

## BAB 2

### TINJAUAN TEORETIS

#### 2.1 Kajian Pustaka

##### 2.1.1 Tinjauan Umum Gastropoda

Gastropoda berasal dari bahasa Yunani yaitu “gaster” yang berarti perut dan “podos” yang berarti kaki. Gastropoda merupakan kelompok hewan invertebrata yang mempunyai tubuh lunak yang berjalan menggunakan kaki perut, secara umum mempunyai cangkang dan biasanya hewan ini dikenal dengan sebutan keong atau siput (Andriati, 2020). Gastropoda merupakan anggota dari moluska yang sebagian besar bercangkang, cangkangnya berasal dari materi inorganik serta materi organik, namun didominasi oleh kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (Saripantung et al., 2013). Gastropoda merupakan salah satu sumber daya perairan yang mempunyai keanekaragaman spesies yang besar di antara hewan-hewan avertebrata yang lain dan menyebar luas di berbagai habitat laut (Supusepa, 2018). Sehingga berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat diambil kesimpulan bahwa gastropoda merupakan hewan yang mempunyai tubuh lunak serta sebagian mempunyai cangkang yang berjalan menggunakan perutnya yang hidup diberbagai habitat laut.

Secara morfologi, gastropoda terwujud dalam morfologi cangkangnya. Cangkang gastropoda terbuat dari bahan kalsium karbonat yang bagian luarnya dilapisi zat tanduk dan *periostrakum* (Bancin et al., 2020). Cangkang gastropoda yang berputar ke arah belakang searah dengan jarum jam disebut dengan dekstral, sedangkan apabila cangkangnya berputar berlawanan arah dengan jarum jam disebut sinistral. Struktur cangkang gastropoda terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian cangkang tertua disebut dengan apex (puncak), bagian cangkang dekat dengan apex disebut bagian adaptikal, sedangkan yang letaknya jauh dari apex disebut abapikal. Gastropoda mempunyai satu atau dua pasang antena dibagian kepalanya yang tergantung pada klasifikasinya sehingga ia dapat dibedakan dengan hewan lainnya.

sepasang alat peraba yang bisa dipanjang pendekkan. Pada alat perabanya terdapat titik mata yang digunakan untuk membedakan antara gelap dan terang. Kemudian pada mulut gastropoda terdapat gigi rahang dan lidah parut. Gastropoda memiliki alat-alat penting di dalam badannya seperti alat pernafasan, alat pencernaan, dan alat genitalitas untuk perkembangbiakannya. Badan gastropoda diselimuti lendir supaya tidak mengering yang dapat menyebabkan kematiannya, sehingga jika gastropoda bergerak, gastropoda tersebut akan terlihat jejaknya yang berbentuk segaris lendir yang berasal dari lendir tubuhnya (Heryanto, 2013).

### 2.1.1.1 Klasifikasi Gastropoda

Klasifikasi gastropoda menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) yaitu adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Infrakingdom`	: Protosmia
Superphylum	: Lophozoa
Phylum	: Mollusca
Class	: Gastropoda

Sumber: ITIS, 2023 (*Integrated Taxonomic Information System, 2023*)

Berbagai macam invertebrata hidup dan berkembang biak di air, hampir di semua wilayah perairan dunia. Salah satu dari kelompok invertebrata terbesar adalah moluska, dan salah satu anggota dari moluska yaitu gastropoda. Gastropoda adalah kelas moluska terbesar karena ada sekitar 90.000 spesies, di antaranya hidup di air laut, air tawar, dan di darat (Alan Setyawan et al., 2022). Gastropoda menurut alat pernafasannya dibagi menjadi tiga subkelas, antara lain Prosobranchia, Opisthobranchia dan Pulmonata (Purbosari, 2020).

#### 1) Prosobranchia

Salah satu subkelas terbesar dari kelas gastropoda yaitu prosobranchia dan kebanyakan terdiri dari siput air yang alat pernafasannya menggunakan insang yang letaknya di bagian depan tubuh (Muhammad, 2020). Prosobranchia bersifat *dioecious* (alat kelamin terpisah) karena memiliki alat kelamin jantan dan betinanya terpisah yaitu memiliki dua insang yang terletak di anterior dan memiliki dua buah tentakel (Risna & Sirih, 2022). Subkelas prosobranchia dalam filum moluska ialah komponen hayati yang berarti diterumbu karang dan sebagian tipe siput

prosobranchia dimanfaatkan sebagai bahan santapan (Bambulu et al., 2021). Selain itu, prosobranchia juga dimanfaatkan sebagai organisme penindikasi pencemaran. Prosobranchia termasuk ke dalam kelompok hewan karnivora karena memakai radula untuk alat bantu makan. Namun radula pada prosobranchia menghadapi berbagai macam modifikasi wujud, yaitu berbentuk alat yang dapat digunakan sebagai pemotong, memegang, mencabik serta membawa mangsanya.

Penyebaran gastropoda subkelas prosobranchia di laut melimpah di wilayah pasang surut, wilayah litoral hingga tebing paparan daratan. Distribusi spesies bergantung dari sejarah hidup, keahlian untuk menyebar serta menyesuaikan diri terhadap bermacam-macam variabel lingkungan. Sebagian besar subkelas prosobranchia ini hidup dilaut kecuali famili Pupunidae dan Cycloporidae yang hidup di darat serta Thiaridae yang hidup di air tawar. Subkelas prosobranchia dibagi menjadi tiga kelompok utama, antara lain: Archaeogastropoda, Mesogastropoda, dan Neogastropoda (Muhammad, 2020). Ordo archaeogastropoda umumnya merupakan gastropoda sebagai moluska orimitif dan mempunyai sifat herbivora. Kemudian ordo mesogastropoda mempunyai habitat di air laut, air tawar, di darat, dan hewan ini umumnya masuk ke dalam kelompok efauna yang bergerak bebas pada rumput laut maupun wilayah terumbu karang. Sedangkan ordo neogastropoda merupakan anggota gastropoda yang mampu beradaptasi pada berbagai habitat serta hanya beberapa yang hidup di air tawar (Purbosari, 2020). Adapun contoh spesies dari subkelas prosobranchia yaitu : *Cyparea (Erosaria) moneta*, *Drupella cornus*, *Peristernia nassatula*, *Angaria delphinus*, *Conus (Virroconus) ebraeus*, *Strombus labiatus* *Conus (Lividoconus) lividus*, dan, *Conus (Virgiconus) virgo* (Bambulu et al., 2021). Adapun salah satu contoh spesies dari subkelas prosobranchia yaitu *Strombus gibberulus* yang ditunjukkan pada gambar 1 berikut :



**Gambar 2.1** Contoh spesies dari subkelas prosobranchia yaitu *Strombus gibberulus*

Sumber : (Supusepa, 2018)

## 2) Pulmonata

Salah satu kelompok dari subkelas pulmonata ini terdiri dari siput tanah namun beberapa juga hidup dilaut, estuari, sungai, danau, serta kolam. Pulmonata menggunakan paru-paru dalam proses pernafasannya, memiliki kepala yang dilengkapi dengan satu atau dua pasang tentakel, sepasang diantaranya memiliki mata, cangkangnya berbentuk spiral, memiliki rongga mentel yang terletak di interior, serta organ reproduksinya berumah satu atau hermaprodit (Purbosari, 2020). Pulmonata mempunyai sekresi lendir yang cukup, sehingga bisa melindungi hewan ini dari kekeringan dan memudahkan untuk bergerak. Subkelas pulmonata dibagi menjadi 2 ordo, yaitu Basommatophora dan Stylommatophora. Ordo basommatophora memiliki sepasang tentakel, memiliki mata yang letaknya dekat pangkal tentakel, kebanyakan hidup di air tawar serta ada juga beberapa yang hidup di air laut. Contoh spesiesnya yaitu: *Physa*, *Gyrulus*, *Siphonaria*, *Lymnaea*, dan *Ferissia*. Sedangkan ordo stylommatophora memiliki dua pasang tentakel, pasangan kedua memiliki mata diujungnya. Contoh spesiesnya yaitu: *Helix* dan *Achantina* (Ahmad, 2018). Adapun salah satu contoh spesies dari subkelas pulmonata yaitu yang ditunjukkan pada gambar 2 berikut :



**Gambar 2.2** Contoh spesies dari subkelas pulmonata yaitu *Papillifera*

Sumber: (Supusepa, 2018)

### 3) Opisthobranchia

Opisthobranchia ialah kelompok siput laut dari gastropoda termasuk dalam filum moluska yang mempunyai keanekaragaman yang tinggi secara morfologi serta ekologi (Rosyid et al., 2022). Ada beberapa opisthobranchia bersifat sebagai hewan pelagik atau planktonik. Opisthobranchia mempunyai dua buah insang yang terletak di posterior dan mempunyai organ reproduksi berumah satu (Ahmad, 2018). Habitat opisthobranchia banyak ditemukan di laut, biasanya mereka menggali pasir untuk melindungi dirinya atau melapisi tubuhnya dengan lapisan lendir. Subkelas opisthobranchia dibagi menjadi 8 ordo, yaitu Cephalaspidea, Anaspidae, Thecosomata, Gymnosomata, Nataspidea, Acochilidiacea, Sacoglossa (Ascoglossa), dan Nudibranchia. Adapun beberapa contoh spesies dari subkelas opisthobranchia yaitu: *Dermatobranchus rodmani*, *Dermatobranchus fasciatus*, *Ceratosoma sp*, *Goniobranchus alius* dan lain-lainnya (Rosyid et al., 2022). Adapun salah satu contoh spesies dari subkelas opisthobranchia yaitu yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut:



**Gambar 2.3** Contoh spesies dari subkelas opisthobranchia yaitu *Bulla*

Sumber : (Petter, 2018)

#### 2.1.1.2 Habitat Gastropoda

Habitat gastropoda banyak di jumpai di sepanjang pantai dan biasanya banyak merangkak di atas permukaan tanah serta dapat dijumpai pada perairan dangkal yang mempertimbangkan tekstur substrat awal, kandungan bahan organik pada substrat dasar, serta gastropoda seringkali memakan organisme-organisme organik (Ulmaula et al., 2016). Gastropoda pada umumnya bisa dijumpai di wilayah pasang surut ataupun yang kerap disebut dengan zona litoral. Salah satu aspek yang dapat mempengaruhi kelimpahan gastropoda di zona pasang surut ataupun zona

litoral yaitu kondisi substratnya. Substrat berfungsi sebagai habitat, tempat mencari makan, bereproduksi serta berlindung (Bancin et al., 2020). Gastropoda merupakan hewan yang berjalan dengan menggunakan perutnya yang bertubuh lunak dan bisa hidup di berbagai substrat yakni substrat berpasir, berbatu, sampai substrat berlumpur (Putra et al., 2015). Gastropoda banyak menempati wilayah terumbu karang, sebagian besar membenamkan diri dalam sedimen, sebagian bisa ditemukan melekat pada tanaman laut semacam mangrove, lamun, serta alga ((Kasenda 2012) dalam (Rizky et al., 2012)). Sehingga dapat diambil kesimpulan berdasarkan pendapat di atas bahwa habitat gastropoda terdapat di wilayah zona litoral diberbagai substrat seperti substrat berpasir, berbatu, sampai substrat berlumpur.

#### **2.1.1.3 Peranan Gastropoda**

Gastropoda adalah salah satu kelompok hewan dasar yang memegang peranan penting di dalam ekosistem akuatik yakni sebagai konsumen sekunder (Karnivora) dan konsumen primer (Herbivora) ((Barnes 1963) dalam (Mardatila et al., 2016)). Selain memiliki peranan penting di dalam ekosistem laut, gastropoda juga memiliki peranan yaitu untuk perkembangbiakan dengan membantu penyebaran spora makroalga. Gastropoda juga dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator lingkungan perairan dari pencemaran logam berat di lingkungan pesisir dan hutan mangrove (Daulima et al., 2021). Dari segi ekologi, gastropoda berperan dalam mekanisme rantai makanan, kandungan hayati perairan, serta berperan dalam perputaran hara. Sedangkan dari segi ekonominya, gastropoda mempunyai harga jual seperti *Cypraea*, juga sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai bahan makanan yang mengandung nutrient, seperti jenis *Cymbiola* yang dagingnya diambil untuk dikonsumsi dan dimana cangkangnya digunakan sebagai hiasan yang pasti memiliki harga jual (Sari et al., 2020). Sehingga dapat diambil kesimpulan berdasarkan pendapat di atas bahwa gastropoda mempunyai peranan penting di dalam ekosistem perairan, namun juga berperan penting dari segi ekonomi maupun ekologinya.

## 2.1.2 Tinjauan Umum Makroalga

### 2.1.2.1 Pengertian Makroalga

Makroalga merupakan tumbuhan laut yang banyak ditemukan di wilayah pantai yang memiliki struktur badan yang tidak sempurna (Rizkya et al., 2012). Makroalga merupakan bagian dari flora yang terdiri dari berbagai macam jenis serta berperan penting di dalam lingkungan laut (Ira et al., 2018). Makroalga merupakan golongan tumbuhan yang termasuk ke dalam tumbuhan tingkat rendah yang disebut *Thallophyta* (Ulfah et al., 2017). Makroalga merupakan salah satu biota penyusun ekosistem laut yang mempunyai kegunaan, baik itu secara ekonomis ataupun ekologis (Handayani, 2019). Dapat diambil kesimpulan berdasarkan beberapa pendapat diatas bahwa makroalga merupakan tumbuhan tingkat rendah yang berperan penting di dalam ekosistem yang mempunyai struktur tubuh seperti *thallus*.

Makroalga merupakan tumbuhan yang tidak memiliki akar, daun, dan batang dan memiliki ukuran yang makroskopis. Secara umum, makroalga mempunyai struktur tubuh yang disebut dengan *thallus* berupa lapisan daun yang tipis. Golongan tumbuhan tingkat rendah yang hidup dilaut biasa disebut dengan makroalga atau *seaweed*. *Seaweed* merupakan makroalga berupa tumbuhan *thallus* yang mempunyai bentuk yang bermacam-macam. *Seaweed* dijadikan sebagai indikator, sebab makroalga menyerap nutrisi yaitu berupa fosfor dan nitrogen dari lingkungan disekitarnya. Menurut Fortes (1981) dalam (Mornaten, 2019) *thallus* terdiri dari *blade*, *holdfast*, dan *stipe*. Bagian yang menyerupai daun disebut *blade* yang memiliki pigmen-pigmen untuk berfotosintesis, bagian yang menyerupai akar disebut *holdfast* yang mempunyai struktur keras dan panjang yang berfungsi untuk menempel pada substrat, sedangkan bagian yang menyerupai batang yaitu *stipe* yang berfungsi sebagai tempat tumbuhnya *blade*. Hasil penelitian dari (Aripin et al., 2016) bahwa jenis alga yang ditemukan di Pantai Sindangkerta Cipatujah yaitu sebanyak 12 spesies yang terdiri dari tiga divisi yaitu Chlorophyta, Rhodophyta, dan Phaeophyta dan hasil perhitungan keanekaragaman alga di kategorikan sedang (1,84) yang berarti, jenis makroalga dalam kondisi merata atau seragam. Nilai keanekaragaman di kategorikan rendah (0,06) artinya tidak ada jenis makroalga yang mendominasi pada lokasi penelitian.

### 2.1.2.2 Klasifikasi Makroalga

Menurut Ruggiero et al., (2015) bahwa klasifikasi makroalga terbaru terdiri dari dua kingdom yaitu kingdom chromista dan kingdom plantae. Kingdom chromista terdiri dari divisi phaeophyta (Alga coklat) sedangkan kingdom plantae terdiri dari dua divisi yaitu chlorophyta (Alga hijau) dan Rhodophyta (Alga merah).

#### 1) Divisi Phaeophyta

Klasifikasi phaeophyta menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) yaitu adalah sebagai berikut :

Kingdom : Chromista  
 Subkingdom : Chromista  
 Division : Phaeophyta

Sumber: ITIS, 2023 (*Integrated Taxonomic Information System, 2023*)

Phaeophyta merupakan alga coklat yang mengandung alginat atau algin yang merupakan senyawa hidrokoloit serta memiliki *thallus* berwarna coklat yang bervariasi dimulai dari coklat tua hingga coklat muda. Bentuk *thallus* phaeophyta beraneka ragam, seperti gepeng, silindris, bahkan berbentuk seperti lembaran (Ode & Wasahua, 2014). Phaeophyta mengandung pigmen klorofil, xantofil, karoten, dan fikosantin. Klorofil pada phaeophyta dimanfaatkan untuk berfotosintesis. Adapun salah satu contoh spesimen dari divisi phaeophyta ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah ini:



**Gambar 2.4** *Sargassum sp.*  
*Sargassum sp.* salah satu spesies dari divisi Phaeophyta (alga coklat)  
 Sumber: (Kumalasari et al., 2018)

## 2) Chlorophyta

Klasifikasi chlorophyta menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) yaitu adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
 Subkingdom : Viridiplantae  
 Infrakingdom : Chlorophyta  
 Division : Chlorophyta

Sumber: IT IS, 2023 (*Integrated Taxonomic Information System, 2023*)

Chlorophyta merupakan alga hijau yang sebagian besar hidup di air tawar, yang mempunyai karakteristik mengandung pigmen klorofil a dan b yang lebih dominan dibandingkan dengan karotin dan xantofil, memiliki sifat kosmopolit, serta hidup diperairan dengan intensitas cahaya yang cukup (Ramdan & Nuraeni, 2021). Habitat chlorophyta yaitu genangan air hujan, kolam, danau, selokan, serta di lingkungan semi akuatik. Adapun salah satu contoh spesimen dari divisi chlorophyta ditunjukkan pada gambar 2.5 dibawah ini:



**Gambar 2.5** *Ulva intestinalis*

*Ulva intestinalis* merupakan salah satu spesies dari divisi Chlorophyta (alga hijau)

Sumber: (Ramdan & Nuraeni, 2021)

## 3) Divisi Rhodophyta

Klasifikasi rhodophyta menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) yaitu adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
 Subkingdom : Biliphyta  
 Division : Rhodophyta

Sumber: ITIS, 2023 (*Integrated Taxonomic Information System, 2023*)

Rhodophyta merupakan alga merah yang dikenal dengan rumput laut berwarna merah. Warna merah yang dimiliki oleh makroalga disebabkan oleh adanya kandungan fikokieritnin yang dominan antara klorofil. Rhodophyta biasanya

ditemukan dilaut dan menempel pada karang. Rhodophyta mempunyai struktur morfologi yang berbentuk filamen, lembaran, atau berbentuk bulu. Rhodophyta memiliki ukuran yang paling besar apabila tumbuh di daerah dengan suhu dingin (Ramdan & Nuraeni, 2021). Rhodophyta biasanya dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar yaitu untuk obat dan makanan. Namun, rhodophyta juga dimanfaatkan sebagai penyuplai bahan organik dan memperkuat karang. Adapun salah satu contoh spesimen dari divisi Rhodophyta ditunjukkan pada gambar 2.6 dibawah ini:



**Gambar 2.6** Talus *Acanthophora spicifera*

Talus *Acanthophora spicifera* merupakan salah satu spesies dari divisi Rhodophyta (alga merah)

Sumber: (Ramdan & Nuraeni, 2021)

### 2.1.2.3 Habitat Makroalga

Makroalga adalah tumbuhan laut yang mempunyai stuktur yang tidak sempurna yang banyak dijumpai di wilayah tepi laut atau pantai. Biasanya makroalga hidup melekat pada cangkang moluska, kayu, lumpur berpasir, karang mati, batu, makroalga tipe lain, dan pada tanaman lain (Rizkya et al., 2012). Makroalga umumnya hidup dikawasan intertidal yang mempunyai variasi faktor lingkungan yang cukup tinggi seperti suhu, salinitas, dan substrat karena karakteristik lingkungan yang berbeda akan berdampak terhadap keragaman suatu jenis makroalga yang hidup di suatu lingkungan perairan tersebut (Srimariana et al., 2020). Makroalga biasa hidup di wilayah pasang surut yang dalam proses fotosintesisnya membutuhkan cahaya matahari (Sodiq & Arisandi, 2020). Sehingga dapat diambil kesimpulan berdasarkan pendapat diatas bahwa habitat makroalga

yaitu terdapat di wilayah pasang surut yang dapat menempel di berbagai substrat seperti cangkang moluska, kayu, lumpur berpasir, karang mati, batu, makroalga tipe lain, serta tanaman lain.

#### **2.1.2.4 Peranan Makroalga**

Makroalga memiliki peranan penting di perairan laut yaitu sebagai penyedia karbonat dan pengokoh substrat dasar sehingga dimanfaatkan sebagai stabilitas dan kelanjutan keberadaan terumbu karang serta berperan penting yaitu sebagai organisme produser yang bermanfaat bagi kehidupan organisme-organisme herbivora (Ira et al., 2018). Makroalga merupakan salah satu sumber daya alam hayati yang mempunyai fungsi dari segi biologis, segi ekonomis dan segi ekologis. Secara segi biologis, makroalga memiliki andil yang besar dalam meningkatkan produktivitas primer, penyerap bahan polutan, penghasil bahan organik serta sumber produksi oksigen untuk organisme akuatik di lingkungan perairan (Bold 1985) dalam ((Dwimayasanti & Kurnianto, 2018)). Dari segi ekonomis, makroalga dimanfaatkan sebagai bahan pangan, bahan baku industry, serta digunakan untuk obat-obatan. Dan dari segi ekologis, makroalga berperan sebagai produsen primer di perairan, memberikan perlindungan terhadap ombak, sebagai habitat bermacam-macam jenis biota laut seperti echinodermata, crustaceae, ikan, dan gastropoda, serta menjadi bahan makanan bagi biota laut seperti echinodermata, gastropoda, dan biota laut lainnya. Sehingga dapat diambil kesimpulan berdasarkan pendapat di atas bahwa makroalga mempunyai peranan penting bagi ekosistem laut yaitu sebagai produsen primer dalam rantai makanan, penyulpai oksigen, keseimbangan ekosistem laut, sebagai habitat biota laut, tempat perlindungan, tempat pemijahan, serta mampu menahan gelombang laut.

#### **2.1.3 Asosiasi Gastropoda dengan Makroalga**

Asosiasi adalah hubungan timbal balik antar spesies satu dengan lainnya di dalam organisme dari suatu komunitas serta ditunjukkan pada tingkat keragaman (Macfarlan *et al.*, (2009) dalam (Fatimah et al., 2022)). Asosiasi ialah hubungan yang terjadi antara dua komunitas yaitu seperti komunitas hewan dan tumbuhan, salah satunya asosiasi gastropoda dengan makroalga. Interaksi antara golongan dengan lingkungannya akan berubah disebabkan oleh tergantung pada tumbuhan

yang menjadi habitat, sehingga asosiasi hewan dengan tumbuhan berbeda susunanya terhadap waktu dan ruang. Kelimpahan ekosistem makroalga adalah habitat penting untuk biota laut lainnya, salah satunya yaitu gastropoda.

Asosiasi akan terjadi baik menguntungkan maupun merugikan jika suatu komunitas itu memiliki keanekaragaman yang tinggi. Gastropoda adalah salah satu organisme yang berasosiasi dengan makroalga. Peranan utama makroalga di laut yaitu sebagai produsen karena makroalga berperan dalam rantai makanan. Adapun peranan makroalga dengan gastropoda yaitu makroalga biasa dijadikan sebagai makanan bagi biota laut seperti gastropoda, makroalga dijadikan sebagai habitat bagi gastropoda, makroalga dijadikan sebagai tempat perlindungan bagi gastropoda dari gelombang laut, serta gastropoda menggunakan makroalga sebagai tempat pemijahan. Sehingga dapat diambil kesimpulan berdasarkan peranan makroalga diatas bahwa makroalga berasosiasi dengan gastropoda. Metode perhitungan asosiasi dapat dihitung menggunakan rumus uji  $X^2$ . Adapun contoh asosiasi gastropoda dengan makroalga dapat ditunjukkan pada gambar 2.7 sebagai berikut:



**Gambar 2.7** Gastropoda berasosiasi dengan makroalga *Aplysia oculifera* menjadikan makroalga sebagai tempat pemijahan  
Sumber: (Muzaki, *et. al* 2012)

#### **2.1.4 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Gastropoda dan Makroalga**

##### **2.1.4.1 Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam proses penyebaran organisme serta proses metabolisme (Ayhuan et al., 2017). Suhu berpengaruh dalam daur hidup organisme dan termasuk ke dalam salah satu faktor pembatas penyebaran suatu jenis dalam mempertahankan kelangsungan hidup, perkembangan, kompetensi, serta reproduksi biota laut (Rizky et al., 2012).

Menurut Dawes (1981) dalam Ira *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa kisaran suhu normal untuk pertumbuhan makroalga yaitu 25-35 °C sedangkan kisaran suhu ideal untuk reproduksi serta pertumbuhan gastropoda yaitu 25-32 °C (Sari *et al.*, 2020). Pada penelitian ini untuk mengukur suhu air yaitu menggunakan multi parameter.

#### **2.1.4.2 Kecerahan Air**

Kecerahan air merupakan ukuran transparansi banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh benda di dalam perairan. Kemampuan daya tembus sinar matahari ke perairan ditentukan oleh adanya kandungan bahan-bahan organik maupun anorganik yang tersuspensi, warna perairan, kepadatan plankton, jasad renik dan detritus Wardoyo (1981) dalam (Ayhuan *et al.*, 2017). Kecerahan air sangat berpengaruh bagi pertumbuhan dan perkembangan biota laut. Pada penelitian ini untuk mengukur kekeruhan air menggunakan *Secchi disc*.

#### **2.1.4.3 Intensitas Cahaya**

Intensitas cahaya merupakan kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sumber cahaya kearah tertentu (Octalini *et al.*, 2021). Pola persebaran organisme serta pertumbuhan biota laut sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Semakin dalam lautan semakin keruh airnya karena pada perairan dalam sinar matahari akan semakin berkurang. Namun ada beberapa organisme yang menyukai intensitas cahaya yang tinggi dan beberapa organisme yang lain juga menyukai intensitas cahaya redup. Pada penelitian ini untuk mengukur intensitas cahaya menggunakan *lux* meter.

#### **2.1.4.4 Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman (pH) merupakan suatu kondisi keasaman yang dimiliki oleh suatu larutan yang memiliki parameter, yaitu semakin tinggi pH suatu larutan maka menunjukkan larutan yang bersifat basa sedangkan semakin rendah pH suatu larutan maka menunjukkan yang bersifat asam. Tinggi atau rendahnya pH merupakan aspek penting guna mengontrol distribusi dan aktivitas organisme yang hidup di dalam perairan (Siwi *et al.*, 2017). Nilai pH yang kurang dari 7 maka menunjukkan bahwa lingkungan bersifat asam sedangkan nilai pH yang lebih dari 7 maka menunjukkan bahwa lingkungan bersifat basa. Lingkungan yang terlalu asam maupun basa akan membahayakan kehidupan biota laut sebab dapat mengakibatkan

terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Menurut Sari et al., (2020) pH yang baik untuk kehidupan gastropoda yaitu kisaran 6-8, karena menunjukkan keseimbangan yang ideal. Pada penelitian ini untuk mengukur derajat keasaman (pH) menggunakan lakmus.

#### **2.1.4.5 Dissolved Oxygen (DO)**

*Dissolved oxygen* (DO) merupakan suatu aspek yang berperan penting di dalam suatu ekosistem perairan, sebab oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar bagi organisme perairan (Putra et al., 2015). Nilai DO yang masuk dalam kategori normal dan baik bagi perkembangan serta pertumbuhan makroalga sebagaimana yang dikatakan oleh Admadja, (1996) bahwa kisaran DO yang baik bagi perkembangan serta pertumbuhan makroalga yaitu >6 mg/L, dan juga menurut Boyd, (1988) ada beberapa faktor yang mempengaruhi kadar pengukuran oksigen terlarut yaitu seperti suhu, respirasi, salinitas, dan fotosintesis (Ayhuan et al., 2017). Semakin tinggi nilai DO maka semakin bagus kualitas air tersebut, sehingga kehidupan perairan ditentukan oleh tersedianya oksigen terlarut di dalam air sedangkan apabila nilai DO rendah akan menyebabkan kematian dan stress pada biota laut. Pada penelitian ini untuk mengukur *dissolved oxygen* (DO) menggunakan multi parameter.

#### **2.1.4.6 Salinitas**

Salinitas merupakan tingkat kadar garam atau keasinan yang terlarut di dalam air (Bancin et al., 2020). Distribusi salinitas dalam perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek yaitu seperti curah hujan, penguapan, pola sirkulasi air, serta kandungan air tawar yang masuk ke dalam perairan laut (Ayhuan et al., 2017). Salinitas perairan yang optimum bagi kehidupan organisme laut yaitu antara 27-34‰ (Sinyo, (2013) dalam (Bancin et al., 2020)). Bagi makroalga, salinitas sangatlah berpengaruh untuk kehidupannya yaitu sebagai laju pertumbuhan serta kebutuhan nutrisi. Pada penelitian ini untuk mengukur salinitas menggunakan multi parameter.

#### **2.1.5 Pantai Sindangkerta**

Pantai sindangkerta merupakan pantai yang terletak di bagian selatan Pulau Jawa, tepatnya berada di Desa Cipatujah, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten

Tasikmalaya, Jawa Barat yang berjarak sekitar 70 km dari arah selatan dari pusat kota Tasikmalaya dan kawasan ini mempunyai luas area sekitar 115 hektar (Awaluddin et al., 2011). Pantai Sindangkerta termasuk ke dalam tempat wisata pantai namun masih terhitung alami sehingga memiliki keanekaragaman biota laut yang cukup tinggi. Keanekaragaman biota laut yang dapat dijumpai di Pantai Sindangkerta terdiri dari hewan laut seperti gastropoda dan tumbuhan laut seperti makroalga. Berdasarkan bentuk profilnya, Pantai Sindangkerta termasuk kedalam jenis pantai yang berpasir dan berbatu karang (Triatmodjo 1999) dalam (Permana et al., 2018)). Karakteristik pantai berbatu karang menjadikan daerah ini sangat padat makroorganismenya serta memiliki keragaman terbanyak baik spesies tumbuhan maupun hewan (Nybakken 1992) dalam (Permana et al., 2018)). Adapun Pantai Sindangkerta ditunjukkan pada gambar 2.8 berupa peta citra satelit dari google earth berikut:



**Gambar 2.8** Pantai Sindangkerta

Pantai Sindangkerta berbentuk peta citra satelit dari *Google Earth*  
 Sumber: *Google Earth*

### 2.1.6 Zona Litoral

Zona litoral merupakan zona dari laut yang berbatasan dengan daratan yang sering terkena gelombang serta zona yang memiliki luas yang sangat kecil dibanding yang lainnya (Bancin et al., 2020). Menurut Puryono et al., (2019) pengertian zona litoral adalah bagian cekungan lautan yang terletak di antara pasang naik serta pasang surut atau wilayah yang berbatasan langsung dengan darat. Sedangkan pendapat dari Kamal et al., (2017) bahwa zona litoral merupakan wilayah peralihan dari kondisi lautan ke daratan sehingga dalam zona litoral terdapat berbagai macam organisme. Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat

diambil kesimpulan bahwa zona litoral merupakan wilayah pasang surut air laut yang berbatasan langsung dengan daratan serta sering terkena gelombang.

Zona litoral adalah wilayah ekonomi bagi masyarakat sekitar sebab zona ini merupakan wilayah yang mudah dijangkau oleh manusia karena merupakan wilayah peralihan antara ekosistem lautan dengan daratan. Pada zona ini cahaya matahari langsung mengenai permukaan air laut oleh sebab itu dapat membantu proses fotosintesis makroalga serta persebaran makroalga mempunyai pengaruh terhadap perkembangan gastropoda karena makroalga adalah sumber makanan bagi gastropoda. Pantai Sindangkerta merupakan salah satu pantai yang mempunyai zona litoral yang cukup luas sehingga Pantai Sindangkerta dijadikan lokasi penelitian yaitu sepanjang 100 meter yang diambil dari tepi pantai hingga perairan yang masih tergenang air. Zona litoral Pantai Sindangkerta ditunjukkan pada gambar 2.9 dimana pada gambar tersebut menunjukkan zona litoral Pantai Sindangkerta yang digambarkan dalam bentuk asli.



**Gambar 2.9** Zona Litoral Pantai Sindangkerta  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (29 Desember 2022)

#### **2.1.7 Suplemen Bahan Ajar Biologi**

Bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang disusun secara sistematis yang dirancang sesuai dengan kurikulum yang berlaku yang memungkinkan siswa dapat belajar secara mandiri (Nuryasana & Desiningrum, 2020). Menurut Suprihatin & Manik, (2020) pengertian bahan ajar yaitu seperangkat sarana atau

alat pembelajaran yang mempunyai tujuan yang diharapkan yaitu dapat mencapai kompetensi dan subkompetensi dengan kompleks yang berisikan materi pembelajaran, batasan-batasan, metode, serta cara mengevaluasi yang didesain secara semenarik mungkin dan sistematis. Sedangkan menurut Bawamenewi, (2019) bahan ajar adalah segala bentuk bahan berupa bahan tertulis maupun tidak tertulis yang dimanfaatkan oleh guru atau pengajar dalam proses kegiatan pembelajaran. Berdasarkan pendapat diatas sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pengertian bahan ajar adalah seperangkat bahan yang disusun secara sistematis baik itu secara tertulis maupun tidak tertulis yang disesuaikan dengan materi pembelajaran yang bertujuan untuk mempermudah guru dan siswa dalam proses pembelajaran.

Sumber belajar biologi merupakan segala sesuatu baik berupa benda ataupun gejalanya yang dapat dimanfaatkan untuk memperoleh pengalaman dalam rangka pemecahan permasalahan biologi tertentu yang dalam proses pembelajarannya dapat diperoleh dari luar sekolah maupun di dalam sekolah ((Marsh) dalam (Yeni, 2018)). Segala bentuk yang terdapat di lingkungan kehidupan manusia dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi, tak terkecuali hasil penelitian mengenai studi asosiasi gastropoda dengan makroalga di zona litoral Pantai Sindangkerta Cipatujah. Sedangkan bahan ajar merupakan bagian dari sumber belajar. Bahan ajar bisa berbentuk seperti buku mata pelajaran, audio, LKS, modul, visual, audio visual, alam, dan bentuk lainnya (Bujuri & Baiti, 2019). Sehingga, bahan ajar dijadikan sebagai suplemen tambahan dalam pembelajaran biologi salah satunya adalah buku digital. Dalam penelitian ini suplemen bahan ajar biologi mengenai asosiasi gastropoda dengan makroalga berupa buku digital atau buku elektronik yang disingkat *e-book*.

Buku digital atau buku elektronik (disingkat *e-book*) merupakan bentuk digital dari buku cetak. Buku cetak pada dasarnya terdiri atas setumpuk kertas yang dijilid, berisikan teks, gambar, atau gabungan antara teks dan gambar. Buku digital adalah publikasi berupa teks dan gambar dalam bentuk digital yang diproduksi, diterbitkan, dan dapat dibaca melalui komputer atau alat digital lainnya (Andina, 2011) dalam ((Marselina & Muhtadi, 2019)). Sehingga hasil

penelitian terkait penelitian asosiasi gastropoda dengan makroalga akan dibuat sebagai suplemen bahan ajar biologi berupa buku digital yang berjudul “Studi Asosiasi Gastropoda dengan Makroalga di Zona Litoral Pantai Sindangkerta Cipatujah” yang diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kepadatan, penutupan, indeks keanekaragaman, indeks nilai penting, indeks dominansi, dan indeks pemerataan yang ada di Pantai Sindangkerta. Buku digital ini dapat dimanfaatkan oleh guru SMA sebagai penunjang pelajaran pada materi animalia dengan Kompetensi Dasar 3.9 di kelas X dan pengelompokan Protista dengan Kompetensi Dasar 3.6 di kelas X.

### **2.1.8 Hasil Penelitian yang Relevan**

Pada penelitian yang akan dilakukan, terdapat beberapa penelitian yang relevan, diantaranya yaitu penelitian yang telah dilakukan oleh Fatimah et al., (2022). Adapun persamaan pada penelitian ini adalah terkonsentrasi pada penelitian yang akan dijadikan bahan ajar, serta pengambilan variabel makroalga dalam penelitian. Sedangkan perbedaannya yaitu lokasi penelitian di zona litoral yang berbeda, jika dalam penelitian terdahulu menggunakan zona litoral di Pantai Sancang sedangkan penelitian yang akan dilakukan berlokasi di zona litoral Pantai Sindangkerta. Adapun hasil analisis data  $X^2$  yaitu terdapat 19 asosiasi positif, 6 asosiasi negatif, dan 213 tidak ada asosiasi. Kemudian, asosiasi tertinggi pada kombinasi spesies *Turbinaria conoides* dengan *Ophiocoma aethiops* dengan nilai  $X^2$  sebesar 127,10, dan nilai derajat asosiasinya adalah 1,00, sehingga asosiasi bersifat positif. Asosiasi positif karena spesies Makroalga dan spesies Echinodermata sering ditemukan secara bersama-sama dan tidak saling merugikan. Kesimpulan penelitian ini yaitu terdapat hubungan antara makroalga dan echinodermata di zona litoral Pantai Sancang.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Alan Setyawan et al., (2022). Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilaksanakan ialah pada konsentrasi variabel yang mengambil topik gastropoda. Perbedaannya ialah dari objek penelitiannya, penelitian terdahulu pada lamun sedangkan penelitian yang akan dilakukan pada makroalga. Adapun hasil penelitian ini yaitu terdapat gastropoda yang berasosiasi dengan lamun secara positif dan bertipe penyebaran

secara berkelompok. Padang lamun membutuhkan gastropoda untuk membantu pada saat lamun berfotosintesis, sedangkan gastropoda membutuhkan lamun sebagai sumber makanannya.

Kemudian, penelitian yang telah dilakukan Pribadi et al., (2017). Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilaksanakan ialah pada konsentrasi variabel yang mengambil topik gastropoda dan makroalga. Perbedaannya ialah dari segi objek penelitian, jika pada penelitian terdahulu di Pantai Pangandaran sedangkan penelitian yang akan dilakukan di Pantai Sindangkerta. Adapun hasil dari penelitian ini yaitu menunjukkan bahwa di lokasi studi Pantai Pasir Putih terdapat 12 spesies makroalga dan 7 spesies gastropoda. Di lokasi studi Pantai Batu Nunggul terdapat 11 spesies makroalga dan 8 spesies gastropoda. Tutupan Makroalga tertinggi terdapat di kawasan Pantai Batu Nunggul dengan jenis *Gracilaria coronopifolia* sebesar 57,5%. Kepadatan Gastropoda tertinggi terdapat di lokasi studi Pantai Batu Nunggul, yaitu *Cypraea annulus*. Asosiasi antara makroalga dengan gastropoda di kedua lokasi studi menunjukkan asosiasi positif namun tidak terjadi ketergantungan antara kedua populasi tersebut.

Berdasarkan pendapat di atas dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian yang relevan memiliki perbedaan dan persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga hasil akhirnya menunjukkan adanya asosiasi antara gastropoda dengan makroalga.

#### **2.1.8 Kerangka Konseptual**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki daerah laut yang luas dan garis pantai yang sangat panjang. Pantai Sindangkerta merupakan salah satu pantai di Indonesia yang mempunyai keanekaragaman flora maupun fauna yang melimpah. Pantai Sindangkerta merupakan pantai yang terletak di Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya. Pantai Sindangkerta mempunyai karakteristik pantai berbatu karang yang menjadikan pantai ini sangat padat mikroorganismenya sehingga memiliki keanekaragaman biota laut yang tinggi, seperti lamun, crustaceae, makroalga, gastropoda, dan biota laut lainnya. Oleh sebab itu, terjadi adanya asosiasi antara biota laut, salah satunya asosiasi gastropoda dengan makroalga.

Gastropoda merupakan salah satu kelompok hewan dasar yang memegang peranan penting dalam ekosistem akuatik yaitu sebagai konsumen sekunder maupun konsumen primer. Namun gastroopoda juga memiliki peranan yaitu untuk perkembangbiakan dengan membantu penyebaran spora makroalga. Sedangkan makroalga berperan sebagai produsen karena dijadikan sumber makanan bagi biota laut seperti gastropoda, sebagai tempat perlindungan, sebagai tempat pemijahan dan habitat bagi biota lainnya. Sehingga, berdasarkan peranan di atas dapat kita diambil kesimpulan bahwa gastropoda berasosiasi dengan makroalga.

Penelitian mengenai asosiasi di Pantai Sindangkerta belum pernah dilakukan, namun berdasarkan hasil observasi Pantai Sindangkerta mempunyai potensi asosiasi gastropoda dan makroalga yang cukup tinggi. Berdasarkan pencarian sumber dan literatur yang dilakukan oleh peneliti yaitu belum ditemukannya penelitian mengenai asosiasi gastropoda dengan makroalga di zona litoral Pantai Sindangkerta serta tidak adanya dokumentasi secara tertulis mengenai kepadatan, penutupan, indeks keanekaragaman, indeks nilai penting, indeks dominansi, dan indeks kemerataan di zona litoral Pantai Sindangkerta.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti mempunyai solusi yaitu melakukan penelitian mengenai asosiasi gastropoda dengan makroalga di zona litoral Pantai Sindangkerta dan melakukan dokumentasi tertulis mengenai kepadatan gastropoda, penutupan makroalga, indeks keanekaragaman, indeks nilai penting, indeks dominansi, dan indeks kemerataan dari asosiasi gastropoda dengan makroalga di Pantai Sindangkerta. Dan hasil penelitian ini akan dibuatkan buku saku sebagai suplemen bahan ajar biologi.

### **2.1.9 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis ialah jawaban sementara terhadap rumusan masalah pada penelitian, dimana rumusan masalah penelitian tersebut sudah dinyatakan dalam bentuk pertanyaan (Sugiyono, 2013). Sehingga hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ha : Terdapat asosiasi pada kelompok gastropoda dengan kelompok makroalga di zona litoral Pantai Sindangkerta Kecamatan Cipatujah?

Ho : Tidak terdapat asosiasi pada kelompok gastropoda dengan kelompok makroalga di zona litoral Pantai Sindangkerta Kecamatan Cipatujah?