

## **BAB 2**

### **TINJAUAN TEORITIS**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

##### **2.1.1 Studi Keanekaragaman**

Keanekaragaman merupakan suatu istilah untuk menggambarkan berbagai jenis individu yang terdapat pada lingkup tertentu, hal ini dapat dilihat dari aspek persamaan maupun perbedaan ciri yang dimiliki oleh makhluk hidup tersebut. Keanekaragaman menunjukkan keseluruhan variasi, gen, maupun spesies pada suatu daerah. Menurut Sutoyo (2010) Keanekaragaman merupakan suatu istilah yang mencakup keseluruhan bentuk dari kehidupan mulai dari gen, spesies dan mikroorganisme serta ekosistem yang mencakup proses-proses ekologi. Cakupan dalam keanekaragaman ada dua hal yaitu variasi jumlah suatu spesies dan jumlah individu pada tiap spesies.

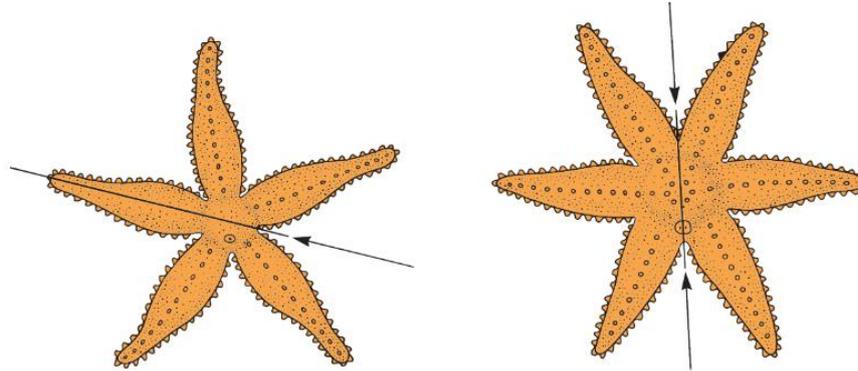
Menurut Leksono dalam (Nuha, 2020) Suatu komunitas dapat dibedakan dengan komunitas yang lain dengan keberadaan suatu spesies dengan jumlah tertentu. Ciri yang mencolok dari suatu komunitas adalah perbedaan keanekaragaman jenis yang dimilikinya. Meningkatnya jumlah spesies dengan jumlah individu yang sama menandakan bahwa tingkat heterogenitas pada suatu komunitas semakin tinggi. Sebaliknya, apabila terdapat sedikit jumlah spesies serta adanya perbedaan yang besar pada jumlah individu antar spesies maka heterogenitas yang dimiliki pada suatu komunitas semakin rendah. Rendahnya keanekaragaman menandakan adanya dominansi pada suatu spesies. Untuk mencapai hasil tersebut diperlukan satuan indeks yang dapat mengolah hasil data yang akan dianalisis untuk Indeks keanekaragaman spesies dihitung berdasarkan rumus Shannon & Wiener. Indeks Keseragaman dengan rumus Evenness, dan Indeks Dominansi dengan rumus Simpsons (Bahri et al., 2021). Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) merupakan suatu angka yang tidak memiliki satuan dengan kisaran 0 – 3. Tingkat keanekaragaman akan tinggi jika nilai  $H'$  mendekati 3, sehingga hal ini menunjukkan kondisi perairan yang baik. Sebaliknya jika nilai  $H'$  mendekati 0 maka keanekaragaman rendah dan kondisi perairan kurang baik. Jika keanekaragamannya tinggi.

## **2.1.2 Filum Echinodermata**

### **2.1.2.1 Karakteristik Umum Filum Echinodermata**

Echinodermata berasal dari bahasa Yunani Echinus artinya duri, dan derma artinya kulit. Secara umum Echinodermata berarti hewan yang berkulit duri (Bahri et al., 2021). Pada masa ini bintang laut, bulu babi, dollar air, dan teripang yang relatif mewakili filum ini. Dalam hal ini filum Echinodermata mungkin tampak mengalami penurunan. Catatan fosil menunjukkan bahwa ada sekitar 12 dari 18 kelas Echinodermata telah punah. Namun itu bukan berarti bahwa Echinodermata tidak begitu penting dalam ekosistemnya. Anggota dari tiga kelas Echinodermata telah berkembang dan menjadi komponen utama biota ekosistem laut (Miller & Harley, 2016).

Karakteristik yang paling mencolok dari Echinodermata yaitu berbentuk simetri radial/pentaradial seperti pada gambar 2.1. Bersifat adaptif untuk hewan yang tidak bergerak atau bergerak lambat karena memungkinkan distribusi sensorik, makan, dan struktur lain yang seragam di sekitar hewan. Namun, beberapa Echinodermata bergerak secara modern, secara sekunder telah kembali ke bentuk dasarnya bilateral, meskipun mempunyai bentuk tubuh simetri pentaradial saat dewasa namun saat larva Echinodermata berbentuk simetri bilateral, Echinodermata memiliki kepingan duri endoskeleton kapur, sistem vaskular air, sistem vascular air terdiri dari saluran berisi air yang digunakan untuk bergerak, melekat, dan makan, menyelesaikan saluran pencernaan yang mungkin berkurang secara sekunder, Sistem hemal berasal dari rongga coelomic, sistem saraf terdiri dari saraf jaring, saraf cincin dan saraf radial (Miller & Harley, 2016).



**Gambar 2.1** Simetri Pentaradial  
**Sumber :** (Miller & Harley, 2016)

Habitat Echinodermata umumnya dapat dijumpai hampir di seluruh perairan pantai, mulai dari daerah pasang surut sampai perairan dalam dengan kedalaman antara 0,5 sampai 40 meter. Echinodermata lebih menyukai perairan yang jernih dan relatif tenang. Pada umumnya setiap jenis memiliki habitat yang spesifik misalnya *Holothuria scabra* yang sering dijumpai di daerah berpasir atau pasir berlumpur yang banyak ditumbuhi lamun. Padang lamun, pasir dan ekosistem terumbu karang merupakan habitat tempat hidup berbagai jenis biota laut (Radjab et al., 2014). Kelimpahan dan keanekaragaman Echinodermata juga sangat dipengaruhi baik faktor biotik dan abiotik yang saling terkait satu dengan yang lain, serta interaksi antara berbagai spesies yang membentuk sistem tersebut (Bahan et al., 2019).

Peran Echinodermata dapat dibedakan menjadi perannya terhadap masyarakat dan perannya terhadap ekosistem. Beberapa kelas dari filum Echinodermata bernilai ekonomis, seperti bulu babi yang dimanfaatkan gonadnya dan teripang yang dapat dikonsumsi karena mengandung protein tinggi. Ragnathan et al., (2013) menjelaskan bahwa sekitar 50.000 ton bulu babi ditangkap setiap tahun dan gonadnya dikonsumsi terutama di Jepang, Peru, dan Prancis, yang mana kualitasnya tergantung pada warna yaitu warna kuning muda ke kuning tua. Teripang juga memiliki nilai ekonomis, yaitu bernilai penting bagi perusahaan farmasi dan dapat dijual dengan harga yang tinggi untuk dijadikan bahan makanan. Di dunia farmasi, beberapa spesies menghasilkan racun yang dapat bertindak sebagai agen anti inflamasi dan dapat menahan laju pertumbuhan sel

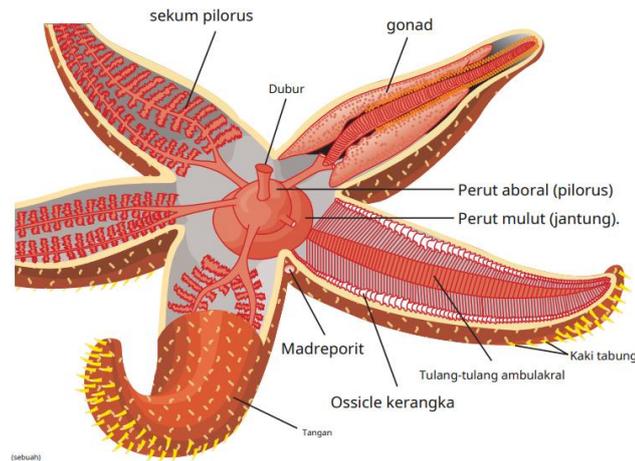
tumor. Echinodermata juga memiliki peran ekologis dalam ekosistem. Echinodermata dikenal sebagai detritus perairan karena Echinodermata memakan sampah organik, sehingga Echinodermata berperan pada rantai makanan yang ada dilaut (Triacha et al., 2021). Echinodermata juga mempunyai peranan pada ekosistem lamun sebagai jaringan makanan, sebagai herbivora, karnivora, omnivora (Lalombombuida et al., 2019).

#### **2.1.2.2 Klasifikasi Filum Echinodermata**

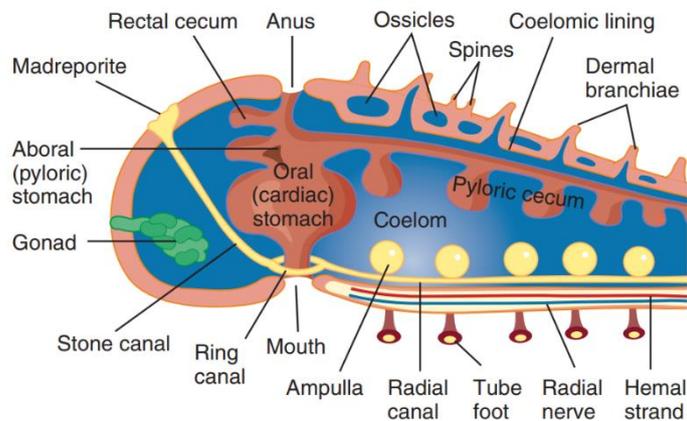
Filum Echinodermata terdiri dari 3 subfilum (Asterozoa, Crinozoa, dan Echinozoa) dan 5 kelas (Asteroidea, Ophiuroidea, Crinoidea, Echinoidea, dan Holothuroidea). Hal ini sejalan dengan apa yang disebutkan oleh Ruggiero et al., (2015) bahwa Filum Echinodermata memiliki tiga subfilum diantaranya subfilum Asterozoa, yang memiliki dua kelas yaitu kelas Asteroidea dan Ophiuroidea; subfilum Crinozoa yang memiliki satu kelas yaitu kelas Crinoidea; serta subfilum Echinozoa yang memiliki dua kelas yaitu kelas Echinoidea dan kelas Holothuroidea.

##### **1) Kelas Asteroidea**

Asteroidea adalah salah satu kelas terbesar dan paling dikenal dalam Filum Echinodermata. Hewan-hewan ini, umumnya dikenal sebagai bintang laut. Bintang laut membentuk kelas Asteroidea yang mencakup 1.500 spesies. Bintang laut biasa hidup di lingkungan substrat keras di laut seperti pada ekosistem karang meskipun begitu ada beberapa bintang laut juga hidup pada substrat berpasir atau berlumpur (Miller & Harley, 2016). Asteroidea memiliki ciri khas tubuh berbentuk bintang yang terdiri dari cakram pusat dan majemuk (biasanya 5) lengan. Struktur tubuh bintang laut Madreporit, merupakan lempeng dorsal yang berlubang-lubang sebagai tempat masuknya air laut kedalam sistem pembuluh air. Bintang laut dapat dibedakan dari bintang ular berdasarkan struktur lengannya (Ragunathan et al., 2013). Asteroidea memiliki dua sisi pada tubuhnya, yaitu bagian oral dan bagian aboral seperti pada gambar 2.2 dan gambar 2.3. Permukaan tubuh bintang laut tidak halus karena terdapat duri-duri, papula (*dermal branchia*) dan *pedicellaria*. *Pedicellaria* ini berfungsi untuk melindungi tubuh dan memiliki ukuran yang panjang atau pendek, kuat, serta mempunyai tangkai fleksibel.

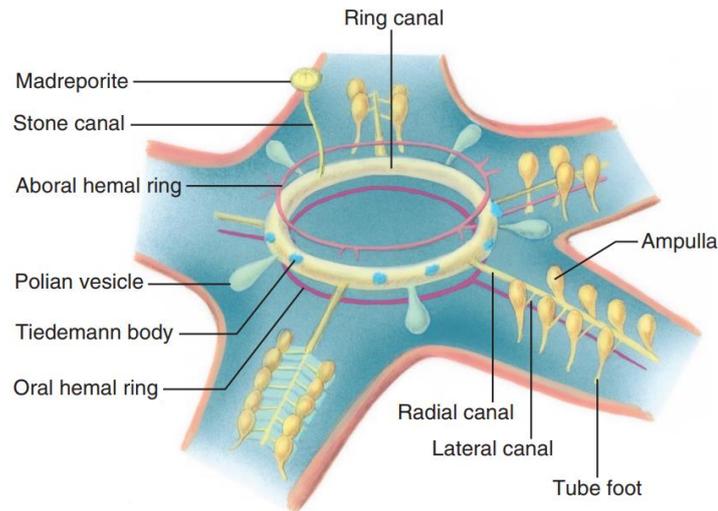


**Gambar 2.2** Asteroidea Penampang Bagian Aboral  
**Sumber:** (Miller & Harley, 2016)



**Gambar 2.3** Asteroidea tampilan lateral satu lengan  
**Sumber:** (Miller & Harley, 2016)

Sistem saluran air atau biasa disebut sistem ambulakral berfungsi untuk pergerakan kaki kaki tabung, sistem ini diawali dari lempeng yang berlubang dibagian aboral yang disebut dengan madreporite, diteruskan ke stone canal dan dilanjutkan ke ring canal, kanal ring ini terletak mengelilingi mulut dan bercabang ke masing masing lengannya sehingga disebut saluran radial seperti pada gambar 2.4. Saluran ini bercabang cabang lagi ke bagian samping disebut saluran transversal. Di bagian ujung saluran transversal terdapat kaki ambulakral yang terhubung dengan gelembung otot yang disebut ampulla (Zulfa, 2015).



**Gambar 2.4** Sistem Ambulakral  
**Sumber:** (Birtles, 1996) dalam (Zulfa, 2015)

Asteroidea merupakan kelas dari subfilum Asterozoa. Menurut Ruggiero et al., (2015) dalam buku klasifikasinya yang berjudul “*A higher Level Classification of All Living Organism*” menyebutkan bahwa kelas Asteroidea memiliki 8 ordo. 8 ordo tersebut diantaranya Brisingida, Forcipulatida, Notomyotida, Paxillosida, Peripoda, Spinulosida, Valvatida, dan Velatida. Perbedaan 8 ordo dari kelas Asteroidea ini terletak pada jumlah lengan, warna yang dimiliki dan habitat dari masing-masing ordo tersebut.

Bintang laut tidak memiliki nilai ekonomis, karena menurut masyarakat Pulau Karimunjawa sendiri bintang laut tidak memiliki nilai ekonomis untuk dimakan dan diperjual-belikan seperti filum Echinodermata lainnya yaitu teripang dan bulu babi (Setyowati et al., 2017). Namun Bintang laut menjadi salah satu hewan yang penting dalam menjaga ekosistem laut dan pantai, berperan sebagai salah satu komponen dalam rantai makanan, pemakan sampah organik dan hewan kecil lainnya. selain itu Asteroidea juga dijadikan bioindikator, sehingga hewan kelas Asteroidea dari filum Echinodermata dijuluki sebagai pembersih laut dan pantai (Jalaluddin & Ardeslan, 2017).

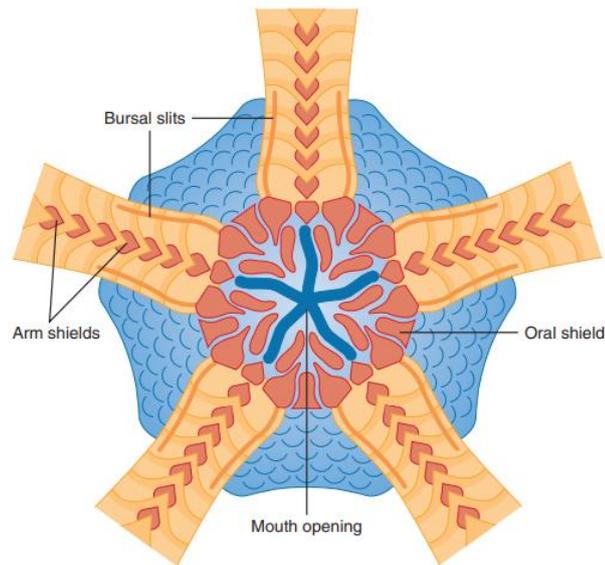
Selama ini kita membayangkan bahwa kelompok biotik laut ini selalu menguntungkan namun kenyataannya bintang laut bisa menjadi predator yang

sangat rakus yang memiliki dampak pada suatu ekosistem. Hal ini diuji coba oleh penelitian dari Paine dalam (Ragunathan et al., 2013) dengan menggunakan *Pisaster ochraceus* dan *Acanthaster Zanci* untuk mengilustrasikan konsepnya tentang peran dari spesies kunci (*keystone species*) yang sangat terkenal karena dapat menyebabkan dampak yang sangat merugikan bagi terumbu karang, khususnya selama wabah populasi.

## 2) **Kelas Ophiuroidea**

Kelas Ophiuroidea ini memiliki spesies yang sangat terkenal yaitu bintang ular laut. Menurut Stöhr et al., dalam (Suprpto et al., 2022) Kelas ini menjadi kelompok Echinodermata terbesar yang masih ada, dengan 2.064 spesies terdokumentasi yang ditemukan di semua lautan dari intertidal hingga kedalaman laut paling dalam. Dalam biogeografi yang dicatat oleh Suprpto et al., (2022) mengatakan bahwa Indopasifik menjadi wilayah dengan kekayaan spesies tertinggi dengan mencakup total 825 spesies di semua kedalaman.

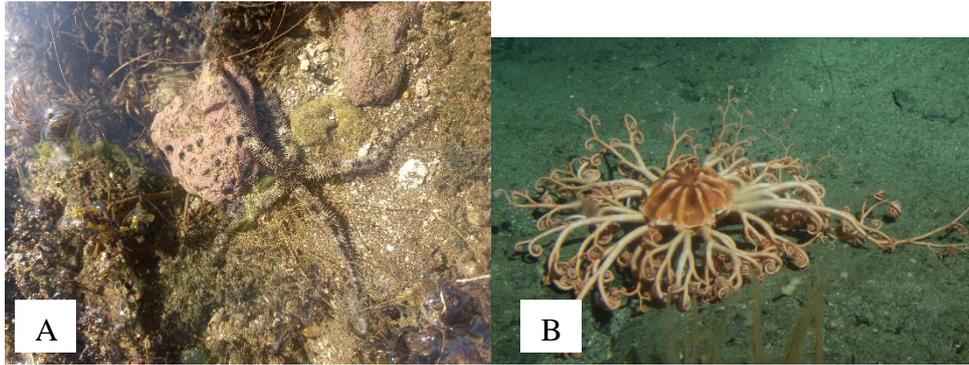
Ophiuroidea berbentuk hampir mirip dengan bintang laut sehingga terletak pada subfilum yang sama yaitu subfilum Asterozoa. Ada perbedaan yang paling mendasar dengan bintang laut jika dilihat dari morfologinya yaitu lengannya yang memanjang dan ujungnya yang meruncing sehingga membuat lengannya sangat fleksibel dan mudah bergerak oleh karena itu Ophiuroidea menjadi kelas yang paling aktif dari kelas lain di kelompok Echinodermata. Ophiuroidea dapat mengumpulkan mangsa dan partikel (detritus) dengan menggunakan lengan dan kaki tabung dengan gerakan menyapu yang dilewatkan dari kaki tabung ke kaki tabung sepanjang lengan hingga mencapai mulut (Miller & Harley, 2016). Mulut Ophiuroidea berada di tengah cakram pusat, dan lima rahang segitiga membentuk alat pengunyah dan pelindung oral (*oral shield*) seperti pada gambar 2.5. Cakram pusatnya kecil dan pipih dengan permukaan aboral (dorsal) yang halus atau berduka tumpul. Ophiuroidea tidak memiliki pediselaria. Kaki tabung Ophiuroidea tidak memiliki cakram hisap dan ampula, dan kontraksi otot yang terkait dengan dasar kaki tabung memperpanjang kaki tabung. Berbeda dengan bintang laut, madreporit ophiuroid terletak di permukaan mulut (Ragunathan et al., 2013).



**Gambar 2.5** Tampilan Oral Bintang Ular Laut  
**Sumber:** (Miller & Harley, 2016)

Menurut Chin dalam (Setiawan et al., 2020a) mengatakan bahwa habitat utama Ophiuroidea adalah pada ekosistem terumbu karang dan hidup bebas di dasar perairan. Selain itu hewan ini juga dapat ditemukan pada wilayah habitat berpasir, area makroalga, area lamun dan pecahan karang mati. Hewan ini memiliki sifat fototaksis negatif dan cenderung hidup bersembunyi di daerah persebarannya. Bintang ular menyukai tempat tempat yang memungkinkan dirinya dapat melilit pada substratnya Habitat ini bisa berlaku pada semua Ophiuroidea namun pada bintang keranjang biasanya ditemukan di kedalaman laut 15 hingga 200 m (Miller & Harley, 2016).

Ophiuroidea merupakan kelas dari subfilum yang sama dengan bintang laut yaitu subfilum Asterozoa. Menurut Ruggiero et al., (2015) dalam buku klasifikasinya yang berjudul “*A higher Level Clasification of All Living Organism*” menyebutkan bahwa kelas Ophiuroidea hanya memiliki 2 ordo yaitu Euryalida dan Ophiurida masing masing ordo ini dibedakan berdasarkan ada tidaknya percabangan pada lengan. Seperti pada gambar 2.6.



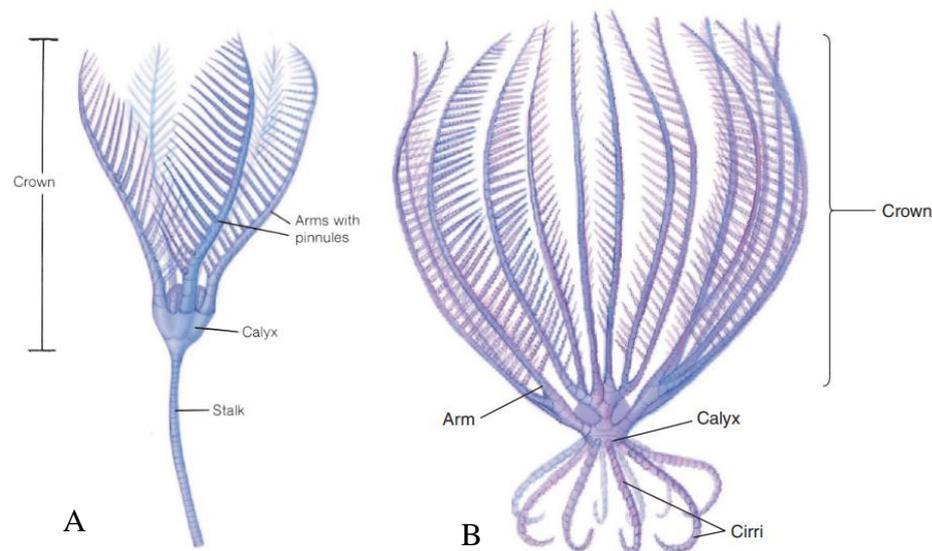
**Gambar 2.6** Bintang ular laut (*Ophiocoma scolopendrina*) (A), Bintang Keranjang (*Grogonocephalus eucnemis*) (B)  
**Sumber:** (Miller & Harley, 2016)

Bintang mengular merupakan salah satu kelas dari filum Echinodermata yang belum banyak dilaporkan nilai ekonomisnya akan tetapi mempunyai peran ekologis yang penting. Aziz (1995) dalam (Nurdiansah & Supono, 2018) menyebutkan bahwa selain memiliki peran di dalam komunitas bentik, bintang mengular merupakan makanan bagi ikan-ikan demersal. Selain itu bintang mengular memiliki peran yang sama dengan Echinodermata yang lain yaitu sebagai pemakan detritus.

### 3) Kelas Crinoidea

Crinoidea mencakup lili laut dan bintang bulu. Crinoidea merupakan Echinodermata yang paling primitif dari semua kelompok Echinodermata. Sekitar 630 spesies Crinoidea hidup saat ini. Catatan fosil yang ditemukan menunjukkan bahwa Crinoidea hidup pada era Paleozoikum sekitar 200 hingga 600 juta tahun yang lalu (Miller & Harley, 2016). Crinoidea memiliki ciri tubuh bertangkai atau tidak bertangkai seperti cangkir dengan lengan yang bercabang atau tidak bercabang, pergerakannya menempel (sesil), dan melakukan reproduksi secara seksual dengan autotomi (Syafira et al., 2022). Crinoidea yang bertangkai biasa disebut Lili laut dan tidak bertangkai disebut bintang bulu. Pada lili laut karena ia memiliki tangkai, ia mampu menempel pada substratnya secara permanen. Ujung tangkai yang menempel memiliki piringan pipih seperti akar pada tumbuhan yang ditempelkan pada substrat. Ujung lily laut yang tidak terikat disebut mahkota (*Crown*) Ujung aboral mahkota menempel pada tangkai dan didukung oleh satu set

ossicles, yang disebut (*Calyx*). Pada lengan terdapat bagian yang lebih kecil yang disebut pinnuls sehingga membuatnya tampak seperti bulu. Lekukan ambulakral pada lengan mengarah ke mulut. Mulut dan anus terbuka ke permukaan atas (oral) (Miller & Harley, 2016) seperti pada gambar 2.7. Pada bintang bulu ia tidak memiliki tangkai sehingga menjadikannya hewan yang berenang dan merayap pada ujung aboral (bawah) terdapat cincin *cirri* seperti akar, yang dapat menempel pada substrat saat istirahat seperti pada gambar 2.7.



**Gambar 2. 7** Crinoidea (A) Lili laut (*Ptilocrinus*), (B) Bintang bulu (*Neometra*)  
**Sumber:** (Miller & Harley, 2016)

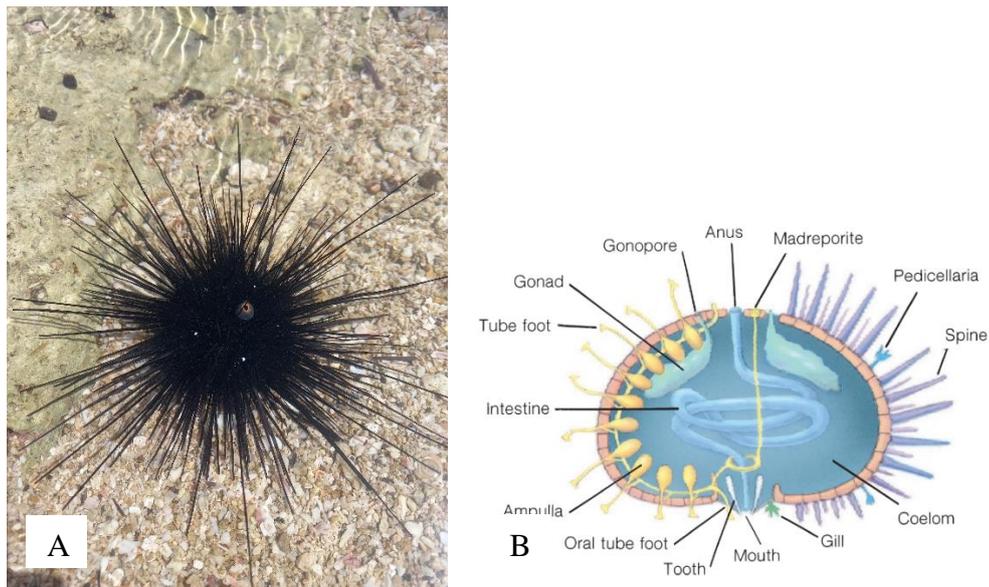
Habitat Crinoidea pada umumnya hampir sama pada dengan Echinodermata pada umumnya namun mereka juga masih dapat ditemukan dilaut dalam apda kedalaman lebih dari 200 m. Namun sekitar 65% nya hidup pada kedalaman kurang dari 200 m termasuk pada zona pasang surut (Ragunathan et al., 2013).

Crinoidea merupakan kelas dari subfilum Crinozoa. Menurut Ruggiero et al., (2015) menyebutkan bahwa kelas Crinoidea memiliki 4 ordo, diantaranya Comatulida, Cyrtocrinida, Hyocrinida dan Isocrinida. Perbedaan 4 ordo pada kelas Crinoidea terletak pada jumlah lengannya, ada tidaknya cirri dan tangkai, serta habitat Crinoidea tersebut. Untuk ordo Comatulida dan Cyrtocrinida umumnya memiliki cirri yang berfungsi untuk melekatkan tubuh pada suatu substrat, sedangkan ordo Hyocrinida dan Isocrinida memiliki tangkai yang menempel.

Peran Crinoidea pada ekosistemnya hampir sama dengan keseluruhan Echinodermata yang lain Crinoidea bisa menjadi pelindung karang dari pertumbuhan alga yang berlebihan. Crinoidea juga menjadi salah satu detritivor dari kelompok Echinodermata (Ophiuroidea, Holothuroidea, dan Crinoidea) (Tala et al., 2021). Selain itu juga Lili laut merupakan indikator pencemaran air, yaitu indikator suatu ekosistem terumbu karang Ia dapat berperan sebagai bioindikator kualitas perairan terhadap polusi logam berat seperti kadmium, tembaga, timbal, seng, dan nikel (Tala et al., 2021).

#### **4) Kelas Echinoidea**

Echinoidea merupakan salah satu kelas populer di kelompok Echinodermata. Echinodea mencakup bulu babi dan dolar pasir. Sekitar 1.000 spesies tersebar luas di hampir semua lingkungan laut. Echiodea hidup ditutupi dengan duri, yang dapat digerakkan (Ragunathan et al., 2013). Bulu babi berbentuk bulat, dan ujung mulutnya mengarah ke substrat. Biasanya bulu babi memiliki duri yang tajam dan berlubang, duri ini mengandung racun yang berbahaya bagi perenang. Pediselaria bulu babi memiliki dua atau tiga rahang dan terhubung ke dinding tubuhnya dengan tangkainya yang relatif panjang seperti pada gambar 2.8. Sistem vascular airnya mirip dengan Echinodermata lainnya. Kanal radial nya mengelilingi sepanjang tubuh bagian dalam antar kutub oral dan aboral. Kaki tabungnya memiliki cangkir hisap dan ampula, sistem vaskular air terbuka ke sisi melalui banyak pori dalam satu tulang aboral yang berfungsi sebagai madreporit. Echinodea bergerak menggunakan duri dengan cara mendorong substrat (Miller & Harley, 2016).



**Gambar 2.8** Bulu babi, (A) *Diadema setosum* (B) Bulu babi tampak samping  
**Sumber:** (Miller & Harley, 2016)

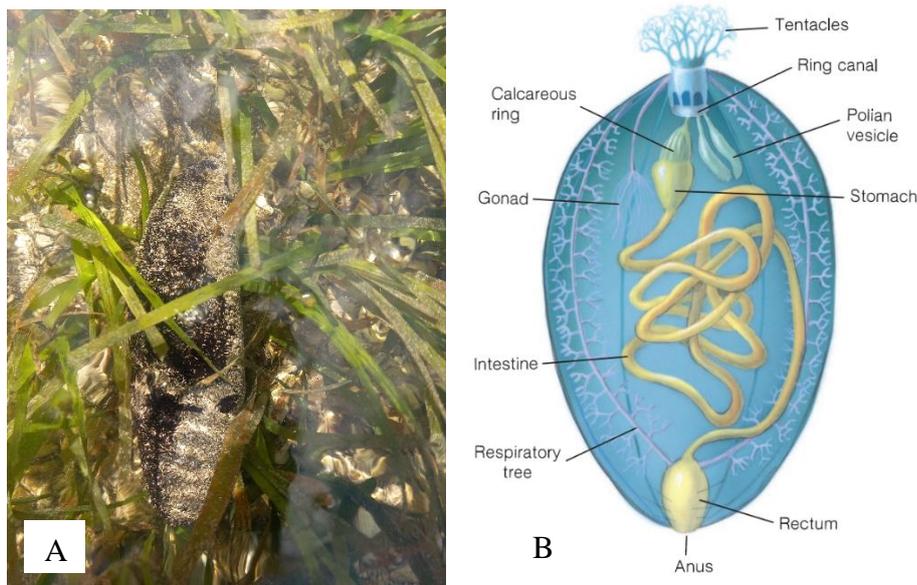
Menurut Radjab dalam (Yudasmara, 2013) Bulu babi lebih cenderung menyukai perairan yang jernih dan airnya relatif tenang. Pada umumnya masing-masing jenis memiliki habitat yang spesifik, seperti zona rata-rata terumbu karang, daerah pertumbuhan alga, padang lamun, koloni karang hidup dan karang mati.

Echinoidea merupakan kelas dari subfilum Echinozoa. Menurut Ruggiero et al., (2015) menyebutkan bahwa kelas Echinodea terdiri dari 2 subkelas, 4 infrakelas dan 15 ordo. Secara morfologi, bulu babi (Echinoidea) terbagi dalam dua kelompok yaitu bulu babi beraturan (regular sea urchin) dan bulu babi tidak beraturan (irregular sea urchin) bentuk tubuh regular berbentuk simetri pentaradial berbentuk bola, sedangkan iregular berbentuk simetri pentaradial yang bervariasi (Suryanti & Ruswahyuni, 2014a). Sedangkan Berdasarkan bentuk tubuhnya Echinoidea dibagi menjadi 2 subkelas yaitu Cidaroidea dan subkelas Echinoidea. 14 ordo yang dimaksud meliputi infrakelas N.N. (Echinothurioida), infrakelas Acroechinoidea (Aspidodiadematoidea, Diadematoidea, Micropygoida, Pedinoidea), infrakelas Carinacea (Arbacioidea, Camarodonta, Salenioidea, Stomopneustoida), dan infrakelas Irregularia (Cassiduloida, Clypeasteroida, Echinolampadoida, Holasteroida, Spatangoida) (Ruggiero et al., 2015).

Menurut Roslita dalam (Tupan et al., 2017) Peran Echinoidea dalam bidang pangan memiliki peran yang signifikan, gonad bulu babi menjadi makanan populer dengan nilai perdagangan yang baik, dipasarkan dalam bentuk produk segar, produk beku, produk asin, produk kering, maupun produk kalengan berupa pasta fermentasi. Pada ekosistem terumbu karang bulu babi berperan sebagai penyeimbang ekosistem. Bulu babi bersifat herbivor, dikarenakan bulu babi yang umumnya memakan alga yang terdapat pada terumbu karang. Kegiatan memakan alga tersebut menyebabkan adanya penurunan dari jumlah makroalga yang terdapat di ekosistem terumbu karang dan menyeimbangkan kembali ruang tempat terumbu karang tersebut dapat hidup (Suryanti & Ruswahyuni, 2014a).

##### **5) Kelas Holothuroidea**

Kelas Holothuroidea atau biasa disebut teripang memiliki kurang lebih 1500 spesies, 1400 spesies terverifikasi yang dapat ditemukan diseluruh area laut dalam berbagai bentuk, beberapa diantaranya memiliki panjang sekitar 20 cm, meskipun beberapa ditemukan tidak melebihi satu sentimeter begitupun pada *Synapta maculate* yang ditemukan mencapai panjang 5 m (Ragunathan et al., 2013). Teripang tidak memiliki lengan, ia memanjang sepanjang sumbu oral-aboralnya. Dan hidup dengan berbaring sehingga berbeda dengan Echinodermata yang lain yang biasanya bagian oral menghadap keatas atau ke bawah, pada teripang oral dan aboralnya terletak menyamping, sehingga memberikan bentuk tubuh simetri bilateral. Mulut teripang terletak agak dalam terletak setelah tentakel dan ring berkapur (*Calcareous ring*) seperti pada gambar 2.9. Ia bergerak dengan cara mengontraksikan otot dinding tubuh, karena bergerak dengan kaki tabung dirasa tidak efisien karena tidak ditambatkan oleh tulang tulang dinding tubuhnya (Miller & Harley, 2016).



**Gambar 2.9** Teripang, (A) *Holothuria atra*, (B) Struktur internal teripang  
**Sumber:** (Miller & Harley, 2016)

Holothuroidea atau teripang dapat ditemukan di semua lingkungan laut, tetapi paling banyak ditemukan di terumbu karang perairan dangkal tropis. Berkisar di zona intertidal, di mana mereka dapat terpapar sebentar saat air surut, hingga dasar palung samudra terdalam (Ragunathan et al., 2013). lebih spesifiknya teripang terdapat di perairan dengan substrat pasir, berbatu karang, maupun pasir bercampur lumpur (Hisam et al., 2022). Semasa hidupnya ia biasa merangkak pada substrat keras atau bersembunyi dengan menggali pada substrat lunak (Miller & Harley, 2016).

Holothuroidea merupakan kelas dari subfilum Echinozoa. Menurut Ruggiero et al., (2015) dalam buku klasifikasinya yang berjudul “*A higher Level Clasification of All Living Organism*” menyebutkan bahwa kelas Holothuroidea memiliki 6 ordo yaitu Apodida, Aspidochirotida, Dendrochirotida, Elaspodida, Molpadida, dan satu ordo N.N. Thyone.

Holothuroidea atau teripang sangat populer sebagai bahan makanan terutama teripang biasa dibuatkan sebagai olahan kering, namun tidak terbatas pada itu teripang juga dimanfaatkan dalam bidang farmasi ini disebabkan karena teripang mengandung berbagai bahan aktif yang bermanfaat. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengathui manfaat teripang di bidang farmasi dan kesehatan.

Menurut Wibowo dan Yunizal dalam (Herliany et al., 2016) menyatakan bahwa teripang mengandung senyawa antioksidan yang berfungsi mengurangi kerusakan sel jaringan tubuh. Menurut Farouk et al., dalam (Herliany et al., 2016) menambahkan bahwa ekstrak teripang menunjukkan aktifitas antiprotozoa dan menghambat sel tumor, serta dapat digunakan sebagai penyembuh luka dan antitrombotik (mengurangi pembekuan darah di dalam saluran darah) sehingga dapat mengurangi resiko penyakit jantung dan stroke. Manfaat teripang pada masyarakat di bidang pangan terbukti karena Indonesia menjadi salah satu negara pengekspor teripang terbesar di dunia. Berdasarkan data dari Brown et al., dalam (Herliany et al., 2016) Indonesia menempati urutan pertama dari 38 negara pengekspor teripang di dunia dengan persentase sebesar 12% dari total ekspor. Sebagian besar produk olahan teripang dari Indonesia diekspor dalam bentuk teripang kering maupun teripang asap.

### **2.1.3 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kelangsungan Hidup Filum Echinodermata**

Echinodermata hidup dilungkungan perairan laut umumnya di zona litoral sampai interdal hal itu membuatnya memiliki kemungkinan yang berbeda beda di tiap lingkungannya. Hal itu menjadikan kelangsungan hidup Echinodermata tidak akan terlepas dari lingkungannya. Ada banyak faktor lingkungan fisika-kimia yang mempengaruhi kelangsungan hidup Echinodermata. Faktor fisik-kimia tersebut meliputi suhu, pH air, salinitas, dan DO (dissolved oxygen) (Salmanu & Arini, 2019). Namun di lapangannya faktor faktor ini bersifat fluktuatif sehingga dapat berpengaruh pada kelangsungan hidup Echinodermata. Faktor fisik-kimia laut meliputi salinitas, pH, arus, suhu, dan kecerahan yang selalu berubah-ubah sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme di daerah pasang surut (Radjab et al., 2014).

### 1) Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kelangsungan suatu organisme. Suhu memiliki efek yang signifikan pada organisme. Setiap organisme memiliki rentang suhu yang optimal di mana mereka dapat berkembang dan berfungsi dengan baik. Ketika suhu terlalu rendah atau terlalu tinggi, organisme dapat mengalami stres termal yang berdampak pada kesehatan dan kinerja mereka. Menurut Romimohtarto & Juana dalam (Salmanu & Arini, 2019) mengungkapkan bahwa suhu alami air laut berkisar antara suhu dibawah  $0^{\circ}\text{C}$ - $33^{\circ}\text{C}$  dan perubahan suhu dapat memberi pengaruh besar terhadap sifat-sifat air laut dan termasuk biota laut. Dari penelitian penelitian yang dilakukan dapat ditemukan bahwa rentang suhu yang dapat menjadi kelangsungan hidup Echinodermata adalah berkisar antara  $25$ - $35^{\circ}\text{C}$  dalam suhu yang mencakup  $25,33^{\circ}\text{C}$  distasiun I,  $25,66^{\circ}\text{C}$  di stasiun II, dan  $26,66^{\circ}\text{C}$  di stasiun III. Dan menurut Ibrahim et al., (2014) suhu yang terdapat di Pantai Karapyak rata rata  $27$ - $31^{\circ}\text{C}$ .

### 2) pH

pH adalah ukuran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Tingkat pH dapat memengaruhi organisme karena sebagian besar organisme memiliki rentang pH yang optimal di mana mereka dapat hidup dan berkembang. Ketika pH di lingkungan sekitarnya berubah terlalu drastis dari rentang yang optimal, organisme dapat mengalami stres pH yang dapat berdampak pada organisme tersebut. Misalnya, lingkungan yang terlalu asam atau terlalu basa dapat mengganggu fungsi seluler dan metabolisme organisme, mengganggu keseimbangan ionik dalam tubuh, dan menyebabkan kerusakan pada jaringan. Effendi dalam (Eko Susilo, 2016) menyebutkan bahwa Pantai Bama memiliki kondisi perairan yang ideal untuk kelangsungan hidup mahluk laut karna berada dikisaran pH 7 sampai 8,5 yang berarti asam. Feryatun et al., dalam (Eko Susilo, 2016) juga menyebutkan kondisi asam/alkali disebabkan oleh runtuh kerang dan pasir. Sehingga baik untuk ditumbuhi lamun. Nilai pH pada zona intertidal suatu perairan, sangat mempengaruhi keberadaan jenis Echinodermata. Menurut Nybakken et al., dalam (Salmanu & Arini, 2019) Kisaran pH normal untuk kehidupan suatu makhluk hidup pada zona intertidal berkisar antara 7,5-8,4.

### 3) Salinitas

Salinitas adalah ukuran konsentrasi garam dalam air atau lingkungan. Tingkat salinitas dapat memengaruhi organisme karena sebagian besar organisme memiliki rentang salinitas yang optimal di mana mereka dapat hidup dan berkembang. Menurut Sidabutar et al., (2019) salinitas berperan dalam penyebaran organisme perairan. Salinitas juga memiliki peran penting bagi biota perairan. Satuan dari salinitas adalah pro mil (‰). Salinitas diukur berdasarkan jumlah garam yang terkandung dalam satu kilogram air. Contoh perbandingan nyata, air tawar mempunyai salinitas < 0,5 ‰ dan air minum maksimal 0,2 ‰. Jamali dkk., dalam (Armis et al., 2017) menyebutkan standar air tawar mempunyai salinitas maksimal 1 ‰ dan salinitas air minum 0,5 ‰, sedangkan air laut rata-rata mempunyai salinitas 35 ‰.

### 4) DO (dissolved oxygen)

Dissolved oxygen (DO) atau oksigen terlarut adalah konsentrasi oksigen yang terlarut dalam air atau cairan lainnya. Oksigen terlarut sangat penting bagi organisme yang hidup di lingkungan air seperti Echinodermata. Oksigen terlarut biasanya dihasilkan melalui proses fotosintesis oleh tumbuhan air atau terlarut dari udara ke permukaan air. Menurut Sidabutar et al., (2019) Oksigen terlarut sangat penting bagi organisme di air karena mereka membutuhkannya untuk melakukan respirasi dan proses dekomposisi. Respirasi merupakan proses mengubah nutrisi menjadi energi yang dapat digunakan oleh tubuh. Sedangkan dekomposisi merupakan proses penguraian sampah organik yang biasa dilakukan Echinodermata sebagai perannya pada ekosistem. Noviana et al., (2019) mengatakan bahwa berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, baku mutu oksigen terlarut untuk biota laut yaitu >5 ppm.

Untuk memudahkan literatur peneliti menggunakan tabel faktor-faktor yang dapat memengaruhi kelangsungan hidup Echinodermata dengan rincian satuan dan alat pengukur yang dapat digunakan dalam perhitungan parameternya seperti pada tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Faktor yang memengaruhi kelangsungan hidup Echinodermata

No.	Parameter	Satuan	Alat
1	Suhu	°C	Termometer
2	pH	-	pH meter
3	Salinitas	‰ (promil)	Refraktometer
4	Oksigen Terlarut	ppm	DO meter

Sumber: Salmanu & Arini, (2019)

#### 2.1.4 Pantai Karapyak

Pantai Karapyak merupakan pantai yang terletak di selatan pulau jawa dan berlokasi di Desa Bagolo, Kecamatan Kalipucang, Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat, dengan titik koordinat  $07^{\circ}41'31.6''S$   $108^{\circ}45'11.9''E$  seperti pada gambar 2.10. Pantai Karapyak memiliki panjang 8 km yang di kawasanya sudah berpenduduk. Tempat ini bersuasana pedesaan jauh dari perkotaan karena berjarak sekitar 20 km dari Kabupaten Pangandaran dan pantai ini masih terjaga kebersihannya. Ekosistem Pantai Karapyak menampilkan ekosistem batu karang dengan karang yang terhampar di sepanjang pesisir pantai. Hampir sepanjang pantainya dipenuhi dengan karang-karang, hal ini dikarenakan letak geografis dari pantai yang berada di selatan Pulau Jawa, dan gelombang yang besar (Ibrahim et al., 2014)



**Gambar 2.10** Pantai Karapyak  
**Sumber:** Google Earth 2023

### 2.1.5 Buku Digital Sebagai Bahan Ajar Biologi

Buku digital menjadi salah satu media yang dapat digunakan sebagai bahan ajar biologi. Adanya buku digital juga dapat mempermudah pendeskripsian mengenai morfologi, determinasi serta klasifikasi dari Echinodermata. Buku digital yang digunakan berbentuk *flipbook*. Menurut Mursidi et al., (2022) *flipbook* merupakan kumpulan halaman yang dapat dibuka dan dibolak-balik seperti buku yang nyata dalam layar monitor. *flipbook* merupakan salah satu pilihan yang baik sebagai bahan ajar biologi karena memiliki beberapa keuntungan. Berikut adalah beberapa keuntungan dari menggunakan *flipbook* sebagai bahan ajar biologi :

- 1) Aksesibilitas: Buku digital dapat diakses dari mana saja dan kapan saja dengan menggunakan perangkat seperti laptop, tablet, atau smartphone. Hal ini membuat bahan ajar dapat diakses secara fleksibel dan memudahkan akses untuk siswa yang tidak bisa datang ke kelas secara fisik.
- 2) Dapat Diperbaharui: Dengan menggunakan buku digital, materi ajar dapat diperbaharui dengan mudah dan cepat. Hal ini penting dalam memastikan bahwa siswa selalu memiliki akses ke materi terbaru dan terkini.
- 3) Lebih Ramah Lingkungan: Buku digital tidak memerlukan kertas dan tinta, sehingga dapat membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan. Hal ini dapat menjadi bagian penting dalam mendukung pembelajaran yang berkelanjutan.

### 2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini, diantaranya yakni Penelitian yang dilakukan oleh Radjab et al., (2014) dalam penelitian ini metode pengambilan sampel yang digunakan adalah metode transek kuadrat dan jelajah. Dimana tali transek ditarik tegak lurus ke arah laut sepanjang 100 meter pada saat air laut surut atau menjelang surut terendah. dari titik nol frame 1×1 m diletakkan setiap jarak 10 m. Echinodermata yang terdapat di sepanjang tali transek di dalam kuadrat diamati komposisi jenis dan dihitung jumlah individu dari masing-masing jenis dan diamati tipe substratnya. Untuk kondisi yang biotanya jarang dilakukan koleksi bebas dengan cara snorkling. Hasilnya adalah diperoleh hasil 23 jenis, 17 genus, 12 famili, 10 ordo, 5 kelas pada filum Echinodermata dengan rincian

sebagai berikut: a). 15 jenis, dari 12 genus, 9 famili, 6 ordo 5 kelas, ditemukan pada kegiatan transek, dan b). 8 jenis, dari 6 genus, 5 famili, 5 ordo, 5 kelas, ditemukan pada kegiatan koleksi bebas.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Jalaluddin & Ardeslan (2017) dalam penelitian ini metode pengambilan sampel dilakukan dengan metode jelajah (*cruise method*) yaitu pengambilan sampel dengan menjelajahi disepanjang pesisir pantai dengan teknik *purposive sampling*, Teknik *purposive sampling* merupakan cara pengambilan sampel yang didasari pada keperluan penelitian. Hasilnya diperoleh terdapat 5 kelas Echinodermata dengan 9 famili 10 species dengan 548 individu Echinodermata yang dijumpai pada penelitian.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Bahan et al., (2019) dalam penelitian ini penentuan stasiun dilakukan berdasarkan zona ekosistemnya. Terdiri dari stasiun berzona lamun, berzona pasir, dan berzona karang. pada setiap stasiun penelitian. Pengambilan sampel Echinodermata menggunakan metode kuadran dengan menggunakan plot berukuran 1 x 1 m. Pengambilan sampel dilakukan pada saat surut. Hasil Echinodermata yang ditemukan berjumlah 14 spesies dengan ciri morfologi yang berbeda beda pada tiap jenisnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Suhendra et al., (2019) dilakukan di Pantai Karapyak penentuan stasiun dilakukan secara *random sampling* sebanyak 3 stasiun. Sampel dikumpulkan dari rentang bulan januari sampai maret dengan cara koleksi. Makroinvertebrata diidentifikasi sampai tingkat spesies dan genus dengan melihat morfologi tubuh dengan bantuan buku *Tropical Pasific Invertebrates*. Hasil dari penelitian ini ditemukan 59 spesies yang terdiri dari 6 filum dan 8 kelas. Pada filum Echinodermata ditemukan Holothuroidea sebanyak 2 spesies, Echinoidea 1 spesies, dan Ophiuroidea sebanyak 1 spesies.

Penelitian yang dilakukan oleh Suprpto et al., (2022) dilakukan di pantai leuweung sancang. Pengambilan sampel bintang ular dilakukan dengan metode transek sabuk, dimana transek ditarik tegak lurus dari pantai ke laut sejauh 100 m dilakukan di 3 stasiun penelitian dan setiap stasiun berisi 100 petak per stasiun dengan ukuran 1 x 1 m per plot. Identifikasinya dilakukan dengan cara membandingkan morfologi bintang ular yang diperoleh dengan ciri morfologi pada buku identifikasi "*A Guide to Common Echinoderms of Andaman and Nicobar Islands*" oleh (Ragunathan et al., 2013), dan

artikel ilmiah. Survei dilakukan pada saat air surut untuk mendapatkan gambaran yang lebih baik saat mengamati komunitas bintang ular. Hasil dari penelitian ini adalah berupa model spasial dari habitat bintang ular, namun terdapat juga hasil mengenai data bintang ular yang ditemukan yaitu *Ophiocoma scolopendrina*, *Ophiocoma* Sp., dan *Ophiocoma aethiops*.

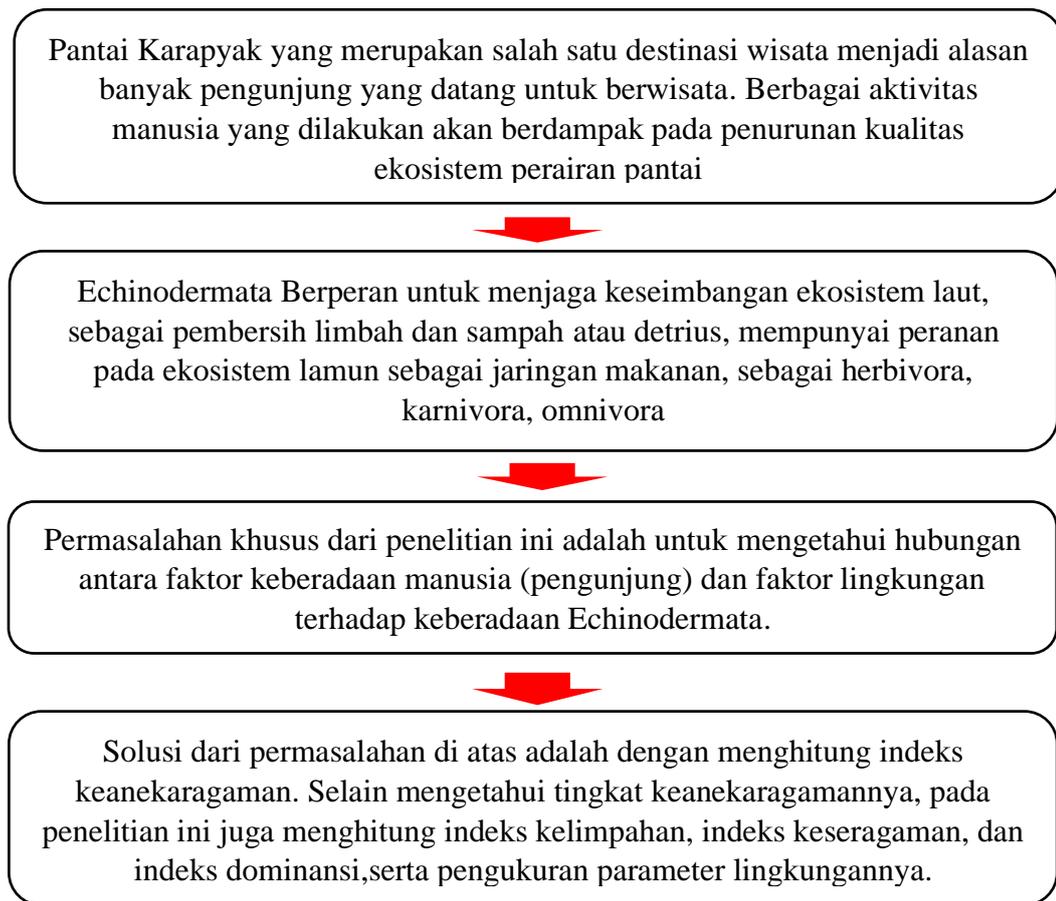
### **2.3 Kerangka Konseptual**

Pantai Karapyak merupakan pantai yang menjadi salah satu destinasi wisata di Kabupaten Pangandaran. Hal ini menjadi alasan banyak pengunjung yang datang untuk berwisata. Keberadaan pengunjung tidak akan terlepas pada adanya sampah. Berbagai aktivitas manusia yang dilakukan akan berdampak pada penurunan kualitas ekosistem perairan pantai di antaranya peningkatan kadar limbah toksik dan juga nutrien di perairan yang menjadi faktor pendukung keberadaan biota laut.

Salah satu filum biota laut adalah Echinodermata. Echinodermata adalah filum yang berperan penting dalam ekosistem laut di pantai Karapyak. Echinodermata memiliki lima kelas yaitu Asteroidea, Ophiuroidea, Crinoidea, Echinoidea, dan Holothuroidea. Peranan Echinodermata adalah untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut, sebagai pembersih limbah dan sampah, mempunyai peranan pada ekosistem lamun sebagai jaringan makanan, sebagai herbivora, karnivora, omnivora ataupun sebagai pemakan detritus.

Penelitian mengenai Echinodermata telah dilaksanakan pada tahun 2019 oleh Suhendra et al yang meliputi keseluruhan Pantai Karapyak bagian timur, tengah dan barat. Namun penelitian yang dilakukan masih terlalu luas mereka melakukan penelitian tentang makroinvertebrata yang dirasa terlalu besar cakupannya sehingga echibodermata yang dapat ditemukan tidak lebih dari 15 % hasil temuan disetiap stasiunnya. Sehingga diperlukan penelitian yang lebih khusus mengenai Echinodermata dengan melakukan pembaharuan penelitian dikawasan Pantai Karapyak.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keanekaragamannya menurut indeks Shannon-Wiener. Selain mengetahui tingkat keanekaragamannya, pada penelitian ini juga menghitung indeks kelimpahan, indeks keseragaman, dan indeks dominansi.



**Gambar 2. 11** Skema Kerangka Konseptual  
**Sumber:** Pribadi

#### 2.4 Pertanyaan Penelitian

Terdapat beberapa pertanyaan yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini, yaitu diantaranya:

1. Apa saja jenis spesies Echinodermata yang ditemukan di wilayah Pantai Karapyak Kabupaten Pangandaran?
2. Bagaimana kelimpahan filum Echinodermata berdasarkan kepadatan jenis dan kepadatan relatif filum Echinodermata di wilayah pantai Karapyak Kabupaten Pangandaran?
3. Bagaimana indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi filum Echinodermata di wilayah Pantai Karapyak Kabupaten Pangandaran?