

Keanekaragaman Echinodermata pada Zona Intertidal di Pantai Mesra, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Diversity of Echinoderms from Intertidal Zone in Mesra Beach, Gunungkidul, Special Region of Yogyakarta

Zatun Nithoghani Hafni¹, Darren Nicholas Rahmanto¹, Filda Mega Ayunda¹, Hasna Zuhaida¹, Imelda Tri Ashari¹, Muhamad Nur Ikhsan¹, Safira Pramesti Wibowo¹, Rury Eprilurahman^{1*}

¹Laboratorium Sistematika Hewan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta, 55281, Indonesia

*Corresponding Author: rurybiougum@ugm.ac.id

Abstrak: Indonesia dianggap sebagai negara dengan keanekaragaman hayati laut yang signifikan, yang memiliki banyak fauna, termasuk Echinodermata yang habitatnya di perairan dangkal dan dalam. Pesisir Pantai Mesra, Gunung Kidul, memiliki medan berpasir dan berbatu, yang secara teori akan menjadi habitat yang cocok untuk hewan bentik, termasuk Echinodermata. Pantai Mesra termasuk pantai yang relatif baru di Gunung Kidul, maka perlu adanya data yang lebih banyak yang memuat informasi mengenai keanekaragaman Echinodermata yang hidup di zona intertidal pada periode tahun 2023. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mendata keanekaragaman Echinodermata di zona intertidal Pantai Mesra, Gunungkidul, Yogyakarta. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode *systematic sampling* dengan 16 plot berukuran 1 x 1 yang tersebar merata dalam 4 transek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama periode penelitian ditemukan adanya famili Echinometridae (*Echinometra mathaei*, *Heterocentrotus trigonarius*), Ophiocimidae (*Ophiocoma scolopendrina*), dan Stomopneustidae (*Stomopneustes variolaris*).

Kata kunci: Echinodermata; Echinoidea; Ophiuroidea; Pantai Mesra; zona intertidal

Abstract: Indonesia is considered a country with significant marine biodiversity, which contains many fauna, including Echinoderms that inhabit both shallow and deep waters. The coast of Mesra Beach, Gunung Kidul, has a sandy and rocky terrain, which, in theory, will be a suitable habitat for benthic animals, including Echinoderms. Since Mesra Beach is a relatively new beach in Gunung Kidul, there needs to be more data available that contains information on the diversity of echinoderms living in its intertidal zone during the 2023 period. Therefore, the study is conducted to record the diversity of Echinoderms in the intertidal zone of Mesra Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. Data was collected using systematic sampling with 16 1 x 1 plot distributed evenly in 4 transects. The presence of families Echinometridae (*Echinometra mathaei*, *Heterocentrotus trigonarius*), Ophiocimidae (*Ophiocoma scolopendrina*), and Stomopneustidae (*Stomopneustes variolaris*) are found during the research period.

Copyright: © 2025, J. Berkala Ilmiah Biologi (CC BY 4.0)

Keywords: Echinoderms; Mesra Beach; intertidal zone; Echinoidea; Ophiuroidea

Dikumpulkan: 12 Desember 2024 Direvisi: 7 Desember 2025 Diterima: 7 Desember 2025 Dipublikasi: 31 Desember 2025

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan potensi pesisir yang

sangat luas, dengan garis pantai lebih dari 81.000 kilometer dan terdiri dari kurang lebih 17.508 pulau. Selain itu, Indonesia juga terkenal

memiliki keanekaragaman hayati laut terbesar di dunia, serta berbagai sumber daya pesisir lainnya seperti pasir, kerang, tumbuhan, dan hewan (Kurniati, 2017). Wilayah pesisir umumnya didefinisikan sebagai zona transisi antara daratan dan lautan di mana interaksi darat-laut menghasilkan karakteristik fisik, kimia, dan biologis yang khas (Azril et al., 2025). Di zona pesisir ini sering terdapat ekosistem dangkal seperti padang lamun dan terumbu karang yang menyediakan substrat serta kondisi lingkungan ideal bagi komunitas bentik. Salah satu kelompok organisme yang memanfaatkan ekosistem pesisir secara optimal adalah Echinodermata (Lesti et al., 2019).

Echinodermata merupakan filum hewan laut yang mencakup sekelompok organisme laut dengan karakteristik khas, seperti kulit berduri, simetri radial, dan sistem pembuluh darah air. Filum ini mencakup bintang laut, teripang, landak laut, dan crinoid. Echinodermata dikenal karena kemampuannya meregenerasi bagian tubuh yang hilang dan adanya endoskeleton runcing yang terbuat dari kalsium karbonat (Stohr et al., 2012). Echinodermata berasal dari bahasa Yunani Kuno “echinos” yang berarti landak dan “derma” yang berarti kulit. Echinodermata umumnya ditemukan di zona intertidal atau perbatasan langsung antara air dan daratan. Ada beberapa kelas dalam Echinodermata, yang meliputi Asterozoa (bintang laut), Ophiurozoa (bintang rapuh), Echinozoa (landak laut), Holothurozoa (teripang), dan Crinozoa (bunga lili laut) (Kalinin, 2021). Echinodermata berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut, sebagai pembersih limbah atau debris pada laut, berkontribusi dalam ekosistem lamun sebagai bagian dari jaring-jaring makanan, dan berperan sebagai herbivora, karnivora, omnivora, atau pemakan detritus. Echinodermata memiliki nilai ekonomi yang tinggi, dan beberapa di antaranya dapat dimakan, seperti teripang dan landak laut. Echinodermata juga dapat dimanfaatkan sebagai hiasan dan cinderamata (Lalombombuida, 2019).

Gunung Kidul merupakan daerah di Provinsi D. I. Yogyakarta yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Daerah ini memiliki banyak pantai yang menyimpan beragam biota laut, salah satunya adalah Pantai Mesra. Pantai Mesra merupakan pantai intertidal

dengan kondisi dasar laut yang berkarang, berbatu dan berpasir. Kondisi ini sesuai dengan habitat Filum Echinodermata, sebagai salah satu hewan bentos (hidup di dasar laut) dan memiliki kebiasaan bersembunyi di dalam batu karang pada zona intertidal (Nugroho et al., 2014). Echinodermata memiliki peran penting dalam ekologi. Contohnya sebagai detritivor dan sumber makanan bagi taksa lain. Namun demikian, penelitian dan informasi ilmiah yang ada mengenai keanekaragaman hayati laut di Pantai Mesra masih belum banyak yang terdapat dan tereksplorasi. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian mengenai keanekaragaman echinodermata di daerah intertidal Pantai Mesra.

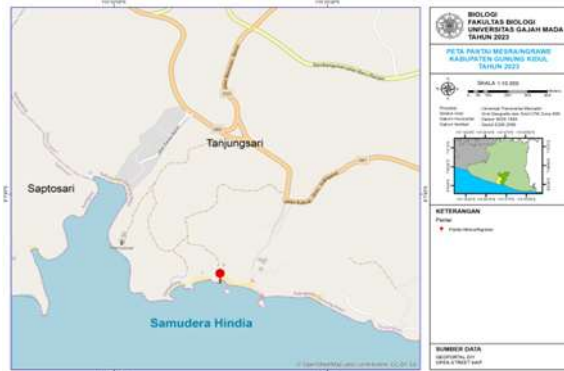
Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian dan Waktu Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di daerah intertidal Pantai Mesra, Ngepung, Kemadang, Nawangan, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Koordinat titik pengambilan sampel adalah 8.133538,110.553596 (gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 21 Oktober 2023, pukul 02.30-04.30 WIB pada saat air surut terendah.



Gambar 1. Landscape Pantai Mesra



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

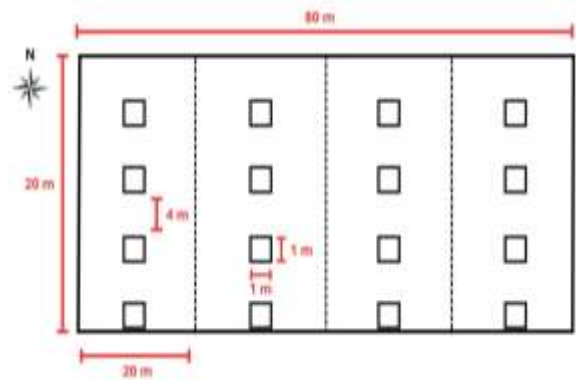
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi plot persegi berukuran 1m x 1m yang digunakan untuk menentukan area sampel tetap yang diamati. Roll meter digunakan untuk menentukan jarak antar plot, membuat transek garis dari darat ke laut, dan mengukur panjang zona intertidal. Tali transek menjadi garis acuan pemasangan kuadrat pada interval tertentu pH meter untuk menghitung pH air laut. Termometer untuk menghitung suhu air dan suhu udara. Ember atau cool box sebagai tempat menyimpan sampel. Jarum suntik untuk menyuntikkan alkohol. Pinset untuk mengambil sampel dari karang. Palu digunakan untuk memecahkan karang. Penggaris dan milimeter blok untuk mengukur sampel. Tabel data dan alat tulis untuk tabulasi data. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel echinodermata dan alkohol 70%.

Cara Kerja

1. Metode Pengambilan Sampel

Echinodermata dikoleksi dengan menggunakan metode *systematic sampling*. Area pengambilan sampel mencakup area seluas 1600m² dengan panjang 80 m dan lebar 20 m. Pengambilan data sampel mencakup 1% dari area sampling untuk menentukan jumlah plot yang digunakan. Area pengambilan sampel dikelompokkan menjadi 4 transek secara vertikal, yaitu A, B, C, dan D. Pada setiap transek dibagi menjadi 4 plot dengan ukuran 1 meter x 1 meter. Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan dengan memilih surut terendah, dengan menarik garis transek tegak lurus ke arah garis pantai, kemudian menempatkan plot sejajar dengan garis pantai dengan interval 4 meter (Gambar 2).



Gambar 3. Desain Transek dan Plot

Spesies yang ditemukan di setiap plot dikumpulkan dan diidentifikasi. Hasil pengambilan sampel dimasukkan ke dalam ember yang berisi air laut dan dibawa untuk diidentifikasi. Pada setiap transek dilakukan pengukuran parameter fisika-kimia air, diantaranya suhu air, pH air, dan salinitas. Selain itu, pengamatan visual substrat habitat juga dilakukan.

2. Preservasi

Sampel Echinodermata disuntik dengan alkohol 70% dan ditunggu hingga lemas. Pada Ophiuroidea, bentuk tubuh, terutama bagian lengan, diatur sesuai dengan posisi yang diperlukan agar rapi. Selanjutnya dilakukan fiksasi dengan menyimpan sampel di dalam toples kaca yang berisi alkohol 70%.

3. Analisis Data

Proses identifikasi spesies Echinodermata dilakukan melalui pendekatan morfologis dengan mengamati karakter fisik utama dan mencocokkannya dengan deskripsi pada literatur taksonomi, termasuk panduan identifikasi Clark dan Rowe (1971). Pengamatan meliputi karakter seperti warna duri primer, warna duri sekunder, bentuk tubuh, diameter tubuh, tinggi tubuh, serta warna struktur kerangka (Lesti et al., 2021). Setiap spesimen didokumentasikan melalui pengambilan gambar dari sisi oral dan aboral untuk memastikan visualisasi morfologi yang lengkap. Pada kelas Ophiuroidea, lengan disusun dalam pola radial guna memudahkan proses pengukuran ukuran sampel menggunakan blok milimeter. Foto-foto yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan buku panduan identifikasi atau referensi ilmiah lain untuk memastikan ketepatan penentuan spesies.

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengambilan sampel dan analisis data terhadap spesies Echinodermata di zona intertidal Pantai Mesra, Gunungkidul, Yogyakarta, penelitian ini mendapatkan empat spesies Echinodermata (Tabel 1).

Tabel 1. Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Mesra, Gunung Kidul, Yogyakarta.

No	Family	Species
1	Echinometridae	<i>Heterocentrotus trigonarius</i> (Lamarck 1816) <i>Echinometra mathaei</i> (Blainville, 1825)
2	Ophiocimidae	<i>Ophiocoma scolopendrina</i> (Lamarck 1816)
3	Stomopneustidae	<i>Stomopneustes variolaris</i> (Lamarck 1816)

Berdasarkan Tabel 1. Echinodermata yang ditemukan di Pantai Mesra, Gunung Kidul terdiri dari 3 famili, yaitu Echinometridae, Ophiocimidae, dan Stomopneustidae. Dari famili Echinometridae ditemukan 2 spesies, yaitu *Heterocentrotus trigonarius* dan *Echinometra mathaei*. Dari famili Echinometridae terdapat 1 spesies, yaitu *Ophiocoma scolopendrina*. Dari famili Stomopneustidae, terdapat 1 spesies, yaitu *Stomopneustes variolaris*

Tabel 2. Faktor lingkungan di zona intertidal Pantai Mesra

Parameter Fisikokimia	Measurement
Suhu air (°C)	22
pH air	8.05
Salinitas (ppm)	30,25

Berdasarkan Tabel 2. Parameter fisika-kimia yang diukur di Pantai Mesra, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, meliputi suhu air, pH air, dan salinitas air. Suhu air yang tercatat adalah 22°C, pH air 8,05, dan salinitas 30,25 ppm.

Echinometridae

Echinometridae adalah Famili bulu babi, dan mencakup beberapa spesies dengan karakteristik yang unik. Echinometridae adalah Famili dalam ordo Camarodonta, kelompok bulu babi yang beragam. Anggota Famili Echinometridae ditemukan di berbagai habitat, terutama di daerah tropis dan subtropis. Mereka umumnya berasosiasi dengan terumbu karang. Bulu babi Echinometridae biasanya memiliki tubuh berbentuk bulat atau sedikit pipih yang ditutupi duri. Duri-duri tersebut menunjukkan berbagai warna dan bentuk tergantung pada spesiesnya (Lawrence, 2017).

Sebagian besar spesies Echinometridae adalah herbivora, dengan memakan Algae dan bahan tanaman lainnya. Mereka memainkan peran penting dalam mengendalikan pertumbuhan alga di terumbu karang, yang dapat berdampak pada kesehatan dan keanekaragaman hayati terumbu karang. Bulu babi Echinometridae sangat penting bagi ekosistem terumbu karena perannya dalam menjaga keseimbangan Algae dan organisme terumbu lainnya (Lawrence, 2017).

Echinometra mathaei memiliki berat berkisar antara 20,29-67,54 gram, dengan diameter 38-51 mm, serta memiliki duri primer sepanjang 8-13 mm dan duri sekunder 2-5 mm. *Echinometra mathaei* memiliki ciri-ciri duri tegak dengan permukaan halus dan tajam, ujungnya berwarna coklat muda, serta memiliki cangkang bulat berwarna ungu tua hingga kehitaman. Spesies ini secara khusus diidentifikasi dengan cincin putih di dasar duri (Suryanti *et al.*, 2020).



(a)



(b)

Gambar 1. *Echinometra mathaei* (a) sisi aboral, (b) sisi oral

Berdasarkan hasil identifikasi morfologis, spesimen yang ditemukan menunjukkan karakter yang konsisten dengan genus *Echinometra*, yang umumnya memiliki tubuh berbentuk oval dan dilengkapi dua tipe duri, yaitu duri primer dan sekunder. Ciri diagnostik yang paling menonjol pada spesimen ini adalah adanya duri primer dengan pola gradasi warna, dimulai dari pangkal berwarna coklat muda hingga ujung berwarna coklat lebih gelap (Hia et al., 2025). Pola ini merupakan salah satu karakter yang dikenal sebagai pembeda utama *Echinometra mathaei* dari spesies lain dalam genus yang sama. Selain itu, keberadaan cincin putih pada pangkal duri primer yang merupakan karakter khas genus *Echinometra* menurut Clark & Rowe (1971) menjadi indikator tambahan yang memperkuat penentuan spesies. Kombinasi karakter ini memberikan dasar morfologis yang kuat bahwa spesimen yang diamati termasuk dalam spesies *Echinometra mathaei*. Penyebaran *E. mathaei* disebabkan pada faktor habitat dan makanan, sebagian besar menghuni pada lubang karang, yang berfungsi sebagai bentuk pertahanan diri dari predator (Juliawan, I., D dan Nurfadillah, 2017).



(a)



(b)

Gambar 2. *Heterocentrotus trigonarius* (a) sisi aboral, (b) sisi oral

Genus *Heterocentrotus* memiliki tubuh berbentuk bulat dengan bagian oral yang agak rata dan berwarna coklat gelap. Cangkangnya dikenal sangat keras dan ber dinding tebal. Pada tubuhnya terdapat dua jenis duri, yaitu duri primer dan duri sekunder. Duri primer berwarna hijau tua dengan corak coklat, berukuran tebal menyerupai pensil, dan tidak memiliki ujung yang runcing. Sementara itu, duri sekunder berbentuk pipih, berwarna ungu, dan memiliki ujung kecoklatan. Kaki tabung tampak jelas di sela-sela duri sekunder (Hia et al., 2025).

Genus *Heterocentrotus* terdiri atas dua spesies, yaitu *Heterocentrotus mammillatus* dan *Heterocentrotus trigonarius*. Keduanya dibedakan berdasarkan jumlah pasangan pori pada setiap arcus di wilayah ambulakral serta bentuk duri primer di sisi aboral lempeng ambulakral. *H. trigonarius* memiliki 15–16 pasangan pori per arcus dengan duri primer yang tidak terpankaskan, sehingga ujung durinya tetap utuh (Clark & Rowe, 1971). Epitet spesifik *trigonarius*, yang berarti segitiga, menjelaskan bentuk penampang melintang duri primernya yang memiliki tiga sudut dan berbeda dari bulu babi lain yang umumnya berduri silindris (Suryanti et al., 2020). Berdasarkan hasil pengamatan, sampel diklasifikasikan sebagai *Heterocentrotus trigonarius*.

Ophiocimidae

Kelompok Ophiuroidea, umumnya dikenal sebagai “*Brilliant stars*”, juga disebut *brittle stars* atau bintang mengular. Menurut Setiawan dkk. (2019), kelompok ini terdiri dari 16 famili dengan 276 marga yang ditemukan di seluruh dunia, dengan sekitar 2064 spesies yang telah diidentifikasi. Bintang mengular ini

berperan membantu membersihkan sampah organik di lingkungan laut dan berfungsi sebagai sumber makanan penting bagi ikan dan kepiting di daerah terumbu karang dan zona intertidal.



(a)



(b)

Gambar 3. *Ophiocoma scolopendrina* (a) sisi aboral (b) sisi oral

Ophiocoma scolopendrina umumnya ditemukan di *tide pool* di wilayah Indo-Pasifik Barat, dan mereka berperan penting dalam trofodinamika terumbu karang, dengan menghubungkan pengurai, produsen primer, dan konsumen tingkat tinggi dengan menyaring makanan melalui lengannya (Boissin *et al.*, 2016).

Ophiocoma scolopendrina dicirikan dengan cakram dorsal berwarna gelap dengan tekstur kasar-granular (Fatemi & Stöhr, 2019). Lengan yang panjang dan berpola pita gelap-terang dilengkapi pelat dorsal yang lebih lebar daripada panjang, pola morfologi yang konsisten dengan karakter genus *Ophiocoma* (Fatemi & Stöhr, 2019). Setiap segmen lengan membawa tiga hingga empat duri pendek-robust, yang berfungsi sebagai ciri diagnostik utama spesies

ini (Mursawal *et al.*, 2020). Selain itu, keberadaan “tentacle scales” berbentuk bulat pada sisi ventral lengan turut memperkuat pemisahan *Ophiocoma* dari genus ophiuroidea lainnya (Mursawal *et al.*, 2020).

Stomopneustidae

Stomopneustes variolaris yang dikenal sebagai bulu babi hitam (Gambar 4), merupakan salah satu spesies berhabitat di air terhangat Samudra Hindia. Bulu babi ini termasuk dalam famili Stomopneustidae dan tersebar di daerah tropis dan subtropis di Indo-Pasifik. Termasuk dalam kelompok omnivora yang memakan Algae dan rumput laut (De Zoysa, 2017).



(a)



(b)

Gambar 4. *Stomopneustes variolaris* (a) sisi aboral, (b) sisi oral

Stomopneustes variolaris memiliki test bulat-kompak berwarna hitam pekat dengan duri primer tebal, pendek-kuat, dan berpermukaan kasar, ciri yang konsisten membedakannya dari genus hitam lain seperti *Echinometra* yang berduri lebih ramping (Yesudas *et al.*, 2021). Genus *Stomopneustes* ditandai oleh tuberkel primer besar dan menonjol pada plate interambulakral serta pola ambulakral dengan pore-pairs tersusun rapat dan teratur,

menghasilkan tampilan skeletal yang padat dan simetris (Suryanti *et al.*, 2020). Kombinasi warna gelap seragam, duri kasar-tebal, dan tuberkel primer besar merupakan indikator diagnostik utama untuk menunjuk genus ini.

Korelasi Antara Parameter dan Keanekaragaman Echinodermata

Parameter fisikokimia yang diukur di Pantai Mesra, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, meliputi suhu air, pH air, dan salinitas air. Pentingnya pengukuran parameter fisikokimia ini adalah untuk mengetahui apakah parameter tersebut mendukung persyaratan hidup yang optimal bagi Echinodermata untuk berkembang. Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa suhu air yang tercatat adalah 22°C, pH air 8,05, dan salinitas 30,25 ppm. Rata-rata pengukuran suhu dari setiap plot di Pantai Mesra adalah 26,8°C.

Kisaran suhu air yang sesuai untuk kelangsungan hidup Echinodermata adalah antara 20°C dan 30°C, yang mengimplikasikan bahwa kisaran suhu yang tercatat selama periode penelitian menunjukkan kondisi kehidupan yang optimal untuk Echinodermata (Aziz, 1998). Hasil pengukuran suhu menunjukkan kisaran suhu optimal yang memungkinkan Echinodermata untuk tumbuh dan berkembang secara efektif. Oleh karena itu, Echinodermata dapat ditemukan secara melimpah di daerah pantai.

Kelangsungan hidup Echinodermata terutama dipengaruhi oleh suhu air, karena organisme ini melakukan respirasi dan metabolisme sepenuhnya di lingkungan akuatik, sehingga parameter fisik perairan lebih relevan dibandingkan suhu udara. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu air di luar kisaran toleransi dapat menurunkan kelangsungan hidup, laju makan, dan pertumbuhan (Li *et al.*, 2019). Suhu udara 20–30 °C menciptakan kondisi optimal bagi Echinodermata dan menjadi indikator utama untuk menilai kondisi ekologis yang mendukung keberadaan Echinodermata.

Tingkat keasaman air (pH) yang optimal untuk Echinodermata berkisar antara 7,6 dan 8,03 (Kapsenberg *et al.*, 2017). Penelitian kami menunjukkan sedikit penyimpangan dari kisaran ideal, yang tidak menimbulkan masalah yang signifikan. Mempertimbangkan cuaca selama

periode penelitian, tidak ada tanda-tanda hujan. Hujan yang relatif asam seharusnya memberikan keseimbangan yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan kisaran pH yang optimal. Fakta bahwa tingkat keasaman tidak terlalu menyimpang dalam kondisi tanpa hujan mendukung bahwa tingkat keasaman air laut Pantai Mesra masih dalam kisaran optimal.

Kondisi salinitas yang optimal untuk Echinodermata berkisar antara 30 hingga 36 ppm (Aziz *et al.*, 1995). Sedangkan salinitas yang didapatkan pada penelitian ini adalah 30,25 ppm, kisaran salinitas di Pantai Mesra yang ideal. Echinodermata merupakan biota yang tidak tahan terhadap salinitas rendah. Kadar salinitas yang rendah pada suatu wilayah perairan berkisar antara 23 - 26 ppm akan menyebabkan perubahan pigmen warna, sehingga menyebabkan Echinodermata duri dan Echinodermata menjadi tidak aktif hingga kematian (Mak & Chan, 2018).

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mendapatkan 4 spesies dari 3 famili Echinodermata di zona intertidal Pantai Mesra, Gunungkidul, Yogyakarta. Diantaranya adalah Echinometridae yang terdiri dari *Heterocentrotus trigonarius* dan *Echinometra mathaei*, Ophiocimidae yang terdiri dari *Ophiocoma scolopendrina*, dan Stomopneustidae yang terdiri dari *Stomopneustes variolaris*. Parameter fisika-kimia yang diukur di Pantai Mesra dinilai optimal untuk mendukung kelangsungan hidup Echinodermata.

Ucapan terima kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kelompok Studi Kelautan dan anggota Kelas Ilmiah Echinodermata atas dukungan mereka dan untuk menyediakan lingkungan yang kondusif untuk pengembangan keterampilan menulis. Kami juga menyampaikan penghargaan kepada semua individu yang terlibat dalam penelitian ini atas bantuan mereka, yang telah berkontribusi terhadap keberhasilan penyelesaian penelitian ini.

Referensi

Aziz, A. (1988). Pengaruh tekanan panas terhadap fauna ekinodermata. *Oseana*, 13(3), pp.125-132.

- Azril, M., Widyanti O., Listriyana, A., La Ode Alirman Afu, D. M. Bessie, R. A. N. Tuhumury, Avisha F., Sang Ayu Made P. Suryani & Krisdianto (2025) *Ekologi Pesisir dan Laut*. Padang: CV Hei Publishing Indonesia. ISBN 978-634-7214-08-9.
- Boissin, E, Hoareau, TB, Paulay, G & Bruggemann, JH (2016), 'Shallow-water reef ophiuroids (Echinodermata: Ophiuroidea) of Réunion (Mascarene Islands), with biogeographic considerations', *Zootaxa*, vol. 4098, no. 2, pp. 273–297.
- De Zoysa, H. K. S, Jinadasa B.K.K.K., Edirisinghe E.M.R.K.B., and Jayasinghe G.D.T.M., (2017). Length Weight relationship of black sea urchin (*Stomopneustes variolaris*) in Sri Lanka *Int. J. Aquat. Biol.* 5 408-412.
- Fatemi, Y. and Stöhr, S., 2019. Annotated species list of Ophiuroidea (Echinodermata) from the Persian Gulf and Gulf of Oman, with new records. *Zootaxa*, 4711(1), pp.77-106.
- Hia, P. A., Adharini, R. I., Setyobudi, E. & Hardianto, E. (2025) 'Investigating the diversity of sea urchins (Echinoidea) in Yogyakarta, Indonesia using molecular approaches, abundance, and ecological index', *Croatian Journal of Fisheries*, 83(3), pp. 109–120.
- Ilmi, F., (2021), February. Morphology and Anatomy of Species *Heterocentrotus trigonarius* and *Tripneustes ventricosus* (Echinodermata: Echinoidea) in Nguyahan Beach Gunungkidul. In *Proceeding International Conference on Science and Engineering* (Vol. 4, pp. 129-132).
- Kalinin, V.I., (2021). Echinoderms metabolites: Structure, functions, and biomedical perspectives. *Marine Drugs*, 19(3), p.125.
- Kapsenberg, L., Okamoto, D.K., Dutton, J.M. and Hofmann, G.E., (2017). Sensitivity of sea urchin fertilization to pH varies across a natural pH mosaic. *Ecology and Evolution*, 7(6), pp.1737-1750.
- Kurniati, A., (2017). Pesisir Pantai Lakorapu sebagai Media Pembelajaran Alami bagi Anak Usia Dini. *JEC (Jurnal Edukasi Cendekia)*, 1(1), pp.1-15.
- Lalombombuida, S.L., Langoy, M. and Katili, D.Y., (2019). Diversity of Echinoderms in Paranti Beach, Tabang Village, Rainis District, Talaud Islands Regency, North Sulawesi Province. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 10(2), pp.39-50.
- Lawrence, J.M., (2007). Edible sea urchins: use and life-history strategies. In *Developments in Aquaculture and Fisheries Science* (Vol. 37, pp. 1-9). Elsevier.
- Lesti, HY, Maharani, SE, Rahmani, NN, Prasetya, BAA, Khalallia, FBR, Winasti, NMS, Huda, AM, Nafiah, SL, Eprilurahman, R (2021), 'The diversity of echinoderms in intertidal zone of Sundak Beach, Gunung Kidul, Yogyakarta, Indonesia', *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, 2(01), pp. 1-9
- Li, Q., Dong, Y., Wang, S., & Ning, X. (2019). Effects of elevated temperature on survival, feeding, and growth in the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*. *Marine Environmental Research*, 147, 77–84.
- Mak, K.K.Y. and Chan, K.Y.K., (2018). Interactive effects of temperature and salinity on early life stages of the sea urchin *Heliocidaris crassispina*. *Marine Biology*, 165, pp.1-11.
- Mursawal, A., 2020. Morfogenetik dan genetika populasi *Ophiocoma scolopendrina* (Echinodermata: Ophiuroidea) di perairan Pesisir Aceh Besar (Doctoral dissertation, IPB University).
- Nugroho, W., (2014). Kelimpahan bintang mengular (Ophiuroidea) di Perairan Pantai Sundak dan Pantai Kukup Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(4), pp.51-57.
- Setiawan, R., Ula, F.A. and Sijabat, S.F., (2019). Inventarisasi spesies bintang mengular (Ophiuroidea) di Pantai Bilik, Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine*

- Science and Technology*, 12(2), pp.192-200.
- Stöhr, S., O'Hara, T.D. and Thuy, B., (2012). Global diversity of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *Plos one*, 7(3), p.e31940.
- Suryanti, S., P. N. P. N. Fatimah, dan S. Rudiyantri (2020): Morfologi, anatomi, dan indeks bulu babi di Pantai Sepanjang, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 9 (2), 93-103.
- Yesudas, A., Jayachandran, P.R., Parameswaran, U.V., Vidyalakshmi, D. and Priyaja, P., (2021). Report on the association of valviferan isopod *Synidotea variegata* Collinge 1917 and regular sea urchin *Stomopneustes variolaris* Lamarck, 1816 from rocky subtidal regions of Vizhinjam, southwest coast of India. *Symbiosis*, 84(1), pp.105-110.