

KAJIAN BAHAN ALAM BERPOTENSI SEBAGAI TABIR SURYA

Fathur Fadillah Pasha
Program Studi S1 Farmasi, Universitas Ngudi Waluyo
Email : fathurfpasha11@gmail.com

Abstrak

Tabir surya merupakan senyawa yang dapat menyerap atau memantulkan sinar sehingga dapat mencegah gangguan pada kulit akibat paparan langsung sinar UV. Beberapa tanaman yang berpotensi sebagai tabir surya alami yaitu tanaman jagung (*Zea mays L.*), bangkal (*Nauclea subdita*), sirsak (*Annona muricata L.*), kecombrang (*Etilingera elatior*) dan dadap serep (*Erythrina subumbrans*). Penelitian dilakukan dengan metode *review* artikel menggunakan lima artikel terdiri dari artikel. Nilai SPF dan kategori daya proteksi menunjukkan bahwa pada ekstrak kulit batang bangkal konsentrasi 0,025% 0,05% dan 0,1% memiliki nilai SPF 10, 15 dan 29 (maksimal-ultra). Ekstrak buah sirsak konsentrasi 3% dan 5% memiliki nilai SPF 12,24 dan 17,247 (maksimal-ultra). Ekstrak daun kecombrang (fraksi n-heksan konsentrasi 0,02% dan 0,1% memiliki nilai SPF 11,700 dan 17,579 (maksimal-ultra). Ekstrak dadap serep konsentrasi 0,05%, 0,075% dan 0,1% memiliki nilai SPF 11.47, 17.05 dan 21.93 (maksimal-ultra). Kandungan aktif terkandung yang berperan sebagai tabir surya yaitu senyawa fenolik, polifenol, flavonoid, tanin dan vitamin C. Kepolaran senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak diatas dapat diekstraksi dengan pelarut yang bersifat polar dan non polar. Ekstrak tanaman memiliki daya proteksi dengan nilai SPF kategori maksimal hingga ultra pada tanaman ekstrak kulit batang bangkal, buah sirsak, daun kecombrang fraksi n-heksan dan dadap serep. Senyawa bioaktif yang terkandung dari kelima ekstrak tanaman tersebut yang berperan sebagai tabir surya adalah senyawa fenolik, polifenol, flavonoid, tanin dan vitamin C. Polaritas pelarut mempengaruhi nilai SPF dan kategori daya proteksi.

Kata Kunci: Bahan Alam, Ekstrak, Tabir Surya, SPF

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang berada dalam garis khatulistiwa. Oleh sebab itu masyarakat Indonesia sering terpapar oleh radiasi sinar ultraviolet (Sami *et al.*, 2015). Sinar alami yang berasal dari matahari memiliki peran yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di bumi. Sinar matahari memiliki efek positif dan negatif pada kulit manusia. Jika kulit sering terpapar sinar ultraviolet (UV) yang berasal dari matahari secara kronik (lama) akan memberi dampak yang buruk yaitu berupa perubahan struktur, komposisi kulit dan stres oksidatif pada kulit. (Putra *et al.*, 2012).

Salah satu efek terburuk yang disebabkan oleh radiasi sinar *ultraviolet* (UV) dari sinar matahari yaitu kanker kulit. Kanker kulit disebabkan karena terjadinya pertumbuhan sel kulit yang abnormal (tidak normal). Sebesar 5% penduduk dunia terkena kanker kulit melanoma dengan jumlah 132.000 kasus setiap tahunnya dan 75% di antaranya menimbulkan kematian. Di Indonesia, kanker kulit menempati urutan ketiga kanker terbanyak setelah kanker leher rahim dan kanker payudara dengan prevalensi kasus 5,9% hingga 7,8% setiap tahunnya. Salah satu penyebab kanker kulit yaitu karena radiasi sinar *ultraviolet* (UV) dari sinar matahari (Veronica *et al.*, 2021).

Bahan yang mampu melindungi kulit dari paparan sinar UV disebut tabir surya. Kemampuan suatu tabir surya dapat melindungi kulit dengan menunda eritema dinyatakan dengan *Sun Protection Factor* (SPF) (Adawiyah, 2019). Nilai SPF menunjukkan berapa kali perlindungan kulit seseorang dilipatgandakan sehingga aman di bawah matahari tanpa mengalami eritema, semakin tinggi nilai SPF suatu tabir surya, maka semakin baik pula aktivitas perlindungannya (Adawiyah, 2019).

Menurut Gorham dkk. (2007) menunjukkan bahwa beberapa tabir surya komersial sepenuhnya menyerap UV-B, tetapi mengirimkan UV-A dalam jumlah besar, yang dapat berkontribusi pada risiko melanoma pada populasi di garis lintang lebih dari 40 °C. Selain itu, tabir surya topikal jangka panjang yang disengaja dapat

meningkatkan risiko melanoma, terutama saat menggunakan produk dengan SPF tinggi. Dengan demikian, pelabelan tabir surya harus menginformasikan konsumen tentang bahaya karsinogenik yang terkait dengan penyalahgunaan tabir surya. Selain itu, beberapa bahan sensitif dalam tabir surya juga dapat menjadi faktor fotoalergi. Sebagian besar bahan-bahan untuk tabir surya merupakan bahan sintetik misalnya PABA (Para Amino Benzoic Acid) yang kurang baik untuk kulit yaitu dapat menyebabkan kulit menjadi lebih cokelat dan lebih banyak menyerap sinar UV dan menyebabkan fotosensitivitas (Draelos & A.Thaman, 2007).

Penting dilakukan pencarian senyawa aktif yang berasal dari alam yang dapat berguna sebagai bahan tabir surya alami. Baru-baru ini, pengembangan tabir surya menuju pada penggunaan bahan alam karena lebih mudah diterima oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan adanya anggapan bahwa bahan alam lebih aman digunakan dan dampak negatifnya lebih sedikit daripada bahan kimia. Penggunaan bahan alam yang dapat menurunkan radiasi sinar matahari dan meningkatkan perlindungan terhadap efek negatif radiasi sinar matahari pada kulit menjadi fokus dalam beberapa penelitian (Setiawan, 2010). Sejumlah besar senyawa alami sedang dipelajari untuk tabir surya dengan potensi dari tumbuhan atau mikroba dan dapat diklasifikasikan sebagai “*green sunscreens*”. Bahan aktif tumbuhan / mikroba lebih disukai daripada bahan kimia tabir surya karena spektrum penyerapan UV yang luas, koefisien kepunahan molar yang tinggi, fotostabilitas, efek perlindungan terhadap stres oksidatif, peradangan, dan kanker (Garvita & Kumar, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan *review artikel* dengan membandingkan nilai SPF dan kategori proteksi yang terkandung dalam bahan aktif ekstrak tongkol jagung, kulit batang bangkal, buah sirsak, daun kecombrang, dan akar kalakai yang diduga memberikan efek perlindungan dari sinar UV sebagai tabir surya alami.

METODE

Kajian artikel merupakan suatu metode penelitian untuk pengambilan simpulan yang menggabungkan dua atau lebih penelitian sejenis sehingga diperoleh paduan data secara kuantitatif. Berdasarkan hal tersebut, kajian artikel disebut juga dengan studi observasional retrospektif, dalam artian peneliti membuat rekapitulasi data tanpa melakukan penelitian hasil eskperimental.

Dalam pengumpulan literatur pada kajian artikel ini menggunakan kata kunci yang dipilih yakni: Tabir surya, SPF dan Spektrofotometri UV-Vis dalam bahasa Inggris dan Indonesia. Sumber data pengumpulan literatur yang digunakan yakni: Google, Google Scholar (Google Cendikia), *Research Gate*, SINTA dan GARUDA. Kajian artikel ini menggunakan literatur terbitan tahun 2010-2021 yang dapat diakses *fulltext* dalam format pdf. Kriteria artikel yang dikaji adalah artikel penelitian berbahasa Indonesia dan Inggris dengan subyek nilai SPF dan kategori daya protektif dan tema penentuan nilai SPF pada bahan alam sebagai tabir surya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Untuk mengetahui efektivitas sediaan tabir surya atau kemampuan menahan paparan sinar UV, tabir surya dinilai dalam faktor proteksi cahaya dinyatakan dengan nilai SPF (*Sun protection factor*). *Sun protection factor* merupakan indikator universal yang menjelaskan tentang keefektifan dari suatu produk atau zat yang bersifat UV protektor, semakin tinggi nilai SPF dari suatu produk atau zat aktif tabir surya maka semakin efektif untuk melindungi kulit dari pengaruh buruk sinar UV (Putra *et al*, 2012).

Hasil yang didapat dari penentuan nilai SPF dan kemampuan proteksi ekstrak bahan alam adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil

Artikel	Sampel	Konsentrasi (%)	Nilai SPF	Kategori Proteksi
----------------	---------------	------------------------	------------------	--------------------------

		E80 %	12.24	Maksimal
1	Ekstrak Tongkol Jagung	E60 %	8.17	Ekstra
		E40 %	7.33	Ekstra
		X	7.91	Ekstra
2	Ekstrak Kulit Batang Bangkal	0,025 %	10	Maksimal
		0,05 %	15	Maksimal
		0,1 %	29	Ultra
3	Ekstrak Buah Sirsak	1 %	5,188	Sedang
		3 %	12,242	Maksimal
		5 %	17,247	Ultra
4	Daun Kecombrang (Fraksi air)	0,01 %	2,503 ± 1,462	Minimal
		0,02 %	4,128 ± 0,314	Minimal
		0,03 %	7,305 ± 0,626	Ekstra
	Daun Kecombrang (Fraksi etil asetat)	0,01 %	1,436 ± 0,045	Minimal
		0,02 %	2,655 ± 0,121	Minimal
		0,03 %	1,736 ± 0,029	Minimal
5	Daun Kecombrang (Fraksi n-heksan)	0,01 %	5,665 ± 0,208	Sedang
		0,02 %	11,700 ± 1,678	Maksimal
		0,03 %	17,579 ± 2,495	Ultra
	Ekstrak Dadap Serep	0,05 %	11.47 ± 0.583335	Maksimal
		0,075 %	17.05 ± 0.898838	Maksimal

Pembahasan

Pada artikel pertama, berdasarkan hasil dari penelitian ini analisis menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 200-400nm menunjukkan bahwa absorbansi maksimal berada pada 280nm dan 312nm. Ekstrak tongkol jagung menyerap tindakan UV-A dan UV-B (290-360nm). Menurut Sayre *et al.*, (1990) menyatakan bahwa kemampuan radiasi komponen aktif dalam ekstrak untuk menyerap UV berhubungan dengan aktivitas tabir surya. Absorpsi cahaya dapat dievaluasi dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 290-320nm. Menurut D'Orazio *et al.*, (2013) menunjukan bahwa sinar UV-A memiliki panjang gelombang (320–400

nm), sedangkan panjang gelombang UV-B berada di rentang tengah (280–320 nm) dan UVC memiliki panjang gelombang terpendek (100–280 nm). Hasil ini menyimpulkan bahwa ekstrak dari tongkol jagung berfungsi sebagai komponen aktif tabir surya untuk UV-A dan UV-B. Data penelitian tersebut menunjukkan aktivitas tabir surya bergantung pada konsentrasi. E80 dan E60 memiliki aktivitas tabir surya yang lebih besar daripada tabir surya X (dengan label SPF 15 pada kemasan) yang dipasarkan sebagai produk kontrol positif pada konsentrasi 100µg/mL. Nilai SPF pada kelompok konsentrasi 100µg/mL yaitu E80, E60, E40 dan X adalah 12,24 (daya proteksi maksimal; 8,17 (daya proteksi ekstra); 7,33 (daya proteksi ekstra) dan 7,91 (daya proteksi ekstra).

Puncak serapan maksimum ekstrak tongkol jagung pada 280nm terjadi dikarenakan adanya senyawa kelompok fenolik. Sedangkan serapan maksimum pada 312nm terjadi karena adanya senyawa flavonoid. Data ini membuktikan ekstrak tongkol jagung terdiri dari senyawa kelompok fenolik seperti fenol sederhana (asam kafeat dan asam ferulat), flavonoid dan tanin yang mana memiliki cincin aromatik dan menunjukkan sinergisme efek sebagai komponen aktif tabir surya (Suryanto *et al.*, 2013).

Senyawa kelompok fenolik dapat menghambat induksi generasi UV, radikal bebas dan lipid peroksidasi yang terlibat dalam kondisi patologis seperti *photoaging* dan kanker kulit. Saija *et al.*, (2000) melaporkan bahwa fenol sederhana seperti asam kafeat dan asam ferulat secara efektif melindungi kulit manusia dari radiasi UVB itu menyebabkan eritema. Asam ferulat terbukti kuat dapat menyerap radiasi UV dan digunakan sebagai tabir surya (fotoprotektif) di beberapa lotion dan krim tabir surya. Selanjutnya tannin adalah polifenolat yang memiliki potensi antioksidan melindungi kerusakan kulit akibat radikal bebas yang dihasilkan dengan sinar UV dan penurunan risiko kanker kulit dan penuaan (Ho, 2001). Senyawa flavonoid bekerja dengan cara ikatan rangkap dalam molekul flavonoid memberikan kemampuan tinggi untuk menyerap UV dan kehadiran gugus hidroksil yang melekat pada cincin aromatik juga

berkontribusi pada kapasitas penangkapan ROS (*Reactive Oxygen Species*) dari radiasi sinar matahari (Ngoc *et al.*, 2019).

Pada artikel kedua konsentrasi ppm dikonversi ke persen, berdasarkan data yang didapat dari ekstrak etanol kulit batang bangkal dengan konsentrasi 250 ppm (0,025 %) diperoleh nilai SPF sebesar 10, konsentrasi 500 ppm (0,05 %) diperoleh nilai SPF sebesar 15, dan pada konsentrasi 1000 ppm (0,1 %) diperoleh nilai SPF sebesar 29. Hasil penelitian menunjukkan nilai SPF berbanding lurus dengan konsentrasi ekstrak, semakin besar konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, maka akan semakin meningkatkan nilai SPF.

Kulit batang bangkal mengandung beberapa senyawa kimia, salah satunya adalah flavonoid sebagai bahan aktif tabir surya. Menurut Wolf *et al* (2001) senyawa flavonoid sebagai tabir surya bekerja dengan cara menyerap sinar yang masuk ke kulit sehingga dapat mengurangi kerusakan kulit yang disebabkan sinar ultraviolet. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ngoc *et al* (2019) senyawa flavonoid sebagai tabir surya bekerja dengan cara ikatan rangkap dalam molekul flavonoid memberikan kemampuan tinggi untuk menyerap UV dan kehadiran gugus hidroksil yang melekat pada cincin aromatik juga berkontribusi pada kapasitas penangkapan ROS (*Reactive Oxygen Species*) dari radiasi sinar matahari.

Pada artikel ketiga, berdasarkan hasil pengukuran nilai SPF dengan menggunakan persamaan Mansur, maka diperoleh nilai SPF dari sari buah sirsak (*Annona muricata* L.) dengan konsentrasi 1% adalah 5,188 (perlindungan sedang), konsentrasi 3% adalah 12,242 (perlindungan maksimal) dan konsentrasi 5% adalah 17,247 (perlindungan ultra). Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka nilai SPF yang diperoleh semakin baik.

Buah sirsak memiliki beberapa senyawa kimia, diantaranya adalah senyawa polifenol dan vitamin C. Vitamin C sebagai tabir surya bekerja dengan cara menetralkan radikal ROS yang dihasilkan oleh matahari di kompartemen berair pada kulit berdasarkan kapasitas oksidasi askorbat, mengurangi pembentukan sel kulit yang terbakar oleh sinar matahari, seperti eritema, dan immunosupresi, menghambat sintesis

tirosinase dan menjaga hidrasi pada epidermis untuk melindungi kulit dan mencegah penetrasi dan ketidakstabilan yang buruk dikulit (Ngoc *et al.*, 2019).

Pada artikel keempat konsentrasi ppm dikonversi ke persen, berdasarkan hasil data pengukuran pada penelitian ini diperoleh nilai SPF paling tinggi berurutan pada fraksi n-heksan, ekstrak air dan fraksi etil asetat. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak semakin tinggi nilai SPF nya. Dari ketiga ekstrak dan fraksi tersebut masing-masing memiliki aktivitas sebagai tabir surya dengan ditandai dengan nilai SPF yang diperoleh. Aktivitas tabir surya ini dikarenakan kandungan metabolit sekunder yang terkandung dalam daun Kecombrang yaitu golongan flavanoid dan tannin (polifenol), dimana metabolit golongan ini memiliki kandungan fenol (Pramiastuti, 2019).

Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada ekstrak air, fraksi n-heksan dan fraksi etil asetat menunjukkan adanya kandungan fenol. Fenol merupakan senyawa aromatik yang dapat memberikan senyawa aromatik yang dapat memberikan serapan didaerah spektrum UV karena adanya ikatan rangkap tunggal terkonjugasi sehingga dapat berkhasiat sebagai tabir surya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ngoc *et al* (2019) senyawa fenolik sebagai tabir surya dengan cara mengkap radikal bebas., menjaga struktur kulit yang tepat melalui regulasi *metalloproteinase matriks* (MMP) dan menghambat kolagenase dan elastase sehingga memfasilitasi pemeliharaan struktur kulit yang tepat.

Pada artikel kelima konsentrasi ppm dikonversi ke persen, berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa ekstrak etanol dadap serep dengan konsetrasi 500 ppm (0,05 %) diperoleh nilai SPF 11.47 dengan kategori kemampuan proteksi maksimal. Konsentrasi 750 ppm (0,075 %) diperoleh nilai SPF 17.05 dengan kategori kemampuan proteksi maksimal. konsentrasi 500 ppm (0,05 %) diperoleh nilai SPF 11.47 dengan kategori kemampuan proteksi maksimal. Sedangkan konsentrasi 1000 ppm (0,1 %) diperoleh nilai SPF 21.93 dengan kategori kemampuan proteksi ultra.

Tanaman dadap serep mengandung beberapa senyawa bioaktif senyawa fenolik dan flavonoid yang terkandung dalam ekstrak daun dadap serep memiliki berpotensi menjadi tabir surya karena mengandung gugus kromofor. Struktur ini menyerap sinar ultraviolet berenergi tinggi dan melepaskan energi dalam bentuk cahaya berenergi rendah yang mencegah sinar ultraviolet yang menyebabkan kerusakan pada kulit (Shantanu et al., 2011). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ngoc *et al* (2019) senyawa fenolik sebagai tabir surya dengan cara menangkap radikal bebas., menjaga struktur kulit yang tepat melalui regulasi *metalloproteinase matriks* (MMP) dan menghambat kolagenase dan elastase sehingga memfasilitasi pemeliharaan struktur kulit yang tepat. Sedangkan senyawa flavonoid bekerja dengan cara ikatan rangkap dalam molekul flavonoid memberikan kemampuan tinggi untuk menyerap UV dan kehadiran gugus hidroksil yang melekat pada cincin aromatik juga berkontribusi pada kapasitas penangkapan ROS (*Reactive Oxygen Species*) dari radiasi sinar matahari (Ngoc *et al.*, 2019).

Pelarut yang digunakan pada artikel satu, dua dan lima adalah etanol. Etanol yang digunakan artikel satu memiliki konsentrasi 80%, 60% dan 40%. Sedangkan pelarut yang digunakan pada artikel dua dan lima menggunakan konsentrasi etanol 70%. Berdasarkan data diatas dapat kita lihat bahwa semakin tinggi konsentrasi etanol maka semakin tinggi pulai nilai SPF yang dihasilkan. Konsentrasi etanol mempengaruhi polaritas etanol yang digunakan. Kesesuaian polaritas pelarut dengan senyawa yang akan dilarutkan memaksimalkan ekstraksi yang dilakukan. Diem *et al.*, (2014) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi pelarut maka semakin besar kadar yang dapat tersari. Hal ini membuat konsentrasi etanol memiliki nilai SPF tertinggi dikarenakan banyaknya senyawa bioaktif yang tersari pada konsentrasi tersebut, karena serapan pada spektrofotometer saat absorbansi lebih tinggi.

Pelarut yang digunakan pada artikel tiga adalah aquades. Pelarut aquades pada artikel tiga digunakan karena aquades bersifat polar dan senyawa yang akan di ekstraksi dari buah sirsak ialah vitamin C dan antioksidan yang juga larut dalam air serta aman

digunakan untuk ekstraksi produk konsumtif (Agustina, 2017). Menurut Ribeiro Neto *et al.*, (2010) dalam penelitiannya menunjukan bahwa asam askorbat adalah molekul polar siklik, dan kelarutannya meningkat dalam pelarut polaritas tinggi. Kelarutan asam askorbat dalam air menunjukkan nilai yang lebih tinggi daripada di pelarut alkohol lainnya. Dengan demikian, air mungkin menjadi pelarut yang lebih baik untuk memisahkan dan memurnikan asam askorbat dari larutan.

Sedangkan pelarut yang digunakan pada fraksinasi pada artikel empat adalah aquades, etil asetat dan n-heksan. Fraksi-fraksi yang dibuat dari ekstrak kulit daun kecombrang mana yang memberikan aktivitas tabir surya yang paling optimal dinyatakan dalam nilai SPF. Berdasarkan data diatas fraksinasi yang dilakukan pada ekstrak daun kecombrang menunjukan bahwa fraksi n-heksan memiliki nilai SPF yang tinggi dari fraksi etil asetat dan air. Hal ini diduga ekstrak fraksi n-heksan memiliki gugus kromofor yang berasal dari pelarut n-heksan. Gugus kromofor adalah gugus yang mengabsorpsi sinar dengan kuat di daerah UV-Vis, seperti yang terdapat pada heksana, aseton, asetilen, benzena, karbonil dan lain-lain (Suharti, 2013). Sedangkan fraksi aquades dan fraksi etil asetat memberikan nilai SPF rendah dengan kategori minimal, hal ini disebabkan proses penarikan atau ekstraksi dilakukan dengan metode remaserasi yang diawali dengan maserasi menggunakan pelarut n-heksan yang bersifat non polar. Sehingga dimungkinkan senyawa atau metabolit sekunder yang memberikan aktivitas tabir surya sudah tertarik terlebih dahulu oleh pelarut n-heksan (Pramiastuti, 2019). Ekstrak daun kecombrang diduga memiliki senyawa bioaktif yang bersifat non-polar lebih banyak daripada senyawa polar.

Berdasarkan kelima artikel diatas menunjukan bahwa semakin besar konsentrasi pelarut, maka akan meningkatkan nilai SPFnya. Setiap pelarut memiliki karakter berbeda dalam mengambil senyawa bioaktif suatu sampel yang berbeda kepolarannya. Efektivitas ekstraksi suatu senyawa oleh pelarut sangat tergantung kepada kelarutan senyawa tersebut dalam pelarut, sesuai dengan prinsip *like dissolve like* yaitu suatu senyawa akan terlarut pada pelarut dengan sifat yang sama (Verdiana

et al., 2018). Hal ini berkaitan dengan kandungan senyawa didalamnya yang mampu menyerap sinar UV, karena seiring peningkatan konsentrasi, absorbansi juga akan semakin meningkat (Prasiddha *et al.*, 2016). Hal ini sejalan dengan prinsip operasi spektrofotometer, yang menyatakan bahwa nilai yang dipancarkan oleh cahaya yang ditransmisikan dinyatakan dalam nilai absorbansi karena memiliki hubungan dengan konsentrasi sampel. Kerja spektrofotometer didasarkan pada hukum Lambert Beer, yang menyatakan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi (Mantele & Deniz, 2016).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Bangol *et al.* (2014) menyatakan bahwa sebagian besar senyawa fenolik bersifat polar. Senyawa fenolik umumnya lebih mudah diekstrak oleh pelarut organik yang bersifat semi polar dan polar (Septiana *et al.* dalam Yanuarti *et al.*, 2017). Vitamin C (Asam askorbat) adalah molekul organik polar yang memiliki banyak gugus hidroksil dalam strukturnya. Karena itu, diyakini bahwa molekul yang lebih kecil seperti air lebih mudah mencapai kesetimbangan karena gugus hidroksil ada pada vitamin C untuk membentuk ikatan hidrogen, mendukung peningkatan kelarutannya dibandingkan dengan etanol dan propan-1-ol (Ribeiro Neto *et al.*, 2010). Senyawa golongan flavonoid sebenarnya adalah senyawa golongan fenolat. Umumnya golongan senyawa ini bersifat polar, karena memiliki beberapa gugus hidroksil atau juga sering dijumpai dalam bentuk flavon glikosida (Saidi *et al.*, 2018). Senyawa flavonoid bersifat polar sehingga dibutuhkan pelarut yang bersifat polar. (Gillespie & Paul dalam Kemit *et al.*, 2010). Namun juga flavonoid terbagi lagi menjadi dua jenis senyawa yaitu senyawa polar dan non polar. Jenis aglikon merupakan jenis flavonoid yang lebih larut dalam pelarut polar dan glikosida merupakan jenis flavonoid lebih larut dalam pelarut nonpolar (Rodr *et al.*, 2020). Struktur kimia tanin mengandung polar (hidrofilik) dan non-polar (hidrofobik) kelompok: Gugus hidroksil bersifat polar dan struktur fenolik aromatik adalah non-polar (Mueller-Harvey dalam Yuliana *et al.*, 2014).

Oleh karena itu, untuk ekstraksi tanin, campuran polar dan non polar pelarut bisa digunakan. Berdasarkan data ini hasil senyawa flavonoid dan tannin pada artikel keempat yaitu ekstrak daun kecombrang pada fraksi n-heksan, senyawa flavonoid yang terekstrak diduga senyawa flavonoid jenis glikosida dan senyawa tannin yang terekstrak berjenis hidrofobik. Polifenol merupakan suatu senyawa yang memiliki sifat polar. Polifenol seringkali paling larut dalam pelarut organik yang kurang polar daripada air. Pelarut yang biasanya digunakan untuk diasamkan seperti metanol, etanol, aseton, etil asetat dan campurannya pelarut dengan air telah banyak dilaporkan dalam literatur (Windson *et al.*, 2014).

Berdasarkan penjelasan diatas dapat kita ketahui bahwa kepolaran senyawa bioaktif yang terkandung dalam beberapa ekstrak diatas dapat diekstraksi dengan pelarut yang bersifat polar dan non polar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari beberapa artikel yang dibahas bahwa penggunaan pelarut etanol yang bersifat polar dapat menarik senyawa fenolik, flavonoid, polifenol dan pelarut yang bersifat non polar juga dapat menarik senyawa flavonoid dan tannin.

Senyawa fenolik berfungsi sebagai pelindung terhadap sinar UV-B dan kematian sel untuk melindungi DNA dari dimerisasi dan kerusakan (Lai & Lim, 2011). Senyawa flavonoid berfungsi sebagai agen fotoprotektif karena memiliki kemampuan dalam menyerap sinar UV serta dapat menjadi senyawa antioksidan (Saewan *et al.*, 2013). Senyawa fenolik dan flavonoid merupakan pelindung yang efisien untuk mengurangi stres oksidatif, peradangan, dan immunosupresi dan mungkin menjadi komponen penting dalam formulasi kosmetik untuk *post-sun skin care* (Potapovich *et al.*, 2013; Peng *et al.*, 2015). Aplikasi topikal dari metabolit sekunder tersebut efisien untuk menghambat eritema. Adanya peningkatan ketertarikan pada pengaplikasian sistemik dan topikal kandungan polifenol dari tanaman untuk perlindungan kulit dari sinar matahari. Metabolit sekunder yang bertindak sebagai penghambat UV antara lain asam fenolik, flavonoid, terpenoid, dan asam amino seperti mikosporin (Saraf & Kaur, 2010). Beberapa senyawa fenolik dilaporkan sebagai molekul antioksidan potensial

untuk pengobatan berbagai kelainan kulit termasuk penyakit yang disebabkan oleh radiasi UV (Korać & Khambholja, 2011). Adanya kesamaan sistem konjugasi pada senyawa fenolik dan senyawa kimia yang biasanya terkandung didalam tabir surya menyebabkan senyawa ini berpotensi sebagai *photoprotective* (Prasiddha *et al.*, 2016). Flavonoid memiliki efek fotoprotektif yang merupakan sifat dari antioksidan menurut kapasitasnya untuk kelat zat besi yang dapat merusak lipid dan protein pada membran sel, dan memodulasi beberapa jalur pensinyalan, misalnya, menghambat xantin oksidase yang dianggap sebagai sumber ROS yang berkontribusi stres oksidatif (Tungmunnithum *et al.*, 2018).

Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan yaitu dengan cara menetralkan radikal bebas. Selain itu juga Vitamin C berfungsi untuk mencegah dan mengobati terjadinya hiperpigmentasi yang disebabkan oleh paparan sinar UV dengan cara mengurangi produksi melanin dan Vitamin C juga memiliki peranan dalam mencegah terjadinya kanker kulit, karena vitamin C mencegah konversi nitrit dan amin sekunder menjadi nitrosamine yang bersifat karsinogenik (Pakaya, 2014). Vitamin C merangsang sintesis kolagen dan elastin, membentuk kembali serat elastis pada kulit yang rusak akibat sinar matahari serta mencegahnya eritema dan pembentukan sel kulit terbakar yang terhambat akibat paparan sinar UV (Adamski & Kaszuba, 2010).

Senyawa polifenol pada tanaman memiliki sifat antiinflamasi, imunomodulator, anti-oksidan serta dapat memperbaiki kerusakan DNA, dan itu dapat dimanfaatkan untuk pencegahan berbagai gangguan kulit yang disebabkan oleh berlebihan paparan sinar UV. Studi telah menunjukkan potensi fotoprotektif dari beberapa polifenol tanaman, seperti: *green tea polyphenols (GTPs)*, *silymarin*, *retinoids*, *grape seed proanthocyanidins (GSPs)*, and *delphinidin* dan lain-lain yang dapat melawan efek samping yang diinduksi radiasi UV (Afaq & K. Katiyar, 2011). Senyawa tanin berfungsi sebagai antioksidan yaitu dengan ikut membantu menyerap dan menekan radiasi sinar UV (radikal hidroksil) dengan menyumbangkan *reducible*

atom hidrogen sehingga mendapatkan perlindungan terhadap sinar UV (Kumar *et al.*, 2020).

Dari kelima artikel yang dibahas dapat diketahui bahwa senyawa bioaktif dalam ekstrak yang mempunyai khasiat sebagai tabir surya alami dari tanaman-tanaman di atas berupa natural antioksidan seperti senyawa fenolik, flavonoid vitamin C, polifenol dan tanin. Antioksidan merupakan faktor yang dapat melindungi jaringan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh ROS. Penggunaan bahan alam, yang diekstrak dari sayuran dan buah, juga dari hasil produksi yang terbuang, bukan yang diproduksi secara industri, lebih baik karena alasan lingkungan dan toksikologi. Senyawa polifenol alami, yang ada dalam bahan alam, memberikan efek sensitifitas yang lebih rendah daripada tabir surya yang diproduksi secara kimia (Nichols & Katiyar, 2010). Selain itu, telah dibuktikan bahwa formulasi topikal dari polifenol atau ekstrak yang diperkaya polifenol tampaknya sangat efektif melawan oksidatif. Stress, peradangan dan efek merusak DNA dari radiasi UV pada kulit. Dan juga tanaman polifenol berasosiasi sebagai fototoksisitas terhadap sel tumor kulit dan fotoproteksi terhadap sel non-tumor (Nichols & Katiyar, 2010).

Sebagai kesimpulan, ekstrak dari tanaman-tanaman di atas bisa menjadi alternatif sebagai tabir surya alami, karena mengandung komponen yang sangat baik untuk produk fotoprotektor. Faktanya, kandungan ekstrak pada tanaman-tanaman tersebut dapat memperlambat cedera ROS yang diinduksi oleh sinar UV yang terkait dengan fungsi pencegahan, berkorelasi dengan sifat penyaringan UV-A dan UV-B, dan tindakan efektif lainnya, karena aktivitas antioksidan yang baik.

SIMPULAN

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai SPF dan daya protektif dari ekstrak tanaman-tanaman di atas adalah sebagai berikut:

1. Ekstrak tanaman yang mempunyai nilai SPF dan kategori daya protektif dengan kategori ekstra hingga ultra adalah ekstrak kulit batang bangkal, ekstrak buah

- sirsak, ekstrak daun kecombrang fraksi n-heksan dan ekstrak dadap serep (*Erythrina subumbrans* (Haks.) Merr.).
2. Senyawa bioaktif yang terkandung dari kelima ekstrak tanaman tersebut yang berperan sebagai tabir surya adalah senyawa fenolik, polifenol, flavonoid, tanin dan vitamin c.
 3. Penyebab nilai SPF dan kategori daya proteksi bisa meningkat dikarenakan pelarut yang digunakan saat ekstraksi memiliki kepolaran yang sama (mencapai kesetimbangan) dengan senyawa bioaktif yang menyebabkan banyaknya kandungan aktif yang terekstraksi membuat absorbansi meningkat pada uji spektrofotometri UV-Vis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. (2019). *Penentuan Nilai Sun Protection Factor secara In Vitro pada Ekstrak Etanol Akar Kalakai (Stenochlaena palustris Bedd) dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis*. Jurnal Surya Medika, 4(2), 26–31. <https://doi.org/10.33084/jsm.v4i2.604>
- Afaq, F., & K. Katiyar, S. (2011). *Polyphenols: Skin Photoprotection and Inhibition of Photocarcinogenesis*. Mini-Reviews in Medicinal Chemistry, 11(14), 1200–1215. <https://doi.org/10.2174/13895575111091200>
- Agarwal, S., & Krishnamurthy, K. (2019). *Histology, Skin*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30726010>
- Agustin, R., Yulida O., Henny L., (2013). *Formulasi Krim Tabir Surya dari Kombinasi Etil p-Metoksisinamat dengan Katekin*. Skripsi, Fakultas Farmasi Universitas Andalas.
- Alfonso, J. H., Bauer, A., Boman, A., Bubas, M., Constandt, L., Crepy, M. N., Goncalo, M., Macan, J., Mahler, V., Mijakoski, D., Rodilla, J. M. R., Rustemeyer, T., & Spring, P. (2017). *Minimum standards on prevention, diagnosis and treatment of occupational and work-related skin diseases in Europe – position paper of the COST Action StanDerm (TD 1206)*. Journal European Academy of Dermatology and Venereology, 31(4), 31–43. <https://doi.org/10.1111/jdv.14319>
- Ash, C., Town, G., Bjerring, P., & Webster, S. (2015). *Evaluation of a novel skin tone meter and the correlation between Fitzpatrick skin type and skin color*. Photonics and Lasers in Medicine, 4(2), 177–186. <https://doi.org/10.1515/plm-2013-0056>

- Baki G. & Alexander K. S., (2015), *Introduction to Cosmetics Formulations and Technology*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Cahyono, W. E. (2010). *Dampak Peningkatan Radiasi Ultraviolet B*. Peneliti Bidang Pengkajian Ozon Dan Polusi Udara, LAPAN, 22–26.
- Carmen Acosta, M., Luna, C., Quirce, S., Belmonte, C., & Gallar, J. (2014). *Corneal sensory nerve activity in an experimental model of UV keratitis*. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 55(6), 3403–3412. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-13774>
- Chang, N. Bin, Feng, R., Gao, Z., & Gao, W. (2010). *Skin cancer incidence is highly associated with ultraviolet-B radiation history*. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213(5), 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2010.06.006>
- Coroneo, M. (2011). *Ultraviolet Radiation and the Anterior Eye*. *Eye & Contact Lens*, 37(4). <https://doi.org/10.1097/ICL.0b013e318223394e>
- Costa, S. C. C., Detoni, C. B., Branco, C. R. C., Botura, M. B., & Branco, A. (2015). *In vitro photoprotective effects of Marcetia taxifolia ethanolic extract and its potential for sunscreen formulations*. *Sociedade Brasileira de Farmacognosia* 25, 413–418.
- D’Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013). *UV radiation and the skin*. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(6), 12222–12248. <https://doi.org/10.3390/ijms140612222>
- Draelos, Z. D., & A.Thaman, L. (2007). *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. *Cosmetic Science and Technology Series*, 30.
- Egambaram, O. P., Kesavan Pillai, S., & Ray, S. S. (2020). *Materials Science Challenges in Skin UV Protection: A Review*. *Photochemistry and Photobiology*, 96(4), 779–797. <https://doi.org/10.1111/php.13208>
- Ekowati, D., & Hanifah, I. R. (2016). *Potensi Tongkol Jagung (Zea Mays L.) Sebagai Sunscreen Dalam Sediaan Hand Body Lotion*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 2(2), 198–207.
- FDA. (2021). *Ultraviolet (UV) Radiation*. Diakses pada 21 Mei, 2021 dari <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/tanning/ultraviolet-uv-radiation#7>
- Garg, C., Khurana, P., & Garg, M. (2017). *Molecular Mechanisms of Skin Photoaging*. *International Journal of Molecular Medicine*, 11(2), 444–447.
- Garvita, S., & Kumar, J. (2018). *Sunscreens: Source, Formulations, Efficacy and Recommendations*. NOVA Science Publishers Inc.

<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.05.044>

- Geoffrey, K., Mwangi, A. N., & Maru, S. M. (2019). *Sunscreen products: Rationale for use, formulation development and regulatory considerations*. Saudi Pharmaceutical Journal, 27(7), 1009–1018. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2019.08.003>
- Guerra, K. C., Urban, K., & Crane, J. S. (2020). *Sunburn*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30521258>
- Han, A., Chien, A. L., & Kang, S. (2014). *Photoaging*. Dermatologic Clinics, 32(3), 291–299. <https://doi.org/10.1016/j.det.2014.03.015>
- Hellström, M., Hellström, S., Engström-Laurent, A., & Bertheim, U. (2014). *The structure of the basement membrane zone differs between keloids, hypertrophic scars and normal skin: A possible background to an impaired function*. Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery, 67(11), 1564–1572. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2014.06.014>
- ICNIRP. (2010). ICNIRP STATEMENT - *Protection of Workers Against Ultraviolet Radiation*. INCIRP Statement, 66–87. <https://doi.org/10.1097/HP.0b013e3181d85908>
- Ismail, I. (2013). *Potensi Bahan Alam sebagai Bahan Aktif Kosmetik Tabir Surya*. JJurnal Farmasi UIN Alauddin Makassar, 1(1), 45–55.
- Jacoeb, T. N. A., Siswati, A. S., Budiyanto, A., Triwahyudi, D., Sirait, S. A. P., Mawardi, P., Budianti, W. K., Dwiyanara, R. F., Widasmara, D., Maria, R., & Tanojo, H. (2020). *Pengaruh Sinar Ultra Violet Terhadap Kesehatan Kajian Terhadap Berjemur (Sun Exposures)*. Perhimpunan Dokter Spesialis Kulit & Kelamin Indonesia (PERDOSKI), 1–15.
- Janda, M., Stoneham, M., Youl, P., Crane, P., Sendall, M. C., Tenkate, T., & Kimlin, M. (2014). *What encourages sun protection among outdoor workers from four industries?* Journal of Occupational Health, 56(1), 62–72. <https://doi.org/10.1539/joh.13-0179-OA>
- Juan, C. A., de la Lastra, J. M. P., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. (2021). *The chemistry of reactive oxygen species (Ros) revisited: Outlining their role in biological macromolecules (dna, lipids and proteins) and induced pathologies*. International Journal of Molecular Sciences, 22(9). <https://doi.org/10.3390/ijms22094642>
- Juwita, T., Puspitasari, I. M., & Levita, J. (2018). *Torch ginger (Etilingera elatior): A review on its botanical aspects, phytoconstituents and pharmacological activities*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 21(4), 151–165. <https://doi.org/10.3923/PJBS.2018.151.165>

- Kalangi, S. J. R. (2014). *Histofisiologi Kulit*. Jurnal Biomedik (Jbm), 5(3), 12–20. <https://doi.org/10.35790/jbm.5.3.2013.4344>
- Kaskel, P., Lange, U., Sander, S., Huber, M. A., Utikal, J., Leiter, U., Krähn, G., Meurer, M., & Kron, M. (2015). *Ultraviolet exposure and risk of melanoma and basal cell carcinoma in Ulm and Dresden, Germany*. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 29(1), 134–142. <https://doi.org/10.1111/jdv.12488>
- Kaur, A., Thatai, P., & Sapra, B. (2014). *Need of UV protection and evaluation of efficacy of sunscreens*. Journal of Cosmetic Science, 65(5), 315–345.
- Keates, R. H., & Genstler, D. E. (2010). *UV radiation*. Ophthalmic Surgery, 13(4), 327. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46875-3_6139
- Kemit, N., Widarta, I. W. R., & Nocianitri, K. A. (2016). Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Maserasi Terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana Mill*). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, 5(2), 130-141.
- Knezevic, J. (2019). *Impact of High-Altitude Ultraviolet Radiation on Functionability of Flight Crews*. Archives in Biomedical Engineering & Biotechnology, 2(2). <https://doi.org/10.33552/abeb.2019.02.000533>
- Koyfman, A. (2019, March 14). *Ultraviolet Keratitis*. Medscape. <https://emedicine.medscape.com/article/799025-overview>
- Krisnamurthi, B. (2010). *Manfaat Jagung dan Peran Produk Bioteknologi Serealia dalam Menghadapi Krisis Pangan , Pakan dan Energi di Indonesia*. Prosiding Pekan Serealia Nasional, 978–979.
- Kumar, A., Islam, N., Faruk, O., & Dungani, R. (2020). *South African Journal of Botany Review on tannins : Extraction processes , applications and possibilities*. South African Journal of Botany, 135, 58–70. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>
- Kusriani, H., Marliani, L., & Apriliani, E. (2017). *Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya dari Tongkol dan Rambut Jagung (Zea mays L.) Antioxidant and Sunscreen Activities of Corn Cob and Corn Silk of Zea mays*. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology (IJPST), 4.
- L. Mbanga, Mulenga, M., Mpiana, P. T., Bokolo, K., Mumbwa, M., & Mvingu, K. (2014). *Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Some Body Creams and Lotions Marketed in Kinshasa by Ultraviolet Spectrophotometry*. International Journal of Advanced Research in Chemical Science (IJARCH) 1(8), 7–13.

- Latha, M. S., Martis, J., Shobha, V., Shinde, R. S., Bangera, S., Krishnankutty, B., Bellary, S., Varughese, S., Rao, P., & Kumar, B. R. N. (2013). *Sunscreening agents: A review*. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 6(1), 16–26.
- Lavi, N. (2013). *Sunscreen for Travellers*. *E-Jurnal Medika Udayana*, 2(6), 1046–1056.
- Lawton, S. (2019). *Skin 1: the structure and functions of the skin*. *Clinical Practice Systems of Life Skin*, 115(12), 1–2. <http://www.hse.gov.uk/skin/professional/causes/structure.htm>
- Lumempouw, L. I., Suryanto, E., & Paendong, J. J. E. (2012). *Aktivitas Anti UV-B Ekstrak Fenolik dari Tongkol Jagung (Zea mays L.)*. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*, 1(1), 1–4.
- Manaia, E. B., Kaminski, R. C. K., Corrêa, M. A., & Chiavacci, L. A. (2013). *Inorganic UV filters*. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 49(2), 201–209. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502013000200002>
- Mantele, W., & Deniz, E. (2016). *UV-VIS Absorption Spectroscopy: Lambert-Beer reloaded*. *Spectrochimica Acta*. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2016.09.037>
- McGrath, J. A., & Uitto, J. (2010). *CHAPTER 3 Rook's Textbook of Dermatology Volume 1 Eighth Edition (Vol. 1)*. Blackwell Publishing Ltd.
- Mirna, I., Andarwulan, N., & Faridah, D. N. (2019). *Karakteristik Fisik dan Fitokimia Buah Kecombrang*. *Warta IHP/Journal of Agro-Based Industry*, 36, 96–105.
- Mishra, A. K., Mishra, A., & Chattopadhyay, P. (2011). *Herbal cosmeceuticals for photoprotection from ultraviolet B radiation: A review*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 10(3), 351–360. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v10i3.7>
- Modenese, A., Korpinen, L., & Gobba, F. (2018). *Solar radiation exposure and outdoor work: An underestimated occupational risk*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102063>
- Murphrey, M. B., Miao, J. H., & Zito, P. M. (2020). *Histology , Stratum Corneum*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30020671>
- Nadu, T. (2020). *Erythrina Subumbrans (Hassk) Merr : An Overview*. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences* 11, 980–986.
- Narayanan, D. L., Saladi, R. N., & Fox, J. L. (2010). *Ultraviolet radiation and skin cancer*. *International Journal of Dermatology*, 49(9), 978–986. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2010.04474.x>
- Ngoc, L. T. N., Tran, V. Van, Moon, J. Y., Chae, M., Park, D., & Lee, Y. C. (2019). *Recent trends of sunscreen cosmetic: An update review*. *Cosmetics*, 6(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/COSMETICS6040064>

- Nichols, J. A., & Katiyar, S. K. (2010). *Skin photoprotection by natural polyphenols : anti-inflammatory , antioxidant and DNA repair mechanisms*. Archives of Dermatological Research, 71–83. <https://doi.org/10.1007/s00403-009-1001-3>
- Openstax. (2013). Anatomy & Physiology. In *Anatomy & Physiology*. Rice University. <https://doi.org/10.5399/osu/1116>
- Pakaya, D. (2014). *Peranan Vitamin C Pada Kulit*. Jurnal Ilmiah Kedokteran, 1(2), 45–54. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/MedikaTadulako/article/view/7932/6271>
- Pramiastuti, O. (2019). *Penentuan Nilai SPF (Sun Protection Factor) Ekstrak Dan Fraksi Daun Kecombrang (Etlingera Elatior) Secara in Vitro Menggunakan Metode Spektrofotometri*. Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi, 8(1), 14. <https://doi.org/10.30591/pjif.v8i1.1281>
- Prasiddha, I. J., Laeliocattleya, R. A., & Estiasih, T. (2016). *The Potency of Bioactive Compounds from Corn Silk (Zea mays L .) for the Use as a Natural Sunscreen : A Review*. Jurnal Pangan Dan Agroindustri, 4(1), 40–45.
- Pratama, W. A., & Zulkarnain, A. K. (2015). *Uji SPF In Vitro Dan Sifat Fisik Beberapa Produk Tabir Surya Yang Beredar Di Pasaran*. Majalah Farmaseutik, 1745(965), 275–283.
- Pratiwi, L., Fudholi, A., Martien, R., & Pramono, S. (2016). *Ethanol Extract, Ethyl Acetate Extract, Ethyl Acetate Fraction, and n-Heksan Fraction Mangosteen Peels (Garcinia mangostana L.) As Source of Bioactive Substance Free-Radical Scavengers*. JPSCR : Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research, 1(2), 71. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v1i2.1936>
- Qu, X., Zhao, X., & Chen, Z. (2016). *A new in vitro method to determine sun protection factor*. Journal of Cosmetic Science, 67(2), 101–108.
- Rahmawati, Muflihunna, A., & Amalia, M. (2018). *Analisis Aktivitas Perlindungan Sinar UV Sari Buah Sirsak (Annona muricata L.) Berdasarkan Nilai Sun Protection Factor (SPF) Secara Spektrofotometri UV-Vis*. Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 5(2), 284–288. <https://doi.org/10.33096/jffi.v5i2.412>
- Ribeiro Neto, A. C., Pires, R. F., Malagoni, R. A., & Franco, M. R. (2010). *Solubility of vitamin C in water, ethanol, propan-1-ol, water + ethanol, and water + propan-1-ol at (298.15 and 308.15) K*. Journal of Chemical and Engineering Data, 55(4), 1718–1721. <https://doi.org/10.1021/jc900687y>
- Rodr, S. L., Luna, D., Ram, R. E., & Sald, S. O. S. (2020). *Environmentally Friendly Methods for Flavonoid Extraction from Plant Material : Impact of Their Operating Conditions on Yield and Antioxidant Properties*. The Scientific World Journal.

- Roro, R., Alicia, A., Wardhani, K., Pardede, A., Prasiska, E., Kimia, P. P., Islam, U., Muhammad, K., Al, A., & No, J. A. (2020). *Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF) dan Uji Antibakteri Staphylococcus aureus Ekstrak Daun dan Kulit Batang Tanaman Bangkal (Nauclea Subdita)*. Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia, 8(2).
- Saidi, N., Ginting, B., Murniana, & Mustanir. (2018). *Analisis Metabolit Sekunder*. Syiah Kuala University Press.
- Saint-Léger, D. (2015). *The colour of the human skin: Fruitful science, unsuitable wordings*. International Journal of Cosmetic Science, 37(3), 259–265. <https://doi.org/10.1111/ics.12194>
- Sami, F. J., Nur, S., & M, M. M. (2015). *Uji Aktivitas Tabir Surya pada Beberapa Spesies dari Family Zingiberaceae dengan Metode Spektrofotometri*. As-Syifaa, 07(02), 164–173.
- Silalahi, M. (2017). *Senyawa Metabolit Sekunder Pada Etlingera elatior (Jack) R. M. Smith*. Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II, 41–47.
- Sinaga, D. (2018). *The Evaluation of Skin Cancer Profile in Fatmawati Hospital Centre*. Journal of Education and Practice, 9(4), 1–8.
- Soendjoto, M. A., & Riefani, M. K. (2013). *Bangkal (Nauclea sp .), a wetland plant , the material for the cool face powder*. Warta Konservasi Lahan Basah, 21(October 2013), 13.
- Surdu, S., Fitzgerald, E. F., Bloom, M. S., Boscoe, F. P., Carpenter, D. O., Haase, R. F., Gurzau, E., Rudnai, P., Koppova, K., Févotte, J., Leonardi, G., Vahter, M., Goessler, W., Kumar, R., & Fletcher, T. (2013). *Occupational Exposure to Ultraviolet Radiation and Risk of Non-Melanoma Skin Cancer in a Multinational European Study*. PLoS ONE, 8(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062359>
- Suryani, N. C., Permana, D. G. M., & Jambe, A. (2016). *Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Matoa (Pometia pinnata)*. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA), 5(1). https://doi.org/10.11164/jjsps.16.4_704_3
- Suryanto, E., Momuat, L. I., Yudistira, A., & Wehantouw, F. (2013). *The evaluation of singlet oxygen quenching and sunscreen activity of corn cob extract*. Indonesian Journal of Pharmacy, 24(4), 267–276.
- Susanty, S., & Bachmid, F. (2016). *Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Refluks Terhadap Kadar Feolik Dari Ekstrak Tongkol Jangung (Zea mays L.)*. Jurnal Konversi, 5(2), 87. <https://doi.org/10.24853/konversi.5.2.87-92>
- Tan, S. T., & Dewi, I. P. (2015). *Melanoma Maligna*. Continuing Medical Education,

42(12), 908–912.

- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018). *Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview*. *Medicines*, 5(3), 93. <https://doi.org/10.3390/medicines5030093>
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R., Gede, I. D., & Permana, M. (2018). *Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (Citrus limon (Linn .) Burm F .)*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi* 7(4), 213–222.
- Veronica, E., Chrismayanti, N. K. S., Dampati, P. S., Kedokteran, F., & Udayana, U. (2021). *Potensi Ekstrak Kastuba (Euphorbia pulcherrima) Sebagai Tabir Surya Terhadap Paparan Sinar UV*. *Journal of Medicine and Health*, 3(1). <https://doi.org/10.28932/jmh.v3i1.2972>
- Wayan, S. I. (2015). *Spektroskopi*. (Karya Tulis Ilmiah) Universitas Udayana, 1–43. https://doi.org/10.1007/978-3-662-34555-9_3
- Widayati, E. (2012). *Oxidasi Biologi, Radikal Bebas, dan Antioxidant*. *Majalah Ilmu Sultan Agung*, Vol 50, No, 68–70.
- Willmann, G. (2015). *Ultraviolet Keratitis: From the Pathophysiological Basis to Prevention and Clinical Management*. *High Altitude Medicine and Biology*, 16(4), 277–282. <https://doi.org/10.1089/ham.2015.0109>
- Windson, C., Haminiuk, I., & Plata-oviedo, M. S. V. (2014). *Extraction and quantification of phenolic acids and flavonols from Eugenia pyriformis using different solvents*. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2862–2866. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0759-z>
- Woo, D. K., & Eide, M. J. (2010). *Tanning beds, skin cancer, and vitamin D: An examination of the scientific evidence and public health implications*. *Dermatologic Therapy*, 23(1), 61–71. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8019.2009.01291.x>
- Woo, W. M. (2019). *Skin structure and biology*. *Imaging Technologies and Transdermal Delivery in Skin Disorders*, First Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 1–14. <https://doi.org/10.1002/9783527814633.ch1>
- Yadav, N., & Banerjee, M. (2018). *Molecular and genetic response of human skin under ultraviolet radiation. Photocarcinogenesis and Photoprotection*, 15–27. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5493-8_3
- Yanuarti, R., Nurjanah, Anwar, E., & Hidayat, T. (2017). *Profil Fenolik dan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Rumput Laut Turbinaria conoides dan Eucheuma*

- cottonii*. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 20(2).
- Yousef, H., Alhadj, M., Sharma, S., & Hospital, M. F. (2018). *Anatomy , Skin (Integument), Epidermis*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29262154>
- Yuliana, P., Laconi, E. B., Wina, E., & Jayanegara, A. (2014). *Extraction of Tannins And Saponins From Plant Sources And Their Effect On In Vitro Methanogenesis And Rumen Fermentation*. Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture 39(2), 91–97.
- Zakiah, A. (2018). *Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF) Ekstrak Etanol Daun Kecombrang (Etlingera elatior) Metode Spektrofotometri UV*. (Skripsi) Politeknik Kesehatan Makasar.

