



**PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MAKRO ALGA SUMBAWA  
DALAM HUBUNGANNYA DENGAN KANDUNGAN SENYAWA BIOAKTIF  
DAN EFEK FARMAKOLOGI**

***ASSESSMENT OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SUMBAWA MACROALGAE  
IN RELATION TO THEIR BIOACTIVE COMPOUNDS AND  
PHARMACOLOGICAL EFFECTS***

**Erlia Anggrainy Sianipar<sup>1</sup>, Natasha Satriawan<sup>2</sup>, Juliana Sumartono<sup>3</sup>, Pretty Falena  
Atmanda Kambira<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Departemen Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Katolik  
Indonesia Atma Jaya  
Pluit Raya 2, Jakarta, Indonesia

Corresponding author: [erlia.anggrainy@atmajaya.ac.id](mailto:erlia.anggrainy@atmajaya.ac.id)

Received : Oktober, 2022

Accepted : Oktober, 2022

Published : Oktober, 2022

***Abstract***

*A popular natural resource of Sumbawa Island is macroalgae. Chlorophyta, Phaeophyta, and Rhodophyta are types of macroalgae that have been cultivated and utilized by the local community. However, its potential to treat many diseases is still under-explored. Based on the content of bioactive compounds, macroalgae is believed to have antioxidant activity that could scavenge free radicals and thus potentially prevent and treat various diseases caused by excessive free radicals. This study aimed to analyze the antioxidant activity of Sumbawa macroalgae in various solvent fractions. Samples were macerated in n-hexane, ethyl acetate, and ethanol solvents. Antioxidant activity was tested using 1,1-Diphenyl-2-picryl Hydrazil (DPPH) method and ascorbic acid as a positive control. The percentage yield of extracts from various solvent fractions varied between 0.25% to 0.62%. The result of antioxidant activity testing showed that the IC<sub>50</sub> (Inhibition Concentration) value of macroalgae extract was moderate to weak in the range of 108.1 ± 1.068 to 665.2 ± 0.479 g/mL and positive control was 6.156 ug/mL ± 0.563g/mL. The relationship between antioxidant activity and the content of bioactive compounds and their pharmacological effects were discussed in this study. This study concluded that the ethyl acetate fraction of macroalgae had higher antioxidant activity than the n-hexane and ethanol fractions. Further analysis was needed to determine the composition of the bioactive compounds and identify their pharmacological effects at the molecular level.*

**Keywords:** Macroalgae, antioxidant, Sumbawa, bioactive compounds, pharmacological effects

***Abstrak***

*Sumber daya alam yang populer di Pulau Sumbawa adalah makroalga. Chlorophyta, Phaeophyta dan Rhodophyta merupakan jenis makroalga yang telah dibudidayakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Namun, potensinya dalam hal pengobatan penyakit masih kurang tereksplorasi. Berdasarkan kandungan senyawa bioaktifnya, makroalga diyakini memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menangkap radikal bebas sehingga berpotensi mencegah dan mengobati berbagai penyakit akibat radikal bebas yang berlebihan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas antioksidan makroalga Sumbawa dalam berbagai fraksi pelarut. Sampel dimaserasi dalam pelarut n-heksan, etil asetat, dan etanol. Aktivitas antioksidan diuji dengan metode 1,1-Diphenyl-2-picryl Hydrazil (DPPH) dan asam askorbat sebagai kontrol positif. Hasil persentase rendemen ekstrak dari berbagai fraksi pelarut cukup bervariasi berkisar*

antara 0,25% hingga 0,62%. Hasil pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan nilai  $IC_{50}$  (Inhibition Concentration) ekstrak makroalga tergolong sedang hingga lemah yang berada dalam rentang  $108,1 \pm 1,068$  hingga  $665,2 \pm 0,479$   $\mu\text{g/mL}$  dan kontrol positif sebesar  $6,156 \mu\text{g/mL} \pm 0,563\text{g/mL}$ . Hubungan aktivitas antioksidan dengan kandungan senyawa bioaktif dan efek farmakologinya dibahas dalam penelitian ini. Penelitian ini menyimpulkan bahwa fraksi etil asetat makroalga memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan fraksi n-heksan dan etanol. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui komposisi senyawa bioaktif dan mengidentifikasi efek farmakologinya pada tingkat molekuler.

**Kata Kunci:** Makroalga, Antioksidan, Sumbawa, Senyawa Bioaktif, Efek farmakologi

## 1. LATAR BELAKANG

Pulau Sumbawa merupakan kawasan minapolitan untuk budi daya rumput laut yang merupakan komoditas laut bernilai ekonomis tinggi. Rumput laut atau makroalga, memiliki manfaat yang beragam, di antaranya dalam bidang pangan, farmasi, pupuk, tekstil, kertas, dan kosmetik (Ardiansyah et al., 2016; Tarigan, 2020). Namun, pemanfaatan makroalga untuk pengobatan penyakit masih minim dilakukan, meskipun telah banyak penelitian yang membuktikan khasiatnya seperti sebagai antibakteri, antifungi, antikolesterol, antitumor, antivirus, antiinflamasi dan antioksidan (Hadiyanto & Nur, 2012; Kohen & Nyska, 2002).

Berdasarkan pigmentasinya, makro alga terbagi menjadi tiga jenis antara lain *Chlorophyta* (alga hijau), *Phaeophyta* (alga coklat) dan *Rhodophyta* (alga merah). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa tanaman makroalga mengandung senyawa bioaktif seperti polifenol, fenolik, flavonoid, terpenoid, steroid, karotenoid, polisakarida, alkaloid, tannin, dan glikosida. Sebagian besar kandungan senyawa bioaktif tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang dapat melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas atau *reactive oxygen species* (ROS) (Khalid et al., 2018). Akumulasi ROS dalam sel dan jaringan yang tidak dapat diimbangi dengan sistem antioksidan tubuh dapat mengakibatkan stres oksidatif, kerusakan struktur dan fungsi molekul seluler seperti DNA, RNA, protein, dan lipid, sehingga meningkatkan resiko mutagenesis dan menyebabkan kematian sel (Hussain et al., 2016). Stress oksidatif dapat memicu berbagai penyakit seperti kanker, sindroma metabolik, penyakit degeneratif, serta proses penuaan (Ardiaria, 2019). Untuk mencegah hal tersebut, tubuh memerlukan sumber antioksidan eksogen sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menemukan senyawa antioksidan yang berasal dari bahan alam, termasuk biota laut, seperti makroalga yang terutama berasal dari Indonesia untuk mengetahui potensi aktivitas antioksidan yang terkandung didalamnya.

## 2. METODE

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan beberapa spesies makroalga terdiri dari alga hijau, alga coklat dan alga merah yang berasal dari Sumbawa, Nusa Tenggara Barat (NTB). Hasil determinasi tanaman makroalga oleh Pusat Penelitian Oseanografi Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) menyatakan bahwa sampel makroalga yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *Ulva lactuca* (alga hijau), *Sargassum polycystum* C. Agardh (alga coklat), dan *Glacilaria gigas* Harvey (alga merah).

Proses ekstraksi dan pengujian antioksidan dilakukan di laboratorium farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UNIKA Atma Jaya (FKIK UAJ). Waktu penelitian berlangsung dari bulan Juli- Desember 2021.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas laboratorium, timbangan analitik (Metler Toledo Dragon 204), neraca presisi (ohaus), rotary evaporator (Heidolph- Hei Vap), oven, vortex mixer (Heidolph EU 0416), sonikator (Branson M1800-E) dan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu A11635480009ML). Bahan terdiri dari n-heksan, etil asetat, etanol, metanol, asam askorbat (Merck, Jerman), dan DPPH (Sigma Aldrich).

### Preparasi Sampel

Tanaman makroalga segar dicuci bersih dengan air untuk menghilangkan semua kotoran seperti pasir, garam, dan epifit, kemudian dikeringkan di ruang terbuka terhindar dari paparan sinar matahari langsung. Sampel selanjutnya dikirimkan ke laboratorium FKIK UAJ untuk dikeringkan lebih lanjut menggunakan oven pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  selama 8 jam (Karthikeyan et al., 2010). Selanjutnya, sampel dihaluskan hingga menjadi serbuk simplisia.

### Ekstraksi Sampel

Serbuk simplisia tanaman makroalga diekstraksi menggunakan metode maserasi dalam beberapa fraksi pelarut yaitu n-heksan, etil asetat, dan etanol dengan rasio 1:6 b/v pada suhu ruang, selama 2 x 24 jam. Maserasi dilakukan hingga tiga kali perulangan. Filtrat dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada tekanan 360-400 kPa, suhu 60-65°C, rotasi 15-20 rpm hingga diperoleh ekstrak kasar. Ekstrak kasar yang diperoleh disimpan di tempat gelap pada suhu 4°C sebelum digunakan lebih lanjut (Karthikeyan et al., 2010). Persentase (%) rendemen ekstrak ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut;

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{bobot ekstrak}}{\text{bobot simplisia}} \times 100\% \quad (1)$$

#### Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak makroalga dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazyl*). Ekstrak sampel dilarutkan dalam 5 mL metanol sebagai larutan stok, kemudian dibuat larutan seri konsentrasi sampel pada rentang 50 - 750 ppm. Selanjutnya, sebanyak 2 mL larutan tersebut dicampurkan dengan 2 mL larutan DPPH dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit dalam keadaan gelap. Pengukuran absorbansi dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 516 nm. Sebagai kontrol positif, digunakan asam askorbat (2, 4, 6, 8, 10, 12 µg/mL) (Thangaraj, 2016). Dilakukan replikasi sebanyak tiga kali pada setiap konsentrasi uji. Persentase inhibisi (%) dihitung dengan persamaan berikut (Hasanah et al., 2017).

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana, A kontrol adalah absorbansi larutan DPPH, dan A sampel adalah absorbansi larutan dengan penambahan ekstrak sampel. Aktivitas penghambatan dinyatakan dalam nilai IC<sub>50</sub>, yang ditentukan menggunakan analisis regresi linier dari kurva respons terhadap dosis menggunakan persamaan  $y = bx + a$ , dimana y merupakan nilai persentase inhibisi dan x merupakan konsentrasi ekstrak alga dibutuhkan untuk meredam radikal bebas sebanyak 50% (Chan et al., 2015).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil

Sejumlah serbuk simplisia makroalga yang dimaserasi dalam pelarut n-heksan, etil asetat dan etanol menghasilkan ekstrak pekat dengan

persentase (%) rendemen ekstrak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Persentase (%) Rendemen Ekstrak Makroalga

Makroalga	Pelarut	Berat Sampel Kering (g)	Berat Ekstrak (g)	Randemen Ekstrak (%)
<i>Ulva lactuca</i>	n heksan	1000	2,78	0,28
	Etil asetat	1200	3,08	0,25
	Etanol	1150	2,93	0,25
<i>Sargassum polycystum C. Agardh</i>	n heksan	1000	6,20	0,62
	Etil asetat	1450	7,52	0,51
	Etanol	1250	5,67	0,45
<i>Glacilaria gigas Harvey</i>	n heksan	700	2,22	0,31
	Etil asetat	750	2,16	0,28
	Etanol	800	2,54	0,31

Nilai persentase (%) inhibisi menunjukkan banyaknya jumlah atom hidrogen yang diberikan oleh senyawa aktif ke radikal DPPH, sehingga menstabilkan senyawa DPPH menjadi DPPH-H (Najoan, 2016). Aktivitas penghambatan radikal DPPH dari masing-masing sampel makroalga yang diuji dinyatakan dalam nilai IC<sub>50</sub> (Tabel 2:). Nilai IC<sub>50</sub> yang rendah menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat (Molyneux, 2004).

Tabel 2: Nilai IC<sub>50</sub> Ekstrak Tanaman Makroalga dalam berbagai fraksi pelarut

Tanaman Makroalga	Ekstrak pelarut	IC <sub>50</sub> (µg/mL)
<i>Ulva lactuca</i>	n heksan	274,9 ± 0,397
	Etil asetat	118,0 ± 0,403
	etanol	220,8 ± 0,719
<i>Sargassum polycystum C. Agardh</i>	n heksan	375,7 ± 0,089
	Etil asetat	154,6 ± 0,13
	etanol	665,2 ± 0,479
<i>Glacilaria gigas Harvey</i>	n heksan	195,6 ± 0,118
	Etil asetat	108,1 ± 1,068
	etanol	416,5 ± 0,254

#### 3.2 Pembahasan

Hasil persentase (%) rendemen ekstrak yang diperoleh pada berbagai fraksi pelarut berbeda satu sama lain (Tabel 1:). Jika dibandingkan dengan penelitian Liswandari,

2018 menunjukkan hasil yang lebih besar pada rendemen ekstrak alga hijau yaitu 0,47%. Kemudian, penelitian oleh Gazali, 2018, memperoleh hasil rendemen ekstrak alga coklat lebih kecil yaitu sebesar 0,42%. Selanjutnya, Kasitowati, 2021 dan Yanuarti, 2017 juga menghasilkan rendemen yang lebih kecil pada ekstraksi alga merah yaitu 0,20% dan 0,14%. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat pelarut, ukuran partikel simplisia, rasio sampel dengan pelarut, suhu, durasi proses ekstraksi, perbedaan sumber sampel dan proses pengeringan. Hasil ekstraksi akan lebih baik jika pelarut yang digunakan memiliki polaritas yang mendekati polaritas solut. Efisiensi proses ekstraksi akan meningkat seiring dengan bertambah kecilnya ukuran partikel akibat meningkatnya daya penetrasi dan difusi pelarut terhadap solut. Namun, ukuran partikel yang terlalu halus akan menghasilkan penyerapan solut yang berlebihan dan akan mempersulit proses filtrasi selanjutnya.

Suhu tinggi akan meningkatkan kelarutan dan laju difusi. Meski demikian, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan hilangnya sejumlah pelarut, terekstraksinya senyawa pengganggu yang tidak diinginkan, dan dekomposisi komponen termolabil yang terkandung dalam sampel.

Pada jangka waktu tertentu, efisiensi ekstraksi akan bertambah seiring dengan semakin lama nya durasi ekstraksi. Peningkatan waktu ekstraksi tidak akan berpengaruh lagi jika zat terlarut (solut) sudah mencapai kesetimbangan. Semakin besar perbandingan jumlah pelarut terhadap sampel yang digunakan, maka rendemen ekstrak yang dihasilkan akan semakin tinggi juga. Namun, perbandingan pelarut dan sampel yang terlalu besar akan menyebabkan ekstraksi pelarut yang berlebihan dan akan memerlukan waktu yang lebih lama dalam proses pemekatan (Zhang et al., 2018). Hasil rendemen juga berkaitan dengan kandungan senyawa aktif dari suatu sampel. Sampel dengan kandungan senyawa aktif yang tinggi cenderung menghasilkan jumlah rendemen yang tinggi pula (Hasnaeni & Wisdawati, 2019). Selain itu, penggunaan metode ekstraksi tunggal dapat menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih banyak hingga mencapai tiga kali lipat dibandingkan dengan penggunaan metode ekstraksi bertingkat (Gazali, 2018).

#### **Aktivitas Antioksidan Tanaman Makroalga**

Hasil maserasi tanaman makroalga dalam pelarut etil asetat menghasilkan nilai  $IC_{50}$  tertinggi dibandingkan pelarut n-heksan dan

etanol (Tabel 2:). Hasil ini turut mendukung penelitian oleh Gazali, 2018, Hidayati, 2017 dan Sami, 2019. Di samping itu, nilai  $IC_{50}$  ekstrak tanaman makroalga juga terlihat cukup bervariasi yaitu berkisar antara  $108,1 \pm 1,068$  hingga  $665,2 \pm 0,479 \mu\text{g/mL}$ . Hasil ini menandakan bahwa kekuatan antioksidan dari ketiga jenis makroalga masih tergolong sedang hingga lemah (Nasution et al., 2015). Namun, hasil yang berbeda ditemukan dalam beberapa penelitian sebelumnya antara lain pada alga hijau *Ulva lactuca* ditemukan nilai  $IC_{50}$  yang lebih besar pada penelitian Hidayati, 2017 dan Prasedya, 2019) yaitu sebesar  $462,6 \pm 2,44 \mu\text{g/mL}$  dan  $522,23 \pm 43 \mu\text{g/mL}$ . Selain itu, Putra, 2018 dan Sami, 2019 menemukan aktivitas antioksidan dari makroalga coklat *Sargassum sp.* memperoleh nilai  $IC_{50}$  sebesar  $875,64 \mu\text{g/mL}$  dan  $411,80 \mu\text{g/mL}$ . Sedangkan pada alga merah, Damongilala, 2021, Inayah & Masruri, 2021 dan Putri, 2019) memperoleh nilai  $IC_{50}$  secara berturut-turut yaitu 402,80; 384,86; dan 430,50;  $\mu\text{g/mL}$

Keberagaman hasil  $IC_{50}$  yang diperoleh dari berbagai penelitian kemungkinan disebabkan oleh faktor ekstrinsik dan intrinsik. Faktor ekstrinsik dapat berupa perbedaan kondisi perairan seperti nutrisi yang tersedia, iklim dan cuaca tempat sampel tumbuh (Mirghani et al., 2018). Lumbessy, 2020 menyatakan bahwa kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif alga merah sangat bervariasi pada berbagai perairan walaupun merupakan spesies yang sama.

Adapun faktor intrinsik yang turut mempengaruhi antara lain perbedaan kandungan senyawa kimia, usia sampel, waktu panen, dan ukuran sampel (Parthiban et al., 2014). Pengaruh lainnya juga dapat disebabkan oleh perbedaan metode ekstraksi dan pelarut yang digunakan serta lamanya proses pengeringan dengan suhu tinggi yang mampu merusak kandungan senyawa polifenol (Ling et al., 2015). Selain itu, terdapat penelitian yang menyebutkan bahwa metode maserasi menghasilkan ekstrak kasar dengan kandungan polisakarida yang dapat mengganggu dan menurunkan nilai  $IC_{50}$  (Karthikeyan et al., 2010). Namun, umumnya nilai  $IC_{50}$  pada sampel ekstrak tanaman lebih rendah dibandingkan bentuk isolat murni (Mutiara et al., 2016). Hal ini dapat disebabkan oleh karena dalam ekstrak masih banyak terdapat senyawa lain yang dapat ikut bereaksi dan mempengaruhi aktivitas antioksidannya.

Asam askorbat sebagai kontrol positif memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar  $6,156 \mu\text{g/mL} \pm 0,563$ . Hasil yang serupa juga ditemukan oleh Arsianti et al., 2020 dengan nilai  $IC_{50}$  asam askorbat adalah  $6,47 \mu\text{g/mL}$ . Asam askorbat merupakan

senyawa antioksidan kuat yang memiliki empat gugus hidroksi yang dapat menangkal radikal bebas (Budiana, 2021).

#### **Hubungan dengan kandungan senyawa bioaktif dan efek farmakologi**

Berdasarkan penelusuran literatur, senyawa utama yang memberikan aktivitas antioksidan dalam makroalga hijau antara lain fenolik, flavonoid, polisakarida, tannin, lignan dan pigmen (Michalak et al., 2022). Senyawa fenolik seperti asam fenolat, katekin, dan flavonoid merupakan senyawa dalam makroalga hijau yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Selain itu, senyawa pigmen alami seperti klorofil dan *pheophorbide* juga menunjukkan aktivitas antioksidan. Ulvan merupakan senyawa polisakarida dalam *U. lactuca* yang berperan penting terhadap potensi antioksidannya (Gomaa et al., 2022).

Pada alga coklat, terdapat senyawa bioaktif seperti fukosantin, polisakarida, senyawa polifenol dan fenolik, steroid, alkaloid, flotanin dan triterpenoid yang berkontribusi terhadap kekuatan antioksidannya (Yende et al., 2014). Fukosantin merupakan karotenoid utama dalam alga coklat, memiliki ikatan alenik, karbonil terkonjugasi, 5,6-monoepoksida dan gugus asetil. Fukosantin juga telah terbukti menunjukkan aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, antikanker dan anti hipertensi yang kuat (Xia et al., 2013). Kandungan polifenol dalam alga coklat berperan penting dalam peroksidase lipid (Karthikeyan et al., 2010). Khotimah et al., 2013 juga menyebutkan bahwa flotanin merupakan sumber antioksidan dalam alga coklat yang dapat mengurangi oksidasi.

Alga merah memiliki kandungan metabolit sekunder seperti polifenol, polisakarida, flavonoid, steroid, terpenoid, saponin, tannin, pigmen, vitamin, dan mineral yang berkorelasi linier dengan aktivitas antioksidannya (Damongilala et al., 2021). Kandungan senyawa fenolik dalam alga merah antara lain flavonoid, asam fenolat, dan bromofenol (Ismail et al., 2020). Senyawa bioaktif alga merah memiliki aktivitas biologis yang beragam diantaranya sebagai antimikroba, antivirus, antitumor, antioksidan, antikoagulan, antiinflamasi, antidiabetik, antialergi, dan analgesik.

#### **4. KESIMPULAN**

Makroalga Sumbawa memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong sedang hingga lemah. Fraksi etil asetat memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan fraksi n-heksan dan etanol. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui komposisi

senyawa bioaktif dan mengidentifikasi efek farmakologinya pada tingkat molekuler.

#### **PERNYATAAN PENGHARGAAN**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya yang telah mendanai penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ardiansyah, A., Ramdhan, M., Heriati, A., Salim, H. L., Purbani, D., Amri, S. N., & Arifin, T. (2016). Kesesuaian Kawasan Budidaya Rumput Laut Di Teluk Saleh, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Segara*, 12(1), 11–19.
- Ardiaria, M. (2019). Disfungsi Mitokondria Dan Stress Oksidatif. *Journal of Nutrition and Health*, 7(3), 50–55.
- Arsianti, A., Bahtiar, A., Wangsaputra, V. K., Azizah, N. N., Fachri, W., Nadapdap, L. D., Fajrin, A. M., Tanimoto, H., & Kakiuchi, K. (2020). Phytochemical composition and evaluation of marine algal *Sargassum polycystum* for antioxidant activity and in vitro cytotoxicity on hela cells. *Pharmacognosy Journal*, 12(1).
- Budiana, W. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Mikroalga *Porphyridium cruentum* Menggunakan Metode Peredam Radikal Bebas DPPH. *Journal of Pharmacopolium*, 3(3).
- Chan, P. T., Matanjun, P., Yasir, S. M., & Tan, T. S. (2015). Antioxidant activities and polyphenolics of various solvent extracts of red seaweed, *Gracilaria changii*. *Journal of Applied Phycology*, 27(6), 2377–2386.
- Damongilala, J., Wewengkang, D. S., & Losung, F. (2021). Phytochemical and Antioxidant Activities of *Eucheuma spinosum* as Natural Functional Food from North Sulawesi Waters, Indonesia. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 24(1), 132–138.
- Gazali, M. (2018). Aktivitas Inhibitor Tirosinase pada Ekstrak Alga Cokelat *Sargassum* sp. Agardh Asal Pesisir Lhok Bubon, Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Terpadu*, 1(1).
- Gazali, M., Nurjanah, N., & Zamani, N. P. (2018). Eksplorasi senyawa bioaktif alga coklat *Sargassum* sp. Agardh sebagai antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 167–178.
- Gomaa, M., Al-Badaani, A. A., Hifney, A. F., & Adam, M. S. (2022). Utilization of cellulose and ulvan from the green seaweed *Ulva lactuca* in the development

- of composite edible films with natural antioxidant properties. *Journal of Applied Phycology*, 34(5), 2615–2626. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02786-z>
- Hadiyanto, H., & Nur, M. A. (2012). *Mikroalga: Sumber Pangan & Energi Masa Depan*. Undip Press.
- Hasanah, M., Maharani, B., & Munarsih, E. (2017). Daya antioksidan ekstrak dan fraksi daun kopi robusta (*Coffea robusta*) terhadap pereaksi DPPH (2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 4(2), 42–49.
- Hasnaeni, H., & Wisdawati, W. (2019). Pengaruh metode ekstraksi terhadap rendemen dan kadar fenolik ekstrak tanaman Kayu Beta-beta (*Lunasia amara Blanco*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)(e-Journal)*, 5(2), 175–182.
- Hidayati, J. R., Ridlo, A., & Pramesti, R. (2017). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut Padina sp. Dari Perairan Bandengan Jepara Dengan Metode Transfer Elektron. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 46–52.
- Hussain, T., Tan, B., Yin, Y., Blachier, F., Tossou, M. C. B., & Rahu, N. (2016). Oxidative stress and inflammation: what polyphenols can do for us? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016.
- Inayah, N., & Masruri, M. (2021). Free-Radical Scavenging Activity (FRSA) of Secondary Metabolite Extracted from Indonesian *Eucheuma spinosum*. *ALCHEMY*, 9(1), 1–6.
- Ismail, M. M., Alotaibi, B. S., & El-Sheekh, M. M. (2020). Therapeutic uses of red macroalgae. *Molecules*, 25(19), 4411.
- Karthikeyan, R., Somasundaram, S. T., Manivasagam, T., Balasubramanian, T., & Anantharaman, P. (2010). Hepatoprotective activity of brown alga *Padina boergesenii* against CCl<sub>4</sub> induced oxidative damage in Wistar rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3(9), 696–701.
- Kasitowati, R. D., Wahyudi, A., Asmara, R., Aliviyanti, D., Iranawati, F., Panjaitan, M. A. P., Pratiwi, D. C., & Arsad, S. (2021). Identification photoprotective activity of marine seaweed: *Eucheuma* sp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679(1), 012014.
- Khalid, S., Abbas, M., Saeed, F., Bader-Ul-Ain, H., & Suleria, H. A. R. (2018). *Therapeutic potential of seaweed bioactive compounds*. IntechOpen London, UK:
- Khotimah, K. K., Darius, D. D., & Sasmito, B. B. (2013). Uji Aktivitas Senyawa Aktif Alga Coklat (*Sargassum fillipendulla*) Sebagai Antioksidan pada Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*). *JURNAL TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN*, 1.
- Kohen, R., & Nyska, A. (2002). Invited review: Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology*, 30(6), 620–650.
- Ling, A. L. M., Yasir, S., Matanjun, P., & Abu Bakar, M. F. (2015). Effect of different drying techniques on the phytochemical content and antioxidant activity of *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Applied Phycology*, 27(4), 1717–1723.
- Liswandari, M. S. (2018). Uji aktivitas antibakteri alga hijau (*Ulva* sp.) dari pantai Sorido Biak terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 1(1).
- Lumbessy, S. Y., Setyowati, D. N., Mukhlis, A., Lestari, D. P., & Azhar, F. (2020). Komposisi Nutrisi dan Kandungan Pigmen Fotosintesis Tiga Spesies Alga Merah (*Rhodophyta* sp.) Hasil Budidaya. *Journal of Marine Research*, 9(4), 431–438.
- Michalak, I., Tiwari, R., Dhawan, M., Alagawany, M., Farag, M. R., Sharun, K., Emran, T. bin, & Dhama, K. (2022). Antioxidant effects of seaweeds and their active compounds on animal health and production—a review. *Veterinary Quarterly*, 42(1), 48–67.
- Mirghani, M. E. S., Elnour, A. A. M., Kabbashi, N. A., Alam, M. Z., Musa, K. H., & Abdullah, A. (2018). Determination of antioxidant activity of gum arabic: An exudation from two different locations. *Sci Asia*, 44(2018), 179–186.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn J. Sci. Technol*, 26(2), 211–219.
- Mutiara, R., Djangi, M. J., & Herawati, N. (2016). Isolasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Kulit Buah Mangrove Pidada (*Sonneratia caseolaris*). *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 17(2), 52–62.

- Najjoan, J. J. (2016). Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun tiga (*Allophylus cobbe* L.). *Pharmacon*, 5(1).
- Nasution, P. A., Batubara, R., & Surjanto, S. (2015). Tingkat Kekuatan Antioksidan Dan Kesukaan Masyarakat Terhadap Teh Daun Gaharu (*Aquilaria Malaccensis* Lamk) Berdasarkan Pohon Induksi Dan Non-induksi. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(1), 10–21.
- Parthiban, C., Saranya, C., Somasundaram, S. T., & Anantharaman, P. (2014). Antioxidant activities of some selected seaweeds From Tuticorin coast, Tamilnadu, India. *Int. J. Phytopharm. Res*, 5(1), 36–41.
- Prasedya, E. S., Martyasari, N. W. R., Apriani, R., Mayshara, S., Fanani, R. A., & Sunarpi, H. (2019). Antioxidant activity of *Ulva lactuca* L. from different coastal locations of Lombok Island, Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2199(1), 020003.
- Putra, R. P. (2018). *Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Fukoidan Hasil Isolasi Dari Rumput Laut Coklat (Sargassum ilicifolium (Turner) C. Agard)*.
- Putri, T., Arsianti, A., Subroto, P. A. M., & Lesmana, E. (2019). Phytochemical analysis and antioxidant activity of marine algae *Euclima* Sp. *AIP Conference Proceedings*, 2092(1), 030016.
- Sami, F. J., Soekamto, N. H., Firdaus, F., & Latip, J. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Beberapa Ekstrak Alga Coklat *Sargassum polycystum* dan *Turbinaria Deccurens* Asal Pulau Dutungan Sulawesi Selatan Terhadap Radikal DPPH. *Jurnal Kimia Riset*, 4(1), 1–6.
- Tarigan, N. (2020). Eksplorasi Keanekaragaman Makroalga di Perairan Londalima Kabupaten Sumba Timur. *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 5(1), 37–43.
- Thangaraj, P. (2016). In vitro antioxidant assays. In *Pharmacological Assays of Plant-Based Natural Products* (pp. 57–72). Springer.
- Xia, S., Wang, K., Wan, L., Li, A., Hu, Q., & Zhang, C. (2013). Production, characterization, and antioxidant activity of fucoxanthin from the marine diatom *Odontella aurita*. *Marine Drugs*, 11(7), 2667–2681.
- Yanuarti, R., Nurjanah, N., Anwar, E., & Pratama, G. (2017). Kandungan senyawa penangkal sinar ultra violet dari ekstrak rumput laut *Euclima cottonii* dan *Turbinaria conoides*. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 34(2), 51–58.
- Yende, S. R., Harle, U. N., & Chaugule, B. B. (2014). Therapeutic potential and health benefits of *Sargassum* species. *Pharmacognosy Reviews*, 8(15), 1.
- Zhang, Q.-W., Lin, L.-G., & Ye, W.-C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese Medicine*, 13(1), 1–26.