymus vulgaris L.*) Essential Oils Prepared at Different Plant Phenophases on *Pseudomonas aeruginosa* LPS-Activated THP-1 Macrophages. Antioxidants. 2022;11(7).
 6. Xin Z, Wang W, Yang W, Li Y, Niu L, Zhang Y. Investigation of Volatile Components and Assessment of Antioxidant Potential in Seven Lamiaceae Plant Hydrosols. Molecules. 2024;29(1).
 7. Oktapiya TR, Pratama NP, Purnamaningsih N. Analisis fitokimia dan kromatografi lapis tipis ekstrak etanol daun rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*). Sasambo Journal of Pharmacy. 2022;3(2):105–10.
 8. Rahayu ST, Sari RY, Mahayasih PGMW, Utami TP, Eden Y. Penentuan Sun Protection Factor (SPF) dan Antioksidan Ekstrak Alga Hijau (*Ulva reticulata* Forsskal) sebagai Tabir Surya dengan Spektrofotometer UV-Vis. Archives Pharmacia. 2023;5(1):50–62.
 9. Nu'man M. No Title. Aleph. 2023;87(1,2):149–200.
 10. Sakti Purwanto D, Dina Ashfa Karima, Ansela Permata Sari, Malihatul Tsaqif Farras, Wiyanti Sefiana, Mariyam Mariyam, et al. Penetapan Nilai SPF (Sun Protection Factor) Ekstrak Herba Timi (*Thymus vulgaris L.*) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kedokteran. 2025;4(2):633–40.
 11. Caballero-Gallardo K, Quintero-Rincón P, Stashenko EE, Olivero-Verbel J. Photoprotective Agents Obtained from Aromatic Plants Grown in Colombia: Total Phenolic Content, Antioxidant Activity, and Assessment of Cytotoxic Potential in Cancer Cell Lines of *Cymbopogon flexuosus L.* and *Tagetes lucida Cav.* Essential Oils. Plants. 2022;11(13).
 12. Weni Puspita*, Heny Puspasari, Athiah Masykuroh RF. Penentuan Nilai SPF (Sun Protecting Factor) Ekstrak Etanol Daun Kalakai Muda (*Stenochlaena palustris* (Burm F.) Bedd). Aleph. 2023;87(1,2):149–200.
 13. Mansinhos I, Gonçalves S, Rodríguez-Solana R, Duarte H, Ordóñez-Díaz JL, Moreno-Rojas JM, et al. Response of *Thymus lotocephalus* In Vitro Cultures to Drought Stress and Role of Green Extracts in Cosmetics. Antioxidants. 2022;11(8).
 14. Taibi M, Elbouzidi A, Bentouhami NE, Haddou M, Baraich A, Hammouti Y, et al. Evaluation of the Dermatoprotective Properties of *Clinopodium nepeta* and *Thymus vulgaris* Essential Oils: Phytochemical Analysis, Anti-Elastase, Anti-Tyrosinase, Photoprotective Activities, and Antimicrobial Potential Against Dermatopathogenic Strains. Skin Research and Technology. 2025;31(6):1–9.
 15. Sun Z, Park SY, Hwang E, Zhang M, Seo SA, Lin P, et al. *Thymus vulgaris* alleviates UVB irradiation induced skin damage via inhibition of MAPK/AP-1 and activation of Nrf2-ARE antioxidant system. Journal of Cellular and Molecular Medicine. 2017;21(2):336–48.