

Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF) Dan Protection Grade Of UV A (PA) Ekstrak Kulit Lemon (Citrus limon L) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Determination of Sun Protection Factor (SPF) and Ultraviolet A Protection Grade (PA) of Lemon Peel Extract (Citrus limon L) Using UV-Vis Spectrophotometry Method

Sudirman wangka^{1,*}; Suprpto prayitno²; Monicca Fallensyah³

^{1,2,3} Universitas Pancasakti, Makassar 90121, Indonesia

¹ sudirwangka444@gmail.com; ² suprpto@unpacti.ac.id

* Corresponding author

Abstrak

Kulit lemon (*Citrus limon L.*) memiliki kandungan flavonoid, fenol dan tanin sehingga memiliki potensi untuk menjadi tabir surya. Tabir surya dikatakan efektif apabila memiliki nilai SPF (sun protection factor) dan PA (protection grade of UV A) yang memproteksi secara maksimal. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai SPF dan PA ekstrak kulit lemon. Ekstrak kulit lemon dihasilkan dengan metode maserasi selama 7 hari, pembuatan larutan uji dengan konsentrasi 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm dilakukan untuk penentuan nilai SPF dan PA dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 290 sampai dengan 320 nm. Perhitungan nilai SPF dilakukan menggunakan persamaan Mansur dengan faktor koreksi sebesar 10, dimana hasil SPF tertinggi ada pada konsentrasi 600 ppm dengan nilai SPF sebesar 17,52 (proteksi ultra) dan nilai PA tertinggi ada pada konsentrasi 400 ppm dan 600 ppm dengan nilai PA berturut-turut 20,5 dan 31,75 (Proteksi UV A sangat kuat PA++++). Dari hasil penelitian dapat kita simpulkan bahwa ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*) memiliki potensi sebagai tabir surya.

Kata Kunci: Kulit Lemon (*Citrus limon L.*), SPF, PA, Tabir Surya

Abstract

Lemon peel (*Citrus limon L.*) contains flavonoids, phenols, and tannins, giving it the potential to become a sunscreen. Sunscreens are considered effective if they have SPF (sun protection factor) and PA (protection grade of UV A) values that provide maximum protection. This research was conducted experimentally. The study aims to determine the SPF and PA values of lemon peel extract. Lemon peel extract was produced using the maceration method for 7 days, and test solutions were prepared at concentrations of 200 ppm, 400 ppm, and 600 ppm to determine SPF and PA values using the UV-Vis spectrophotometry method with wavelengths from 290 to 320 nm. SPF values were calculated using the Mansur equation with a correction factor of 10. The highest SPF result was observed at a concentration of 600 ppm with an SPF value of 17.52 (ultra protection), and the highest PA value was observed at concentrations of 400 ppm and 600 ppm. **Keywords:** Lemon Peel (*Citrus limon L.*), SPF, PA, Sunscreen

Keyword: Lemon Peel (*Citrus limon L.*), SPF, PA, Sunscreen

Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara beriklim tropis yang terletak di sepanjang garis khatulistiwa. Letak geografis ini menyebabkan wilayah Indonesia menerima paparan sinar matahari yang intens sepanjang tahun. Paparan sinar matahari tersebut mengandung sinar ultraviolet (UV) yang memiliki panjang gelombang antara 100 hingga 400 nm. Berdasarkan panjang gelombangnya, sinar UV dibagi menjadi tiga jenis yakni UV A (320-400 nm), UV B (290-320 nm), dan UV C (200-290 nm) [1]. Tingginya intensitas paparan sinar UV di Indonesia belum sepenuhnya diimbangi dengan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya perlindungan kulit, seperti penggunaan tabir surya secara rutin. Selain itu, sebagian besar produk tabir surya yang beredar masih berbasis bahan sintesis yang dalam penggunaan

jangka panjang berpotensi menimbulkan iritasi kulit dan dampak lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan bahan aktif tabir surya alami berbasis tanaman lokal menjadi penting sebagai alternatif yang lebih aman, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Paparan sinar matahari yang secara berlebihan dapat menimbulkan eritema, pigmentasi, hingga kanker kulit. Radiasi dari sinar UV yang berpotensi menyebabkan pigmentasi adalah sinar UV A. Sedangkan sinar UV B berpotensi menyebabkan luka bakar (sunburn) bahkan sampai kanker kulit [2]. Untuk sinar UV C sendiri bersifat karsinogenik, namun sinar ini dapat tersaring oleh lapisan ozon sehingga tidak sampai masuk ke permukaan bumi [1]. Perubahan warna kulit setelah terpapar sinar UV dari matahari merupakan salah satu tanda kulit yang rusak dan seiring dengan berjalannya waktu dapat menyebabkan kanker kulit [3].

Berdasarkan data dari Indonesia Cancer Care Community (ICCC), pada tahun 2018 tercatat 6.170 kasus kanker kulit non-melanoma dan sebanyak 1.392 kasus kanker kulit melanoma di Indonesia. Sementara itu, data dari World Health Organization (WHO) menunjukkan bahwa pada tahun 2020 terdapat 1.609 kasus kanker kulit melanoma di Indonesia dengan jumlah kematian mencapai 699 kasus. Efek dari paparan sinar UV tentu saja tidak hanya sebatas pada risiko kanker kulit saja, akan tetapi dapat juga menyebabkan kulit jadi kusam, kering, dan bahkan keriput [3]. Sedangkan pada tahun 2022, kanker kulit melanoma di Indonesia menduduki peringkat ke-22 dengan jumlah kasus yang meningkat dari tahun-tahun sebelumnya yaitu 1.716 kasus dengan tingkat kematian 774 kasus [4].

Tabir surya merupakan sediaan yang dapat melindungi kulit terhadap paparan sinar matahari, sehingga sinar UV tidak mudah untuk menembus kulit [5]. Beberapa tabir surya memiliki Sun Protection Factor (SPF) dan Protection Grade of UV A (PA), yang memiliki kemampuan untuk melindungi kulit dari pancaran sinar UV. Potensi perlindungan tabir surya bergantung pada nilai SPF-nya [6].

Flavonoid merupakan metabolit sekunder yang memiliki potensi untuk memblokir radiasi yang berbahaya dengan menyerap sinar UV. Flavonoid juga merupakan salah satu kelompok teratas dalam antioksidan primer. Senyawa flavonoid mampu mengurangi efek kerusakan pada kulit yang disebabkan oleh radikal bebas akibat dari paparan sinar UV [7].

Protection Grade Of UV A (PA) merupakan indeks yang melindungi kulit dari paparan sinar UV A. Sinar UV A dapat menembus lapisan kulit sehingga dapat menyebabkan proses penuaan dini pada sel-sel kulit yang sering kita sebut sebagai photoaging. Tingkat perlindungan untuk sinar UV A pada sebuah produk biasanya ditandai dengan simbol "+", di mana semakin tinggi perlindungan UV A pada sebuah produk maka semakin banyak pula tanda "+" yang diberikan [6].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Christian pada tahun 2024, diketahui bahwa kulit lemon mengandung senyawa tanin, flavonoid, dan fenol. Senyawa tersebut berpotensi sebagai tabir surya. Hasil uji aktivitas antioksidan kulit lemon didapatkan nilai IC50 ekstrak kulit lemon yang sangat kuat dengan nilai sebesar $16,46 \pm 0,3595$ ppm [8]. Pada uji potensi antioksidan ekstrak etanol kulit jeruk lemon yang dilakukan oleh Gabriella pada tahun 2021, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IC50 ekstrak etanol kulit jeruk lemon sebesar $11,1294 \pm 0,0905$ ppm di mana nilai ini menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat [9].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini tertarik untuk menganalisis potensi ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*) sebagai bahan aktif tabir surya alami berdasarkan kandungan senyawa metabolit sekundernya yang berperan sebagai antioksidan dan penyerap sinar ultraviolet.

Metode

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuantitatif jenis eksperimen laboratorium dengan membuat ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*) lalu dilakukan penentuan nilai SPF dan PA dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 290-400 nm dengan interval 5 nm.

A. Pengambilan Bahan Uji

Bahan uji yang digunakan adalah Kulit Lemon (*Citrus limon L.*) yang diperoleh dari limbah kulit lemon pedagang jus jeruk di kota Makassar. Buah lemon yang digunakan oleh pedagang jus jeruk merupakan buah lemon hasil impor dari China yang kemudian dibeli pada distributor buah di Tallasa City kota Makassar.

B. Preparasi Sampel

Sampel kulit lemon (*Citrus limon* L) yang telah terkumpulkan dan selanjutnya dibersihkan dengan menggunakan air mengalir. Setelahnya dirajang. Sampel yang telah melalui tahap perajangan kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan dan juga dipanaskan dalam oven dengan suhu 40°C.

C. Pembuatan Ekstrak

Sebanyak 250 g simplisia kulit lemon (*Citrus limon* L) di ekstraksi dengan menggunakan metode maserasi selama 4 hari menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 1,5 liter. Disimpan pada tempat yang terlindung dari Cahaya sambil sesekali di aduk. Setelah 4 hari, dilakukan re-maserasi selama 3 hari kemudian dilakukan filtrasi menggunakan kertas saring dan filtrat disimpan dalam erlemeyer. Filtrat kemudian dipekatkan menggunakan rotary evaporator, kemudian dipekatkan Kembali menggunakan waterbath sehingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak yang diperoleh akan ditimbang dan dihitung presentase rendemen yang didapatkan dari bobot serbuk simplisia.

D. Uji Skrining Fitokimia

1. Identifikasi Senyawa Fenolik

Sebanyak 1 ml ekstrak ditambahkan beberapa tetes larutan FeCl₃. Perubahan warna hijau atau hijau kehitaman menunjukkan adanya senyawa fenol dalam sampel.

2. Identifikasi Senyawa Flavonoid

Sebanyak 1 ml ekstrak ditambahkan beberapa tetes HCl pekat dan 0,5 g logam magnesium. Apabila terbentuk warna merah, kuning atau jingga itu menandakan adanya senyawa flavonoid dalam sampel.

3. Identifikasi Senyawa Tanin

Sebanyak 1 ml ekstrak ditambahkan 5 ml FeCl₃ 1%. Jika terjadi perubahan warna menjadi coklat kehitaman maka itu menandakan adanya senyawa tanin.

E. Pembuatan Larutan Induk dan Larutan Uji

Dalam menentukan seberapa besar konsentrasi larutan stok, ekstrak kulit lemon (*Citrus limon* L) ditimbang sebanyak 1 g lalu dilarutkan dalam etanol 96% ke dalam labu ukur 100 ml sehingga diperoleh larutan ekstrak dengan konsentrasi 1000 ppm (Larutan Induk). Dilakukan pengenceran bertingkat dengan mengambil 5; 10; dan 15 ml larutan induk. Dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml dan ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas. Kemudian didapatkan konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, dan 600 ppm.

F. Uji Spektrofotometri UV-Vis

Dalam melakukan uji spektrofotometri UV-Vis, ada beberapa langkah atau tahapan yang harus dilakukan, berikut beberapa tahapan untuk melakukan uji spektrofotometri UV-Vis :

1. Mula-mula nyalakan alat dengan menekan tombol power "ON" yang terletak pada belakang alat. Tunggu alat hingga proses loading selesai dan layar monitor menunjukkan menu utama.
2. Setelahnya bilas cuvette dengan aquades, lalu isi dengan aquades, larutan induk, dan larutan uji yang masing-masing memiliki konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, dan 600 ppm, lalu masukkan ke dalam spektrofotometer.
3. Pilih Options, maka akan muncul parameter set up, pilih untuk mengukur absorbansi, pilih λ untuk menentukan panjang gelombang dari 290nm sampai 400nm dengan interval 5nm.
4. Tekan tombol start dan layar akan menunjukkan nilai absorbansi dan merekamnya. Kemudian amati serapannya untuk menghitung nilai SPF dan PA dari kulit lemon (*Citrus Limon* L.).

Untuk memastikan validitas dan akurasi hasil pengukuran, lakukan validasi metode dengan beberapa parameter berikut:

G. Uji Linearitas

Siapkan larutan standar dengan beberapa variasi konsentrasi, misalnya 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, dan 800 ppm. Ukur absorbansi masing-masing larutan pada panjang gelombang maksimum, kemudian buat kurva kalibrasi antara konsentrasi dan absorbansi. Metode dinyatakan linear apabila diperoleh nilai koefisien korelasi (r) mendekati 1, yaitu $\geq 0,99$.

H. Uji Presisi

Pengukuran dilakukan minimal tiga kali pengulangan terhadap sampel dengan konsentrasi yang sama. Hasil pengukuran kemudian dihitung nilai standar deviasi (SD) dan persen Relative Standard Deviation (%RSD). Metode dinyatakan memiliki presisi yang baik apabila nilai %RSD $\leq 2\%$.

I. Uji Akurasi

Akurasi dilakukan menggunakan metode penambahan baku (standard addition method). Sampel ditambahkan larutan standar dengan konsentrasi tertentu, kemudian diukur absorbansinya. Persentase perolehan kembali (% recovery) dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Recovery} = (\text{Konsentrasi terukur} / \text{Konsentrasi sebenarnya}) \times 100\%$$

Metode dinyatakan akurat apabila nilai recovery berada pada rentang 98–102%.

J. Uji Sensitivitas

Sensitivitas metode ditentukan dengan menghitung Limit of Detection (LOD) dan Limit of Quantitation (LOQ). Nilai ini menunjukkan batas terkecil konsentrasi yang masih dapat dideteksi dan dikuantifikasi oleh alat.

K. Validasi Stabilitas Alat

Sebelum dan sesudah pengukuran, periksa kestabilan alat menggunakan blanko atau larutan standar untuk memastikan tidak terjadi penyimpangan absorbansi selama proses analisis berlangsung.

Hasil dan Diskusi

Proses ekstraksi dilakukan terhadap 250g simplisia kulit lemon (*Citrus limon L.*) menggunakan pelarut etanol 96% melalui metode maserasi selama 4 hari yang dilanjutkan dengan remaserasi selama 3 hari. Berdasarkan proses tersebut, diperoleh bobot ekstrak kental sebanyak 32g. Setelah dilakukan perhitungan, persentase rendemen ekstrak kental kulit lemon yang dihasilkan adalah sebesar 12,8%. Selanjutnya, ekstrak kental yang diperoleh dianalisis lebih lanjut melalui uji skrining fitokimia untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekundernya. Hasil uji skrining fitokimia dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil uji skrining fitokimia ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*)

<i>Sampel</i>	<i>Uji Skrining Fitokimia</i>		
	<i>Fenolik</i>	<i>Flavonoid</i>	<i>Tanin</i>
Identifikasi	Hijau Kehitaman	Jingga	Cokelat Kehitaman
Ekstrak kulit lemon	+	+	+

Keterangan :

(+) : teridentifikasi senyawa metabolit skunder

(-) : tidak teridentifikasi senyawa metabolit skunder

Aktivitas perlindungan ekstrak terhadap paparan sinar ultraviolet dianalisis menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Berdasarkan pengukuran tersebut, diperoleh nilai *Sun Protection Factor* (SPF) untuk menentukan tingkat perlindungan terhadap UVB, serta *Protection Grade of UV A* (PA) untuk menentukan tingkat perlindungan terhadap UVA. Hasil pengujian nilai SPF dan nilai persentase pemblokiran UVA/UVB untuk penentuan kategori PA secara detail dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil uji spektrofotometri UV-Vis untuk nilai SPF

<i>Nilai SPF (Sun Protection Factor)</i>		
200 ppm	400 ppm	600 ppm
5,60	11,84	17,52
Proteksi Sedang	Proteksi Maksimal	Proteksi Ultra

Tabel 3. Hasil uji spektrofotometri UV-Vis untuk nilai PA

<i>Nilai PA (Protection Grade Of UV A)</i>		
200 ppm	400 ppm	600 ppm
12,5	20,5	31,75
PA+++	PA++++	PA++++

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terlihat adanya hubungan yang signifikan antara peningkatan konsentrasi ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*) dengan peningkatan nilai SPF dan PA yang diperoleh. Nilai SPF pada konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, dan 600 ppm berturut-turut yaitu 5,6; 11,84; dan 17,52. Sementara itu, nilai PA yang diperoleh berturut-turut yaitu 12,5; 20,5; dan 31,75. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi

ekstrak yang digunakan, maka semakin besar kemampuan ekstrak dalam menyerap dan menghambat radiasi sinar ultraviolet.

Untuk memperkuat hasil penelitian, dilakukan analisis statistik menggunakan uji One Way ANOVA terhadap nilai SPF dan PA pada berbagai konsentrasi ekstrak. Hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, dan 600 ppm terhadap aktivitas tabir surya ekstrak kulit lemon. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi ekstrak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kemampuan proteksi sinar UV.

Hasil uji lanjut (Post Hoc Test) menunjukkan bahwa setiap peningkatan konsentrasi memiliki perbedaan bermakna terhadap nilai SPF dan PA yang dihasilkan. Konsentrasi 600 ppm menunjukkan aktivitas perlindungan tertinggi dibandingkan konsentrasi 200 ppm dan 400 ppm. Hal ini membuktikan bahwa jumlah senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak berbanding lurus dengan kemampuan penyerapan sinar ultraviolet.

Peningkatan nilai SPF dan PA tersebut dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenol, flavonoid, dan tanin yang terdapat pada ekstrak kulit lemon. Senyawa flavonoid dan fenol memiliki gugus kromofor dan sistem ikatan rangkap terkonjugasi yang mampu menyerap energi radiasi ultraviolet pada rentang panjang gelombang UVA dan UVB. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka semakin banyak senyawa aktif yang tersedia untuk menyerap radiasi UV sehingga aktivitas fotoprotektif meningkat.

Nilai PA (Protection Grade of UVA) pada penelitian ini menunjukkan kemampuan ekstrak kulit lemon dalam memberikan perlindungan terhadap sinar UVA secara optimal. Sinar UVA memiliki panjang gelombang 320–400 nm dan mampu menembus lapisan kulit lebih dalam dibandingkan UVB. Paparan UVA secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan kolagen, elastin, penuaan dini, hiperpigmentasi, hingga meningkatkan risiko kanker kulit. Oleh karena itu, pengukuran nilai PA sangat penting untuk mengetahui kemampuan suatu bahan dalam melindungi kulit dari efek kronis sinar UVA.

Pada penelitian ini, konsentrasi 200 ppm menghasilkan nilai PA sebesar 12,5 yang termasuk kategori PA+++ dengan tingkat perlindungan kuat terhadap sinar UVA. Sedangkan konsentrasi 400 ppm dan 600 ppm menghasilkan nilai PA sebesar 20,5 dan 31,75 yang termasuk kategori PA++++, yaitu kategori perlindungan sangat kuat terhadap sinar UVA. Kategori PA++++ menunjukkan bahwa ekstrak mampu menghambat transmisi sinar UVA dalam jumlah besar sehingga risiko kerusakan kulit akibat paparan UVA dapat diminimalkan.

Nilai PA diperoleh melalui perhitungan transmisi pada panjang gelombang 320–400 nm dengan interval 5 nm. Semakin kecil nilai transmisi yang diperoleh, maka semakin sedikit sinar UVA yang diteruskan menembus sampel, sehingga kemampuan perlindungan terhadap kulit menjadi semakin baik. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit lemon memiliki kemampuan absorpsi yang tinggi terhadap sinar UVA.

Apabila dikonversi ke dalam sistem PPD (Persistent Pigment Darkening), nilai PA++++ menunjukkan kemampuan perlindungan lebih dari 16 kali terhadap pembentukan pigmentasi akibat sinar UVA. Dengan demikian, ekstrak kulit lemon tidak hanya berpotensi melindungi kulit dari efek terbakar akibat UVB, tetapi juga mampu mencegah kerusakan kulit jangka panjang akibat UVA seperti penuaan dini dan hiperpigmentasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*) memiliki aktivitas tabir surya yang sangat baik dan mengalami peningkatan signifikan seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak. Konsentrasi 600 ppm memberikan aktivitas perlindungan terbaik dengan nilai SPF 17,52 kategori proteksi ultra dan nilai PA 31,75 kategori PA++++ yang menunjukkan perlindungan sangat kuat terhadap sinar UVA. Dengan adanya kandungan fenol, flavonoid, dan tanin yang berperan sebagai antioksidan dan fotoprotektif, ekstrak kulit lemon berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan aktif tabir surya alami dalam bidang kosmetik dan farmasi.).

Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*) memiliki potensi sebagai tabir surya dengan nilai SPF (Sun Protection Factor) tertinggi ada pada konsentrasi 600 ppm dengan nilai 17,52 yang termasuk kategori proteksi ultra dan memiliki nilai PA (Protection Grade Of UV A) tertinggi pada konsentrasi 400 ppm dan 600 ppm dengan nilai 20,5 dan 31,75 yang termasuk kategori PA++++ proteksi UV A sangat kuat. Kulit lemon berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif tabir surya alami yang lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan bahan tabir surya sintesis. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa limbah kulit lemon yang selama ini kurang dimanfaatkan dapat memiliki nilai tambah dalam bidang farmasi dan kosmetik sebagai sumber senyawa bioaktif fotoprotektif.

Deklarasi Kepentingan

Seluruh penulis menegaskan bahwa tidak ada benturan kepentingan, baik dari aspek riset, proses penyusunan naskah, maupun agenda publikasi yang berkaitan dengan artikel ini.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada pihak laboratorium dan institusi pendidikan yang telah menyediakan fasilitas dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada keluarga, teman, dan semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta motivasi sehingga penelitian mengenai potensi ekstrak kulit lemon (*Citrus limon L.*) sebagai tabir surya ini dapat terselesaikan dengan baik.

Ketersediaan Data

Berbagai data pendukung yang mendasari kesimpulan studi ini diarsipkan secara mandiri oleh penulis. Pihak lain yang memerlukan data tersebut untuk kepentingan verifikasi atau studi lanjutan dapat mengajukan permohonan langsung kepada penulis korespondensi.

Penggunaan Ai Dan Deklarasi Penggunaan Ai Generatif

Penulisan artikel ini dibantu instrumen AI Generatif (Gemini, Google) yang dibatasi hanya pada penyuntingan bahasa (*proofreading*) dan perapian format sitasi IEEE. Proses kompilasi data, analisis hasil uji, dan penarikan kesimpulan dilakukan secara mandiri oleh peneliti tanpa intervensi AI. Konten dan orisinalitas naskah sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Daftar Pustaka

- [1] S. I. Higyeungsi, E. N. Hidayati, and J. Santoso, "Aktivitas Tabir Surya Pada Formulasi GEL Mengandung Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia Calabura Linn*) Secara In Vitro," *Jurnal Medika Nusantara*, vol. 1, no. 4, pp. 139–157, 2023.
- [2] B. N. Hakim, "Analisis Kelelahan Mata Disebabkan Radiasi Sinar Ultraviolet B (UV-B) Pada Pekerja Las Di PT. Tri Karya Alam, Batam," Laporan Penelitian/Skripsi, Batam, 2021.
- [3] (Normaningtyas et al., 2024) — Catatan: Sumber ini sitasi asli dari teks Anda, namun tidak tercantum dalam daftar 16 referensi di bawah. Silakan lengkapi identitas jurnalnya jika diperlukan.
- [4] (Zulfa, 2025) — Catatan: Sumber ini sitasi asli dari teks Anda, namun tidak tercantum dalam daftar 16 referensi di bawah. Silakan lengkapi identitas jurnalnya jika diperlukan.
- [5] (Fitri dkk, 2022) — Catatan: Sumber ini sitasi asli dari teks Anda, namun tidak tercantum dalam daftar 16 referensi di bawah. Silakan lengkapi identitas jurnalnya jika diperlukan.
- [6] N. D. Arumbi, S. Hermawan, and A. Nugroho, "Tanggung Jawab Pelaku Usaha Atas Overclaim Sun Protection Factor (SPF) Pada Produk Tabir Surya X," *Amandemen: Jurnal Ilmu Pertahanan, Politik Dan Hukum Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 25–34, 2024.
- [7] M. Anjani, F. Y. Wardana, N. Ardianto, and M. Istiqomah, "Uji Aktivitas Antiosidan dan Penentuan Nilai SPF dari Fraksi Daun Violet (*Viola odorata L.*)," *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 16, no. 2, pp. 585–595, 2024.
- [8] Y. E. Christian, "Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Metode Perendaman Radikal Bebas DPPH pada ekstrak Kulit Lemon (*CITRUS LIMON L.*)," *Pharmamedica Journal*, vol. 9, no. 2, 2024.