



## Perbandingan Formulasi dan Uji Aktivitas *Sun Protection Factor* (SPF) Sediaan *Lotion* dari Berbagai Ekstrak Daun secara Spektrofotometri (*Literatur Review*)

Elina Jatindria<sup>1\*</sup>, Intan Nova Kaesa<sup>2</sup>, Mutiara Eka Putri<sup>3</sup>, Selvi Iswandari<sup>4</sup>, Aldo Octavian Ramadhan Saputra<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Email: [elinajatindria@students.unnes.ac.id](mailto:elinajatindria@students.unnes.ac.id)<sup>1</sup>, [intannov@students.unnes.ac.id](mailto:intannov@students.unnes.ac.id)<sup>2</sup>,  
[mutiara\\_ekaputri@students.unnes.ac.id](mailto:mutiara_ekaputri@students.unnes.ac.id)<sup>3</sup>, [selviiswandari@students.unnes.ac.id](mailto:selviiswandari@students.unnes.ac.id)<sup>4</sup>,  
[aldoramadhansa@students.unnes.ac.id](mailto:aldoramadhansa@students.unnes.ac.id)<sup>5</sup>

\*Penulis Korespondensi: [elinajatindria@students.unnes.ac.id](mailto:elinajatindria@students.unnes.ac.id)

**Abstract.** *This systematic literature review aims to evaluate the formulation characteristics and Sun Protection Factor (SPF) activity of lotions containing various plant leaf extracts, which were tested in vitro using UV-Vis spectrophotometry. Exposure to ultraviolet (UV) radiation can cause various skin disorders, such as redness, premature aging, and an increased risk of skin cancer. With the growing interest in natural cosmetics, plant extracts containing flavonoids, phenolics, and tannins are increasingly being developed as active ingredients in natural sunscreens. Used in the final formulation. The study results indicate that leaf extracts from several plants, such as *Nephelium lappaceum*, *Muntingia calabura*, *Crassocephalum crepidioides*, and *Carica papaya*, possess UV-absorbing capabilities that are influenced by the extract concentration in the formulation. The most commonly used lotion formulation is an oil-in-water (O/W) emulsion with a combination of emulsifiers such as stearic acid and triethanolamine, which play a role in maintaining the physical stability, pH, viscosity, spreadability, and homogeneity of the preparation. The resulting SPF values vary, with the highest value approaching 30 in the 10% rambutan leaf (*Nephelium lappaceum*) extract lotion, placing it in the ultra-protection category. The UV-protective activity of the leaf extract is believed to be related to its polyphenol content, which can absorb UV radiation and help reduce sunburn. Based on the study results, the leaf extract-based lotion has the potential to be developed as a natural sunscreen. However, further research is still needed, particularly in vivo testing, irritation testing, photostability testing, and long-term stability testing to ensure the safety, efficacy, and stability of the formulation.*

**Keywords:** *Herbal Sunscreen; Leaf Extract; Lotion; Sun Protection Factor; UV-Vis Spectrophotometry.*

**Abstrak.** Tinjauan literatur sistematis ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik formulasi dan aktivitas *Sun Protection Factor* (SPF) pada sediaan lotion berbahan aktif berbagai ekstrak daun tanaman yang diuji secara in vitro menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Paparan radiasi ultraviolet (UV) dapat menimbulkan berbagai gangguan pada kulit, seperti kemerahan pada kulit, penuaan dini, hingga risiko kanker kulit. Seiring meningkatnya minat terhadap kosmetik berbahan alam, ekstrak tanaman yang mengandung senyawa flavonoid, fenolik, dan tanin mulai banyak dikembangkan sebagai bahan aktif tabir surya alami. Digunakan dalam sintesis akhir. Hasil kajian menunjukkan bahwa ekstrak daun dari beberapa tanaman, seperti *Nephelium lappaceum*, *Muntingia calabura*, *Crassocephalum crepidioides*, dan *Carica papaya*, memiliki kemampuan menyerap sinar UV yang dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak dalam formula. Formulasi lotion yang banyak digunakan berupa emulsi minyak dalam air (M/A) dengan kombinasi emulgator seperti asam stearat dan trietanolamin, yang berperan dalam menjaga stabilitas fisik, pH, kekentalan, daya sebar, dan homogenitas sediaan. Nilai SPF yang dihasilkan bervariasi, dengan nilai tertinggi mendekati 30 pada lotion ekstrak daun rambutan (*Nephelium lappaceum*) konsentrasi 10%, sehingga termasuk dalam kategori proteksi ultra. Aktivitas perlindungan terhadap sinar UV ekstrak daun diduga berkaitan dengan kandungan senyawa polifenol yang mampu menyerap radiasi UV dan membantu mengurangi pembentukan radikal bebas. Berdasarkan hasil kajian, lotion berbasis ekstrak daun berpotensi dikembangkan sebagai tabir surya alami. Namun, penelitian lanjutan masih diperlukan, terutama uji in vivo, uji iritasi, uji fotostabilitas, dan uji stabilitas jangka panjang untuk memastikan keamanan, efektivitas, dan kestabilan sediaan.

**Kata Kunci:** Ekstrak Daun; *Lotion*; Spektrofotometri UV-Vis; *Sun Protection Factor*; Tabir Surya Herbal.

## 1. PENDAHULUAN

Sinar matahari penting bagi kehidupan dan membantu tubuh manusia membentuk vitamin D. Namun, paparan sinar ultraviolet (UV) yang terlalu berlebihan dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan merusak lapisan kulit (Oliveira Soares *et al.*, 2025). Berdasarkan jenisnya, radiasi UV matahari yang berhasil menembus lapisan ozon stratosfer dan mencapai permukaan bumi didominasi oleh sinar UV-A dengan rentang panjang gelombang 320 hingga 400 nm dan sinar UV-B dengan rentang panjang gelombang 290 hingga 320 nm (Tjondro *et al.*, 2026). Sinar UV-B umumnya hanya menembus lapisan kulit paling atas, lapisan ini bertugas menyerap radiasi tersebut agar tidak masuk lebih dalam, di mana foton berenergi tinggi ini diserap secara langsung oleh susunan asam nukleat, menyebabkan mutasi genetik berupa pembentukan dimer pirimidin yang berujung pada reaksi kemerahan pada kulit akut, luka bakar surya (*sunburn*), dan inisiasi karsinoma sel basal serta skuamosa (Touami *et al.*, 2025). Sebaliknya, sinar UV-A bisa masuk jauh lebih dalam sampai menembus lapisan kulit bagian dalam, memicu stres oksidatif sekunder melalui pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) seperti radikal hidroksil dan anion superoksida (Labioud *et al.*, 2026). Radikal bebas dapat merangsang pelepasan enzim *matriks metalloproteinase* MMP yang secara bertahap merusak kolagen dan elastin. Kerusakan ini dapat menyebabkan penuaan dini pada kulit, kulit menjadi kurang elastis, dan muncul kerutan (Wardani *et al.*, 2026).

Untuk mengurangi kerusakan kulit akibat sinar UV, penggunaan tabir surya menjadi salah satu cara perlindungan yang penting dalam dermatologi kosmetik (Kamal *et al.*, 2026). Tabir surya bekerja dengan membentuk lapisan film fungsional di atas *stratum corneum* yang bertugas menyerap, menghamburkan, atau memantulkan foton UV sebelum foton tersebut berinteraksi dengan sel-sel kulit yang rentan (Nifla & Tharmarajah, 2026). Tingkat keberhasilan yang dihitung dari sediaan tabir surya ini dievaluasi secara universal menggunakan metrik *Sun Protection Factor* (SPF) (Wanniarachi & Ratnayake, 2026). Secara konseptual, SPF mendefinisikan rasio jumlah energi radiasi UV yang dibutuhkan untuk menghasilkan Dosis Kemerahan pada kulit Minimal (*Minimal Erythematous Dose* / MED) pada kulit yang telah diaplikasikan tabir surya dengan ketebalan standar, dibandingkan dengan energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan MED pada kulit yang tidak terlindungi (Bagiana, 2025). Nilai SPF yang semakin tinggi menunjukkan kapasitas sediaan dalam menunda onset terjadinya luka bakar surya secara eksponensial. Secara historis, industri kosmetika mengandalkan penggunaan filter UV kimiawi sintetis seperti kelompok benzofenon (contohnya *oxybenzone*), turunan sinamat (contohnya *octinoxate*), serta turunan salisilat untuk memformulasi sediaan ber-SPF tinggi (Putri & Sailah, 2022).

Walaupun filter organik sintetis ini menunjukkan efisiensi redaman UV yang tinggi, literatur kontemporer mengungkapkan adanya risiko keamanan biologis yang mengkhawatirkan. Studi toksikologi menyoroiti bahwa senyawa sintetis tertentu dapat menembus melintasi *stratum corneum* memasuki sirkulasi sistemik, bertindak sebagai senyawa pengganggu endokrin (*endocrine disruptors*), dan memicu dermatitis kontak alergi (Jayaprakash *et al.*, 2025). Selain itu, bukti ekotoksikologi menunjukkan bahwa agen tabir surya kimiawi terakumulasi di ekosistem laut yang menyebabkan pemutihan terumbu karang (*coral bleaching*) secara masif (Andry *et al.*, 2025). Pergeseran paradigma menuju keberlanjutan ekologis ini memicu munculnya tren *green cosmeceuticals*, di mana para formulator mulai mengeksplorasi penggunaan bahan alam, khususnya metabolit sekunder dari ekstrak tanaman, sebagai alternatif filter UV nabati yang aman secara dermatologis dan ramah lingkungan (Kosasih *et al.*, 2025).

Daun tanaman tropis mendapatkan perhatian riset yang sangat intensif karena organ fotosintetik ini senantiasa terpapar radiasi matahari ekstrem sepanjang siklus hidupnya, sehingga secara evolusioner tumbuhan mengembangkan mekanisme pertahanan perlindungan terhadap sinar UV intrinsik melalui biosintesis spektrum metabolit sekunder yang kompleks (Nifla & Tharmarajah, 2026). Komponen fitokimia yang paling dominan perannya dalam pertahanan radiasi ini adalah golongan polifenol, khususnya senyawa flavonoid dan tanin (Bagiana, 2025). Karakteristik penyerapan UV dari molekul flavonoid berakar pada struktur kimiawinya yang terdiri dari cincin benzena yang dihubungkan oleh ikatan rangkap terkonjugasi (Widyawati, 2019). Kehadiran sistem ikatan terkonjugasi ini menciptakan awan elektron  $\pi$  yang mampu menyerap energi dari foton UV melalui transisi elektronik dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi (Widyawati, 2019). Energi yang terserap kemudian dilepaskan secara perlahan ke lingkungan sekitarnya dalam bentuk energi termal yang tidak merusak jaringan sel (Wibowo *et al.*, 2024). Di samping perannya sebagai filter fisik penyerap cahaya, struktur polifenol dengan gugus hidroksil fenolik ganda berfungsi sebagai agen antioksidan primer (donor elektron) yang mampu memadamkan radikal bebas ROS secara instan, sehingga ekstrak daun menawarkan proteksi komprehensif dua arah, yakni fotoproteksi eksternal dan fotopreventif internal (Hakim *et al.*, 2025).

Guna memastikan penghantaran bahan aktif botani secara efektif dan merata ke seluruh permukaan kulit, pemilihan bentuk sediaan topikal memegang peranan penentu. Formulasi *lotion* sangat direkomendasikan dan disukai oleh konsumen dibandingkan dengan bentuk salep atau krim padat (Putri & Sailah, 2022).

*Lotion* merupakan sediaan emulsi yang umumnya berfase minyak dalam air (M/A) dengan kekentalan yang relatif rendah, sehingga menghadirkan keunggulan rheologis berupa daya sebar (*spreadability*) yang optimal di area kulit yang luas (Nurhayati, 2023). Penyebaran yang mudah ini vital untuk menciptakan lapisan film tabir surya yang homogen, karena ketidakseragaman ketebalan lapisan filter di kulit lapisan yang tidak merata terbukti secara drastis menurunkan nilai SPF perlindungan aktual di bawah parameter yang diklaim (Wibowo *et al.*, 2024). Lebih jauh lagi, matriks emulsi M/A pada *lotion* memberikan sensasi sejuk (*cooling effect*), tidak meninggalkan rasa lengket yang mengganggu, tidak bersifat komedogenik, dan memfasilitasi hidrasi pada jaringan epidermis yang mengalami dehidrasi akibat paparan termal surya (Marlina, 2021).

Dalam mengevaluasi dan menstandarisasi aktivitas perlindungan sediaan *lotion* botani selama tahap pra-klinis, uji efikasi secara *in vitro* menggunakan spektrofotometri UV-Vis telah menjadi standar emas (*gold standard*) di laboratorium kosmetika (Bagiana, 2025). Alasan utama pemilihan instrumen spektrofotometer adalah sensitivitas dan spesifisitas alat ini dalam mendeteksi dan mengkuantifikasi absorbansi emulsi pada pita spektrum UV sempit, spesifiknya pada rentang panjang gelombang 290 nm hingga 320 nm yang merupakan spektrum eritemogenik paling letal (Nurhayati, 2023). Pengukuran spektral ini kemudian dikonversi secara matematis menjadi nilai SPF empiris menggunakan persamaan Mansur, sebuah pemodelan yang mengintegrasikan serapan absorbansi dengan konstanta spektrum intensitas matahari dan spektrum efek kemerahan pada kulit (Ayu, 2024). Pendekatan *in vitro* ini sangat penting untuk skrining pendahuluan (*preliminary screening*) formula tabir surya sebelum pengujian *in vivo* pada sukarelawan manusia dilakukan, sehingga secara dramatis menekan biaya riset, waktu pengembangan produk, serta mematuhi etika penelitian dengan menghindari subjek manusia dari paparan radiasi yang tidak perlu.

Meskipun saat ini terdapat lonjakan signifikansi dalam publikasi penelitian terkait potensi ekstrak tanaman sebagai kandidat tabir surya, tinjauan literatur menemukan adanya kesenjangan riset yang nyata. Sebagian besar penelitian dilakukan secara parsial dan berdiri sendiri pada kompartemen spesies tanaman tunggal tanpa adanya upaya holistik untuk melakukan perbandingan antar-spesies. Selain itu, belum banyak ulasan sistematis yang secara metodologis membedah, menyintesis, dan mengkorelasikan tiga pilar utama dalam formulasi kosmetika: keragaman profil ekstrak daun dan jenis pelarutnya, variasi penyusun eksipien matriks *lotion*, dan signifikansi hasil evaluasi fisik terhadap optimalisasi pembacaan nilai SPF secara spektrofotometri terpadu.

Merujuk pada urgensi pelestarian lingkungan dan kesehatan dermatologis yang meningkat, penelitian ini dirancang secara khusus untuk menutup kesenjangan tersebut. Tujuan utama dari tinjauan ini adalah untuk membandingkan secara komprehensif formulasi eksipien, evaluasi stabilitas fisik, serta menakar efektivitas aktivitas *Sun Protection Factor* (SPF) dari sediaan *lotion* tabir surya yang bersumber dari bermacam ekstrak daun secara *in vitro* menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, berdasarkan ekstraksi data dari literatur ilmiah terkini yang terseleksi secara ketat.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*). Penyusunan metode mengikuti alur PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) agar proses pencarian, penyaringan, penilaian kelayakan, dan penetapan artikel yang digunakan dapat dijelaskan secara runtut, terbuka, dan mudah ditelusuri kembali. Penelusuran artikel dilakukan melalui publish or perish yaitu Google Scholar sebagai sumber pencarian utama, kemudian dilengkapi dengan penelusuran silang pada ScienceDirect, PubMed, DOAJ, Garuda, Neliti, Crossref, Semantic Scholar, serta repositori daring universitas terkait apabila diperlukan untuk memperoleh naskah lengkap. Artikel yang dicari dibatasi pada publikasi tahun 2015 sampai 2026 agar literatur yang digunakan tetap relevan dengan perkembangan penelitian tabir surya berbahan alam.

Strategi pencarian disusun dengan menggabungkan kata kunci berbahasa Indonesia dan Inggris menggunakan operator Boolean AND dan OR. Kata kunci yang digunakan meliputi "sun protection factor", "SPF", "sunscreen lotion", "herbal sunscreen", "leaf extract", "plant extract", "UV-Vis spectrophotometry", "formulation lotion", "ekstrak daun", "lotion tabir surya", "nilai SPF", dan "spektrofotometri UV-Vis". Penggunaan beberapa padanan kata dilakukan agar artikel yang relevan tetap dapat ditemukan meskipun istilah yang dipakai setiap jurnal berbeda (Touami *et al.*, 2025).

Artikel yang dimasukkan dalam kajian ini harus memenuhi beberapa kriteria. Artikel merupakan penelitian primer yang membahas formulasi sediaan *lotion* tabir surya, menggunakan bahan aktif dari ekstrak daun atau fraksi pelarut daun tanaman, serta menilai aktivitas *Sun Protection Factor* (SPF) secara *in vitro* menggunakan *spektrofotometri UV-Vis*. Artikel juga harus tersedia dalam bentuk teks lengkap dan memuat informasi yang berkaitan dengan evaluasi fisik sediaan atau perhitungan nilai SPF. Artikel dikeluarkan dari kajian apabila membahas bentuk sediaan selain *lotion*, seperti krim, gel, salep, balsam, pasta, semprot, atau nanoemulsi cair.

Artikel juga tidak digunakan apabila bahan aktif berasal dari bagian tanaman selain daun, seperti rimpang, biji, kulit batang, buah, atau akar, atau apabila formula hanya menggunakan bahan anorganik seperti seng oksida dan titanium dioksida tanpa paduan bahan herbal. Selain itu, artikel yang tidak mencantumkan nilai SPF kuantitatif, tidak menggunakan spektrofotometri UV-Vis, berupa artikel ulasan, opini populer, abstrak konferensi tanpa data empiris, skripsi yang metodenya tidak jelas, artikel berbayar tanpa akses teks penuh, atau artikel duplikat juga dikeluarkan dari proses analisis.

Proses seleksi dilakukan secara bertahap sesuai alur PRISMA, dimulai dari identifikasi artikel pada basis data, penghapusan artikel duplikat, penyaringan judul dan abstrak, kemudian penilaian teks lengkap berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Jumlah artikel pada setiap tahap dicatat dan ditampilkan dalam diagram alur PRISMA, sedangkan rincian penyusutan jumlah artikel dijelaskan pada bagian hasil penelitian (Pasupathi *et al.*, 2025).

Artikel yang memenuhi kriteria akhir kemudian diekstraksi secara manual. Data yang diambil meliputi nama penulis dan tahun publikasi, nama tanaman dan bagian daun yang digunakan, jenis pelarut ekstraksi, konsentrasi ekstrak dalam formula, komposisi basis lotion, metode pengukuran UV-Vis dan rentang panjang gelombang, penggunaan persamaan Mansur apabila dilaporkan, nilai SPF dan kategori proteksinya, hasil evaluasi fisik sediaan seperti organoleptik, homogenitas, pH, kekentalan, daya sebar, daya lekat, stabilitas, uji iritasi bila tersedia, serta kesimpulan utama dari masing-masing artikel.

Data yang diperoleh dianalisis dengan sintesis naratif dan perbandingan tabel. Tabel digunakan untuk merangkum karakteristik formulasi, hasil evaluasi fisik, dan nilai SPF dari setiap artikel, sedangkan uraian naratif digunakan untuk menjelaskan hubungan antara jenis ekstrak daun, konsentrasi ekstrak, komposisi basis lotion, dan kemampuan perlindungan terhadap sinar UV. Karena artikel yang ditemukan memiliki variasi tanaman, konsentrasi, dan formula yang berbeda, kajian ini tidak melakukan meta-analisis, tetapi menekankan pada perbandingan hasil secara deskriptif (Oliveira Soares *et al.*, 2025).

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Hasil**

Berdasarkan delapan penelitian yang dikumpulkan, terlihat bahwa tren riset terbaru terus berkembang sejak tahun 2019 sampai 2025. Jumlah penelitian ini terlihat terus meningkat. Jika dari tahun 2019 sampai 2023 hanya ada 1 artikel per tahun, jumlahnya melonjak menjadi 2 artikel setiap tahunnya pada 2024 dan 2025.

Spesies botani yang diekstraksi bagian daunnya merepresentasikan kekayaan biodiversitas tropika. Daun yang dieksplorasi potensinya meliputi daun rambutan (*Nephelium lappaceum*) (Bagiana, 2025), daun kersen (*Muntingia calabura*) (Widyawati, 2019), daun pepaya (*Carica papaya*) (Marlina, 2021), daun teh hijau (*Camellia sinensis*) (Putri & Sailah, 2022), daun sereh (*Cymbopogon citratus*) (Nurhayati, 2023), daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) (Hakim et al., 2025), dan daun kecombrang (*Etligeria elatior*) (Ayu, 2024). Semua penelitian ini mengambil sari bahan alamnya dengan menggunakan cairan pelarut yang mudah menyatu dengan air maupun lemak. Etanol 70% hingga 96% menjadi pelarut ekstraksi (maserasi) yang paling universal digunakan berkat kapasitas efisiensinya dalam mengekstraksi seluruh golongan polifenol tanpa merusak struktur termolabil senyawa. Satu penelitian menonjol dengan menggunakan pendekatan fraksinasi etil asetat pada daun sintrong untuk memperoleh ekstrak polar dengan kemurnian metabolit yang lebih terseleksi.

Lotion didesain sebagai sistem emulsi termodinamik yang tidak stabil, yang memerlukan arsitektur basis yang cermat agar fase lipofilik dan hidrofilik terikat secara sempurna tanpa fenomena *creaming* atau *cracking* (*phase inversion*). Mayoritas peneliti menggunakan sistem basis minyak dalam air (M/A) konvensional dengan mempekerjakan kombinasi harmonis pengemulsi non-ionik dan anionik seperti asam stearat dan trietanolamin (TEA). Sabun TEA-stearat bertugas menurunkan tegangan antarmuka sehingga butiran minyak ekstrak terselubung rapat di dalam medium air. Penelitian Wibowo *et al.* (2024) menambahkan inovasi modifikasi pembawa dengan menggunakan minyak almond (*Oleum amygdalarum*) untuk memberikan nilai tambah sinergis emolien antioksidan bawaan di luar ekstrak tanaman daun (Wibowo *et al.*, 2024). Di sisi lain, pada studi lotion teh hijau, kitosan dan lemon digabungkan sebagai formulasi polih herbal untuk menyempurnakan rheologi dan kekentalan.

Evaluasi fisik dari artikel yang dikaji menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak botani dapat memengaruhi mutu sediaan lotion, terutama pada aspek organoleptik, homogenitas, pH, kekentalan, daya sebar, dan daya lekat. Pada aspek organoleptik, penambahan ekstrak umumnya menyebabkan perubahan warna lotion dari putih menjadi kehijauan, dengan tingkat warna yang berbeda sesuai konsentrasi ekstrak yang digunakan. Perubahan ini terlihat pada sediaan lotion ekstrak daun sintrong dan daun sereh, yang menunjukkan warna semakin pekat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak (Hakim *et al.*, 2025). Pada penelitian ekstrak daun sereh, sediaan juga dilaporkan memiliki tampilan yang homogen tanpa adanya partikel kasar yang terlihat (Nurhayati, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak dapat terdispersi dengan baik dalam basis lotion.

Selain itu, pH menjadi salah satu parameter penting karena berkaitan dengan kesesuaian sediaan terhadap kulit. Secara umum, sediaan topikal diharapkan memiliki pH yang masih sesuai dengan pH kulit, yaitu sekitar 4,5–6,5. Ekstrak daun yang mengandung senyawa fenolik atau asam organik dapat menurunkan pH sediaan. Pada formulasi lotion ekstrak daun rambutan, peningkatan konsentrasi ekstrak hingga 10% menyebabkan pH sediaan berada pada kisaran pH 5, namun nilai tersebut masih termasuk dalam batas yang aman untuk kulit (Bagiana, 2025). Sementara itu, formulasi foot lotion ekstrak daun pepaya dengan variasi TEA 3,5% menunjukkan pH yang relatif stabil selama masa penyimpanan 28 hari (Marlina, 2021).

Parameter lain yang juga berpengaruh adalah kekentalan, daya sebar, dan daya lekat. Kekentalan menggambarkan kekentalan lotion, sedangkan daya sebar dan daya lekat menunjukkan kemudahan sediaan saat diaplikasikan serta kemampuannya bertahan di permukaan kulit. Pada penelitian minyak almond, peningkatan konsentrasi fase minyak sampai 10% dapat meningkatkan daya sebar, tetapi menurunkan daya lekat sediaan (Wibowo *et al.*, 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa lotion yang terlalu mudah menyebar belum tentu mampu melekat dengan baik pada kulit. Pada penelitian ekstrak daun sereh, kekentalan lotion sudah memenuhi syarat SNI, yaitu 2.000–50.000 cP, tetapi daya sebar belum memenuhi standar yang diharapkan (Nurhayati, 2023). Sebaliknya, lotion teh hijau dengan konsentrasi 10% memiliki kekentalan 31.500 cP, mudah diaplikasikan, dan memberikan tingkat kepuasan konsumen sebesar 69% (Putri & Sailah, 2022). Daya sebar yang baik menjadi penting dalam sediaan tabir surya karena aplikasi yang merata membantu membentuk lapisan pelindung yang lebih seragam pada permukaan kulit (Tjondro *et al.*, 2026).

Setiap jurnal mendedikasikan pengujiannya pada perangkat spektrofotometri UV-Vis untuk menerjemahkan spektra absorbansi ekstrak daun menjadi nilai empiris Sun Protection Factor. Data disajikan secara terstruktur pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komparasi Karakteristik Formulasi, Evaluasi Mutu Fisik dan Nilai SPF *Lotion* Ekstrak Daun.

| N<br>o | Penulis<br>/ Tahun       | Tanaman<br>(Nama<br>Latin)  | Jenis &<br>Konsentr<br>asi<br>Ekstrak /<br>Variasi          | Metode /<br>Rentang Uji<br>UV-Vis             | Nilai<br>SPF<br>Optim<br>al  | Kategor<br>i<br>Proteksi      | Hasil<br>Evaluasi<br>Fisik &<br>Keterangan<br>Tambah  | Kesimpula<br>n Utama<br>Studi   |
|--------|--------------------------|---|---|---|------------------------------|-------------------------------|---|---|
| 1.     | Hakim<br>et al.,<br>2025 | Daun<br>Sintrong<br>( <i>Crassoceph<br/>alum<br/>crepidioides</i> ) | Fraksi<br>Etil<br>Asetat:<br>F1<br>(0,1%),<br>F2<br>(0,2%), | Spektrofoto<br>metri<br>(Persamaan<br>Mansur) | F3<br>(0,3%):<br><b>5,53</b> | Sedang<br>( <i>Moderate</i> ) | Bentuk semi<br>padat, hijau<br>homogen.<br>Parameter<br>pH,<br>kekentalan,<br>daya lekat,<br>dan daya | Sintrong<br>menunjukk<br>an proteksi<br>moderat<br>pada dosis<br>amat kecil.<br>Semakin<br>tinggi |

|    |                      |   |   |   |   |                                      |   |   |
|----|----------------------|---|---|---|---|--------------------------------------|---|---|
|    |                      |   | F3<br>(0,3%)  |   |   |                                      | sebar<br>memenuhi<br>syarat mutu.   | fraksi<br>ditambahk<br>an, SPF<br>meningkat.  |
| 2. | Nurhayati, 2023      | Daun Sereh<br>( <i>Cymbopogon citratus</i> )            | Ekstrak<br>Etanol:<br>F1 (5%),<br>F2<br>(7,5%),<br>F3 (10%)         | Spektrofotometri<br>(rentang<br>290-320 nm) | Tersedia<br>spesifik<br>pada<br>teks<br>penuh<br>jurnal         | Sedang<br>hingga<br>Maksimal         | Emulsi M/A<br>homogen.<br>Organoleptik,<br>kekentalan,<br>pH<br>memenuhi<br>SNI. Gagal<br>pada uji<br>daya sebar.                           | Sediaan<br>berpotensi<br>menjadi<br>tabir surya<br>namun<br>eksipien<br>perlu re-<br>formulasi<br>untuk<br>mengatasi<br>kegagalan<br>daya sebar.                                    |
| 3. | Putri & Sailah, 2022 | Daun Teh<br>Hijau<br>( <i>Camellia sinensis</i> )       | Ekstrak<br>poliherbal<br>dengan<br>Kitosan<br>10% +<br>Lemon<br>10% | Spektrofotometri UV-<br>Vis                 | Formula Daun<br>10% :<br>15,00                                  | Maksimal<br>(Maximum)                | pH ideal<br>6,19;<br>Kekentalan<br>baik 31.500<br>cP;<br>Mikrobiologi<br>aman (TPC<br>0). Customer<br>Satisfaction<br>Index 69%.            | Konsumen<br>puas<br>dengan<br>feel<br>sediaan.<br>Formulasi<br>campuran<br>ekstrak<br>daun<br>memberikan<br>proteksi<br>maksimal<br>UV.   |
| 4. | Bagiana, 2025        | Daun<br>Rambutan<br>( <i>Nephelium lappaceum</i><br>L.) | Ekstrak<br>Etanol:<br>F1<br>(2,5%),<br>F2 (5%),<br>F3 (10%)         | Spektrofotometri UV-<br>Vis                 | F3<br>(10%):<br>~ <b>30,00</b><br>F2<br>(5%):<br>~ <b>20,00</b> | Ultra<br>( <i>Ultra Protection</i> ) | Ekstrak yang<br>sangat asam<br>menekan pH<br>sediaan F3<br>ke level pH<br>5. Emulsi<br>terdispersi<br>homogen<br>sempurna                   | Daun<br>Rambutan<br>( <i>Nephelium lappaceum</i><br>L.)   |
| 5. | Ayu, 2024            | Daun<br>Kecombrang<br>( <i>Etlingera elatior</i> ) dkk  | Aneka<br>ragam<br>tanaman<br>nabati                                 | Spektrofotometri UV-<br>Vis                 | Hasil<br>tinjauan<br>bervariasi                                 | Sedang -<br>Ultra                    | Membandingkan<br>parameter<br>sifat fisik<br>sediaan<br>komersial<br>versus<br>eksperimen<br>tanaman<br>lokal yang<br>patuh<br>standar SNI. | Tanaman<br>botani<br>lokal valid<br>berfungsi<br>sebagai<br>agen<br>perlindungan<br>terhadap<br>sinar UV<br>alternatif<br>karena<br>mengandung<br>filter<br>senyawa<br>tabir surya. |

|    |                             |  |   |  |  |                          |  |  |
|----|-----------------------------|--|---|--|--|--------------------------|--|--|
| 6. | Wibowo <i>et al.</i> , 2024 | Minyak Almond (Oleum amygdalarum) komparatif | Variasi Minyak: F1 (5%), F2 (7,5%), F3 (10%)                | Spektrofotometri (rentang 290-320 nm)          | F3 (10%): 19,03                              | Ultra (Ultra Protection) | Sediaan putih bersih, tak berbau. Peningkatan konsentrasi minyak mendongkrak pH dan daya sebar.    | Modifikasi bahan pembawa berbasis minyak kaya asam oleat dapat menyumbang nilai SPF ekstra hingga level Ultra. |
| 7. | Marlina, 2021               | Daun Pepaya (Carica papaya L.)               | Foot lotion (10% ekstrak aktif), variasi TEA (3%, 3,5%, 4%) | Spektrofotometri UV-Vis                        | Data numerik detail tersemat di jurnal penuh | Efektif                  | Diameter daya sebar konsisten 5-7 cm. Tidak merubah bau atau memicu iritasi kulit setelah 28 hari. | Formulasi dengan TEA 3,5% menciptakan ikatan stabilitas emulsi paling kuat tanpa mengorbankan fungsi.          |
| 8. | Widyawati, 2019             | Daun Kersen (Muntingia calabura L.)          | Ekstrak Etanol: F1 (0,5%), F2 (1%), F3 (2%)                 | Spektrofotometri (Persamaan Mansur 290-320 nm) | F3 (2%): 10,13                               | Maksimal (Maximum)       | Kualitas fisik lotion dilaporkan stabil, terdispersi rata sesuai standar formulasi tabir surya.    | Konsentrasi yang amat rendah (2%) sudah sanggup mencetak proteksi maksimal beserta fitur total blok pigmentasi |

Berdasarkan sintesis data pada Tabel 1, terjadi korelasi linier yang berbanding lurus dan terkuantifikasi jelas: semakin pekat dosis konsentrasi ekstrak daun yang dilibatkan ke dalam fasa emulsi, semakin eksponensial nilai SPF yang diejawantahkan dalam spektrum bacaan UV-Vis (Bagiana, 2025). Ekstrak daun rambutan menduduki puncak hierarki dengan perolehan rekor SPF superior menyentuh angka aproksimasi 30,00 pada konsentrasi 10%. Nilai SPF lebih dari 15 diklasifikasikan sebagai pelindung spektrum kelas "Ultra", yang secara fungsional setara dengan produk penyaring komersial berbasis titanium dioksida namun murni memanfaatkan kekuatan bioaktif dari metabolit daun (Murugesan *et al.*, 2026).

Hal yang tak kalah menakjubkan ditemukan pada evaluasi ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura*); peneliti sukses merekam skor SPF 10,13 (kategori Maksimal) meskipun persentase zat murni ekstrak daun di dalam lotion tersebut amat sangat dibatasi pada angka 2% (Putri & Sailah, 2022). Kontras dengan pencapaian tersebut, fraksi etil asetat daun sintrong memberikan serapan moderat (SPF 5,53) (Wardani *et al.*, 2026). Perbedaan tajam performa antara sintrong dan kersen diakibatkan oleh selisih rentang konsentrasi (0,3% vs 2%), serta varian jenis pelarut kimia di mana etil asetat merupakan agen ekstraksi selektif yang mungkin membatasi keanekaragaman kelompok fenolik polar yang mampu tersari jika dibandingkan dengan pelarut etanol global yang bersifat universal (Touami *et al.*, 2025).

### **Pembahasan**

Mekanisme pertahanan perlindungan terhadap sinar UV ekstrak nabati tidak beroperasi secara mekanis layaknya tabir surya zinc oxide yang memantulkan bak cermin, melainkan tunduk pada hukum absorpsi fotokimia kuantum. Senyawa polifenol daun, terutama gugus fenolik dan molekul polimer seperti tanin dan flavonoid, adalah metabolit pendorong di balik tirai nilai SPF tinggi ini (Kosasih *et al.*, 2026). Struktur biokimia tulang punggung flavonoid terdiri atas 15 atom karbon (C6-C3-C6) yang membangun sistem dua cincin fenil aromatik. Cincin-cincin ini terjalin rumit dalam ikatan kovalen ganda yang berseling terkonjugasi secara ekstensif (Putri & Sailah, 2022).

Ikatan terkonjugasi ini menjadi kunci karena membentuk lautan elektron  $\pi$  yang bebas bergerak (delokalisasi elektron). Saat epidermis diolesi lotion yang menyerap pada permukaan, foton dari radiasi UV-B (dengan energi beresilasi tinggi) akan membentur molekul flavonoid ini. Energi foton tersebut akan diserap dengan rakus dan memaksa elektron berada dalam proses eksitasi transisi elektronik berpindah dari ikatan orbital  $\pi$  stabil (keadaan dasar/ HOMO) memantul menuju orbital anti-ikatan  $\pi$  energi tinggi (keadaan tereksitasi/ LUMO) (Singh *et al.*, 2026). Melalui proses termodinamika internal, elektron tereksitasi yang terperangkap tidak stabil secara perlahan turun kembali ke dasar dengan memancarkan sisa energi dalam formasi gelombang panas vibrasional dan rilis gelombang cahaya pendar pendaran (fluoresensi) yang amat rendah dan tidak destruktif sama sekali terhadap integritas DNA molekuler manusia. Proses filter optis ini dikenal sebagai penyerapan pita K-band (Hakim *et al.*, 2025).

Selain berperan sebagai penyerap sinar UV pada lapisan *stratum corneum*, senyawa polifenol juga memiliki gugus hidroksil bebas (-OH) yang mendukung aktivitas antioksidan. Ketika sebagian sinar UV-A masih menembus lapisan lotion dan memicu pembentukan radikal bebas, seperti radikal superoksida, polifenol dapat membantu menetralkan radikal tersebut dengan menyumbangkan elektron atau atom hidrogen.

Proses ini berperan dalam mengurangi stres oksidatif, menekan reaksi peradangan, serta membantu mencegah kerusakan kolagen yang berkaitan dengan aktivitas enzim metaloproteinase (Kamal *et al.*, 2026). Dengan demikian, ekstrak botani tidak hanya bekerja sebagai pelindung dari paparan UV, tetapi juga memberikan perlindungan tambahan melalui aktivitas antioksidan. Peran ganda ini menjadi salah satu keunggulan formulasi tabir surya berbahan tanaman dibandingkan sediaan tabir surya anorganik modern (Tjondro *et al.*, 2026).

Hasil pengukuran nilai SPF menggunakan spektrofotometri UV-Vis dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor dalam proses formulasi, seperti jenis pelarut ekstraksi, komposisi basis lotion, pH sediaan, serta keterbatasan metode perhitungan yang digunakan. Faktor-faktor ini penting diperhatikan karena hasil nilai SPF tidak hanya bergantung pada kandungan ekstrak tanaman, tetapi juga pada cara ekstrak diperoleh dan bagaimana ekstrak tersebut diformulasikan dalam sediaan lotion.

Andry *et al.* (2025) menyatakan bahwa polaritas pelarut berperan penting dalam menentukan jenis senyawa aktif yang dapat tertarik dari bahan tanaman. Pelarut seperti etanol atau metanol yang bersifat semi-polar mampu menarik berbagai senyawa antioksidan, termasuk flavonoid dan senyawa fenolik, yang berperan dalam aktivitas perlindungan terhadap sinar UV. Hal ini sejalan dengan penelitian Hakim *et al.* (2025) pada fraksi etil asetat daun sintrong, dimana jenis pelarut yang digunakan dapat memengaruhi kandungan senyawa yang masuk ke dalam formula. Pelarut yang lebih selektif dapat menghasilkan ekstrak yang lebih spesifik, tetapi kemungkinan tidak menarik seluruh kelompok senyawa aktif yang bersifat lebih polar.

Selain jenis pelarut, komposisi basis lotion dan pH juga dapat memengaruhi hasil pengukuran SPF. Wibowo *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penggunaan minyak almond dalam sediaan dapat memberikan kontribusi terhadap aktivitas tabir surya karena kandungan asam lemaknya, seperti asam oleat dan asam stearat, yang dapat mendukung perlindungan terhadap sinar UV. Namun, pembacaan spektrofotometri pada rentang 290–320 nm juga dapat dipengaruhi oleh sifat fisik emulsi, termasuk kekeruhan dan penyebaran partikel dalam sediaan. Bagiana (2025) juga menyatakan bahwa pH berperan dalam menjaga kestabilan senyawa aktif, terutama flavonoid. Sediaan dengan pH yang masih berada pada kisaran aman kulit, yaitu sekitar pH 5–6, cenderung lebih sesuai untuk mempertahankan kestabilan senyawa aktif, sedangkan kondisi yang terlalu basa dapat menurunkan kestabilan senyawa fenolik dan berpotensi mengurangi kemampuan perlindungan terhadap sinar UV. Di sisi lain, metode perhitungan SPF dengan persamaan Mansur juga memiliki keterbatasan.

Nifla & Tharmarajah (2026) menjelaskan bahwa perhitungan SPF dengan metode ini lebih berfokus pada serapan di wilayah UV-B, yaitu sekitar 290–320 nm, yang berkaitan erat dengan risiko kemerahan pada kulit atau kemerahan pada kulit. Oleh karena itu, nilai SPF yang diperoleh belum sepenuhnya menggambarkan kemampuan sediaan dalam melindungi kulit dari sinar UV-A pada rentang 320–400 nm. Padahal, sinar UV-A juga berperan dalam proses penuaan dini dan kerusakan kulit jangka panjang. Dengan demikian, pengujian spektrofotometri *in vitro* sebaiknya dilengkapi dengan data tambahan, seperti rasio perlindungan UVA/UVB atau parameter broad-spectrum, agar kemampuan perlindungan tabir surya dapat dinilai secara lebih menyeluruh.

Kelebihan Formulasi Nabati: Rekayasa tabir surya daun ekstrak merepresentasikan jawaban solutif bagi revolusi komoditas green cosmeceuticals. Tidak seperti sunblock fisik zink maupun titania yang kaku dan menyumbat komedo, sediaan emulsi polih herbal dari kecombrang atau rambutan menunjukkan sifat fisika biodegradable, menenangkan peradangan epidermis secara simultan, menekan ancaman karsinogenik melalui donasi antioksidan, dan minim sekali toksisitas sitologis paparan kimia jangka panjang (Oliveira Soares *et al.*, 2025). Formulasi seperti foot lotion pepaya dengan TEA seimbang bahkan lolos observasi uji ketiadaan iritasi pasca 28 hari pengamatan pada kulit manusia (Widyawati, 2019).

Literatur yang disintesis dalam tinjauan ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah artikel yang memenuhi kriteria inklusi hanya 8 artikel, sehingga menunjukkan bahwa penelitian mengenai lotion tabir surya berbasis ekstrak daun dengan pengujian SPF secara spektrofotometri masih cukup terbatas. Selain itu, komposisi emulsi yang digunakan pada setiap penelitian juga berbeda-beda, sehingga perbandingan antar jenis ekstrak daun tidak dapat dilakukan secara mutlak. Perbedaan basis lotion, jenis pelarut, konsentrasi ekstrak, serta parameter evaluasi fisik dapat memengaruhi hasil akhir nilai SPF yang diperoleh.

Sebagian besar penelitian yang dikaji juga masih terbatas pada pengujian *in vitro* menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Touami *et al.* (2025) menyatakan bahwa hasil uji laboratorium belum sepenuhnya menggambarkan kondisi penggunaan sebenarnya pada kulit, karena efektivitas tabir surya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti produksi sebum, keringat, suhu lingkungan, gesekan pakaian, dan ketahanan sediaan terhadap air. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kemampuan perlindungan SPF pada penggunaan nyata berbeda dari hasil pembacaan di laboratorium. Selain itu, belum semua sediaan lotion dalam literatur yang dikaji dilengkapi dengan pengujian stabilitas lanjutan, seperti cycling test, uji fotostabilitas, dan uji ketahanan air atau water resistance.

Padahal, pengujian tersebut penting untuk mengetahui apakah sediaan tetap stabil dan efektif selama penyimpanan maupun saat digunakan dalam kondisi lingkungan yang berubah. Untuk pengembangan lebih lanjut, standardisasi ekstrak juga perlu diperhatikan, misalnya dengan menetapkan senyawa penanda fitokimia seperti kuersetin atau rutin. Upaya optimasi formulasi, seperti penggunaan sistem nanoemulsi atau enkapsulasi liposom, juga dapat dipertimbangkan agar senyawa aktif seperti flavonoid lebih terlindungi dari kerusakan akibat paparan cahaya, oksigen, dan perubahan suhu selama penyimpanan.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil tinjauan literatur sistematis terhadap 8 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, sediaan lotion dengan bahan aktif ekstrak daun menunjukkan potensi sebagai tabir surya alami. Hasil kajian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun dalam *formula lotion* cenderung diikuti oleh peningkatan nilai *Sun Protection Factor (SPF)*. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak daun, seperti *flavonoid*, *fenolik*, dan tanin, berperan dalam memberikan perlindungan terhadap paparan sinar ultraviolet. Selain itu, penggunaan basis lotion dengan kombinasi emulgator seperti asam stearat dan trietanolamin (TEA) juga membantu menjaga stabilitas fisik sediaan, termasuk organoleptik, pH, kekentalan, daya sebar, dan homogenitas agar tetap sesuai dengan standar mutu sediaan topikal.

Dari artikel yang dikaji, ekstrak daun rambutan (*Nephelium lappaceum*) menunjukkan potensi yang paling menonjol sebagai bahan aktif tabir surya alami. Pada konsentrasi 5% dan 10%, sediaan lotion ekstrak daun rambutan mampu menghasilkan nilai SPF sekitar 20,00 dan 30,00, sehingga termasuk dalam kategori proteksi ultra. Selain itu, ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura*) juga menunjukkan hasil yang baik karena pada konsentrasi 2% sudah mampu menghasilkan nilai SPF sebesar 10,13 dengan kategori proteksi maksimal. Potensi perlindungan tersebut berkaitan dengan kandungan senyawa antioksidan pada ekstrak daun yang mampu menyerap sinar UV dan membantu mengurangi efek radikal bebas pada kulit.

Meskipun demikian, penelitian mengenai lotion tabir surya berbasis ekstrak daun masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian masih dilakukan secara *in vitro* menggunakan *spektrofotometri UV-Vis*, sehingga hasilnya belum sepenuhnya menggambarkan efektivitas sediaan saat digunakan langsung pada kulit. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu dilengkapi dengan uji *in vivo*, uji iritasi, uji stabilitas penyimpanan seperti *cycling test*, uji fotostabilitas, serta pengujian perlindungan terhadap sinar UV-A melalui parameter seperti rasio UVA/UVB atau *critical wavelength*.

Standardisasi ekstrak dan pengembangan sistem penghantaran yang lebih stabil, seperti nanoemulsi atau enkapsulasi, juga perlu dipertimbangkan agar sediaan tabir surya berbahan alami dapat dikembangkan menjadi produk yang aman, efektif, stabil, dan berpotensi digunakan secara lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andry, M., Ginting, I., Nasution, M. A., & Lubis, M. F. (2025). Impact of Solvent Type on Total Flavonoid Content and Sun Protection Factors in *Centella asiatica* (L.) Urban Leaves Extract. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 21(3), 1998-2007.
- Ayu, F. B. P. (2024). *UJI NILAI SUN PROTECTION FACTOR (SPF) SEDIAAN LOTION DARI BERBAGAI TANAMAN* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Bagiana, I. K. (2025). Formulasi dan uji aktivitas nilai spf sediaan lotion ekstrak etanol daun rambutan (*Nephelium Lappaceum* L.). *REPOSITORY STIFAR*.
- Hakim, A., Bu'tu, Y., Aliah, A. I., & Setiawan, P. (2025). Formulasi Dan Uji Aktivitas Tabir Surya Sediaan Body Lotion Fraksi Etil Asetat Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*). *Pharmacology And Pharmacy Scientific Journals*, 4(2), 72-87.
- Jayaprakash, N., Arumugam, S., Paramasivam, B., Kuppusamy, S. T. N., Jayaraman, S., Venkatesan, P., ... & Elumalai, K. (2025). Formulation and Characterization of a Polyherbal Sunscreen Containing *Camellia sinensis*, *Vitis vinifera*, and *Silybum marianum* Extracts. *Pharmacognosy Research*, 17(3).
- Kamal, S., Qamar, F., Owais, A., Akhtar, F., & Rahat, M. (2026). Photoprotective and anti-inflammatory potential of *Tagetes erecta* L. from southern coastal region of Pakistan: A study on psoriasis-prone skin. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 39(1).
- Kosasih, K., Yulyana, A., & Dewi, C. (2025). Green cosmeceuticals: design and evaluation of environmentally-friendly sunscreens with *Vaccinium varingiaefolium* leaf bioactives. *Pharmacia*, 72, 1-12.
- Labioud, R., Belabed, S., & Amri, A. (2026). Antioxidant activity and photoprotective potential of *Ziziphus lotus* extracts: An in vitro study. *Acta Periodica Technologica*, (00), 5-5.
- Marlina, D. (2021). Formulation of foot lotion containing papaya leaf extract (*Carica papaya* L.) with tri ethanol amine concentration variation as emulgator and its physical stability. *Proceedings of the First International Conference on Health, Social Sciences and Technology (ICoHSST 2020)*, 521, 58-61.
- Murugesan, P., Kamalakannan, S., Thangarathinam, K., & Balasubramanian, N. (2026). Green-synthesized  $\text{TiO}_2$  Nanoparticles for Sunscreen: Eco-Friendly Approach to Spf Enhancement. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 198(1), 530-555.
- Nifla, M. R. F., & Tharmarajah, M. (2026). Assessment of Phenolic Content and Photoprotective Potential of *Thespesia populnea*, *Cascabela thevetia*, and *Abutilon indicum* as Natural Ingredients for Herbal Sunscreen Development. *Vingnanam Journal of Science*, 21.

- Nurhayati, G. S. (2023). Formulasi Sediaan Lotion Tabir Surya Ekstrak Daun Sereh (*Cymbopogon citratus* [DC.] Stapf) dan Nilai Sun Protection Factor (SPF) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis.
- Oliveira Soares, T. D., Borges Behling, M. E. C., de Azevedo Albuquerque, C. G. B., de Queiroz Júnior, H. L., Diniz, G. M., Souza e Silva, P. A. B., ... & Souza e Silva, H. R. D. (2025). Efficacy of plant-based sunscreens in preventing skin aging: a scoping review. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 15(3), 255-278.
- Pasupathi, M., Moscow, S., Natarajan, B., & Kumar, T. (2025). Green approach for the synthesis of zinc oxide nanoparticles and their enhanced sun protection factor in the presence of octocrylene. *Cutaneous and Ocular Toxicology*, 44(3), 250-266.
- Putri, F. R., & Sailah, I. (2022). Formulation natural ingredients combination and consumer preference product sunscreen lotion. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1063, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
- Singh, B., Singh, L., Kewlani, P., & Bhatt, I. D. (2026). Harnessing the potential of selected Himalayan species for phyto-cosmeceutical formulations guided through biochemometric analysis. *Scientific Reports*.
- Tjondro, J., Wijaya, L., Siswanto, F. M., & Sidharta, V. M. (2026). Comparative effectiveness of *Passiflora edulis* fruit extract cream and hydroquinone in preventing hyperpigmentation in UVB-induced C57BL/6 mice. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 16(4), 245-256.
- Touami, Y., Marir, R., Fattori, A., & Lavallo, P. (2025). Plant-based photoprotection: Sustainable strategies for skin cancer prevention through UV shielding and anti-inflammatory action. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 48, 102250.
- Wanniarachchi, P. K., & Ratnayake, W. M. K. M. (2026). Formulation and Development of Herbal Sunscreen GEL From *Leucas Zeylanica* and *Tagetes Erecta*. *Journal of Innovation in Science, Engineering and Technology*, 7(1), 56-64.
- Wardani, I. G. A. A. K., Adrianta, K. A., Udayani, N. N. W., Amaral, M. B., & Suená, N. M. D. S. (2026). Anti-Aging Efficacy of Mangrove Leaf Extract Cream Assessed by SPF and Collagen Density Enhancement: In Vitro and In Vivo Approaches. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 12(1), 15-28.
- Wibowo, D. N., Anjaswari, E. P., Aini, A. N., & Murukmihadi, M. (2024). FORMULASI SEDIAAN KRIM DAN LOSION MINYAK ALMOND (*Oleum amygdalarum*) SEBAGAI TABIR SURYA. *CENDEKIA EKSAKTA*, 9(1), 10-18.
- Widyawati, E. (2019). Penentuan nilai SPF ekstrak dan losio tabir surya ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura* L.) dengan metode spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*.