

OPTIMALISASI PERLAKUAN PADA AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK SARGASSUM ILICIFOLIUM

Baiq Putri Maharani Bine Inggit^{1*}, Anggit Listyacahyani Sunarwidhi²

Program Studi Farmasi, Jurusan Ilmu Kesehatan, Fakultas Kedoteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram^{1,2}

*Corresponding Author : Inggitputri39@gamil.com

ABSTRAK

Sargassum ilicifolium merupakan salah satu jenis *sargassum* yang masih jarang diteliti, terutama data tentang aktivitas antioksidan yang berfungsi sebagai agen fotoprotektor. Namun, *Sargassum ilicifolium* sudah terbukti memiliki aktivitas antioksidan, antijamur, antibakteri, antikanker, antitumor. *Sargassum ilicifolium* mengandung flavonoid, fenol, tanin, dan steroid. Terdapat pula kandungan kimia fucosantin, fucoidan, beta karoten dan protein yang memiliki aktivitas biologis penting, seperti antioksidan. Senyawa yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan adalah senyawa fenol dan turunannya. Oleh karena itu, tujuan dari *Literatur Review* ini adalah untuk mengetahui metode yang paling optimal yang menghasilkan aktivitas antioksidan paling baik dan dapat berpotensi sebagai fotoprotektor pada *Sargassum ilicifolium*. Studi dilakukan melalui tinjauan pustaka dari database Google Scholar, PubMed, dan Elsevier. Dengan kriteria jurnal 10 tahun terakhir yaitu 2015-2025. Dalam penentuan antioksidan pada *Sargassum ilicifolium* metode yang paling banyak digunakan dan memiliki efektifitas dan efisiensi yang baik adalah DPPH, karena metode ini merupakan metode yang sederhana, mudah, cepat peka dan hanya menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit. Namun, kekurangan dari metode ini adalah jumlah pelarut pengencer yang dibutuhkan dalam pengujian cukup banyak. Faktor yang perlu diperhatikan untuk mempertahankan aktivitas antioksidan adalah proses ekstraksi dan kondisi penyimpanan sampel. Suhu yang rendah dan kondisi yang gelap akan mempertahankan aktivitas antioksidan dengan lebih baik. Selain memiliki aktivitas antioksidan, *Sargassum ilicifolium* juga memiliki potensi sebagai fotoprotektor.

Kata kunci : antioksidan, fotoprotektor, metode, *sargassum ilicifolium*

ABSTRACT

Sargassum ilicifolium is one type of *sargassum* that is still rarely studied, especially data on antioxidant activity that functions as a photoprotector agent. However, *Sargassum ilicifolium* has been shown to have antioxidant, antifungal, antibacterial, anticancer, antitumor activities. *Sargassum ilicifolium* contains flavonoids, phenols, tannins, and steroids. There are also chemical contents of fucosantin, fucoidan, beta carotene and protein that have important biological activities, such as antioxidants. Therefore, the purpose of this literature review is to find out the most optimal method that produces the best antioxidant activity and can have potential as a photoprotector in *Sargassum ilicifolium*. The study was conducted through literature review from Google Scholar, PubMed, and Elsevier databases. With journal criteria for the last 10 years, namely 2015-2025. In determining antioxidants in *Sargassum ilicifolium*, the most widely used method and has good effectiveness and efficiency is DPPH, because this method is a simple, easy, fast sensitive method and only uses a small amount of sample. However, the drawback of this method is that the amount of diluent solvent required in the test is quite large. Factors that need to be considered to maintain antioxidant activity are the extraction process and sample storage conditions. Low temperature and dark conditions will maintain antioxidant activity better. Besides having antioxidant activity, *Sargassum ilicifolium* also has potential as a photoprotector.

Keywords : antioxidant, photoprotector, methods, *sargassum ilicifolium*

PENDAHULUAN

Sargassum sp. adalah makroalga coklat yang hidup pada perairan tropis, termasuk di perairan Indonesia. Kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhannya meliputi suhu

antara 29,5°C hingga 32,7°C, salinitas 29–30 ppt, pH 7,9–8,15, oksigen terlarut 6,7–8,5 ppm, dan intensitas cahaya antara 59.000–77.200 lux (Cokrowati *et al.*, 2024). Di perairan Indonesia, terdapat sekitar 12 spesies *Sargassum* telah dimanfaatkan untuk keperluan komersial. *Sargassum* sp. memiliki banyak aktivitas farmakologi diantaranya antivirus, antioksidan, antiinflamasi, antioksidan (Flores-Contreras *et al.*, 2023). Jenis-jenis tersebut antara lain *Sargassum duplicatum*, *Sargassum ilicifolium*, *Sargassum histrix*, *Sargassum echinocarpum*, *Sargassum gracilimun*, *Sargassum obtusifolium*, *Sargassum binderi*, *Sargassum polycystum*, *Sargassum crassifolium*, *Sargassum microphyllum*, *Sargassum aquifolium*, *Sargassum vulgare*, serta *Sargassum polyceratum* (Pakidi & Suwoyo, 2017).

Sargassum ilicifolium (*S. ilicifolium*) termasuk dalam spesies makroalga coklat yang memiliki pertumbuhan sangat cepat. Spesies ini memiliki karakteristik warna coklat kuning kehijauan (Dewi, 2024). Memiliki pegangan berbentuk cakram dengan batang pendek dan berbintil yang mengandung cabang primer dan sekunder dengan daun berbentuk oval panjang dan gelembung gas bulat (E. D. L. R. Arguelles, 2021). Gambar dari *S. ilicifolium* dapat dilihat pada gambar 1. *S. ilicifolium* merupakan salah satu *sargassum* yang masih jarang dilakukan pengujian. Meskipun demikian, *S. ilicifolium* sudah terbukti memiliki aktivitas antioksidan, antijamur, antibakteri, antikanker, antitumor (Chandraraj *et al.*, 2021; Widyaswari *et al.*, 2024; Tsou *et al.*, 2022).



Gambar 1. *Sargassum Illicifolium*

Sargassum ilicifolium berdasarkan hasil skrining fitokimia diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenol, tanin, dan steroid (Widyaswari *et al.*, 2024). Selain itu, *Sargassum ilicifolium* juga mengandung fukosantin yang telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan (Tsou *et al.*, 2022). *Sargassum ilicifolium* mengandung protein yang tinggi sebesar 14,89% serta kandungan bioaktif lain seperti fenol, flavonoid dan beta karoten (Ismail, 2017; Dewi, 2024). Berdasarkan hasil in silico yang dilakukan oleh Lakshmanan *et al.* (2022), *Sargassum ilicifolium* memiliki NADPH oksidase (-7,169 Kkal/mol) dan protein antigen tumor seluler p53 (-6,205 Kkal/mol) masing-masing menunjukkan protein antioksidan dan antikanker tertinggi. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan landasan teoritis untuk memperluas aplikasi fukoidan dari *S. ilicifolium* sebagai bahan farmasi. Berdasarkan Premarathna *et al.* (2023), *S. ilicifolium* terbukti memiliki agen penyembuhan yang potensial. Selain itu, ekstrak air *S. ilicifolium* telah terbukti tidak memiliki efek toksik pada sel RAW 264.7, HDF dan HaCaT.

Indonesia secara geografi terletak di wilayah ekuator yang memiliki tingkat paparan sinar ultraviolet (UV). Eksposur berlebih terhadap sinar UV dapat menyebabkan konsekuensi negatif pada sistem biologis, terutama terhadap kesehatan kulit manusia (Núñez-Pons *et al.*, 2018; Kasitowati *et al.*, 2021). Pajanan sinar UV dalam jangka waktu panjang diketahui dapat berkontribusi terhadap peningkatan risiko kanker kulit. Oleh karena itu, salah satu langkah preventif yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan agen fotoprotektif secara optimal untuk memberikan perlindungan terhadap dampak buruk radiasi UV. Kulit manusia berperan sebagai agen pelindung paling utama terhadap paparan radiasi ultraviolet karena memiliki mekanisme fotoprotektif alami. Namun, tingginya intensitas paparan menyebabkan kemampuan fotoprotektif kulit menurun. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi sumber bahan alami baru yang memiliki kemampuan fotoprotektif tinggi guna melindungi tubuh dari dampak negatif sinar UV. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah memanfaatkan senyawa dengan aktivitas antioksidan (Kasitowati *et al.*, 2021).

Berbagai metode analisis telah dikembangkan dan secara luas digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan dari senyawa bioaktif. Beberapa metode yang umum dan sering digunakan untuk menilai aktivitas antioksidan, antara lain DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*), Total Phenolic Content, ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzotiazolin-6-sulfonat)), CUPRAC (*Cupric Reducing Antioxidant Capacity*), TRAP (*Total Radical Trapping Antioxidant Parameter*), TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*), dan beberapa metode lainnya (Munteanu & Apetrei, 2021; Sardarodiyani & Mohamadi Sani, 2016; Aryanti *et al.*, 2021). Selain itu, pengukuran Total Phenolic Content dimanfaatkan sebagai parameter awal dalam menilai potensi antioksidan. Metode tambahan yang juga umum digunakan meliputi ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzotiazolin-6-sulfonat)), CUPRAC (Cupric Reducing Antioxidant Capacity), TRAP (Total Radical Trapping Antioxidant Parameter), serta TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity).

Keberagaman metode memungkinkan penilaian yang lebih komprehensif terhadap sifat antioksidan dari suatu zat atau bahan alami. Variasi hasil pengujian antioksidan dapat disebabkan oleh beberapa parameter, termasuk struktur kimia antioksidan, jenis radikal bebas yang digunakan dalam pengujian, serta sifat fisikokimia dari sampel yang diuji. Perbedaan ini mempengaruhi interaksi antara antioksidan dan radikal bebas, sehingga menghasilkan nilai aktivitas antioksidan yang beragam meskipun diuji dengan metode yang sama. Sebagai contoh, struktur kimia dari antioksidan menentukan reaktivitasnya terhadap radikal bebas dan spesies oksigen reaktif lainnya, yang pada akhirnya memengaruhi aktivitas antioksidan tersebut. Selain itu, perbedaan dalam jenis radikal bebas yang digunakan dalam berbagai metode uji, seperti DPPH, ABTS, dan FRAP, juga dapat menghasilkan nilai aktivitas antioksidan yang berbeda untuk senyawa yang sama (Munteanu & Apetrei, 2021). Dengan demikian, *Literatur review* ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode yang paling optimal dalam menghasilkan aktivitas antioksidan paling baik serta mengevaluasi potensi *Sargassum ilicifolium* sebagai agen fotoprotektif.

METODE

Penyusunan Review artikel ini melibatkan proses pencarian data dan sumber diperoleh dari hasil pencarian referensi dengan menggunakan Google Scholar, Pubmed, dan Elsevier. Jurnal ini disusun dari bulan Februari hingga Mei. Kriteria sumber yang digunakan ialah sumber yang diterbitkan 10 tahun terakhir yaitu pada tahun 2015-2025 dalam bentuk bahasa Inggris maupun bahasa Indonesia. Kata kunci yang digunakan untuk pencarian referensi yaitu "Antioksidan", "Fotoprotektor", "*Sargassum ilicifolium*", "Metode Uji".

HASIL**Tabel 1. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan**

Referensi	Temuan	Hasil
(Tsou <i>et al.</i> , 2022)	Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, ABTS dan Ferrous ion-chelating menggunakan fucosantin yang di ekstraksi dari <i>S. ilicifolium</i> yang diperoleh di daerah dan waktu ekstraksi yang berbeda	Dalam studi, menunjukkan bahwa sampel dengan aktivitas antioksidan terbaik diperoleh dari ekstraksi pada suhu 65 °C yang berasal dari lokasi Ugang, Taitung.
(E. D. L. R. Arguelles, 2021)	Pengujian Kapasitas antioksidan <i>S. ilicifolium</i> menggunakan metode DPPH dan reducing copper ions. Selain itu, dilakukan penentuan kadar fenolik total	Nilai IC ₅₀ yang diperoleh sebesar 15.78 µg mL ⁻¹ (DPPH) dan 11.19 µg mL ⁻¹ (reducing copper ions). Untuk TPC diperoleh sebesar 4.86±0.07 mg GAE g ⁻¹
(Saraswati <i>et al.</i> , 2021)	Pengujian antioksidan dari ekstrak kasar lipid <i>S. ilicifolium</i> menggunakan metode DPPH dan FRAP	Diperoleh hasil masing-masing sebesar 36,93–37,87 mol setara Trolox/g ekstrak lipid dan 681,58–969,81 mol FeSO ₄ /g ekstrak lipid. Berdasarkan hal ini diperoleh hasil ekstrak kasar lipid <i>S. ilicifolium</i> berpotensi memiliki aktivitas antioksidan
(Widyaswari <i>et al.</i> , 2024)	Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada <i>Sargassum polycystum</i> dan <i>Sargassum ilicifolium</i> yang ada di perairan makassar.	Diperoleh hasil TPC <i>Sargassum polycystum</i> dan <i>Sargassum ilicifolium</i> masing-masing adalah 365,96 dan 382,94 mg GAE / g ekstrak, TFC <i>S. polycystum</i> adalah 93,75 mg RE/g, dan <i>S. ilicifolium</i> adalah 92,99 mg RE/g dan IC ₅₀ <i>S. polycystum</i> dan <i>S. ilicifolium</i> ditemukan masing-masing 51,34 ppm dan 51,25 ppm.
(Mahdi Abkener, 2024)	Pengujian aktivitas antioksidan pada Ekstrak Metanol <i>S. ilicifolium</i> yang diperoleh dari beberapa musim menggunakan metode DPPH dan FRAP	Studi ini mengungkapkan bahwa variasi musiman menyebabkan perubahan aktivitas biologis terkait kandungan antioksidan di <i>S. ilicifolium</i> . Kandungan FRAP berpengaruh positif terhadap aktivitas penangkap radikal, terutama IC 50 di musim semi (sebelum muson). Di musim gugur (setelah muson), β karoten memiliki efek negatif pada aktivitas penangkap radikal, terutama kandungan TFC dan antosianin.
(Maesaroh <i>et al.</i> , 2018)	Evaluasi Komparatif aktivitas antioksidan dari Asam Askorbat, Asam Galat, dan Kuersetin melalui Pendekatan Metode DPPH, FRAP, dan FIC	Diperoleh hasil, metode yang terbukti paling efektif dan efisien dalam mengukur aktivitas antioksidan adalah metode radikal DPPH. Diperoleh hasil IC ₅₀ berturut-turut 1,27; 2,44; dan 2,77 mg/L untuk AG, kuersetin dan AA. Sebaliknya, metode FIC dianggap kurang efektif dan efisien karena memiliki sensitivitas yang sangat rendah serta kemampuan kelat ion logam yang tidak melebihi 20%.

PEMBAHASAN

Berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu antioksidan primer dan sekeunder. Antioksidan berperan dalam menginterupsi reaksi berantai dalam proses oksidasi melalui mekanisme pemberian atau penerimaan atom hidrogen dari radikal bebas. Mekanisme ini menghasilkan senyawa radikal yang lebih stabil dan kurang reaktif. Secara umum, senyawa antioksidan memiliki struktur kimia berupa gugus fenolik yang berperan penting dalam aktivitas tersebut. Efektivitas suatu senyawa antioksidan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yaitu struktur kimia, suhu,

karakteristik substrat yang rentan terhadap oksidasi, dan konsentrasi. Struktur kimia antioksidan berperan dalam menentukan reaktivitasnya terhadap radikal bebas dan ROS. Kemampuan ekstrak dalam menghambat radikal bebas diukur melalui nilai IC₅₀ yang menunjukkan potensi antioksidan tersebut. Nilai IC₅₀ merepresentasikan konsentrasi senyawa yang diperlukan untuk menurunkan aktivitas radikal bebas 50% (Gazali *et al.*, 2018).

Dari nilai IC₅₀, dapat menentukan jenis atau kelompok antioksidan kuat atau lemah. Semakin rendah nilai IC₅₀ maka semakin tinggi efektivitas senyawa tersebut dalam menetralkir radikal bebas. Berdasarkan metode DPPH, aktivitas antioksidan dapat dikategorikan sebagai sangat kuat apabila nilai IC₅₀ kurang dari 50 µg/mL, kuat dengan nilai IC₅₀ 50 – 100 µg/mL, antioksidan sedang dengan nilai IC₅₀ 101 – 150 µg/mL dan antioksidan lemah dengan nilai IC₅₀ lebih dari 150 µg/mL (Riwanti *et al.*, 2021). Terdapat beberapa metode uji antioksidan yang dapat dilakukan diantaranya adalah CUPRAC, DPPH, ORAC, FRAP, TOSC, HORAC, ABTS (Munteanu & Apetrei, 2021). Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berbagai metode dapat digunakan dalam menguji aktivitas antioksidan. Namun, dari beberapa metode yang ada metode DPPH adalah teknik pengujian yang paling umum diterapkan. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan senyawa antioksidan dalam menangkap radikal bebas atau bertindak sebagai donor hidrogen (Singh *et al.*, 2017).

Keuntungan metode DPPH adalah prosedur metode ini sederhana, mudah dilakukan, cepat, sensitif dan membutuhkan sedikit sampel. Meski demikian, kelemahan metode ini terletak pada pelarut pengencer yang relatif besar selama proses pengujian (Kore *et al.*, 2018; Riwanti *et al.*, 2021). Dalam studi yang dilakukan oleh Maesaroh *et al.*, (2018), dilakukan evaluasi untuk membandingkan tiga metode aktivitas antioksidan yang paling efektif. Metode yang digunakan adalah metode DPPH, FRAP, dan FIC . Hasil studi menunjukkan bahwa metode DPPH merupakan metode yang paling efektif dan efisien dalam menguji aktivitas antioksidan. Sebaliknya, metode FIC dianggap paling tidak efektif karena metode kurang sensitif terhadap uji aktivitas antioksidan dibandingkan dengan metode yang lain. Salah satunya dikarenakan kemampuan pengkelatannya yang rendah, yaitu kurang dari 20%.

Berdasarkan penusuran informasi yang dicantumkan pada tabel 1, meskipun metode uji serupa, namun hasil yang diperoleh masing- masing penelitian menunjukkan variasi. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu jenis pelarut serta konsentrasi yang digunakan dalam proses pengujian (Gazali *et al.*, 2018). Dalam studi yang dilakukan Widyaswari *et al.*, (2024), *S.ilicifolium* memiliki aktivitas lebih kuat daripada *S.polycystum*. Hal ini dikarenakan nilai IC₅₀ *S.ilicifolium* sedikit lebih rendah dibandingkan dengan *S.polycystum*. Hal ini dapat dikarenakan senyawa tanin dan steroid hanya ditemukan pada *S. ilicifolium* dimana kedua senyawa ini berkontribusi penting aktivitas antioksidan radikal scavenging. Selain itu, nilai TPC dari *S.ilicifolium* yaitu 382,94 mg GAE/ g ekstrak lebih tinggi dari *S.polycystum* yaitu 365,96 mg GAE/g kandungan TPC yang lebih tinggi pada *S. ilicifolium* kemungkinan besar berkontribusi pada nilai IC₅₀ yang lebih rendah sehingga lebih efektif sebagai antioksidan.

Sedangkan dalam studi yang dilakukan oleh E. D. Arguelles, (2022), diperoleh hasil nilai IC₅₀ dengan metode yang sama yaitu DPPH sebesar 15.78 µg mL⁻¹ dan Nilai TPC diperoleh sebesar 4.86±0.07 mg GAEg⁻¹. Dalam studi Saraswati *et al.* (2021), pada ekstrak kasar lipid *S.ilicifolium* yang diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH dan FRAP diperoleh hasil bahwa ekstrak kasar lipid *S.ilicifolium* memiliki aktivitas antioksidan. Perbedaan hasil yang diperoleh dapat disebabkan karena beberapa faktor, salah satu faktor yaitu variabilitas dalam metode ekstraksi karena dalam proses ekstraksi masing-masing peneliti memiliki perbedaan dalam menentukan suhu, waktu ekstraksi dan rasio pelarut terhadap sampel. Selain itu, kondisi penyimpanan sampel akan mempengaruhi stabilitas antioksidan dalam sampel. Penyimpanan dalam suhu rendah dan dalam kondisi gelap akan mempertahankan aktivitas antioksidan lebih baik (Mrázková *et al.*, 2023). Dalam studi yang

dilakukan Mahdi Abkener, (2024), diperoleh informasi aktivitas antioksidan dari *S. ilicifolium* dapat dipengaruhi oleh musim pengambilan sampel. Berdasarkan pengujian diperoleh Kandungan FRAP berpengaruh positif terhadap aktivitas penangkap radikal, terutama nilai IC₅₀ di musim semi (sebelum muson). Sedangkan pada musim gugur (setelah muson), β karoten memiliki efek negatif pada aktivitas penangkap radikal, terutama kandungan TFC dan antosianin.

Aktivitas antioksidan yang dimiliki *Sargassum ilicifolium* dapat juga bermanfaat sebagai agen fotoprotektor. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian terdahulu. Berdasarkan penelitian Dharmawan *et al.* (2023), *Sargassum* sp, memiliki kadar total fenolik sebesar $149,04 \pm 5,14$ mgAE/g dengan nilai SPF sebesar $33,2 \pm 3,11$ yang tergolong ke dalam kategori ultra. Berdasarkan penelitian lainnya, rumput laut memiliki nilai SPF yang tinggi diatas yaitu >8 (proteksi maksimal – ultra). Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan fukoidan yang memiliki kemampuan sebagai *UV protector*. Berdasarkan penelitian tersebut *S. ilicifolium* memiliki potensi sebagai fotoprotektor yang signifikan dengan potensi yang dikembangkan sebagai bahan aktif dalam formulasi sunscreen alami (Febrianti *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian Lakshmanan *et al.* (2022), senyawa fucosantin dari *S. ilicifolium* yang diuji secara *in silico* memiliki kandungan aktivitas antioksidan, analisis FTIR menyatakan fucosantin dari residu fukosa (59,1%) dan beberapa monosakarida lainnya. Studi ini memberikan dasar teoritis untuk aplikasi fucoidan dari *S. ilicifolium* sebagai bahan farmasi salah satunya sebagai agen fotoprotektor. Berdasarkan penelitian lainnya, senyawa *S. ilicifolium* memiliki kandungan fenolik yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan yang signifikan, dengan nilai IC₅₀ untuk aktivitas penangkal radikal DPPH sebesar 15,78 µg/mL dan kapasitas reduksi tembaga (CUPRAC) sebesar 11,19 µg/mL dan memiliki kemampuan penghambatan tirosin dengan nilai IC₅₀ sebesar 40,50 µg/mL, dengan adanya aktivitas ini menunjukkan potensi *S. ilicifolium* sebagai agen fotoprotektif alami dalam formulasi kosmetik (E. D. L. R. Arguelles, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelusuran informasi, diperoleh hasil metode DPPH adalah yang paling sering digunakan dan memiliki efektifitas dan efisiensi yang tinggi. Kekurangan dari metode ini kebutuhan pelarut pengencer yang relatif besar selama proses pengujian. Hal yang perlu diperhatian untuk mendapatkan aktivitas antioksidan yang baik adalah proses ekstraksi sampel dan kondisi penyimpanan sampel. Selain memiliki kemampuan antioksidan *Sargassum ilicifolium* juga berpotensi sebagai fotoprotektor. Namun, diperlukan lebih banyak pengujian secara *in vitro* maupun *in vivo* tentang potensi *S. ilicifolium* sebagai fotoprotektor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan artikel ini. Terimakasih kepada para penulis dan ahli yang telah memberikan wawasan dan perspektif yang berharga. Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada pihak yang telah memberikan masukan konstruktif selama proses review jurnal, serta kepada pembaca yang telah meluangkan waktu untuk membaca dan memberi perhatian terhadap artikel ini. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna.

DAFTAR PUSTAKA

Arguelles, E. D. (2022). *Preliminary Studies on the Potential Antioxidant and Antidiabetic*

- Activities of Sargassum polycystum C. Agardh (Phaeophyceae, Ochrophyta). Jordan Journal of Biological Sciences, 15(3), 449–456. <https://doi.org/10.54319/jjbs/150314>*
- Arguelles, E. D. L. R. (2021). *Evaluation of Antioxidant Capacity, Tyrosinase Inhibition, and Antibacterial Activities of Brown Seaweed, Sargassum ilicifolium (Turner) C.Agardh 1820 for Cosmeceutical Application. Journal of Fisheries and Environment, 45(1), 64–77.*
- Aryanti, R., Perdana, F., & Syamsudin, R. A. M. R. (2021). Telaah Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan pada Teh Hijau (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze). *Jurnal Surya Medika, 7(1), 15–24.* <https://doi.org/10.33084/jsm.v7i1.2024>
- Chandraraj, S. C., Channabasappa, N. V, Santosh, K. R., & Hasti, K. (2021). *Bioassay-guided Isolation and Identification of Compound From Sargassum ilicifolium and Investigation of Antimicrobial Activity. 13(3), 2021.*
- Cokrowati, N., Junaidi, M., Affandi, R. I., Sumsanto, M., Muahiddah, N., Anggraini, I. D., Marno, S., Asri, Y., Dwiyanti, S., Lumbessy, S. Y., Latifah, W., & Fikri, R. A. (2024). *The Distribution, Habitat Characteristics, and Bioenergy Potential of Sargassum sp. in Indonesia. International Journal of Desi6336366gn and Nature and Ecodynamics, 19(6), 2049–2062.* <https://doi.org/10.18280/ijdne.190621>
- Dewi, N. P. (2024). Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan *Sargassum ilicifolium* di Pantai Porok , Watukodok dan Watulawang Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan *Sargassum ilicifolium* di P.
- Dharmawan, D., Putriana, N. A., & Anggraeni, S. R. (2023). Kandungan Total Fenolik dan Nilai Sun Protection Factor Ekstrak *Sargassum* sp. *Jurnal Kelautan Tropis, 26(1), 126–134.* <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i1.15934>
- Febrianti, T. W., Nailah, R. A., Syakbana, R. A., Jannah, K., & Dilantiana, D. (2023). Pengembangan Formula Gel Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Sargassum polycystum* M) denagn Sistem Penghantaran Transfersom sebagai Fotoprotektor Pencegah Melasma.
- Flores-Contreras, E. A., Araujo, R. G., Rodríguez-Aguayo, A. A., Guzmán-Román, M., García-Venegas, J. C., Nájera-Martínez, E. F., Sosa-Hernández, J. E., N. Iqbal, H. M., Melchor-Martínez, E. M., & Parra-Saldivar, R. (2023). *Polysaccharides from the Sargassum and Brown Algae Genus: Extraction, Purification, and Their Potential Therapeutic Applications. Contact Lens Practice, Fourth Edition, 12, 290-302.e4.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-8427-0.00028-3>
- 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.* <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Ismail, G. A. (2017). *Biochemical Composition of Some Egyptian Seaweeds with Potent Nutritive and Antioxidant Properties. Food Science and Technology (Brazil), 37(2), 294–302.* <https://doi.org/10.1590/1678-457X.20316>
- 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. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology, 17(1), 7–14.*
- Kore, M. M., Nge, S. T., & Nitsae, M. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ganggang Cokelat (*Sargassum polycystum*) DAN Ganggang Hijau (*Euchema cottoni*) Pada Perairan DAHI' AE. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi, 1(3), 1–9.* <https://doi.org/10.33323/indigenous.v1i3.7>
- Lakshmanan, A., Balasubramanian, B., Maluventhen, V., Malaisamy, A., Baskaran, R., Liu, W. C., & Arumugam, M. (2022). *Extraction and Characterization of Fucoidan Derived from Sargassum ilicifolium and Its Biomedical Potential with In Silico Molecular Docking. Applied Sciences (Switzerland), 12(24), 1–21.*

- <https://doi.org/10.3390/app122413010>
- Maesaroh, K., Kurnia, D., & Al Anshori, J. (2018). Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin. *Chimica et Natura Acta*, 6(2), 93–100. <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.19049>
- Mahdi Abkener, A. (2024). *Effect of Monsoon Variations on The Antioxidant Contents and Antioxidant Activity of Sargassum ilicifolium*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 23(4), 559–574. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2024.131271>
- Mrázková, M., Sumczynski, D., & Orsavová, J. (2023). *Influence of Storage Conditions on Stability of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity Values in Nutraceutical Mixtures with Edible Flowers as New Dietary Supplements*. *Antioxidants*, 12(4), 1–27. <https://doi.org/10.3390/antiox12040962>
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). *Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 1–30. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Pakidi, C. S., & Suwoyo, H. S. (2017). Potensi Dan Pemanfaatan Bahan Aktif Alga Cokelat Sargassum Sp. *OCTOPUS (Jurnal Ilmu Perikanan)*, 6Pakidi, C(1), 551–562.
- Premarathna, A. D., Tuvikene, R., Somasiri, M., De Silva, M., Adhikari, R., Ranahewa, T., Wijesundara, R., Wijesekera, S., Dissanayake, I., Wangchuk, P., Rjabovs, V., Jayasooriya, A. P., & Rajapakse, R. (2023). *A Novel Therapeutic Effect of Mannitol-rich Extract From The Brown Seaweed Sargassum ilicifolium Using In Vitro and In Vivo Models*. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 23(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03840-0>
- Riwanti, P., Kusuma, A., & Rina, A. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak 96% Sargassum polycystum Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) dengan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Farmasi Dan Kesehatan Indonesia*, 1(2), 33–39.
- Saraswati, Giriwono, P. E., Iskandriati, D., & Andarwulan, N. (2021). *Screening of In Vitro Anti-Inflammatory and Antioxidant Activity of Sargassum ilicifolium Crude Lipid Extracts from Different Coastal Areas in Indonesia*. *Marine Drugs*, 19(5). <https://doi.org/10.3390/md19050252>
- Sardarodiyani, M., & Mohamadi Sani, A. (2016). *Natural Antioxidants: Sources, Extraction and Application in Food Systems*. *Nutrition and Food Science*, 46(3), 363–373. <https://doi.org/10.1108/NFS-01-2016-0005>
- Singh, V., Krishan, P., & Shri, R. (2017). *Extraction of Antioxidant Phytoconstituents from Onion Waste*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 502–505.
- Tsou, M. H., Lee, C. C., Wu, Z. Y., Lee, Z. H., & Lin, H. M. (2022). *Bioactivity Crude Fucoidan Extracted from Sargassum ilicifolium (Turner) C. Agardh*. *Scientific Reports*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19370-7>
- Widyaswari, S. G., Metusalach, Kasmiati, & Amir, N. (2024). *Bioactive Compounds and DPPH Antioxidant Activity of Underutilized Macroalgae (Sargassum spp.) from Coastal Water of Makassar, Indonesia*. *Biodiversitas*, 25(1), 162–168. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250118>