



Jenis-Jenis Makroalga di Permandian Air Panas Desa Marana Kecamatan Sindue

**¹Nur Hidayanti, ^{2*}Musdalifa Nurdin, ³Isnainar, ⁴Aan Febriawan ⁵Lestari
Alibasyah, ⁶Lilies**

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: ifah_nurdin@yahoo.com

Received: May 2025; Revised: May 2025; Accepted: June 2025; Published: June 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi jenis-jenis makroalga yang terdapat di permandian air panas Desa Marana, Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan teknik pengambilan sampel secara koleksi bebas. Pengambilan sampel dilakukan secara langsung di lima titik sumber mata air panas yang berada di sekitar lokasi penelitian. Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif dan diidentifikasi menggunakan kunci determinasi serta bantuan gambar taksonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima jenis makroalga yang tergolong ke dalam tiga kelas, yaitu Chlorophyta, Phaeophyta, dan Cyanobacteria. Kelas Chlorophyta (makroalga hijau) terdiri atas tiga jenis, yaitu *Ulva lactuca*, *Cladophora glomerata*, dan *Spirogyra* sp. Kelas Phaeophyta (makroalga coklat) hanya terdiri dari satu jenis, yaitu *Saccharina latissima*. Kelas Cyanobacteria (makroalga biru-hijau) terdiri dari satu jenis, yaitu *Noctos* sp. Keberadaan jenis-jenis makroalga tersebut menunjukkan adanya keanekaragaman hayati yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembelajaran berbasis lingkungan dan sebagai informasi dasar untuk penelitian lanjutan di bidang ekologi perairan.

Kata Kunci: Makroalga; inventarisasi spesies; permandian air panas marana

Abstract: This study aims to inventory the types of macroalgae found in the hot springs of Marana Village, Sindue District, Donggala Regency. This research used descriptive quantitative method with free collection sampling technique. Sampling was carried out directly at five points of hot springs around the research location. Observation data were analyzed descriptively and identified using the determination key and the help of taxonomic images. The results showed that there were five types of macroalgae classified into three classes, namely Chlorophyta, Phaeophyta, and Cyanobacteria. Chlorophyta class (green macroalgae) consists of three species, namely *Ulva lactuca*, *Cladophora glomerata*, and *Spirogyra* sp. Phaeophyta class (brown macroalgae) consists of only one species, namely *Saccharina latissima*. The Cyanobacteria class (blue-green macroalgae) consists of one species, namely *Noctos* sp. The existence of these types of macroalgae indicates the existence of biodiversity that can be utilized as a source of environment-based learning and as basic information for further research in the field of aquatic ecology.

Keywords: Macroalgae; species inventory; marana hot springs

How to Cite: Hidayanti, N., Nurdin, M., Isnainar, I., Febriawan, A., Alibasyah, L., & Lilies, L. (2025). Jenis-Jenis Makroalga di Permandian Air Panas Desa Marana Kecamatan Sindue. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 1229-1235. doi:<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.16563>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.16563>

Copyright© 2025, Hidayanti et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas yang memiliki kekayaan hayati yang luar biasa, baik di daratan maupun di laut. Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia yang menjadi habitat berbagai jenis biota laut, termasuk makroalga. Menurut Marianingsih *et al.* (2013), perairan Indonesia mencakup sekitar 6,42% dari total keanekaragaman hayati makroalga dunia, menjadikannya sebagai salah satu pusat distribusi utama organisme ini. Keanekaragaman makroalga tersebut mencerminkan pentingnya konservasi dan inventarisasi dalam mendukung pengelolaan sumber daya laut secara berkelanjutan (Subagio *et al.*, 2019).

Makroalga yang umum dikenal sebagai rumput laut, merupakan organisme fotosintetik yang termasuk dalam kelompok Protista. Organisme ini memiliki struktur tubuh berupa thallus, tidak memiliki akar, batang, maupun daun sejati seperti tumbuhan tingkat tinggi. Meskipun demikian, mereka memiliki plastida yang mengandung klorofil a dan b serta pigmen tambahan seperti phycocyanin dan phycoerythrin yang memberikan warna khas pada makroalga, seperti hijau, merah, dan coklat (Ghazali *et al.*, 2018). Pigmen ini memungkinkan makroalga melakukan fotosintesis dan berkontribusi dalam rantai makanan di ekosistem perairan.

Makroalga tersebar luas di berbagai habitat laut, termasuk terumbu karang, hutan bakau, dan substrat berbatu. Makroalga tumbuh baik di zona intertidal hingga subtidal dan dapat ditemukan hidup bebas maupun menempel pada substrat seperti batu atau organisme lain (Ghazali *et al.*, 2018). Beberapa jenis makroalga bahkan telah berhasil dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, budidaya rumput laut menghadapi tantangan seperti pertumbuhan epifit dan perubahan lingkungan yang dapat mempengaruhi produktivitas (Marianingsih *et al.*, 2013).

Salah satu lokasi unik yang berpotensi menjadi habitat makroalga adalah sumber air panas alami yang berada di kawasan pesisir. Fenomena ini ditemukan di Desa Marana, Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala, yang terletak di sebelah utara Kota Palu, sekitar 41 km dari pusat kota. Desa ini memiliki lima titik sumber air panas yang terletak tepat di tepi pantai, dan masing-masing ditandai oleh sumur kecil yang dibuat oleh masyarakat setempat. Keberadaan kombinasi antara perairan laut dan air panas menciptakan kondisi lingkungan yang unik dan berpotensi mendukung pertumbuhan spesies makroalga yang spesifik (Subagio *et al.*, 2019).

Hasil observasi awal menunjukkan adanya makroalga yang tumbuh di sekitar kawasan sumber air panas tersebut. Namun, jenis-jenis makroalga tersebut belum diketahui secara pasti, mengingat habitat air panas di tepi pantai merupakan lingkungan yang jarang dieksplorasi dalam konteks keanekaragaman makroalga. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan penelitian lebih lanjut guna mengidentifikasi jenis-jenis makroalga yang hidup di permandian air panas Desa Marana. Tujuan penelitian ini adalah untuk menginventarisasi jenis-jenis makroalga yang terdapat di permandian air panas Desa Marana. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menambah data keanekaragaman hayati laut Indonesia serta sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan berbasis lingkungan lokal (Marianingsih *et al.*, 2013).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menginventarisasi jenis-jenis makroalga yang tumbuh di lingkungan termal alami. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk memetakan keanekaragaman makroalga dan mengaitkannya dengan parameter fisika-kimia di lingkungan sumber air panas. Desain penelitian ini memungkinkan analisis deskriptif atas ciri-ciri morfologi dan kuantifikasi parameter lingkungan secara langsung, serta memanfaatkan data numerik untuk menguji hubungan antarvariabel ekologis yang diamati.

Penelitian dilaksanakan di lima lokasi sumber air panas pesisir yang terdapat di Desa Marana, Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada keberadaan aktivitas hidrotermal alami yang dapat memunculkan habitat mikro unik untuk pertumbuhan makroalga. Penelitian dilaksanakan selama periode April hingga Juni 2025, bertepatan dengan musim peralihan yang memungkinkan kondisi surut laut yang optimal untuk pengamatan langsung di lapangan. Penentuan lokasi penelitian dilakukan melalui survei

pendahuluan untuk mengidentifikasi titik keluarnya air panas dan karakteristik fisik masing-masing sumur. Peneliti menetapkan satu stasiun pengamatan di setiap sumur, dengan radius pengamatan 1 meter dari pusat keluarnya air panas. Setiap stasiun diidentifikasi menggunakan koordinat GPS dan dideskripsikan berdasarkan kondisi substrat, intensitas aliran, serta tingkat kelembapan permukaan.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh makroalga yang tumbuh pada substrat terendam, lembap, atau area transisi di sekitar lima sumur air panas tersebut. Sampel diambil secara koleksi bebas dari substrat alami seperti batu, sedimen, dan struktur buatan, dengan talus makroalga berukuran ≥ 1 cm sebagai batas minimum yang dikoleksi. Teknik sampling dilakukan dalam plot kuadrat $0,25 \text{ m}^2$ sebanyak tiga kali ulangan per stasiun (total 15 plot), untuk menjamin representasi ekologis yang andal dan replikasi data yang cukup. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup instrumen lapangan dan laboratorium, yaitu: termometer digital, pH meter portabel, pinset steril, mistar 30 cm, kamera digital resolusi 48 MP, kantong plastik berlabel, formalin 4% untuk fiksasi sementara, serta kertas HVS sebagai alas dokumentasi. Untuk identifikasi morfologi, digunakan kunci determinasi makroalga dari Gunawan (2018), Dewi (2018), Laila (2021), dan Mudrikah (2021).

Prosedur pelaksanaan dimulai dengan pengumpulan data lapangan saat kondisi surut terendah guna meminimalkan gangguan pasang-surut dan memastikan akses ke zona pertumbuhan makroalga. Di setiap stasiun, peneliti mencatat suhu dan pH air secara in-situ pada kedalaman ± 10 cm. Makroalga yang dikoleksi dicuci dengan air payau, diamati makromorfologinya di bawah lampu putih 6.500 K, kemudian difiksasi dengan formalin 4%. Peneliti juga melakukan verifikasi mikroskopis melalui sayatan tipis bila ciri morfologi tampak ambigu. Seluruh spesimen difoto (resolusi 4000×3000 px) dan diarsipkan. Validitas identifikasi diperkuat melalui konfirmasi dua taksonomis independen secara double-blind, dengan nilai koefisien kesepakatan *interrater Cohen's Kappa* (κ) $> 0,85$, sebagai indikator reliabilitas tinggi. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah individu makroalga per spesies per plot, nilai suhu, dan pH. Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan *Microsoft Excel* 365 dan *SPSS* versi 26. Dengan langkah awal stasiun dianalisis menggunakan penghitungan:

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'):

Indeks ini digunakan untuk mengukur keragaman spesies dalam suatu komunitas, dengan mempertimbangkan jumlah spesies dan seberapa seimbang populasinya. Shannon & Weaver (1949) mengembangkan indeks ini untuk menjelaskan keragaman informasi dalam sistem, yang kemudian diadopsi dalam ekologi untuk menggambarkan keanekaragaman hayati.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

n_i = Jumlah individu dari suatu jenis ke- i

s = Jumlah total individu seluruh jenis

P_i = n_i/N = sebagai proporsi jenis ke- i

Evenness (E):

Evenness menunjukkan sejauh mana distribusi individu antar spesies merata dalam komunitas. Menurut Pielou (1966), nilai evenness yang tinggi menunjukkan bahwa komunitas lebih seimbang dan tidak didominasi oleh satu spesies saja.

$$E = \frac{H'}{\ln s}$$

Keterangan:

E : Indeks kemerataan Spesies (evenness)

H' : Indeks keanekaragaman ShannonWiener

Ln : adalah logaritma natural.

S : jumlah spesies dalam komunitas.

Korelasi Pearson digunakan untuk menguji hubungan antara parameter lingkungan (suhu dan pH) dengan kelimpahan spesies dominan, menggunakan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil numerik disajikan dalam bentuk tabel dan diagram batang untuk memvisualisasikan pola distribusi spasial spesies makroalga. Interpretasi kualitatif difokuskan pada ciri morfologi utama yang membedakan kelas Chlorophyta, Phaeophyta, dan Cyanobacteria, serta analisis ekologis mengenai toleransi suhu dan pH berdasarkan literatur tropis terkini. Validitas temuan dijaga melalui teknik data triangulation, yaitu perbandingan hasil dari identifikasi dua peneliti, konfirmasi antara pengamatan lapangan dan laboratorium, serta pengulangan analisis statistik oleh analis independen.

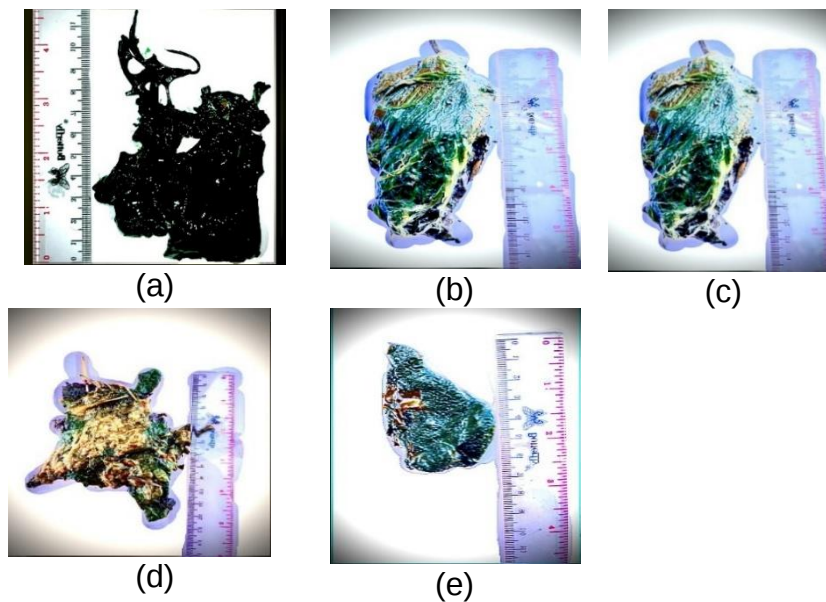
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan di lima titik sumber air panas di permandian Desa Marana, Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala, bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis makroalga yang mampu bertahan hidup di lingkungan bersuhu tinggi. Hasil yang didapatkan memperlihatkan adanya keanekaragaman taksonomi makroalga yang menyesuaikan dengan kondisi ekologis ekstrem di lokasi tersebut. Jenis-jenis makroalga yang berhasil diidentifikasi disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis makroalga yang ditemukan di permandian air panas Desa Marana berdasarkan taksonomi morfologi makroalga

No	Kelas	Bangsa	Suku	Marga	Jenis
1.	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva	<i>Ulva lactuca</i>
2	Chlorophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	Cladophora	<i>Cladophora glomerata</i>
3	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Spirogyra	<i>Spirogyra</i> sp.
4	Phaeophyceae	Laminariales	Laminariaceae	Saccharina	<i>Saccharina latissima</i>
5	Chyanophyta	Chroococcales	Nostocaceae	Nostoc	<i>Nostoc</i> sp

Penelitian yang dilakukan di kawasan permandian air panas Desa Marana, Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala, pada Tabel 4.1 menemukan lima jenis makroalga dari tiga divisi utama, yaitu Chlorophyta (*Ulva lactuca*, *Cladophora glomerata*, dan *Spirogyra* sp.), Phaeophyta (*Saccharina latissima*), dan Cyanobacteria (*Nostoc* sp.). Jumlah individu terbanyak berasal dari *Ulva lactuca* dengan 20 individu, disusul *Cladophora glomerata* (19), *Spirogyra* sp. (15), *Nostoc* sp. (17), dan *Saccharina latissima* (10). menunjukkan bahwa terdapat lima spesies makroalga yang termasuk dalam tiga kelompok besar: Chlorophyta (makroalga hijau), Phaeophyta (makroalga coklat), dan Cyanobacteria (makroalga biru-hijau). Kelompok Chlorophyta merupakan yang paling dominan dari segi jumlah dan persebaran Pola dominasi makroalga hijau ini mengindikasikan adanya toleransi yang tinggi terhadap kondisi perairan dengan suhu panas dan substrat keras. Informasi taksonomi kelima spesies tersebut dirangkum secara jelas.



Gambar 1. (a) *Ulva Lactuca*, (b) *Cladophora glomerata*, (c) *Spirogyra* sp. (d) *Saccharina latissimi*, (e) *Nostoc* sp.

Kondisi lingkungan di Permandian Air Panas Desa Marana yang memiliki suhu berkisar antara 51–53°C dan pH 8,21–8,23 merupakan habitat yang tidak umum, namun mampu mendukung pertumbuhan jenis-jenis makroalga tertentu, terutama dari kelas Chlorophyta. Suhu tinggi dan kondisi basa merupakan faktor yang sering kali membatasi keberadaan organisme, tetapi Chlorophyta diketahui memiliki kemampuan adaptasi terhadap suhu ekstrem dan intensitas cahaya tinggi, sebagaimana dijelaskan oleh Andini *et al.* (2023) dalam kajiannya mengenai toleransi makroalga terhadap lingkungan ekstrem. Penelitian tersebut memperkuat temuan di lokasi ini bahwa *Ulva lactuca* dan *Cladophora glomerata* mampu bertahan dan tumbuh baik di substrat berbatu yang terkena paparan sinar matahari langsung.

Kesesuaian ini juga tercermin dalam studi Widiana *et al.* (2013) yang meneliti keberadaan Chlorophyta dan Cyanobacteria di habitat serupa, yakni Cagar Alam Rimbo Panti. Meskipun jumlah jenis yang ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan Lokasi di Desa Marana, kemiripan dalam dominasi kelompok menunjukkan bahwa suhu dan pH tinggi menjadi faktor penentu dalam seleksi alami komunitas makroalga. Selain itu, pandangan klasik dari Round (1971) dan Kuncoro (2004) tentang kisaran toleransi suhu dan pH pada makroalga tetap relevan, di mana pH optimal berkisar antara 7,9–8,3 dan suhu toleransi bahkan bisa mencapai 90°C untuk beberapa spesies alga ekstremofil. Penyesuaian fisiologis makroalga terhadap lingkungan ini menunjukkan adanya filtrasi alami yang mendukung spesies tertentu.

Distribusi spesial makroalga di lokasi penelitian menunjukkan hubungan erat dengan jenis substrat dan cahaya. Substrat keras seperti batu menjadi media utama bagi pertumbuhan *Ulva lactuca* dan *Cladophora glomerata*, sementara *Nostoc* sp. cenderung hidup di substrat berlumpur yang kaya mineral. Kondisi ini menunjukkan pentingnya struktur substrat dan ketersediaan cahaya sebagai determinan dalam ekologi komunitas makroalga, yang juga dikonfirmasi oleh hasil studi Wahyuni & Saad (2020), di mana disebutkan bahwa substrat keras mendukung pertumbuhan epilitik lebih stabil dan tahan terhadap fluktuasi fisik-kimia. Cyanobacteria seperti *Nostoc* sp. memiliki kemampuan unik membentuk matriks lendir sebagai bentuk proteksi dari lingkungan yang ekstrem, sebagaimana juga disampaikan dalam hasil penelitian

Damayanti *et al.* (2022) yang meneliti adaptasi fisiologis *Nostoc* di sumber air panas alami.

Prosedur identifikasi jenis makroalga yang dilakukan di lokasi ini melalui metode transek dan dokumentasi in situ, menghasilkan data primer yang berharga dalam pemetaan biodiversitas lokal perairan panas. Hal ini menjadi penting mengingat keterbatasan data eksploratif pada ekosistem termal tropis, sebagaimana diutarakan oleh Lestari *et al.* (2021), yang menyebutkan perlunya metodologi eksplorasi yang disesuaikan dengan kondisi ekstrem agar hasil yang diperoleh representatif terhadap kondisi ekologis sesungguhnya. Dari segi jumlah spesies yang ditemukan, kawasan di Desa Marana memperlihatkan keanekaragaman yang lebih rendah dibandingkan dengan Cagar Alam Rimbo Panti yang memiliki 11 jenis dari kelas Bacillariophyceae dan Cyanophyceae. Hanya lima jenis dari tiga kelas yang ditemukan di Desa Marana. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh tingkat gangguan antropogenik yang lebih tinggi di Desa Marana, mengingat wilayah ini telah mengalami tekanan pembangunan fasilitas wisata serta aktivitas manusia lainnya. Srimariana *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pembangunan di sekitar kawasan sumber air panas berdampak nyata pada penurunan indeks keanekaragaman hayati, terutama bagi organisme sensitif seperti makroalga.

Meskipun demikian, kehadiran kelompok Chlorophyta dan Cyanobacteria di kedua lokasi tetap memperlihatkan pola kesamaan ekologis bahwa lingkungan panas dan mineralik mendukung keberadaan kelompok tersebut. Perbandingan antar-lokasi seperti ini bukan hanya menggambarkan variasi biodiversitas, tetapi juga menawarkan pendekatan praktis untuk analisis pengaruh ekologis lokal terhadap komunitas akuatik. Seperti disarankan oleh Fitriani *et al.* (2019), pendekatan spasial-komparatif penting dalam menyusun basis data untuk pengelolaan konservasi berbasis potensi hayati lokal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan perairan panas Desa Marana yang bersuhu 51–53°C dan pH 8,21–8,23 mendukung pertumbuhan makroalga tertentu, terutama dari kelas *Chlorophyta* dan *Cyanobacteria*. Jenis-jenis seperti *Ulva lactuca*, *Cladophora glomerata*, dan *Nostoc sp.* menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik terhadap suhu tinggi, cahaya langsung, dan jenis substrat seperti batu serta lumpur kaya mineral. Faktor lingkungan seperti suhu, pH, substrat, dan pencahayaan terbukti berperan penting dalam memengaruhi distribusi dan kelimpahan makroalga.

REKOMENDASI

Penulis merekomendasi agar dilakukan pemantauan jangka panjang terhadap kondisi lingkungan perairan air panas Desa Marana untuk menjaga keberadaan makroalga yang khas. Selain itu, diperlukan upaya konservasi dan pengelolaan kawasan wisata yang ramah lingkungan agar keanekaragaman hayati tetap terjaga serta diharapkan penelitian lanjutan untuk mengkaji potensi ekologis dan ekonomis makroalga yang ditemukan sebagai dasar pengembangan bioprospeksi lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pembimbing saya ibu Dra Hj. Musdalifah Nurdin, M.Si. dan ibu Isnainar, S.P., M.Si. dan tim peneliti lainnya, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik berupa bimbingan, fasilitas, maupun motivasi yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, N., Wahyuni, S., & Yuliana, R. (2023). Keanekaragaman Protista makroalga di kawasan Teluk Bayur, Padang Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 28(2), 45–55.
- Dewi, M. (2018). Identifikasi dan deskripsi *Ulva lactuca* di pesisir Pameungpeuk, Jawa Barat. *Biosfera: Jurnal Biologi*, 10(1), 12–20.
- Damayanti, N. R., Setiawan, E., & Pramono, G. H. (2022). Respon fisiologis *Nostoc* sp. terhadap parameter lingkungan di sumber air panas alami. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(3), 241–250. <https://doi.org/10.24843/JBT.2022.v20.i03.p03>
- Fitriani, D., Suryani, L., & Rahman, R. (2019). Pemetaan Keanekaragaman Makroalga sebagai Dasar Zonasi Ekowisata Bahari di Perairan Tropis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 75–84. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.75-84>
- Ghazali, M., Zamzami, M., & Puspita, E. (2018). Komposisi makroalga pada habitat terumbu karang di Selat Makassar. *Indonesian Journal of Marine Science*, 23(1), 1–9.
- Gunawan, T. (2018). *Kunci determinasi makroalga tropis Indonesia* (Ed. 2). Penerbit Universitas X.
- Kuncoro, A. (2004). Hubungan pH perairan dengan produktivitas alga di ekosistem tropik. *Ecological Studies*, 8(4), 211–219.
- Laila, M. (2021). Panduan identifikasi Chlorophyta air panas. Pusat Biologi LIPI.
- Lestari, D. P., Harahap, F. H., & Nurhidayat, A. (2021). Eksplorasi Jenis Makroalga di Kawasan Perairan Panas Gunung Pancar. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 82–91. <https://doi.org/10.26554/jstl.v13i2.17612>
- Marianingsih, S., Busman, M., & Akhmad, M. (2013). Keanekaragaman makroalga Indonesia dan kontribusinya terhadap biodiversitas global. *Journal of Indonesian Marine Biodiversity*, 5(1):1–9.
- Mudrikah, A. (2021). *Atlas morfologi makroalga air laut Indonesia*. Balai Penelitian Kelautan.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York: Wiley.
- Odum, E. P. (1993). *Basic Ecology* (3rd ed.). Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13(1), 131–144.
- Round, F. E. (1971). *The ecology of algae*. Cambridge University Press.
- Srimariana, R., Zulfikar, Z., & Hidayat, M. (2020). Dampak Pembangunan terhadap Indeks Keanekaragaman Makroalga di Sumber Air Panas Sipoholon. *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 6(1), 33–42. <https://doi.org/10.32528/bioed.v6i1.4783>
- Subagio, U., Kasim, N., & Pratama, D. (2019). Pigmen makroalga dan implikasinya sebagai sumber antioksidan alami. *Indonesian Journal of Applied Phycology*, 14(3): 150–162.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Widiana, R., Sari, L., & Fitriani, E. (2013). Jenis-jenis alga epilitik pada sumber air panas Rimbo Panti, Pasaman. *Jurnal Biologi Sumatera*, 7(2): 25–33.
- Wahyuni, T., & Saad, S. (2020). Pengaruh Substrat terhadap Komunitas Alga Epilitik di Perairan Sungai Panas Karaha. *Jurnal Ekologi dan Lingkungan*, 21(1), 54–62. <https://doi.org/10.20886/jek.2020.21.1.54-62>