



Keanekaragaman Echinodermata dan Hubungannya dengan Komposisi Lamun pada Zona Intertidal Pantai Kiama, Sulawesi Utara

Julianti Malensang^{1*}, Revolson A. Mege², Nonny Manampiring³

¹⁻³ Jurusan Biologi, FMIPAK, Universitas Negeri Manado, Indonesia

Email : malensangjulianti@gmail.com

*Penulis Korespondensi: malensangjulianti@gmail.com

Abstract. Seagrass beds are coastal ecosystems that have important ecological functions as a provider of habitat, food sources, protection, and reproductive areas for various marine life including Echinoderms. This study aims to analyze the diversity of Echinoderms and their relationship with seagrass distribution in Kiama Beach, Melonguane District, Talaud Islands Regency. The research was conducted in the intertidal zone at three stations using the exploration method with purposive sampling technique. Each station is divided into three plot installation zones measuring 4 × 4 meters, with observations made at low tide. Environmental parameters (temperature and pH), type and number of Echinoderm individuals, and seagrass species were recorded and analyzed using the Shannon-Wiener diversity index and product moment correlations. The results showed that the Echinoderma community consists of two classes and five species: *Archaster typicus*, *Linckia laevigata*, *Culcita novagueneiae*, *Holothuroidea scabra*, and *Holothuroidea forskali*, with the Asteroidea class dominating (75%). The diversity index (H') value was relatively low at all stations with a range of 0.6261–0.6631. Seagrass beds consist of five species, namely *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis*, and *Syringodium isoetifolium*, with the highest abundance found in *Halophila ovalis*. Correlation results showed a strong to very strong relationship between the abundance of Echinoderms and certain seagrass types ($r = 0.77–0.99$) as well as a strong correlation at the overall level of the station ($r = 0.74$). This study confirms that the presence and abundance of Echinoderms is greatly influenced by the density and composition of seagrass species. These findings provide important baseline data for the management and conservation of seagrass beds as a support for the sustainability of coastal biodiversity.

Keywords: biodiversity, Echinoderms, ecological associations, Kiama Beach, seagrass beds

Abstrak. Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang memiliki fungsi ekologis penting sebagai penyedia habitat, sumber pakan, perlindungan, dan area reproduksi bagi berbagai biota laut termasuk Echinodermata. Studi ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman Echinodermata serta hubungannya dengan distribusi lamun di Pantai Kiama, Kecamatan Melonguane, Kabupaten Kepulauan Talaud. Penelitian dilakukan di zona intertidal pada tiga stasiun menggunakan metode jelajah dengan teknik purposive sampling. Setiap stasiun dibagi menjadi tiga zona pemasangan plot berukuran 4 × 4 meter, dengan pengamatan dilakukan saat surut. Parameter lingkungan (suhu dan pH), jenis dan jumlah individu Echinodermata, serta spesies lamun dicatat dan dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dan korelasi product moment. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunitas Echinodermata terdiri dari dua kelas dan lima spesies: *Archaster typicus*, *Linckia laevigata*, *Culcita novagueneiae*, *Holothuroidea scabra*, dan *Holothuroidea forskali*, dengan kelas Asteroidea mendominasi (75%). Nilai indeks keanekaragaman (H') tergolong rendah pada seluruh stasiun dengan kisaran 0,6261–0,6631. Padang lamun terdiri dari lima spesies yaitu *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis*, dan *Syringodium isoetifolium*, dengan kelimpahan tertinggi ditemukan pada *Halophila ovalis*. Hasil korelasi menunjukkan hubungan yang kuat hingga sangat kuat antara kelimpahan Echinodermata dengan jenis lamun tertentu ($r = 0,77–0,99$) serta korelasi kuat pada tingkat keseluruhan stasiun ($r = 0,74$). Penelitian ini menegaskan bahwa keberadaan dan kelimpahan Echinodermata sangat dipengaruhi oleh kepadatan dan komposisi spesies lamun. Temuan ini memberikan data dasar penting bagi pengelolaan dan konservasi padang lamun sebagai penopang keberlanjutan biodiversitas pesisir.

Kata kunci: asosiasi ekologis, Echinodermata, keanekaragaman hayati, padang lamun, Pantai Kiama

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan wilayah laut yang sangat luas dan dikenal memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi, baik pada ekosistem laut maupun pesisir. Kondisi tersebut menjadikan kawasan pesisir Indonesia sebagai salah satu pusat keanekaragaman hayati global serta menyimpan potensi ekologis, ekonomi, dan sosial yang sangat besar. Pesisir berfungsi sebagai zona transisi antara wilayah laut dan daratan yang karakteristik fisik dan biologinya dipengaruhi proses alami dari kedua lingkungan tersebut. Wilayah pesisir bukan sekadar batas geografis, tetapi area dinamis yang mengalami interaksi terus menerus antara faktor oseanografi, iklim, dan aktivitas manusia. Karena itu, kawasan pesisir menjadi salah satu wilayah yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kegiatan ekonomi, seperti perikanan, transportasi laut, pariwisata, hingga eksploitasi sumber daya hayati. Pemanfaatan yang intensif ini membawa konsekuensi terhadap keberlanjutan ekosistem pesisir dan keberadaan organisme yang hidup di dalamnya.

Sulawesi Utara merupakan salah satu provinsi yang memiliki kawasan pesisir dengan kekayaan biodiversitas laut yang signifikan. Salah satu wilayah menarik untuk dikaji adalah Kabupaten Kepulauan Talaud yang terletak di bagian utara provinsi tersebut. Kabupaten Kepulauan Talaud berbatasan langsung dengan negara Filipina di bagian utara serta Laut Pasifik di bagian timur, dan memiliki garis pantai yang panjang serta wilayah laut yang luas (Pratiknjo, 2018). Dengan tiga pulau besar—Karakelang, Salibabu, dan Kabaruan—serta gugusan Kepulauan Nanusa, kawasan ini menjadi salah satu lokasi strategis dengan potensi ekosistem laut yang beragam. Kondisi geografis tersebut mendukung keberadaan berbagai tipe ekosistem pesisir yang penting, seperti terumbu karang, mangrove, dan padang lamun. Tingginya keanekaragaman hayati didukung oleh kualitas perairan yang relatif baik serta minimnya aktivitas industri berskala besar, sehingga Talaud menjadi lokasi representatif untuk penelitian ekologi pesisir.

Salah satu desa pesisir di Kabupaten Kepulauan Talaud adalah Desa Kiama yang terletak di Kecamatan Melonguane. Masyarakat Desa Kiama sebagian besar berprofesi sebagai nelayan, menjadikan pemanfaatan hasil laut sebagai sumber penghidupan utama. Pantai Kiama diketahui memiliki keragaman hayati pesisir yang cukup tinggi, termasuk organisme invertebrata dan struktur ekosistem yang berbeda antar wilayah pesisir. Variasi ekosistem yang muncul dipengaruhi oleh faktor alami maupun aktivitas manusia, seperti perbedaan karakteristik substrat, ombak, dinamika arus, serta tekanan sosial dan ekonomi di wilayah tersebut. Hal ini sesuai dengan Koeshendrajana et al. (2019) yang menyatakan bahwa perbedaan keanekaragaman hayati pesisir dipengaruhi oleh faktor kondisi alam, ekologi,

ekonomi, dan sosial budaya. Dengan demikian, memahami hubungan antara organisme dan lingkungan di Pantai Kiama menjadi langkah penting untuk menggambarkan kondisi ekologis wilayah tersebut.

Salah satu kelompok organisme yang banyak ditemukan di Pantai Kiama adalah invertebrata. Invertebrata merupakan kelompok hewan tanpa tulang belakang dan mencakup sekitar 97% dari keseluruhan hewan di bumi (Campbell et al., 2012). Banyak invertebrata hidup pada substrat perairan sebagai biota bentik, dan organisme bentik ini memiliki peran ekologis penting, terutama sebagai indikator kualitas perairan. Sitompul (2020) menjelaskan bahwa hewan invertebrata yang hidup relatif lama pada substrat dasar dapat digunakan sebagai bioindikator kesehatan suatu wilayah perairan karena keberadaan mereka sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. Salah satu filum invertebrata yang penting dan sering ditemukan di ekosistem laut adalah Echinodermata. Kelompok hewan ini memiliki peranan fungsional dalam ekosistem sebagai pemakan detritus atau seston, berfungsi dalam proses dekomposisi bahan organik, dan berperan dalam menjaga kestabilan rantai makanan. Echinodermata juga memiliki nilai ekonomis karena beberapa jenis—seperti teripang dan bulu babi—dikonsumsi sebagai makanan, dimanfaatkan sebagai bahan obat, bahkan menjadi barang koleksi bernilai tinggi.

Pantai Kiama memiliki ekosistem pesisir yang didominasi oleh hamparan padang lamun dan terumbu karang. Lamun (*seagrass*) merupakan tumbuhan berbunga (angiospermae) yang sepenuhnya beradaptasi dengan lingkungan laut dangkal (Zurba, 2018). Tumbuhan ini memiliki akar, batang, rhizome, dan daun seperti tumbuhan darat, tetapi mampu hidup terendam sepenuhnya dalam air laut. Lamun biasanya tumbuh di habitat berpasir, berlumpur, atau berkarang pada zona intertidal hingga subtidal. Adaptasi ini memungkinkan lamun membentuk hamparan padat yang dikenal sebagai padang lamun (*seagrass bed*). Keberadaan padang lamun sangat penting bagi ekosistem perairan karena berfungsi sebagai tempat berlindung, mencari makan, dan lokasi pemijahan bagi berbagai invertebrata dan ikan. Zurba (2018) menyatakan bahwa padang lamun dihuni oleh berbagai organisme bentik, nekton, hingga organisme yang menempel pada daun lamun.

Secara struktural, lamun memiliki rimpang dan akar yang kuat sehingga mampu menahan arus dan gelombang. Selain itu, lamun berfungsi sebagai penyedia energi bagi organisme bentik maupun pelagis melalui proses produksi detritus. Daun lamun yang membusuk akan diurai oleh hewan bentik seperti teripang, kerang, kepiting, dan bakteri, menghasilkan materi organik yang menjadi nutrisi bagi fitoplankton, zooplankton, hingga juvenil ikan. Artinya, padang lamun memiliki peran ekologis penting sebagai produsen primer,

penstabil sedimen, penyedia nutrisi, hingga pengendali abrasi pada wilayah pesisir. Keberadaan padang lamun juga memiliki manfaat sosial ekonomi, termasuk sebagai lokasi ekowisata bahari yang menarik wisatawan karena tidak semua wilayah pesisir memiliki ekosistem lamun yang terjaga.

Survei awal yang dilakukan di Pantai Kiama menunjukkan bahwa wilayah pesisir ini memiliki hamparan padang lamun dan batuan karang yang tersebar merata. Kehadiran lamun sebagai vegetasi dominan dalam ekosistem pesisir menjadi indikator tingginya produktivitas primer di wilayah tersebut. Menurut Tangke (2010) dalam Fahrudin et al. (2022), ekosistem lamun merupakan ekosistem pesisir yang ditumbuhi oleh lamun sebagai vegetasi utama dan mampu hidup secara permanen di bawah permukaan air laut. Ekosistem ini mendukung kehidupan berbagai biota laut sebagai habitat yang menyediakan perlindungan, sumber makanan, dan lokasi perkembangbiakan. Kerapatan lamun memiliki hubungan positif terhadap keberadaan organisme; semakin tinggi kerapatan lamun, semakin tinggi pula keanekaragaman biota di dalamnya.

Namun, meskipun Pantai Kiama memiliki ekosistem padang lamun yang potensial, kawasan ini juga terpapar aktivitas manusia, seperti kegiatan nelayan, lalu lintas kapal antar pulau, dan pembuangan limbah rumah tangga. Aktivitas tersebut berpotensi mengganggu struktur ekosistem lamun dan memengaruhi keanekaragaman organisme di dalamnya. Berdasarkan informasi di lapangan, hingga kini belum tersedia data ilmiah mengenai jenis-jenis invertebrata khususnya Echinodermata yang terdapat di Pantai Kiama, termasuk indeks keanekaragaman, keseragaman, dominasi, serta hubungan atau asosiasi Echinodermata dengan lamun. Selain itu, kondisi keragaman invertebrata benthik pada padang lamun di wilayah ini juga belum pernah dikaji secara ilmiah. Padahal, informasi tersebut penting untuk mengukur kesehatan ekosistem dan untuk merancang strategi pengelolaan berkelanjutan.

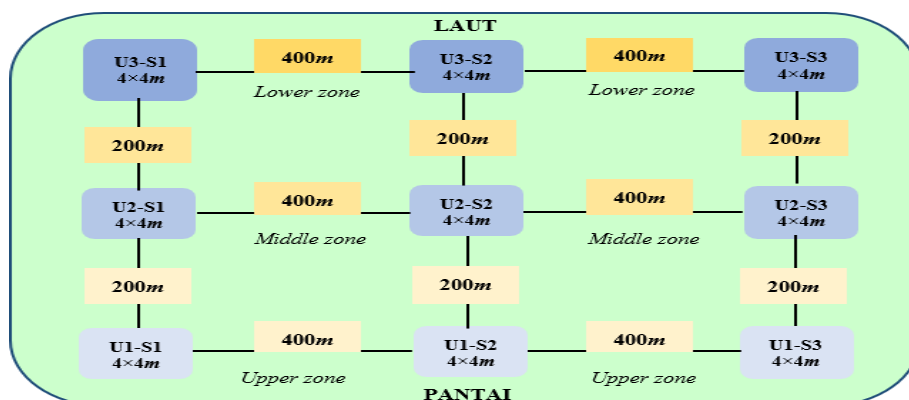
Berdasarkan kesenjangan pengetahuan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji asosiasi antara Echinodermata dengan lamun di Pantai Kiama, Kecamatan Melonguane. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi jenis Echinodermata yang terdapat pada padang lamun, (2) menganalisis indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi Echinodermata, serta (3) mendeskripsikan hubungan ekologis antara keberadaan Echinodermata dan kerapatan lamun di wilayah pesisir tersebut. Penelitian ini memberikan nilai kebaruan karena menjadi kajian pertama yang mengungkap hubungan Echinodermata dengan padang lamun di Pantai Kiama. Dengan menghasilkan data ilmiah yang terukur, penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengelolaan sumber daya pesisir berbasis ekosistem, baik untuk konservasi maupun pemanfaatan berkelanjutan oleh masyarakat setempat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu pada September hingga Desember tahun 2024, bertempat di kawasan pesisir Pantai Kiama, Kecamatan Melonguane, Kabupaten Kepulauan Talaud, Provinsi Sulawesi Utara. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada hasil survei awal yang menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki hamparan padang lamun dengan keberadaan organisme invertebrata yang cukup beragam, sehingga sesuai untuk tujuan penelitian yang berfokus pada hubungan antara Echinodermata dan ekosistem lamun. Kondisi pantai yang memiliki zona intertidal yang luas dan aktivitas pasang-surut yang nyata sangat mendukung pelaksanaan pengamatan secara langsung di lapangan ketika air surut.

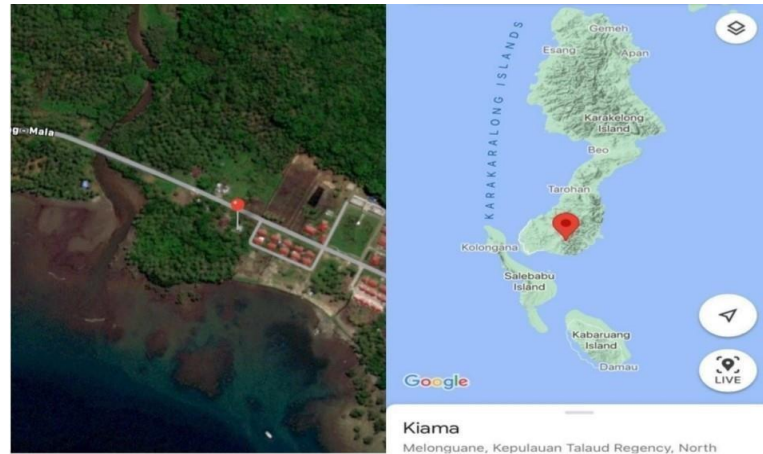
Penelitian menggunakan metode jelajah (*cruise method*) yang dikombinasikan dengan teknik purposive sampling. Teknik ini dipilih karena keberadaan padang lamun tidak tersebar merata di seluruh pesisir Pantai Kiama, sehingga titik pengamatan harus ditentukan secara selektif berdasarkan kondisi ekosistem yang mewakili karakteristik lamunnya. Tiga stasiun pengamatan ditetapkan sepanjang zona intertidal, dengan kegiatan pengambilan sampel dilakukan pada saat air laut surut untuk memudahkan pengamatan organisme bentik. Setiap stasiun diulangi pengamatannya sebanyak tiga kali pada waktu yang berbeda untuk meningkatkan akurasi data dan mengurangi variasi temporal.

Setiap stasiun dibagi menjadi tiga zona berdasarkan jarak dari bibir pantai, yaitu *upper zone*, *middle zone*, dan *lower zone*. Pada masing-masing zona ditempatkan plot berukuran 4 m × 4 m menggunakan tali rafia sebagai pembatas kuadrat. Jarak antarstasiun sepanjang garis pantai ditetapkan sejauh 400 meter, sedangkan jarak antarzona dalam satu stasiun adalah 200 meter. Rancangan sistematis penempatan stasiun dan zona pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sampling Penelitian pada Zona Intertidal Pantai Kiama.

Lokasi geografis Pantai Kiama yang menjadi area penelitian ditunjukkan pada Gambar 2, yang memberikan representasi visual letak pantai dan posisi tiga stasiun pengamatan.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian Pantai Kiama, Kecamatan Melonguane.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kantong plastik untuk penyimpanan sampel organisme, serok ikan untuk mengambil biota bentik dari substrat berlumpur atau berpasir, pinset untuk memisahkan organisme dari substrat, alkohol dan formalin sebagai bahan pengawet sampel, serta tali rafia untuk membuat kuadrat berukuran 4×4 meter di lapangan. Selain itu, digunakan termometer digital untuk mengukur suhu air, pH meter untuk mengukur derajat keasaman perairan, alat tulis menulis untuk pencatatan data lapangan, dan kamera untuk dokumentasi visual struktur ekosistem dan organisme yang ditemukan.

Prosedur pengambilan data diawali dengan pemasangan stasiun berukuran 4×4 meter di zona intertidal sesuai jarak yang telah ditentukan. Pada setiap stasiun dilakukan pengukuran parameter lingkungan berupa suhu air dan pH untuk mengetahui kondisi fisik perairan pada saat pengamatan berlangsung. Selanjutnya, seluruh organisme invertebrata yang tampak pada permukaan substrat maupun organisme yang berada di bawah sedimen dilakukan pengambilan menggunakan serok ikan. Sampel kemudian dibersihkan dari lumpur dan sisa bahan organik sebelum dilakukan identifikasi morfologi.

Identifikasi jenis dilakukan berdasarkan karakteristik tubuh yang dapat diamati langsung di lapangan, dan bila diperlukan dilakukan pengawetan menggunakan alkohol atau formalin untuk identifikasi lanjutan di laboratorium. Jumlah individu dari setiap spesies yang ditemukan dihitung dan dicatat pada lembar data, yang kemudian menjadi dasar dalam analisis indeks ekologi.

Data jumlah individu setiap spesies digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sesuai rumus Fachrul (2012):

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i L_n P_i$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman P_i = Proporsi jenis ke I (n_i/N)

n_i = Jumlah individu jenis ke – i

N = Jumlah total jenis individu seluruh jenis

Dengan kriteria: nilai $H' < 1,0$ menunjukkan keanekaragaman rendah, nilai $1,0 < H' < 3,322$ menunjukkan keanekaragaman sedang, dan nilai $H' > 3,322$ menunjukkan keanekaragaman tinggi (Fachrul, 2012).

Analisis ini digunakan untuk menggambarkan struktur komunitas Echinodermata pada padang lamun dan menentukan kondisi ekologis perairan Pantai Kiama. Selain itu, pola sebaran dan keberadaan Echinodermata dihubungkan dengan tingkat kerapatan lamun untuk mengetahui asosiasi antara biota bentik dengan ekosistem lamun secara ekologis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengukuran parameter lingkungan pada tiga stasiun di Pantai Kiama menunjukkan variasi suhu dan pH yang relevan untuk memahami dinamika komunitas bentik, khususnya Echinodermata yang berasosiasi dengan padang lamun. Suhu permukaan berkisar antara 27,9–37,7°C, sedangkan pH berada dalam rentang 6,6–7,8. Variasi tersebut terekam konsisten pada tiga kali ulangan per stasiun dan dirangkum pada Tabel 1. Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan Kawasan Pantai Kiama. Rentang pH yang umumnya netral–sedikit basa berada dalam kisaran yang masih dapat ditoleransi organisme laut dangkal, sementara puncak suhu pada beberapa ulangan kemungkinan dipengaruhi intensitas radiasi matahari saat surut serta paparan substrat intertidal. Secara ekologis, perbedaan ruang dan waktu pada variabel abiotik seperti suhu dan pH dapat menjelaskan perbedaan komposisi biota antar stasiun karena organisme pesisir merespons kuat perubahan kondisi fisik setempat, termasuk tekanan gelombang, intensitas cahaya, dan sifat substrat yang bersama-sama membentuk mosaik habitat (Koeshendrajana et al., 2019). Dalam konteks padang lamun, kestabilan parameter ini penting karena lamun berfungsi sebagai penstabil sedimen, penyedia bahan organik detrital, dan penyangga energi bagi jejaring trofik pesisir, sehingga fluktuasi lingkungan akan termanifestasi pada struktur komunitas biota bentik yang memanfaatkannya (Zurba, 2018; Tangke, 2010 dalam Fahrudin et al., 2022).

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan Kawasan Pantai Kiama.

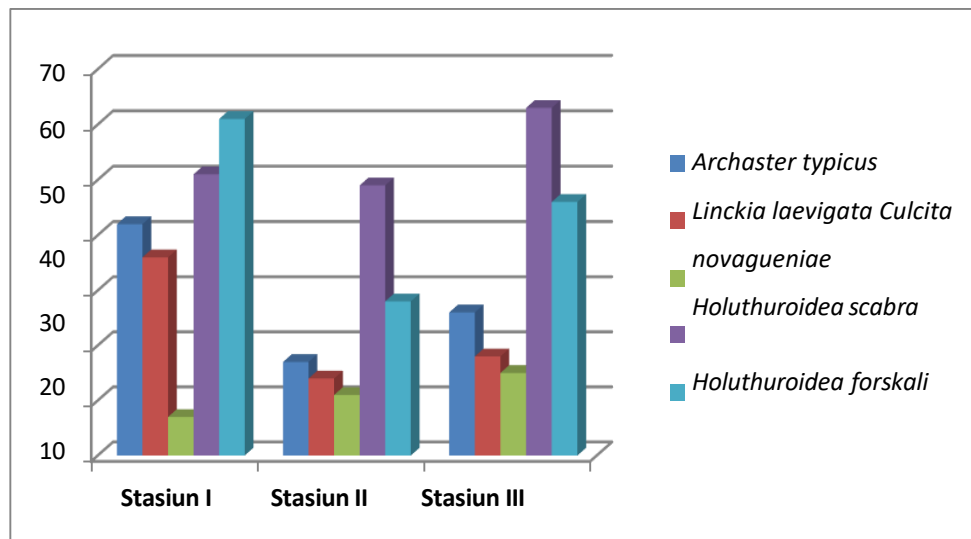
Parameter	Stasiun	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Baku Mutu*
Suhu (°C)	I	27,9	35,0	32,2	26–30°C
	II	29,3	37,7	34,2	26–30°C
	III	29,8	33,1	30,5	26–30°C
	I	6,6	7,7	7,5	6,5–8,5
	II	6,7	7,8	7,0	6,5–8,5
	III	6,8	7,0	7,6	6,5–8,5

Inventarisasi Echinodermata pada ketiga stasiun menghasilkan total 163 individu yang teridentifikasi ke dalam dua kelas dan lima spesies, yaitu **Asteroidea**: *Archaster typicus*, *Linckia laevigata*, *Culcita novaguenaiae*; serta **Holothuroidea**: *Holothuria scabra* dan *Holothuria forskali*. Rincian jumlah individu per stasiun disajikan pada Tabel 2. Jenis Spesies Echinodermata di Pantai Kiama, dengan total masing-masing 51, 49, dan 63 individu pada Stasiun I, II, dan III. Kelompok Asteroidea terlihat dominan secara numerik, khususnya *A. typicus* dan *C. novaguenaiae*, yang secara ekologis lazim menghuni hamparan sedimen berpasir–berkarang dan zona dengan tutupan lamun heterogen. Dominasi relatif Asteroidea sejalan dengan fungsinya sebagai pemakan detritus dan predator oportunistik pada mikrohabitat berstruktur, yang umumnya melimpah di mosaik lamun-karang (Campbell et al., 2012). Keberadaan *Holothuria* spp. meskipun tidak setinggi Asteroidea, tetap signifikan untuk proses dekomposisi dan pengadukan sedimen; sebagai pengolah sedimen, teripang membantu merombak bahan organik dan menstabilkan sifat kimia-fisik dasar perairan, yang pada gilirannya memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi produsen primer (Sitompul, 2020).

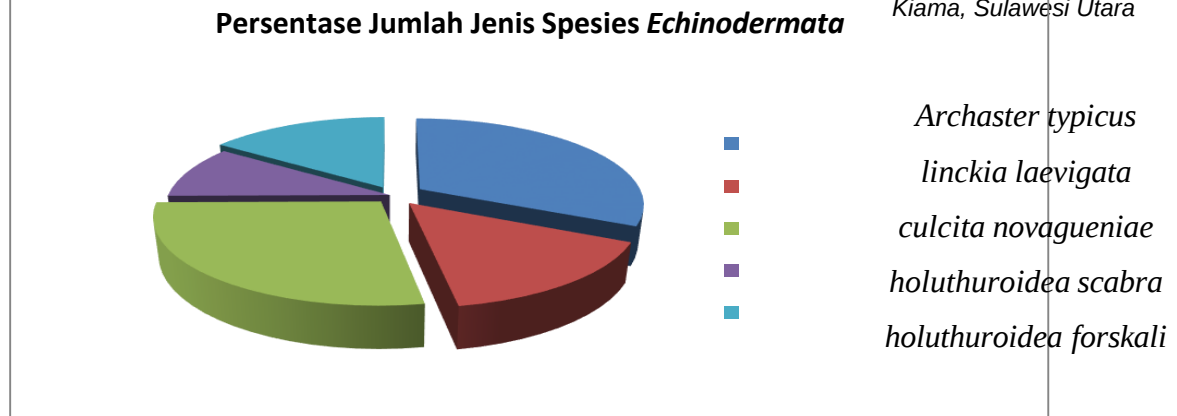
Tabel 2. Jenis Spesies Echinodermata di Pantai Kiama.

No	Jenis Spesies	Stasiun	Stasiun	Stasiun	Jumlah
	Echinodermata	I	II	III	Individu
1	<i>Archaster typicus</i>	16	17	19	52
2	<i>Linckia laevigata</i>	8	8	9	25
3	<i>Culcita novaguenaiae</i>	16	11	18	45
4	<i>Holothuroidea scabra</i>	5	5	6	16
5	<i>Holothuroidea forskali</i>	6	8	11	25
Total		51	49	63	163

Distribusi proporsional antar spesies divisualisasikan melalui Gambar 3. Grafik Perbandingan Individu Jenis Spesies Echinodermata pada Setiap Stasiun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane, yang memperlihatkan konsistensi dominasi *A. typicus* pada ketiga stasiun. Komposisi relatif lintas spesies juga dirangkum dalam Gambar 4. Diagram Pie Persentase Jumlah Individu Jenis Spesies Echinodermata di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane, di mana *A. typicus* mencapai 32%, diikuti *C. novaguenaiae* 28%, *L. laevigata* dan *H. forskali* masing-masing 15%, serta *H. scabra* 10%. Pola ini mengindikasikan bahwa kondisi habitat dan sumber pakan detrital yang tersedia di padang lamun Kiama sangat menguntungkan bagi bintang laut detritivor dan omnivor. Mengingat padang lamun memasok detritus melalui guguran daun yang diuraikan komunitas benthik, keberlimpahan Asteroidea pada lokasi berlamun padat dapat dipahami sebagai respons trofik terhadap ketersediaan energi detrital (Zurba, 2018). Sementara itu, *Holothuria* spp. yang berperan sebagai pengolah sedimen cenderung sensitif terhadap gangguan fisik dan kualitas substrat; temuan proporsi 25% untuk *H. forskali* dan 16 individu untuk *H. scabra* menunjukkan kondisi sedimen yang masih menyediakan relung ekologis, meskipun tekanan aktivitas manusia seperti lalu lintas perahu dan pembuangan limbah domestik berpotensi memodifikasi struktur substrat (Koeshendrajana et al., 2019).



Gambar 3. Grafik perbandingan individu jenis Spesies Echinodermata pada setiap stasiun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane.



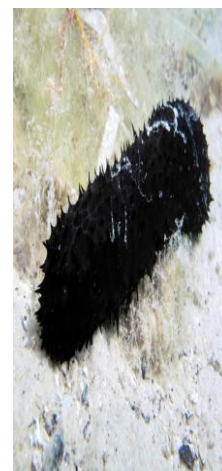
Gambar 4. Diagram Pie Persentase jumlah individu jenis spesies Echinodermata di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane.

Karakterisasi morfo-ekologis dua kelas yang terdeteksi diperlihatkan secara ringkas dalam Tabel 3. Kelas dan Ciri-Ciri Filum Echinodermata di Pantai Kiama. Bintang laut (Asteroidea) dengan sistem ambulakral berkaki tabung dan pediselaria memiliki kemampuan mobilitas dan penempelan yang baik pada permukaan keras maupun sedimen yang dipadatkan, sedangkan teripang (Holothuroidea) dengan tubuh silindris dan barisan kaki tabung cenderung menghuni sedimen halus hingga berpasir di antara rumpun lamun. Perbedaan struktur morfologi ini memediasi pemilihan mikrohabitat, strategi makan, dan respons terhadap dinamika pasang-surut yang khas di zona intertidal, sehingga komposisi komunitas pada tiap stasiun merupakan hasil interaksi spesifik antara bentuk tubuh, jenis substrat, dan kompleksitas kanopi lamun (Campbell et al., 2012; Sitompul, 2020; Zurba, 2018).

Tabel 3. Kelas dan Ciri-Ciri Filum Echinodermata di Pantai Kiama.

No	Kelas / Nama Umum	Ciri-ciri Umum	Contoh Spesies (Gambar)
1	Asteroidea (Bintang Laut)	Tubuh berbentuk bintang dengan lima lengan atau lebih yang memanjang dari cakram pusat. Memiliki sistem ambulakral dengan kaki tabung yang berfungsi untuk bergerak, menangkap mangsa, dan menempel pada substrat. Sistem peredaran air berperan dalam pergerakan, proses pencernaan, serta pertukaran gas. Memiliki madreporit sebagai pintu masuk air ke sistem ambulakral, terletak pada permukaan aboral. Mulut berada pada permukaan oral (bagian bawah), sementara anus pada	

-
- permukaan aboral. Umumnya hidup pada daerah pasang surut hingga perairan lebih dalam.
- 2 Holothuroidea (Teripang Laut)** Tubuh memanjang berbentuk silindris menyerupai mentimun dengan permukaan tubuh halus atau memiliki tonjolan/bintil (papila). Memiliki simetri pentaradial pada fase dewasa, sementara pada fase larva menunjukkan simetri bilateral. Memiliki kaki tabung yang tersusun dalam lima baris dari mulut ke anus. Mulut dikelilingi tentakel yang berfungsi menangkap makanan, sedangkan anus terletak pada ujung tubuh yang berlawanan. Bersifat detritivor dan mampu melakukan mekanisme pertahanan *evisceration* (mengeluarkan organ internal saat terancam). Umumnya hidup di daerah perairan dangkal berpasir atau padang lamun.



Sumber: Hasil Penelitian Lapangan, 2024.

Struktur komunitas Echinodermata dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), dengan interpretasi mengacu pada kategori yang diusulkan Fachrul (2012). Nilai H' pada tingkat stasiun berkisar 0,6261–0,6631 dan seluruhnya berada pada kategori keanekaragaman rendah sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 4. Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H') Echinodermata di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane. Meskipun jumlah individu tertinggi ditemukan pada Stasiun III, nilai H' tetap rendah karena komunitas didominasi beberapa spesies tertentu, terutama *A. typicus* dan *C. novagueneiae*. Pola keanekaragaman rendah pada ekosistem pesisir berlamun bukan hal yang anomali; pada habitat yang sangat produktif namun terstruktur, keberlimpahan satu atau dua taksa yang kompetitif sering kali menekan pemerataan komunitas, apalagi ketika gradien lingkungan—misalnya suhu puncak saat surut dan dinamika pH—menciptakan kondisi selektif yang menguntungkan spesies toleran (Koeshendrajana et al., 2019; Fachrul, 2012). Pada skala keseluruhan stasiun, nilai H' komposit tercatat 0,5327, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 4 dan 5. Indeks Keanekaragaman Echinodermata Keseluruhan Stasiun (I, II, III), yang kembali menempatkan komunitas pada kategori keanekaragaman rendah (Fachrul, 2012). Nilai ini

konsisten dengan temuan bahwa komunitas didominasi Asteroidea yang memanfaatkan suplai detritus padang lamun, sementara taksa lain berjumlah lebih sedikit.

Tabel 4. Perbandingan Indeks keanekaragaman (H') Echinodermata di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane.

Stasiun	Total Individu	Jumlah Spesies	Nilai H'	Keterangan
I	51	5	0,6532	Keanekaragaman rendah
II	49	5	0,6261	Keanekaragaman rendah
III	63	5	0,6631	Keanekaragaman rendah

Sumber: Hasil Analisis Data Penelitian (2024)

Tabel 5. Indeks Keaneragaman Echinodemata Keseluruhan Stasiun (I, II, III).

Nama Spesies	Nilai H'	Keterangan
<i>Archaster typicus</i>		
<i>Linckia laevigata</i>		
<i>Culcita novagueneiae</i>	0,5327	Keanekaragaman rendah
<i>Holothuroidea scabra</i>		
<i>Holothuroidea forskali</i>		

Sumber: Hasil Analisis Data Penelitian (2024)

Kekuatan asosiasi antara Echinodermata dan lamun kemudian ditelaah melalui identifikasi jenis lamun dan pengukurannya pada setiap stasiun. Lima spesies lamun terdeteksi, yaitu *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, dan *Syringodium isoetifolium*, beserta ciri morfologinya sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 6. Nama-Nama Spesies Lamun di Pantai Kiama. Komposisi tersebut merepresentasikan gugus spesies lamun Indo-Pasifik yang umum pada zona intertidal–subtidal dangkal dan dikenal membentuk kanopi dengan arsitektur berbeda, mulai dari helai yang lebar dan kaku seperti *Thalassia*, helai silindris *Syringodium*, hingga daun kecil-oval *Halophila* dan daun pita *Cymodocea* serta *Halodule*. Perbedaan arsitektur kanopi ini berimplikasi pada kemampuan menjerat sedimen, menahan energi gelombang, dan menyediakan relung trofik serta tempat berlindung bagi biota bentik dan nekton kecil (Zurba, 2018; Tangke, 2010 dalam Fahrudin et al., 2022). Data kelimpahan menunjukkan total 775 tegakan, dengan *Halophila ovalis* menjadi yang terbanyak (187), disusul *Cymodocea rotundata* (185) dan *Thalassia hemprichii* (183). Distribusi antar stasiun memperlihatkan puncak pada Stasiun III (365 tegakan) sebagaimana disajikan dalam Tabel 7. Jenis Lamun yang Ditemukan di Setiap Stasiun Pantai Kiama. Pola ini sejalan dengan dominasi Echinodermata pada stasiun yang sama, mengisyaratkan hubungan

positif antara kompleksitas atau kerapatan kanopi lamun dan kelimpahan bintang laut serta teripang. Representasi visual perbandingan antar stasiun disajikan pada Gambar 5. Grafik Perbandingan Individu Jenis Lamun pada Setiap Stasiun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane dan Gambar 6. Diagram Pie Persentase Jumlah Individu Jenis Lamun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane, yang menegaskan kontribusi besar *H. ovalis* pada total tegakan, terutama di Stasiun III.

Tabel 6. Nama-Nama Spesies Lamun di Pantai Kiama.

No	Nama Spesies	Ciri-Ciri Umum
1	<i>Cymodocea rotundata</i>	Ujung daun membulat, tepi daun halus tidak bergerigi, tulang daun sejajar dengan jumlah $\pm 9-15$ tulang daun per helai. Panjang daun $\pm 7-10$ cm, setiap tegakan terdiri dari 3–4 helai daun.
2	<i>Thalassia hemprichii</i>	Daun bercabang dua berbentuk sabit, akar tidak ditutupi jaringan hitam, rimpang tebal dan berbuku-buku, panjang daun hingga 8,5 cm, ujung daun membukit dan sedikit kasar.
3	<i>Halophila ovalis</i>	Tulang daun menyirip berjumlah $\pm 10-25$ pasang, tiap nodus terdiri dari dua tegakan daun, jarak antarnodus $\pm 1,5$ cm, tangkai daun ± 3 cm, panjang helai 10–40 mm, tiap nodus memiliki akar tunggal.
4	<i>Halodule uninervis</i>	Ujung daun membentuk lekukan menyerupai huruf "W". Tiap nodus hanya memiliki satu tegakan, tangkai daun terdiri dari 1–2 helai daun, akar tunggal pada setiap nodus, rimpang berbuku-buku.
5	<i>Syringodium isoetifolium</i>	Penampang melintang daun berbentuk silinder, ujung daun meruncing pada satu titik, panjang daun 7–30 cm.

Sumber: Hasil Identifikasi Lapangan, 2024.

Pengujian asosiasi statistik antara Echinodermata dan lamun dilakukan dengan korelasi *product moment* dan interpretasinya mengacu pada kategori kekuatan hubungan sebagaimana dalam Tabel 8. Interpretasi Koefisien Korelasi. Pada tingkat pasangan spesies, hubungan yang sangat kuat muncul antara *A. typicus* dengan *C. rotundata* ($r = 0,99$) serta *L. laevigata* dengan *H. ovalis* ($r = 0,99$), seperti ditunjukkan pada Tabel 9. Koefisien Korelasi Asosiasi Per Spesies Echinodermata dengan Jenis Lamun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane. Keterkaitan kuat tersebut dapat dijelaskan secara ekologis melalui kecocokan morfologi–mikrohabitat: kanopi pita-daun *Cymodocea* dan helai kecil *Halophila* menciptakan ruang antar helai dan lapisan detrital yang stabil, yang bermanfaat bagi bintang laut sebagai area foraging dan

perlindungan dari arus saat surut. Asosiasi kuat juga terdeteksi antara *C. novagueneiae* dan *T. hemprichii* ($r = 0,77$). *Thalassia* dengan rimpang tebal dan helai yang relatif lebar umumnya mengendapkan sedimen dan membentuk petak padat, menyediakan struktur tiga dimensi yang sesuai bagi bintang laut berbadan tebal seperti *Culcita* untuk berlindung dan memangsa invertebrata kecil. Sebaliknya, korelasi negatif rendah ditemukan pada pasangan *H. scabra*–*S. isoetifolium* ($r = -0,10$) dan *H. forskali*–*H. uninervis* ($r = -0,35$). Nilai negatif yang lemah ini dapat mengindikasikan preferensi teripang terhadap kondisi sedimen yang tidak selalu koinciden dengan arsitektur kanopi *Syringodium* yang berbentuk silinder atau hamparan *Halodule* yang sering menempati zona sangat dangkal berenergi lebih tinggi. Mengingat teripang sensitif terhadap gangguan fisik permukaan dan kualitas sedimen, hadirnya arus lebih kuat atau sedimentasi ulang pada hamparan tertentu bisa mengurangi keberadaan mereka meskipun lamun tersedia (Sitompul, 2020; Koeshendrajana et al., 2019).

Tabel 7. Jumlah Individu Jenis Lamun pada Setiap Stasiun di Pantai Kiama.

No	Jenis Lamun	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Total Individu
1	<i>Cymodocea rotundata</i>	22	58	105	185
2	<i>Halophila ovalis</i>	29	35	123	187
3	<i>Thalassia hemprichii</i>	84	35	64	183
4	<i>Syringodium isoetifolium</i>	17	41	27	85
5	<i>Halodule uninervis</i>	61	28	46	135
Total		213	197	365	775

Sumber: Data Hasil Penelitian (2024)

Tabel 8. Interpretasi koefisien korelasi.

Interval Koefisien	Kriteria
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Tabel 9. Koefisien Korelasi Asosiasi Per Spesies Echinodermata dengan Jenis Lamun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane.

No	Spesies Echinodermata	Jenis Lamun yang Berasosiasi	Koefisien Korelasi (r)	Kriteria
1	<i>Archaster typicus</i>	<i>Cymodocea rotundata</i>	0,99	Sangat Kuat
2	<i>Linckia laevigata</i>	<i>Halophila ovalis</i>	0,99	Sangat Kuat
3	<i>Culcita novaguenaiae</i>	<i>Thalassia hemprichii</i>	0,77	Kuat
4	<i>Holothuroidea</i> <i>scabra</i>	<i>Syringodium</i> <i>isoetifolium</i>	-0,10	Sangat Rendah
5	<i>Holothuroidea</i> <i>forskali</i>	<i>Halodule uninervis</i>	-0,35	Sangat Rendah

Sumber: Hasil Analisis Data Penelitian (2024)

Pada skala agregat stasiun, korelasi antara total Echinodermata dan total lamun menunjukkan nilai yang bervariasi: Stasiun I $r = 0,33$ (hubungan rendah), Stasiun II $r = 0,72$ (hubungan kuat), dan Stasiun III $r = 0,35$ (hubungan rendah), dengan korelasi keseluruhan mencapai $r = 0,74$ yang dikategorikan kuat; hasil ini tersaji dalam Tabel 10. Koefisien Korelasi Asosiasi Echinodermata Per Stasiun dengan Lamun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane. Variasi antar stasiun dapat dikaitkan dengan perbedaan struktur kanopi, kerapatan, dan komposisi spesies lamun yang memediasi keberadaan pakan detrital dan perlindungan terhadap gangguan fisik. Stasiun II yang menunjukkan hubungan kuat diduga memiliki konfigurasi kanopi dan kondisi substrat yang paling menguntungkan bagi bintang laut dominan dan sebagian teripang, misalnya kombinasi hamparan *Cymodocea-Halophila* dengan tutupan sedang-tinggi yang menstabilkan sedimen namun tetap menyediakan ruang gerak. Dalam sistem pesisir, hubungan kuat antara biota benthik dan lamun telah lama dilaporkan melalui fungsi ekosistem lamun sebagai penyuplai energi, habitat pemijahan dan pembesaran, serta penstabil sedimen yang mengurangi tekanan hidrodinamik pada organisme dasar (Zurba, 2018; Tangke, 2010 dalam Fahrudin et al., 2022). Hasil korelasi kuat pada skala keseluruhan sejalan dengan kerangka tersebut dan konsisten dengan peran Echinodermata sebagai konsumen detrital dan pengolah sedimen yang sangat bergantung pada pasokan dan struktur yang disediakan padang lamun (Campbell et al., 2012; Sitompul, 2020).

Tabel 10. Koefisien Korelasi Asosiasi Echinodermata Per Stasiun dengan Lamun di Pantai Kiama Kecamatan Melonguane.

Stasiun	Asosiasi yang Dianalisis	Koefisien Korelasi (r)	Kriteria
I	Asosiasi Echinodermata dengan Lamun	0,33	Rendah
II	Asosiasi Echinodermata dengan Lamun	0,72	Kuat
III	Asosiasi Echinodermata dengan Lamun	0,35	Rendah
Keseluruhan	Asosiasi Echinodermata dengan Lamun (gabungan tiga stasiun)	0,74	Kuat

Sumber: Hasil Analisis Data Penelitian (2024)

Nilai keanekaragaman yang rendah tetapi korelasi yang kuat pada skala keseluruhan menggarisbawahi sifat komunitas yang terstruktur oleh habitat berkanopi dan ketersediaan detritus. Dalam kerangka ekologi pesisir Indonesia, di mana tekanan antropogenik dan dinamika fisik–kimia intertidal dapat bervariasi tajam dalam skala spasial yang pendek, temuan ini menunjukkan bahwa kanopi lamun berfungsi sebagai penyangga yang mempertahankan kelimpahan beberapa taksa kunci meskipun pemerataan spesiesnya rendah. Dengan mempertimbangkan bahwa pesisir merupakan area pertemuan proses darat–laut yang intens dan menjadi lokasi utama pemanfaatan manusia (Koeshendrajana et al., 2019), pemahaman terhadap pola asosiasi seperti yang diperlihatkan pada Tabel 9 dan Tabel 10 penting untuk menjelaskan bagaimana variasi komposisi dan arsitektur lamun membentuk komunitas Echinodermata di Pantai Kiama. Dalam konteks fungsional, padang lamun bukan sekadar penyedia habitat, melainkan node energi detrital yang menopang jejaring trofik benthik; dominasi *A. typicus* dan *C. novagueniae* pada lokasi berlamun padat serta keberadaan *Holothuria* spp. sebagai pengolah sedimen memperlihatkan lintasan energi dari daun lamun yang terdekomposisi menuju konsumen tingkat berikutnya (Zurba, 2018; Campbell et al., 2012; Sitompul, 2020).

Pembahasan

Temuan lingkungan fisik pada Tabel 1 menempatkan kondisi perairan Pantai Kiama dalam rentang yang masih dapat ditoleransi oleh biota intertidal, meskipun menampilkan fluktuasi antarulangan dan antarstasiun. Variasi suhu 27,9–37,7°C dan pH 6,6–7,8 berpotensi memengaruhi metabolisme, laju aktivitas harian, dan pola sebaran organisme benthik yang bergantung pada pasang-surut. Pada ekosistem pesisir yang dinamis, parameter abiotik—khususnya suhu permukaan saat surut dan pH—berinteraksi dengan karakter substrat untuk

menghasilkan mosaik mikrohabitat yang berbeda, sehingga struktur komunitas di tiap stasiun menjadi produk respons spesifik organisme terhadap gradien lingkungan tersebut (Koeshendrajana et al., 2019). Dalam konteks padang lamun, stabilitas fisik-kimia air ikut menentukan produktivitas primer dan suplai detritus yang menjadi basis energi bagi jejaring trofik benthik; padang lamun berfungsi sebagai penstabil sedimen dan penyumbang bahan organik terdekomposisi yang kemudian dimanfaatkan oleh invertebrata, termasuk Echinodermata (Zurba, 2018; Tangke, 2010 dalam Fahrudin et al., 2022). Oleh karena itu, variasi parameter pada Tabel 1 wajar tercermin pada perbedaan kelimpahan dan komposisi antarstasiun yang terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Komunitas Echinodermata yang terdokumentasi terdiri atas dua kelas—Asteroidea dan Holothuroidea—dengan lima spesies, dan secara numerik didominasi Asteroidea, khususnya *Archaster typicus* dan *Culcita novagueneiae* (Tabel 2; Gambar 4). Secara fungsional, Asteroidea lazim menghuni habitat berstruktur seperti mosaik lamun–karang–pasir, memiliki sistem ambulakral dan pediselaria yang memungkinkan pergerakan, penempelan, dan strategi makan oportunistik, termasuk mengakses sumber pakan detrital dan invertebrata kecil yang berasosiasi dengan kanopi lamun (Campbell et al., 2012). Dominasi *A. typicus* di ketiga stasiun menunjukkan kesesuaian spesies ini pada substrat berpasir–berkarang dengan penutup lamun heterogen di Kiama. Sementara itu, *Holothuria* spp. menjalankan peran sebagai pengolah sedimen; aktivitas bioturbasi teripang membantu merombak bahan organik, memperbaiki sirkulasi pori, dan menstabilkan karakter kimia-fisik sedimen yang penting bagi mikroflora dan organisme benthik lainnya (Sitompul, 2020). Walau proporsinya lebih kecil, kehadiran *H. scabra* dan *H. forskali* di seluruh stasiun menandakan ketersediaan relung sedimen yang sesuai dalam bentang padang lamun Kiama.

Kecenderungan takson Asteroidea untuk mendominasi dapat dikaitkan dengan suplai detritus yang tinggi dari guguran daun lamun serta kompleksitas struktur kanopi yang menyediakan tempat berlindung dan area *foraging*. Padang lamun yang produktif menghasilkan aliran bahan organik detrital ke dasar perairan, mendorong keberlimpahan konsumen detritus dan omnivor seperti bintang laut (Zurba, 2018). Gambar 4. memperlihatkan kontribusi relatif *A. typicus* (32%) dan *C. novagueneiae* (28%) yang cukup besar; pola ini konsisten dengan kerangka bahwa akses ke sumber energi detrital dan perlindungan mekanis dari kanopi memediasi dominansi beberapa taksa kunci pada habitat berlamun. Namun begitu, lalu lintas perahu, pengambilan sumber daya, dan pembuangan limbah domestik yang disebutkan pada bagian metodologi berpotensi memodifikasi struktur substrat dan menekan

taksa yang lebih sensitif, terutama Holothuroidea, sehingga proporsinya lebih rendah dibandingkan bintang laut (Koeshendrajana et al., 2019).

Nilai indeks keanekaragaman Shannon–Wiener (H') yang rendah di seluruh stasiun (Tabel 4) dan pada agregat keseluruhan (Tabel 5) mengindikasikan komunitas yang terstruktur oleh dominansi beberapa spesies, bukan oleh pemerataan yang tinggi. Menurut kriteria interpretasi yang dirujuk oleh Fachrul (2012), kisaran H' 0,6261–0,6631 pada tingkat stasiun menempatkan komunitas Kiama dalam kategori keanekaragaman rendah. Kondisi ini bukan anomali bagi padang lamun yang sangat produktif: ketersediaan sumber daya yang berlimpah kerap memfasilitasi dominansi spesies yang kompetitif atau paling toleran terhadap fluktuasi fisik-kimia intertidal, sehingga pemerataan menurun meskipun kelimpahan total relatif tinggi (Fachrul, 2012; Koeshendrajana et al., 2019). Pada Stasiun III, jumlah individu tertinggi tidak serta-merta menaikkan H' karena peningkatan tersebut terutama terserap oleh taksa dominan—tercerminkan oleh proporsi *A. typicus* dan *C. novagueniae* pada Gambar 3—sehingga pemerataan keseluruhan tetap rendah. Pola seperti ini umum dilaporkan pada sistem berkanopi di mana spesies *habitat-former* (lamun) menciptakan *filter* lingkungan yang menguntungkan konsumen tertentu.

Inventarisasi lamun memperlihatkan lima spesies utama—*Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis*, dan *Syringodium isoetifolium*—dengan kelimpahan total tertinggi pada *H. ovalis*, disusul *C. rotundata* dan *T. hemprichii* (Tabel 6 dan Tabel 7). Komposisi ini merepresentasikan kompleksitas arsitektur kanopi dari helai kecil-oval (*Halophila*), pita-daun (*Cymodocea* dan *Halodule*), hingga helai melingkar (*Syringodium*) dan helai lebar bertulang kuat (*Thalassia*). Perbedaan bentuk dan kerapatan kanopi menentukan daya tangkap sedimen, redaman energi gelombang, serta ketersediaan ruang berlindung dan pakan bagi fauna bentik dan nekton kecil (Zurba, 2018; Tangke, 2010 dalam Fahrudin et al., 2022). Kecenderungan *H. ovalis* dan *C. rotundata* untuk melimpah dapat dijelaskan oleh toleransi luas terhadap variasi substrat dan kondisi perairan dangkal terbuka; *C. rotundata* khususnya dikenal mampu hidup baik pada karakteristik pantai terbuka dan sering mendominasi zona intertidal berterumbu (Fahrudin et al., 2022). Sementara itu, rendahnya *S. isoetifolium* konsisten dengan preferensi spesies ini terhadap substrat berlumpur, yang di lokasi penelitian relatif lebih terbatas (Kordi K, 2011). Pernyataan Den Hartog dalam Fauziyah (2004) yang menegaskan kemampuan *T. hemprichii* bertahan pada berbagai substrat, termasuk pecahan karang hingga lumpur cair, selaras dengan kemunculannya yang cukup tinggi di ketiga stasiun.

Keterkaitan kuantitatif antara Echinodermata dan lamun diuji menggunakan korelasi *product moment* dengan pedoman interpretasi kekuatan hubungan pada Tabel 8. Pada tingkat pasangan spesies (Tabel 9), korelasi yang sangat kuat antara *A. typicus*–*C. rotundata* ($r = 0,99$) dan *L. laevigata*–*H. ovalis* ($r = 0,99$) menunjukkan kecocokan morfologi–mikrohabitat dan lintasan energi yang serupa. Kanopi pita-daun *Cymodocea* menyediakan ruang antarahelai yang memadai untuk mobilitas bintang laut serta menjerat detritus yang menjadi sumber pakan; *Halophila* dengan helai kecil dan rimpang dangkal cenderung membentuk hamparan luas pada sedimen berpasir–berlumpur dangkal yang relatif tenang, menguntungkan *Linckia* yang memanfaatkan permukaan keras–sedimen campuran untuk *foraging* (Zurba, 2018; Campbell et al., 2012). Hubungan kuat *C. novagueniae*–*T. hemprichii* ($r = 0,77$) konsisten dengan karakter *Thalassia* yang berdaun lebar dan rimpang tebal, menambah kompleksitas tiga dimensi sekaligus menstabilkan sedimen; konfigurasi ini menyediakan perlindungan fisik untuk bintang laut bertubuh tebal seperti *Culcita* sembari mempertahankan ketersediaan invertebrata mangsa di antara rimpang (Campbell et al., 2012; Zurba, 2018). Sebaliknya, korelasi negatif rendah pada pasangan *H. scabra*–*S. isoetifolium* ($r = -0,10$) dan *H. forskali*–*H. uninervis* ($r = -0,35$) menyiratkan preferensi teripang terhadap kondisi sedimen dan dinamika arus yang tidak selalu sejalan dengan arsitektur *Syringodium* yang silindris atau hamparan *Halodule* di zona sangat dangkal berenergi lebih tinggi. Mengingat sifat *deposit-feeder* Holothuroidea dan sensitivitasnya terhadap gangguan fisik–kimia sedimen, kecilnya koefisien negatif tersebut dapat mencerminkan heterogenitas mikrosedimen dan intensitas gangguan lokal di Kiama (Sitompul, 2020; Koeshendrajana et al., 2019).

Pada skala agregat stasiun (Tabel 10), korelasi total Echinodermata–lamun menunjukkan hubungan kuat secara keseluruhan ($r = 0,74$), tetapi bervariasi antarstasiun: rendah di Stasiun I ($r = 0,33$) dan Stasiun III ($r = 0,35$), serta kuat di Stasiun II ($r = 0,72$). Variasi ini dapat dijelaskan oleh perbedaan kombinasi komposisi–kepadatan lamun, karakter substrat, dan intensitas gangguan setempat. Stasiun II yang menunjukkan asosiasi kuat kemungkinan memiliki konfigurasi kanopi yang menyeimbangkan redaman gelombang, penjerapan sedimen, dan ketersediaan ruang gerak bagi bintang laut dominan sekaligus mempertahankan kondisi sedimen yang sesuai bagi sebagian teripang. Literatur ekologi lamun menegaskan bahwa padang lamun berperan ganda sebagai penyedia habitat, pemasok detritus, dan penstabil sedimen—tiga fungsi yang secara bersama-sama meningkatkan kelimpahan dan keterikatan fauna benthik pada kanopi lamun (Zurba, 2018; Tangke, 2010 dalam Fahrudin et al., 2022). Dengan demikian, korelasi kuat pada skala keseluruhan merefleksikan mekanisme habitat dan trofik yang telah terdeskripsi luas bagi sistem pesisir berlamun.

Temuan komposisi Holothuroidea di Kiama juga dapat dibaca berdampingan dengan temuan regional. Studi barcoding di Pulau Kabaruan mendeteksi beberapa spesies *Holothuria*—*H. leucospilota*, *H. whitmaei*, *H. atra*, dan satu sampel yang dekat dengan *Eleutherozoa* sp.—dengan tingkat homologi tinggi terhadap GenBank, dan membuka kemungkinan adanya taksa yang belum terdeskripsi penuh (Ferencia Esanada Rattu et al., 2024). Walaupun daftar spesies Kiama tidak sepenuhnya tumpang tindih dengan Kabaruan, keberadaan *H. scabra* dan *H. forskali* memperkuat gambaran bahwa gugus Holothuroidea di Talaud beragam dan memanfaatkan relung sedimen berbeda. Perbedaan antar-lokasi lazim disebabkan heterogenitas substrat, tekanan penangkapan, dan intensitas gangguan lokal—faktor-faktor yang menurut Koeshendrajana et al. (2019) kerap menjelaskan variasi keanekaragaman hayati pesisir pada skala ruang pendek.

Kaitan positif antara kelimpahan Echinodermata dan lamun yang teramati di Kiama juga selaras dengan laporan studi lain. Di perairan Desa Mangon, asosiasi positif dilaporkan antara penutupan lamun dan kelimpahan Echinodermata, menegaskan peran kanopi lamun sebagai *engineer* habitat yang memediasi akumulasi biota bentik (Bilmona Syakirin et al., 2023). Konsistensi pola lintas lokasi ini memperkuat interpretasi korelasi kuat pada Tabel 10: peningkatan kompleksitas dan/atau kerapatan lamun cenderung diikuti peningkatan kelimpahan konsumen bentik yang bergantung pada detritus serta perlindungan struktural, terutama Asteroidea. Dalam kerangka fungsional yang dikemukakan Campbell et al. (2012) dan Sitompul (2020), dominansi bintang laut pada hamparan berlamun padat merupakan konsekuensi logis dari lintasan energi yang bersumber dari detritus daun lamun yang diurai komunitas mikro–makrobentik.

Interpretasi nilai keanekaragaman yang rendah bersamaan dengan korelasi kuat memerlukan kehati-hatian metodologis. Penggunaan desain plot 4 × 4 m pada tiga zona per stasiun (lihat Gambar 1) dan tiga ulangan saat surut telah meningkatkan representativitas sampel, tetapi komunitas intertidal dapat memperlihatkan dinamika harian–musiman yang tajam. Variasi suhu puncak saat surut pada Tabel 1 berpotensi menekan sebagian taksa pada waktu-waktu tertentu sehingga memperkuat dominansi spesies toleran. Selain itu, struktur komunitas yang didominasi Asteroidea dapat merefleksikan tahapan suksesi lokal pada patch berlamun yang dipengaruhi gangguan antropogenik maupun alami. Literatur padang lamun menekankan bahwa pemulihan struktur komunitas bentik terhadap gangguan membutuhkan kontinuitas suplai detritus, kestabilan sedimen, dan kualitas air yang memadai—tiga faktor yang sensitif terhadap aktivitas manusia di pesisir (Koeshendrajana et al., 2019; Zurba, 2018). Oleh sebab itu, keterbatasan temporal pengambilan data dan potensi *patchiness* habitat perlu

diperhitungkan saat membandingkan nilai H' antarlokasi atau antarmusim menurut pedoman interpretatif Fachrul (2012).

Kesesuaian hasil Kiama dengan literatur lamun Indonesia yang lebih luas tampak pada ciri spesies dominan. *C. rotundata* diketahui toleran terhadap kondisi perairan terbuka dan sering melimpah di intertidal berterumbu; temuan kepadatan dan dominansinya di Lombok Barat menegaskan fleksibilitas ekologis spesies ini (Fahrudin et al., 2022). *T. hemprichii* yang mampu bertahan pada rentang substrat luas (Den Hartog dalam Fauziyah, 2004) mendukung temuannya yang relatif tinggi di Kiama. Sementara *S. isoetifolium* yang menyukai substrat berlumpur (Kordi K, 2011) wajar lebih sedikit bila sedimen pasir–karang lebih ekstensif. Korelasi pasangan spesies pada Tabel 9 dengan demikian mencerminkan pasangan “kecocokan habitat” yang khas: *A. typicus*–*C. rotundata* dan *L. laevigata*–*H. ovalis* memperlihatkan sinyal *matching* antara arsitektur kanopi dan kebutuhan mikrohabitat bintang laut, sedangkan nilai negatif rendah bagi pasangan yang melibatkan Holothuroidea menunjukkan ketidaksinkronan sebagian preferensi sedimen teripang dengan arsitektur kanopi tertentu.

Secara keseluruhan, pembacaan terpadu atas Tabel 1 – 10 dan Gambar 3 –7 mengarah pada narasi ekologi yang koheren untuk Pantai Kiama: padang lamun berperan sebagai pengendali struktur sedimen dan pemasok detritus, yang bersama-sama menata komunitas Echinodermata melalui mekanisme habitat–tropik yang terukur dalam bentuk dominansi Asteroidea, nilai H' rendah sesuai pedoman Fachrul (2012), serta korelasi kuat Echinodermata–lamun di tingkat keseluruhan. Narasi ini konsisten dengan kerangka umum ekologi pesisir Indonesia bahwa keanekaragaman, komposisi, dan asosiasi biota merupakan fungsi gabungan dari kondisi fisik-kimia, arsitektur kanopi lamun, dan intensitas gangguan setempat, sebagaimana ditekankan Koeshendrajana et al. (2019), Zurba (2018), Tangke (2010) dalam Fahrudin et al. (2022), Campbell et al. (2012), Sitompul (2020), serta didukung indikasi regional terkait variasi Holothuroidea dari kajian barcoding di Talaud (Ferencia Esanada Rattu et al., 2024) dan asosiasi po

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini menunjukkan bahwa komunitas Echinodermata pada padang lamun Pantai Kiama tersusun oleh dua kelas dengan lima spesies dan didominasi Asteroidea—terutama *Archaster typicus* dan *Culcita novaguinae*. Nilai keanekaragaman Shannon–Wiener (H') rendah di setiap stasiun ($\approx 0,63$) dan pada agregat lokasi ($H' = 0,53$), menandakan struktur komunitas yang ditopang dominansi beberapa taksa kunci. Lima spesies lamun teridentifikasi, dengan *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, dan *Thalassia hemprichii* paling melimpah;

konfigurasi kanopi ini berkorelasi kuat dengan kelimpahan Echinodermata. Korelasi perspesies sangat kuat antara *A. typicus*–*C. rotundata* dan *Linckia laevigata*–*H. ovalis*, serta kuat antara *C. novagueniae*–*T. hemprichii*, mengindikasikan kecocokan morfologi–mikrohabitat dan lintasan energi detrital. Pada skala stasiun, hubungan total Echinodermata–lamun bervariasi (rendah di Stasiun I dan III; kuat di Stasiun II), tetapi keseluruhan lokasi menunjukkan asosiasi kuat ($r = 0,74$).

Implikasinya, kanopi lamun di Kiama berfungsi sebagai pengendali sedimen dan pemasok detritus yang menata komposisi Echinodermata; pengelolaan pesisir yang menjaga kontinuitas padang lamun dan kualitas sedimen akan mempertahankan fungsi ekosistem bentik. Kontribusi utama riset ini adalah menyediakan garis dasar kuantitatif pertama untuk hubungan Echinodermata–lamun di Kiama, sekaligus mengoperasionalkan keterkaitan arsitektur kanopi dengan struktur komunitas bentik pada skala stasiun.

Arah penelitian lanjutan meliputi perluasan cakupan temporal lintas-musim, pengukuran faktor abiotik tambahan (arus, butiran sedimen, nutrien), eksperimen manipulatif pada kerapatan/tutupan lamun, integrasi penanda molekuler (DNA barcoding) dan metrik fungsional (bioturbasi teripang), serta penilaian gradien tekanan antropogenik untuk mendukung strategi konservasi dan restorasi padang lamun yang berbasis bukti.

DAFTAR REFERENSI

- Bilmona Syakirin, F., dkk. (2023). Hubungan antara lamun dan echinodermata di perairan Desa Mangon. [Artikel penelitian].
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell, L. G. (2012). Biology (9th ed.). Pearson Benjamin Cummings.
- Den Hartog, C. (dalam Fauziyah). (2004). Kajian jenis substrat pada pertumbuhan *Thalassia hemprichii*. [Skripsi/Artikel].
- Fachrul, M. F. (2012). Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara.
- Fahrudin, M., Abdurachman, M. H., Suryadin, A., & Murtawan, H. (2022). Karakteristik vegetasi lamun di perairan Ketapang Lombok Barat. Jurnal Kelautan dan Perikanan, 12(2), 55-63. <https://doi.org/10.31957/acr.v5i2.2506>
- Ferencia Esanada Rattu, F., dkk. (2024). Identifikasi holothuroidea berdasarkan morfologi dan DNA barcoding di perairan Pulau Kabaruan. Jurnal Bioteknologi dan Genetika, 6(1), 1-10.
- Koeshendrajana, S., Sari, D., & Rachman, R. (2019). Analisis ekosistem pesisir dan dampak aktivitas manusia terhadap biodiversitas. Pusat Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, KKP.

- Kordi, K. (2011). Ekosistem Lamun dan Manfaatnya. PT Rineka Cipta.
- Manampiring, N., Mege, R. A., Setyawati, I., Ogi, N. I. L. M., & Mokosuli, Y. S. (2024). Sea cucumber from Talaud Islands: Morphological characteristics and DNA barcoding. *International Journal of Agriculture & Biology*, 33(4). <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2297>
- Pangulimang, J., Mege, R. A., Manampiring, N., & Ogi, N. L. I. M. (2023). Morphological identification of sea cucumber and proximate analysis of the substrate of muddy sea cucumber on Molosing Island and Biau Beach, Bolaang Mongondow Regency. *Indonesian Biodiversity Journal*, 4(3), 12-20. <https://doi.org/10.53682/ibj.v4i3.7618>
- Pangulimang, J., Roring, V. I. Y., Ogi, N. L. I. M., & Manampiring, N. (2023). Echinoderm community structure in Tamba Beach, North Minahasa Regency, North Sulawesi Province. *Indonesian Biodiversity Journal*, 4(2), 21-29. <https://doi.org/10.53682/ibj.v4i2.6391>
- Pratiknjo, P. (2018). Geografi wilayah Kabupaten Kepulauan Talaud. Pemerintah Kabupaten Talaud.
- Rattu, F. E., Mege, R., Manampiring, N., Roring, V. I. Y., Gedoan, S., & Mokosuli, Y. (2024). Identifikasi teripang laut (Holothuroidea) dari perairan laut Pulau Kabaruan berdasarkan identifikasi morfologi dan DNA barcoding. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 277-292. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.9649>
- Sitompul, Y. (2020). Peran invertebrata bentik sebagai bioindikator kualitas perairan. *Jurnal Ilmu Lingkungan Perairan*, 8(1), 41-49.
- Tangke, U. (2010). Ekologi lamun sebagai ekosistem penting di wilayah pesisir. (Dikutip dalam Fahrudin et al., 2022).
- Zurba, N. (2018). Struktur komunitas lamun dan hubungan dengan organisme asosiasi di perairan pesisir. *Jurnal Oseanografi Tropis*, 10(3), 201-211.