

Literature Review: Potential of Plant Extracts as Photoprotective Agents for Sunscreen Preparations

Sakanti N. B. Buwana*, Yuni E. Hadisaputri

Departemen Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Padjajaran, Jawa Barat, Indonesia

Submitted 03 July 2024; Revised 21 July 2024; Accepted 07 August 2024 ; Published 31 August 2024

*Corresponding author: sakanti21001@mail.unpad.ac.id

Abstract

Countries with tropical climates like Indonesia are exposed to sunlight all year round. High exposure intensity can cause various damages to the skin. Using sunscreen is one way to protect the skin from the dangers of sun exposure. Sunscreen from plant extracts can be used as an alternative because it contains secondary metabolites that act as antioxidants so that they can ward off reactive oxygen species radicals from UV rays. This literature review aims to determine plants that have photoprotective activity. A literature search was conducted via Science Direct, Pubmed, and Google Scholar with appropriate inclusion criteria and keywords. Based on the results of a literature review, it is known that several plants have photoprotective activity, such as *Allium cepa*, *Aloe vera*, *Andrographis paniculata*, *Artocarpus lanceifolius*, *Artocarpus odoratissimus* Blanco, *Bougainvillea* sp., *Centella asiatica*, *Chrysanthemum fontanesii*, *Citrus aurantifolia*, *Garcinia forbesii*, *Hibiscus roseus*, *Musa acuminata*, *Nauclea subdita* (Korth.) Steud., *Perenema canescens* Jack, *Persea americana*, *Rubus* sp., *Rubus strigosus*, *Tamarindus indica*, and *Vitis vinifera* (L.). Photoprotective activity is due to phenolic and flavonoid compounds.

Keywords: Photoprotective activity, plant extract, sunscreen

Kajian Literatur: Potensi Ekstrak Tumbuhan sebagai Agen Fotoprotektif untuk Sediaan Tabir Surya

Abstrak

Negara dengan iklim tropis seperti Indonesia akan terpapar sinar matahari sepanjang tahun. Intensitas paparan yang tinggi dapat menyebabkan berbagai kerusakan pada kulit. Penggunaan tabir surya merupakan salah satu cara untuk melindungi kulit dari bahaya paparan sinar matahari. Tabir surya dari ekstrak tumbuhan dapat dijadikan alternatif karena mengandung metabolit sekunder yang bersifat sebagai antioksidan, sehingga dapat menangkal radikal spesies oksigen reaktif dari sinar UV. Kajian literatur ini bertujuan untuk mengetahui tumbuhan yang memiliki aktivitas fotoprotektif. Pencarian pustaka dilakukan melalui Science Direct, Pubmed, dan Google Scholar dengan kriteria inklusi dan kata kunci yang sesuai. Berdasarkan hasil kajian literatur, diketahui terdapat beberapa tumbuhan memiliki aktivitas fotoprotektif, seperti *Allium cepa*, *Aloe vera*, *Andrographis paniculata*, *Artocarpus lanceifolius*, *Artocarpus odoratissimus* Blanco, *Bougainvillea* sp., *Centella asiatica*, *Chrysanthemum fontanesii*, *Citrus aurantifolia*, *Garcinia forbesii*, *Hibiscus roseus*, *Musa acuminata*, *Nauclea subdita* (Korth.) Steud., *Perenema canescens* Jack, *Persea americana*, *Rubus* sp., *Rubus strigosus*, *Tamarindus indica*, dan *Vitis vinifera* (L.). Aktivitas fotoprotektif disebabkan karena adanya senyawa fenolik dan flavonoid.

Kata Kunci: Aktivitas fotoprotektif, ekstrak tumbuhan, tabir surya

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan intensitas paparan sinar matahari tinggi karena iklimnya yang tropis. Tingginya intensitas paparan sinar matahari dapat menyebabkan berbagai kerusakan pada kulit, bahkan kanker kulit. Kerusakan kulit tersebut disebabkan oleh radiasi ultraviolet (UV) yang terkandung pada sinar matahari.¹

Radiasi ultraviolet merupakan radiasi elektromagnetik yang tidak terlihat oleh mata manusia. Radiasi ultraviolet yang sampai ke permukaan bumi terbagi menjadi UVA (320-400 nm) dan UVB (280-320 nm). UVC memiliki panjang gelombang terpendek, yaitu 100-280 nm yang diserap oleh lapisan ozon, sehingga tidak mencapai permukaan bumi.²

UVA merupakan sinar yang memiliki panjang gelombang terpanjang dan dapat menembus kulit hingga ke bagian dermis. Efek paparannya terhadap kulit akan muncul dalam jangka panjang, yaitu dapat menghasilkan spesies oksigen reaktif yang secara tidak langsung merusak DNA, menyebabkan penuaan, dan pigmentasi. Sinar UVB hanya menembus permukaan kulit sampai lapisan basal epidermis. Paparan UVB menimbulkan efek yang lebih cepat, yaitu menyebabkan kulit terbakar.³

Salah satu cara untuk melindungi kulit dari sinar UV adalah menggunakan tabir surya. Tabir surya merupakan sediaan topikal yang berfungsi untuk menghalangi radiasi ultraviolet. Agen tabir surya berdasarkan mekanisme kerjanya dapat diklasifikasikan menjadi anorganik (fisika) dan organik (kimia). Filter sinar UV yang bersifat fisika bekerja dengan cara memantulkan radiasi UV dari kulit, sedangkan filter sinar UV yang bersifat kimia bekerja dengan cara menyerap radiasi UV berenergi tinggi dan kemudian akan dikonversi menjadi energi yang lebih rendah.⁴ Kemampuan tabir surya dalam menghalangi radiasi UV ditentukan melalui *Sun Protection Factor* (SPF). Nilai SPF dapat dikategorikan menjadi rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi, dengan masing-masing rentangnya berada pada 6-10, 15-30, 30-50, dan 50+.⁵

Berbagai formulasi tabir surya saat ini telah dikembangkan agar dapat meningkatkan

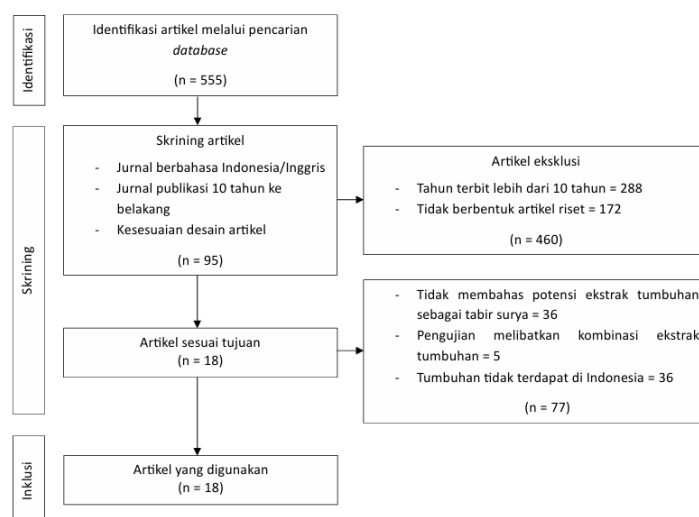
kerja tabir surya sebagai pelindung kulit dari sinar UV. Bahan alam merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam formulasi sebagai agen tabir surya karena mengandung berbagai metabolit sekunder yang dapat bersifat sebagai antioksidan. Metabolit sekunder yang bersifat sebagai antioksidan mampu untuk menangkal radikal spesies oksigen reaktif dari sinar UV, sehingga dapat meminimalkan efek radiasi UV terhadap kulit.⁶ Salah satu tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan adalah arbei hitam yang telah dibuktikan melalui penelitian memiliki aktivitas antioksidan dengan persen inhibisi serapan DPPH sebesar 74,01% dan nilai SPF sebesar 54,57.⁷ Kajian literatur ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai bahan alam yang memiliki potensi sebagai agen fotoprotektif dilihat dari aktivitas antioksidannya maupun nilai SPF, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu bahan dalam formulasi sediaan tabir surya.

2. Metode

Kajian literatur dilakukan dengan pencarian sumber pustaka melalui Science Direct, Pubmed, dan Google Scholar. Pencarian pustaka dilakukan dengan menggunakan kata kunci "*plant extract*" / "ekstrak tanaman" dan "*sun protection factor*" / "fotoprotektif". Kriteria inklusi dalam pemilihan pustaka meliputi artikel riset yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir dan menggunakan Bahasa Indonesia atau Inggris. Sementara itu, pustaka yang tidak sesuai dengan fokus topik atau tidak membahas spesies tumbuhan yang ditemukan di Indonesia dikelompokkan sebagai kriteria eksklusi. Data yang diperoleh kemudian disusun dan dianalisis dalam bentuk tabel dan deskripsi yang mencakup bagian tumbuhan, jenis ekstrak, nilai SPF, hasil pengujian aktivitas antioksidan, serta metabolit sekunder yang berfungsi sebagai agen fotoprotektif dalam ekstrak tersebut. Diagram alir proses pencarian dan seleksi literatur disajikan pada Gambar 1.

3. Hasil

Dari proses pencarian literatur, diperoleh sebanyak 19 spesies tumbuhan yang terdapat



Gambar 1. Bagan alir kajian literatur

di Indonesia dengan potensi sebagai agen fotoprotektif berdasarkan nilai SPF dan hasil uji aktivitas antioksidan menggunakan berbagai metode, antara lain 1,1-diphenyl 2-picrylhydrazyl (DPPH), 22,2-Azinobis(3-ethylbenzothiazoline)-6-sulfonic acid (ABTS), Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC), Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), penangkapan radikal galvinoxil, penangkapan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$), serta uji fenantrolin. Hasil kajian literatur tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

4. Pembahasan

4.1. Potensi Fotoprotektif Ekstrak Tumbuhan Berdasarkan Kajian Literatur

Sebagai negara tropis, Indonesia terpapar sinar UV sepanjang tahun yang berdampak langsung pada kesehatan kulit masyarakat.¹ Di sisi lain, secara global terjadi tren peningkatan permintaan terhadap produk kosmetik berbahan alami dan ramah lingkungan. Kekhawatiran terhadap efek samping dari bahan kimia sintetis mendorong masyarakat untuk beralih ke produk berbasis ekstrak tumbuhan. Bahan-bahan kimia dapat menyebabkan iritasi kulit, alergi, atau gangguan hormonal. Sebaliknya, tabir surya berbahan dasar tumbuhan lebih kecil kemungkinannya untuk menyebabkan efek samping tersebut. Tabir surya berbahan dasar tumbuhan juga memiliki dampak yang lebih kecil terhadap lingkungan karena lebih mudah untuk terurai.⁸

Berbagai jenis tumbuhan telah diteliti potensinya sebagai agen fotoprotektif alami berdasarkan kemampuannya dalam menyerap sinar ultraviolet yang direpresentasikan melalui nilai SPF. Pengujian SPF secara in vitro umum digunakan sebagai langkah awal dalam evaluasi efektivitas fotoproteksi.⁹ Namun, hasil uji in vitro belum tentu sepenuhnya mencerminkan perlindungan aktual pada kulit manusia.¹⁰

Sebagai contoh, sebuah studi meneliti pterostilbene, senyawa alami dari *Pterocarpus marsupium*, memiliki nilai SPF sebesar 21,73 secara in vitro. Namun, saat diformulasikan dalam krim 0,4%, nilai SPF dari uji in vitro menjadi 8,84 dan 6,2 saat diuji langsung pada manusia.¹¹ Perbedaan ini menunjukkan bahwa hasil in vitro dapat menghasilkan nilai SPF yang cenderung lebih tinggi atau lebih stabil dibandingkan uji klinis karena tidak mempertimbangkan kompleksitas biologis kulit manusia, seperti penetrasi bahan aktif, metabolisme kulit, serta interaksi antar sediaan dan jaringan kulit. Dengan demikian, untuk memastikan keamanan dan efektivitas produk tabir surya berbasis ekstrak tumbuhan, uji klinis pada manusia tetap diperlukan sebagai pelengkap uji in vitro untuk memperoleh gambaran yang lebih utuh dan representatif.¹⁰

Penentuan nilai SPF dalam literatur yang dikaji dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 290 hingga 320 nm, dengan interval setiap 5 nm.

Tabel 1. Ekstrak tumbuhan yang berpotensi sebagai agen fotoprotektif untuk tabir surya

No	Nama Tumbuhan	Bagian	Ekstrak	Nilai SPF; Konsentrasi (mg/mL)	Hasil Uji Antioksidan	Metabolit Sekunder	Referensi
1.	Alpukat (<i>Persea americana</i>)	Biji	Etanol 96%	8,02; 1	N/A	Flavonoid	12
2.	Anggur (<i>Vitis vinifera</i> L.)	Kulit buah	Etanol	18,56 (tidak disebutkan)	DPPH: IC ₅₀ = 296,90 µg/mL	Flavonoid, fenolik	13
3.	Arbei Hitam (<i>Rubus</i> sp.)	Buah	Etanol	54,57 (tidak disebutkan)	DPPH: Inhibisi 74,01%	Antosianin	7
4.	Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Daun	Etanol 70%	22,65; 0,3	N/A	Senyawa fenolik, flavonoid	14
5.	Bangkal (<i>Nauclea subdita</i> (Korth.) Steud.)	Daun	Etanol 96%	11,369; 0,25	N/A	Flavonoid	15
6.	Bawang Merah (<i>Allium cepa</i>)	Kulit	Etanol	60,24; 0,095	DPPH: IC ₅₀ = 31 µg/mL	Kuersetin, resveratrol	16
7.	Bogenvil (<i>Bougainvillea</i> sp.)	Bunga	Etanol 96%	9,318; 0,05	N/A	Flavonoid, tanin	17
8.	Jeruk nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>)	Kulit buah	Etanol 70%	40,15; 0,3	N/A	Flavonoid	18
9.	Keledang (<i>Artocarpus lanceifolius</i>)	Daun	Metanol	37,31; 0,25	N/A	Flavonoid, fenolik	19
10.	Kembang Sepatu (<i>Hibiscus roseus</i>)	Daun	Etanol 75%	2,6; 0,1	DPPH: IC ₅₀ = 380 µg/mL	Turunan asam hidroksi- sinamat, kaempferol glikosida, katekin, antosianin	20
11.	Kembang Sepatu (<i>Hibiscus roseus</i>)	Bunga	Etanol 75%	2,4; 0,1	DPPH: IC ₅₀ = 240 µg/mL	Turunan asam hidroksi- sinamat, kaempferol glikosida, katekin, antosianin	20

12.	Krisan (<i>Chrysanthemum fontanesii</i>)	Daun	n-butanol	38,96; 2	Galvinoksil: $IC_{50} = 8,49 \mu\text{g/mL}$; ABTS: $IC_{50} = 5,25 \mu\text{g/mL}$; CUPRAC: $A_{0.50} = 4,10 \mu\text{g/mL}$; FRAP: $A_{0.50} = 9,61 \mu\text{g/mL}$; Fenantrolin: $A_{0.50} = 4,23 \mu\text{g/mL}$	Senyawa fenolik dan flavonoid	21
13.	Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i>)	Daun	Aseton 70%	45,38; 2	•OH & Galvinoksil: $IC_{50} = >800 \mu\text{g/mL}$; Fenantrolin: $A_{0.50} = 46,75 \mu\text{g/mL}$	Antrakuinon, kromon, aloe-emodin	22
14.	Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i>)	Daun	Metanol 80%	45,64; 2	•OH & Galvinoksil: $IC_{50} = >800 \mu\text{g/mL}$; Fenantrolin: $A_{0.50} = 101,50 \mu\text{g/mL}$	Antrakuinon, kromon, aloe-emodin	22
15.	Mundar (<i>Garcinia forbesii</i>)	Kulit buah	Etanol 70%	3,024; 0,35	N/A	Senyawa fenolik	23
16.	Pegagan (<i>Centella asiatica</i>)	Daun	Etanol 96%	7,34; 0,2	N/A	Flavonoid, tanin	24
17.	Pisang Ambon Putih (<i>Musa acuminata</i>)	Kulit buah	Etanol 70%	11,579 (tidak disebutkan)	DPPH: $IC_{50} = 121,34 \mu\text{g/mL}$	Flavonoid	25
18.	Rasberi (<i>Rubus strigosus</i>)	Buah	Etanol	37,32 (tidak disebutkan)	DPPH: Inhibisi 82,33%	Antosianin	7
19.	Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>)	Daun	Etanol 96%	28,41; 0,02	N/A	Kuersetin	26
20.	Sungkai (<i>Perenema canescens</i> Jack)	Daun	Etanol 96%	24; 0,6	DPPH: $IC_{50} = 42,219 \mu\text{g/mL}$	Senyawa fenolik	27
21.	Terap (<i>Artocarpus odoratissimus</i> Blanco)	Daun	Etanol 96%	22,69; 0,5	DPPH: $IC_{50} = 44,04 \mu\text{g/mL}$	Flavonoid	28

Nilai SPF dihitung berdasarkan spektrum efek eritema (EE), spektrum intensitas matahari (I), nilai absorbansi sampel (Abs), serta faktor koreksi (CF).¹⁸ Perhitungan ini menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Secara umum, nilai SPF dapat dikategorikan menjadi rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi, dengan masing-masing rentangnya berada pada 6-10, 15-30, 30-50, dan 50+. Berdasarkan hasil kajian terhadap sejumlah literatur, ekstrak kulit bawang merah (*Allium cepa*) menunjukkan nilai SPF tertinggi sebesar 60,24 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi.¹² Nilai SPF yang tergolong sangat tinggi juga ditemukan pada buah arbei hitam (*Rubus spp.*) sebesar 54,57.⁷ Sebaliknya, nilai SPF sangat rendah ditunjukkan oleh daun dan bunga kembang sepatu (*Hibiscus roseus*) yang hanya memberikan nilai SPF sebesar 2,6 dan 2,4.¹⁶ Nilai SPF yang diperoleh dari berbagai ekstrak tumbuhan bervariasi tergantung pada spesies tumbuhan, bagian yang digunakan, jenis pelarut ekstraksi, serta konsentrasi yang diuji.²⁹

Potensi suatu tumbuhan sebagai agen fotoprotektif juga dapat dilihat dari aktivitas antioksidannya. Hal ini disebabkan senyawa yang bersifat sebagai antioksidan mampu menyerap radiasi UV dan mencegah pembentukan spesies oksigen reaktif yang dapat merusak sel.³⁰ Oleh karena itu, beberapa penelitian juga menilai potensi antioksidan ekstrak tanaman menggunakan berbagai metode uji, antara lain DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC, penangkapan radikal galvinoksil dan hidroksil, serta uji fenantrolin.

Masing-masing metode uji memiliki mekanisme yang spesifik, DPPH dan ABTS merupakan teknik pengujian aktivitas antioksidan yang menilai kemampuan ekstrak dalam menetralkan radikal bebas berwarna, sedangkan FRAP dan CUPRAC mengukur kemampuan reduksi ion logam. Uji penangkapan radikal galvinoksil dan hidroksil digunakan untuk mengukur kemampuan ekstrak dalam menetralkan radikal spesifik

yang sangat reaktif, sedangkan uji fenantrolin mengukur kemampuan ekstrak dalam menghambat pembentukan ion besi reaktif.³¹ Penilaian aktivitas antioksidan umumnya dinyatakan dalam nilai half-maximal inhibitory concentration (IC₅₀), yaitu konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% proses oksidasi. Berdasarkan klasifikasi, aktivitas antioksidan dianggap sangat kuat jika IC₅₀ < 50 µg/mL, kuat (50–100 µg/mL), sedang (101–250 µg/mL), lemah (251–500 µg/mL), dan tidak aktif jika > 500 µg/mL. Aktivitas antioksidan juga dapat mengacu pada A_{0,50}, yaitu nilai absorbansi pada konsentrasi sampel tertentu yang mengakibatkan penurunan aktivitas radikal sebesar 50%.³²

Berdasarkan data, daun krisan (*Chrysanthemum fontanesii*) menampilkan potensi antioksidan sangat tinggi dengan IC₅₀ ABTS 5,25 µg/mL dan A_{0,50} fenantrolin 4,23 µg/mL. Ekstrak ini juga memiliki nilai SPF tinggi, yaitu 38,96 yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yang kuat dapat mendukung aktivitas fotoprotektif.¹⁷ Sebaliknya, ekstrak aseton dan metanol lidah buaya (*Aloe vera*) memiliki nilai SPF tinggi, yaitu 45,38 dan 45,64, meskipun aktivitas antioksidannya pada uji penangkapan radikal galvinoksil dan hidroksil menunjukkan IC₅₀ > 800 µg/mL (tidak aktif). Namun, pada uji fenantrolin, ekstrak aseton dan metanol lidah buaya menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong sedang hingga kuat, yaitu A_{0,50} sebesar 46,75 dan 101,50 µg/mL.¹⁸ Hal ini berarti bahwa aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh jenis metode uji dan mekanisme kerja senyawa antioksidan di dalam ekstrak. Pemilihan metode uji yang sesuai juga penting untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai efektivitas ekstrak.³³

Aktivitas fotoprotektif yang diamati pada beberapa ekstrak tumbuhan dalam kajian ini diduga berkaitan dengan keberadaan senyawa fenolik, termasuk flavonoid seperti rutin, kuersetin, dan antosianin. Senyawa-senyawa ini berperan sebagai antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas dan spesies oksigen reaktif (ROS) akibat paparan sinar UV. Dalam sediaan tabir surya,

senyawa antioksidan dapat menstabilkan radikal bebas, menghambat reaksi berantai pembentukan ROS, serta meningkatkan regulasi dan perlindungan oksidatif.³⁴

Senyawa fenolik berperan sebagai antioksidan melalui mekanisme yang melibatkan gugus hidroksil pada strukturnya. Secara umum, senyawa fenolik memiliki satu atau lebih gugus fenol, yaitu gugus hidroksil (-OH) yang terikat langsung pada cincin aromatik. Gugus ini akan menyumbangkan atom hidrogen melalui mekanisme transfer elektron saat bereaksi dengan radikal bebas, sehingga terbentuk radikal fenoksi yang lebih stabil. Dengan demikian, proses oksidasi dapat terhambat dan mencegah kerusakan lebih lanjut akibat radikal bebas.³⁵

Aktivitas fotoprotektif senyawa fenolik tidak hanya berasal dari kemampuannya sebagai antioksidan yang menetralkan radikal bebas secara langsung, melainkan juga melalui modulasi jalur pensinyalan seluler. Senyawa fenolik dapat memodulasi pensinyalan nuclear factor kappa B (NF- κ B) yang diaktifkan oleh paparan sinar UV, terutama UVB. Aktivasi NF- κ B memicu peningkatan produksi ROS dan menstimulasi ekspresi berbagai mediator inflamasi serta enzim perusak matriks, seperti MMP-1, MMP-2, dan MMP-9. Aktivasi enzim-enzim ini berkontribusi terhadap degradasi kolagen dan elastin yang mempercepat proses penuaan kulit. Senyawa fenolik bekerja dengan cara menghambat perpindahan NF- κ B dari sitoplasma ke inti sel, sehingga menekan aktivasi gen proinflamasi dan ekspresi MMP.³⁶

4.2. Aplikasi Ekstrak Tumbuhan dalam Formulasi Tabir Surya

Ekstrak tumbuhan telah banyak digunakan dalam berbagai formulasi yang umum, seperti emulsi, mikroemulsi, gel, dan krim. Pemilihan jenis formulasi sangat memengaruhi efektivitas dan kenyamanan penggunaan produk tabir surya. Emulsi tipe air dalam minyak (w/o) sering dipilih karena dapat meningkatkan efektivitas bahan aktif tabir surya, sehingga nilai SPF yang dihasilkan lebih tinggi dan perlindungan lebih tahan lama terhadap air. Namun, emulsi dengan tipe ini biasanya memiliki rasio minyak

yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan tekstur berminyak dan terasa berat yang membuatnya kurang disukai dibandingkan dengan emulsi minyak dalam air (o/w).²⁵

Emulsi minyak dalam air (o/w) sering digunakan pada krim dan losion karena mampu memberikan efek hidrasi serta membantu menghantarkan kelembapan ke lapisan kulit yang lebih dalam. Jenis emulsi ini efektif untuk menciptakan produk dengan kelembaban tahan lama tanpa rasa lengket atau berminyak. Ekstrak tumbuhan juga dapat dengan mudah diformulasikan ke dalam sistem ini.³⁷

Seiring dengan kemajuan teknologi, formulasi tabir surya kini juga dapat dikembangkan menggunakan teknologi nano. Formulasi dengan teknologi nano bertujuan untuk meningkatkan stabilitas, meningkatkan kemampuan penyebaran dan penetrasi ke dalam kulit, serta memperbaiki tampilan organoleptiknya. Teknologi nano memungkinkan formulasi tabir surya yang ringan, transparan, tidak berminyak, dan mampu menyamarkan bau serta tekstur dari ekstrak tumbuhan.³⁸

Berbagai sistem nanostruktur, seperti nanopartikel, liposom, dan nanoemulsi dapat melindungi senyawa tanaman yang sensitif, seperti polifenol dan flavonoid dari degradasi akibat cahaya, oksigen, atau panas, sehingga membuatnya tetap efektif dalam waktu yang lebih lama. Penggunaan liposom atau nanopartikel padat juga dapat menghantarkan senyawa aktif ke lapisan kulit yang lebih dalam, sehingga memberikan efek perlindungan yang lebih lama dan mengurangi frekuensi pemakaian ulang. Sementara itu, penggunaan nanoemulsi juga efektif dalam meningkatkan kelarutan dan stabilitas senyawa atau ekstrak yang bersifat lipofilik.³⁹

Contoh penerapan formulasi berbasis nanoemulsi ditunjukkan dalam sebuah studi yang mengembangkan sediaan nanoemulsi minyak dalam air dengan kandungan 3% minyak buriti (*Mauritia flexuosa*) dan 10% ekstrak kering *Aloe vera* hasil *spray-drying*. Pada formulasi ini juga mengandung dua filter UV sintetis, yaitu oktil metoksisinnamat

dan etilheksil metoksikrilen. Sediaan yang dihasilkan menunjukkan sifat organoleptik yang baik, stabilitas tinggi tanpa terjadinya pemisahan fase, serta dinyatakan aman untuk digunakan. Selain itu, nilai SPF yang diperoleh tergolong tinggi, yaitu sebesar 49.⁴⁰

Meskipun ekstrak tumbuhan menawarkan potensi sebagai bahan aktif dalam tabir surya, penggunaannya juga menghadirkan sejumlah tantangan dalam formulasi. Nilai SPF yang dihasilkan oleh ekstrak tumbuhan umumnya tergolong rendah, adanya masalah stabilitas, variabilitas dalam efektivitas, serta terdapat kendala biaya dan produksi skala besar. Kebanyakan ekstrak hanya mampu memberikan perlindungan sedang terhadap sinar UV, sehingga sering kali perlu dikombinasikan dengan filter UV sintetis untuk memenuhi standar perlindungan yang diharuskan oleh regulasi. Hal ini membuat formulasi akhir cenderung tidak sepenuhnya alami karena adanya penambahan bahan sintetis.²⁹

Selain itu, banyak senyawa alami yang cepat mengalami degradasi ketika terpapar sinar UV dalam waktu lama, sehingga dapat menurunkan efektivitasnya. Upaya untuk meningkatkan stabilitas senyawa ini sering kali memerlukan teknik formulasi canggih yang dapat meningkatkan biaya produksi. Proses ekstraksi dan pemurnian senyawa aktif dari tanaman juga umumnya memerlukan sumber daya dan biaya yang besar, sehingga sulit penerapannya untuk skala industri.⁴¹

Tingkat efektivitas fotoprotektif dari ekstrak tumbuhan juga sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Beberapa di antaranya meliputi spesies tanaman yang digunakan, metode ekstraksi yang diterapkan, serta bentuk formulasi akhirnya. Variasi ini menjadi hambatan dalam upaya standarisasi dan kualitas yang konsisten dalam produk akhir.⁴¹

4.3. Keterbatasan Penelitian

Kajian ini menggunakan pendekatan naratif yang tidak melibatkan pencarian literatur secara sistematis, sehingga terdapat potensi bias dalam pemilihan literatur. Selain itu, sebagian besar data nilai SPF yang dibahas diperoleh melalui metode *in vitro*, sehingga

efektivitas perlindungan yang sebenarnya di kulit manusia masih perlu divalidasi melalui uji *in vivo* dan uji klinis. Variasi metode uji antioksidan yang digunakan pada berbagai studi juga menyebabkan hasil yang diperoleh sulit untuk dibandingkan secara langsung.

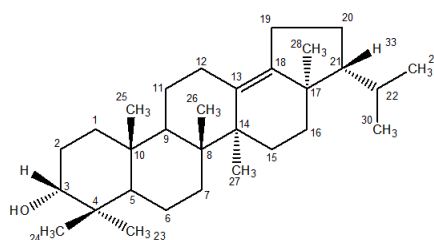
5. Simpulan

Ekstrak dari berbagai tumbuhan memiliki potensi sebagai agen fotoprotektif yang dapat diformulasikan dalam sediaan tabir surya. Metabolit sekunder dalam ekstrak tumbuhan, terutama senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan, berperan penting dalam melindungi kulit dari radiasi sinar UV. Beberapa tumbuhan yang telah dilaporkan memiliki aktivitas fotoprotektif diantaranya, *Allium cepa*, *Aloe vera*, *Andrographis paniculata*, *Artocarpus lanceifolius*, *Artocarpus odoratissimus* Blanco, *Bougainvillea sp.*, *Centella asiatica*, *Chrysanthemum fontanesii*, *Citrus aurantifolia*, *Garcinia forbesii*, *Hibiscus roseus*, *Musa acuminata*, *Nauclea subdita* (Korth.) Steud., *Perenema canescens* Jack, *Persea americana*, *Rubus sp.*, *Rubus strigosus*, *Tamarindus indica*, dan *Vitis vinifera* (L.). Seiring dengan kemajuan teknologi, ekstrak-ekstrak ini dapat diformulasikan tidak hanya dalam bentuk konvensional seperti krim atau emulsi, tetapi juga melalui formulasi modern berbasis nano, seperti nanopartikel, liposom, dan nanoemulsi. Meski demikian, pemanfaatan ekstrak tumbuhan masih menghadapi tantangan, seperti nilai SPF yang umumnya rendah, masalah stabilitas, variasi efektivitas antar sampel, serta kendala dalam biaya dan produksi skala besar.

References

1. Fauziyyah RNP, Komariah M, Herliani YK. Sunlight Exposure and Protection Behavior as Prevention of Skin Cancer in Nursing Students. *Indonesian Journal of Cancer*. 2023;17(1):1–8.
2. Tang X, Yang T, Yu D, Xiong H, Zhang S. Current insights and future perspectives of ultraviolet radiation (UV) exposure: Friends and foes to the skin and beyond the skin. Vol. 185, *Environment International*.

- Elsevier Ltd; 2024.
3. Gabros S, Nessel TA, Zito PM. Sunscreens and Photoprotection [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 30]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537164/>
 4. Sander M, Sander M, Burbidge T, Beecker J. Sunscreens and Photoprotection. CMAJ. 2020;192(50):1802–8.
 5. Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 30 Tahun 2020 Tentang Persyaratan Teknis Penandaan Kosmetika. Jakarta; 2020. 1–34 p.
 6. Ngoc LTN, Tran V Van, Moon JY, Chae M, Park D, Lee YC. Recent trends of sunscreen cosmetic: An update review. Cosmetics. 2019;6(4).
 7. Cefali LC, Franco JG, Nicolini GF, Ataide JA, Mazzola PG. In vitro antioxidant activity and solar protection factor of blackberry and raspberry extracts in topical formulation. J Cosmet Dermatol. 2019 Apr;18(2):539–44.
 8. Lungu C, Gradinaru AC, Ivanescu B. Plant-Based Sunscreens: Innovations and New Formulations [Internet]. 2025 [cited 2025 May 21]. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.1009328>
 9. Ebrahimzadeh MA, Enayatifard R, Khalili M, Ghaffarloo M, Saeedi M, Charati JY. Correlation between Sun Protection Factor and Antioxidant Activity, Phenol and Flavonoid Contents of some Medicinal Plants. Shaheed Beheshti University of Medical Sciences and Health Services Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2014;13(3):1041–7.
 10. Damarwati VL, Fajarani RA, Sabeta MV, Kurniawan MF, Winanta A. Formulation Sunscreen Spray Gel of *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash Root Infusion. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology [Internet]. 2025;12(1):35–41. Available from: <https://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/article/view/59024>
 11. Majeed M, Majeed S, Jain R, Mundkur L, Rajalakshmi HR, Lad P, et al. A randomized study to determine the sun protection factor of natural pterostilbene from *pterocarpus marsupium*. Cosmetics. 2020;7(1):1–13.
 12. Suhaenah A, Widiastuti H, Arafat M. Potensi Ekstrak Etanol Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) sebagai Tabir Surya Potential of Avocado Seed (*Persea americana* Mill.) Ethanol Extract as Sunscreen. JPharmSci. 2019;2(2):88–94.
 13. Cefali LC, Ataide JA, Sousa IM de O, Figueiredo MC, Ruiz ALTG, Foglio MA, et al. In vitro solar protection factor, antioxidant activity, and stability of a topical formulation containing Benitaka grape (*Vitis vinifera* L.) peel extract. Nat Prod Res. 2020;34(18):1–6.
 14. Nindya Putri C, Darma Y, Ningrum A. Potensi Ekstrak dan Fraksi Daun Asam Jawa Sebagai Antijerawat Dan Tabir Surya. Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian. 2023;8(1):41–50.
 15. Fadlilaturrehman F, Ramadhani R, Normaidah N, Rahmah A, Hadiastuti AD, Khairunnisa A. Uji Skrining Fitokimia dan Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Bangkal (*Nauclea subdita* (Korth.) Steud.). Jurnal Sains dan Kesehatan. 2023;5(5):701–7.
 16. Messias MA, Ferreira SM, Tavares L, Santos L. A Comparative Study between Onion Peel Extracts, Free and Complexed with β -Cyclodextrin, as a Natural UV Filter to Cosmetic Formulations. Int J Mol Sci. 2023;24(21):1–22.
 17. Selan TI, Made G, Budiana N. Identifikasi Komponen Senyawa Metabolit Sekunder Serta Uji Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Etanol *Bougainvillea* *sp.* *Willd* (*Bougainvillea* *sp.*). Media Sains. 2024;24(1):20–7.
 18. Rauf A, Adilah Yasin Jurusan Farmasi atul, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan F. PENENTUAN AKTIVITAS POTENSI TABIR SURYA EKSTRAK KULIT BUAH JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) SECARA IN VITRO. JF FIK UINAM. 2017;5(3):193–8.
 19. Marlina E, Isyatro NR, Widodo NT. Uji Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Metanol, Fraksi N-Heksana, Etil Asetat Dan Metanol-Air Daun Keledang (*Artocarpus lanceifolius* Roxb) Secara In Vitro. Jurnal



Gambar 2. Struktur kimia isolat (neohope-13(18)-ene-3 α -ol)

- Ilmiah Sains. 2023;23(2):158–67.
20. Nascimento LBDS, Gori A, Raffaelli A, Ferrini F, Brunetti C. Phenolic compounds from leaves and flowers of *Hibiscus roseus*: Potential skin cosmetic applications of an under-investigated species. *Plants*. 2021;10(3):1–16.
 21. Amrani A, Mecheri A, Bensouici C, Boubekri N, Benaissa O, Zama D, et al. Evaluation of antidiabetic, dermatoprotective, neuroprotective and antioxidant activities of *Chrysanthemum fontanesii* flowers and leaves extracts. *Biocatal Agric Biotechnol*. 2019;20(2019):1–7.
 22. Bendjedid S, Lekmine S, Tadjine A, Djelloul R, Bensouici C. Analysis of phytochemical constituents, antibacterial, antioxidant, photoprotective activities and cytotoxic effect of leaves extracts and fractions of *Aloe vera*. *Biocatal Agric Biotechnol*. 2021;33(2021):1–12.
 23. Ikhwani Rizki M, Hadi S, Chabib L. Potensi dari Ekstrak dan Fraksi Kulit Buah Mundar (*Garcinia forbesii*) sebagai Tabir Surya Berdasarkan Nilai *Sun Protection Factor* (SPF). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*. 2021;6(2):252–61.
 24. Verdia Mutiara E, Wildan A, Syukur M, Indriyani E. Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Etanol, Fraksi N-Heksana dan Fraksi Etil Asetat Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*. 2023;8(2):109–13.
 25. Noviardhi H, Masaenah E, Indraswari K. Jurnal Ilmiah Farmako Bahari ANTIOXIDANT AND SUN PROTECTION FACTOR POTENCY OF AMBON BANANA WHITE (*Musa acuminata* AAA) PEEL EXTRACT ARTICLE HISTORY. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari [Internet]*. 11(2):180–8. Available from: www.journal.uniga.ac.id
 26. Fardiyah Q, Ersam T, Suyanta, Slamet A, Suprpto, Kurniawan F. New potential and characterization of *Andrographis paniculata* L. Ness plant extracts as photoprotective agent. *Arabian Journal of Chemistry*. 2020;13(12):8888–97.
 27. Fadlilaturrahmah, Khairunnisa A, Putra AM, Sinta Ivanna. Uji Aktivitas Tabir Surya dan Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sungkai (*Perenema canescens* Jack). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*. 2021;6(2):322–30.
 28. Furi M, Feriansyah R, Fadhli H, Utami R, Lestari P. Uji AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN TABIR SURYA EKSTRAK ETANOL DAN FRAKSI DAUN TERAP (*Artocarpus odoratissimus* Blanco). *Jurnal Farmasi Indonesia*. 2023;15(2):196–205.
 29. He hailun, Li anqi, Li shiqin, Tang jie, Li li, Xiong lidan. Natural components in sunscreens: Topical formulations with sun protection factor (SPF). *Biomedicine and Pharmacotherapy*. 2021;134(2021):1–11.
 30. Dampati PS, Veronica E. Potensi Ekstrak Bawang Hitam sebagai Tabir Surya terhadap Paparan Sinar Ultraviolet. *KELUWIH: Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*. 2020;2(1):23–31.
 31. Aryanti risma, Perdana F, Rizkio RAM. TELAHAH METODE PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA DAUN TEH HIJAU (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze). *Jurnal Surya Medika*. 2021;7(1):15–24.
 32. Furi M, Al Basit N, Ikhtiarudin I, Utami R. Penentuan Total Fenolik, Flavonoid dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Kedabu (*Sonneratia ovata* Backer). *Jurnal Farmasi Indonesia*. 2020;12(1):48–59.
 33. Lang Y, Gao N, Zang Z, Meng X, Lin Y, Yang S, et al. Classification and antioxidant assays of polyphenols: a review. *Journal*

- of Future Foods. 2024;4(3):193–204.
34. Sukma M, Nurlansi, Nasrudin. Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Seduhan Kulit Batang Soni (*Dillenia serrata* Thunb). Sains: Jurnal Ilmu Kimia dan Pendidikan Kimia [Internet]. 2022;11(1):27–34. Available from: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/SAINSe-mail>:
 35. Hidayah H, Mentari, Warsito AMP, Dinanti D. Review Article : Potensi Aktivitas Antioksidan Dari Berbagai Tanaman Untuk Tabir Surya. Journal of Pharmaceutical and Sciences [Internet]. 2023;6(2):2656–3088. Available from: <https://www.journal-jps.com>
 36. Torres-Contreras AM, Garcia-Baeza A, Vidal-Limon HR, Balderas-Renteria I, Ramírez-Cabrera MA, Ramirez-Estrada K. Plant Secondary Metabolites against Skin Photodamage: Mexican Plants, a Potential Source of UV-Radiation Protectant Molecules. Plants. 2022;11(2):1–25.
 37. Fresneda M, Trujillo-Cayado LA, García MC, Alfaro-Rodriguez MC, Muñoz J. Production of more sustainable emulsions formulated with eco-friendly materials. J Clean Prod. 2020;243(2020):1–8.
 38. Nascimento Júnior JAC, Santos AM, Oliveira AMS, Santos AB, Araújo AA de S, Frank LA, et al. Use of nanotechnology applied to sunscreens: Technological prospection based on patents. J Drug Deliv Sci Technol. 2024;91(2024):1–15.
 39. Fonseca M, Rehman M, Soares R, Fonte P. The Impact of Flavonoid-Loaded Nanoparticles in the UV Protection and Safety Profile of Topical Sunscreens. Biomolecules. 2023;13(3):1–32.
 40. Reis-Mansur MCPP, Firmino Gomes CC, Nigro F, Ricci-Júnior E, de Freitas ZMF, dos Santos EP. Nanotechnology as a Tool for Optimizing Topical Photoprotective Formulations Containing Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) and Dry Aloe vera Extracts: Stability and Cytotoxicity Evaluations. Pharmaceuticals. 2023;16(2):1–15.
 41. Mewada R, Shah Y. Recent advances in sunscreen agents and their formulations: A review. International Journal of Pharmaceutical Chemistry and Analysis. 2023;9(4):141–50.