



## Identifikasi Jenis-Jenis Makroalga di Perairan Desa Kumbewaha Kabupaten Buton

Yuman Suhirman Sakti<sup>1\*</sup>, Jumiati<sup>1</sup>, La Aba<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Buton, Indonesia

\*Korespondensi, Email: [yumansuhirman@gmail.com](mailto:yumansuhirman@gmail.com)

### ABSTRAK

Makroalga merupakan salah satu sumberdaya alam hayati laut yang bernilai ekonomis dan memiliki peranan ekologis sebagai produsen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ciri-ciri morfologi makroalga yang terdapat di Perairan Desa Kumbewaha Kabupaten Buton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah dengan 3 stasiun. Penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu tahap observasi untuk menentukan lokasi penelitian, tahap pengambilan sampel serta pengukuran parameter lingkungan dan tahap identifikasi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di daerah intertidal Perairan Desa Kumbewaha Kabupaten Buton terdapat 15 Spesies Makroalga pada substrat pasir berlamun dan pasir berbatu, yang terdiri dari 11 jenis alga hijau (Chlorophyta), yaitu *Udotea flabellum*, *Boernetella sphaerica*, *Caulerpa peltate*, *Caulerpa resemosa*, *Caulerpa sertularoides*, *Caulerpa serrulata*, *Halimeda opuntia*, *Halimeda macroloba*, *Neomeris annulate*, *Ulva lactuca*, *Enteromorpha linza*, 2 jenis alga merah (Rhodophyta), *Galaxaura marginata* dan *Glacilaria salicornia*, dan 2 jenis alga cokelat (Phaeophyta) yaitu *Padina australis* dan *Turbinaria ornata*. Karakter morfologi dari spesies – spesies tersebut memiliki perbedaan dan persamaan baik dari warna thallus, bentuk thallus, tekstur, percabangan dan tipe holdfast.

### KATA KUNCI

Identifikasi; Makroalga; Pantai; Desa Kumbewaha.

### COPYRIGHT

© 2025 The Author(s): This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

## 1. Pendahuluan

Laut Indonesia memiliki keanekaragaman makroalga yang kaya, yang memainkan peran penting secara ekologis sekaligus bernilai ekonomi yang signifikan. Laut mencakup sebagian besar wilayah Indonesia, zona laut ini menjadi tempat tinggal bagi berbagai sumber daya hayati, termasuk makroalga. Makroalga merupakan spesies yang potensinya belum banyak dimanfaatkan. Makroalga, termasuk alga hijau (Chlorophyta), alga merah (Rhodophyta), dan alga coklat (Phaeophyta), Makroalga memiliki fungsi ekologi esensial sekaligus sebagai produsen dalam jaring-jaring makanan laut dan penting dalam stabilisasi habitat pesisir. Fungsi-fungsi ini tidak hanya mendukung keanekaragaman hayati laut tetapi juga memiliki peran ekonomi bagi masyarakat lokal yang bergantung pada ekosistem ini (Aprilia et al., 2023; Nurkolis et al., 2023).

Potensi makroalga tidak terbatas pada kontribusi ekologisnya, melainkan juga memiliki peran ekonomi, medis hingga energi. Makroalga digunakan dalam produksi pangan, farmasi, dan biofuel. Studi menunjukkan bahwa spesies seperti *Caulerpa* dan *Sargassum* memiliki jumlah yang melimpah dan mengandung senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan untuk kesehatan dan nutrisi (Nurkolis et al., 2023; Rashidi Othman

et al., 2019). Industri farmasi telah menunjukkan keefektifan senyawa yang berasal dari makroalga, yang memiliki sifat antioksidan, antikanker, dan anti-obesitas, sehingga menunjukkan potensi ekonomi yang besar (Nurkolis et al., 2023; Rashidi Othman et al., 2019). Selain itu, penggunaan makroalga untuk produksi bioenergi semakin populer, dengan sistem budidaya yang dikembangkan yang semakin canggih (Milledge et al., 2014; Olatunji et al., 2024).

Studi komprehensif yang mengeksplorasi distribusi dan keragaman makroalga, terutama di wilayah yang kurang dieksplorasi seperti Desa Kumbewaha di Sulawesi Tenggara, masih terbatas. Wilayah ini ditandai dengan substrat yang beragam yang mendukung spesies yang beragam, menciptakan lingkungan ideal untuk penelitian. Menyelidiki hubungan antara jenis substrat yang berbeda dan distribusi spesies makroalga dapat memberikan wawasan baru tentang peran ekologi organisme ini dalam sistem pesisir (Anam et al., 2019; Aprilia et al., 2023). Selain itu, pemahaman tentang keragaman makroalga di wilayah ini memberikan data penting untuk upaya konservasi di masa depan dan pengelolaan sumber daya yang bertanggung jawab, yang sangat relevan mengingat Indonesia diklasifikasikan sebagai pusat keanekaragaman hayati dengan jumlah spesies makroalga yang melimpah (Aprilia et al., 2023; Nurkolis et al., 2023).

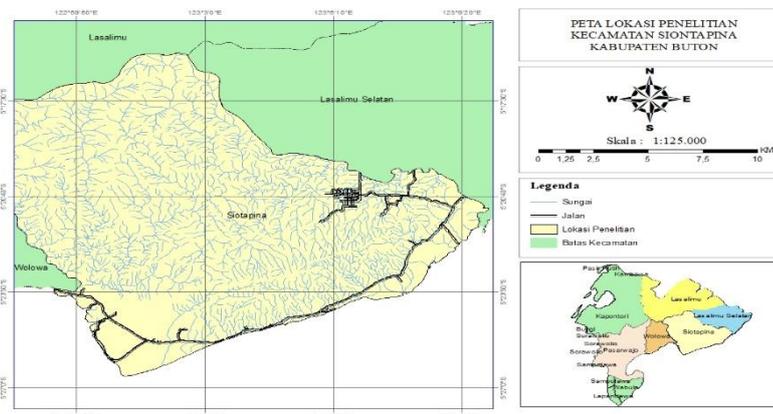
Seiring dengan perubahan iklim yang sedang terjadi, penting untuk memprediksi bagaimana perubahan kondisi lingkungan memengaruhi distribusi makroalga dan ekosistem di sekitarnya. Penelitian berupaya untuk memeriksa bahwa faktor iklim, termasuk suhu dan ketersediaan nutrisi, secara langsung memengaruhi kinerja makroalga dan kesesuaian habitatnya, yang mungkin berubah seiring dengan skenario pemanasan global (Pernet et al., 2021; Román et al., 2020). Oleh karena itu, mendokumentasikan dan mengevaluasi makroalga di berbagai wilayah, termasuk zona intertidal Desa Kumbewaha, tidak hanya akan memperkuat pemahaman ilmiah saat ini tentang keanekaragaman hayati laut tetapi juga memberikan informasi untuk praktik berkelanjutan yang melestarikan warisan alam Indonesia yang kaya.

Meskipun makroalga sangat penting bagi fungsi ekologi dan aplikasi ekonomi, literatur yang ada menunjukkan bahwa penelitian komprehensif tentang keanekaragaman, distribusi, dan peran ekologi makroalga di wilayah pesisir Indonesia masih kurang diteliti. Meskipun beberapa studi telah fokus pada wilayah yang sudah mapan, eksplorasi komunitas makroalga di wilayah tertentu, terutama yang memiliki kondisi lingkungan kompleks seperti Desa Kumbewaha, masih terbatas. Selain itu, pengaruh variabel lingkungan, termasuk jenis substrat dan perubahan iklim, terhadap distribusi makroalga di wilayah-wilayah tersebut belum sepenuhnya dipahami. Studi ini bertujuan untuk menyediakan inventarisasi rinci spesies makroalga di zona pasang surut Desa Kumbewaha, menganalisis pengaruh parameter lingkungan terhadap distribusinya, dan berkontribusi pada strategi konservasi dan pengelolaan berkelanjutan yang lebih luas untuk ekosistem pesisir Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ciri-ciri morfologi makroalga yang terdapat di Perairan Desa Kumbewaha Kabupaten Buton.

## **2. Metode Penelitian**

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif kualitatif menggunakan teknik pengambilan sampel dengan metode jelajah dengan teknik purposive sampling pada dua stasiun yakni stasiun I dan II dengan substrat pasir berlamun dan stasiun III dengan substrat dominan pasir berbatu. Pengambilan sampel untuk setiap stasiun sejauh 100 m × 100 m. Pelaksanaan identifikasi jenis-jenis dilakukan di Laboratorium

IPA Dasar Universitas Muhammadiyah Buton. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: kamera, indikator universal, alat tulis, lux meter, kertas strimin, pengaris, secchi disk dan termometer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: sampel makroalga.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Perairan Pantai Desa Kumbewaha Kabupaten Buton.

Prosedur penelitian ini memiliki tiga tahapan yaitu tahap observasi, tahap pengambilan sampel dan tahap identifikasi. Tahap observasi dilakukan untuk mencari informasi dan mengetahui gambaran umum mengenai keadaan lokasi penelitian di Perairan Pantai Desa Kumbewaha. Pengambilan sampel anggota makroalga dilakukan pada saat air laut surut dengan menjelajah menyusuri bibir pantai di sepanjang zona intertidal pantai Desa Kumbewaha. Kemudian mencari dan mengumpulkan sampel makroalga yang terdapat pada lokasi penelitian. Sampel yang telah diperoleh, dimasukkan kedalam plastik agar tetap awet dan diberi label pada masing-masing sampel. Pengamatan parameter lingkungan meliputi pengukuran intensitas cahaya yang dilakukan dengan lux meter, suhu air dengan menggunakan termometer serta pH dengan menggunakan indikator universal dan mengukur kecerahan air laut menggunakan alat secchi disk.

Pada tahap akhir, yaitu dilakukan dengan mengumpulkan semua jenis makroalga yang ditemukan kemudian sampel diidentifikasi jenis-jenisnya. Setelah itu, sampel yang telah diidentifikasi diletakkan pada kertas strimin sebagai pengalasan, serta digunakan untuk mengukur panjang dan lebar suatu spesies dan didokumentasi dengan menggunakan kamera handphone. Identifikasi sampel makroalga mengacu pada jurnal dan artikel yang relevan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif, yaitu mendeskripsikan ciri morfologi jenis-jenis makroalga yaitu bentuk thalus, warna thalus, tekstur thalus, tipe percabangan, dan tipe holdfast yang ditemukan/diperoleh di Perairan Pantai Desa Kumbewaha Kabupaten Buton.

### 3. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan di perairan Desa Kumbewaha Kabupaten Buton diperoleh 15 (lima belas) spesies makroalga yang masing-masing tergolong dalam divisi, alga merah (Rhodophyta), alga coklat (Phaeophyta), dan alga hijau (Chlorophyta). Ketiga divisi ini ditemukan baik pada stasiun I dan II (substrat pasir berlamin) maupun stasiun III (substrat pasir berbatu). Secara detail dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Jenis-jenis Makroalga di perairan Pantai Desa Kumbewaha Kabupaten Buton

Divisi	Nama Spesies	Stasiun		
		I	II	III
Chlorophyta	<i>Udotea flabellum</i> (J. Ellis & Solander) M. Howe	-	+	-
	<i>Boermetella sphaerica</i> (Zanardini) Solms-Laubach	-	+	-
	<i>Caulerpa peltata</i> JV Lamouroux	+	-	-
	<i>Caulerpa rasemosa</i> (Forsskal) J.Agardh	+	+	+
	<i>Caulerpa sertularoides</i> (S.C Gmelin) M. Howe	+	+	+
	<i>Caulerpa serrulata</i> (Forsskal) J.Agardh	+	-	-
	<i>Halimeda opuntia</i> Linnaeus	+	+	+
	<i>Halimeda macroloba</i> Decaisne	+	+	+
	<i>Neomeris annulata</i> Dickie	+	+	+
	<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	+	-	-
	<i>Enteromorpha linza</i> (Linnaeus) J.Agardh	-	+	-
Rhodophyta	<i>Galaxaura marginata</i> (Ellis & Solander)	+	-	-
	<i>Glacilaria salicornia</i> (C. Agardh) Dawson	-	-	+
Phaeophyta	<i>Padina australis</i> Hauck	+	+	+
	<i>Turbinaria ornata</i> (Turner) J.Agardh	+	-	+

Keterangan: + = Ditemukan; - = Tidak ditemukan  
 Sumber: Diolah Berdasarkan Hasil Penelitian

**Tabel 2** Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

No.	Parameter lingkungan dan substrat	Lokasi Penelitian		
		Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
1	Suhu (C°)	29-32	30-34	30-33
2	pH	7	8	8
3	Kecerahan (m)	4	5	5
4	Intensitas Cahaya (lux)	1192 – 45.700		
5	Substrat	Pasir Berlamun	Pasir Berlamun	Pasir Berbatu

Sumber: Diolah Berdasarkan Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa pengukuran parameter lingkungan disetiap lokasi penelitian bervariasi. Kisaran suhu di lokasi penelitian adalah 29 °C-34 °C dengan substrat batu berkarang, berpasir, dan lamun berpasir. Sedangkan pengukuran pH menunjukkan nilai 7-8. Kecerahan pada lokasi penelitian berkisar 4-5 meter. Intensitas Cahaya pada lokasi penelitian berkisar 1192 – 45.700 lux.

#### 4. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil identifikasi di laboratorium telah diperoleh data dari 3 stasiun (I, II dan III) ditemukan 15 spesies makroalga (tabel 4.1) masing-masing tergolong dalam 3 (tiga) divisio yaitu Chlorophyta (alga hijau) Rhodophyta (alga merah), dan Phaeophyta (alga cokelat). Penelitian mengenai makroalga sudah banyak dilakukan di beberapa wilayah. Hasil penelitian yang dilakukan diperaian Pantai Lakaliba, Desa Lapandewa, Kabupaten Buton Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara ditemukan 17 spesies yang terdiri dari 3 divisio yaitu alga hijau sebanyak 7 spesies, alga cokelat sebanyak 4 spesies dan alga merah sebanyak 6 spesies (Fatimah et al., 2021).

Makroalga yang ditemukan di 3 stasiun penelitian yaitu *Caulerpa sertularoides*, *Caulerpa rasemosa*, *Halimeda opuntia*, *Halimeda macroloba*, *Neomeris annulata*, dan *Padina australis* dengan menempati substrat pasir berlamun dan berbatu (Tabel 4.2). Sedangkan makroalga yang hanya ditemukan pada stasiun I yaitu *Caulerpa peltata*, *Caulerpa serrulata*, *Ulva lactuca*, *Galaxaura marginata*, Makroalga yang ditemukan hanya pada stasiun II yaitu *Enteromorpha linza*, dan makroalga yang ditemukan pada stasiun III saja yaitu *Udotea flabellum*, *Bornetela sphaerica*, dan *Glacilaria salicornia*. Perbedaan yang ditemukan dari setiap stasiun akibat dari beberapa faktor berdasarkan kondisi substrat. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah substrat, sesuai apa yang diungkapkan oleh (Diansyah et al., 2018) bahwa keberadaan makroalga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan salah satunya substrat. Substrat sangat menjadi begitu penting karena merupakan habitat dari berbagai jenis alga, oleh karenanya beberapa jenis alga sangat menyukai jenis substrat yang seperti pasir berlamun dan berbatu.

Berdasarkan hasil pengamatan spesies terbanyak yang ditemukan adalah *Padina australis*, seiring dengan apa yang diungkapkan oleh Litaay (2014) bahwa perairan yang memiliki substrat pasir berlamun banyak ditempati oleh makroalga terutama pada jenis *Padina australis*. Hasil penelitian juga menunjukkan divisio dengan spesies terbanyak adalah divisio Chlorophyta (Tabel 4.2). Chlorophyta (alga hijau) merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga yang paling dominan. Chlorophyta berwarna hijau dikarenakan mengandung klorofil a dan b, alfa beta, koraten, dan lutein serta zeaxanthin sehingga memberikan warna hijau muda, hijau tua, dan hijau kekuningan pada chlorophyta (Fleurence & Levine, 2016). Pada *Udotea flabellum*, *Halimeda macroloba* dan *Halimeda opuntia* memiliki warna thallus hijau dan akan menjadi putih apabila mati/kering, karena mengandung zat kapur yang tinggi (Watung et al., 2016). Berdasarkan warna alga hijau memiliki warna hijau terang, yang berasal dari pigmen klorofil yang mereka miliki. untuk melakukan fotosintesis, yang merupakan proses dimana tumbuhan dan alga mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia yang dapat digunakan, bentuk sifat alga hijau ditemukan di berbagai habitat, mulai dari air tawar hingga air asin. Chlorophyta dapat hidup sebagai organisme uniseluler, kolonial, atau multiseluler. Ulvophyceae, termasuk alga hijau yang bentuknya seperti lembaran dan hidup di air laut. Charophyceae, berhubungan erat dengan tumbuhan darat dan memiliki struktur yang lebih kompleks. Tipe holdfast struktur alga melekat pada substrat, seperti batu atau tanah dasar, tipe holdfast bisa beragam, tergantung

pada spesies dan habitatnya. Beberapa memiliki struktur seperti rambut yang disebut rhizoid, sementara yang lain memiliki struktur yang lebih tebal dan kuat untuk melekat pada permukaan yang keras. Berdasarkan bentuk thallus mengacu pada tubuh alga yang tidak dibedakan menjadi akar, batang, dan daun seperti pada tumbuhan darat. Bentuk thallus pada Chlorophyta dapat beragam, dari yang uniseluler, filamen (seperti benang), hingga bentuk lembaran atau tabung misalnya, Chlamydomonas adalah alga uniseluler, Spirogyra memiliki bentuk filamen, dan Ulva memiliki bentuk lembaran (Diansyah et al., 2018). Bentuk percabangan thalus Chlorophyta yang kebanyakan berupa dichotomous (dua terus menerus), pectinate (berderet searah pada satu sisi talus utama) dan ada pula yang tidak bercabang (Palallo, 2013).

Divisio alga lain yang ditemukan di lokasi penelitian adalah Phaeophyta (alga cokelat) dan Rhodophyta (Alga merah). Alga cokelat memiliki karakteristik mengandung pigmen klorofil dan fikosantin sehingga alga ini berwarna cokelat, memiliki holdfast, thallus berbentuk kipas, lembaran, terdapat garis-garis berambut radial, mengalami pengapuran, dan ada juga yang berbentuk silindris serta morfologi daun berbentuk terompet dan bergerigi (Ginting et al., 2019). Alga cokelat ditemukan di lokasi penelitian dengan karakteristik berbeda-beda mulai dari warna cokelat muda sampai cokelat kekuningan, dan cokelat tua. Bentuk thallus pada alga coklat yang ditemukan adalah berbentuk lembaran tipis dan berbentuk keras dan tegak seperti pohon. Menurut Inem & Jahra (2014) thallus alga cokelat berbentuk lembaran, kipas, pipih, corong dengan pinggiran bergerigi serta memiliki percabangan silindrik dan percabangan tidak teratur. Ada 2 jenis alga cokelat yang ditemukan yaitu *Padina australis* dan *Turbinaria ornata*.

Divisio alga merah merupakan tumbuhan tingkat rendah yang umumnya tumbuh melekat pada substrat tertentu seperti pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya. Alga ini memiliki karakteristik di mana pigmen tubuhnya selain mengandung klorofil juga mengandung fikoeiritin sehingga disebut alga merah. Thallus ada yang berbentuk silindris, berduri rapat, percabangan berselang-seling, ada yang berbentuk pipih, permukaan thallus licin, ada yang thallusnya herbaceous ataupun silindris (Diansyah et al., 2018). Tipe holdfast dari alga merah dapat berupa rhizoid dan discoid (Watung et al., 2016).

Berdasarkan hasil pengukuran suhu yang dilakukan di perairan Kumbewaha Kabupaten Buton pada tiga stasiun penelitian memiliki suhu yang bervariasi. Kisaran suhu yang diperoleh di lokasi penelitian adalah 29 °C - 34 °C. Suhu optimal untuk pertumbuhan makroalga 25°C-30°C dan kenaikan suhu ini akan berpengaruh terhadap pola pertumbuhan, reproduksi, mortalitas, dan laju fotosintesis dari berbagai tumbuhan khususnya makroalga, selain itu kenaikan suhu perairan akan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (Papalia, 2013).

Hasil pengukuran pH yang dilakukan di setiap lokasi penelitian menunjukkan nilai indikator 7-8. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi perairan tersebut masih dalam batas normal (Kepel et al., 2018). Nilai pH sangat menentukan molekul karbon yang digunakan makroalga untuk berfotosintesis Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh (Lawrence, 2016) yang menyatakan bahwa pH yang baik dan sesuai untuk budidaya makroalga berkisar antara 6-9, kondisi pH maksimum untuk pertumbuhan rumput laut berkisar 6,8-8,2. (Sarifa et al., 2019).

## 5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut: 1) Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Perairan Desa Kumbewaha Kabupaten Buton ditemukan 15 spesies makroalga yang masing-masing tergolong dalam 3 (tiga) divisio yaitu Chlorophyta (alga hijau) Rhodophyta (alga merah), dan Phaeophyta (alga coklat)., pada divisio Chlorophyta ditemukan 11 spesies yaitu *Udotea flabellum*, *Caulerpa peltata*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa sertularoides*, *Caulerpa serrulata*, *Halimeda discoide*, *Halimeda opuntia*, *Neomeris annulata* *Boernetella Sphaerica*, *Ulva lactuca*, *Enteromopha linza* Pada divisio Rhodophyta ditemukan 2 spesies yaitu *Galaxaura marginata*, *Glacilaria salicornia*. Sedangkan pada divisio Phaeophyta ditemukan 2 spesies yaitu *Padina australis* dan *Turbinaria ornata*. 1) Ciri morfologi dari setiap makroalga berbeda-beda dari warna thallus ada yang berwarna merah kecokelatan, merah kekuningan, hijau kecokelatan, hijau tua sampai hijau muda, coklat muda sampai coklat tua. Bentuk thallus ada yang bulat sampai tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantong, dan rambut, serta memiliki percabangan yang berbeda ada percabangan sekunder, percabangan dichotoma, percabangan tidak beraturan, percabangan yang menyerupai pepohonan dan percabangan trichotoma.

## Daftar Pustaka

- Anam, C., Praseptiangga, D., Fajarningsih, N. D., Chasanah, E., & Yunus, A. (2019). Preliminary Characterization of Crude Lectins Fractions of Red Macroalgae Species Collected from the Southern Coast of Gunungkidul Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(4), 1309–1316. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.4.5200>
- Aprilia, D. H., Santanumurti, M. B., T. Jamal, M., Dewi Masithah, E., & Suciyo, S. (2023). Diversity, Abundance, and Distribution of Macroalgae in Coastal Ecotourism Areas — A Case Study at Baluran National Park, Situbondo, Indonesia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 46(1), 197–212. <https://doi.org/10.47836/pjtas.46.1.11>
- Diansyah, S., Kusumawati, I., & Hardinata, F. (2018). Inventarisasi Jenis-jenis Makroalga di Pantai Lhok Bubon Kecamatan Samatiga Kabupaten Aceh Barat. *JURNAL PERIKANAN TROPIS*, 5(1), 93. <https://doi.org/10.35308/jpt.v5i1.1029>
- Fatimah, K., Nurgayah, W., & Ira, . (2021). Keanekaragaman dan Pola Sebaran Makroalga di Daerah Intertidal di Perairan Pantai Lakaliba Kabupaten Buton Selatan. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*, 6(1), 21. <https://doi.org/10.33772/jsl.v6i1.17552>
- Fleurence, J., & Levine, I. (2016). Seaweed in Health and Disease Prevention. In J. Fleurence & I. Levine (Eds.), *Seaweed in Health and Disease Prevention* (1st ed.). Academic Press.
- Ginting, E. L., Rangan, L., Wantania, L. L., & Wullur, S. (2019). Isolation of Symbiotic Bacteria with Red Algae from Tongkaina Waters, North Sulawesi. *JURNAL ILMIAH PLATAX*, 7(2), 395. <https://doi.org/10.35800/jip.7.2.2019.23728>
- Kepel, R. C., Mantiri, D. M. H., Rumengan, A., & Nasprianto. (2018). The biodiversity of macroalgae in the coastal waters of Blongko Village, Sub-District of Sinonsayang,

- District of South Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 174. <https://doi.org/10.35800/jip.6.1.2018.19583>
- Milledge, J., Smith, B., Dyer, P., & Harvey, P. (2014). Macroalgae-Derived Biofuel: A Review of Methods of Energy Extraction from Seaweed Biomass. *Energies*, 7(11), 7194–7222. <https://doi.org/10.3390/en7117194>
- Nurkolis, F., Taslim, N. A., Qhabibi, F. R., Kang, S., Moon, M., Choi, J., Choi, M., Park, M. N., Mayulu, N., & Kim, B. (2023). Ulvophyte Green Algae *Caulerpa lentillifera*: Metabolites Profile and Antioxidant, Anticancer, Anti-Obesity, and In Vitro Cytotoxicity Properties. *Molecules*, 28(3), 1365. <https://doi.org/10.3390/molecules28031365>
- Olatunji, K. O., Madyira, D. M., & Amos, J. O. (2024). Sustainable enhancement of biogas and methane yield of macroalgae biomass using different pretreatment techniques: A mini-review. *Energy & Environment*, 35(2), 1050–1088. <https://doi.org/10.1177/0958305X231193869>
- Palallo, A. (2013). *Distribusi Makroalga pada Ekosistem Lamun dan Terumbu Karang di Pulau Bonebatang, Kecamatan Ujung Tanah, Kelurahan Barrang Lompo, Makassar* [Universitas Hasanuddin]. <http://repository.unhas.ac.id:443/id/eprint/8488>
- Pernet, C. R., Martinez-Cancino, R., Truong, D., Makeig, S., & Delorme, A. (2021). From BIDS-Formatted EEG Data to Sensor-Space Group Results: A Fully Reproducible Workflow with EEGLAB and LIMO EEG. *Frontiers in Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.610388>
- Rashidi Othman, Nur Alifah Md Amin, Ainaa Eliah Abu Bakar, Nurrulhidayah Ahmad Fadzillah, & Noraini Mahmud. (2019). Carotenoid Pigments of Red, Green and Brown Macroalgae Species as Potential Active Pharmaceutical Ingredients. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 9(1), 14–19. <https://doi.org/10.29169/1927-5951.2019.09.01.3>
- Román, M., Román, S., Vázquez, E., Troncoso, J., & Olabarria, C. (2020). Heatwaves during low tide are critical for the physiological performance of intertidal macroalgae under global warming scenarios. *Scientific Reports*, 10(1), 21408. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78526-5>
- Sarifa, S., Kasim, M., & Emiyarti. (2019). Komposisi Jenis dan Kepadatan Makroalga pada Jaring Kantung Apung Dengan dan Tanpa Menggunakan Sintetik Anti Fouling di Perairan Pantai Lakeba Kota Bau-bau. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 4(2).
- Watung, P. M. M., Kepel, R. C., & Lumingas, L. J. L. (2016). The inventory of macroalgae in the Mantehage Island waters, Wori sub-district, North Minahasa district in North Sulawesi Province. *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(2), 84. <https://doi.org/10.35800/jip.4.2.2016.14077>