

Penentuan *Sun Protection Factor* (SPF) dan Antioksidan Ekstrak Alga Hijau (*Ulva reticulata* Forsskal) sebagai Tabir Surya dengan Spektrofotometer UV-Vis

Determination of sun protection factor (SPF) and antioxidants of green algae extract (Ulva reticulata Forsskal) as sunscreen with UV-Vis spectrophotometer

Sri Teguh Rahayu^{1*}, Rohaniva Yusnia Sari², Putu Gita Maya Widyaswari Mahayasih³, Tyas Putri Utami⁴, Yonatan Eden⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Farmasi, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

Kata kunci: alga hijau, *In-vitro*, SPF, IC₅₀, DPPH

Keyword: Green algae, *In-vitro*, SPF, IC₅₀, DPPH

Korespondensi:

Nama : Sri Teguh Rahayu
Institusi : Program Studi Farmasi,
Universitas Esa Unggul
E-mail :
rahayu@esaunggul.ac.id

ABSTRAK

Alga hijau (*Ulva reticulata* Forsskal) yang berasal dari Pantai Putih Lampung merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai tabir surya karena mengandung berbagai metabolit sekunder, seperti karotenoid, senyawa fenol dan turunannya, polisakarida sulfat, dan vitamin. Penelitian ini bertujuan mengukur aktivitas tabir surya dan antioksidan ekstrak n-Heksan, etil asetat, dan etanol serta mengukur kadar total fenol dan flavonoid dari masing-masing ekstrak. Aktivitas tabir surya diukur pada konsentrasi 300, 500 dan 700 µg/mL menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 290-320 nm, sedangkan aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode DPPH. Hasil pengukuran menunjukkan ekstrak memiliki kadar total fenol masing-masing sebesar 14,45; 10,74 dan 4 mg GAE/g dan total flavonoid, yaitu 3,99; 22,25 dan 4,67 mgQE/g. Ekstrak etil asetat pada konsentrasi 700 merupakan ekstrak dengan potensi terbaik sebagai tabir surya dengan nilai SPF sebesar 11,74 dengan kategori proteksi maksimal. Ketiga ekstrak memiliki potensi antioksidan dengan nilai IC₅₀ berturut-turut 0,46, 0,375 dan 0,376 mg/mL.

ABSTRACT

Green algae (*Ulva reticulata* Forsskal) from Pantai Putih Lampung is a plant that has the potential as a sunscreen because it contains various secondary metabolites. This study aims to measure the activity of sunscreen and antioxidant extracts of n-hexane, ethyl acetate, and ethanol and to measure each extract's total phenol and flavonoid content. Sunscreen activity was measured at 300, 500, and 700 µg/mL concentrations using a spectrophotometer at a wavelength of 290-320 nm, while antioxidant activity was measured using the DPPH method. The measurement results showed that the extracts had total phenol levels of 14.45; 10.74, and 4 mg GAE/g and total flavonoids, namely 3.99; 22.25, and 4.67 mgQE/g. Ethyl acetate extract at a concentration of 700 is the extract with the best potential as a sunscreen, with an SPF value of 11.74 in the maximum protection category. The three extracts have antioxidant potential with IC₅₀ values of 0.46, 0.375, and 0.376 mg/mL.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki iklim tropis, sehingga sepanjang tahun cuaca akan terasa panas. Kondisi tersebut akan sangat mengganggu dan berbahaya bagi masyarakat yang memiliki aktivitas di luar rumah. Sinar matahari yang bersinar sepanjang hari berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan terutama terhadap kulit, seperti eritemia dan kanker kulit jika terpapar secara terus menerus tanpa proteksi. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya peningkatan penyakit kanker kulit dan kesehatan kulit yang buruk pada populasi global. Oleh sebab itulah dibutuhkan tabir surya untuk melindungi kulit dari paparan UVR harian dan menjadi sangat penting bagi kesehatan manusia jangka panjang (Saucedo et al., 2020). Tabir surya adalah suatu zat atau material yang dapat melindungi kulit terhadap radiasi sinar ultra violet dengan cara menyerap, menghamburkan dan memantulkan radiasi sinar ultra violet yang sangat berbahaya karena memiliki energi yang sangat tinggi dan bersifat karsinogenik (Sander et al., 2020). Aktivitas perlindungan dari tabir surya diketahui berdasarkan penentuan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) yang menggambarkan kemampuan produk tabir surya dalam melindungi kulit (Hibbert et al., 2017).

Rumput laut *Ulva reticulata* merupakan alga hijau yang banyak dijumpai di daerah pesisir pantai di Indonesia, termasuk

dipantai Cukuh Balak Tanggamus Lampung. Oleh masyarakat setempat alga hanya dimanfaatkan sebagai lalapan, selebihnya tidak banyak dimanfaatkan oleh masyarakat.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi Alga hijau (*Ulva reticulata* Forsskal) sebagai tabir surya menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dengan metode seperti yang telah dikembangkan oleh Mansur et al 1986. Persamaan Mansur digunakan untuk menentukan nilai SPF ekstrak alga hijau (Zarkogianni & Nikolaidis, 2016; Swathimol et al., 2022) Berdasarkan data penelitian diketahui alga hijau mengandung metabolit sekunder seperti senyawa flavonoid, tanin, alkaloid, tokoferol dan melatonin yang berperan sebagai antioksidan alami dari alga, yang berperan sebagai antibakteri, antikanker, antifungi, kandungan golongan senyawa yang terdapat dalam ekstrak etanol alga hijau yaitu flavonoid, tanin, alkaloid, tokoferol dan melatonin (Lestari & Mita, 2013). Potensi alga hijau perlu diteliti agar dapat dimanfaatkan secara luas sebagai salah satu sumber bahan baku farmasi termasuk sebagai tabir surya. Senyawa aktif yang terdapat di dalam alga hijau seperti gugus aromatik senyawa fenolik diduga memiliki kemampuan menyerap sinar UV dan memiliki aktivitas antioksidan (Zarkogianni & Nikolaidis, 2016).

Tanaman Alga hijau mampu berperan sebagai agen fotoprotektor yang mengandung antioksidan sehingga mampu melawan radikal bebas akibat radiasi sinar ultraviolet

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diikat dengan demikian dapat mencegah kerusakan sel. Aktivitas antioksidan alga hijau diukur aktivitasnya secara *in-vitro* menggunakan *diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) dengan spektrofotometer UV-Vis sehingga akan di hasilkan nilai IC₅₀.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan adalah alat-alat gelas (*pyrex*®), pipet tetes, erlenmeyer, gelas ukur, batang pengaduk, kertas saring, cawan porselin, botol vial, labu ukur, spatula, Timbangan analitik (*santorius secura 124-IS*®), Botol kaca maserasi, Grinder herbal (*Medicine grinder*®), *rotary evaporator*, *waterbath* (*grant*), pipet mikro (*Thermo scientific 4642100*® *FinnPipette F2*®), spektrofotometri UV-Vis (*Tecan*®) *infinite 200 PRO*.

Bahan

Bahan uji

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah alga hijau yang diperoleh dari perairan Pantai Karang Putih Kecamatan Cukuh Balak Tanggamus, Lampung dideterminasi di Laboratorium Oseanografi Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. Pasir Putih 1, Ancol Timur (Gedung Pusat Riset Oseanografi- BRIN) Jakarta. Berdasarkan

hasil determinasi dari ID Transaksi 37486 dan Kode sampel 1346-37486-1.

Bahan kimia

Etanol 96%, etil asetat, *n*-heksana, etanol p.a, metanol p.a, natrium karbonat (Na_2CO_3) Merck®, reagen *folin-ciocalteu* Merck®, standar asam galat sigma®, asam askorbat Merck®, kuersetin Merck®, aluminium klorida (AlCl_3) Merck®, DPPH (*1,1 diphenyl- 2-picrylhydrazil*) sigma®, asam sulfar (H_2SO_4), pereaksi *Dragendroff*, pereaksi *Liebermann-Burchard*, magnesium (Mg), asam klorida (HCl), besi III klorida (FeCl_3) dan aquadest.

Tahap Penelitian

Pembuatan Simplisia

Simplisia diambil langsung dari pantai Karang Putih Kec. Cukuh Balak Tanggamus Lampung. Alga hijau yang diperoleh dicuci dan dipisahkan dari pengotor kemudian alga hijau di keringkan dalam ruangan terlindung dari cahaya matahari hingga kering, Simplisia yang telah kering dan telah diketahui jenisnya kemudian di haluskan menggunakan grinder.

Pembuatan Ekstrak Alga Hijau

Pembuatan ekstrak mengacu kepada prosedur yang dijelaskan oleh (Chandra et al., 2014). Masing-masing sebanyak ± 250 g simplisia di maserasi dengan pelarut *n*-heksana, etil asetat dan etanol 96% pada bejana maserasi berbeda hingga terendam semuanya, kemudian didiamkan selama 24

jam dalam bejana sambil sesekali diaduk pada masing-masing pelarut lalu disaring. Di remaserasi kembali berulang sampai maserat yang diperoleh jernih. Maserat yang terkumpul dari masing-masing pelarut di uapkan pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* hingga didapat ekstrak agak kental. Ekstrak tersebut dipekatkan pelarutnya diatas *waterbath* hingga diperoleh ekstrak kental *n*-heksana, etil asetat dan etanol 96%. Ekstrak kental di timbang untuk mengetahui rendemennya dan disimpan pada suhu rendah dan terlindung dari cahaya matahari.

Rendeman ekstrak dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ rendemen ekstrak} = \frac{\text{berat ekstrak}}{\text{berat simplisia}} \times 100\%$$

Skринing fitokimia

Skринing fitokimia mengacu pada (Harbone, 1984; Mahayasih et al., 2022) yang dimodifikasi. Ditimbang masing-masing ekstrak alga hijau sebanyak 500 mg kemudian dilarutkan dalam labu ukur 25 mL ditambahkan etanol hingga batas tera. Sehingga didapat konsentrasi 2000 ppm. Skринing fitokimia dilakukan untuk mengetahui adanya kandungan alkaloid, triterpenoid/Steroid, flaovonoid, fenol dan saponin pada ketiga ekstrak

Uji total fenol ekstrak

Pembuatan kurva baku asam galat

Baku asam galat ditimbang 5 mg dan dilarutkan dengan etanol p.a dalam labu ukur 5 mL sehingga konsentrasi 1000 ppm, selanjutnya dilakukan pengenceran konsentrasi, yaitu 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm. Persamaan regresi linier yang diperoleh, $Y = a + bX$ digunakan untuk menghitung kadar total fenol ekstrak (Ahmed & Iqbal, 2018).

Pengukuran kadar total fenol

Ekstrak *n*-heksna, etil asetat dan etanol 96% masing-masing ditimbang sebanyak 10 mg dilarutkan dalam 10 mL etanol p.a dan diperoleh masing-masing ekstrak konsentrasi 1000 ppm.

Masing-masing larutan ekstrak *n*-heksna, etil asetat dan etanol 96% dipipet sebanyak 10 μ L ditambahkan 125 μ L pereaksi Folin-Ciocalteu 10% digoyang di dalam *microplate readers* selama 1 menit didiamkan selama 5 menit ditempat gelap. Sebanyak 115 μ L Natrium Karbonat 7,5% ditambahkan dalam *microplate reader* dikocok dengan cara digoyang selama 1 menit dan diinkubasi selama 30 menit dan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 768 nm.

Kadar total fenolik ekstrak (mgGAE/g) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{total fenol} = \frac{C \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) \text{ asam galat} \times \text{Volume (mL)} \times \text{FP}}{m}$$

Keterangan:

C = kadar asam galat (mg/mL) hasil perhitungan dari persamaan regresi linier;

V = volume (mL) ekstrak yang dibuat

m = Berat sampel yang ditimbang (g)

FP = factor pengenceran (jika ekstrak diencerkan), jika tidak maka FP = 1

Uji total flavonoid ekstrak

Pembuatan kurva baku kuersetin

Baku asam kuersetin ditimbang 5 mg dan dilarutkan dengan etanol p.a dalam labu ukur 5 mL sehingga konsentrasi 1000 ppm, selanjutnya dilakukan pengenceran konsentrasi, yaitu 30, 50, 70, 90, dan 110 ppm. Persamaan regresi linier yang diperoleh, $Y = a + bX$ digunakan untuk menghitung kadar total flavonoid ekstrak.

Pengukuran kadar total flavonoid

Ekstrak *n*-heksna, etil asetat dan etanol 96% masing-masing ditimbang sebanyak 10 mg dilarutkan dalam 10 mL etanol p.a dan diperoleh masing-masing ekstrak konsentrasi 1000 ppm.

Masing-masing larutan ekstrak *n*-heksna, etil asetat dan etanol 96% dipipet sebanyak 40 μL , dimasukkan dalam *microplate reader* ditambahkan 100 μL metanol p.a, dikocok dengan mengoyangkan terus menerus selama 30 detik, kemudian ditambahkan 10 μL AlCl_3 10% dengan pengocokan konstan selama 30 detik, kemudian ditambahkan metanol p.a kembali sebanyak 100 μL dikocok selama 30 detik,

diinkubasi selama 30 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 439 nm.

Kadar total flavonoida ekstrak (mgQE/g) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{total flavonoid} = \frac{C \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) \text{ kuersetin} \times \text{Volume (mL)} \times \text{FP}}{m}$$

Keterangan:

C = kadar kuersetin (mg/mL) hasil perhitungan dari persamaan regresi linier;

V = volume (mL) ekstrak yang dibuat

m = Berat sampel yang ditimbang (g)

FP = factor pengenceran (jika ekstrak diencerkan), jika tidak maka FP = 1

Penentuan nilai SPF secara in-vitro

Pembuatan larutan uji

Ekstrak *n*-heksna, etil asetat dan etanol 96% masing-masing ditimbang sebanyak 10 mg dilarutkan dalam 10 mL etanol p.a dan diperoleh masing-masing ekstrak konsentrasi 1000 ppm, selanjutnya dibuat pengenceran dengan konsentrasi 100, 300, 500, 700, dan 900 ppm. Dilakukan pengukuran absorbansi terhadap sampel pada kisaran 290 hingga 450 nm dan etanol sebagai blanko. Data penyerapan diperoleh dalam kisaran 290 hingga 320, pengukuran dilakukan pada setiap rentan 5 nm, dan dilakukan 3 kali penentuan pada setiap titik, hasil absorbansi masing-masing konsentrasi ekstrak larutan dicatat dan kemudian dihitung nilai SPF nya.

Perhitungan nilai SPF dengan spektrofotometer. Menggunakan persamaan Mansur sebagai berikut:

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

Keterangan:

- CF = Faktor Koreksi (10)
 EE = Spektrum Efek Eritema
 I = Spektrum Intensitas Cahaya
 Abs = Absorbansi Sampel

Tabel 1. Nilai EE X I adalah konstan (Arifin et al., 2020)

No.	Panjang Gelombang	EE x I
1.	290	0.0150
2.	295	0.0817
3.	300	0.2874
4.	305	0.3278
5.	310	0.1864
6.	315	0.0839
7.	320	0.0180
Total		1

Cara perhitungan:

- Nilai serapan yang diperoleh dikalikan dengan nilai EE x I untuk masing-masing panjang gelombang yang terdapat pada tabel diatas.
- Hasil perkalian serapan dan EE x I dijumlahkan.
- Hasil penjumlahan kemudian dikalikan dengan faktor koreksi yang nilainya 10 untuk mendapatkan nilai SPF ekstrak

Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (1,1 diphenyl- 2-picrylhydrazil) (Ahmed & Iqbal, 2018)

Larutan induk DPPH dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm. dengan etanol p.a, selanjutnya di buat larutan DPPH 100 ppm.

Vitamin C digunakan sebagai pembanding dengan konsentrasi 1, 5, 10, 15 dan 20 ppm. Ekstrak *n*-heksna, etil asetat dan etanol 96% masing-masing ditimbang sebanyak 10 mg dilarutkan dalam 10 mL etanol p.a dan diperoleh masing-masing ekstrak konsentrasi 1000 ppm. Masing-masing ekstrak dibuat konsentrasi 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm. Masing-masing konsentrasi yang telah dibuat diambil sebanyak 125 μ L, dimasukkan ke dalam *microplate reader* ditambahkan 125 μ L larutan pereaksi DPPH 100 ppm, lalu di kocok dengan mengoyangkan selama 1 menit. Larutan diinkubasi selama 1 jam pada suhu kamar ditempat gelap. kemudian diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis panjang gelombang 516 nm.

Aktivitas antioksidan diketahui merupakan nilai aktivitas penangkapan radikal bebas yang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ penghambatan} = \frac{Abs \text{ Blangko} - abs \text{ sampel}}{Abs \text{ Blangko}} \times 100\%$$

Keterangan:

Abs = nilai absorbansi

Sedangkan nilai IC_{50} (*Inhibitory Concentration*) diperoleh dengan bantuan Microsoft excel, persamaan regresi linier dari % penghambatan terhadap konsentrasi ekstrak sehingga diperoleh persamaan $Y = a + bX$ dengan Y diganti dengan 50% penghambatan dan nilai X merupakan nilai IC_{50} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alga hijau merupakan salah satu kelompok alga laut yang memiliki sumber antioksidan karena mengandung senyawa bioaktif seperti karotenoid, senyawa fenol dan turunannya, polisakarida sulfat, dan vitamin. Alga laut terdiri dari tiga kelompok besar yaitu alga coklat (*phaeophyta*), alga merah (*rhodophyta*), dan alga hijau (*chlorophyta*) (Sami et al., 2021).

Simplisia kering alga hijau dihasilkan dengan pengeringan di suhu ruang tidak terkena sinar matahari untuk mencegah terjadinya kerusakan senyawa metabolit dalam alga hijau yang tidak stabil terhadap pemanasan. Sebanyak ± 250 gram simplisia kasar alga hijau dimaserasi dengan pelarut berbeda polaritas, yaitu *n*-heksana, etil asetat dan etanol 96% dengan nilai rendamen masing-masing ekstrak, yaitu seperti tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rendemen Ekstrak Alga hijau (*Ulva reticulata* Forsskal)

Sample	Berat (g)		Rendemen (%)
	Simplisia	Ekstrak	
Ekstrak <i>n</i> -Heksana	250	2,95	1,18
Ekstrak Etil Asetat	250	2,41	0,964
Ekstrak Etanol	250	4,82	1,93

Alga hijau di ekstraksi selama 3 x 24 jam dengan cara maserasi, dengan tujuan agar senyawa aktif tertarik secara maksimal dalam pelarut sehingga akan diperoleh hasil rendamen tinggi, Maserasi merupakan cara ekstraksi paling aman untuk senyawa yang tidak tahan terhadap pemanasan namun memiliki kelemahan membutuhkan waktu lebih lama dengan pelarut lebih banyak. Ekstraksi merupakan langkah pertama dalam memisahkan senyawa metabolit sekunder yang berasal dari tanaman. Efisiensi ekstraksi meningkat dengan bertambahnya waktu ekstraksi (Zhang et al., 2018).

Rendamen ekstrak menggambarkan banyaknya metabolit yang terlarut dan dapat diekstraksi dengan pelarut. Berdasarkan tabel 2 tersebut diketahui bahwa senyawa polar etanol 96% yang paling besar nilai rendamennya sehingga paling banyak menarik senyawa metabolit sekunder.

Skrining fitokimia merupakan uji kualitatif yang dilakukan untuk mengetahui golongan senyawa yang terdapat di dalam masing-masing ekstrak berdasarkan reaksi warna (Pant et al., 2017). Hasil skrining terhadap ekstrak *n*-heksana, etil asetat dan etanol 96% menunjukkan bahwa ekstrak-ekstrak tersebut positif mengandung senyawa golongan alkaloida, flavonoida, Steroid, triterpenoid, saponin dan fenolik seperti terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Skrining fitokimia ekstrak alga hijau

Sample	Alkaloid	Flavonoid	Steroid	Triterpenoid	Saponin	Fenol
	Mayer	MgSO ₄ + HCL	Kloroform + H ₂ SO ₄	Asam Setat + H ₂ SO ₄	Aquades + HCL	FeCl ₃
Ekstrak Etanol	+	+	+	+	+	+
Ekstrak Etil Asetat	+	+	+	+	+	+
Ekstrak <i>n</i> -Heksana	+	+	+	+	+	+

Rumput laut hijau secara umum mengandung senyawa fenol, flavonoid serta senyawa karoten yang berfungsi sebagai antioksidan. Salah satu alga yang memiliki aktivitas antioksidan dan mudah didapatkan adalah Selada Laut (*Ulva lactuca*) dan *Ulva reticulata* Forsskal (Arbi & Farid, 2016) .
 bahas mengenai alga hijaunya saja (Chandra et al., 2014).

Uji fenol total dilakukan untuk mengetahui kadar senyawa fenolik yang terdapat di dalam ekstrak. Uji fenol total dilakukan dengan reagen Folin Ciocalteu. Metode analisis untuk metode ini merupakan yang termudah dan umum digunakan untuk mengukur kadar fenol total yang berasal dari produk alami. Asam galat digunakan sebagai standar karena merupakan salah satu senyawa

fenol alami yang tersebar pada sebagian besar bagian tanaman dan stabil, serta relatif murah dibanding lainnya. Asam galat termasuk dalam senyawa fenolik turunan asam hidroksibenzoat yang tergolong asam fenol sederhana . Senyawa total fenolik ditentukan dengan menggunakan standar asam galat dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80 dan 100 ppm sebagai kurva baku dan diperoleh persamaan regresi liner $y = 0,0078x + 0,0702$ dengan nilai r adalah 0,9995. Konsentrasi sampel ekstrak yang digunakan 5000 ppm dengan kadar total fenol tertinggi, yaitu 14,45 mg GAE/g ekstrak seperti terlihat pada tabel 4. Hal tersebut menunjukkan bahwa senyawa fenolik yang banyak terdapat alga hijau adalah fenolik bersifat nonpolar.

Tabel 4. Data kadar total fenol dan total flavonoida alga hijau.

Sampel	Konsentrasi sampel (ppm)	Kadar Total Fenol (mg GAE/g)±SD	Kadar total flavonoid (mgQE/g)±SD
Ekstrak <i>n</i> -Heksana	5000	14,45±0,05	3,99±0,78
Ekstrak Etil Asetat	5000	10,74±0,27	22,25±0,27
Ekstrak Etanol 96%	5000	4±0,87	4,67±0,16

Pengujian kadar total flavonoida dihitung menggunakan persamaan regresi

linier $y = 0,0063x + 0,0815$ dengan nilai $R^2 = 0,9953$ atau nilai r adalah 0,9976. yang

diperoleh dari kurva baku kuersetin standar dengan konsentrasi 30, 50, 70, 90 dan 110 ppm. Pada tabel tersebut juga terlihat bahwa kadar total flavonoid terbesar pada ekstrak etil asetat, sehingga sifat flavonoid yang terdapat di dalam alga hijau adalah flavonoid yang bersifat semipolar. Ekstrak etanol 96% yang merupakan ekstrak yang bersifat lebih polar dibandingkan etil asetat dan *n*-heksan memiliki kadar total fenol dan flavonoid paling rendah.

Pengujian tabir surya menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dengan metode seperti yang telah dikembangkan oleh Mansur et al 1986. Persamaan Mansur digunakan untuk menentukan nilai *Sun protecting factor* (SPF) ekstrak alga hijau (Zarkogianni & Nikolaidis, 2016). Aktivitas *in-vitro* tabir surya dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang antara 290-320 nm setiap interval 5 nm dan blanko yang digunakan adalah etanol 96% mengacu pada metode yang dijelaskan oleh (Yanti Eff et al., 2019). Metode ini merupakan metode yang sederhana, cepat, handal untuk penghitungan nilai SPF. Nilai SPF merupakan hasil perbandingan banyaknya energi sinar matahari yang dibutuhkan untuk menimbulkan ertitmia minimal pada kulit yang terlindungi tabir surya terhadap yang tidak terlindungi (Malsawmtluangi et al., 2013). Hasil pengukuran nilai SPF terhadap ekstrak alga hijau menggunakan persamaan Mansur seperti terlihat pada tabel 5.

Pengukuran nilai SPF ekstrak alga hijau dilakukan pada konsentrasi 300, 500, dan

700 ppm dapat dilihat pada tabel 5. Pada data tabel terlihat bahwa pada konsentrasi 300, 500, dan 700 ppm ekstrak *n*-heksana memiliki nilai SPF sebesar 5,20 5,85 dan 7,19. Untuk ekstrak etil asetat, yaitu 6,76; 11,74 dan 11,74 sedangkan untuk ekstrak etanol 98% , yaitu 5,30; 6,14 dan 7,66. Nilai SPF terbesar dimiliki oleh ekstrak etil asetat sehingga berpotensi sebagai tabir surya. Etil asetat merupakan pelarut semipolar sehingga senyawa metabolit sekunder yang terekstrak memiliki sifat semipolar. Besarnya nilai SPF yang dimiliki oleh ekstrak etil asetat sebanding dengan kadar total flavonoid yang dimilikinya, yaitu, $22,25 \pm 0,27$ mg GAE/g ekstrak. Diikuti oleh ekstrak *n*-heksana. Ekstrak *n*-heksana memiliki kadar total fenol terbesar, yaitu $14,45 \pm 0,05$ mg GAE/g ekstrak. Ekstrak etil asetat dan etanol 98% memiliki kadar total flavonoid yang rendah masing-masing, yaitu $3,99 \pm 0,78$ dan $4,67 \pm 0,16$ dengan nilai SPF yang hampir setara.. Senyawa yang berpotensi tabir surya sebagian besar merupakan senyawa organik yang memiliki gugus-gugus kromofor yang mampu menyerap sinar UV. Kemampuan ini disebabkan terjadinya transisi elektronik dalam molekul tabir surya, dengan energi transisi yang setara dengan energi sinar UV. Gugus kromofor biasanya dimiliki oleh cincin aromatik. Flavonoida secara signifikan dapat mengabsorpsi sinar UV A dan UV B, karena struktur kimianya memiliki ikatan diena terkonjugasi dan sering digunakan sebagai komponen bahan di dalam kosmetik untuk melindungi kulit (Sampaio et al., 2017).

Senyawa flavonoida merupakan metabolit sekunder yang terdistribusi luas di sebagian besar jaringan tanaman. Bagi tanaman sendiri flavonoid memiliki peran protektif terhadap kondisi stres selama infeksi patogen, UV-B dan paparan cahaya putih berfluktuasi tinggi, kekeringan, udara dingin dan salinitas. Hal tersebut didukung bahwa flavonoid akan dihasilkan dan terakumulasi setelah tanaman terpapar radiasi ultra violet, karena penyerapannya dalam kisaran UV, sehingga metabolit ini bertindak sebagai tabir surya. Selain mampu menyerap sinar ultraviolet flavonoid juga dapat bertindak sebagai penangkap spesies oksigen reaktif (ROS) karena adanya gugus hidroksil fenolik dalam strukturnya (Sisa et al., 2010).

Aglikon flavonol yang paling banyak ditemukan pada tanaman adalah quercetin dan

kaempferol, perbedaannya pada kuersetin memiliki gugus hidroksil yang ditambahkan ke posisi 3 'cincin B. Kuersetin dan kaempferol memiliki *molar extinction coefficients* yang serupa dan memiliki puncak serapan di wilayah UV. Namun, pada daun dari berbagai spesies tanaman, diketahui radiasi UV-B menginduksi pembentukan dan akumulasi kuersetin dibandingkan dengan kaempferol, sehingga dengan demikian dapat meningkatkan kemampuan kuersetin dalam perlingkungannya terhadap UV-B dibandingkan kaemferol (Falcone Ferreyra et al., n.d.). berdasarkan hal tersebut maka ekstrak etil asetat yang memiliki total flavonoid terbesar di duga memiliki aktivitas antioksidan dan tabir surya terbaik dengan proteksi maksimal karena memiliki nilai SPF 8-15.

Tabel 5. Data hasil pengukuran nilai SPF Ekstrak n-heksana, etil asetat dan etanol 98% alga hijau

No	panjang gelombang (nm)	EE x I	Ekstrak n-heksana			Ekstrak etil asetat			Ekstrak etanol 98%		
			EE x I x ABS 300 ppm (n=3)	EE x I x ABS 500 ppm (n=3)	EE x I x ABS 700 ppm (n=3)	EE x I x ABS 300 ppm (n=3)	EE x I x ABS 500 ppm (n=3)	EE x I x ABS 700 ppm (n=3)	EE x I x ABS 300 ppm (n=3)	EE x I x ABS 500 ppm (n=3)	EE x I x ABS 700 ppm (n=3)
1	290	0,015	0,018	0,0186	0,0215	0,0199	0,0273	0,0273	0,0178	0,0188	0,0219
2	295	0,082	0,0735	0,0776	0,0908	0,0845	0,1244	0,1244	0,0734	0,0794	0,0938
3	300	0,287	0,1593	0,1773	0,2165	0,2031	0,3448	0,3448	0,1629	0,1869	0,2314
4	305	0,328	0,1523	0,1743	0,2164	0,2044	0,3668	0,3668	0,1569	0,1848	0,2335
5	310	0,186	0,0774	0,0907	0,1141	0,1079	0,202	0,202	0,0796	0,0956	0,1225
6	315	0,084	0,0324	0,0386	0,049	0,0466	0,0893	0,0893	0,0331	0,0404	0,0522
7	320	0,018	0,0065	0,008	0,0102	0,0097	0,0192	0,0192	0,0067	0,0083	0,0108
TOTAL		1,000	0,5195	0,5851	0,7187	0,6763	1,1741	1,1741	0,5306	0,6144	0,7661
Penjumlahan dikali Faktor Koreksi (FC) = Nilai SPF			5,1956	5,8511	7,1868	6,763	11,741	11,741	5,3061	6,1438	7,6616

Keterangan

FC = Faktor Koreksi (10), EE=: Spektrum Efek Eritema , I = Spektrum Intensitas Cahaya, Abs = Absorbansi Sampe

Untuk aktivitas antioksidan ekstrak alga hijau berdasarkan hasil pada tabel 6 diketahui % penghambatan terbesar ditunjukkan oleh ekstrak etil asetat, dengan konsentrasi sampel 200, 300, 400, 500, dan 600 ppm. Hasil pengukuran terhadap kemampuan menghambat/mengikat radikal bebas dari ekstrak alga hijau, terjadi peningkatan % penghambatan oleh semua kelompok ekstrak seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Semakin meningkat konsentrasi ekstrak maka kandungan senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak semakin besar dan

banyak, sehingga kemampuan menghambat menjadi bertambah. Pada konsentrasi tertinggi terlihat ekstrak etil asetat dan ekstrak etanol 98% memberikan % penghambatan yang tidak terlalu beda jauh, yaitu 83,58 % pada ekstrak etilasetat dan 82,24% pada ekstrak etanol. Ekstrak etilasetat memiliki sifat semipolar dan ekstrak etanol 98% bersifat polar, oleh sebab itu diduga flavonoida yang bekerja sebagai antioksidan adalah flavonoida semipolar dan polar.

Tabel 6. Data % penghambatan dan IC₅₀ ekstrak alga hijau

Konsentrasi (ppm)	% penghambatan ekstrak n-heksana	IC 50 (mg/mL)	% penghambatan ekstrak etilasetat	IC 50 (mg/mL)	% penghambatan ekstrak etanol 98%	IC 50 (mg/mL)
200	20,07±0,70		22,14±0,09		24,50±0,33	
300	34,82±0,70		40,93±0,90		39,34±0,77	
400	48,94±0,15	0,406	55,98±0,89	0,370	53,00±0,93	0,377
500	63,76±0,70		70,15±0,44		67,24±0,82	
600	78,08±0,52		83,58±0,58		82,24±0,64	

KESIMPULAN

Aktivitas tabir surya dari ekstrak alga hijau ditunjukkan dengan nilai SPF yang dihasilkan. Nilai SPF ekstrak alga hijau dipengaruhi oleh pelarut yang digunakan. Ekstrak etil asetat memiliki nilai SPF terbesar, yaitu 11,741. Aktivitas antioksidan alga hijau digambarkan melalui kemampuan menghambat radikal bebas dan nilai IC₅₀, nilai IC₅₀ untuk ekstrak n-heksana, etil asetat dan etanol 98% yaitu 0.460, 0.370, and 0.377 mg/mL.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, F., & Iqbal, M. (2018). *Antioxidant activity of Ricinus Communis*. 5(3), 3–8. <https://doi.org/10.19080/OMCIJ.2018.05.555667>
- Arbi, B., & Farid, W. (2016). Aktivitas Senyawa Bioaktif Selada Laut (*Ulva Lactuca*) Sebagai Antioksidan Pada Minyak Ikan. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(1), 12–18.
- Arifin, B., Nasution, R., Savila, S., Ramadani, R., Helwati, H., Marianne, M., Amna, U., & Saidi, N. (2020). Sunscreen

- activities of bark artocarpus heterophyllus against ultraviolet ray (Sun protection factor) in lotion formula. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 8(A), 461–467.
<https://doi.org/10.3889/oamjms.2020.4665>
- Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M. H., Elsohly, M. A., & Khan, I. A. (2014). Assessment of Total Phenolic and Flavonoid Content , Antioxidant Properties , and Yield of Aeroponically and Conventionally Grown Leafy Vegetables and Fruit Crops : A Comparative Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.
- Falcone Ferreyra, M. L., Serra, P., & Casati, P. (n.d.). *Recent advances on the roles of flavonoids as plant protective molecules after UV and high light exposure*. 0–2.
<https://doi.org/10.1111/ppl.13543>
- Harbone, J. . (1984). *Phytochemical Methods : A Guide To Modern Techniques Of Plant Analysis* (2nd editio). Chapman and Hall.
- Hibbert, S. A., Costello, P., O'Connor, C., Bell, M., Griffiths, C. E. M., Watson, R. E. B., & Sherratt, M. J. (2017). A new in vitro assay to test UVR protection of dermal extracellular matrix components by a flat spectrum sunscreen. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 175(July), 58–64.
<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.08.020>
- Lestari, I. L., & Mita, S. R. (2013). Review: POTENSI ALGA LAUT DAN KANDUNGAN SENYAWA BIOLOGISNYA SEBAGAI BAHAN BAKU KOSMESEUTIKAL. *Farmaka*, 4, 1–13.
- Mahayasih, P. G. M. W., Putry, E. A. S., & Rahayu, S. T. (2022). Pengaruh Konsentrasi Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Pegagan (Centella asiatica (L) Urban) yang Diekstraksi Dengan Metode MAE Effect of Solvent Concentration on Antioxidant Activity of Pegagan (Centella asiatica (L). *Archives Pharmacia*, 4(L), 87–98.
- Malsawmtluangi, C., Nath, D. K., Jamatia, I., Lianhingthangi, E. Z., & Pachuau, L. (2013). Determination of Sun Protection Factor (SPF) number of some aqueous herbal extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(9), 150–151.
<https://doi.org/10.7324/JAPS.2013.3925>
- Pant, D. R., Pant, N. D., & Saru, D. B. (2017). Phytochemical screening and study of antioxidant , antimicrobial , antidiabetic , anti-inflammatory and analgesic activities of extracts from stem wood of Pterocarpus marsupium Roxburgh. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 6(2), 170–176.
<https://doi.org/10.5455/jice.20170403094055>

- Sami, F. J., Soekamto, N. H., & Latip, J. (2021). Bioactivity profile of three types of seaweed as an antioxidant, UV-protection as sunscreen and their correlation activity. *Food Research* 5, 5(February), 441–447.
- Sampaio, P. A., Federal, U., Pernambuco, R. De, & Silva, F. S. (2017). Flavonoids as photoprotective agents : A systematic review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(47), 849–864. <https://doi.org/10.5897/JMPR2016.6273>
- Sander, M., Sander, M., Burbidge, T., & Beecker, J. (2020). The efficacy and safety of sunscreen use for the prevention of skin cancer. *Cmaj*, 192(50), E1802–E1808. <https://doi.org/10.1503/cmaj.201085>
- Saucedo, G., M, G., Vallejo, R. S., & Giménez, J. C. M. (2020). Effects of solar radiation and an update on photoprotection. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 92(6), 377.e1-377.e9. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2020.04.003>
- Sisa, M., Bonnet, S. L., Ferreira, D., & Westhuizen, J. H. Van Der. (2010). Photochemistry of Flavonoids. *Molecules* 2010, 15, 5196–5245. <https://doi.org/10.3390/molecules15085196>
- Swathimol, Shaji, K. M., Prasad, A., Nair, D. S., & Cherian, D. (2022). Development and evaluation of Herbal sunscreen Formulation. *Asian Journal of Pharmaceutical and Health Sciences*, 12(3), 2689–2693. <https://doi.org/10.5530/ajphs.2022.12.17>
- Yanti Eff, A. R., Rahayu, S. T., Saraswati, H., & Munim, A. (2019). Formulation and Evaluation of Sunscreen Gels Containing Mangiferin Isolated from Phaleria macrocarpa Fruits. *International Journal of Pharmaceutical Investigation*, 9(3), 141–145. <https://doi.org/10.5530/ijpi.2019.3.26>
- Zarkogianni, M., & Nikolaidis, N. (2016). Purification of Agro Waste Saffron Using Membrane Technology- Ultrafiltration-Application to Sunscreen Cosmetic Emulsions. *Open Journal of Applied Sciences*, 6(July), 457–464.
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese Medicine (United Kingdom)*, 13(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>