

Spektrofotometri UV-VIS dalam Penentuan Nilai SPF pada Tabir Surya Ekstrak Alam

Irtiza Inayatur Rahman^{1*}, Delima², Lasya Ananga NurFauziyya³, Lingga⁴, La Ode Akbar Rasydy⁵

¹⁻⁵ Universitas Muhammadiyah A.R Fachruddin, Indonesia

Alamat: Jl. KH Syekh Nawawi KM 4 No. 13, Mata Gara, Kec. Tigaraksa, Kabupaten Tangerang, Banten 15720

Korespondensi penulis: irtizainayatur@gmail.com

Abstract: Indonesia is a tropical country with high sun exposure every year. Sunlight has radiation that is bad for skin health, especially ultraviolet (UV) rays. Without protection, these rays have the potential to cause skin damage such as erythema, hyperpigmentation, premature aging, and even skin cancer. The use of sunscreen is an effort to protect the skin because it has a protective power expressed as Sun Protection Factor (SPF), the SPF value can be determined by using the UV-Vis spectrophotometric method. The purpose of this study is to explain the application of the UV-Vis spectrophotometric method in determining the SPF value in natural extract-based sunscreen preparations. The methodology used was a literature study of the last 10 years. The results of this study indicate that the application of UV-Vis spectrophotometric method is very effective and efficient to measure the sun protection value (SPF) of natural extracts. The analysis showed significant variation in SPF values of various plant extracts, with kecombrang (*Etlingera elatior*) flower extract recording the highest value (106.8) in the ultra of sunscreen protection category, while jejuru leaf extract showed effectiveness in the minimal protection category (3.8478). This study makes an important contribution in exploring the potential of local materials for sustainable sunscreen formulations.

Keywords: UV-VIS spectrophotometry, Sun Protection Factor, natural extracts, sunscreen, natural cosmetics

Abstrak: Indonesia merupakan negara yang termasuk beriklim tropis dan setiap tahunnya memiliki paparan sinar matahari yang tinggi. Sinar matahari memiliki radiasi yang bersifat buruk bagi kesehatan kulit utamanya, yaitu sinar ultraviolet (UV). Tanpa adanya perlindungan, sinar tersebut memiliki potensi menyebabkan kerusakan kulit seperti eritema, hiperpigmentasi, penuaan dini, bahkan kanker kulit. Penggunaan tabir surya menjadi upaya perlindungan kulit karena memiliki daya proteksi yang dinyatakan sebagai *Sun Protection Factor* (SPF), nilai SPF dapat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Tujuan studi ini dilakukan yaitu, untuk menjelaskan aplikasi metode spektrofotometri UV-Vis dalam penetapan nilai SPF pada sediaan tabir surya berbasis ekstrak bahan alam. Metodologi yang digunakan berupa studi pustaka 10 tahun terakhir. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pengaplikasian metode spektrofotometri UV-Vis sangatlah efektif dan efisien untuk mengukur nilai perlindungan matahari (SPF) berbahan ekstrak alam. Hasil analisis menunjukkan variasi nilai SPF yang signifikan dari berbagai ekstrak tanaman, dengan ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) mencatat nilai tertinggi (106,8) kategori proteksi tabir surya ultra, sedangkan ekstrak daun jejuru menunjukkan efektivitas dalam kategori proteksi minimal (3,8478). Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam eksplorasi potensi bahan lokal untuk formulasi tabir surya yang berkelanjutan.

Kata kunci: Spektrofotometri UV-VIS, Faktor perlindungan matahari, ekstrak bahan alam, tabir surya, kosmetik alami

1. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara yang termasuk kedalam Kawasan beriklim tropis, setiap tahunnya memiliki paparan sinar matahari yang sangat tinggi. Sinar ultraviolet (UV), khususnya UVB (290–320 nm), memiliki potensi yang mampu mengakibatkan terjadinya kerusakan pada organ kulit seperti eritema, hiperpigmentasi, penuaan dini, dan kanker kulit jika tidak adanya perlindungan yang memadai (Meliala et al., 2020).

Penggunaan tabir surya merupakan salah satu upaya proteksi yang efektif, untuk melindungi kulit dari paparan radiasi dari sinar matahari, khususnya sinar ultraviolet (UV). Untuk mengukur efektifitas suatu sediaan dalam melindungi kulit dari bahaya tersebut, digunakan parameter yang dikenal sebagai *Sun Protection Factor* (SPF) sebagai parameter seberapa baik suatu produk sediaan mampu menangkal efek negatif radiasi UV, sehingga menjadi acuan penting dalam evaluasi produk pelindung dari paparan matahari langsung (Avianka et al., 2022).

Spektrum radiasi matahari mencakup tiga komponen utama berdasarkan Panjang gelombangnya, yaitu sinar ultraviolet (100-380 nm), cahaya tampak atau *visible* (380-780nm), dan sinar inframerah (780-2500 nm). Diantaranya sinar UV terbagi lagi menjadi tiga jenis, yakni UVA, UVB, dan UVC, yang masing-masing memiliki karakteristik dan tingkat penetrasi berbeda terhadap kulit serta atmosfer bumi. Lapisan ozon bumi tidak menyerap radiasi UVA, radiasinya ini langsung mencapai permukaan bumi, sedangkan UVB dapat diserap meski hanya sebagian kecilnya saja. Hal seperti inilah yang berpotensi menimbulkan efek merugikan bagi kesehatan manusia utamanya kesehatan kulit. Berbeda dengan sebelumnya UVC di atmosfer bumi seluruh radiasinya diserap oleh lapisan ozon, sehingga tidak mencapai permukaan bumi dan relative tidak berdampak langsung terhadap makhluk hidup di permukaan (Andri, 2016).

Tabel 1. Klasifikasi Spektrum Radiasi Matahari (nm) Menurut Beberapa Ahli Dalam Andri (2016)

Nama	Panjang gelombang (nm)		
	Cathey & Campbell (1980)	DIN-5031-Teil 7 (1984)	Haoffmann (2001)
Ultra Violet (UV)	100 – 380	100 – 380	100 – 380
UVC	100 – 280	100 – 280	
VUV (Vacuum UV)		100 – 200	
FUV (far UV)		200 – 280	
UVB	280 – 320	280 – 315	300 – 315
UVA	320 – 380	315 – 380	315 – 380
<i>Visible</i> (Vis)	380 – 780	380 – 780	380 – 780

Dewasa ini, pengukuran nilai SPF dapat dilakukan secara invitro dengan memanfaatkan metode spektrofotometri UV-Vis. Alat spektrofotometer UV-Vis bekerja dalam Panjang gelombang ultraviolet (200-400 nm) dan cahaya tampak (400-700 nm). Penentuan suatu senyawa atau zat menggunakan metode ini didasarkan pada kemampuan alat dalam membaca nilai absorbansi analit pada Panjang gelombang tertentu, yang mencerminkan seberapa besar cahaya diserap oleh sampel (Pratama et al., 2018).

Absorbansi merupakan ukuran perbandingan antara intensitas cahaya yang datang dengan intensitas cahaya yang diserap oleh suatu sampel. Pada Panjang gelombang tertentu

absorbansi di nilai atas dasar prinsip Lambert-Beer. Besarnya nilai absorbansi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi zat dalam suatu sampel, apabila semakin tinggi kandungan suatu zat, maka semakin besar pula serapan cahaya di panjang gelombang monokromatis atas molekul-molekulnya. Hubungan ini menjadi dasar penting dalam analisis kuantitatif menggunakan spektrofotometri (Purnamasari et al., 2022).

Mayoritas tabir surya komersial masih menggunakan bahan sintetik yang berpotensi menimbulkan reaksi fotoalergi dan bahkan bersifat toksik terhadap lingkungan.(Endriyatno et al., 2024). Di sisi lain, potensi bahan alam sebagai agen fotoprotektif masih belum tergali secara optimal. Fotoprotektif yaitu kemampuan suatu zat dalam memberikan perlindungan terhadap efek merusak dari cahaya sinar UV seperti eritema (kulit kemerahan), stress oksidatif akibat paparan radikal bebas hingga mutasi DNA yang dapat menyebabkan kanker kulit (Meliala et al., 2020).

Penelitian mengenai nilai SPF dari berbagai ekstrak tumbuhan seperti daun kopasanda, kulit apel, dan bunga kecombrang telah menunjukkan hasil menjanjikan, namun belum banyak dikaji secara mendalam dan sistematis terutama dalam konteks pemanfaatan spektrofotometri UV-Vis sebagai metode kuantitatif (Ilyas et al., 2023).

Studi terkini menunjukkan bahwa ekstrak kulit apel, daun jeruju, dan bunga kecombrang memiliki kandungan flavonoid, fenolik, dan tanin yang signifikan, yang berperan sebagai senyawa aktif dalam menyerap sinar UV. Penggunaan spektrofotometri UV-Vis untuk menilai SPF dari ekstrak bahan alam ini belum banyak diterapkan secara luas, meskipun menunjukkan korelasi kuat dengan metode biologis dalam menilai efektivitas proteksi sinar UV. Penelitian ini mengangkat kebaruan dalam metode analisis dan bahan aktif, yang belum banyak dieksplorasi sebagai alternatif alami dalam formulasi tabir surya.

Penulisan ini bertujuan untuk menjelaskan aplikasi metode spektrofotometri UV-Vis dalam penetapan nilai SPF pada sediaan berbasis ekstrak bahan alam. Selain itu, tulisan ini akan menguraikan efektivitas berbagai bahan alam sebagai agen fotoprotektif dalam pengembangan produk kosmetik berbasis herbal.

2. METODE PENELITIAN

Penulisan review artikel ini menggunakan pendekatan *library research* atau studi pustaka yang bertujuan untuk mengkaji penggunaan metode spektrofotometri UV-Vis dalam menentukan nilai SPF pada tabir surya yang berbahan ekstrak alam. Literatur yang penulis gunakan diperoleh dari hasil penelusuran secara online melalui beberapa basis data ilmiah yang telah diakui terakreditasi baik secara nasional maupun internasional. Sumber-sumber tersebut

mencakup platform seperti google scholar, ScienceDirect, dan ResearchGate, yang menyediakan akses ke publikasi ilmiah terpercaya dan relevan. Kata kunci pencarian yang digunakan meliputi: “penentuan SPF menggunakan spektrofotometri UV-Vis”, “metode spektrofotometri UV-Vis”, “nilai SPF ekstrak tumbuhan”, “tabir surya (sunscreen)”, dan “radiasi sinar UV”

Terdapat kriteria inklusi yang diterapkan dalam pemilihan artikel sebagai berikut: (1) artikel penelitian (bukan review) yang memuat data eksperimental penetapan nilai SPF secara invitro, (2) penelitian yang menggunakan spektrofotometer UV-Vis sebagai instrumen analisis utama, (3) bahan uji merupakan ekstrak dari tanaman atau bahan alam, (4) artikel dipublikasi dalam rentang tahun 2015-2025, (5) artikel tersedia dalam Bahasa Indonesia atau Inggris dan dapat diakses secara full-teks. Sementara itu untuk kriteria eksklusi meliputi: (1) artikel yang hanya membahas uji SPF secara in vivo atau klinis tanpa data spektrofotometri UV-Vis, (2) penelitian yang menggunakan formula komersial tanpa fokus pada ekstrak murni bahan alam, (3) artikel yang tidak menyebutkan data nilai kuantitatif nilai SPF.

Setelah melakukan penelusuran dan seleksi diperoleh sebanyak 10 artikel relevan yang akan di review pada rentang 5 tahun terakhir dan memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut kemudian disusun dalam bentuk tabel hasil untuk mempermudah analisis serta interpretasi. Hasil tersebut selanjutnya dibahas secara komparatif serta diselaraskan dengan teori atau penelitian sebelumnya. Selain itu penulis juga mengumpulkan beberapa sumber artikel 10 tahun terakhir yang digunakan untuk bahan materi baik dalam pendahuluan maupun pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas suatu produk sebagai perisai radiasi surya dalam menghalangi paparan buruknya, dievaluasi melalui parameter yang dikenal sebagai *Sun Protection Factor* (SPF). Secara invitro penilaian angka SPF menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis merupakan pendekatan analisis kuantitatif yang bersifat sederhana, efisien, dan hemat biaya, sehingga sering digunakan dalam penelitian maupun pengujian formulasi produk pelindung kulit. Spektrofotometri UV-Vis menggunakan prinsip kerja mengukur intensitas cahaya ultraviolet (UV) dan cahaya tampak (*Visible*) pada panjang gelombang tertentu yang terabsorpsi. Dalam penentuan nilai SPF, pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang UVB (290–320 nm), karena radiasi UVB inilah yang paling berkontribusi terhadap eritema (kemerahan kulit).

Sun Protection Factor (SPF) sebagai indikator yang umum dipakai guna menunjukkan tingkat efektivitas suatu zat atau produk dalam memberikan perlindungan terhadap paparan sinar ultraviolet (UV). Menurut Rahmawati et al. (2024), kian tinggi angka SPF yang dimiliki oleh sediaan produk atau bahan aktif dalam tabir surya, maka kian besar pula kemampuannya dalam menjaga kulit dari dampak merugikan sinar UV, seperti kemerahan, iritasi, hingga risiko kerusakan jangka panjang pada kulit.

Tabel 3 menunjukkan berbagai penelitian menyajikan variasi nilai *Sun Protection Factor* (SPF) dari sepuluh jenis ekstrak tanaman yang dianalisis mengaplikasikan metode spektrofotometri UV-Vis. Seluruh sampel diekstraksi menggunakan pelarut etanol atau turunannya, kemudian dilakukan pengukuran pada rentang panjang gelombang 290–320 nm. Rentang ini dipilih berdasarkan standar metode Mansur et al., yang secara konsisten digunakan dalam semua studi yang dianalisis. Metode Mansur et al. telah diakui sebagai prosedur in vitro yang valid dan banyak diadopsi dalam penentuan nilai SPF melalui pendekatan spektrofotometri UV-Vis.

Angka SPF mengukur seberapa besar peningkatan paparan radiasi UV yang dapat ditoleransi kulit yang dilindungi tabir surya sebelum mengalami kemerahan minimal (*minimal erythema dose* (MED)), dibandingkan dengan kulit yang tidak dilindungi. (Meliala et al., 2020). Sementara itu nilai SPF yang ditentukan dalam persamaan Mansur et al., dijabarkan demikian:

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

Keterangan:

CF = Faktor koreksi (10)

EE = Spektrum efek eritema

I = Spektrum intensitas matahari

Abs = Absorbansi sampel

Keunggulan metode ini, menurut Rahmawati et al. (2024), adalah efisiensi waktu dan biaya, serta reproduktifitas hasil yang baik. Dibandingkan metode in vivo yang membutuhkan uji klinis dan lebih kompleks, metode ini lebih sesuai dalam tahap eksplorasi awal potensi bahan alam. Adapun efektivitas SPF pada Tabel 2 didasarkan pada *Food and Drug Administration* (FDA).

Tabel 2. Kategori Proteksi Tabir Surya Menurut FDA

No	Nilai SPF	Kategori Proteksi Tabir Surya
1	2 – 4	Minimal
2	4 – 6	Sedang
3	6 – 8	Ekstra
4	8 – 15	Maksimal
5	> 15	Ultra

(Wilkinson et al., 1982 dalam Rahmawati et al., 2024)

Nilai SPF yang diperoleh berdasarkan metode spektrofotometri UV-Vis dan dihitung dengan persamaan mansur et al., dari semua ekstrak pada penelitian ini, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 masuk kedalam beberapa kategori proteksi tabir surya yakni proteksi ultra, proteksi maksimal, dan proteksi minimal.

1. Ekstrak dengan Proteksi Ultra.

Ekstrak etanol 70% bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) menunjukkan nilai SPF tertinggi, yaitu 106,8, yang dikategorikan sebagai proteksi ultra. Diikuti oleh ekstrak etanol 96% daun senduduk (*Melastoma malabathricum L.*) dengan nilai SPF 40; ekstrak etanol 96% kulit buah lemon (*Citrus limon L.*) dengan nilai SPF 39,79; ekstrak etanol 96% daun kopasanda (*Chromolaena odorata*) dengan nilai SPF 33,737; dan ekstrak etanol 95% benalu inang jeruk bali (*Henslowia frutescens*) dengan nilai SPF yaitu 25,20. Nilai tinggi ini mengindikasikan kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, antosianin, dan polifenol yang berperan sebagai agen penyerap sinar UV. Menurut Wolfe et al. (2003), senyawa polifenol memiliki kemampuan signifikan dalam menyerap panjang gelombang UV dan menangkal radikal bebas. Hal ini diperkuat oleh Malsawmtluangi et al. (2013), yang menemukan bahwa ekstrak tumbuhan dengan kandungan flavonoid tinggi memiliki korelasi kuat dengan nilai SPF yang tinggi.

2. Ekstrak dengan Proteksi Maksimal.

Beberapa ekstrak menunjukkan nilai SPF dalam kategori proteksi maksimal seperti pada ekstrak etil asetat alga hijau (*Ulva reticulata Forsskal*) yang memperoleh nilai SPF 11,74; kemudian ekstrak etanol 96% daun ceremai (*Phyllanthus acidus*) dengan nilai SPF 10,225; ekstrak etanol 96% apel manalagi (*Malus sylvestris Mill.*) dengan nilai SPF 9,4; dan ekstrak etanol 96% bunga telang (*Clitoria ternate L.*) terfurifikasi n-heksan memperoleh nilai SPF 9,36. Meskipun lebih rendah dibandingkan kelompok sebelumnya, nilai ini tetap relevan untuk aplikasi kosmetik sehari-hari. Kandungan fitokimia dalam ekstrak tersebut mungkin lebih rendah atau berbeda profilnya. Harborne dan Mabry (1982) menyatakan bahwa perbedaan spesies tanaman serta metode ekstraksi berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas senyawa aktif yang terekstraksi.

3. Ekstrak dengan Proteksi Minimal.

Ekstrak etanol 70% daun jejuru (*Acanthus ilicifolius L.*) memiliki nilai SPF paling rendah yaitu 3,8478 dan termasuk kedalam kategori proteksi minimal. Ini mengindikasikan rendahnya konsentrasi senyawa penyerap UV atau kurang efektifnya pelarut dalam mengekstrak komponen bioaktif. Menurut Avianka et al. (2022), efektivitas pelarut dan jenis jaringan tumbuhan sangat berpengaruh dalam proses ekstraksi senyawa fotoprotektif. Pelarut etanol 70% pada daun jejuru mungkin tidak cukup kuat untuk melarutkan senyawa yang relevan.

Mayoritas penelitian ini dalam mengekstraksi sampel bahan alam memilih untuk menggunakan pelarut etanol dengan konsentrasi 70%-96%, adapula ekstrak etanol yang dipurifikasi oleh n-heksan yaitu pada tanaman bunga telang (*Clitoria ternate L.*) nilai SPF yang diperoleh (9,36) termasuk maksimal. Namun terdapat satu sampel yaitu pada ekstrak alga hijau (*Ulva reticulata Forsskal*) menggunakan etil asetat sebagai pelarutnya, yang juga menunjukkan nilai SPF dalam kategori maksimal (11,74). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemilihan pelarut dalam suatu ekstraksi dapat disesuaikan dengan sifat polaritas senyawa target. Karena itu pemilihan pelarut ini sangatlah penting untuk memastikan senyawa yang diteliti dapat diekstraksi dengan baik.

Pengaplikasian spektrototometer pada penggunaan panjang gelombang yang digunakan relatif berada pada rentang yang seragam, yaitu 290–320 nm. Namun, satu penelitian yaitu pada ekstrak daun jejuru menggunakan spektrum yang lebih luas pada rentang 290–400 nm, yang seharusnya dapat meningkatkan sensitivitas terhadap sinar UVA (320-400 nm). Meskipun demikian, nilai SPF yang diperoleh tetap berada dalam kategori proteksi yang rendah, hal tersebut mengindikasikan bahwa spektrum pengukuran yang lebih luas tidak selalu berbanding lurus dengan nilai SPF jika kandungan bioaktif dalam senyawanya rendah.

Tabel 3. Nilai SPF Pada Berbagai Ekstrak Tanaman Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

No	Nama Tanaman/ Ekstrak	Pelarut Ekstraksi	Metode SPF	Panjang Gelombang (nm)	Nilai SPF	Kategori Proteksi	Referensi
1	Daun Kopasanda (<i>Chromolaena odorata</i>)	Etanol 96%	Mansur et al.	290 – 320	33,737	Ultra	Rahmawati et al., 2024
2	Bunga Kecombrang (<i>Etilingera elatior</i>)	Etanol 70%	Mansur et al.	290 – 320	106,8	Ultra	Endriyanto et al., 2024
3	Daun Ceremai (<i>Phyllanthus acidus</i>)	Etanol 96%	Mansur et al.	290 – 320	10,225	Maksimal	Juanita & Juliadi, 2020

4	Benalu Inang Jeruk Bali (<i>Henslowia frutescens</i>)	Etanol 95%	Mansur et al.	290 – 320	25,20	Ultra	Nurhasnawati et al., 2021
5	Bunga Telang (<i>Clitoria ternate L.</i>)	Etanol 96% terpurifikasi n-heksan,	Mansur et al.	290 – 320	9,36	Maksimal	Paongan & Vifta, 2022
6	Daun Jeju (<i>Acanthus ilicifolius L.</i>)	Etanol 70%	Mansur et al.	290 - 400	3,8478	Minimal	Bahar et al., 2021
7	Alga Hijau (<i>Ulva reticulata Forsskal</i>)	Etil Asetat	Mansur et al.	290 – 320	11,74	Maksimal	Rahayu et al., 2023
8	Daun Senduduk (<i>Melastoma malabathricum L.</i>)	Etanol 96%	Mansur et al.	290 – 320	40	Ultra	Yani et al., 2024
9	Apel Manalagi (<i>Malus Sylvestris Mill.</i>)	Etanol 96%	Mansur et al.	290 – 320	9,4	Maksimal	Ilyas et al., 2023
10	Kulit Buah Lemon (<i>Citrus limon L.</i>)	Etanol 96%	Mansur et al.	290 – 320	39,79	Ultra	Lumantow et al., 2023

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Pengaplikasian metode spektrofotometri UV-VIS sangatlah efektif dan efisien untuk mengukur nilai perlindungan matahari (SPF) berbagai ekstrak alam. Hasil analisis menunjukkan variasi nilai SPF yang signifikan dari berbagai ekstrak tanaman, dengan ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) mencatat nilai tertinggi (106,8) kategori proteksi tabir surya ultra, yang menunjukkan potensi besar dalam pengembangan produk tabir surya alami. Meskipun beberapa ekstrak menunjukkan efektivitas minimal, penelitian ini menggaris bawahi pentingnya pemilihan pelarut dan metode ekstraksi yang tepat untuk meningkatkan hasil. Dengan semakin meningkatnya kesadaran akan bahan alami dan keberlanjutan dalam industri kosmetik, penggunaan pendekatan ini dapat mendorong eksplorasi lebih lanjut terhadap potensi tanaman lokal sebagai agen fotoprotektif, serta menjadi standar baru dalam analisis efektivitas tabir surya alami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah A.R. Fachruddin atas segala dukungan yang diberikan selama proses penulisan artikel ini. Terima kasih juga kepada seluruh dosen pembimbing dan rekan sejawat yang telah memberikan saran, masukan, serta motivasi yang berharga dalam penyusunan karya ini. Semoga artikel ini dapat memberikan kontribusi

nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang farmasi dan kosmetik berbahan alami.

DAFTAR REFERENSI

- Andri, Y. (2016). Pengukuran radiasi matahari UVB di Bukit Kototabang periode Januari–Desember 2015. *Megasains*, 7(1), 41–45.
- Avianka, V., Mardhiani, Y. D., & Santoso, R. (2022). Studi pustaka peningkatan nilai SPF pada tabir surya dengan penambahan bahan alam. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 4(1), 79–88.
- Bahar, Y., Sani, F. K., & Lestari, U. (2021). Penentuan nilai SPF ekstrak etanol daun jeruju (*Acanthus ilicifolius* L.) secara in vitro. *Indonesian Journal of Pharma Science*, 3(2), 91–96.
- Endriyatno, N. C., Walid, M., Nurani, K., & Ulfiani, R. E. (2024). Penentuan nilai SPF ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) secara in vitro. *Jurnal Farmasi Universitas Pekalongan*, 10(1), 286–293.
- Ilyas, I. L., Farid, N., Junita, N., & Islamiah, D. (2023). Penentuan nilai SPF krim kulit apel manalagi (*Malus sylvestris* Mill.) dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Promotif Preventif*, 6(3), 465–471.
- Juanita, R. R. A., & Juliadi, D. (2020). Penetapan potensi tabir surya krim ekstrak etanol daun ceremai (*Phyllanthus acidus* L.) dengan spektrofotometri UV-Vis. *Farmagazine*, 7(1), 51–58.
- Lumantow, V. S., Edy, H. J., & Siampa, J. P. (2023). Formulasi dan penentuan nilai SPF krim tabir surya ekstrak kulit buah lemon suanggi (*Citrus limon* (L.) Burm. f) secara in vitro. *Pharmacon*, 12(3), 338–348.
- Malsawmtluangi, C., Nath, D. K., Jamatia, I., & Lianhimthanga, P. (2013). Determination of sun protection factor (SPF) number of some aqueous herbal extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(9), 150–151.
- Meliala, D. I. P., Wahyudi, W., & Nelva, N. (2020). Formulasi dan uji aktivitas krim tabir surya ekstrak biji kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan kombinasi avobenzone dan octyl methoxycinnamate. *Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal*, 2(2), 50–58.
- Nurhasnawati, H., Helmidanora, R., Sukawaty, Y., Priyoheriyanto, A., & Purwati, E. (2021). Penentuan aktivitas tabir surya dan antioksidan ekstrak etanol benalu (*Henslowia frutescens*) inang jeruk bali secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 6(1), 117–125.
- Paongan, A. O., & Vifta, R. L. (2022). Penentuan nilai sun protecting factor (SPF) ekstrak terpurifikasi bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai tabir surya alami. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 5(2), 152–159.

- Pratama, M. R. F., Suratno, S., & Mulyani, E. (2018). Profile of thin-layer chromatography and UV-Vis spectrophotometry of akar kuning stem extract (*Arcangelisia flava*). *Borneo Journal of Pharmacy*, 1(2), 72–76.
- Purnamasari, A., Zelviani, S., Sahara, & Fuadi, N. (2022). Analisis nilai absorbansi kadar flavonoid tanaman herbal menggunakan spektrofotometri UV-Vis. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 16(1), 57–64.
- Rahayu, S. T., Sari, R. Y., Mahayasih, P. G. M. W., Utami, T. P., & Eden, Y. (2023). Penentuan SPF dan antioksidan ekstrak alga hijau (*Ulva reticulata* Forsskal) sebagai tabir surya dengan spektrofotometer UV-Vis. *Archives Pharmacia*, 5(1), 50–56.
- Rahmawati, M., Muflihunna, A., & Ramadani, A. (2024). Analisis nilai sun protection factor ekstrak etanol daun kopasanda (*Chromolaena odorata* L.) menggunakan spektrofotometri UV-Vis. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 16(1), 45–51.
- Wilkinson, J. B., & Moore, R. (1982). *Cosmeticology: The principles and practice of modern cosmetics* (7th ed.). Leonard Hill Books.
- Wolfe, K., Wu, X., & Liu, R. H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 609–614.
- Yani, D. F., Hendrata, M., Berlian, S., Puspita, S., & Khairunnisa, Z. (2024). Penentuan nilai sun protection factor (SPF) ekstrak etanol daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Journal of Physics Education and Science*, 2(1), 1–8.