

IDENTIFIKASI POTENSI FOTOPROTEKTIF EKSTRAK RUMPUT LAUT COKELAT *Sargassum sp.* DENGAN VARIASI PELARUT TERHADAP PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET SECARA IN VITRO

Photoprotective Potential Identification of Brown Seaweed Sargassum sp. with Variations of Solvents Against Ultraviolet Light Exposure: In vitro

Rarasrum Dyah Kasitowati^{1,2}, Muhammad Miftahul Huda¹, Rosihan Asmara,³ Dian Aliviyanti^{1,2}, Feni Iranawati¹, Mikchaell Alfanov Pardamean Panjaitan⁴, Dwi Candra Pratiwi^{1,2}, Sulastris Arsad

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang

²Coastal Resilience and Climate Change Adaptation, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang

³Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Jalan Veteran, Malang

⁴Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang

⁵Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang

Email : raraskasitowati@ub.ac.id

Diserahkan tanggal 25 Agustus 2020, Diterima tanggal 10 Desember 2020

ABSTRAK

Sargassum sp. dikenal sebagai salah satu sumber hayati yang memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai bahan esensial industri. Namun, komoditi ini kurang bernilai ekonomis sehingga perlu eksplorasi secara optimal untuk meningkatkan nilai ekonomisnya. Salah satu potensi yang dapat dikembangkan adalah aktivitas fotoprotektif yang dimiliki oleh *Sargassum sp.* Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi aktivitas fotoprotektif *Sargassum sp.* terhadap paparan sinar UV-B dan UV-A. Potensi fotoprotektif diperoleh dari hasil pengujian nilai SPF (*Sun Protection Factor*), %Te dan %Tp dari tiga ekstrak *Sargassum sp.* menggunakan jenis pelarut yang berbeda (metanol, etil asetat dan nheksana). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga ekstrak memiliki aktivitas fotoprotektif (SPF) bersifat ultra pada konsentrasi 1100 ppm dan memiliki efek perlindungan (%Te dan %Tp) sebagai *Sunblock* pada konsentrasi 1100 ppm ekstrak *Sargassum sp.* Namun dari ketiga ekstrak, ekstrak dengan pelarut etil asetat (ESE) menunjukkan nilai SPF yang tertinggi (32,63) dan nilai %Te (0,055) %Tp (0,075) terendah pada konsentrasi yang sama. Semakin tinggi nilai SPF menunjukkan sifat fotoprotektif yang semakin baik, sedangkan semakin rendah nilai %Te dan %Tp menunjukkan efek perlindungan yang semakin baik.

Kata kunci: pelarut organik; alga; ultraviolet; eritema

ABSTRACT

Sargassum sp. known as one of the biological sources that contain bioactive compounds. These compounds have the potential to be industrial essential ingredients. However, this commodity is less economically valuable, so it is important to explore its bioactive compounds in order to increase its economic value. One of the potentials that can be developed is its photoprotective activity. The study aimed to explore the photoprotective activity of *Sargassum sp.* against exposure of UV-B and UV-A rays. The photoprotective activity was obtained from the results of the SPF (*Sun Protection Factor*), % Te and % Tp values of three different *Sargassum sp.* extracts (methanol, ethyl acetate, and n-hexane). The results showed that the three extracts had an ultra-photoprotective activity (SPF) at a minimum concentration of 1100 ppm and had a protective effect (% Te and % Tp) as sunblocks at the same minimum concentration of 1100 ppm. Among these three extracts, the ethyl acetate extract (ESE) showed the highest SPF value (32.63) and the lowest % Te (0.055) % Tp (0.075) value, at the same concentration. The higher SPF value indicates the better photoprotective properties, while the lower % Te and % Tp values explain the better protective effect.

Keywords: organic solvent; algae; ultraviolet; erythema

PENDAHULUAN

Berada di wilayah katulistiwa menyebabkan resiko terhadap radiasi sinar UV menjadi cukup tinggi. Paparan sinar UV yang berlebihan dapat memberikan efek berbahaya dalam sistem biologis, terutama pada kulit manusia dapat menyebabkan eritema (*sunburn*) dan pigmentasi (*tanning*) (Hönigsman, 2002; Núñez-Pons et al., 2018). Paparan UV

secara terus menerus dapat meningkatkan resiko terhadap penyakit yang disebabkan oleh radiasi UV. Dewi (2017) menyatakan bahwa kasus kanker kulit di Indonesia menempati urutan ketiga setelah kanker serviks dan payudara. Tingginya resiko terhadap kanker kulit mengindikasikan minimnya perlindungan terhadap paparan radiasi UV. Strategi pencegahan kanker kulit salah satunya adalah dengan meningkatkan efektivitas sifat fotoprotektif pada tubuh

manusia. Kulit manusia merupakan agen perlindungan pertama terhadap paparan radiasi UV karena memiliki kemampuan fotoprotektif yang mampu melindungi tubuh dari radiasi UV. Namun tingginya intensitas paparan akan menyebabkan kemampuan fotoprotektif kulit menurun, sehingga perlu dilakukan pencarian sumber bahan alami baru yang memiliki efektivitas fotoprotektif tinggi dalam memproteksi tubuh terhadap paparan UV.

Organisme daerah intertidal seperti rumput laut memiliki resiko paparan sinar uv yang sangat tinggi (Gupta & Abu-Ghannam, 2011; Pereira, 2018). Namun, organisme ini diidentifikasi mampu mensintesis senyawa fotoprotektif yang mampu menyerap ataupun meminimalisir dampak radiasi sinar uv (Núñez -Pons et al., 2018). Studi farmakologis modern menunjukkan bahwa rumput laut memiliki kandungan senyawa bioaktif khusus yang bermanfaat sebagai bahan esensial dalam berbagai bidang industri. Sebagai contoh *Sargassum fusiforme* memiliki aktivitas antitumor (Chen et al., 2012) dan antioxidant (Wang et al., 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi aktivitas fotoprotektif *Sargassum sp.* terhadap radiasi UV. Evaluasi aktivitas fotoprotektif dalam penelitian ini dilakukan melalui pengukuran nilai SPF, %Te, dan %Tp dari ekstrak *Sargassum sp.*

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan secara eksperimental laboratoris dan hasil penelitian dianalisis secara deskriptif. Tahapan penelitian meliputi ekstraksi, uji aktivitas fotoprotektif dan uji efek perlindungan fotoprotektif

Persiapan Sampel

Sampel *Sargassum sp.* dikoleksi dari daerah pesisir Pulau Poteran, Madura. Rumput laut yang diperoleh kemudian dibilas dengan air mengalir untuk menghilangkan epifit yang menempel di permukaan. Proses preparasi dilanjutkan dengan pengeringan dan penghalusan. Rumput laut dikering anginkan pada suhu ruang untuk menghindari degradasi senyawa termolabil (Michalak and Chojnacka, 2014), selain itu sampel rumput laut segar cenderung bersifat rapuh dan mudah terdeteriorasi bila dibandingkan dengan sampel kering (Azwanida, 2015; Bedoux et al., 2014). Proses penghalusan bertujuan agar kontak area permukaan antara bubuk alga dan pelarut yang digunakan dalam ekstraksi menjadi lebih tinggi atau dengan kata lain proses ekstraksi menjadi lebih efisien. Proses penghalusan juga dilakukan agar diperoleh sampel yang homogen yaitu mencakup seluruh bagian rumput laut (Chan et al., 2014; Chang and Teo, 2016; Michalak and Chojnacka, 2014; Namjoyan et al., 2018; Nguyen and Kim, 2012)

Ekstraksi

Bubuk *Sargassum sp.* Diekstraksi tunggal dengan metode maserasi selama 24 jam pada suhu ruang dan diulang sebanyak 3 kali (Cha et al, 2012; Chan et al, 2011). Proses maserasi menggunakan tiga pelarut yang berbeda berdasarkan kepolarannya (Metanol, etil asetat dan nheksan). Rasio bubuk *Sargassum sp.* dan pelarut adalah 1:3 (b/v, g/mL). Masing-masing rendaman kemudian di saring dengan kertas saring *Whatman No. 42*. Filtrat hasil penyaringan kemudian dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 40°C (Ahn et al., 2007; Fairhead et al., 2005; Gazali et al., 2018).

Ekstrak yang diperoleh kemudian disimpan dalam suhu rendah sekitar 4 °C sebelum digunakan untuk tahap selanjutnya (Sedjati et al., 2018).

Uji Aktivitas Fotoprotektif

Kemampuan fotoprotektif ekstrak *Sargassum sp.* Terhadap sinar UV dilihat dari nilai SPF (*Sun Protection Factor*) pada Tabel 2. Konsentrasi uji yang digunakan adalah 500 hingga 4000 ppm dengan interval 500. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang antara 290-320 nm dengan interval 5 nm (Mansur et al., 1986; Sayre et al., 1979). Pengukuran absorbansi ekstrak menggunakan spektrofotometer dengan pelarut sebagai blanko (Mokodompit et al., 2013; Yanuarti et al., 2017). Pengukuran keefektifan senyawa fotoprotektif menggunakan spektrofotometer melalui persamaan sebagai berikut :

$$SPF_{\text{spektrofotometer}} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda) \quad (1)$$

Keterangan: CF = Faktor koreksi = 10; EE (λ) = Spektrum efek eritema (Tabel 1); I (λ) = Spektrum intensitas matahari; Abs (λ) = Absorbansi sampel

Tabel 1. Faktor Efektivitas dalam Perhitungan SPF

| λ (nm) ^{a)} | EE × I ^{b)} |
|----------------------|----------------------|
| 290 | 0,0150 |
| 295 | 0,0817 |
| 300 | 0,2874 |
| 305 | 0,3278 |
| 310 | 0,1864 |
| 315 | 0,0839 |
| 320 | 0,0180 |
| ΣEE×I | 1 |

Keterangan: ^{a)} Panjang gelombang dalam nanometer (1 nm = 10⁻⁹ m). ^{b)} Faktor efektivitas dalam perhitungan SPF. Sumber: Sayre et al., 1979

Tabel 2. Tingkat Perlindungan pada Indikator SPF

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

Uji Efek Perlindungan Terhadap Sinar UV

Paparan sinar UV-A dan UV B menyebabkan respon yang berbeda terhadap kulit manusia yaitu eritema dan pigmentasi. Eritema merupakan reaksi inflamasi yang dapat terjadi akibat paparan berlebih sinar UV (Hönigsmann, 2002). Nilai transmisi eritema (Te) merupakan jumlah energi sinar UV yang mampu menyebabkan eritema. Nilai absorbansi ekstrak diukur pada konsentrasi 1100 ppm pada spektrum penyebab eritema (292,5 – 337,5 nm) dengan interval 5 nm, kemudian dikonversikan menjadi nilai transmisi dengan persamaan berikut (Cumpelik, 1972 dalam Abdassah et al (2015) dan Maslihah (1987)):

$$A = -\text{Log } T \quad \dots\dots\dots(2)$$

Nilai %Te diperoleh melalui persamaan berikut (Cumpelik, 1972 dalam Abdassah et al (2015) dan Maslihah (1987)) :

$$\%Te = \frac{\Sigma Transmisi\ eritema}{\Sigma Fluks\ eritema} = \frac{\Sigma T \times Fe}{\Sigma Fe} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: T = Transmisi sampel; Fe = Faktor efektivitas eritema (Tabel 3)

Tabel 3. Faktor Efektivitas Eritema

| λ (nm) ^{a)} | Fe ^{b)} |
|------------------------------|------------------|
| 292,5 | 0,11390 |
| 297,5 | 0,65100 |
| 302,5 | 1,00000 |
| 307,5 | 0,35770 |
| 312,5 | 0,09734 |
| 317,5 | 0,05670 |
| 322,5 | 0,04550 |
| 327,5 | 0,02890 |
| 332,5 | 0,01290 |
| 337,5 | 0,00456 |
| ΣFe | 2,36850 |

Keterangan: ^{a)} Panjang gelombang dalam nanometer (1 nm = 10⁻⁹ m). ^{b)} Faktor efektivitas eritema. Sumber: Cumpelik, 1972

Selain eritema, paparan sinar UV juga dapat menyebabkan pigmentasi. Transmisi pigmentasi merupakan jumlah energi sinar UV yang mampu menyebabkan pigmentasi. Nilai absorbansi diukur pada spektrum penyebab pigmentasi yaitu 322,5 – 372,5 nm dengan interval 5 nm dan dikonversikan menjadi nilai transmisi (T) dengan persamaan berikut

$$A = -Log T \dots\dots\dots(4)$$

Nilai %Tp dapat diperoleh dari hasil pembagian antara Tp dengan jumlah Fp atau dapat disederhanakan dalam persamaan sebagai berikut (Cumpelik, 1972 dalam Abdassah et al (2015) dan Maslihah (1987)) :

$$\%Tp = \frac{\Sigma Transmisi\ pigmentasi}{\Sigma Fluks\ pigmentasi} = \frac{\Sigma T \times Fp}{\Sigma Fp} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan: T = Transmisi sampel; Fp = Faktor efektivitas pigmentasi (Tabel 4)

Tabel 4. Faktor Efektivitas Pigmentasi

| λ (nm) ^{a)} | Fp ^{b)} |
|------------------------------|------------------|
| 322,5 | 0,1079 |
| 327,5 | 0,1020 |
| 332,5 | 0,0936 |
| 337,5 | 0,0798 |
| 342,5 | 0,0669 |
| 347,5 | 0,0570 |
| 352,5 | 0,0488 |
| 357,5 | 0,0456 |
| 362,5 | 0,0356 |
| 367,5 | 0,0310 |

| λ (nm) ^{a)} | Fp ^{b)} |
|------------------------------|------------------|
| 372,5 | 0,0260 |
| ΣFp | 0,6942 |

Keterangan: ^{a)} Panjang gelombang dalam nanometer (1 nm = 10⁻⁹ m). ^{b)} Faktor efektivitas pigmentasi. Sumber: Cumpelik, 1972

Tabel 5. Kategori perlindungan pada indikator %Te dan %Tp

| %Te ^{a)} | %Tp ^{b)} | Kategori |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <1 | 3-40 | Sunblock |
| 1-6 | 42-86 | Proteksi ultra |
| 6-12 | 45-86 | Suntan |
| 10-18 | 45-86 | Tanning |

Keterangan: ^{a)} Persentase transmisi eritema. ^{b)} Persentase transmisi pigmentasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi

pelarut organik dengan kepolaran yang berbeda yaitu polar (methanol), semi polar (etil asetat) dan non polar (nheksana). Proses ekstraksi dilakukan secara maserasi untuk memisahkan komponen bioaktif yang terkandung di dalam sampel *Sargassum* sp. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa polaritas pelarut mempengaruhi hasil ekstrak yang diperoleh. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan pelarut dalam berinteraksi dengan zat terlarut (Lim *et al.*, 2019).

Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa rendemen pada pelarut metanol (RSM) > etil asetat (RSE) > n-heksana (RSH) (Tabel 6.). RSH memiliki nilai yang paling kecil dikarenakan pelarut n-heksana (C₆H₁₄, $\epsilon_r = 1,88$; $\mu \cdot 10^{30} = 0,0$ C·m) merupakan jenis pelarut hidrokarbon nonpolar sehingga memiliki kapabilitas interaksi intermolekuler yang terbatas (Reichardt, 2003). pelarut n-heksana telah dilaporkan mampu melarutkan senyawa bioaktif yang bersifat nonpolar dari rumput laut *Sargassum* yaitu pigmen fukosantin (Limantara, 2010; Nagappan *et al.*, 2017).

Tabel 6. Hasil Ekstraksi *Sargassum* sp. dengan Variasi Pelarut

| Pelarut | Massa (g) ^{a)} | | Rendemen (%) ^{b)} |
|-------------|-------------------------|---------|----------------------------|
| | Bubuk | Ekstrak | |
| Metanol | 300 | 2,54 | 0,85 |
| Etil asetat | 300 | 0,82 | 0,27 |
| n-Heksana | 1000 | 2,00 | 0,20 |

Keterangan: ^{a)} Massa dalam satuan gram (1 g = 10⁻³ kg). ^{b)} Hasil ekstraksi dihitung sebagai rendemen (%) = (berat ekstrak/berat bubuk sampel) × 100

RSE memiliki nilai yang lebih besar daripada RSH namun lebih kecil daripada RSM. Hal ini dapat disebabkan karena etil asetat (C₄H₈O₂; $\epsilon_r = 6,02$; $\mu \cdot 10^{30} = 5,9$ C·m) merupakan jenis pelarut semipolar sehingga memiliki kapabilitas interaksi intermolekuler yang lebih kuat/banyak dibandingkan dengan pelarut n-heksana namun lebih lemah/sedikit dibandingkan dengan pelarut methanol (Reichardt, 2003).

Etil asetat telah dilaporkan mampu melarutkan senyawa bioaktif dari rumput laut cokelat seperti senyawa meroterpenoid (Cho et al., 2008; Lim et al., 2019) dan polifenol (florotanin dan turunannya) (Boi et al., 2016; Glombitza and Keusgen, 1997; Glombitza and Keusgen, 1995; Li et al., 2017; Montero et al., 2016; Nakai et al., 2006).

RSM memiliki nilai paling besar karena metanol (CH_3OH ; $\epsilon_r = 32,66$; $\mu \cdot 10^{30} = 9,6 \text{ C} \cdot \text{m}$) merupakan solven polar universal yang memiliki kapabilitas interaksi intermolekuler yang lebih banyak/kuat dibandingkan pelarut etil asetat dan n-heksana (Reichardt, 2003). Pelarut metanol memiliki kapabilitas interaksi melalui ikatan hidrogen yang kuat karena bersifat amphiprotic yaitu bersifat protik dan aprotik sehingga mampu bertindak sebagai solven HBA dan HBD (Reichardt, 2003; Zhang et al., 2018).

Pelarut polar telah dilaporkan mampu melarutkan senyawa bioaktif polisakarida dari rumput laut cokelat yaitu fukoidan ($\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_7\text{S}$) (Cikoš et al., 2018; Y.-I. Kim et al., 2007). Selain itu pelarut metanol juga telah dilaporkan mampu

melarutkan senyawa lainnya dari rumput laut cokelat yaitu polifenol (Cha et al., 2012; Heo and Jeon, 2009).

Analisis Aktivitas Fotoprotektif

Pada penelitian ini dilakukan tiga tahap pengujian aktivitas fotoprotektif. Uji yang pertama merupakan uji scanning aktivitas fotoprotektif. Uji ini dilakukan pada konsentrasi 500 – 4000 ppm dengan interval 500 ppn dan pada $\lambda = 290\text{-}320 \text{ nm}$. Hasil pengukuran nilai absorbansi pada uji pertama diperoleh nilai SPF yang berbeda pada masing-masing perlakuan (Tabel 7). ESE menunjukkan kemampuan perlindungan ultra pada semua konsentrasi uji, sedangkan ESM dan ESH menunjukkan perlindungan ultra pada konsentrasi 1500 ppm dan 1000 ppm. Berdasarkan hasil tersebut uji lanjutan dilakukan pada konsentrasi 1100 hingga 1400 ppm dengan interval 100 ppm. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut konsentrasi terendah yang mampu memberikan perlindungan ultra.

Tabel 7. Hasil Uji Scanning Aktivitas Fotoprotektif *Sargassum* sp. pada Konsentrasi 500 – 4000 ppm

| Konsentrasi (ppm) ^{a)} | ESM ^{b)} | | ESE ^{c)} | | ESH ^{d)} | |
|---------------------------------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|
| | SPF ^{e)} | Kategori | SPF ^{e)} | Kategori | SPF ^{e)} | Kategori |
| 500 | 6,39 | Ekstra | 21,55 | Ultra | 14,55 | Maksimal |
| 1000 | 13,05 | Maksimal | 30,27 | Ultra | 24,43 | Ultra |
| 1500 | 26,79 | Ultra | 33,17 | Ultra | 30,25 | Ultra |
| 2000 | 31,74 | Ultra | 33,59 | Ultra | 31,26 | Ultra |
| 2500 | 35,06 | Ultra | 33,54 | Ultra | 31,07 | Ultra |
| 3000 | 35,91 | Ultra | 32,49 | Ultra | 31,47 | Ultra |
| 3500 | 37,91 | Ultra | 34,26 | Ultra | 28,95 | Ultra |
| 4000 | 38,64 | Ultra | 34,79 | Ultra | 29,06 | Ultra |

Keterangan: ^{a)} Konsentrasi dalam satuan *parts per million* ($1 \text{ ppm} = 10^{-6} \text{ kg/L} = 1 \text{ mg/L}$). Ekstrak *Sargassum* sp. dengan pelarut ^{b)} metanol, ^{c)} etil asetat, ^{d)} n-heksana. ^{e)} *Sun Protection Factor* ($n = 1$). Garis putus-putus mengindikasikan rentang konsentrasi yang digunakan pada uji spektrofotometer kedua.

Tabel 8. Hasil Uji Aktivitas Fotoprotektif *Sargassum* sp. pada Konsentrasi 1100 – 1400 ppm

| Konsentrasi (ppm) ^{a)} | ESM ^{b)} | | ESE ^{c)} | | ESH ^{d)} | |
|---------------------------------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|
| | SPF ^{e)} | Kategori | SPF ^{e)} | Kategori | SPF ^{e)} | Kategori |
| 1100 | 23,14 | Ultra | 32,18 | Ultra | 27,63 | Ultra |
| 1200 | 16,80 | Ultra | 32,45 | Ultra | 27,50 | Ultra |
| 1300 | 25,83 | Ultra | 32,15 | Ultra | 25,01 | Ultra |
| 1400 | 19,48 | Ultra | 33,36 | Ultra | 28,95 | Ultra |

Keterangan: ^{a)} Konsentrasi dalam *parts per million* ($1 \text{ ppm} = 10^{-6} \text{ kg/L} = 1 \text{ mg/L}$). Ekstrak *Sargassum* sp. dengan pelarut ^{b)} metanol, ^{c)} etil asetat, ^{d)} n-heksana. ^{e)} *Sun Protection Factor* ($n = 1$).

Hasil uji spektrofotometer kedua menunjukkan bahwa semua ekstrak pada semua konsentrasi memiliki efek perlindungan ultra terhadap UV-B (Tabel 8). Berdasarkan hasil tersebut, pada uji utama digunakan konsentrasi terkecil yang mampu memberikan efek perlindungan ultra pada semua pelarut yaitu pada konsentrasi 1100 ppm dengan ulangan 3 kali. Uji utama dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas fotoprotektif ekstrak *Sargassum* sp. dengan pelarut yang berbeda pada konsentrasi yang sama. Uji utama dilakukan pada konsentrasi 1100 ppm. Hasil uji utama

menunjukkan ketiga jenis ekstrak memiliki perlindungan ultra pada konsentrasi 1100 ppm, namun dengan nilai SPF yang berbeda (Tabel 9. Nilai SPF ekstrak *Sargassum* sp. pada konsentrasi 1100 ppm). ESE memiliki nilai SPF yang paling tinggi dibandingkan dengan ESM dan ESH. Nilai SPF (Tabel 7) merupakan indikator universal yang digunakan untuk menyatakan performa fotoprotektif suatu substansi terhadap radiasi UV-B (Hupel et al., 2011). Semakin tinggi nilai SPF suatu substansi maka semakin tinggi kemampuannya dalam menyerap energi UV-B sehingga semakin tinggi dosis energi

radiasi UV-B yang diperlukan untuk dapat menyebabkan terjadinya eritema (Hupel et al., 2011).

Analisis Efek Perlindungan Terhadap Sinar UV

Selain nilai SPF, nilai %Te dan %Tp merupakan indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui keefektifan suatu substansi dalam mencegah eritema dan pigmentasi (Tabel 5). Radiasi UV yang paling efektif dalam menyebabkan eritema adalah pada sekitar spektrum UV-B dan UV-A-2 ($\lambda = 292,5-337,5$ nm), sedangkan pigmentasi adalah pada sekitar spektrum UV-A ($\lambda = 322,5-372,5$ nm) (Cumpelik, 1972). Hasil penelitian menggambarkan bahwa semua ekstrak memiliki efek perlindungan *sunblock* yang berarti mampu melakukan absorbsi total terhadap UV-A dan UV-B. Namun ketiga ekstrak memiliki nilai %Te dan %Tp yang berbeda (Tabel 9.) Sampel ESE menunjukkan persen eritema dan persen pigmentasi paling kecil dibandingkan dengan sampel ESM dan ESH. Semakin kecil nilai %Te dan %Tp menunjukkan bahwa semakin banyak sinar UV yang mampu diserap oleh substansi tersebut sehingga mampu memberikan efek perlindungan yang semakin baik khususnya dalam mencegah terjadinya eritema dan pigmentasi.

Tabel 9. Nilai SPF Ekstrak *Sargassum* sp. pada Konsentrasi 1100 ppm

| Ekstrak | n ^{a)} | SPF ^{b)} | | Perlindungan |
|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|--------------|
| | | Nilai | Rata-rata ^{c)} | |
| ESM ^{d)} | 1 | 23,87 | 23,71 ± 0,14 | Ultra |
| | 2 | 23,59 | | |
| | 3 | 23,67 | | |
| ESE ^{e)} | 1 | 32,57 | 32,63 ± 0,06 | Ultra |
| | 2 | 32,64 | | |
| | 3 | 32,68 | | |
| ESH ^{f)} | 1 | 25,22 | 25,22 ± 0,09 | Ultra |
| | 2 | 25,32 | | |
| | 3 | 25,13 | | |

ESM mampu memberikan efek perlindungan ultra (Tabel 9) terhadap radiasi UV-B (SPF=23,71) dan sebagai

Tabel 10. Nilai %Te dan %Tp Ekstrak *Sargassum* sp. pada Konsentrasi 1100 ppm

| Ekstrak | n ^{a)} | %Te ^{b)} | | %Tp ^{c)} | | Kategori |
|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|
| | | Nilai | Rata-rata ^{d)} | Nilai | Rata-rata ^{d)} | |
| ESM ^{e)} | 1 | 0,500 | 0,498 ± 0,007 | 3,219 | 3,222 ± 0,015 | <i>Sunblock</i> |
| | 2 | 0,505 | | 3,239 | | |
| | 3 | 0,491 | | 3,208 | | |
| ESE ^{f)} | 1 | 0,056 | 0,055 ± 0,001 | 0,076 | 0,075 ± 0,002 | <i>Sunblock</i> |
| | 2 | 0,054 | | 0,075 | | |
| | 3 | 0,055 | | 0,073 | | |
| ESH ^{g)} | 1 | 0,489 | 0,488 ± 0,015 | 0,122 | 0,120 ± 0,003 | <i>Sunblock</i> |
| | 2 | 0,472 | | 0,117 | | |
| | 3 | 0,503 | | 0,121 | | |

Keterangan: ^{a)} Ulangan. ^{b)} Persentase transmisi eritema. ^{c)} Persentase transmisi pigmentasi. ^{d)} Nilai disajikan sebagai rata-rata ± standar deviasi. Ekstrak *Sargassum* sp. dengan pelarut ^{e)} metanol, ^{f)} etil asetat, ^{g)} *n*-heksana.

sunblock (Tabel 10) terhadap radiasi UV penyebab eritema dan pigmentasi (%Te=0,498 dan %Tp=3,222). Pelarut metanol telah dilaporkan mampu melarutkan senyawa polifenol, polisakarida, meroterpenoid, dan pigmen fukosantin. Senyawa polifenol yaitu florotanin dan turunannya telah dilaporkan oleh Cha et al. (2012), Guinea et al. (2012), memiliki aktivitas perlindungan terhadap radiasi UV-B melalui berbagai mekanisme. Senyawa polisakarida yaitu fukoidan juga telah dilaporkan memiliki aktivitas perlindungan terhadap radiasi UV-B (Fitton et al., 2015; Maruyama et al., 2015).

ESE mampu memberikan efek perlindungan ultra (Tabel 9) terhadap radiasi UV-B (SPF=32,63) dan sebagai *sunblock* (Tabel 10) terhadap spektrum penyebab eritema dan pigmentasi (%Te=0,055 dan %Tp=0,075). Pelarut etil asetat telah dilaporkan mampu melarutkan senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas fotoprotektif terhadap radiasi UV dari rumput laut cokelat yaitu meroterpenoid (Lim et al., 2019) dan polifenol (florotanin dan turunannya) (Boi et al., 2016; Li et al., 2017). Piao et al. (2014) melaporkan bahwa fraksi etil asetat dari *Sargassum muticum* mampu memberikan efek perlindungan secara in vitro pada sel keratinosit manusia (HaCaT) terhadap radiasi UV-B melalui efek anti-apoptosis dan antioksidan.

ESH mampu memberikan efek perlindungan ultra (Tabel 9) terhadap radiasi UV-B (SPF=25,22) dan sebagai *sunblock* (Tabel 10) terhadap radiasi UV penyebab eritema dan pigmentasi (%Te=0,488 dan %Tp=0,120). Pelarut *n*-heksana telah dilaporkan mampu melarutkan senyawa bioaktif fukosantin dari rumput laut *Sargassum* (Limantara, 2010; Nagappan et al., 2017). Senyawa nonpolar fukosantin telah berhasil diisolasi oleh Heo and Jeon (2009a) dari *Sargassum siliquastrum* dan terbukti mampu memberikan efek perlindungan secara in vitro pada HDF terhadap radiasi UV-B melalui efek antioksidan. Senyawa fukosantin dari rumput laut cokelat *Laminaria japonica* dan *Undaria pinnatifida* juga telah dilaporkan memiliki aktivitas fotoprotektif baik secara in vitro maupun in vivo terhadap radiasi UV-B (Liu et al., 2016; Matsui et al., 2016; Shimoda et al., 2010; Urikura et al., 2011).

KESIMPULAN

Ekstrak *Sargassum sp.* yang dikoleksi dari perairan Pulau Poteran, Madura memiliki aktivitas fotoprotektif ultra terhadap sinar UV-B pada konsentrasi 1100 ppm dengan nilai SPF 23,71 (ESM), 32,63 (ESE), dan 25,22 (ESH). Selain itu, ekstrak tersebut memiliki efek perlindungan total sebagai sunblock terhadap sinar UV-A dan UV-B dengan nilai %Te dan %Tp secara berurutan 0,498 & 3,222 (ESM), 0,055 & 0,075 (ESE), 0,488 & 0,120 (ESH).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Brawijaya atas dukungan dana penelitian melalui Hibah Penelitian Pemula Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2020 (SK Rektor No. 953 Tahun 2020) serta seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M., Aryani, R., Surachman, E., Muchtaridi, M., 2015. *In-vitro* assessment of effectiveness and photostability avobenzone in cream formulations by combination ethyl ascorbic acid and alpha tocopherol acetate. *J. Appl. Pharm. Sci.* **5** (6): 70-74. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50611>
- Ahn, G.-N., Kim, K.-N., Cha, S.-H., Song, C.-B., Lee, J., Heo, M.-S., Yeo, I.-K., Lee, N.-H., Jee, Y.-H., Kim, J.-S., Heu, M.-S., Jeon, Y.-J., 2007. Antioxidant activities of phlorotannins purified from *Ecklonia cava* on free radical scavenging using ESR and H₂O₂-mediated DNA damage. *Eur. Food Res. Technol.* **226** (1): 71-79. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0510-y>
- Azwanida, N.N., 2015. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med. Aromat. Plants* **4** (3): 196-201. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Bedoux, G., Hardouin, K., Marty, C., Taupin, L., Vandanjon, L., Bourgougnon, N., 2014. Chemical characterization and photoprotective activity measurement of extracts from the red macroalgae *Solieria chordalis*. *Bot. Mar.* **57** (4): 291-301. <https://doi.org/10.1515/bot-2013-0118>
- Boi, V.N., Cuong, D.X., Khanh Vinh, P.T., 2016. Effects of extraction conditions over the phlorotannin content and antioxidant activity of extract from brown algae *Sargassum serratum* (Nguyen Huu Dai 2004). *Free Radic. Antioxid.* **7** (1): 115-122. <https://doi.org/10.5530/fra.2017.1.17>
- Chan, C.-F., Lai, S.-T., Guo, Y.-C., Chen, M.-J., 2014. Inhibitory effects of novel synthetic methimazole derivatives on mushroom tyrosinase and melanogenesis. *Bioorg. Med. Chem.* **22** (9): 2809-2815. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2014.03.009>
- Chen, L., Hu, J.Y., Wang, S.Q., 2012. The role of antioxidants in photoprotection: A critical review. *J. Am. Acad. Dermatol.* **67** (5): 1013-1024. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2012.02.009>
- Chang, V.S., Teo, S.S., 2016. Evaluation of heavy metal, antioxidant and anti-tyrosinase activities of red seaweed (*Euचेuma cottonii*). *Int. Food Res. J.* **23** (6): 2370-2373.
- Cha, S.-H., Ko, C.-I., Kim, D., Jeon, Y.-J., 2012. Protective effects of phlorotannins against ultraviolet B radiation in zebrafish (*Danio rerio*): Ultraviolet B protection in zebrafish. *Vet. Dermatol.* **23** (1): 51-e12. <https://doi.org/10.1111/j.13653164.2011.01009.x>
- Chan, Y.Y., Kim, K.H., Cheah, S.H., 2011. Inhibitory effects of *Sargassum polycystum* on tyrosinase activity and melanin formation in B16F10 murine melanoma cells. *J. Ethnopharmacol.* **137** (3): 1183-1188. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.07.050>
- Cho, S.H., Cho, J.Y., Kang, S.E., Hong, Y.K., Ahn, D.H., 2008. Antioxidant activity of mojabanchromanol, a novel chromene, isolated from brown alga *Sargassum siliquastrum*. *J. Environ. Biol.* **29** (4): 479-484
- Cha, S.-H., Ko, C.-I., Kim, D., Jeon, Y.-J., 2012. Protective effects of phlorotannins against ultraviolet B radiation in zebrafish (*Danio rerio*): Ultraviolet B protection in zebrafish. *Vet. Dermatol.* **23** (1): 51-e12. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2011.01009.x>
- Cikoš, A.-M., Jokić, S., Šubarić, D., Jerković, I., 2018. Overview on the application of modern methods for the extraction of bioactive compounds from marine macroalgae. *Mar. Drugs* **16** (10): 348-367. <https://doi.org/10.3390/md16100348>
- Cumpelik, B. M. 1972. Analytical Procedures and Evaluation of Sunscreen. , J.Soc. Cos. Chem.
- Dewi, M., 2017. Sebaran Kanker di Indonesia, Riset Kesehatan Dasar 2007 11, 8
- Fairhead, V.A., Amsler, C.D., McClintock, J.B., Baker, B.J., 2005. Variation in phlorotannin content within two species of brown macroalgae (*Desmarestia anceps* and *D. menziesii*) from the Western Antarctic Peninsula. *Polar Biol.* **28** (9): 680-686. <https://doi.org/10.1007/s00300-005-0735->
- Fitton, J., Dell'Acqua, G., Gardiner, V.-A., Karpiniec, S., Stringer, D., Davis, E., 2015. Topical benefits of two fucoidan-rich extracts from marine macroalgae. *Cosmetics* **2** (2): 66-81. <https://doi.org/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. *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.* **21** (1): 167-178. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Gupta, S., Abu-Ghannam, N., 2011. Bioactive potential and possible health effects of edible brown seaweeds. *Trends Food Sci. Technol.* **22** (6): 315-326. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.03.011>
- Glombitza, K.-W., Keusgen, M., 1995. Fuhalols and deshydroxyfuhalols from the brown alga *Sargassum spinuligerum*. *Phytochemistry* **38** (4): 987-995. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(94\)00735-C](https://doi.org/10.1016/0031-9422(94)00735-C)
- Glombitza, K.-W., Keusgen, M., Hauperich, S., 1997. Fucophlorethols from the brown algae *Sargassum spinuligerum* and *Cystophora torulosa*.

- Phytochemistry* **46** (8): 1417-1422.
[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(97\)00499-](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)00499-)
- Guinea, M., Franco, V., Araujo-Bazán, L., Rodríguez-Martín, I., González, S., 2012. *In vivo* UVB-photoprotective activity of extracts from commercial marine macroalgae. *Food Chem. Toxicol.* **50** (1): 1109-1117. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.01.004>
- Hönigsmann, H., 2002. Erythema and pigmentation. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.* **18** (2): 75-81. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0781.2002.180204.x>
- Heo, S.-J., Jeon, Y.-J., 2009. Protective effect of fucoxanthin isolated from *Sargassum siliquastrum* on UV-B induced cell damage. *J. Photochem. Photobiol. B.* **95**: 101-107. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2008.11.011>
- Hupel, M., Lecointre, C., Meudec, A., Poupart, N., Gall, E.A., 2011. Comparison of photoprotective responses to UV radiation in the brown seaweed *Pelvetia canaliculata* and the marine angiosperm *Salicornia ramosissima*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **401**, 36-47.
- Kim, W.j, Kim, S.M, Kim, H.G, Oh, H.R, Lee, K.B, Park, Y.I. 2007. Purification and Anticoagulant Activity of a Fucoïdan from Korean *Undaria pinnatifida* Sporophyll. *ALGAE*. **22** (3): 247-252
- Lim, S., Choi, A.-H., Kwon, M., Joung, E.-J., Shin, T., Lee, S.-G., Kim, N.-G., Kim, H.-R., 2019. Evaluation of antioxidant activities of various solvent extract from *Sargassum serratifolium* and its major antioxidant components. *Food Chem.* **278**: 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.058>
- Liu, Y., Liu, M., Zhang, X., Chen, Q., Chen, H., Sun, L., Liu, G., 2016. Protective effect of fucoxanthin isolated from *Laminaria japonica* against visible light-induced retinal damage both *in vitro* and *in vivo*. *J. Agric. Food Chem.* **64** (2): 416-424. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05436>
- Limantara, L., 2010. Studi komposisi pigmen dan kandungan fukosantin rumput laut cokelat dari perairan Madura dengan kromatografi cair kinerja tinggi. *Ilmu Kelaut.* **15** (1): 23-32.
- Li, Y., Fu, X., Duan, D., Liu, X., Xu, J., Gao, X., 2017. Extraction and identification of phlorotannins from the brown alga, *Sargassum fusiforme* (Harvey) Setchell. *Mar. Drugs* **15** (2): 49-63. <https://doi.org/10.3390/md15020049>
- Lim, S., Choi, A.-H., Kwon, M., Joung, E.-J., Shin, T., Lee, S.-G., Kim, N.-G., Kim, H.-R., 2019. Evaluation of antioxidant activities of various solvent extract from *Sargassum serratifolium* and its major antioxidant components. *Food Chem.* **278**: 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.058>
- Michalak, I., Chojnacka, K., 2014. Algal extracts: Technology and advances. *Eng. Life Sci.* **14** (6): 581-591. <https://doi.org/10.1002/elsc.201400139>
- Maruyama, H., Tamauchi, H., Kawakami, F., Yoshinaga, K., Nakano, T., 2015. Suppressive effect of dietary fucoïdan on proinflammatory immune response and MMP-1 expression in UVB-irradiated mouse skin. *Planta Med.* **81** (15): 1370-1374. <https://doi.org/10.1055/s-0035-155782>
- Mokodompit, A.N., Edy, H.J., Wiyono, W., 2013. Penentuan nilai *sun protective factor* (SPF) secara *in vitro* krim tabir surya ekstrak etanol kulit alpukat. *J. Ilmiah Farm.* **2** (3): 83-85.
- Matsui, M., Tanaka, Kosuke, Higashiguchi, N., Okawa, H., Yamada, Y., Tanaka, Ken, Taira, S., Aoyama, T., Takanishi, M., Natsume, C., Takakura, Y., Fujita, N., Hashimoto, T., Fujita, T., 2016. Protective and therapeutic effects of fucoxanthin against sunburn caused by UV irradiation. *J. Pharmacol. Sci.* **132** (1): 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.jphs.2016.08.004>
- Mansur, J. de S., Breder, M.N.R., Mansur, M.C.D.A., Azulay, R.D., 1986. Determination of sun protection factor by spectrophotometric methods. *An. Bras. Dermatol.* **61** (3): 121-124
- Maslihah, I., 1987. *Studi Aktivitas In Vitro Oktimetoksinamat dan Oksi Benson serta dalam Bentuk Kombinasinya sebagai Tabir Matahari dalam Satu Basis Krim Nonionik*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Montero, L., Sánchez-Camargo, A.P., García-Cañas, V., Tanniou, A., Stiger-Pouvreau, V., Russo, M., Rastrelli, L., Cifuentes, A., Herrero, M., Ibáñez, E., 2016. Anti-proliferative activity and chemical characterization by comprehensive two-dimensional liquid chromatography coupled to mass spectrometry of phlorotannins from the brown macroalga *Sargassum muticum* collected on North-Atlantic coasts. *J. Chromatogr. A* **1428**: 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2015.07.053>
- Namjoyan, F., Farasat, M., Alishahi, M., Jahangiri, A., 2018. The anti-melanogenesis activities of some selected red macroalgae from northern coasts of the Persian Gulf. *Iran. J. Pharm. Res.* **18** (1): 383-390.
- Nagappan, H., Pee, P.P., Kee, S.H.Y., Ow, J.T., Yan, S.W., Chew, L.Y., Kong, K.W., 2017. Malaysian brown seaweeds *Sargassum siliquosum* and *Sargassum polycystum*: Low density lipoprotein (LDL) oxidation, angiotensin converting enzyme (ACE), α -amylase, and α -glucosidase inhibition activities. *Food Res. Int.* **99**: 950-958. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.01.023>
- Nakai, M., Kageyama, N., Nakahara, K., Miki, W., 2006. Phlorotannins as radical scavengers from the extract of *Sargassum ringgoldianum*. *Mar. Biotechnol.* **8** (4): 409-414. <https://doi.org/10.1007/s10126-005-6168-9>
- Núñez-Pons, L., Avila, C., Romano, G., Verde, C., Giordano, D., 2018. UV-protective compounds in marine organisms from the Southern Ocean. *Mar. Drugs* **16** (9): 336-390. <https://doi.org/10.3390/md16090336>
- Nguyen, H., Kim, S.M., 2012. Antioxidative, anticholinesterase and antityrosinase activities of the red alga *Grateloupia lancifolia* extracts. *Afr. J. Biotechnol.* **11** (39): 9457-9467. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2988>
- Piao, M.J., Kim, K.C., Zheng, J., Yao, C.W., Cha, J.W., Boo, S.J., Yoon, W.J., Kang, H.K., Yoo, E.S., Koh, Y.S., Ko, M.H., Lee, N.H., Hyun, J.W., 2014. The ethyl

- acetate fraction of *Sargassum muticum* attenuates ultraviolet B radiation-induced apoptotic cell death via regulation of MAPK- and caspase-dependent signaling pathways in human HaCaT keratinocytes. *Pharm. Biol.* **52** (9): 1110-1118. <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.879186>
- Pereira, L., 2018. Seaweeds as source of bioactive substances and skin care therapy—Cosmeceuticals, algaotherapy, and thalassotherapy. *Cosmetics* **5** (4): 68-108. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5040068>
- Reichardt, C., 2003. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry, Third. ed. Wiley-VCH, Marburg, Germany.
- Sedjati, S., Supriyanti, E., Ridlo, A., Soenardjo, N., Santi, V.Y., 2018. Kandungan pigmen, total fenolik dan aktivitas antioksidan *Sargassum sp*. *J. Kelaut. Trop.* **21** (2): 137-144. <https://doi.org/10.14710/jkt.v21i2.3329>
- Sayre, R.M., Agin, P.P., LeVee, G.J., Marlowe, E., 1979. A comparison of *in vivo* and *in vitro* testing of sunscreens formulas. *Photochem. Photobiol.* **29** (3): 559-566. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1979.tb07090.x>
- Shimoda, H., Tanaka, J., Shan, S.-J., Maoka, T., 2010. Anti-pigmentary activity of fucoxanthin and its influence on skin mRNA expression of melanogenic molecules: Suppressive effect of fucoxanthin on melanin synthesis. *J. Pharm. Pharmacol.* **62** (9): 1137-1145. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.2010.01139.x>
- Urikura, I., Sugawara, T., Hirata, T., 2011. Protective effect of fucoxanthin against UVB-induced skin photoaging in hairless mice. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **75** (4): 757-760. <https://doi.org/10.1271/bbb.110040>
- Wang, H.-M.D., Li, X.-C., Lee, D.-J., Chang, J.-S., 2017. Potential biomedical applications of marine algae. *Bioresour. Technol.* **244**: 1407-1415. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.198>
- Yanuarti, R., Nurjanah, N., Anwar, E., Pratama, G., 2017. Kandungan senyawa penangkal sinar ultra violet dari ekstrak rumput laut *Euclima cottonii* dan *Turbinaria conoides*. *Biosfera* **34** (2): 51-58. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2017.34.2.467>
- Zhang, Q.-W., Lin, L.-G., Ye, W.-C., 2018. Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chin. Med.* **13** (1): 20-45. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>