

Original Research Paper

Seagrass Meadow Condition Assessment: A Case Study of Seagrass Meadows in Pulau Banyak District, Aceh Singkil

Eka Lisdayanti^{1*}, Nurul Najmi¹, Muktaridha²¹Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Indonesia;²Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Indonesia;

Article History

Received : October 02th, 2024Revised : October 20th, 2024Accepted : November 01th, 2024

*Corresponding Author:

Eka Lisdayanti,Program Studi Sumber Daya
Akuatik, Fakultas Perikanan dan
Ilmu KelautanUniversitas Teuku Umar,
Meulaboh, Indonesia;Email: ekalisdayanti@utu.ac.id

Abstract: Seagrass beds are one of the coastal ecosystems that have an important role in maintaining the balance of the marine environment. Indonesia is known for its rich seagrass species but not much has been reported, especially in Aceh waters. This study aims to identify and analyse the distribution and condition of seagrass health through the percentage cover and dominance of seagrass species in Pulau Banyak District, Aceh Singkil Regency. Seagrass research was conducted in July 2024 at 3 different stations, namely Nago, Matahari and Panjang Islands. The research method used was the method of drawing a 100 m long line transect, with each station being repeated 3 times at 50 m, so that the seagrass area observed was 100 m². Differences in the condition of the aquatic environment showed differences in the presence of seagrass species found. A total of 4 seagrass species were recorded in this study, namely *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata* and *Halophila ovalis*. There is a difference in the number of seagrass species found in the 2015 and 2023 time periods, the 2024 survey recorded 4 species from the previous 5 seagrass species. The highest percentage of seagrass cover was found on Nago, Matahari and Panjang Islands with percentages of 19.98%, 3.69% and 1.23% respectively. The highest overall seagrass species cover was *T. hemprichii* at 60.268%, while the lowest seagrass species was *H. ovalis* at 3.534%. Based on the results of the analysis of the percentage of seagrass cover of the entire research station, it is concluded that seagrass in the waters of Pulau Banyak is included in the category of sparse cover, with poor condition status (≤ 29.9).

Keywords: Distribution, health condition, percentage coverage

Pendahuluan

Lamun merupakan tanaman laut berbunga yang mampu beradaptasi pada perairan yang siklus hidupnya sepenuhnya terendam air, dan merupakan komunitas biologis yang dominan di sepanjang wilayah pesisir di dunia. Lamun merupakan salah satu habitat pesisir yang produktif dan beragam yang menyediakan struktur, fungsi dan layanan yang penting. Selain karena mampu menstabilkan ekosistem, lamun juga memiliki kemampuan biologis dan ekologis untuk menjaga kesehatan ekosistem pesisir lainnya. Keberadaannya di pesisir sangat berkaitan dengan aktivitas masyarakat dan perubahan lingkungan yang cepat dan akhirnya dapat memberikan ancaman pada pertumbuhan

lamun. Faktor yang mempengaruhi seperti penggunaan lahan, peningkatan nutrient yang menyebabkan masalah eutrofikasi. Eutrofikasi dinilai sebagai salah satu dampak yang menjadi masalah bagi lamun hingga 65%, baik masalah tingkat sedang hingga tinggi (Bricker *et al.*, 2008). Meskipun ditambahkan oleh (Murphy *et al.*, 2021) bahwa perbedaan wilayah jelas dapat mempengaruhi habitat, struktur komunitas lamun dan kondisi lingkungan terutama suhu air dan ketersediaan nutrient. Tekanan ini tentu saja dapat mengakibatkan penurunan kondisi dan hilangnya fungsi padang lamun.

Kurangnya informasi mengenai status dan kondisi padang lamun menjadi salah satu tantangan global dalam pengelolaan ekosistem lamun yang efektif (Unsworth *et al.*, 2019). Kondisi yang juga masih menjadi masalah

mendasar yang di hadapi Indonesia, khususnya wilayah perairan Aceh. Studi literatur (Illahi *et al.*, 2021) mengungkapkan bahwa keberadaan lamun di perairan Aceh telah dilakukan dan diketahui tersebar di beberapa tempat, seperti Teluk Lamteng, Teluk Ahmad Rhang Manyang, di Perairan Kecamatan Pulo Aceh, di Perairan Ujung Pancu dan di Perairan Pulau Matahari. Hasil kajian literatur tersebut menunjukkan padang lamun yang ditemukan di Pulau Matahari, Aceh Singkil terhitung memiliki jenis lamun yang lebih bervariasi, hingga 5 jenis lamun jika dibandingkan dengan sebaran lamun yang ada di Kabupaten Aceh Besar.

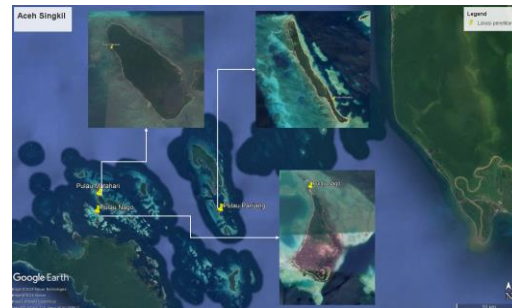
Studi (Illahi *et al.*, 2021; Rahmad, 2023) melakukan penelitian yang sama dengan mengamati struktur komunitas lamun yang ada di P. Banyak namun dengan pemilihan lokasi yang berbeda. Namun pada kajian tersebut tidak mencakup aspek gangguan habitat akibat aktivitas manusia seperti pada penelitian ini. Belum banyak penelitian yang mengkaji distribusi serta perubahan padang lamun di lokasi ini. Pulau banyak merupakan gugusan pulau-pulau kecil yang terdapat di Kabupaten Aceh Singkil. Pulau banyak dikenal sebagai salah satu lokasi pariwisata yang menonjolkan keindahan bawah laut dan memiliki potensi keanekaragaman hayati yang perlu dijaga dan dikelola dengan baik.

Kajian awal mengenai kondisi padang lamun merupakan salah satu langkah dasar untuk penentuan tahapan pengelolaan potensi dan kerentanan padang lamun terhadap perubahan lingkungan, termasuk aktivitas pariwisata bawah laut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan jenis lamun, distribusi dan kondisi lamun berdasarkan persentase tutupan jenis di Pulau Banyak Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah terkait kondisi padang lamun di Pulau Banyak terutama di pulau Matahari, Nago dan Panjang. Penelitian mengenai distribusi dan tutupan lamun ini dilakukan untuk memberikan data perbandingan untuk pemanfaatan, pengelolaan dan pengembangan sumberdaya lamun yang berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian

Daerah survey terletak di Kecamatan Pulau Banyak, Aceh Singkil, pada 3 pulau yaitu Pulau Matahari (BNYK01), Pulau Nago (BNYK02) dan Pulau Panjang (BNYK03) (Gambar 1).



Gambar 1. Stasiun penelitian pada 3 lokasi yaitu P. Matahari, P. Nago dan P. Panjang

Pemilihan lokasi penelitian dilakukan berdasarkan adanya keberadaan lamun dan merupakan lokasi aktivitas pariwisata meskipun masih terhitung jarang dikunjungi terutama untuk pulau Matahari dan Nago.

Pengumpulan Data

Sampling lamun di lakukan pada bulan Juli 2024. Pengamatan dilakukan dengan metode transek garis pada saat surut terendah, dengan masing-masing stasiun dilakukan penarikan transek sebanyak 3 kali. Penarikan transek dimulai pada saat menemukan padang lamun di awal garis pantai, dengan panjang transek 100 m dan jarak antar transek sejauh 50 m sehingga luasan area yang diamati sebesar 100m². Transek kuadran yang digunakan berukuran 50x50cm, untuk mengidentifikasi spesies lamun, tutupan lamun dan dominansi jenis. Penilaian persentase tutupan dan dominansi jenis pada transek kuadran menggunakan standar pengamatan panduan monitoring padang lamun dari (Rahmawati *et al.*, 2014). Data yang dikumpulkan berupa persentase tutupan lamun, dominansi jenis lamun dan persentase tutupan makroalga atau epifit pada masing-masing stasiun pengamatan.

Analisis Data

Data kepadatan dan tutupan lamun dianalisis menggunakan persentase tutupan yang didapatkan per transek pada masing-masing stasiun pengamatan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Distribusi jenis lamun

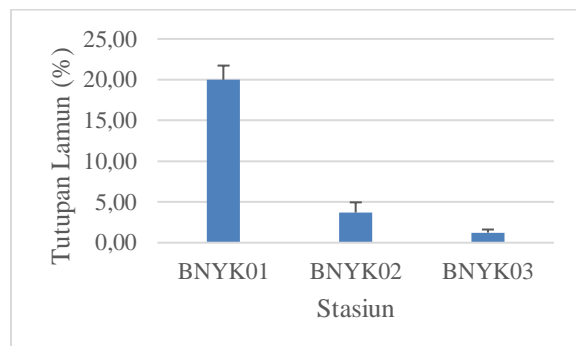
Pengamatan lamun dilakukan pada 3 stasiun yang berbeda, yaitu Pulau Matahari (BNYK01), Pulau Nago (BNYK02) dan Pulau Panjang (BNYK03). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 4 jenis lamun yang ditemukan tersebar pada 3 stasiun pengamatan di sekitar Kecamatan P. Banyak Aceh Singkil. Jenis lamun tersebut adalah *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata* dan *Halophila ovalis*. Jenis lamun yang ditemukan pada dua lokasi penelitian (BNYK01 dan BNYK02) yaitu dari jenis *T. hemprichii*, *E. acoroides* dan *C. rotundata*. Sedangkan jenis *H. ovalis* hanya ditemukan pada stasiun pengamatan BNYK03. Distribusi lamun lebih rinci dapat dilihat pada (Tabel 1) berikut.

Tabel 1. Distribusi lamun pada 3 lokasi pengamatan

No	Stasiun	Jenis lamun			
		Th	Ea	Cr	Ho
1	BNYK01	+	+	+	
2	BNYK02	+	+	+	
3	BNYK03				+

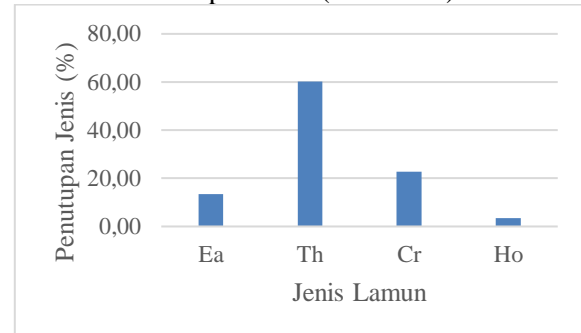
Tutupan dan dominansi jenis lamun

Distribusi tutupan lamun menunjukkan variasi komposisi antar spesies di lokasi penelitian. Area dengan tutupan yang lebih padat didominasi oleh *T. hemprichii*, dengan tutupan yang lebih rapat pada saat pengamatan karna berasosiasi dengan jenis *E. acoroides* dan *C. rotundata*. Sementara itu, *H. ovalis* mendominasi area perairan yang lebih dalam dengan tutupan yang lebih jarang dan menyebar. Tutupan lamun yang diperoleh pada ketiga stasiun pengamatan terlihat berbeda (Gambar 2).



Gambar 2. Persentase tutupan lamun pada 3 lokasi penelitian

Stasiun 1 menunjukkan persentase tutupan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan 2 stasiun lainnya. Stasiun 1 hingga stasiun 3 secara berurut menunjukkan tingkat persentase tutupan hingga 19,98%, 3,69% dan 1,23%. Dengan persentase tutupan jenis lamun yang juga berbeda-beda tiap stasiun (Gambar 3).



Gambar 3. Persentase tutupan jenis lamun pada ketiga lokasi penelitian

Secara keseluruhan persentase tutupan jenis lamun didominasi oleh jenis *Thalassia hemprichii*, dengan persentase tutupan jenis terendah dari jenis *Halophila ovalis*. Dominansi *T. hemprichii* di area tersebut menunjukkan adaptasi spesies ini terhadap kondisi substrat dan lingkungan setempat.

Pembahasan

Penelitian ini menyajikan jenis-jenis lamun pada 3 pulau yang berbeda di Kecamatan Pulau Banyak, Kabupaten Aceh Singkil. Studi ini mengungkapkan inventarisasi jenis-jenis lamun pada ketiga pulau tersebut. Penelitian ini juga mengungkapkan kondisi dan status padang lamun menggunakan data persentase tutupan dan jenis lamun.

Distribusi jenis lamun

Jenis lamun yang ditemukan tersebar pada 3 lokasi penelitian adalah *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata* dan *Halophila ovalis*. Berbeda dengan data penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dan mengungkapkan bahwa terdapat 5 jenis lamun yang ditemukan di Pulau Matahari, Aceh Singkil yaitu jenis *C. serrulata*, *C. rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Syringodium isoetifolium* dan *T. hemprichii* (Illahi et al., 2021). Jenis yang sama juga tercatat pada penelitian (Rahmad, 2023) yang mengamati lamun di perairan Pulau Banyak, meskipun dengan stasiun yang berbeda

(P. Balong, Matahari, Lamun dan Rago-rago) terdapat 4 jenis yang sama ditambah dengan jenis *H. ovalis*.

Beberapa jenis lamun lainnya diketahui jarang ditemukan terutama disebabkan karena Pantai yang lebih terbuka terhadap gelombang (Scheibling *et al.*, 2018). Perubahan temporal padang lamun dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti aktivitas manusia termasuk Pembangunan pesisir, aktivitas perikanan/akuakultur dan faktor alam seperti badai ataupun tsunami. Namun, (Hastings *et al.*, 2020; Jayathilake & Costello, 2018) menambahkan bahwa variabel fisik, suhu permukaan air laut dan jarak dari daratan diprediksi menjadi faktor yang paling memungkinkan dalam menentukan distribusi geografis lamun. Variabel antropogenik menjadi faktor penentu ukuran morfologi dan kondisi lamun pada suatu wilayah.

Penemuan jenis lamun *E. acoroides* di Pulau Nago dan P. Matahari dengan persentase masing-masing 1,04% dan 2,39% kemungkinan karena jenis substrat pada kedua lokasi tersebut yang cenderung di dominasi oleh pasir kasar dan paparan gelombang sedang. Kelangsungan hidup *E. acoroides* diketahui sangat baik pada jenis sedimen pasir halus dengan paparan gelombang sedang (Ambo-Rappe, 2022). Hal ini semakin menguatkan tidak ditemukannya jenis ini pada stasiun 3 (P. Panjang), dengan dominasi pasir kasar dengan campuran *rubble*. Sama halnya dengan jenis *T. hemprichii* yang hanya ditemukan pada kedua stasiun penelitian. *T. hemprichii* diketahui sering muncul pada daerah yang terendam atau subtidal dan jarang ditemukan pada daerah yang sepenuhnya terpapar (Rao *et al.*, 2023)

Keempat jenis lamun yang ditemukan merupakan perwakilan dari spesies berukuran besar (*E. acoroides*), berukuran sedang (*T. hemprichii* dan *C. rotundata*) dan berukuran kecil (*H. ovalis*). Jenis lamun tidak terdistribusi secara merata pada semua wilayah. Genus lamun dengan ukuran yang lebih besar dianggap menyediakan layanan ekosistem yang lebih substantial dan lebih beragam daripada spesies yang lebih kecil (Nordlund *et al.*, 2017)

Keberadaan jenis *H. ovalis* yang hanya tercatat di P. Panjang kemungkinan disebabkan karena kondisi perairan yang cukup terlindungi dari paparan gelombang dan paparan sinar

matahari karena pengaruh pasang surut. Berbeda dengan P. Panjang, Pulau Nago memiliki karakteristik perairan intertidal sehingga Ketika terjadi surut terendah padang lamun akan cenderung terpapar dan terekspos sinar matahari. Sedangkan di P. Matahari padang lamun hanya ditemukan sepanjang 30 m dari arah Pantai, jarak 40 m mulai ditemukan pertumbuhan terumbu karang dengan kondisi perairan slope. Pada P. Panjang jenis *H. ovalis* mulai ditemukan tersebar pada jarak 60 m dari arah Pantai dengan perairan jernih dan kedalaman sekitar 135 cm. Pertumbuhan dan respon lamun terutama jenis *H. ovalis* sangat dipengaruhi oleh perbedaan paparan pasang surut, yang akan menentukan variasi morfologi, anatomi dan fisiologinya (Kaewsrihaw *et al.*, 2016). Menurut (Mishra & Apte, 2021) tiga penyebab utama penurunan ekosistem *H. beccarii* di India adalah gangguan habitat, polusi antropogenik dan Pembangunan pesisir. Selanjutnya dijelaskan bahwa hilangnya lamun yang signifikan diamati akibat meningkatnya aktivitas pembangunan pesisir.

Tutupan dan dominansi jenis lamun

Persentase tutupan dan dominansi jenis lamun seringkali dikaitkan dengan analisis kondisi lingkungan perairan dangkal khususnya padang lamun. Persentase tutupan tertinggi dari ketiga lokasi ditemukan di P. Nago dengan lamun yang mendominasi adalah *T. hemprichii*. Bahkan pada seluruh stasiun penelitian tutupan jenis lamun tertinggi yaitu *T. hemprichii* dengan tutupan sebesar 60,268% dan tutupan terendah dari jenis *H. ovalis* sebesar 3,534%, dengan kondisi perairan yang jernih. Data ini sejalan dengan penelitian (McDonald *et al.*, 2016) yang menemukan bahwa jenis *T. testudinum* merupakan spesies lamun kunci yang tersebar luas di Karibia dan Teluk Meksiko serta menghuni muara yang dinamis dan lingkungan pesisir yang stabil. Meskipun data kualitas perairan lainnya tidak teramati pada penelitian ini, namun faktor kedalaman, kekeruhan dan substrat secara visual tetap menjadi pengamatan utama sebagai data tambahan. Beberapa analisis dalam penelitian lain mengungkapkan bahwa faktor kedalaman dan kekeruhan menjadi faktor abiotik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan lamun (Martínez-Daranas *et al.*, 2021). Seringkali kekeruhan bahkan dikaitkan dengan kualitas air laut termasuk didalamnya partikel air

yang tersuspensi dan jenis substrat (Betanzos *et al.*, 2012).

Persentase tutupan lamun di Kecamatan Pulau Banyak, Kabupaten Aceh Singkil secara keseluruhan berada di kisaran antara 1,2311-19,9811%, dengan kategori tutupan jarang. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 200 tahun 2004, status padang lamun di Pulau Banyak masuk dalam kategori kondisi miskin ($\leq 29,9$). Tutupan lamun sangat berkaitan erat dengan kepadatan jenis, yang juga menyebabkan heterogenitas spasial dan hidrodinamika dalam perlindungan kepadatan lamun. Lebih lanjut dijelaskan oleh (El Allaoui *et al.*, 2016) Bahwa area lamun yang lebih padat akan menghasilkan redaman yang lebih besar dibandingkan area dengan kepadatan lamun yang jarang. Rendahnya persentase tutupan lamun pada ketiga stasiun penelitian kecil kemungkinan disebabkan karena pengaruh antropogenik dari daratan utama. Mengingat ketiga lokasi tersebut memiliki kisaran jarak yang cukup jauh dari aktivitas manusia di daratan utama. Meskipun ketiga stasiun ini merupakan lokasi pariwisata di perairan Pulau Banyak, namun 2 (P. Nago dan P. Matahari) diantaranya bukan merupakan tujuan utama para wisatawan. Ditambah ketiga lokasi ini merupakan pulau-pulau yang tidak berpenghuni, bahkan tidak ditemukan adanya aktivitas penangkapan ikan pada saat penelitian dilakukan. Jarak garis pantai daratan utama merupakan indikator faktor stress terhadap aktivitas antropogenik struktur komunitas lamun (Martínez-Daranas *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak daratan utama dengan lamun maka akan menghasilkan kualitas air yang lebih baik dan mengurangi kontaminasi pertumbuhan lamun. Studi (Vieira *et al.*, 2020) menunjukkan bahwa beban sedimen memiliki dampak paling merugikan untuk Kesehatan padang lamun.

Peran penting ekologi dan nilai ekonomi lamun sangat dipengaruhi oleh status dan kondisi kesehatannya (Dewi *et al.*, 2020). (Singh *et al.*, 2019; Sudo *et al.*, 2021)) juga menambahkan bahwa tindakan efektif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan status konservasi padang lamun adalah dengan menentukan Kawasan perlindungan laut. Ukuran lamun dan jenis indikator merupakan faktor utama yang mempengaruhi sensitivitas indikator dan waktu respon terhadap degradasi dan pemulihan (Roca

et al., 2016). Lebih lanjut dijelaskan bahwa indikator biokimia dan fisiologis menunjukkan respon yang lebih spesifik terhadap stressor dan merupakan yang paling sensitive dalam mendeteksi fase awal perbaikan lingkungan. Ketahanan lamun membutuhkan beberapa sifat utama, seperti keanekaragaman genetic dan spesies, kualitas air yang baik, ekosistem yang terhubung dan habitat yang berkelanjutan, serta interaksi trofik yang seimbang, yang diintegrasikan melalui umpan balik ekologis (Connolly *et al.*, 2018). Kondisi lamun yang sehat akan menjaga fungsi lamun yang sangat penting sebagai habitat bagi organisme yang bernilai ekonomis tinggi dan sumber pangan bagi hewan herbivora (Kawaroe *et al.*, 2016).

Kesimpulan

Pengamatan jenis dan kondisi lamun di Kecamatan Pulau Banyak, Kabupaten Aceh Singkil menunjukkan 4 jenis lamun yang tersebar di 3 lokasi penelitian, yaitu jenis *T. hemprichii*, *E. acoroides*, *C. rotundata* dan *H. ovalis*. Secara keseluruhan kondisi lamun di perairan Pulau Banyak, masuk dalam kategori jarang dengan persentase tutupan berada pada kisaran antara 1,2311-19,9811%. Berdasarkan KEPMEN LH No.200 tahun 2004, status lamunnya masuk ke dalam kategori kondisi miskin ($\leq 29,9$).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pemberi dana penelitian yaitu Lembaga Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat, dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LPPM-PMP) Universitas Teuku Umar melalui skema pendanaan Penelitian Asisten Ahli (PAA) dengan perjanjian/kontrak penelitian nomor 201/UN59.7/SPK-PPK/2024. Apresiasi dan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang terkait dan telah banyak membantu mulai tahap persiapan hingga berakhirnya kegiatan penelitian.

Referensi

Ambo-Rappe, R. (2022). The success of seagrass restoration using *Enhalus acoroides* seeds is correlated with substrate and hydrodynamic conditions. *Journal of Environmental*

- Management*, 310, 114692.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114692>
- Betanzos Vega, A., Garcés Rodríguez, Y., Delgado Miranda, G., & Pis Ramírez, M. A. (2012). Variaciones espacio-temporales de nutrientes y grado de eutrofización en aguas de los Golfos de Ana María y Guacanayabo, Cuba. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 3, 117.
<https://doi.org/10.15359/revmar.4.8>
- Bricker, S. B., Longstaff, B., Dennison, W., Jones, A., Boicourt, K., Wicks, C., & Woerner, J. (2008). Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: A decade of change. *Harmful Algae*, 8(1), 21–32.
<https://doi.org/10.1016/j.hal.2008.08.028>
- Connolly, R. M., Jackson, E. L., Macreadie, P. I., Maxwell, P. S., & O'Brien, K. R. (2018). Seagrass Dynamics and Resilience. In *Seagrasses of Australia* (pp. 197–212). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-71354-0_7
- Dewi, C. S. U., Yona, D., Samuel, P. D., Maulidiyah, R. A., Syahrir, A., Putri, Y. E., ... Fikri, M. (2020). Distribution and healthy status of seagrass bed in Lamongan coastal area. *E3S Web of Conferences*, 153, 01003.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015301003>
- El Allaoui, N., Serra, T., Colomer, J., Soler, M., Casamitjana, X., & Oldham, C. (2016). Interactions between Fragmented Seagrass Canopies and the Local Hydrodynamics. *PLOS ONE*, 11(5), e0156264.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156264>
- Hastings, R., Cummins, V., & Holloway, P. (2020). Assessing the Impact of Physical and Anthropogenic Environmental Factors in Determining the Habitat Suitability of Seagrass Ecosystems. *Sustainability*, 12(20), 8302.
<https://doi.org/10.3390/su12208302>
- Illahi, G. F., Karina, S., & Irwan. (2021). Studi Literatur Potensi Lamun di Beberapa Perairan Aceh. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Indonesia*, 1(2), 94–103.
- Jayathilake, D. R. M., & Costello, M. J. (2018). A modelled global distribution of the seagrass biome. *Biological Conservation*, 226, 120–126.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.009>
- Kaewsrikhaw, R., Ritchie, R. J., & Prathep, A. (2016). Variations of tidal exposures and seasons on growth, morphology, anatomy and physiology of the seagrass *Halophila ovalis* (R.Br.) Hook. f. in a seagrass bed in Trang Province, Southern Thailand. *Aquatic Botany*, 130, 11–20.
<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2015.12.006>
- Kawaroe, M., Nugraha, A. H., Juraij, J., & Tasabaramo, I. A. (2016). Seagrass biodiversity at three marine ecoregions of Indonesia: Sunda Shelf, Sulawesi Sea, and Banda Sea. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 17(2).
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d170228>
- Martínez-Daranas, B., Betanzos-Vega, A., Lopez-tegui-Castillo, A., Capetillo-Piñar, N., & Castellanos-Iglesias, S. (2021). Influence of several stressful factors on the condition of seagrasses at Sabana-Camagüey Archipelago, Cuba. *Regional Studies in Marine Science*, 47, 101939.
<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101939>
- McDonald, A. M., Prado, P., Heck, K. L., Fourqurean, J. W., Frankovich, T. A., Dunton, K. H., & Cebrian, J. (2016). Seagrass growth, reproductive, and morphological plasticity across environmental gradients over a large spatial scale. *Aquatic Botany*, 134, 87–96.
<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2016.07.007>
- Mishra, A. K., & Apte, D. (2021). The current status of *Halophila beccarii*: An ecologically significant, yet vulnerable seagrass of India. *Ocean & Coastal Management*, 200, 105484.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105484>
- Murphy, G. E. P., Dunic, J. C., Adamczyk, E. M., Bittick, S. J., Côté, I. M., Cristiani, J., ... Wong, M. C. (2021). From coast to coast: ecology and management of seagrass ecosystems across Canada. *FACETS*, 6(1),

- 139–179. <https://doi.org/10.1139/facets-2020-0020>
- Nordlund, L. M., Koch, E. W., Barbier, E. B., & Creed, J. C. (2017). Correction: Seagrass Ecosystem Services and Their Variability across Genera and Geographical Regions. *PLOS ONE*, 12(1), e0169942. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169942>
- Rahmad, R. (2023). *Struktur Komunitas Lamun di Perairan Pulau Banyak Kabupaten Aceh Singkil* (Tesis). Universitas Malikussaleh, Aceh Utara.
- Rahmawati Susi, Irawan Andri, Supriyadi Happy Indarto, & Azkab Husni Muhammad. (2014). *Panduan Monitoring Padang Lamun* (Nontji Anugerah & Hutomo Malikusworo, Eds.). Jakarta: COREMAP CTI LIPI. Retrieved from <http://www.coremap.or.id>
- Rao, R., Alcoverro, T., Kongari, P., Yoayela, S., Arthur, R., & D'Souza, E. (2023). Tolerance to aerial exposure influences distributional patterns in multi-species intertidal seagrass meadows. *Marine Environmental Research*, 191, 106146. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106146>
- Roca, G., Alcoverro, T., Krause-Jensen, D., Balsby, T. J. S., van Katwijk, M. M., Marbà, N., ... Romero, J. (2016). Response of seagrass indicators to shifts in environmental stressors: A global review and management synthesis. *Ecological Indicators*, 63, 310–323. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.007>
- Scheibling, R. E., Patriquin, D. G., & Filbee-Dexter, K. (2018). Distribution and abundance of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* and associated benthic macrofauna in Carriacou, Grenadines, Eastern Caribbean. *Aquatic Botany*, 144, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2017.10.003>
- Singh, S., Southgate, P. C., & Lal, M. M. (2019). Morphological plasticity in a Fijian Seagrass: *Halophila ovalis* subsp. *bullosa*. *Regional Studies in Marine Science*, 32, 100809. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100809>
- Sudo, K., Quiros, T. E. A. L., Prathep, A., Luong, C. Van, Lin, H.-J., Bujang, J. S., ... Nakaoka, M. (2021). Distribution, Temporal Change, and Conservation Status of Tropical Seagrass Beds in Southeast Asia: 2000–2020. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.637722>
- Unsworth, R. K. F., McKenzie, L. J., Collier, C. J., Cullen-Unsworth, L. C., Duarte, C. M., Eklöf, J. S., ... Nordlund, L. M. (2019). Global challenges for seagrass conservation. *Ambio*, 48(8), 801–815. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1115-y>
- Vieira, R., Martin, A., Engelen, A. H., Thomsen, M. S., & Arenas, F. (2020). Interactive effects of co-occurring anthropogenic stressors on the seagrass, *Zostera noltei*. *Ecological Indicators*, 109, 105780. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105780>