

Kepadatan dan Pola Distribusi Teripang Hitam (*Holothuria atra*) di Pesisir Pantai Haenesai Desa Hulung, Kabupaten Seram Bagian Barat

Iloni Touwe¹, Handy Erwin Pier Leimena^{2*}, Evelin Tuhumuri³

¹⁻³ Program Studi Biologi, Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura, Indonesia

*Penulis Korespondensi: handy.leimena@lecturer.unpatti.ac.id

Abstract. The black sea cucumber (*Holothuria atra*) holds significant ecological and economic value in tropical marine ecosystems, including those of Maluku, Indonesia. This study aimed to estimate population density, spatial distribution patterns, and their relationship with environmental conditions along the Haenesai coast, Hulung Village, Taniwel District, West Seram Regency. Sampling was carried out using the belt transect method (50 m × 2 m) at three stations with three replications, while physicochemical parameters of seawater (temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, and transparency) were measured in situ. A total of 96 individuals of *H. atra* were recorded, with an average density of 10.6 ind/100 m². Station I exhibited the highest density (13 ind/100 m²), whereas Station II showed the lowest (9.3 ind/100 m²). Distribution patterns were generally uniform at Stations I and II, while Station III displayed a clustered pattern. These variations are likely influenced by differences in water transparency, dissolved oxygen, and substrate heterogeneity that affect food availability. Overall, environmental conditions remained suitable for *H. atra*, although evidence of exploitation pressure from local harvesting was observed. Ecologically, *H. atra* plays a critical role as a bioturbator, maintaining sediment quality and coastal ecosystem stability. This study highlights the need for regulated harvesting, habitat protection, and aquaculture development as strategic measures for the sustainable management of sea cucumber resources in Maluku.

Keywords: bioturbation; coastal ecosystems; environmental parameters; overexploitation; resource conservation

Abstrak. Teripang hitam (*Holothuria atra*) memiliki nilai ekologis dan ekonomis penting di perairan tropis, termasuk Maluku. Penelitian ini bertujuan mengestimasi kepadatan populasi, pola distribusi spasial, serta hubungannya dengan kondisi lingkungan di pesisir Pantai Haenesai, Desa Hulung, Kecamatan Taniwel, Kabupaten Seram Bagian Barat. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode transek sabuk (50 m × 2 m) pada tiga stasiun dengan tiga kali ulangan, sedangkan parameter fisik-kimia perairan (suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan kecerahan) diukur secara in-situ. Hasil penelitian mencatat total 96 individu *H. atra* dengan kepadatan rata-rata 10.6 ind/100 m². Stasiun I menunjukkan kepadatan tertinggi (13 ind/100 m²), sedangkan Stasiun II terendah (9.3 ind/100 m²). Pola distribusi cenderung seragam di Stasiun I dan II, sementara Stasiun III memperlihatkan pola mengelompok. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh variasi kecerahan, oksigen terlarut, dan heterogenitas substrat yang memengaruhi ketersediaan pakan. Kondisi lingkungan perairan secara umum masih mendukung kelangsungan hidup *H. atra*, meskipun terdapat indikasi tekanan eksploitasi dari aktivitas pemanenan masyarakat. Secara ekologis, *H. atra* berperan sebagai bioturbator yang menjaga kualitas sedimen dan stabilitas ekosistem pesisir. Penelitian ini menekankan pentingnya pengaturan pemanfaatan, perlindungan habitat, dan pengembangan budidaya sebagai langkah strategis untuk konservasi dan pengelolaan berkelanjutan sumber daya teripang di Maluku.

Kata Kunci: bioturbasi; ekosistem pesisir; parameter lingkungan; eksploitasi berlebih; konservasi sumber daya

1. LATAR BELAKANG

Perairan Maluku dikenal sebagai salah satu kawasan dengan keanekaragaman hayati laut yang tinggi serta potensi ekonomi yang besar, terutama dari sektor perikanan dan biota laut bernilai komersial. Salah satu biota penting yang dimanfaatkan masyarakat pesisir adalah teripang (Pattinasarany *et al.*, 2018). Teripang (*Holothuria*) merupakan sumber protein hewani yang telah lama dikonsumsi baik di dalam maupun luar negeri (Agusta, 2012; Bordbar *et al.*, 2011; Hossain *et al.*, 2022). Kandungan gizinya yang tinggi, terutama protein dengan kadar

lemak rendah, menjadikan teripang sangat potensial sebagai bahan pangan sekaligus komoditas ekspor (Bordbar *et al.*, 2011; Pangestuti & Arifin, 2018). Selain nilai gizi, teripang juga memiliki manfaat farmakologis dan kesehatan. Komposisi kimia teripang meliputi air, protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin (Bordbar *et al.*, 2011; Hossain *et al.*, 2022). Penelitian menunjukkan kandungan kolagen yang tinggi pada teripang berperan dalam mempercepat penyembuhan luka (Saad *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2020), sementara penggunaannya dalam pengobatan tradisional terkait dengan fungsi ginjal, reproduksi, dan sistem pencernaan (Liang *et al.*, 2022; Pangestuti & Arifin, 2018). Khasiatnya sebagai antiinflamasi, analgesik, antipiretik, serta imunomodulator semakin memperkuat posisinya dalam industri farmasi modern (Dhinakaran & Lipton, 2014; Dakrory *et al.*, 2015). Penelitian terkini juga menunjukkan adanya potensi metabolit bioaktif pada *Holothuria* yang berfungsi sebagai antimikroba dan agen antikanker (Purcell *et al.*, 2023).

Dari sisi ekologi, teripang berperan sebagai suspension feeder dan deposit feeder (Pasquini *et al.*, 2021; Isnanda & Rudyanti, 2024). Peranannya sebagai “bioturbator” membantu menjaga keseimbangan ekosistem dengan mengolah sedimen, mengurangi penumpukan bahan organik, dan menjaga sirkulasi nutrisi. Penelitian lapangan menunjukkan bahwa *Holothuria atra* mampu mengolah sedimen dalam jumlah besar (14–28 kg sedimen kering per tahun per individu), menegaskan pentingnya perannya dalam menjaga kesehatan ekosistem perairan (Uthicke & Karez, 1999; Gray *et al.*, 2023). Selain itu, aktivitas bioturbasi teripang berkontribusi terhadap pengendalian pengasaman laut melalui pelepasan kembali CaCO_3 ke kolom air yang kemudian dimanfaatkan organisme pembentuk terumbu karang (Schneider *et al.*, 2011; Vidal-Ramírez *et al.*, 2016). Hal ini sejalan dengan kajian global yang menekankan pentingnya peran ekologi teripang dalam mitigasi perubahan iklim dan keberlanjutan ekosistem pesisir (Lee *et al.*, 2018; Liang *et al.*, 2022).

Salah satu spesies yang banyak dieksploitasi adalah teripang hitam (*Holothuria atra*). Spesies ini memiliki nilai ekonomi tinggi karena selain dikonsumsi, juga menjadi bahan baku farmasi berkat kandungan bioaktifnya, seperti flavonoid, terpenoid, saponin, alkaloid, dan fenolik (Dhinakaran & Lipton, 2014; Oktaviani *et al.*, 2015). Kandungan bioaktif tersebut memberikan aktivitas antioksidan, antibakteri, serta potensi dalam penanganan penyakit degeneratif (Dakrory *et al.*, 2015). Permintaan pasar internasional yang terus meningkat membuat *H. atra* menjadi salah satu komoditas utama dalam perdagangan teripang global (Purcell *et al.*, 2023). Di wilayah Maluku, teripang ditemukan pada berbagai habitat pesisir dari kedalaman 1–40 meter, tersebar di pulau-pulau seperti Buntal, Saparua, Seram Timur, Kei Kecil, Banda, Buru, Aru, dan Tanimbar (Wiadnyana *et al.*, 2009). Kabupaten Seram Bagian

Barat merupakan salah satu wilayah distribusi teripang, termasuk *H. atra*, dengan pesisir Desa Hulung di Kecamatan Taniwel sebagai salah satu lokasi penting. Masyarakat setempat telah lama memanfaatkan teripang hitam untuk konsumsi maupun penjualan. Lokasi pengambilan utama berada di pesisir Pantai Haenesai. Namun, meskipun pemanfaatannya intensif, kajian ilmiah mengenai kepadatan populasi dan pola distribusi teripang hitam di wilayah ini masih terbatas. Keterbatasan data ekologi lokal ini berpotensi menghambat upaya pengelolaan berkelanjutan dan konservasi stok teripang di Maluku (Purcell *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi kepadatan populasi dan pola distribusi teripang hitam di pesisir Haenesai, Desa Hulung, Kabupaten Seram Bagian Barat.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pesisir Pantai Haenesai (Gambar 1), yang secara administratif terletak di Desa Hulung, Kecamatan Taniwel, Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku, Indonesia. Desa Hulung merupakan salah satu wilayah pesisir di Pulau Seram bagian barat, dengan karakteristik lingkungan pesisir yang langsung berbatasan dengan Laut Seram (Seram Sea) di sisi utara–barat laut pulau. Secara geografis, lokasi penelitian berada pada koordinat -2.870384, 128.570323 atau sekitar 2°52'13.4" LS dan 128°34'13.2" BT. Posisi ini menempatkan Pantai Haenesai dalam kawasan pesisir yang strategis, karena masih relatif dekat dengan jalur laut utama di Laut Seram yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi serta dinamika oseanografi yang kompleks. Kondisi wilayah pesisir didominasi oleh hamparan pantai dengan substrat campuran pasir, lumpur, dan kerikil, yang berperan penting sebagai habitat biota laut serta mendukung aktivitas ekologis masyarakat setempat.



Gambar 1. Tampilan google earth lokasi penelitian di pesisir Pantai Haenesai, Desa Hulung, Kabupaten Seram Bagian Barat, Maluku (Sumber: *Google earth*, 2022).

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan saat air surut dengan metode transek sabuk (*belt transect*), yang umum digunakan dalam kajian ekologi bentik (English et al., 1997; Southwood & Henderson, 2000; Underwood & Chapman, 2013; Krebs, 2014). Pada setiap stasiun, tiga transek berukuran 50 m × 2 m dipasang menggunakan meteran dan tali raffia sebagai penanda batas pengamatan. Setiap individu teripang hitam (*Holothuria atra*) yang ditemukan di dalam transek dihitung dan dicatat menggunakan alat tulis serta didokumentasikan dengan kamera digital. Untuk verifikasi identifikasi spesies digunakan buku identifikasi teripang (Setiawan, 2010; Purcell et al., 2012; Mills et al., 2014).

Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel. Suhu perairan diukur menggunakan termometer, salinitas ditentukan dengan refraktometer, pH perairan diukur dengan pH meter, oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter, sedangkan kecerahan air diukur menggunakan *secchi disk*. Data pendukung ini kemudian dicatat dalam lembar kerja lapangan untuk dianalisis bersama dengan data populasi. Pemilihan parameter ini didasarkan pada perannya yang signifikan terhadap kelimpahan dan distribusi organisme bentik, termasuk teripang (Pierrat et al., 2021; Sun et al., 2022).

Analisis Data

Kepadatan populasi

Kepadatan populasi dihitung dengan rumus $D_i = n_i / A$ (Odum, 1971; Krebs, 2014), di mana D_i adalah kepadatan jenis ke- i , n_i adalah jumlah individu spesies ke- i , dan A adalah luas daerah yang disampling.

Pola distribusi

Pola distribusi ditentukan menggunakan indeks distribusi Morisita (He & Legendre, 2002; Magurran, 2004; Krebs, 2014; Hayes & Castillo, 2017). Indeks ini dihitung berdasarkan jumlah plot, total individu, serta distribusi individu dalam setiap plot, dengan rumus: $I_d = (n \sum x^2 - N^2) / (N(N - 1))$, dimana, I_d adalah indeks distribusi Morisita, n adalah jumlah plot, N adalah jumlah individu dalam total plot, dan $\sum x$ adalah kuadrat jumlah individu per plot untuk total plot.

Nilai indeks Morisita kemudian diinterpretasikan untuk mengidentifikasi pola sebaran, yaitu seragam ($I_d < 1$), acak ($I_d = 1$), atau mengelompok ($I_d > 1$). Morisita dipilih karena lebih sensitif dibanding indeks dispersi lain dalam menggambarkan pola spasial populasi bentik (He & Legendre, 2002; Magurran, 2004; Krebs, 2014).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Teripang Hitam

Kepadatan teripang hitam (*Holothuria atra*) pada masing-masing stasiun pengamatan menunjukkan variasi yang cukup jelas (Tabel 1). Stasiun I mencatat jumlah individu tertinggi dengan total 39 ekor dari tiga kali pengulangan transek, sehingga menghasilkan kepadatan rata-rata sebesar 13 ind/100 m². Nilai ini merupakan yang paling tinggi dibandingkan stasiun lainnya, mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan di stasiun ini relatif lebih mendukung keberadaan teripang hitam. Sebaliknya, Stasiun II memperlihatkan jumlah individu terendah, yaitu 28 individu, dengan kepadatan rata-rata hanya 9.3 ind/100 m². Hasil ini menunjukkan bahwa habitat di lokasi tersebut kemungkinan memiliki faktor pembatas tertentu, seperti karakter substrat atau tingkat gangguan antropogenik, yang berpengaruh terhadap distribusi dan kelimpahan populasi. Stasiun III menunjukkan total 29 individu dengan kepadatan rata-rata 9.6 ind/100 m², sedikit lebih tinggi dibandingkan Stasiun II, tetapi masih berada di bawah Stasiun I. Meskipun demikian, nilai tersebut menegaskan bahwa teripang hitam tetap mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan stasiun ini, meskipun tidak mencapai tingkat kepadatan optimal. Secara keseluruhan, jumlah individu teripang hitam yang tercatat di seluruh stasiun adalah 96 individu, dengan kepadatan rata-rata sebesar 10.6 ind/100 m². Temuan ini menunjukkan adanya perbedaan distribusi antar stasiun yang cukup nyata, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh heterogenitas habitat dan kondisi ekologis di setiap lokasi pengamatan.

Tabel 1. Kepadatan teripang hitam (*Holothuria atra*) di setiap stasiun pengamatan.

Stasiun pengamatan	Jumlah individu per transek (individu)				Kepadatan (<i>D</i> - individu/100 m ²)
	I	II	III	Total	
I	14	12	13	39	13
II	12	7	9	28	9.3
III	6	11	12	29	9.6
Total	32	30	34	96	10.6

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa Stasiun I memiliki kepadatan populasi tertinggi (13 individu/100 m²) dibandingkan Stasiun III (9.6 individu/100 m²) dan Stasiun II (9.3 individu/100 m²). Variasi ini diduga erat kaitannya dengan tingkat kecerahan perairan, yang berimplikasi langsung pada peningkatan penetrasi cahaya dan produktivitas primer. Perairan dengan tingkat kecerahan lebih tinggi cenderung mendukung pertumbuhan lamun dan alga, yang merupakan sumber detritus penting bagi teripang (Floren, 2021; Pierrat et al., 2021). Hal ini sejalan dengan kadar oksigen terlarut (DO) yang lebih tinggi di Stasiun I, menunjukkan produktivitas ekosistem yang relatif lebih baik. Jika dibandingkan dengan kawasan lain di Maluku, kepadatan teripang hitam di Pantai Haenesai tergolong rendah. Di perairan Kai Besar,

Maluku Tenggara, kepadatan mencapai 200–800 individu/100 m², jauh melampaui hasil penelitian ini (Yusron & Widianwari, 2004). Perbedaan tersebut dapat dijelaskan oleh kondisi perairan yang masih alami di Kai Besar, dengan tingkat eksploitasi yang rendah. Sebaliknya, tekanan pemanfaatan di Haenesai tampak berpengaruh terhadap berkurangnya populasi. Meski demikian, nilai kepadatan di Haenesai (10.6 individu/100 m²) masih berada pada kisaran yang mendekati lokasi lain di Maluku seperti Suli, Paperu, Osi, dan Marsegu, yang berkisar antara 12.6 – 14.8 individu/100 m² (Luhulima et al., 2019). Faktor-faktor seperti substrat, eksploitasi berlebih, serta keberadaan predator menjadi determinan penting dalam variasi kepadatan (Nirwana & Sadarun, 2016; Purcell, 2014). Kajian global juga menunjukkan bahwa intensitas penangkapan merupakan faktor utama penurunan stok teripang di Asia Tenggara, yang menyebabkan banyak populasi menurun tajam dalam dua dekade terakhir (Anderson *et al.*, 2011; Purcell *et al.*, 2013).

Pola distribusi teripang hitam

Analisis pola distribusi teripang hitam (*Holothuria atra*) pada setiap stasiun pengamatan di pesisir Pantai Haenesai menunjukkan variasi nilai indeks distribusi (I_d) yang relatif mendekati angka 1 (Tabel 2). Stasiun I memiliki nilai I_d sebesar 0.951, yang menunjukkan pola distribusi seragam. Kondisi serupa juga tercatat pada Stasiun II dengan nilai I_d 0.976, yang menegaskan bahwa individu teripang hitam cenderung tersebar merata di area tersebut. Sebaliknya, Stasiun III memperlihatkan pola yang berbeda, dengan nilai I_d 1.004, yang mengindikasikan pola distribusi mengelompok. Hal ini dapat menunjukkan adanya faktor lingkungan yang menyebabkan individu teripang berkumpul pada titik-titik tertentu, misalnya ketersediaan sumber pakan, struktur substrat yang lebih sesuai, atau adanya perlindungan alami dari arus dan predator. Secara keseluruhan, hasil penghitungan untuk Pantai Haenesai memberikan nilai I_d rata-rata 0.975, yang menggambarkan pola distribusi seragam. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum populasi teripang hitam di kawasan penelitian cenderung tersebar relatif merata, meskipun terdapat perbedaan lokal di Stasiun III yang memperlihatkan kecenderungan mengelompok. Temuan ini menegaskan bahwa variasi kondisi mikrohabitat memiliki pengaruh nyata terhadap pola distribusi populasi teripang hitam di wilayah pesisir tersebut.

Tabel 2. Pola distribusi teripang hitam (*Holothuria atra*) di setiap stasiun pengamatan.

Stasiun pengamatan	Nilai Id	Pola distribusi populasi
I	0,951	Seragam
II	0,976	Seragam
III	1,004	Mengelompok
Pantai Haenesai	0,975	Seragam

Analisis pola distribusi menunjukkan distribusi seragam di Stasiun I dan II, serta pola mengelompok di Stasiun III. Pola seragam biasanya menandakan adanya ketersediaan sumber makanan yang relatif merata, sehingga individu tersebar dengan jarak yang hampir sama (Krebs, 2014). Sebaliknya, pola mengelompok yang teridentifikasi di Stasiun III menggambarkan adanya konsentrasi faktor lingkungan tertentu, seperti ketersediaan detritus lamun yang lebih tinggi atau kondisi mikrohabitat yang lebih sesuai. Distribusi agregatif juga dapat dikaitkan dengan strategi perilaku, termasuk perlindungan dari predator atau pemanfaatan area dengan arus yang lebih tenang (Nirwana & Sadarun, 2016; Floren, 2021; Kongsap *et al.*, 2023). Pola distribusi yang bervariasi ini konsisten dengan teori ekologi populasi yang menyatakan bahwa organisme bentik sering menunjukkan pola mengelompok karena adanya konsentrasi sumber daya atau faktor lingkungan yang bersifat patchy (Begon *et al.*, 2006; Krebs, 2014). Fenomena agregasi juga dilaporkan secara luas pada spesies Holothuroidea lainnya di habitat padang lamun, di mana konsentrasi bahan organik lebih tinggi dan menjadi sumber pakan utama (Floren, 2021; Kongsap *et al.*, 2023). Selain itu, distribusi seragam dapat mencerminkan adanya kompetisi intraspesifik untuk sumber daya terbatas, yang mendorong individu menjaga jarak spasial tertentu (Krebs, 2014).

Parameter perairan pesisir

Parameter lingkungan perairan pada setiap stasiun pengamatan di pesisir Pantai Haenesai menunjukkan kondisi yang relatif homogen dengan variasi kecil antarstasiun (Tabel 3). Suhu perairan berkisar antara 30.1–30.3 °C, dengan nilai terendah tercatat di Stasiun I (30.1 °C), sedangkan Stasiun II dan III menunjukkan nilai yang sama yaitu 30.3 °C. Rentang suhu ini masih berada dalam kisaran optimal untuk mendukung aktivitas fisiologis dan metabolisme teripang. Salinitas pada seluruh stasiun tercatat seragam, yaitu sebesar 31‰, yang menunjukkan stabilitas kondisi oseanografi perairan di lokasi penelitian. Nilai pH relatif sedikit bervariasi, dengan Stasiun I lebih tinggi (7,5) dibandingkan Stasiun II dan III yang masing-masing bernilai 7.3. Meskipun demikian, semua nilai tersebut tetap berada dalam kisaran normal perairan laut tropis. Dissolved Oxygen (DO) menunjukkan perbedaan yang lebih nyata antarstasiun. Stasiun I memiliki nilai tertinggi sebesar 7 mg/L, sedangkan Stasiun II mencatat nilai terendah (6.2 mg/L) dan Stasiun III sebesar 6.4 mg/L. Variasi ini dapat mengindikasikan

perbedaan tingkat aerasi dan aktivitas biota pada masing-masing stasiun. Sementara itu, tingkat kecerahan perairan tertinggi ditemukan di Stasiun I dengan kedalaman penetrasi cahaya 60 cm, sedangkan Stasiun II dan III hanya mencapai 50 cm. Perbedaan kecerahan ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor fisik seperti tingkat kekeruhan akibat suspensi sedimen atau aktivitas gelombang di lokasi tertentu. Secara umum, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kondisi lingkungan perairan di ketiga stasiun masih berada dalam batas yang sesuai untuk mendukung keberadaan dan aktivitas ekologis *Holothuria atra*, meskipun terdapat variasi kecil pada parameter DO, pH, dan kecerahan yang dapat mempengaruhi distribusi lokal populasi.

Tabel 3. Parameter lingkungan perairan di setiap stasiun pengamatan (pesisir Pantai Haenesai).

Parameter lingkungan	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	30.1	30.3	30.3
Salinitas (‰)	31	31	31
pH	7.5	7.3	7.3
DO (mg/L)	7	6.2	6.4
Kecerahan (cm)	60	50	50

Pengukuran parameter lingkungan di Pantai Haenesai menunjukkan bahwa suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan kecerahan masih berada dalam kisaran optimal bagi kelangsungan hidup *Holothuria atra* (Hartati *et al.*, 2021). Faktor-faktor tersebut penting karena secara langsung memengaruhi metabolisme, laju pertumbuhan, serta distribusi organisme bentik. Kondisi perairan yang relatif stabil mendukung keberadaan populasi meskipun terdapat aktivitas penangkapan oleh masyarakat. Penelitian lain juga menegaskan bahwa keberadaan teripang dapat berkontribusi dalam menjaga kualitas sedimen dan mengurangi dampak eutrofikasi melalui aktivitas bioturbasi (Uthicke, 1999; MacTavish *et al.*, 2012; Ennas *et al.*, 2023)

Implikasi Ekologi dan Konservasi

Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting terhadap pengelolaan sumber daya pesisir. Populasi *H. atra* yang relatif rendah mengindikasikan adanya potensi tekanan eksploitasi. Jika tidak dikelola dengan baik, kondisi ini dapat berujung pada penurunan stok jangka panjang sebagaimana terjadi di banyak kawasan Indo-Pasifik (Purcell *et al.*, 2013). Upaya konservasi berbasis ekosistem, termasuk pengaturan kuota tangkapan, penetapan kawasan larang ambil (*no-take zones*), dan pengembangan budidaya teripang, perlu dipertimbangkan untuk menjaga keberlanjutan populasi (Eriksson *et al.*, 2012; Purcell & Samyn, 2012; SPC, 2015). Selain itu, nilai ekologis teripang sebagai bioturbator menempatkan spesies ini pada posisi penting dalam menjaga stabilitas ekosistem padang lamun dan terumbu

karang. Kehilangan populasi teripang dapat menurunkan kualitas substrat dan mempercepat degradasi ekosistem pesisir. Oleh karena itu, strategi pengelolaan di Pantai Haenesai perlu memadukan pendekatan ekologi dengan aspek sosial-ekonomi masyarakat lokal, mengingat teripang juga menjadi sumber penghidupan tradisional.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menegaskan bahwa variasi kepadatan dan pola distribusi teripang hitam (*Holothuria atra*) di pesisir Pantai Haenesai dipengaruhi oleh kombinasi faktor lingkungan, ketersediaan sumber makanan, serta tekanan pemanfaatan oleh masyarakat. Kondisi perairan yang masih berada dalam kisaran optimal menunjukkan habitat tetap mendukung, meskipun populasi menghadapi potensi penurunan akibat eksploitasi. *H. atra* berperan penting sebagai bioturbator dalam menjaga kualitas sedimen dan stabilitas ekosistem pesisir. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menekankan urgensi pengelolaan berbasis ekosistem, termasuk pembatasan tangkapan, perlindungan habitat kunci, serta pengembangan alternatif budidaya. Strategi ini tidak hanya diperlukan untuk menjaga keberlanjutan stok teripang, tetapi juga untuk mempertahankan fungsi ekologisnya dalam mendukung kesehatan ekosistem pesisir Maluku.

DAFTAR REFERENSI

- Agusta, O. R., Suldardiona, B., & Rudyanti, S. (2012). Kebiasaan makan teripang (Echinodermata: Holothuroidea) di perairan pantai Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.14710/marj.v1i1.259>
- Anderson, S. C., Flemming, J. M., Watson, R., & Lotze, H. K. (2011). Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*, 12(3), 317–339. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00397.x>
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: From individuals to ecosystems* (4th ed.). Blackwell Publishing.
- Bordbar, S., Anwar, F., & Saari, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods—A review. *Marine Drugs*, 9(10), 1761–1805. <https://doi.org/10.3390/md9101761>
- Dakrory, A. I., Fahmy, S. R., Soliman, A. M., Mohamed, A. S., & Amer, S. A. (2015). Protective and curative effects of the sea cucumber *Holothuria atra* extract against DMBA-induced hepatorenal diseases in rats. *Biomed Research International*, 2015, 563652. <https://doi.org/10.1155/2015/563652>
- Dinakaran, D. I., & Lipton, A. P. (2014). Bioactive compounds from *Holothuria atra* of Indian Ocean. *SpringerPlus*, 3, 673. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-673>
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1997). *Survey manual for tropical marine* (2nd ed.). Australian Institute of Marine Science.

- Ennas, C., Pasquini, V., Abyaba, H., Addis, P., Sarà, G., & Pusceddu, A. (2023). Sea cucumbers bioturbation: Potential outcomes on marine benthic trophic status under different temperature regimes. *Scientific Reports*, 13, 11558. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38543-6>
- Eriksson, H., Robinson, G., Slater, M. J., & Troell, M. (2012). Sea cucumber aquaculture in the Western Indian Ocean: Challenges for sustainable livelihood and stock improvement. *AMBIO*, 41(2), 109–121. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0195-8>
- Floren, A. S., Hayashizaki, K. I., Putschakarn, S., Tuntiprapas, P., & Prathap, A. (2021). A review of factors influencing the seagrass-sea cucumber association in tropical seagrass meadows. *Frontiers in Marine Science*, 8, 696134. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.696134>
- Gray, B. C. T., Byrne, M., Clements, M., & Purcell, S. W. (2023). Movement dynamics, sediment turnover and sheltering behaviours of the nocturnal coral reef sea cucumber, *Stichopus* sc. *monotuberculatus*. *Coral Reefs*, 42, 1329–1341. <https://doi.org/10.1007/s00338-023-02433-0>
- Hartati, R., Ambariyanto, A., Zainuri, M., & Widianingsih, W. (2021). Sea ranching of *Holothuria atra*: Stocking density and time. *BIOTROPIA*, 28(2), 128–140. <https://doi.org/10.11598/btb.2021.28.2.1180>
- Hayes, J. J., & Castillo, O. (2017). A new approach for interpreting the Morisita Index of aggregation through quadrat size. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(10), 296. <https://doi.org/10.3390/ijgi6100296>
- He, F., & Legendre, P. (2002). Species diversity patterns derived from species-area models. *Ecology*, 83(5), 1185–1198. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[1185:SDPDFS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[1185:SDPDFS]2.0.CO;2)
- Hossain, A., Dave, D., & Shahidi, F. (2022). Antioxidant potential of sea cucumbers and their beneficial effects on human health. *Marine Drugs*, 20(8), 521. <https://doi.org/10.3390/md20080521>
- Isnanda, A., Suryanti, S., & Rudiyanti, S. (2024). Analisa kebiasaan makan teripang (*Holothuroidea*) di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 11(2), 118–124. <https://doi.org/10.14710/marj.v11i2.32823>
- Kongsap, V., Rattanachot, E., Prathap, A., Buaphol, W., & Mayakun, J. (2023). A high abundance of *Holothuria (Halodeima) atra* in a Halimeda-dominated habitat. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(2), 451. <https://doi.org/10.3390/jmse11020451>
- Krebs, C. J. (2014). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance* (6th ed.). Pearson Education.
- Lee, S., Ford, A. K., Mangubhai, S., Wild, C., & Ferse, S. C. A. (2018). Effects of sandfish (*Holothuria scabra*) removal on shallow-water sediments in Fiji. *PeerJ*, 6, e4773. <https://doi.org/10.7717/peerj.4773>
- Li, P. H., Lu, W. C., Chan, Y. J., Ko, W. C., Jung, A. C., Huynh, D. T. L., & Ji, Y. X. (2020). Extraction and characterization of collagen from sea cucumber (*Holothuria cinerascens*) and its potential application in moisturizing cosmetics. *Aquaculture*, 515, 734590. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734590>

- Liang, Q., Ahmed, F., Zhang, M., Sperou, N., Franco, C. M. M., Feng, Q., & Zhang, W. (2022). In vivo and clinical studies of sea cucumber-derived bioactives for human health and nutrition from 2012–2021. *Frontiers in Marine Science*, 9, 917857. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.917857>
- Luhulima, D. R., Zamani, N. P., & Bengen, D. G. (2019). Ekobiologi dan asosiasi teripang pada ekosistem lamun di Kabupaten Maluku Tengah dan Kabupaten Seram Bagian Barat (Tesis). IPB University, Bogor.
- MacTavish, T., Stenton-Dozey, J., Vopel, K., & Savage, C. (2012). Deposit-feeding sea cucumbers enhance mineralization and nutrient cycling in organically-enriched coastal sediments. *PLOS ONE*, 7(11), e50031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050031>
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science Ltd.
- Mills, S., Neill, K., Anderson, O., & Davey, N. (2014). *Extraordinary echinoderms: A guide to the echinoderms of New Zealand*. National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA).
- Nirwana, E., Sadarun, B., & Alirman, L. O. A. (2016). Studi struktur komunitas teripang berdasarkan kondisi substrat di Perairan Desa Sawapudo, Kabupaten Konawe. *Sapa Laut: Jurnal Sains dan Teknologi Kelautan*, 1(1), 22–29.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology* (3rd ed.). W. B. Saunders Company.
- Oktaviani, D., Mulyani, Y., & Rochima, E. (2015). Aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak jeroan teripang *Holothuria atra* dari perairan Pulau Biawak, Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 6(2-1), 1–6.
- Pasquini, V., Giglioli, A. A., Pusceddu, A., & Addis, P. (2021). Biology, ecology and management perspectives of overexploited deposit-feeders sea cucumbers, with focus on *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788). *Advances in Oceanography and Limnology*, 12(2). <https://doi.org/10.4081/aiol.2021.9995>
- Pattinasarany, M., & Manuputty, G. (2018). Potensi jenis teripang bernilai ekonomis penting di ekosistem padang lamun perairan Desa Suli, Maluku Tengah. *Papalele (Jurnal Penelitian Sosial Ekonomi Perikanan dan Kelautan)*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.30598/papalele.2018.2.1.1>
- Pengestuti, R., & Arifin, Z. (2018). Medicinal and health benefit effects of functional sea cucumbers. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(3), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.06.007>
- Pierrat, J., Bedier, A., Eeckhaut, I., Magalon, H., & Frouin, P. (2021). Sophistication in a seemingly simple creature: A review of wild holothurian nutrition in marine ecosystems. *Biological Reviews*, 97(1), 273–298. <https://doi.org/10.1111/brv.12799>
- Purcell, S. W. (2014). Value, market preferences and trade of bêche-de-mer from Pacific Island sea cucumbers. *PLOS ONE*, 9(4), e95075. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095075>
- Purcell, S. W., Lovatelli, A., Gonzales-Wanguermert, M., Solis-Marin, F. A., Samyn, Y., & Conand, C. (2023). *Commercially important sea cucumber of the world*. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 6, Rev. 1, 2nd Edition. FAO.
- Purcell, S. W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J. F., Toral-Granda, M. V., Lovatelli, A., & Uthicke, S. (2013). Sea cucumber fisheries: Global analysis of stocks, management

- measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries*, 14(1), 34–59. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00443.x>
- Purcell, S. W., Samyn, Y., & Conand, C. (2012). *Commercially important sea cucumbers of the world*. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6. FAO.
- Saad, D. Y., Baiomy, A. A., & Mansour, A. A. (2016). Antiseptic effect of sea cucumber (*Holothuria atra*) against multi-organ failure induced by sepsis: Molecular and histopathological study. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12(1), 222–230. <https://doi.org/10.3892/etm.2016.3321>
- Schneider, K., Silverman, J., Woolsey, E., Eriksson, H., Byrne, M., & Caldeira, K. (2011). Potential influence of sea cucumbers on coral reef CaCO₃ budget: A case study at One Tree Reef. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 116(G4), G04032. <https://doi.org/10.1029/2011JG001755>
- Setiawan, F. (2010). *Panduan lapangan identifikasi ikan karang dan invertebrata laut* [Field guide for the identification of reef fish and marine invertebrates]. Wildlife Conservation Society.
- Southwood, T. R. E., & Henderson, P. A. (2000). *Ecological methods* (3rd ed.). Blackwell Science Ltd.
- SPC (Secretariat of the Pacific Community). (2015). *Hatchery operation manuals for rearing sandfish, Holothuria scabra, in Tarawa, Republic of Kiribati*. Secretariat of the Pacific Community Coastal Fisheries Programme.
- Sun, J., Yu, Y., Zhao, Z., Yin, D., Chang, Y., & Zhao, C. (2022). Ecological niche models for assessing site suitability for sea cucumbers and sea urchins in China. *Scientific Reports*, 12, 12795. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17004-6>
- Underwood, A. J., & Chapman, M. G. (2013). Design and analysis in benthic surveys in environmental sampling. In A. Eleftheriou (Ed.), *Methods for the study of marine benthos* (4th ed., pp. 1–46). Wiley-Blackwell.
- Uthicke, S. (1999). Sediment bioturbation and impact of feeding activity of *Holothuria (Halodeima) atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Bulletin of Marine Science*, 64(1), 129–141.
- Uthicke, S., & Karez, R. (1999). Sediment patch selectivity in tropical sea cucumbers (Holothurioidea: Aspidochirotida) analysed with multiple choice experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 236(1), 69–87. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(98\)00190-7](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(98)00190-7)
- Vidal-Ramirez, F., & Dave, S. (2016). Diurnal effects of *Holothuria atra* on seawater carbonate chemistry in a sedimentary environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 474, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.10.007>
- Wiadnyana, N. N., Puspasari, R., & Mahulette, R. T. (2009). Status sumber daya dan perikanan teripang di Indonesia: Pemanfaatan dan perdagangan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia (JKPI)*, 1(1), 45–60. <https://doi.org/10.15578/jkpi.1.1.2009.45-60>
- Yusron, E., & Widianwari, P. (2004). Holothurian (Holothuroidea) community structure in some coastal waters of Kai Besar Island, South-east Maluku. *Makara Sains*, 8(1), 15–20.