

Kandungan Total Fenolik dan Nilai Sun Protection Factor Ekstrak *Sargassum* sp.

Dimas Dharmawan^{1*}, Norisca Aliza Putriana², Santi R. Anggraeni^{1,3}

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran

²Departemen Farmasetika dan Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran

³Pusat Studi Konservasi dan Pengelolaan Kawasan Maritim, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat 45363 Indonesia

Email: dimas18003@mail.unpad.ac.id

Abstract

Total Phenolic Content and Sun Protection Factor Value of *Sargassum* sp. Extract

Seaweed or macroalgae is one of the natural products with biological activities such as antioxidant, antibacterial, and immunostimulant. One of them is the brown alga *Sargassum* sp. This brown alga produces secondary metabolites such as flavonoids and their derivatives as well as polyphenols. These compounds have many roles in counteracting ultraviolet radiation and have the potential to be developed as active ingredients of sunscreen. This study aimed to determine the total phenolic content and the Sun Protection Factor (SPF) value of *Sargassum* sp. originating from Pameungpeuk beach, Garut Regency. The SPF value is used to categorize how efficiently a material prevents exposure to ultraviolet radiation. Total phenolic content was measured using Follin Ciocalteu reagent with gallic acid standard. The *Sargassum* sp extract sample contained total phenolic of 149,04±5,14 mg GAE/g. The SPF value of *Sargassum* sp extract was calculated using the Mansur equation at a wavelength of 290-320 nm. The obtained SPF value of extract was 33,2±3,11 which equals to oxybenzone. The value indicated an ultra-protection capability and the potency of extract for further development as UV filter.

Keywords: gallic acid, seaweed, ultraviolet

Abstrak

Rumput laut atau makroalga merupakan salah satu bahan alam dengan aktivitas biologis seperti antioksidan, aktivitas antibakteri dan imunostimulan. Salah satunya adalah alga cokelat jenis *Sargassum* sp. Alga cokelat ini menghasilkan metabolit sekunder seperti flavanoid dan turunannya serta polifenol dan turunannya. Senyawa-senyawa tersebut banyak berperan dalam menangkal radiasi ultraviolet dan berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif tabir surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan total fenolik dan nilai Sun Protection Factor (SPF) dari *Sargassum* sp yang berasal dari pantai Pameungpeuk, Kabupaten Garut. Kandungan total fenolik diukur dengan menggunakan reagen Follin Ciocalteu dan menggunakan standar baku asam galat. Sampel ekstrak *Sargassum* sp mengandung total fenolik sebesar 149,04±5,14 mg GAE/g. Nilai SPF digunakan untuk mengkategorikan seberapa efisien sebuah bahan dalam menangkal paparan radiasi sinar ultraviolet. Nilai SPF ekstrak *Sargassum* sp dihitung menggunakan persamaan Mansur pada panjang gelombang 290-320 nm. Nilai SPF yang didapatkan yaitu 33,2±3,11 yang tergolong ke dalam kategori ultra.

Kata kunci: asam galat, rumput Laut, ultraviolet

PENDAHULUAN

Radiasi ultraviolet merupakan radiasi yang dipaparkan oleh sinar matahari dan dapat menyebabkan efek merugikan pada berbagai organisme dan mikroorganisme seperti manusia, tumbuhan dan hewan (Isfardiyana dan Safitri, 2014; Amador-Castro *et al.*, 2020). Sinar ultraviolet terbagi kedalam 3 golongan yaitu UVA, UVB dan UVC dengan panjang gelombang secara berturut-turut yaitu 315-400 nm, 280-320 nm dan 100-280 nm (Fitton *et al.*, 2015). UVA dapat menyebabkan kerutan, kulit menjadi kendur dan efek-efek penuaan lainnya, sementara UVB menjadi penyebab utama dari kulit terbakar (Moore *et al.*, 2013; Cole, 2016). Sinar ultraviolet secara efisien dapat terserap oleh lapisan ozon di stratosphere. Lapisan ozon dapat menyerap UVC sebanyak 100%, akan tetapi untuk UVA dan UVB tidak dapat diserap secara efisien, dimana 0,1% dari sinar UVB dan 5% dari sinar UVA dapat mencapai permukaan bumi (Holick, 2016).

Kulit manusia memiliki sistem perlindungan untuk mencegah dampak berbahaya dari radiasi ultraviolet, salah satunya yaitu lapisan melanin (Isfardiyana dan Safitri, 2014; Mustika *et al.*, 2020).

Warna kulit yang semakin cokelat menunjukkan lapisan melanin yang semakin tebal, begitupun sebaliknya (Ariyanti *et al.*, 2022). Semakin putih warna kulit maka akan semakin rentan terhadap radiasi ultraviolet (Ortonne, 2002; Isfardiyana dan Safitri, 2014). Meskipun kulit manusia memiliki lapisan alami sebagai sistem perlindungan, akan tetapi membutuhkan perlindungan tambahan untuk mengurangi dampak negatif dari paparan radiasi ultraviolet, perlindungan tambahan tersebut seperti penggunaan tabir surya (*sunscreen*) (Amador-Castro *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian mengindikasikan bahwa senyawa kimia yang umum digunakan pada produk *sunsreen* berdampak negatif bagi organisme perairan (Danovaro *et al.*, 2008; Texeria *et al.*, 2017; Schneider dan Lim, 2019). Salah satunya mengenai fenomena *coral bleaching* atau pemutihan terumbu karang. *Coral bleaching* adalah suatu bentuk kerusakan dari terumbu karang yang berdampak negatif bagi biodiversitas terumbu karang (Baird *et al.*, 2009; Monifa, 2020). Zat yang terkandung pada *sunsreen* yang dapat merusak terumbu karang yaitu *oxybenzone*. *Oxybenzone* yang terperangkap di perairan akan mendorong pelepasan *zooxanthella* yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya proses *coral bleaching* yang dapat mengancam keberadaan terumbu karang. *Zooxanthella* akan mengalami pelepasan diawali dengan pelepasan lendir karang dalam kurun waktu 18-48 jam semenjak terkena paparan, hal ini akan sangat mengancam kelangsungan hidup terumbu karang (Danovaro *et al.*, 2008; Dinardo *et al.*, 2018; Conway *et al.*, 2018). Kondisi ini akan mempengaruhi capaian pembangunan berkelanjutan ke-14 (*life below water*) apabila tidak ada alternatif pengganti *oxybenzone* dan bahan *sunsreen* lainnya yang dapat menyebabkan *coral bleaching* (Moeller *et al.*, 2021; Cassas *et al.*, 2020). Maka dari itu diperlukan bahan alternatif pengganti *oxybenzone*.

Rumput laut merupakan sumber daya hayati laut yang banyak ditemukan di perairan Indonesia (Waryono, 1987; Suparmi, 2013; Erniati, 2016). Rumput laut mengandung sejumlah komponen bioaktif seperti senyawa fenolik, pigmen alami, polisakarida sulfat, serat dan komponen bioaktif lainnya yang telah diteliti berkehasiat untuk kesehatan (Erniati *et al.*, 2016). *Sargassum* sp. dari kelas *Phaeophyceae* atau alga coklat memiliki beberapa metabolit yang dapat membantu kulit dalam mengatasi paparan radiasi sinar ultraviolet diantaranya flavonoid dan polifenol. Kedua metabolit sekunder tersebut memiliki potensi sebagai antioksidan (Helena dan Sanjayasari, 2018; Manteu *et al.*, 2018). *Sargassum* sp. juga memiliki bahan bioaktif lainnya seperti alginat, *fucoxantin*, fukoidan dan *phlorotannin* (senyawa fenolik yang khas pada alga coklat) (Kasitowati *et al.*, 2021). Senyawa-senyawa tersebut banyak dimanfaatkan sebagai bahan dari produk kosmetik karena memiliki berbagai manfaat seperti pemutih kulit (*skin whitening*), pencegah alergi, mencegah kerutan dan pencegah penuaan (Sedjati *et al.*, 2017). Senyawa flavonoid yang ditemukan pada rumput laut memiliki kemampuan untuk melindungi tanaman dari paparan radiasi sinar ultraviolet (Saewan dan Jimtaisong, 2013). Senyawa fenolik merupakan senyawa yang biasa digunakan oleh tumbuhan sebagai pelindung dari paparan UVB (Lai dan Lim, 2011). Senyawa fenolik mengandung antioksidan yang dapat berperan sebagai fotoprotektif (Tuiyo, 2013; Dhurhanian dan Novianto, 2019). Kadar senyawa fenolik yang terkandung pada sampel mempengaruhi aktivitas antioksidan yang berlangsung (Djapiala *et al.*, 2013). Ekstrak dari rumput laut coklat memiliki potensi untuk mengatasi proses karsinogenesis dan memiliki kemampuan dalam melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet (Malsawmtluangi *et al.*, 2013).

Pengukuran tingkat kemampuan bahan dalam menangkal radiasi ultraviolet dinyatakan dalam *Sun Protection Factor* (SPF) yang dapat didefinisikan sebagai Dosis Eritema Minimum (DEM) yaitu nilai sensitivitas akut terhadap sinar ultraviolet pada kulit manusia (Yanuarti *et al.*, 2017). *Sargassum* sp. memiliki persebaran yang merata diseluruh Indonesia (Kadi, 2005). Berdasarkan hasil beberapa penelitian mengenai antioksidan dan nilai SPF pada ekstrak *Sargassum* sp. terbukti memiliki nilai antioksidan yang kuat dan nilai SPF yang tergolongkan ultra (Helena dan Sanjayasari, 2018; Sedjati *et al.*, 2018; Kasitowati *et al.*, 2021), sehingga rumput laut jenis ini dapat dimaksimalkan untuk menjadi bahan tambahan dalam pembuatan tabir surya. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh kandungan total fenolik terhadap nilai SPF ekstrak *Sargassum* sp. yang berasal dari perairan Pameungpeuk, Kabupaten Garut dan mengetahui potensi *Sargassum* sp. sebagai bahan alam alternatif untuk pengganti *oxybenzone*.

MATERI DAN METODE

Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Sargassum* sp. yang berasal dari perairan Pameungpeuk, Kabupaten Garut. Sampel dikeringkan dengan tidak terkena cahaya langsung matahari. Ekstraksi senyawa metabolit sekunder dilakukan dengan menggunakan metode maserasi menggunakan etanol teknis 96% yang telah di-redestilasi. Sampel seberat 60 g dimaserasi dengan etanol sebanyak 300 mL selama 24 jam sembari di *shake* menggunakan *shaker* pada 80 rpm disuhu ruang, dilakukan sebanyak 5 kali. Hasil maserasi dikumpulkan dan diperoleh sebanyak 1,5 L ekstrak bercampur pelarut kemudian disaring menggunakan kertas saring lalu diuapkan menggunakan *vacum rotary evaporator* pada suhu 40 °C (Savitri *et al.*, 2017). Rendemen hasil ekstraksi dihitung dengan menggunakan rumus (Dewatisari *et al.*, 2018):

$$\%Rendemen = \frac{\text{Berat Ekstrak yang di dapat}}{\text{Berat Simplisia yang di ekstraksi}} \times 100\%$$

Ekstrak yang didapatkan kemudian akan dilakukan dua uji yaitu uji kandungan total fenolik dan uji Nilai SPF. Kandungan total fenolik dalam pengukurannya membutuhkan kurva standar asam galat. Pembuatan kurva standar asam galat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan serapan. Asam galat digunakan karena senyawa asam galat merupakan turunan dari senyawa fenolik dari asam hidroksibenzoat (Sari dan Ayuhecacia, 2017). Asam galat yang digunakan sebanyak 10 g dan ditambahkan 4 tetes etanol 96% kemudian aquades ditambahkan hingga volume akhir 10mL, sehingga diperoleh konsentrasi larutan asam galat sebesar 1 mg/mL w/v. Dari larutan stok asam galat konsentrasi 1 mg/mL pipet sebanyak 1 mL, 1,25 mL, 1,5 mL, 1,75 mL dan 2 mL, secara berturut turut diencerkan dengan aquades sampai volume akhir 10 mL sehingga dihasilkan konsentrasi 100, 125, 150, 175, 200 µg/mL asam galat. Dari masing-masing konsentrasi larutan asam galat dipipet 100 µL lalu ditambahkan 7.9 mL aquades dan 500 µL reagen *Folin-Ciocalteu* kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama 8 menit pada suhu ruang yang terbebas cahaya matahari. Sebanyak 1,5 mL larutan Na₂CO₃ 5% w/v ditambahkan kedalam sampel yang telah diinkubasi lalu dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang. Serapan absorbansi diukur pada panjang gelombang serapan maksimum 725 nm, lalu dibuat plot kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam galat (µg/mL) dengan serapan (Riza Marjoni dan Devi Novita, 2015).

Kandungan nilai fenolik total dinyatakan dalam *Gallic Acid Equivalent* (GAE) (Fitton *et al.*, 2015). Pengukuran kandungan total fenolik mengacu pada Yangthong *et al.*, (2009). Sampel uji sebanyak 5 mg dilarutkan ke dalam 2 mL etanol, kemudian ditambahkan 5 mL aquades dan 0,5 mL *Follin Ciocalteu* lalu didiamkan selama 5 menit. Sebanyak 1 mL Na₂CO₃ 5% w/v ditambahkan lalu dihomogenkan. Larutan kemudian diinkubasi selama 1 jam di tempat yang terhindar dari cahaya matahari. Pengukuran diawali dengan mengukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 725nm (Yangthong *et al.*, 2009). Absorbansi hasil penghitungan dilakukan dengan mengurangi absorbansi hasil pengukuran sampel dikurangi absorbansi blanko. Absorbansi hasil penghitungan kemudian digunakan untuk menghitung konsentrasi asam galat dalam sampel (mg/mL) dengan menggunakan persamaan regresi linier kurva standar asam galat. Perhitungan total fenolik dilakukan dengan memasukkan nilai asam galat dalam sampel menggunakan rumus berdasarkan Conde *et al.*, (1997):

$$KTFe = \frac{V \times C \times FP}{g}$$

Keterangan: KTFe= Kandungan Total Fenol (mgGAE/g), V= Volume larutan sampel (mL), C=Konsentrasi sampel (mg/mL), FP= Faktor pengenceran, g = Berat sampel yang digunakan (g).

Pengukuran nilai SPF ekstrak *Sargassum* sp. dilakukan dengan ditimbang sebanyak 80 mg sampel dan ditambahkan etanol sebanyak 5 mL lalu dihomogenkan. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dengan oxybenzone sebagai kontrol. Pengukuran nilai absorbansi

menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290-320 nm (UVB) (Arifianti *et al.*, 2020) dengan blanko pelarut etanol (Dutra *et al.*, 2004). Nilai serapan rerata (Ar) diperoleh dari pengukuran absorbansi dengan interval 5 nm. Nilai $EE \times I$ adalah konstan, yang nilainya telah ditetapkan (Tabel 1). Perhitungan nilai SPF dilakukan dengan menggunakan konsep perhitungan persamaan Mansur,(1986) sebagai berikut:

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

Keterangan: CF= faktor koreksi dengan nilai 10, EE= spektrum efek eritermal, I= spektrum intensitas dari matahari, Abs= absorbansi dari sampel (290-320 nm). Rentang nilai SPF dikategorikan ke dalam 5 kategori yang dapat dilihat pada Tabel 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel maserasi ekstrak etanol *Sargassum* sp. sebanyak 1,5 L menghasilkan ekstrak pekat sebanyak 20,22±2,94 g. Bentuk ekstrak pekat yang dihasilkan berupa padatan dan memiliki warna hijau kehitaman. Total nilai rendemen yang didapatkan dari 5 kali pengulangan yaitu sebesar 6,67%. Hal ini menunjukkan hasil yang lebih banyak dari penelitian Kasitowati *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa *Sargassum* sp. yang dimaserasi menggunakan pelarut polar (metanol) memiliki hasil rendemen sebanyak 0,85% (Kasitowati *et al.*, 2021). Penggunaan pelarut yang sama yaitu pelarut polar tetapi mendapatkan hasil yang berbeda dapat diartikan jika metode yang digunakan memiliki pengaruh yang cukup baik pada hasil yang didapatkan. Metode yang digunakan memiliki perbedaan ukuran simplisia dan cara maserasi. Simplisia *Sargassum* sp. pada penelitian ini berukuran lebih kecil karena dilakukan dengan penghalusan sampel, bukan dengan dicacah, untuk meningkatkan luas permukaan yang berinteraksi dengan pelarut. Maserasi juga dilakukan dengan cara di-shaker selama 24 jam. Kondisi ini dapat memaksimalkan kontak permukaan sampel dan pelarut sehingga dapat mengoptimalkan metabolit yang terikat.

Tabel 1. Ketentuan nilai serapan rerata (Ar)

Panjang Gelombang	EE x I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1,0000

Sumber: Sayre *et al.* (1979).

Tabel. 2 Rentang proteksi nilai SPF

Nilai SPF	Perlindungan
2-4	Minimal
4-6	Sedang
6-8	Ekstrak
8-15	Maksimal
≥15	Ultra

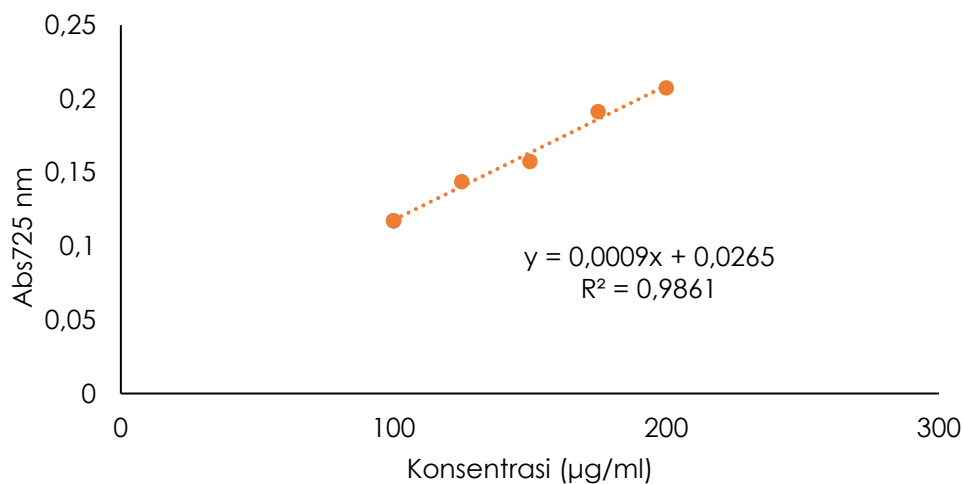
Sumber: Damogalad *et al.* (2013).

Senyawa fenolik, seperti asam galat akan bereaksi dengan reagen *Follin-Ciocalteu* dan membentuk senyawa kompleks yang ditandai dengan adanya perubahan warna larutan menjadi kebiruan (Wungkana *et al.*, 2013). Plot intensitas atau nilai absorbansi warna biru asam galat menghasilkan kurva linear yang dapat digunakan untuk menduga kadar senyawa fenolik yang tidak diketahui pada sampel. Kurva asam galat pada Gambar 1 menunjukkan persamaan regresi yaitu $y = 0,0009x + 0,0265$ dengan nilai $R^2 = 0,9861$.

Hasil perhitungan persamaan regresi didapatkan nilai total fenolik dari sampel *Sargassum sp.* adalah $149,04 \pm 5,14$ mgGAE/g sampel. Artinya dalam setiap gram ekstrak *Sargassum sp.* setara dengan 149 mg asam galat dapat dilihat pada Tabel 3. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian yang didapatkan lebih tinggi dari penelitian sebelumnya (57,97 mgGAE/g) (Sedjati *et al.*, 2018). Hasil tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan metode ekstraksi yang digunakan dan asal lokasi pengambilan sampel (Tanniou *et al.*, 2014; Diachanty *et al.*, 2017; Gazali *et al.*, 2018). Nilai fenolik total yang semakin tinggi berpotensi menunjukkan aktivitas antioksidan dan fotoprotektif yang juga tinggi (Indra *et al.*, 2019).

Pengukuran nilai SPF didasarkan pada penyerapan gelombang yang berada pada nilai 290-320 nm. Panjang gelombang tersebut umum digunakan karena mewakili panjang gelombang UVB yang dapat menyebabkan kerusakan pada sel kulit manusia. Nilai absorbansi ekstrak dibandingkan dengan *oxybenzone* (Gambar 2).

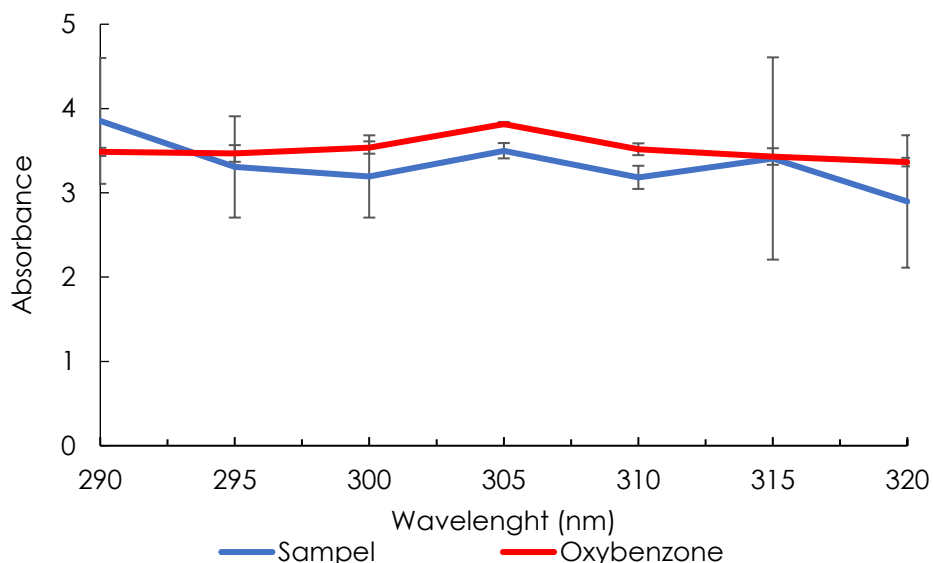
Hasil pengukuran ekstrak menunjukkan pola absorbansi yang sama dengan bahan aktif UVB *oxybenzone* yang memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 305 nm. Pada panjang gelombang 305nm tergolongkan kedalam UVB. Karakteristik ini dapat menjadi gambaran perbandingan antara ekstrak *Sargassum sp.* dengan *oxybenzone* keduanya optimal pada penyerapan sinar UVB. Hal tersebut dapat dilihat bahwa puncak terdapat pada panjang gelombang tersebut dan akan semakin menurun pada panjang gelombang sesudah dan sebelum 305 nm.



Gambar 1. Kurva Asam Galat

Tabel 3. Nilai Total Fenolik *Sargassum sp.*

Pengulangan	Abs Sampel	x(µg/mL)	x(mg/mL)	KTFe	Rata-rata	SD	KTFe±SD
1	0,1308	152,22	0,1522	152,22	149,04	5,14	149,04±5,14
2	0,1304	151,77	0,1518	151,78			
3	0,1226	143,11	0,1431	143,11			



Gambar 2. Absorbansi *Sargassum* sp. (garis biru) dan oxybenzone (garis merah) pada panjang gelombang 290-320 nm

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai SPF

Sample	Rata-Rata Absorbansi (nm)							SPF
	290	295	300	305	310	315	320	
<i>Sargassum</i> sp	3,8533± 0,75	3,3072± 0,6	3,1944± 0,48	3,4995 ±0,09	3,1835 ±0,13	3,4073 ±1,19	2,8977± 0,78	33,2±3,11
Sampel	Rata-Rata Absorbansi (nm)							SPF
	290	295	300	305	310	315	320	
Oxybenzone	3,4855± 0,04	3,4670± 0,09	3,5374± 0,07	3,8155± 0,03	3,5170± 0,07	3,4307 ±0,1	3,3643± 0,05	36,35±0,4

Hal ini dikarenakan panjang gelombang 305 nm merupakan nilai tengah dari sinar UVB sehingga kedua sampel tersebut sangat efisien untuk dijadikan bahan *sunscreen* karena memiliki proteksi terhadap UVB. Pada Gambar 2. dapat dilihat grafik nilai absorbansi *Sargassum* sp. memiliki kecenderungan naik kembali pada panjang gelombang di bawah 290 nm. Hal tersebut menunjukkan bahwa *Sargassum* sp. dapat menyerap sinar UVC, akan tetapi UVC tidak dijadikan fokus bahasan karena sinar UVC terserap 100% oleh lapisan ozon bumi sehingga tidak menjadi permasalahan untuk kulit manusia (Holick, 2016).

Kandungan Nilai SPF ekstrak *Sargassum* sp. dan oxybenzone diperoleh dari konversi absorbansi UVB (Tabel 4). Nilai SPF yang dihasilkan *Sargassum* sp. yaitu sebesar 33,2±3,11 dan nilai SPF oxybenzone yaitu sebesar 36,35±0,4. Ekstrak *Sargassum* sp. memiliki nilai SPF yang mendekati oxybenzone yang terkategori sebagai SPF Ultra (Tabel 4).

Kandungan SPF sampel, keduanya tergolongkan kedalam golongan ultra dengan nilai >15 seperti pada Tabel 2. Kandungan metabolit sekunder pada ekstrak *Sargassum* sp. bisa menjadi penyebab tinggi nya nilai SPF yang didapatkan. Ekstrak *Sargassum* sp. memiliki kandungan total fenol sebesar 149,04±5,14 mgGAE/. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan hasil yang lebih tinggi dari penelitian Kasitowati *et al.*, (2021) yang menunjukkan bahwa ekstrak *Sargassum* sp. yang diekstrak dengan pelarut semi polar memiliki nilai SPF tertinggi dengan nilai SPF antara 32,63 ± 0,061 yang tergolongkan kedalam kategori ultra dalam melindungi kulit dari paparan sinar ultra UVB.

Perbedaan ini dapat dikarenakan oleh perbedaan jenis pelarut yang digunakan, teknik maserasi dan perbedaan model perhitungan yang digunakan.

Penggunaan oxybenzone sebagai kontrol positif nilai SPF pada penelitian ini untuk memverifikasi kemampuan SPF ekstrak *Sargassum* sp. Oxybenzone merupakan UVB filter yang umum ditemukan pada berbagai merk sunscreen. Akan tetapi, beberapa penelitian menunjukkan bahwa oxybenzone berpotensi memiliki dampak negatif terhadap organisme laut, salah satunya menyebabkan pemutihan terumbu karang (Danovaro *et al.*, 2008; Dinardo *et al.*, 2018; Conway *et al.*, 2018). Hasil penelitian ini memberikan informasi potensi *Sargassum* sp. sebagai bahan alam alternatif yang dapat dikembangkan dalam pembuatan tabir surya yang diharapkan lebih ramah terhadap lingkungan dan organisme laut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ekstrak *Sargassum* sp. dapat dijadikan sebagai bahan sunscreen karena memiliki kandungan total fenolik sebesar $149,04 \pm 5,14$ mgGAE/g dengan aktivitas fotoprotektif nilai SPF Ultra sebesar $33,2 \pm 3,11$. Penelitian lebih lanjut sebagai bahan sunscreen yang lebih ramah lingkungan perlu dilakukan untuk pengembangan bahan aktif alternatif senyawa UV filter untuk mendukung pelestarian kehidupan laut yang menjadi bagian capaian pembangunan berkelanjutan ke-14 (*life below water*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran dan seluruh pihak yang telah memfasilitasi sarana dan prasarana untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amador-Castro, F., Rodriguez-Martinez, V., & Carrillo-Nieves, D. (2020). Robust natural ultraviolet filters from marine ecosystems for the formulation of environmental friendlier bio-sunscreens. *Science of the Total Environment*, 749, p.141576. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141576.
- Arifianti, A.E., Putri, R.C., Ekaputri, S.H., Aqilah, W.N., & Anwar, E. (2020). Nilai sun protection factor anggur laut segar dengan metode dan jenis pelarut ekstraksi yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 31–37. doi: 10.17844/jphpi.v23i1.30692.
- Baird, A.H., Bhagooli, R., Ralph, P.J., & Takahashi, S. (2009). Coral bleaching: the role of the host. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(1), 16-20. doi: 10.1016/j.tree.2008.09.005.
- Casas-Beltran, D.A., Hernández-Pedraza, M., & Alvarado-Flores, J. (2020). Estimation of the discharge of sunscreens in aquatic environments of the Mexican Caribbean. *Environments*, 7(2), 1-15. doi: 10.3390/environments7020015.
- Cole, C. (2016). Sunscreen formulation: optimizing efficacy of UVB and UVA protection. *Principles and practice of photoprotection*, pp. 275-287.
- Conway, A.J., Gonsior, M., Clark, C., Heyes, A., & Mitchelmore, C.L. (2021). Acute toxicity of the UV filter oxybenzone to the coral *Galaxea fascicularis*. *Science of The Total Environment*, 796, p.148666. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148666.
- Damogalad, V., Edy, H.J., & Supriati, H.S. (2013). Formulasi Krim Tabir Surya Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas Comosus* L Merr) Dan Uji In Vitro Nilai Sun Protecting Factor (SPF). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(2), 39–45.
- Danovaro, R., Bongiorno, L., Corinaldesi, C., Giovannelli, D., Damiani, E., Astolfi, P., Greci, L., & Pusceddu, A. (2008). Sunscreens cause coral bleaching by promoting viral infections. *Environmental Health Perspectives*, 116(4), 441-447. doi: 10.1289/ehp.10966.
- Dewatisari, W. F., Rumiyantri, L., & Rakhmawati, I. 2018. Rendemen dan Skrining Fitokimia pada Ekstrak Daun *Sansevieria* sp. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17(3), 197-202. doi:

- 10.25181/jppt.v17i3.336.
- Dhurhanian, C.E., & Novianto, A. (2019). Uji Kandungan Fenolik Total dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Bentuk Sediaan Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 62-68. doi: 10.20473/jfiki.v5i22018.62-68.
- Diachanty, S., & Nurjanah, A.A. (2017). Aktivitas antioksidan berbagai jenis rumput laut cokelat dari perairan Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 305-318.
- Dinardo, J.C., & Downs, C.A. (2018). Dermatological and environmental toxicological impact of the sunscreen ingredient oxybenzone/benzophenone-3. *Journal of cosmetic dermatology*, 17(1), 15-19. doi: 10.1111/jocd.12449.
- Djapiala, F.Y., Montolalu, L.A., & Mentang, F. (2013). Kandungan Total Fenol Dalam Rumput Laut *Caulerpa Racemosa* Yang Berpotensi Sebagai Antioksidan. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 1(2), 1-5. doi: 10.35800/mthp.1.2.2013.1859.
- Dutra, E.A., Da Costa E Oliveira, D.A.G., Kedor-Hackmann, E.R.M., & Miritello Santoro, M.I.R. (2004). Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. *Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas/Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 40(3), 381-385. doi: 10.1590/S1516-93322004000300014.
- Erniati, E., Zakaria, F.R., Prangdimurti, E., & Adawiyah, D.R. (2016). Potensi rumput laut: Kajian komponen bioaktif dan pemanfaatannya sebagai pangan fungsional. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 3(1), 12-17. doi: 10.29103/aa.v3i1.332.
- Fitton, J.H., Dell'Acqua, G., Gardiner, V.A., Karpinić, S.S., Stringer, D.N., & Davis, E. (2015). Topical benefits of two fucoidan-rich extracts from marine macroalgae. *Cosmetics*, 2(2), 66-81. doi: 10.3390/cosmetics2020066.
- Gazali, M., Nurjanah, N., & Zamani, N.P. (2018). Eksplorasi senyawa bioaktif alga cokelat *Sargassum* sp. *Agardh* sebagai antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 167-178.
- Helena, S., & Sanjayasari, D. (2018). Kajian Senyawa Flavonoid pada *Sargassum* Sp. dengan Pengeringan Asin Sebagai Sumber Antioksidan. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 1(1), 13-18.
- Holick, M.F. (2016). Biological effects of sunlight, ultraviolet radiation, visible light, infrared radiation and Vitamin D for health. *Anticancer Research*, 36(3), 1345-1356.
- Indra, I., Nurmalasari, N., & Kusmiati, M. (2019). Fenolik Total, Kandungan Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Mareme (*Glochidion arborescense* Blume.). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(2), 206-212. doi: 10.25077/jsfk.6.3.206-212.2019.
- Isfardiyana, S.H., & Safitri, S.R., (2014). Pentingnya melindungi kulit dari sinar ultraviolet dan cara melindungi kulit dengan sunblock buatan sendiri. *Jurnal Inovasi Dan Kewirausahaan*, 3(2), 126-133.
- Kadi, A. (2005). Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum*. *Oseana*, 30(4), 19-29.
- Kasitowati, R.D., Huda, M.M., Asmara, R., Aliviyanti, D., Iranawati, F., & Alfanov, M. (2021). Identifikasi Potensi Fotoprotektif Ekstrak Rumput Laut Sinar Ultraviolet Secara In Vitro. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 17(1), 7-14.
- Lai, H.Y., & Lim, Y.Y. (2011). Evaluation of Antioxidant Activities of the Methanolic Extracts of Selected Ferns in Malaysia. *International Journal of Environmental Science and Development*, 2(6), 2-7.
- Malsawmtluangi, C., Nath, D.K., Jamatia, I., Zanzoliana, E., & Pachuau, L. (2013). Determination of Sun Protection Factor (SPF) number of some aqueous herbal extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(9), 150-151. doi: 10.7324/JAPS.2013.3925.
- Mansur, J.D.S., Breder, M.N.R., Mansur, M.C.D.A., & Azulay, R.D. (1986). Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *Anais Brasileiros De Dermatologia*, pp.121-124.
- Manteu, S.H., Nurjanah, N., & Nurhayati, T. (2018). Characteristics of Brown Seaweeds *Sargassum polycystum* and *Padina minor* from Pohuwato Water, Gorontalo. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3), 396-405. doi: 10.17844/jphpi.v21i3.24709.
- Moeller, M., Pawlowski, S., Petersen-Thiery, M., Miller, I.B., Nietzer, S., Heisel-Sure, Y., Kellermann, M.Y. and Schupp, P.J., (2021). Challenges in Current Coral Reef Protection—Possible Impacts of UV Filters Used in Sunscreens, a Critical Review. *Frontiers in Marine Science*, 8, 1-16. doi: 10.3389/fmars.2021.665548.
- Monifa, A. (2020). Urgensi Larangan Kosmetik Terhadap Lingkungan Laut Pada Wisata Bahari. *Administrative and Environmental Law Review*, 1(1), 1-14. doi: 10.25041/aclr.v1i1.2075.

- Moore, C., Cevikbas, F., Pasolli, H.A., Chen, Y., Kong, W., Kempkes, C., Parekh, P., Lee, S.H., Kontchou, N.A., Yeh, I., & Jokerst, N.M. (2013). UVB radiation generates sunburn pain and affects skin by activating epidermal TRPV4 ion channels and triggering endothelin-1 signaling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(34), E3225-E3234. doi: 10.1073/pnas.1312933110.
- Mustika, R., Hindun, S., & Auliasari, N. (2020). Potensi Tanaman Sebagai Pencerah Wajah Alami. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 2(4), 558–562. doi : 10.25026/jsk.v2i4.233.
- Ortonne, J.P. (2002). Photoprotective properties of skin melanin. *British Journal of Dermatology*, 146, 7-10.
- Riza Marjoni, M., & Devi Novita, A. (2015). Kandungan Total Fenol Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Total Content of Fenol and Antioxidant Activity of The Aqueous Extract of Cherry Leaf (*Muntingia calabura* L.). *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 23(2), 187–196.
- Saewan, N., & Jimtaisong, A. (2013). Photoprotection of natural flavonoids. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(9), 129–141. doi: 10.7324/JAPS.2013.3923.
- Schneider, S.L., & Lim, H.W. (2019). Review of environmental effects of oxybenzone and other sunscreen active ingredients. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 80(1), 266–271. doi: 10.1016/j.jaad.2018.06.033.
- Sari, A.K., & Ayuhecari, N. (2017). Penetapan Kadar Fenolik Total dan Flavonoid Total Ekstrak Beras Hitam (*Oryza sativa* L) dari Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 2(2), 327–335.
- Savitri, I., Suhendra, L., & Wartini, N.M. 2017. Pengaruh jenis pelarut pada metode maserasi terhadap karakteristik ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 93–101.
- Sayre, R.M., Agin, P.P., LeVee, G.J., & Marlowe, E. (1979). a Comparison of in Vivo and in Vitro Testing of Sunscreening Formulas. *Photochemistry and Photobiology*, 29(3), 559–566. doi: 10.1111/j. 1751-1097.1979.tb07090.x.
- Sedjati, S., Santosa, A., & Supriyantini, E. (2017). Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Senyawa Fenolik Makroalga. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(2), 117–123.
- Sedjati, S., Supriyantini, E., Ridlo, A., Soenardjo, N., & Santi, V.Y. (2018). Kandungan Pigmen, Total Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan *Sargassum* sp. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 137-144. doi: 10.14710/jkt.v21i2.3329.
- Suparmi, A.S. (2013). Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Jurnal Majalah Ilmiah Sultan Agung*, 44(118), 95–116.
- Tanniou, A., Vandanjon, L., Incera, M., Serrano Leon, E., Husa, V., Le Grand, J., Nicolas, J.L., Poupart, N., Kervarec, N., Engelen, A. & Walsh, R. (2014). Assessment of the spatial variability of phenolic contents and associated bioactivities in the invasive alga *Sargassum muticum* sampled along its European range from Norway to Portugal. *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 1215-1230.
- Tuiyo, R. (2013). Identifikasi-Alga-Coklat-Sargassum-Sp-Di-Provinsi-Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 1(3), 193–195.
- Teixeira, M.A.C., Piccirillo, C., Tobaldi, D.M., Pullar, R.C., Labrincha, J.A., Ferreira, M.O., Castro, P.M. and Pintado, M.M.E. (2017). Effect of preparation and processing conditions on UV absorbing properties of hydroxyapatite-Fe₂O₃ sunscreen. *Materials Science and Engineering: C* 71, 141-149.
- Waryono, T. (1987). Biogeografi Alga Makro (Rumput Laut) di Kawasan Pesisir Indonesia. Kumpulan Makalah Periode, 2008.
- Wungkana, I., Suryanto, E., & Momuat, L. (2013). Aktivitas Antioksidan Dan Tabir Surya Fraksi Fenolik. *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(04), 149–155.
- Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N., & Phromkunthong, W. (2009). Antioxidant activities of four edible seaweeds from the Southern coast of Thailand. *Plant Foods for Human Nutrition*, Np.3, 64, 218–223. doi: 10.1007/s11130-009-0127-y.
- Yanuarti, R., Nurjanah, Anwar, E., & Pratama, G. 2017. Kandungan Senyawa Penangkal Sinar Ultra Violet dari Ekstrak Rumput Laut *Euचेuma cottonii* dan *Turbinaria conoides*. *Biosfera*. 34(2), 51–58. doi: 10.20884/1.mib.2017.34.2.467.