

Inventarisasi dan Karakteristik Makroalga pada Substrat Berbatu di Pulau Reusam, Aceh Jaya

Inventory and Characteristics of Macroalgae on Rocky Substrates on Reusam Island, Aceh Jaya

Eka Lisdayanti^{1,*}, Nurul Najmi¹, Rahmawati², Friyuanita Lubis¹, Neneng Marlian¹

¹Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Meulaboh

²Program Studi Sumber Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Meulaboh

*Korespondensi: ekalisdayanti@utu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi dan mengidentifikasi karakteristik makroalga yang terdapat di substrat berbatu Pulau Reusam, Aceh Jaya. Survey ini dilakukan menggunakan metode eksplorasi pada tiga stasiun pengamatan, dengan pencatatan visual dan pengambilan sampel makroalga. Masing-masing stasiun diamati sepanjang 50 m sehingga seluruh stasiun pengamatan sepanjang 150 m. Identifikasi dilakukan berdasarkan morfologi makroalga yang mencakup bentuk, warna, dan struktur talus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pulau Reusam memiliki keanekaragaman makroalga yang terdiri dari dua divisi utama, yaitu Chlorophyta (alga hijau) dan Phaeophyta (alga coklat). Spesies yang ditemukan meliputi *Dictyota dichotoma*, *Sargassum aquifolium*, *Iyengaria stellata*, *Hincksia mitchelliae*, *Chaetomorpha indica* dan *C. crassa*. Gangguan lingkungan seperti substrat berbatu, paparan sinar matahari langsung dan hantaman gelombang kemungkinan menjadi faktor penentu jenis alga pada lokasi ini. Data ini menjadi studi pendahuluan yang dapat digunakan untuk Upaya konservasi dan pengelolaan dalam melindungi keanekaragaman makroalga di Pulau Reusam, Aceh Jaya. Selain itu, juga dapat menjadi data dasar yang penting untuk pengembangan potensi sumber daya laut di wilayah tersebut.

Kata Kunci: makroalga, substrat berbatu, pelekatan

Abstract

This study aims to inventory and identify the characteristics of macroalgae found on the rocky substrate of Reusam Island, Aceh Jaya. This survey was conducted using an exploration method at three observation stations, with visual recording and sampling of macroalgae. Each station was observed along 50 m so that the entire observation station was 150 m long. Identification was carried out based on the morphology of macroalgae which includes the shape, colour, and structure of the thallus. The results showed that Reusam Island has a diversity of macroalgae consisting of two main divisions, namely Chlorophyta (green algae) and Phaeophyta (brown algae). The species found include Dictyota dichotoma, Sargassum aquifolium, Iyengaria stellata, Hincksia mitchelliae, Chaetomorpha indica and C. crassa. Environmental disturbances such as rocky substrates, direct sunlight exposure and wave impacts are likely to be determining factors for the types of algae at the location. These data are a preliminary study that can be used for conservation and management efforts to protect the diversity of macroalgae on Reusam Island, Aceh Jaya. In addition, it can also be important basic data for the development of marine resource potential in the region.

Keywords: macroalgae, rocky substrate, attachment

PENDAHULUAN

Pulau Reusam merupakan salah satu pulau di Kabupaten Aceh Jaya yang memiliki potensi pariwisata, dengan pantai pasir putih dan berbatu. Makroalga ditemukan tersebar secara berbeda di sepanjang zona pasang surut dan dipengaruhi oleh perbedaan profil substrat dan tekanan lingkungan yang berasal dari aktivitas manusia (Handayani *et al.*, 2020). Sehingga memungkinkan pertumbuhan makroalga menempel pada substrat berbatu. Tsiamis *et al.* (2020) menambahkan adanya korelasi antara jenis substrat

dengan habitat rumput laut. Selanjutnya ditambahkan Supit *et al.*, (2024) bahwa jenis substrat akan sangat mempengaruhi komunitas makroalga. Daerah intertidal yang berbatu merupakan zona yang cukup ekstrem dengan substrat keras dan kondisi gelombang pasang surut besar. Kondisi ini dipastikan menjadi penentu karakteristik setiap makroalga yang hidup di pantai berbatu.

Distribusi dan struktur komunitas makroalga pada substrat berbatu sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor abiotik yaitu ketersediaan nutrien, paparan sinar matahari dan variasi pasang surut, morfologi pantai dan karakteristik pantai (Ramos *et al.*, 2016). Pertumbuhan makroalga di pantai intertidal dengan karakteristik pantai berbatu memiliki peran ekologis yang penting untuk komunitas invertebrata yang berada di habitat tersebut. Hal ini dibuktikan dari studi penelitian Raffo *et al.* (2014) yang dilakukan pada pantai berbatu dan mendapati kekayaan spesies makroalga dan invertebrata yang mendominasi suatu lingkungan perairan. Lingkungan perairan dengan pantai berbatu yang ditambah dengan aktivitas antropogenik menyebabkan dominasi pada morfotipe berkapur yang nantinya mengakibatkan perbedaan komunitas dan keanekaragaman hayati yang lebih rendah (Portugal *et al.*, 2017).

Studi literatur mengenai keberadaan makroalga pada daerah pasang surut diketahui telah lama menjadi fokus penelitian, utamanya mengenai komunitas pasang surut berbatu dan berpasir. Stotz *et al.* (2016) menjelaskan komunitas pesisir menunjukkan adanya pola zonasi yang terstruktur dan menggambarkan fungsi habitat dan komunitas yang tinggal di perairan tersebut. Jenis penelitian mengenai keberadaan makroalga telah coba diungkapkan seperti inventarisasi makroalga di Perairan Pantai Selatan Kabupaten Aceh Selatan (Rizki, 2023); pantai Lhok Bubon Kecamatan Samatiga, Aceh Barat ditemukan sebanyak 15 spesies yang tersebar pada habitat karang, *rubble* dan pasir lumpur (Diansyah *et al.*, 2018); Perairan Teluk Kabupaten Aceh Selatan (Fitria *et al.*, 2019a) yang menemukan sebanyak 23 spesies makroalga yang terdiri dari 3 kelas yang berbeda yaitu Chlorophyceae, Phaeophyceae dan Rhodophyceae; dan tepi laut Pantai Lhoknga Kabupaten Aceh Besar (Suwarniati, 2017). Selain itu, asosiasi makroalga pada ekosistem terumbu karang di Aceh Selatan dilaporkan terdiri dari 9 family dan 11 spesies yaitu Caulerpacae, Sargassaceae, Dictyotaceae, Halimedaceae, Galaxauraceae, Bonnemaisoniaceae, Argassaceae, Solariaceae dan Cladophoraceae. Hasil penelitian ini menunjukkan keanekaragaman jenis makroalga yang dijumpai pada habitat juga akan berbeda. Perubahan lingkungan diketahui dapat berperan dalam mengubah keanekaragaman dan komposisi komunitas makroalga di perairan (Smale *et al.*, 2020).

Keberadaan makroalga pada suatu perairan menentukan pola keanekaragaman hayati dan akan mempengaruhi sistem kehidupan ekologi. Adanya tekanan dari aktivitas manusia secara tidak langsung dapat mengubah struktur ekosistem laut dan pesisir (Halpern *et al.*, 2015). Pengelolaan keanekaragaman hayati perlu dilakukan untuk mendeteksi perubahan ekologi di masa depan, baik karena adanya perubahan skala spasial ataupun temporal. Hal ini juga dilakukan untuk menjadi dasar pembuatan kebijakan melalui informasi keberadaan ekosistem pesisir dan laut pada lokasi tertentu.

Pantai berbatu dikenal dengan kekayaan ekosistem pesisirnya, menyediakan habitat unik bagi spesies makroalga yang kemungkinan belum teridentifikasi sepenuhnya. Namun, pola zonasi komunitas makroalga di substrat berbatu masih sangat jarang dilaporkan terutama di perairan Aceh. Penelitian sebelumnya di pesisir Aceh hanya mengungkapkan distribusi makroalga pada tipe pantai berpasir, menyebabkan kurangnya penelitian yang secara khusus mengkaji inventarisasi dan karakteristik makroalga di pantai berbatu. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi mengenai distribusi makroalga berdasarkan variasi habitat di pantai berbatu terutama di pesisir pantai Aceh Jaya.

METODE

Survey lokasi dilakukan pada pantai berbatu dengan karakteristik batuan kasar, topografi landai yang serupa dan terpapar angin dan gelombang. Pengamatan sampel makroalga yang menempel pada bebatuan dilakukan disepanjang pantai berbatu di Pulau Reusam, Aceh Jaya

(Gambar 1). Pulau Reusam didominasi oleh pantai berbatu berbentuk tebing pada hampir semua bagian sisi pulau. Lokasi penelitian merupakan lokasi yang berada tepat di depan daratan Kabupaten Aceh Jaya.

Pengamatan sampel makroalga dilakukan pada hari yang sama dan diselesaikan dalam periode waktu satu hari, di zona intertidal. Sampel makroalga diamati pada pantai berbatu, dengan sampling dari titik tertentu yang telah ditentukan. Sampling diamati sepanjang 150 meter dengan mengidentifikasi makroalga berdasarkan pengamatan perbedaan morfologi.



Gambar 1. Lokasi penelitian pengamatan habitat makroalga di sepanjang pesisir Pulau Reusam, Aceh Jaya



Gambar 2. Gambaran lokasi pengamatan makroalga yang hidup menempel pada bebatuan (a) *lower littoral* dan (b) *mid littoral* di pesisir Pulau Reusam, Aceh Jaya

Setiap stasiun memiliki panjang pengamatan 50 m dan diwakili oleh tiga lokasi untuk mengeksplorasi variabilitas spasial di Pulau Reusam. Pemilihan lokasi dilakukan dengan menggunakan desain pengambilan sampel stratifikasi acak (yaitu lokasi ditempatkan 50 m, pengambilan sampel dilakukan secara acak). Zona pengambilan sampel ditetapkan berada pada batas pasang surut air laut, sehingga batasan pengamatan ditetapkan menjadi dua yaitu zona bawah (*lower littoral*) dan zona tengah (*mid littoral*). Jenis makroalga yang menempel pada batuan distasiun pengamatan diamati secara visual. Semua makroalga diidentifikasi secara *in situ* pada tingkat spesies untuk membatasi dampak pengambilan sampel sebagai upaya konservasi tumbuhan akuatik di sekitar ekosistem pesisir. Selanjutnya, jenis makroalga yang diidentifikasi dalam laboratorium dengan pengambilan gambar kemudian disesuaikan berdasarkan buku panduan identifikasi dan taksonomi (Al-Yamani *et al.*, 2014; G. Trono, 1986).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Makroalga yang teridentifikasi selama pengamatan visual berjumlah 6 spesies terdiri dari dua divisi yaitu Chlorophyta dan Phaeophyta. Secara keseluruhan alga cokelat merupakan kelompok yang secara jumlah jenis mendominasi diikuti oleh alga hijau dan alga merah. Bahkan secara kualitatif persentase kemunculan alga cokelat jauh lebih sering ditemukan dibandingkan divisi yang lain. Keberadaan makroalga tersebar di pesisir menempel pada substrat batuan dengan gangguan lingkungan seperti hempasan ombak yang terlihat. Adapun jenis-jenis makroalga yang ditemukan pada lokasi pengamatan yaitu *Dictyota dichotoma*, *Sargassum aquifolium*, *Iyengaria stellata*, *Hincesia mitchelliae*, *Chaetomorpha indica* dan *C. crassa*

Variasi struktural komunitas ditemukan pada lokasi yang mendapat gangguan lebih besar, terutama pada jenis-jenis oportunistik dalam jumlah tinggi (Vinagre *et al.*, 2016). Zonasi semakin memperjelas stratifikasi yang dicirikan oleh keberadaan makroalga dan invertebrata. Berdasarkan lokasi penelitian (Gambar 2), bahwa makroalga yang menempel di substrat bebatuan diduga sebagai penentu habitat dan keberadaannya dipengaruhi oleh pasang surut. Penelitian Boaventura *et al.* (2002) mengungkapkan bahwa zona atas (*upper littoral*) dicirikan oleh makroalga berbentuk lumut kerak dan gastropoda kecil, zona tengah (*mid littoral*) didominasi teritip dan kerang, sedangkan zona bawah (*low littoral*) menjadi habitat alga cokelat dan alga merah. Hal yang sama juga diperiksa pada penelitian ini dengan memeriksa pola distribusi baik vertikal ataupun horizontal secara kualitatif berdasarkan visualisasi di lokasi pengamatan. Keberadaan makroalga pada dua zona yang berbeda menunjukkan kemampuan adaptasi masing-masing jenis terhadap gangguan yang dihadapi. Menurut Carneiro *et al.* (2021), variasi pola spasial pada tutupan organisme kemungkinan besar dipengaruhi oleh variabel lingkungan, seperti kekasaran substrat, perluasan pantai berbatu dan pergerakan air.

Divisi Chlorophyta

Divisi Chlorophyta (alga hijau) merupakan salah satu divisi makroalga yang ditemukan pada substrat berbatu di Pulau Reusam. Beberapa jenis Chlorophyta yang berhasil diidentifikasi seperti, *Chaetomorpha indica* dan *C. crassa*. Struktur talus Chlorophyta yang biasanya tipis dan fleksibel mempermudah makroalga ini melekat pada substrat berbatu meskipun terdapat pergerakan air yang intens. Hal ini sejalan dengan penelitian Asmida *et al.* (2017) yang menemukan bahwa meskipun habitat nya terganggu, alga hijau masih mendominasi daerah pasang surut. Spesies-spesies dari divisi ini dilaporkan mengapung di sepanjang pantai atau menempel di pelabuhan (Xia *et al.*, 2023). Seperti pada hasil yang ditemukan di Pulau Reusam (Gambar 3), jenis *C. indica* dan *C. crassa* terlihat menempel pada substrat batu dan menempel atau bergabung dengan jenis lainnya.

Morfologi alga hijau yang ditemukan di Pulau Reusam cenderung menyerupai helaian benang. Spesies ini terdiri dari talus yang tidak terikat berbentuk filamen yang tidak bercabang dan berkelok-kelok, membentuk gumpalan hijau yang tidak berbentuk, yang terjerat dengan spesies alga lainnya. Meskipun hanya ditemukan dua spesies, keberadaan *C. crassa* lebih dominan dengan frekuensi kemunculan yang tinggi. Kehadiran alga hijau berbentuk serabut dan lembaran ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh pengayaan nutrient di perairan, yang terjadi secara tahunan (Kraufvelin *et al.*, 2010).



Gambar 3. Gambaran tipe pelekatan (a) *Chaetomorpha indica* dan (b) *C. crassa*

Jumlah spesies dari divisi Chlorophyta yang ditemukan dalam penelitian ini hanya terdiri dari dua jenis. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa alga hijau biasanya mendominasi perairan, baik dalam pola temporal maupun spasial (Arévalo *et al.*, 2007; Han & Liu, 2014). Menurut El-Adl *et al.* (2022), tingginya frekuensi kemunculan dan persentase tutupan komunitas alga hijau terutama dari jenis *Ulva* spp., disebabkan oleh peningkatan aktivitas manusia yang dapat mencemari perairan.

Dalam penelitian ini, hanya *Chaetomorpha* spp. yang teridentifikasi, terutama dalam transek pengamatan. Namun, kemungkinan keberadaan spesies lain pada waktu yang berbeda tidak dapat dikesampingkan, mengingat dinamika ekosistem perairan. Kondisi perairan yang terbuka terhadap ombak dan karakteristik *Chaetomorpha crassa* yang tidak memiliki holdfast kuat untuk melekat pada substrat bebatuan menjadi faktor yang mempengaruhi keberadaan spesies ini. Tipe struktur talus alga hijau yang paling umum ditemukan di perairan yaitu *ramiform* dan *filamen* (Sanghvi *et al.*, 2020).

Divisi Phaeophyta

Alga cokelat merupakan salah satu jenis alga makroskopik yang banyak ditemukan di Pantai berbatu. Jenis-jenis yang ditemukan seperti *Hinckesia mitchelliae*, *Dictyota dichotoma*, *Sargassum aquifolium*, *Iyengaria stellata* menempel pada bebatuan menggunakan holdfast untuk tetap tumbuh

stabil terhadap ombak dan arus. Beberapa penelitian lain telah menggambarkan alga yang mendominasi ruang di pantai berbatu adalah alga dengan bentuk pertumbuhan berkerak (Kaeher & Williams, 1996) (Gambar 4).



Gambar 4. Bentuk pertumbuhan *Sargassum aquifolium* yang melekat pada bebatuan di Pulau Reusam

Selanjutnya ditambahkan bahwa kelimpahan alga yang berkerak paling banyak ditemukan pada pantai dengan gangguan menengah. Paparan gelombang yang besar dan dominansi teritip dapat mempengaruhi keberadaannya di pantai berbatu. Berbeda dengan hasil penelitian ini, yang menunjukkan bahwa tipe pelekatan banyak menggunakan holdfast, dengan talus yang jelas. Penelitian lain yang mempelajari pola distribusi dan zonasi komunitas makroalga di sepanjang area pasang surut pantai berbatu mengungkapkan bahwa komunitas alga cokelat mendominasi area pasang surut bagian atas (Piñeiro-Corbeira *et al.*, 2023). Area atas sangat berkaitan dengan morfologi alga terutama panjang talus yang jauh lebih pendek dari pada alga yang berada di zona tengah dan bawah (Endo *et al.*, 2013). Sama halnya dengan jenis *S. aquifolium* pada penelitian ini yang menunjukkan morfologi yang cenderung pendek dan lebat. Keberadaan jenis alga cokelat ini pada hampir semua titik pengamatan di Pulau Reusam memperlihatkan kesesuaian hidup pada substrat berbatu. Meskipun data lain pada percobaan pembudidayaan *S. aquifolium* yang dilakukan oleh Aaron-Amper *et al.* (2020) menyimpulkan bahwa substrat butiran yang lebih lempung ditemukan cocok untuk penempelannya. Lebih lanjut, dijelaskan bahwa alga cokelat memiliki tingkat plastisitas yang tinggi, sehingga mampu merespon berbagai gangguan lingkungan, seperti arus, ketersediaan Cahaya, tekanan akibat *grazing*, paparan udara dan sinar UV (Charrier *et al.*, 2012).



Gambar 5. Morfologi *Dictyota dichotoma* yang menempel pada substrat berbatu

Penampakan morfologi *Dictyota dichotoma* di lokasi penelitian ini berupa helaian talus bercabang dikotomi dengan panjang berkisar antara 7-15 cm dengan berwarna cokelat terang. Alga ini umumnya ditemukan dengan talus tegak berwarna cokelat muda hingga cokelat gelap, melekat pada substrat menggunakan struktur penahan kecil berbentuk cakram (*holdfast*) (G. C. J. Trono, 2001).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian inventarisasi makroalga pada bebatuan di Pulau Reusam memberikan gambaran tentang jenis-jenis dan karakteristik makroalga yang ada di wilayah tersebut. Beberapa jenis makroalga yang ditemukan berasal dari dua divisi yaitu chlorophyta dengan jenis *Chaetomorpha indica* dan *C. crassa*, divisi phaeophyta dengan jenis *Hincksia mitchelliae*, *Dictyota dichotoma*, *Sargassum aquifolium*, *Iyengaria stellata*. Substrat berbatu di Pulau Reusam menjadi habitat yang ideal bagi makroalga tersebut karena permukaannya yg kasar dan mendukung perlekatan alga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaron-Amper, J., Largo, D. B., Handugan, E. R. B., Nini, J. L., Alingasa, K. M. A., & Gulayan, S. J. (2020). Culture of the tropical brown seaweed *Sargassum aquifolium*: From hatchery to field out-planting. *Aquaculture Reports*, 16, 100265. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100265>
- Al-Yamani, F. Y., Polikarpov, I., Al-Ghunaim, A., & Mikhaylova, T. (2014). *Field Guide of Marine Macroalgae (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae) of Kuwait* (First Edition). Kuwait Institute for Scientific Research (Publisher).
- Arévalo, R., Pinedo, S., & Ballesteros, E. (2007). Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1–6), 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.023>

- Asmida, I., Noor Akmal, A. B., Ahmad, I., & Sarah, D. M. (2017). Biodiversity of Macroalgae in Blue Lagoon, the Straits of Malacca, Malaysia and Some Aspects of Changes in Species Composition. *Sains Malaysiana*, 46(1), 1–7. <https://doi.org/10.17576/jsm-2017-4601-01>
- Boaventura, D., Ré, P., Cancela da Fonseca, L., & Hawkins, S. J. (2002). Intertidal Rocky Shore Communities of the Continental Portuguese Coast: Analysis of Distribution Patterns. *Marine Ecology*, 23(1), 69–90. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0485.2002.02758.x>
- Carneiro, I. M., Bertocci, I., Paiva, P. C. de, & Széchy, M. T. M. de. (2021). Natural and anthropogenic factors as possible drivers of variability in rocky shore assemblages at multiple spatial scales. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 262, 107577. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107577>
- Charrier, B., Le Bail, A., & de Reviers, B. (2012). Plant Proteus: brown algal morphological plasticity and underlying developmental mechanisms. *Trends in Plant Science*, 17(8), 468–477. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.03.003>
- 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).
- El-Adl, M. F., El-Katony, T. M., & Saleh, A. M. (2022). Pollution and substrate characteristics are correlated with intertidal macroalgal community structure on the eastern Libyan coast. *Phycologia*, 61(5), 528–538. <https://doi.org/10.1080/00318884.2022.2087432>
- Endo, H., Nishigaki, T., Yamamoto, K., & Takeno, K. (2013). Age- and size-based morphological comparison between the brown alga *Sargassum macrocarpum* (Heterokonta; Fucales) from different depths at an exposed coast in northern Kyoto, Japan. *Journal of Applied Phycology*, 25(6), 1815–1822. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0002-y>
- Fitria, L., Dewiyanti, I., & Fadli, N. (2019a). Struktur Komunitas dan Persentase Luas Penutupan Makroalga di Perairan Teluk Kabupaten Aceh Selatan. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 1(2).
- Fitria, L., Dewiyanti, I., & Fadli, N. (2019b). Struktur Komunitas dan Persentase Luas Penutupan Makroalga di Perairan Teluk Kabupaten Aceh Selatan. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 1(2).
- Halpern, B. S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K. S., Koenig, K., Longo, C., Lowndes, J. S., Rockwood, R. C., Selig, E. R., Selkoe, K. A., & Walbridge, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6(1), 7615. <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>
- Han, Q., & Liu, D. (2014). Temporal and spatial variations in the distribution of macroalgal communities along the Yantai coast, China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 32(3), 595–607. <https://doi.org/10.1007/s00343-014-3236-x>
- Handayani, S., Utomo, C., Nuraidah, N., Pramuliati, I., & Fahreza, A. (2020). Identification of Macro-Algae Species in Sindangkerta Beach, Tasikmalaya District, an Effort to Explore the Biodiversity of Indigenous Species. *Journal of Tropical Biodiversity*, 1(1).
- Kaehler, S., & Williams, G. A. (1996). Distribution of algae on tropical rocky shores: spatial and temporal patterns of non-coralline encrusting algae in Hong Kong. *Marine Biology*, 125(1), 177–187. <https://doi.org/10.1007/BF00350772>
- Kraufvelin, P., Lindholm, A., Pedersen, M. F., Kirkerud, L. A., & Bonsdorff, E. (2010). Biomass, diversity and production of rocky shore macroalgae at two nutrient enrichment and wave action levels. *Marine Biology*, 157(1), 29–47. <https://doi.org/10.1007/s00227-009-1293-z>
- Piñeiro-Corbeira, C., Arenas, F., Dolbeth, M., & Vale, C. G. (2023). Species composition, distribution, and zonation patterns in the intertidal seaweed assemblages from Santo Antão, Cape Verde. *Regional Studies in Marine Science*, 63, 102999. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102999>
- Portugal, A. B., Carvalho, F. L., Soares, M. de O., Horta, P. A., & de Castro Nunes, J. M. (2017). Structure of macroalgal communities on tropical rocky shores inside and outside a marine protected area. *Marine Environmental Research*, 130, 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.019>
- Raffo, M. P., Lo Russo, V., & Schwindt, E. (2014). Introduced and native species on rocky shore macroalgal assemblages: Zonation patterns, composition and diversity. *Aquatic Botany*, 112, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.07.011>

- Ramos, E., Díaz de Terán, J. R., Puente, A., & Juanes, J. A. (2016). The role of geomorphology in the distribution of intertidal rocky macroalgae in the NE Atlantic region. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 179, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.10.007>
- Rizki, F. (2023). *Inventarisasi Makroalga di Perairan Pantai Selatan Kabupaten Aceh Selatan Sebagai Media Pembelajaran Biologi* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Sanghvi, D., Chaudhury, N. R., & Jain, B. (2020). Species and Thallus Structure Diversity of Chlorophyta in Shore Platform of Dwarka (Gujarat Coast, India). *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 22(1), 29–42. <https://doi.org/10.2478/trser-2020-0002>
- Smale, D. A., Epstein, G., Hughes, E., Mogg, A. O. M., & Moore, P. J. (2020). Patterns and drivers of understory macroalgal assemblage structure within subtidal kelp forests. *Biodiversity and Conservation*, 29(14), 4173–4192. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02070-x>
- Stotz, W. B., Aburto, J., Caillaux, L. M., & González, S. A. (2016). Vertical distribution of rocky subtidal assemblages along the exposed coast of north-central Chile. *Journal of Sea Research*, 107, 34–47. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.11.006>
- Supit, R. R. L., Emola, I. J., & Ginzel, F. I. (2024). Struktur Komunitas Makroalga Di Daerah Intertidal Pantai Berbatu Desa Otan, Kecamatan Semau Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Journal of Marine Research*, 13(3), 577–586. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i3.43836>
- Suwarniati, S. (2017). Keanekaragaman Makroalga di Taman Tepi Laut Pantai Lhoknga Kabupaten Aceh Besar sebagai Referensi Praktikum Botani Tumbuhan Rendah. In A. Sarong, A. S. Nugroho, M. Rijal, & A. Bahri (Eds.), *Seminar Nasional Biologi 2017 Pendidikan Biologi Untuk Masa Depan Bumi*. Natural Aceh.
- Trono, G. (1986). *Field Guide and Atlas of the Seaweed Resources of the Philippines*. Marine Science Institute College of Science University of the Philippines Diliman, Quezon City.
- Trono, G. C. J. (2001). In Carpenter, K.E. and V.H. Niem (eds.), *The Living Marine Resources of the Western Central Pacific, Vol. 1* (Vol. 1). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes.
- Tsiamis, K., Salomidi, M., Gerakaris, V., Mogg, A. O. M., Porter, E. S., Sayer, M. D. J., & Küpper, F. C. (2020). Macroalgal vegetation on a north European artificial reef (Loch Linnhe, Scotland): biodiversity, community types and role of abiotic factors. *Journal of Applied Phycology*, 32(2), 1353–1363. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01918-2>
- Ulfa, S., Agustina, E., & Hidayat, M. (2017). Struktur Komunitas Makroalga Ekosistem Terumbu Karang Perairan Pantai Air Berudang Kabupaten Aceh Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 5(1).
- Vinagre, P. A., Pais-Costa, A. J., Gaspar, R., Borja, Á., Marques, J. C., & Neto, J. M. (2016). Response of macroalgae and macroinvertebrates to anthropogenic disturbance gradients in rocky shores. *Ecological Indicators*, 61, 850–864. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.038>
- Xia, Z., Yuan, H., Liu, J., Zhao, S., Tong, Y., Sun, Y., Li, S., Li, A., Cao, J., Xia, J., Dai, W., Zhang, J., & He, P. (2023). Biomass and species composition of green macroalgae in the Binhai Harbor intertidal zone of the Southern Yellow Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 186, 114407. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114407>