

LITERATURE REVIEW: EKOSISTEM LAMUN SEBAGAI BIOINDIKATOR PENCEMARAN LINGKUNGAN PESISIR

Wasniatun

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Jalan Pemuda Nomor 59A, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83125, Indonesia

Email: wasniatun.46@gmail.com

Submit: 12-07-2024; Revised: 17-07-2024; Accepted: 20-07-2024; Published: 22-07-2024

ABSTRAK: Ekosistem padang lamun merupakan salah satu ekosistem yang terdapat di daerah pesisir. Padang lamun merupakan ekosistem yang terdiri dari satu atau lebih spesies lamun yang berinteraksi dengan faktor biotik dan abiotik di lingkungannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan potensi ekosistem lamun sebagai bioindikator pencemaran lingkungan pesisir. Metode penulisan artikel ini adalah studi pustaka (*literature review*). Artikel dikumpulkan melalui pencarian *literature* menggunakan sumber terpilih (*database*) yaitu *google scholar*. Tahap yang dilakukan melalui pencarian dari artikel jurnal, rentang dari tahun 2013-2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies lamun sangat beragam yang terdapat di sepanjang perairan pesisir. Beberapa spesies lamun telah diuraikan pada hasil penelitian. Selanjutnya, lamun memiliki potensi sebagai bioindikator pencemaran lingkungan, khususnya kualitas perairan air laut di pesisir pantai. Misalnya, lamun sebagai bioakumulator logam berat seperti Cu, Cd, Pb, dan Zn pada suatu perairan.

Kata Kunci: Bioindikator, Keanekaragaman, Lamun, Logam Berat, Pencemaran.

ABSTRACT: Seagrass ecosystems are among the ecosystems found in coastal areas. Seagrass beds consist of one or more seagrass species interacting with biotic and abiotic factors in their environment. The objective of this study is to describe the potential of seagrass ecosystems as bioindicators of coastal environmental pollution. The method used in writing this article is a literature review. Articles were collected through literature searches using selected sources (databases) such as Google Scholar. The search covered journal articles published from 2013 to 2023. The research results show that seagrass species are highly diverse along coastal waters. Several seagrass species have been detailed in the study findings. Furthermore, seagrasses have potential as bioindicators of environmental pollution, particularly in assessing the water quality of coastal areas. For instance, seagrasses serve as bioaccumulators of heavy metals such as Cu, Cd, Pb, and Zn in aquatic environments.

Keywords: Bioindicator, Diversity, Seagrass, Heavy Metals, Pollution.

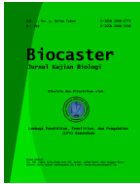
How to Cite: Wasniatun, W. (2024). Literature Review: Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Pencemaran Lingkungan Pesisir. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 4(3), 114-121. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v4i3.299>



Biocaster : Jurnal Kajian Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Perairan pesisir merupakan lingkungan yang memperoleh sinar matahari yang cukup. Perairan ini juga kaya akan nutrisi karena mendapat pasokan dari daratan dan lautan, sehingga menjadi ekosistem yang produktivitas organiknya tinggi. Lingkungan yang sangat mendukung di perairan pesisir menjadikan lamun



dapat hidup dan berkembang secara optimal (Rustam *et al.*, 2016). Selain itu, ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satu ekosistem pesisir adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017).

Ekosistem padang lamun merupakan ekosistem yang cukup kompleks dengan segala fungsi yang penting terhadap ekosistem pesisir. Ekosistem lamun juga memiliki peranan penting dalam ekosistem pesisir karena dapat membentuk padang rumput yang luas untuk mendukung keanekaragaman hayati yang tinggi (Traganos *et al.*, 2018). Ekosistem lamun merupakan ekosistem yang penting bagi kehidupan di laut maupun di darat, dan merupakan salah satu mata rantai bagi kehidupan akuatik di wilayah pesisir (Yusuf *et al.*, 2013). Pada umumnya ekosistem lamun terletak diantara ekosistem mangrove dan karang atau di dekat pantai berpasir (Rahmawati *et al.*, 2014). Ekosistem lamun memberikan manfaat yang tidak sedikit bagi kesejahteraan masyarakat, berupa jasa ekosistem yang sangat bernilai dan dibutuhkan oleh manusia, baik secara ekologi, sosial, maupun secara ekonomi (Wahyudin *et al.*, 2016).

Bioindikator adalah komponen biotik yang digunakan sebagai petunjuk. Adanya bioindikator bisa menunjukkan perubahan kualitas perairan yang terjadi akibat aktivitas manusia atau kerusakan yang disebabkan oleh alam (Aulia *et al.*, 2020; Sofiana *et al.*, 2023). Salah satu spesies yang berpotensi dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan pesisir adalah lamun. Lamun merupakan tumbuhan tingkat tinggi yang hidup dan terbenam di lingkungan laut, berpembuluh, berdaun, berimpang (*rhizome*), berakar, dan berkembangbiak secara generatif (biji) dan vegetatif (tunas) (Sjafrie *et al.*, 2018). Kualitas perairan yang dapat dilihat dari kedalaman, intensitas cahaya, pH, salinitas, serta temperatur air penting untuk diketahui. Kondisi lingkungan menjadi faktor yang berpengaruh terhadap kondisi dan persebaran lamun (Rahman *et al.*, 2016).

Penelitian tentang ekosistem lamun sebagai bioindikator pencemaran lingkungan pesisir memiliki relevansi yang besar dalam konteks perlindungan lingkungan. Lamun merupakan tumbuhan laut yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, termasuk kualitas air dan keberadaan zat pencemar. Dengan memahami respons lamun terhadap kondisi lingkungan sekitarnya, kita dapat mengidentifikasi secara dini potensi pencemaran dan mengambil langkah-langkah mitigasi yang tepat.

Keberadaan lamun juga berperan penting dalam menjaga keberagaman hayati di ekosistem pesisir. Sebagai habitat dan sumber makanan bagi berbagai organisme laut, lamun memainkan peran ekologis yang signifikan. Oleh karena itu, penelitian yang mendalam dan terus-menerus terhadap lamun sebagai bioindikator akan membantu mempertahankan keberlanjutan ekosistem pesisir yang rentan terhadap aktivitas manusia dan perubahan lingkungan global.

Pemanfaatan lamun sebagai bioindikator monitoring keberadaan logam berat, antara lain jenis *Cymodecae rotundata*, *Enhalus acoroides*, dan *Thalassia hemprichii*, untuk logam berat Cu, Cd, Pb, dan Zn di perairan Teluk Xincun, Cina Selatan (Li & Huang, 2012). Ekosistem lamun dapat dijadikan sebagai suatu bioindikator kesehatan lingkungan (Rustam *et al.*, 2016). Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mendeskripsikan potensi ekosistem lamun sebagai bioindikator pencemaran lingkungan pesisir.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review*. *Literature review* adalah sebuah pengumpulan artikel yang berhubungan dengan satu topik, baik dari jurnal nasional maupun internasional. Artikel ditelaah melalui pencarian literatur di tingkat nasional dengan menggunakan sumber terpilih (*database*) yaitu *google scholar*. Tahap yang dilakukan melalui pencarian dari artikel jurnal, rentang tahun dari 2013-2023. Metode pencarian yang digunakan dengan memasukkan kata kunci “ekosistem lamun”, “bioindikator”, “pencemaran”, dan “pesisir”. Jumlah artikel yang di-review sebanyak 30 artikel. Adapun jenis lamun yang menjadi objek penelitian terdiri dari *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila minor*, *Halophila spinulosa*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea serrulata*, *Cymodocea rotundata*, *Zostera japonica*, *Posidonia oceanica*, dan *Ruppia megacarpa*.

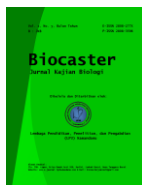
HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Spesies Lamun

Lamun memiliki spesies yang beragam yang tersebar di sepanjang pesisir pantai. Padang lamun dapat membentuk vegetasi tunggal, tersusun atas satu jenis lamun yang tumbuh membentuk padang lebat, maupun vegetasi campuran terdiri dari 2-12 jenis lamun yang tumbuh bersama-sama pada satu substrat (Sakey *et al.*, 2015). Keberadaan lamun di suatu pesisir sangat tergantung pada jenis substrat. Tingginya unsur hara dalam substrat menggambarkan kondisi perairan yang subur, sehingga akar lamun menjadi lebih pendek karena tidak melakukan usaha lebih terhadap akarnya dalam mendapatkan nutrisi (Rani *et al.*, 2020). Keanekaragaman spesies lamun yang terdapat pada beberapa lokasi penelitian yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keanekaragaman Spesies Lamun di Berbagai Daerah di Indonesia.

No.	Spesies	Lokasi	Sumber
1	<i>Enhalus acoroides</i> , <i>Thalassia hemprichii</i> , <i>Cymodocea serrulata</i> , <i>Cymodocea rotundata</i> , <i>Halodule uninervis</i> , dan <i>Syringodium isoetifolium</i> .	Pulau Dudepo, Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo Utara.	Yusuf <i>et al.</i> (2013).
2	<i>Enhalus acoroides</i> (L.f.) Royle, <i>Thalassia hemprichii</i> (Ehrenberg) Ascherson, <i>Cymodocea rotundata</i> (Ehrenberg) Ascherson, <i>Cymodocea serrulata</i> (R. Brown) Ascherson, <i>Halophila ovalis</i> (R. Brown) Hooker, <i>Halodule pinifolia</i> (Miki) den Hartog, dan <i>Syringodium isoetifolium</i> (Ascherson) Dandy.	Desa Lihunu, Pulau Bangka, Kecamatan Likupang, Kabupaten Minahasa Utara.	Kamarrudin <i>et al.</i> (2016).
3	<i>Enhalus accroides</i> , <i>Halodule uninervis</i> , <i>Halodule pinifolia</i> , <i>Halophila ovalis</i> , <i>Cymodocea serrulate</i> , <i>Cymodocea rotundata</i> , <i>Thalassia hemprichii</i> , dan <i>Syringodium isoetifolium</i> .	Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali.	Wijana <i>et al.</i> (2019).
4	<i>Cymodocea serrulata</i> , <i>Cymodocea rotundata</i> , <i>Halodule uninervis</i> , <i>Enhalus acoroides</i> , <i>Thalassia hemprichii</i> , <i>Syringodium isoetifolium</i> , dan <i>Halophila</i>	Bangka Selatan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.	Rosalina <i>et al.</i> (2018).



No.	Spesies	Lokasi	Sumber
	minor.		
5	<i>Thalassia hemprichii</i> , <i>Enhalus acoroides</i> , <i>Cymodocea serrulate</i> , dan <i>Syringodium</i> <i>isoetifolium</i> .	Teluk Awur Jepara.	Riniatsih <i>et al.</i> (2016).
6	<i>Enhalus acoroides</i> , <i>Thalassia hemprichii</i> , <i>Cymodocea rotundata</i> , dan <i>Halophila</i> <i>ovalis</i> .	Pantai Ketapang, Kabupaten Lombok Barat.	Fahrudin <i>et al.</i> (2022).

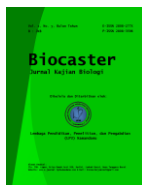
Manfaat Ekosistem Lamun terhadap Keseimbangan Ekosistem Pesisir

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang sangat potensial, baik dari segi ekologis maupun ekonomis (Hartini & Lestarini, 2019). Pencemaran perairan baik sungai, danau, perairan pesisir, maupun laut dapat menyebabkan kerusakan ekosistem. Bahan pencemar (polutan) yang masuk ke dalam sungai dan danau dapat terangkut ke pesisir sehingga dapat menyebabkan kerusakan ekosistem di pesisir termasuk ekosistem padang lamun (Kordi, 2011). Polutan beracun yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan manusia, salah satunya adalah jenis logam berat. Logam berat adalah logam yang mempunyai densitas (kepadatan) 5 g/cm³. Pencemaran logam berat terjadi di perairan, tanah, dan udara, tetapi yang paling berbahaya bagi kehidupan adalah yang terjadi di perairan (Permanawati *et al.*, 2013). Ekosistem lamun umumnya berdekatan dengan ekosistem mangrove di pesisir pantai. Mangrove dan lamun sebagai ekosistem pesisir mampu sebagai bioindikator kualitas perairan dan pencemaran lingkungan (Al Idrus *et al.*, 2023). Mangrove dan lamun juga dapat difungsikan sebagai penyedia jasa lingkungan untuk kesejahteraan masyarakat pesisir (Husain *et al.*, 2020).

Pencemaran Logam Berat pada Ekosistem Lamun

Sumber pencemaran perairan pesisir berasal dari limbah industri, limbah cair pemukiman, limbah cair perkotaan, pelayaran, pertanian, dan perikanan budidaya. Bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah tersebut berupa: sedimen, unsur hara, logam berat, pestisida, organisme patogen, sampah, dan bahan-bahan yang menyebabkan oksigen yang terlarut dalam air laut menjadi berkurang (Indirawati, 2017). Salah satu limbah yang patut dicermati adalah logam berat. Masuknya logam berat ke perairan laut dapat mengurangi kualitas perairan dan menimbulkan pencemaran. Selain mengubah kualitas perairan, logam berat yang terendapkan bersama dengan sedimen juga dapat menyebabkan transfer bahan kimia beracun dari sedimen ke organisme (Zuraida *et al.*, 2010).

Logam berat adalah bahan beracun yang dapat menyebabkan kerusakan pada organisme akuatik. Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit dalam air secara alami yang kurang dari 1 µg. Beberapa logam berat yang sangat berbahaya bagi organisme antara lain: timbal, tembaga, merkuri, kadmium, dan krom. Ekosistem lamun yang telah mengalami pencemaran logam berat akan berdampak terhadap biota perairan (Darmono, 1995). Pencemaran oleh limbah industri terutama logam berat mampu mengakibatkan kerusakan pada ekosistem lamun akibat kadar logam berat yang berlebih. Kadar logam berat dalam ekosistem lamun jauh lebih besar daripada kadarnya dalam air sehingga dapat meracuni



hewan yang mencari makan pada ekosistem lamun atau detritus yang berasal dari ekosistem lamun, sehingga mematikan biota-biota laut yang berasosiasi dengan ekosistem lamun (Zurba, 2018).

Permanawati *et al.* (2013) menambahkan adanya akumulasi logam berat dalam sedimen dapat menimbulkan akumulasi pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di dalam air maupun di sekitar sedimen atau dasar perairan, dan akan mencemari kehidupan biota laut, yang pada gilirannya akan membahayakan manusia yang mengkonsumsinya. Pada kasus pencemaran air, perbedaan batas toleransi antara populasi terhadap faktor-faktor lingkungan mempengaruhi kemampuan berkompetisi. Apabila kondisi lingkungan perairan menurun karena pencemaran, maka jenis organisme yang tidak toleran terhadap kondisi tersebut akan menurun populasinya, sebaliknya jenis-jenis organisme yang mempunyai toleransi terhadap kondisi tersebut akan meningkat populasinya karena jenis-jenis kompetitornya berkurang. Jenis-jenis organisme yang dapat bertahan tersebut biasanya akan mendominasi komunitasnya (Rafii & Maulana, 2018).

Lamun sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Berat

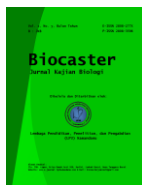
Logam berat dapat masuk ke perairan pesisir melalui berbagai aktivitas manusia, salah satunya adalah pembuangan limbah. Wilayah perairan pesisir sendiri merupakan wilayah yang secara alami berubah secara ruang dan waktu. Suatu indikator yang paling baik adalah yang memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap adanya stres lingkungan, sehingga dapat berperan sebagai indikator awal untuk menganalisis menurunnya kualitas suatu lingkungan. Adams & Bortone (2005) menyatakan bahwa indikator ekosistem harus mencakup pada level fungsi dan proses, yaitu dengan cara memahami bagaimana suatu organisme merespon kondisi lingkungan di sekitarnya.

Lamun merupakan organisme yang berpotensi sebagai bioindikator di wilayah perairan pesisir. Adanya interaksi yang kompleks antara lamun dengan lingkungannya dapat menghasilkan respon yang berbeda terhadap suatu gangguan, sehingga respon lamun terhadap stres lingkungan dapat dianalisis mulai dari skala fisiologi hingga skala padang lamun (McMahon *et al.*, 2013). Peran lamun sebagai bioindikator kandungan logam berat dalam perairan diantaranya adalah dengan cara mempengaruhi bioavailabilitas logam berat pada sedimen.

Weis & Weis (2004) menyatakan bahwa tumbuhan akuatik dapat mengoksidasi sedimen yang berada di sekitar akar melalui oksigen yang ditransportasikan dari daun menuju akar. Pada lamun, *transport* oksigen dari daun menuju akar digunakan untuk proses respirasi dan penyerapan nutrisi. Akan tetapi, karena membran pada akar lamun sedikit meregang, sebagian dari oksigen akan keluar dari akar dan masuk ke sedimen sehingga menyebabkan terjadinya proses oksidasi di sekitar akar lamun (Schwarz *et al.*, 2004). Proses oksidasi kemudian berlanjut dengan terlepasnya logam sulfid.

SIMPULAN

Lamun memiliki potensi sebagai bioindikator pencemaran lingkungan, khususnya kualitas perairan air laut di pesisir pantai. Misalnya, lamun sebagai bioakumulator logam berat seperti Cu, Cd, Pb, dan Zn. Beberapa spesies lamun



sebagai bioindikator pencemaran lingkungan yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, dan *Halophila ovalis*. Oleh karena itu, lamun dapat digunakan sebagai bioindikator peringatan dini atau sebagai alat diagnosis yang berkaitan dengan adanya perubahan kondisi lingkungan, sehingga dapat digunakan untuk memantau pengelolaan di wilayah pesisir.

SARAN

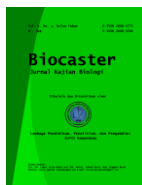
Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian tentang kemampuan masing-masing spesies lamun dalam menyerap logam berat yang dikaji secara fisiologis dan anatomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

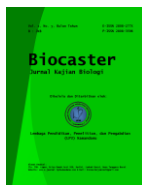
Terima kasih disampaikan kepada seluruh *author* yang meneliti tentang lamun sebagai sumber referensi dalam penulisan artikel *review* ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adams, S. M., & Bortone, S. A. (2005). *Future Directions for Estuarine Indicator Research*, in SA Bortone (Ed.) *Estuarine Indicators*. Boca Raton: CRC Press.
- Al Idrus, A., Mertha, I. G., Marhus, M., & Husain, P. (2023). The Characteristics of Sentigi (*Pemphis acidula*) as Environmental Bioindicators of Mangrove Conservation in the Regional Marine Conservation Area Gili Sulat, East Lombok, Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 542-549. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2521>
- Aulia, P. R., Supratman, O., & Gustomi, A. (2020). Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Sungai Upang Desa Tanah Bawah Kecamatan Puding Besar Kabupaten Bangka. *Aquatic Science*, 2(1), 17-29.
- Darmono, D. (1995). *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Fahrudin, M., Abdurachman, M. H., Suriyadin, A., Murtawan, H., Setyono, B. D. H., Saputra, A., & Ilyas, A. P. (2022). Keanekaragaman Lamun di Perairan Pantai Ketapang Lombok Barat. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 5(2), 50-54. <https://doi.org/10.31957/acr.v5i2.2506>
- Hartini, H., & Lestarini, Y. (2019). Pemetaan Padang Lamun sebagai Penunjang Ekowisata di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 1-7. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i1.927>
- Husain, P., Al Idrus, A., & Ihsan, M. (2020). The Ecosystem Services of Mangroves for Sustainable Coastal Area and Marine Fauna in Lombok, Indonesia: A Review. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Sains*, 1(1), 1-7.
- Indirawati, S. M. (2017). Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal JUMANTIK*, 2(2), 54-60.
- Jiang, Z., Liu, S., Zhang, J., Zhao, C., Wu, Y., Yu, S., Zhang, X., Huang, C., Huang, X., & Kumar, M. (2017). Newly Discovered Seagrass Beds and



- Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 125(1-2), 513-521. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066>
- Jordan, S. J., & Smith, L. M. (2005). *Indicators of Ecosystem Integrity for Estuaries*, in SA Bortone (ed.) *Estuarine Indicators*. Boca Raton: CRC Press.
- Kamarrudin, Z. S., Rondonuwu, S. B., & Maabuat, P. V. (2016). Keragaman Lamun (*Seagrass*) di Pesisir Desa Lihunu Pulau Bangka Kecamatan Likupang Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 5(1), 20-24. <https://doi.org/10.35799/jm.5.1.2016.11194>
- Kordi, M. G. H. (2011). *Ekosistem Lamun (Seagrass)*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Li, L., & Huang, X. (2012). Three Tropical Seagrasses as Potential Bio-Indicators to Trace Metal in Xincun Bay, Hainan Island, South China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 30(2), 212-224. <https://doi.org/10.1007/s00343-012-1092-0>
- McMahon, K., Collier, C. J., & Lavery, P. S. (2013). Identifying Robust Bioindicators of Light Stress in Seagrasses: A Meta-analysis. *Ecological Indicators*, 30, 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.030>
- Permanawati, Y., Zuraida, R., & Ibrahim, A. (2013). Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi*, 11(1), 9-18. <https://doi.org/10.32693/jgk.11.1.2013.227>
- Rahman, A., Nur, A., & Ramli, M. (2016). Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acoroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*, 1(1), 10-16.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I. H., & Azkab, M. H. (2014). *Panduan Monitoring Padang Lamun (Issue 1)*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Rafii, M., & Maulana, F. (2018). Jenis, Keanekaragaman, dan Kemelimpahan Makrozoobentos di Sungai Wangi Desa Banua Rantau Kecamatan Banua Lawas. *Pendidikan Hayati*, 4(2), 94-101.
- Rani, C., Basri, M., Bahar, D. Y., & Yolanda, M. (2020). Karakteristik Morfologi Lamun *Thalassodendron ciliatum* (Forsskal) Hartog 1970 (Kelas: Magnoliopsida, Famili: Cymodoceaceae) Berdasarkan Tipe Substrat di Perairan Pantai Timur Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), 85-97. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i1.6090>
- Riniatsih, I. (2016). Distribusi Jenis Lamun Dihubungkan dengan Sebaran Nutrien Perairan di Padang Lamun Teluk Awur Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(2), 101-107. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i2.824>
- Rosalina, D., Herawati, E. Y., Risjani, Y., & Musa, M. (2018). Keanekaragaman Spesies Lamun di Kabupaten Bangka Selatan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *EnviroScientiae*, 14(1), 21-28. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v14i1.4889>
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D. D., & Hutahae, A. A. (2016). Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di P. Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2), 233-241. <https://doi.org/10.14203/jbi.v11i2.2197>



- Sakey, W. F., Wagey, B. T., & Gerung, G. S. (2015). Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.35800/jplt.3.1.2015.7724>
- Schwarz, A. M., Matheson, F., & Mathieson, T. (2004). The Role of Sediment in Keeping Seagrass Beds Healthy. *Water Atmosphere*, 12(4), 18-19.
- Sjafrie, N. D. M., Hernawan, U. E., Prayudha, B., Supriyadi, I. H., Iswari, M. Y., Rahmat, R., Anggraini, K., & Suyarso, S. (2018). Retrieved June 17, 2024, from Status Padang Lamun Indonesia. Interactwebsite: <http://www.oseanografi.lipi.go.id>
- Sofiana, L., Nofisulastri, N., & Safnowandi, S. (2023). Pola Distribusi Siput Air (Gastropoda) sebagai Bioindikator Pencemaran Air di Sungai Unus Kota Mataram dalam Upaya Pengembangan Modul Ekologi. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(3), 133-158. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v3i3.191>
- Traganos, D., Aggarwal, B., Poursanidis, D., Topouzelis, K., Chrysoulakis, N., & Reinartz, P. (2018). Towards Global-scale Seagrass Mapping and Monitoring Using Sentinel-2 on Google Earth Engine: The Case Study of the Aegean and Ionian Seas. *Remote Sens*, 10(8), 12-27. <https://doi.org/10.3390/rs10081227>
- Wahyudin, Y., Kusumastanto, T., Adrianto, L., & Wardiatno, Y. (2016). Jasa Ekosistem Lamun bagi Kesejahteraan Manusia. *Omni-Akuatika*, 12(3), 29-46. <https://doi.org/10.5151/Cidi2017-060>
- Weis, J. S., & Weis, P. (2004). Metal Uptake, Transport and Release by Wetland Plants: Implications for Phytoremediation and Restoration. *Environment International*, 30(5), 685-700. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.002>
- Wijana, I. M. S., Ernawati, N. M., & Pratiwi, M. A. (2019). Keanekaragaman Lamun dan Makrozoobentos sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 13(2), 238-247. <https://doi.org/10.24843/EJES.2019.v13.i02.p11>
- Yusuf, M., Koniyo, Y., & Panigoro, C. (2013). Keanekaragaman Lamun di Perairan Sekitar Pulau Dudepo Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *The NIKe Journal*, 1(1), 18-25. <https://doi.org/10.37905/v1i1.1212>
- Zuraida, R. R., Rahardiawan, R., Subarsyah, K. T., Dewi, H., Widhi, T. A., Soeprapto, N., Yayu, I., Adirana, Y., Permanawati, A., Ibrahim, A., Saefudin, A., Subekti, S., Mulyono, M., Supriyatna, S., & Heriyanto, D. E. (2010). Lingkungan dan Kebencanaan Geologi Kelautan Perairan Teluk Jakarta (Tanjung Kait-Muara Gembong). *Laporan Akhir Penelitian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi Kelautan.