

## BAB II

### TINJAUAN TEORITIS

#### 2.1 Kajian Pustaka

##### 2.1.1 Studi Keanekaragaman

Keanekaragaman Menurut (Kristanto, 2002) dalam (Alimudin, 2016), Keanekaragaman (*diversity*) merupakan ukuran integrasi komunitas biologi dengan menghitung dan mempertimbangkan jumlah populasi yang membentuknya dengan kelimpahan relatifnya. Keanekaragaman atau keberagaman dari makhluk hidup dapat terjadi akibat adanya perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah, tekstur, dan penampilan. Keanekaragaman jenis merupakan karakteristik tingkatan dalam komunitas berdasarkan organisasi biologisnya, yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitasnya, suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman yang tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies (jenis) dengan kelimpahan spesies sama dan hampir sama, sebaliknya jika suatu komunitas disusun oleh sedikit spesies dan jika hanya sedikit spesies yang dominan maka keanekaragaman jenisnya rendah. Penelitian mengenai keanekaragaman sangat penting untuk dilaksanakan, karena pemanfaatan serta pelestarian keanekaragaman tetap terjaga dan tereduksi, serta pengembangan penelitian mengenai keanekaragaman ilmu pengetahuan alam khususnya pada wilayah perairan akan menjadi patokan utama bahwasannya dengan sumber daya alam yang melimpah akan menjadi sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Istilah keanekaragaman hayati yang meliputi tiga tingkatan disampaikan oleh (Gaston, Spicer 1998) dalam (Fadillah, 2019) menyampaikan tiga istilah tingkatan keanekaragaman hayati, tiga tingkatan tersebut menurut skala organisasi biologisnya, yaitu mencakup gen, spesies, ekosistem dan proses-proses ekologi dimana bentuk kehidupan ini merupakan bagiannya. Pengertian masing-masing tingkatan keanekaragaman hayati tersebut adalah sebagai berikut,

- 1) Keanekaragaman genetik (*genetic diversity*) Keanekaragaman genetik merupakan jumlah total informasi genetik yang terkandung di dalam individu-individu suatu spesies atau populasi tertentu.

- 2) Keanekaragaman spesies (*spesies diversity*) Keanekaragaman spesies merupakan keanekaragaman organisme hidup atau keanekaragaman spesies di suatu area, habitat atau komunitas.
- 3) Keanekaragaman ekosistem (*ecosystem diversity*) Keanekaragaman ekosistem merupakan keanekaragaman habitat, komunitasbiotik dan proses ekologi di biosfer (daratan) atau lautan.

### **2.1.2 Ruang Lingkup Biodiversitas Perairan**

Posisi Indonesia yang terletak di antara benua Asia dan Australia serta diapit oleh Samudera Pasifik dan Samudera Hindia menjadikan wilayah perairan laut Indonesia sebagai perairan berproduktivitas tinggi dengan daya dukung alam yang kuat. Selain itu, letak Indonesia di wilayah tropis dengan tingkat perubahan suhu lingkungan yang relatif rendah memungkinkan perkembangan berbagai hayati laut sehingga Indonesia dipandang dunia sebagai daerah *megabiodiversity*. Menurut (Ridona, 2015) menjelaskan bahwa keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman makhluk hidup yang menunjukkan keseluruhan variasi gen, spesies dan ekosistem di suatu daerah. Keanekaragaman hayati merupakan variasi atau perbedaan bentuk-bentuk makhluk hidup, meliputi perbedaan pada tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, materi genetik yang di kandunginya, serta bentuk-bentuk ekosistem tempat hidup suatu makhluk hidup, keanekaragaman hayati disebut juga Biodiversitas, keanekaragaman atau keberagaman dari makhluk hidup dapat terjadi karena akibat adanya perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah, tekstur, penampilan dan sifat-sifat lainnya.

Jumlah keanekaragaman hayati perlu dihitung agar mengetahui seluruh kelimpahan keberagaman. Terdapat beberapa aspek untuk menghitung keanekaragaman salah satunya yaitu dengan menggunakan rumus kepadatan jenis dan kepadatan relatif, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman Pielou, indeks dominansi.

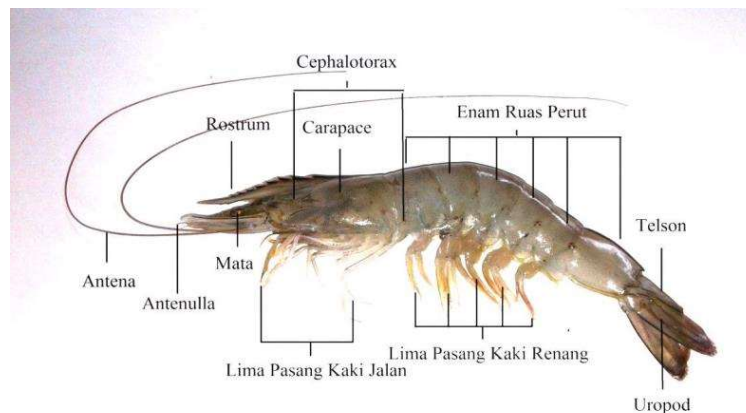
### **2.1.3 Keanekaragaman Udang**

Keanekaragaman total udang di dunia sampai saat ini mencapai lebih dari 3047 spesies yang terbagi menjadi empat kelompok utama, yaitu *Sergestoidea* (94 spesies), *Penaeidea* (376 spesies), *Stenopoidea* (60 spesies) dan *Caridea* (2517

spesies) (Chan, 1998). Di Asia khususnya pada daerah Sundaland (Jawa dan Sumatra) terdapat tiga *family*, *Palaemonidae*, *Atyidae* dan *Alpheidea*. Infraorder *Caridea* memiliki jumlah keanekaragaman tertinggi dan banyak dimanfaatkan sebagai sumber makanan, sehingga bernilai ekonomis tinggi, salah satunya dari kelompok *Palaemonidae* (Wowor et al., 2009) dalam (Fadillah, 2019).

#### 2.1.4 Morfologi Udang

Udang merupakan spesies hewan kecil tak bertulang belakang (*Invertebrata*) termasuk filum arthropoda dan *ordo* decapoda. Morfologi dan anatomi tubuh udang terbagi menjadi 2, yakni kepala yang menyatu dengan bagian dada (Cephalothorax) dan bagian tubuh sampai ekor (Abdomen). Ciri-ciri morfologi udang menurut (Fast dan Laster, 1992) dalam (Asian Restu, 2015) udang mempunyai tubuh yang bilateral simetris terdiri atas sejumlah ruas yang dibungkus oleh kitin sebagai eksoskeleton. Adapun morfologi udang seperti pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Morfologi Udang *Penaeid*

Sumber: Rais (2018)

Berdasarkan gambar 2.1, morfologi dan anatomi tubuh udang terbagi menjadi 2, Cephalothorax dan Abdomen. Cephalothorax (kepala dan dada menjadi satu), sebagian besar organ pada udang berada di pangkal cephalothorax, cephalothorax terbungkus oleh karapas, pada bagian kepala terdapat beberapa alat mulut, yaitu diantaranya 2 pasang Antenna, Antennula, Sepasang mandibula, Dua pasang maksilla, Maksilliped, Sepasang mata facet yang bertangkai (*compound eye*), Rostrum, dan Periopod (kaki jalan). Bagian cephalothorax terlindung oleh kulit kitin yang disebut carapace. Bagian ujung cephalothorax meruncing dan

bergerigi yang disebut rostrum, cephalothorax terdiri dari 13 ruas, yaitu 5 ruas di bagian kepala dan 8 ruas di bagian dada, ruas I terdapat mata bertangkai, sedangkan pada ruas II dan III terdapat antenna dan antenulla yang berfungsi sebagai alat peraba dan pencium, pada ruas ke III terdapat rahang (mandibula) yang berfungsi sebagai alat untuk menghancurkan makanan sehingga dapat masuk ke dalam mulut. (Rais, 2018).

Abdomen (perut), sebagian besar otot terdapat di bagian tubuh hingga ekor berupa segmen-segmen (6 segmen), segmen 1-3 disebut dengan tergum, sedangkan segmen 4-6 disebut pleuron, bagian anterior (ujung depan) tubuh besar dan lebih lebar, sedangkan posterior (ujung belakang) nya sempit. Otot abdomen berupa struktur otot lurik yang berfungsi membantu pergerakan udang, segmen terakhir udang tersambung dengan bagian ekor kipas yang dibentuk oleh uropod dan telson, ekor ini berfungsi sebagai pengontrol arah saat berenang, alat gerak berupa kaki renang/ pleopod (satu pasang antar ruas pada abdomen) dan berfungsi untuk berenang, kemoreseptor, merangkak atau menempel di dasar perairan.

Berdasarkan gambar 2.1 mengenai anatomi dan morfologi udang, terdapat fungsi dari beberapa anggota tubuh udang, diantaranya seperti pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Fungsi-Fungsi Anggota Tubuh Udang

<b>Bagian</b>	<b>Anggota Tubuh</b>	<b>Fungsi</b>
<b>Kepala</b>	Antenulla	Keseimbangan, menyentuh, merasa
	Antena	Menyentuh dan merasa
	Mandibula	Menggigit makanan
	Maxila ke-1 dan ke-2	Memegang makanan
<b>Dada</b>	Pes maxilaris ke-1 sampai 3	Memegang makanan, merasa
	Chelipes	Menyerang, bertahan, menangkap makanan dan memegang
	Kaki jalan ke-2 dan ke-3	Berjalan, menggengam
	Kaki jalan ke-4 dan ke-5	Berjalan

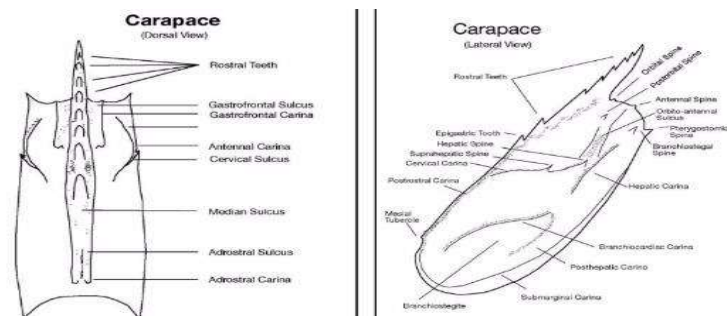


<b>Perut</b>	Kaki jalan ke-4 dan ke-5	Reproduksi
	Kaki renang ke-3 sampai 5	Sirkulasi H <sub>2</sub> O, membawa telur

Sumber: (Rais, 2018)

Adapun bagian eksternal pada udang, yang berfungsi untuk melindungi organ-organ bagian dalam atau sebagai alat bergerak dan mencari makan.

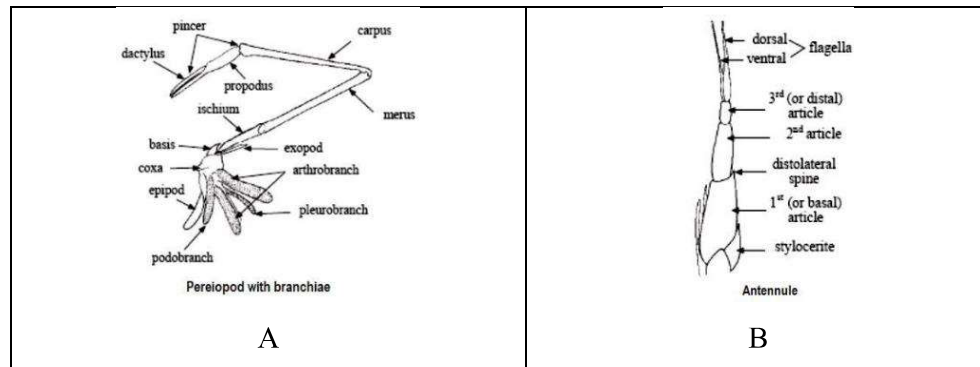
- 1) Karapaks berfungsi untuk melindungi organ-organ bagian dalam pada udang seperti insang, alat pencernaan, juga melindungi jantung dan organ reproduksi, dapat dilihat seperti pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Karapaks Udang  
Sumber: Fadillah (2019)

Berdasarkan gambar 2.2, bagian-bagian dari karapas diataranya terdiri dari Gigi rostrum, Punggung karapaks, Punggung karapas orbital, Gerigi hepatik, Gigi Epigastrik, Duri supraorbital, Duri postorbital, Duri antena, Orbits-antennal groove, Duri Anterolateral, Duri Branchiostegal, Hepatic groove, Punggung hepatik, Cervical groove dll, karapas yang merupakan cangkang keras yang berfungsi untuk melindungi organ-organ bagian dalam pada udang seperti insang, alat pencernaan, juga melindungi jantung dan organ reproduksi.

2) Perioopod dan antenulla pada udang, dapat dilihat seperti pada gambar 2.3



**Gambar 2.3** (A) Pereriopod Udang, (B) Antenulla Udang  
Sumber: Fadillah (2019)

Berdasarkan gambar 2.3, beberapa bagian mempunyai beberapa fungsi tertentu, diantaranya Pereiopoda atau kaki jalan ada 5 pasang. Kaki jalan pertama, kedua dan ketiga mempunyai capit (chela) yang digunakan untuk mengambil makanan. Kaki jalan ini digunakan untuk udang berjalan. Antenulle atau sungut kecil ada 2 pasang yang berfungsi untuk sensor pembau adanya makanan. Antenna atau sungut panjang yang berfungsi untuk sensor pembau adanya makanan.

3) Eksoskeleton berfungsi melindungi dan penyokong, dapat dilihat seperti pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Eksoskeleton Udang  
Sumber: Sukma Dewi Fortuna (2022)

Berdasarkan gambar 2.4, Eksoskeleton merupakan bagian terluar anatomi tubuh udang yang berfungsi melindungi dan penyokong. Eksoskeleton udang berupa lapisan kutikula. Kutikula memiliki beberapa lapisan, berupa kitin non

seluler yang diperkuat oleh material kalsium. Kutikula berasal dari jaringan epidermal dan dilubrikasi oleh mucus kelenjar tegmental. Kutikula terdiri dari:

- a) *Epikutikula* (tidak berkitin, dengan protein dan kalsium).
- b) *Eksokutikula* (memiliki kitin, kalsium, dan melanin)
- c) *Endokutikula* (memiliki kitin dan kalsium tinggi)
- d) *Kitin* dalam dan lapisan protein (tidak berkalsium)

Di bawah kutikula terdapat hipodermis atau yang sering disebut sebagai kulit udang. Hipodermis ini akan membentuk eksoskeleton baru menggantikan kutikula yang sudah tua, proses pergantian ini disebut dengan *moulting*.

*Moulting* adalah proses pergantian cangkang pada udang-udangan (*crustacea*) dan terjadi ketika ukuran daging udang bertambah besar, sementara eksoskeleton (cangkang) tidak bertambah besar karena eksoskeleton bersifat kaku, sehingga untuk menyesuaikan keadaan ini udang akan melepaskan eksoskeleton lama. Golongan udang-udangan melakukan *moulting* untuk beradaptasi pada perkembangan tubuhnya, hal ini karena cangkang udang tidak ikut tumbuh sehingga harus dilepaskan dan membentuk cangkang baru mengikuti ukuran tubuh udang (Khotimah Khusnul, 2018). Adapun fase pada saat pergantian cangkang pada udang, diantaranya :

- a) Fase Pergantian Kulit (*Moulting*)

Seperti hewan arthropoda lainnya, udang juga mengalami molting. Pada fase larva, molting terjadi setiap 30 - 40 jam pada temperatur 28°C. Juvenil udang ukuran 1 – 5 gram akan *moulting* setiap 4 - 6 hari, tetapi udang berukuran 15 gram akan *moulting* setiap 2 minggu menurut (Manoppo, 2011) dalam (Khotimah Khusnul, 2018). Frekuensi molting dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan faktor nutrisi, pada keadaan suhu tinggi, frekuensi *moulting* meningkat, udang yang mati selama *moulting* biasanya disebabkan oleh kekurangan oksigen, karena pada saat *moulting absorpsi* oksigen menjadi kurang efisien. Adapun fase molting pada udang dewasa dapat dilihat seperti pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Fase Udang Dewasa

Fase	Lama	Ciri-ciri
<i>Post awal</i>	6-9 Jam	Kulit luar licin, lunak, dan membentuk semacam membran yang tipis dan transparan. Udang berada di dasar dan diam. Lapisan kulit luar hanya terdiri dari epikutikula dan eksokutikula. Endoskutikula belum terbentuk.
<i>Post lanjutan</i>	1-1,5 Hari	Epidermis mulai mensekresi endoskutikula. Kulit luar, mulut, dan bagian tubuh lain tampak mulai mengeras. Udang mulai mau makan.
<i>Intermoult</i>	4-5 Hari	Kulit luar mengeras permanen. Udang sangat aktif dan nafsu makan kembali normal
Persiapan ( <i>Premoult</i> )	8-10 Hari	Kulit luar lama mulai memisah dengan lapisan epidermis dan terbentuk kulit luar baru, yaitu epitelkutikula dan eksokutikula baru dibawah lapisan kulit luar yang lama. Sel-sel epidermis membesar. Pada tahap akhir, kulit luar mengembang seiring peningkatan volume cairan tubuh udang atau haemolymph karena menyerap air.
<i>Ecdysis</i>	30-40 Detik	Terjadi pelepasan atau ganti kulit luar dan tubuh udang. Kulit udang yang lepas disebut <i>exuviae</i> .

Sumber: (Khotimah Khusnul, 2018).

Berdasarkan Tabel 2.3, fase *moulting* pada udang terdapat 5 tahap. Tiap tahap berbeda-beda waktu berlangsungnya dengan ciri-ciri yang berbeda pula. Fase ini secara keseluruhan membutuhkan waktu kira-kira 22 hari. Tahap akhir proses

ini berjalan paling cepat karena hanya membutuhkan waktu 30 - 40 detik, berbeda pula pada saat tahap persiapan ini membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 8-10 hari untuk memisahkan kulit luar lama dengan lapisan epidermis dan terbentuk kulit luar baru.

b) Mekanisme *Moulting*

Menurut Haliman dkk., (2008) dalam (Khotimah Khusnul, 2018) Waktu yang dibutuhkan untuk *moulting* tergantung umur dan jenis udang, saat udang masih kecil, proses *moulting* terjadi setiap hari, dengan bertambahnya umur, siklus *moulting* semakin lama, antara 7 - 20 hari sekali, nafsu makan udang mulai menurun pada 1 - 2 hari sebelum *moulting* dan aktivitas makannya berhenti total sesaat akan *moulting*. Persiapan yang dilakukan udang sebelum mengalami *moulting* yaitu dengan menyimpan cadangan makanan berupa lemak di dalam kelenjar pencernaan (*hepatopankreas*), umumnya *moulting* berlangsung pada malam hari, bila akan *moulting*, contohnya pada Udang Vanami (*Litopenaeus vannamei*) sering muncul kepermukaan air sambil meloncat-loncat, gerakan ini bertujuan membantu melonggarkan kulit luar udang dari tubuhnya, pada saat *moulting* berlangsung, otot perut melentur, kepala membengkak, dan kulit luar bagian perut melunak, dengan sekali hentakan, kulit luar udang terlepas, gerakan tersebut merupakan salah satu cara mempertahankan diri karena cairan *moulting* (semacam lendir) yang dihasilkan dapat merangsang udang lain untuk melekat dan memangsa (kanibalisme). Udang tersebut akan tampak lemas dan berbaring di dasar perairan selama 3 - 4 jam setelah proses *moulting* selesai.

c) Faktor-faktor yang mempengaruhi *moulting*

*Moulting* akan terjadi secara teratur pada udang yang sehat, bobot badan udang akan bertambah setiap kali mengalami *moulting*. Menurut Haliman dkk. (2008) dalam (Khotimah Khusnul, 2018) Faktor-faktor yang mempengaruhi *moulting* massal yaitu kondisi lingkungan, gejala pasang, dan terjadi penurunan volume air atau surut.

1) Air Pasang Surut. Air pasang yang disebabkan bulan purnama bisa merangsang proses *moulting* pada udang, hal ini terutama banyak terjadi pada udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara di tambak tradisional. Di alam,

*moulting* biasanya terjadi bersamaan dengan saat bulan purnama, saat itu, air laut mengalami pasang tertinggi sehingga perubahan lingkungan tersebut sudah cukup merangsang udang untuk melakukan *moulting*.

## 2) Kondisi Lingkungan.

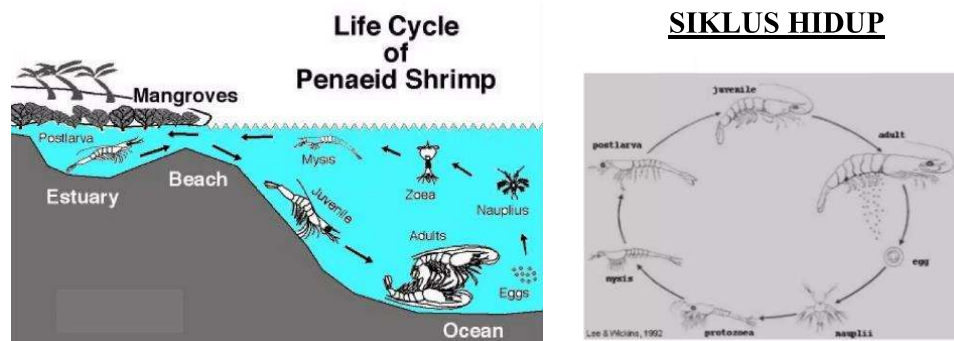
Proses *moulting* akan dipercepat bila kondisi lingkungan mengalami perubahan, namun demikian, perubahan lingkungan secara drastis dan disengaja justru akan menimbulkan trauma pada udang.

### 2.1.5 Fisiologi Udang

Udang umumnya berada di perairan laut, udang menempati perairan dengan berbagai tipe pantai seperti pantai berpasir, berbatu ataupun berlumpur. Spesies yang dijumpai pada ketiga tipe pantai ini berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing spesies menyesuaikan diri dengan kondisi fisik kimia perairan.

#### 1) Siklus Hidup Udang (*Peneid*)

Siklus hidup udang secara umum udang kawin di daerah lepas pantai yang dangkal, prosesnya sangat sederhana meliputi pemasukkan/penitipan *spermatophore* dari induk jantan ke betina, dapat dilihat seperti pada gambar 2.5,



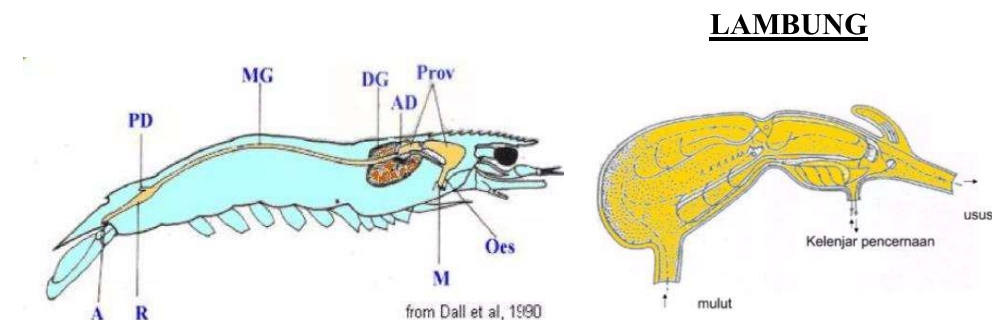
**Gambar 2.5** Siklus Hidup Udang *Penaide*  
Sumber: Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.5, siklus kehidupan dari udang *Penaeid*, dimana setelah dapat sinyal dari alam maka dengan segera terjadi pemijahan, sedangkan untuk proses pembuahan atau peneluran biasanya pada daerah lepas pantai yang lebih dalam, telur-telur dengan segera dikeluarkan dan difertilisasi secara eksternal dalam

air, seekor induk betina mampu menghasilkan sampai satu juta telur setiap bertelur, dalam waktu 13-14 jam, telur kecil tersebut berkembang menjadi larva berukuran mikroskopik yang disebut naupli/ nauplius, pada tahap nauplii tersebut larva akan memakan kuning telur yang tersimpan dalam tubuhnya, kemudian terjadi metamorfosis menjadi zoea, pada tahap zoea, terlihat larva mulai ke arah permukaan, memakan alga dan setelah beberapa hari bermetamorfosis lagi menjadi mysis, tahap mysis mulai terlihat bentuk menyerupai udang kecil dan memakan alga dan zooplankton, dan berenang menuju daerah asuhan yaitu ekosistem mangrove atau estuarin, selanjutnya mysis akan mengalami metamorfosis menjadi postlarva sekitar 3 sampai 4 hari, tahap postlarva adalah tahap dimana udang sudah mulai memiliki karakteristik seperti udang dewasa, sedangkan secara keseluruhan proses dari tahap nauplii sampai postlarva membutuhkan waktu sekitar 12 hari, setelah itu postlarva akan bermigrasi menuju estuarin yang kaya nutrisi dan bersalinitas rendah, dan tumbuh di sana kemudian akan kembali ke laut terbuka saat berukuran dewasa (Limeheriwa B.M, 2019).

## 2) Sistem Pencernaan Udang (*Peneid*)

Makanan khusus pada udang terutamanya adalah hewan-hewan akuatis yang kecil-kecil dan sisa-sisa makanan mahluk lain atau juga bahan organik busuk, adapun sistem pencernaan pada udang penaeid sendiri dapat dilihat pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Sistem Pencernaan Udang *Penaide*  
Sumber: Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.6, mulut udang dikelilingi oleh beberapa pasang alat tambahan biasanya disebut alat-alat mulut, dari mulut berlanjut ke esofagus,

lambung terdiri dari bagian kardiak dan bagian pilorik, terus ke usus dan anus. Lambung kardiak mengandung alat-alat penggerus makanan, kelenjar digesti (kelenjar hepatic) mengeluarkan sekret enzimatik ke dalam lambung pilorik (Syafudin, 2016).

Adapun bagian dari sistem pencernaan udang penaeid seperti pada gambar 2.6, dapat dilihat pada table 2.3.

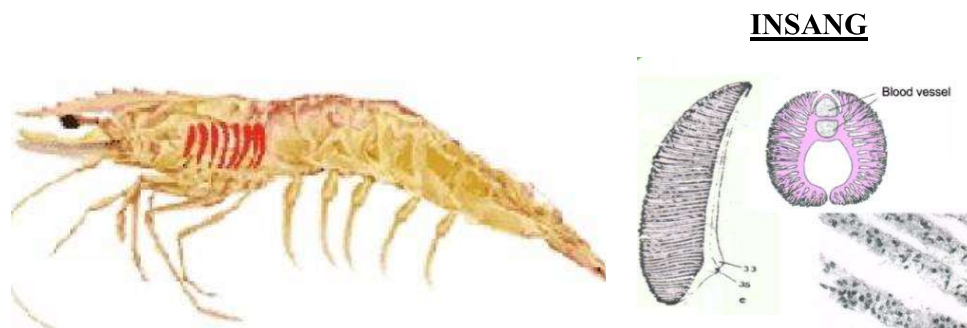
**Tabel 2.3** Bagian Sistem Pencernaan Udang

<b>A</b> = Anus	<b>MG</b> = Usus Tengah	<b>Prov</b> = Proventriculus
<b>R</b> = Rectum	<b>DG</b> = Kelenjar Pencernaan	<b>Oes</b> = Oesophagus
<b>PD</b> = Posterior Diverticulum Of Midgut	<b>AD</b> = Anterior Diverticun Of Midgut	<b>M</b> =Mulut

Sumber: (Limeheriwa B.M, 2019).

### 3) Sistem Respirasi Udang (*Peneid*)

Sistem pernapasan pada udang terdapat pada insang berbulu (insang dalam), dapat dilihat seperti pada gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Sistem Respirasi Udang *Penaeid*

Sumber: Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.7 , pada insang berbulu (insang dalam) tersebut bertaut pada segmen basal dari maksiliped kedua dan ketiga, dan bertaut pula dengan empat kaki untuk berjalan yang pertama. Barisan insang kedua dan ketiga, pada beberapa jenis, antara lain *Astacus sp* bertaut dengan barisan insang luar, insang-insang



dalam itu terendam dalam air dalam ruang insang (ruang di sebelah bawah tiap karapas). Insang-insang itu mengandung pembuluh-pembuluh darah, aliran air dalam ruang insang itu terjamin oleh adanya ember air yang merupakan cabang dari maksila kedua (Syafudin, 2016).

#### 4) Sistem Sirkulasi Udang (*Penaeid*)

Sistem peredaran darah pada udang terbuka, dimana terdiri dari jantung, dan sejumlah arteri yang mengedarkan darah ke organ utama, tidak memiliki vena (pembuluh balik), terdapat sejumlah sinus, dapat dilihat seperti pada gambar 2.8.

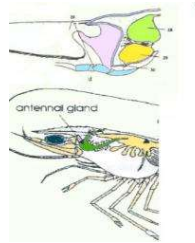


**Gambar 2.8** Sistem Sirkulasi Udang *Penaeid*  
Sumber: Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.8, Hemilymph masuk ke jantung melalui ostia dan keluar melalui arteri kemudian ke sinus, aliran balik diatur oleh klep flap, oksigen dibawa oleh hemocyanin (komponen yang mengandung Cu). Kemudian Jantung ada di sebelah dorsal, dalam sebuah perikardium, darah memasuki jantung melalui 3 pasang ostium, yaitu lubang-lubang bentuk valvuler (berklep). Darah itu dipompa ke luar melalui 7 buah arteri, yang mengeluarkan isinya ke dalam ruang-ruang terbuka yang disebut sinus, sinus-sinus itu mengalirkan darah ke dalam kapiler-kapiler insang, dan dari kapiler-kapiler itu darah memasuki jantung melalui perikardium (Syafudin, 2016).

#### 5) Sistem Eksresi Udang (*Peneid*)

Kelenjar antena (antennal gland atau green gland) berfungsi mengontrol volume atau tekanan cairan internal dan ion, dapat dilihat seperti pada gambar 2.9.

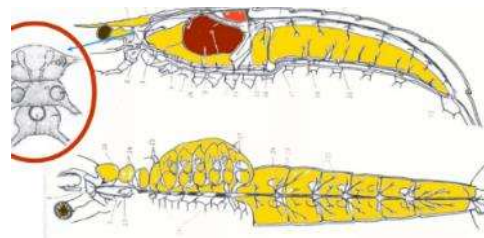


**Gambar 2.9** Sistem Ekresi Udang *Penaeid*  
Sumber: Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.9, Sel kelenjar antara berfungsi untuk ekskresi dan resorpsi selektif. Coelomosec untuk memfilter darah. Dan Nephrocyte dalam sumbu insang menempel pada kaki. Alat ekresi pada udang terdiri atas dua buah kelenjar hijau yang membuat cairan berwarna hijau, strukturnya seperti nefridium, dan terbuka pada dasar antena-antena (Syafrudin, 2016).

#### 6) Sistem Saraf Udang (*Penaeid*)

Sistem saraf sangat sederhana, terdiri dari Central Ganglion di kepala saraf ventral cord yang memanjang sampai ekor, dan menghubungkan sejumlah saraf ke sebagian organ sensor seperti antena, antenulla, mata dan organ yang lainnya, dapat dilihat seperti pada gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Sistem Saraf Udang *Penaeid*  
Sumber: t Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.10, pada udang terdapat otak di sebelah dorsal, dengan dua buah penghubung sirkumesofageal, dan sebuah rantai ganglion-ganglion di sebelah ventral. Ganglion ventral pertama besar, berhubungan dengan beberapa persatuan ganglion. Saraf bercabang dari otak dan korda ventral (Syafrudin, 2016).

### 7) Sistem Indera Udang (*Peneid*)

Sistem indera pada udang dibagi menjadi dua yaitu, perasa sentuhan dan perasa kimia (pembau dan peraba), dapat dilihat seperti pada gambar 2.11.

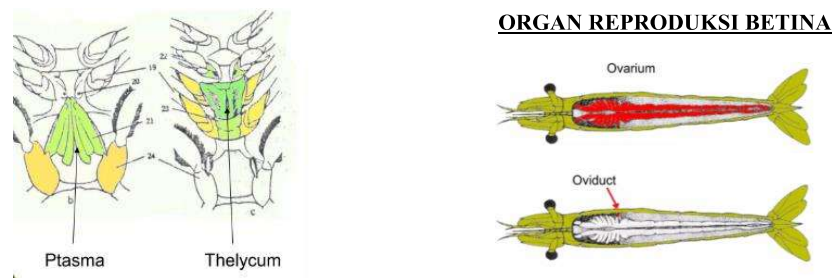


**Gambar 2.11** Sistem Indra Udang *Peneid*  
Sumber: Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.11, perasa sentuhan dan kimia (pembau dan peraba) pada hewan ini sangat kuat, dan organ-organnya terdapat pada alat-alat tambahan anterior, ada 2 buah mata majemuk yang tersusun dari banyak unit optik disebut ommatidium, tiap mata majemuk itu terdapat pada sebuah tangkai, organ keseimbangan, statokis, terdapat pada dasar antenul-antenul (Syafrudin, 2016).

### 8) Organ dan Sistem Reproduksi Udang (*Peneid*)

Pada sistem reproduksi udang organ kelamin terpisah (diesius), baik testis maupun ovarium bilobed, dapat dilihat seperti pada gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Sistem Organ Reproduksi Udang *Peneid*  
Sumber: Limeheriwa B.M (2019)

Berdasarkan gambar 2.12, testis melepaskan sperma ke dalam duktus spermatikus terus ke pori-pori yang terdapat di dasar pasangan kaki untuk berjalan yang kelima, oviduk melepaskan telur dari ovarium ke lubang-lubang pada dasar pasangan kaki untuk berjalan. Stadium embrional diselesaikan ketika telur masih

bertaut dengan “*swimmeret-swimmeret*” hewan betina, bahkan larva telah menetas pun tetap tertaut padanya untuk beberapa lama (Syafudin, 2016).

Adapun bagian dari sistem reproduksi pada udang yang terdapat pada gambar 2.17, dapat dilihat pada tabel 2.4.

**Tabel 2.4** Sistem Reproduksi Udang *Penaeid*

Organ Reproduksi Jantan	-Testis -Vas Deferens -Ampoule -Plasma
Organ Reproduksi Betina	-Ovarium -Oviduct -Thelycum
Pembuahan Secara Eksternal	Diluar Tubuh

Sumber: (Limeheriwa B.M, 2019).

#### 2.1.6 Klasifikasi Udang (*Penaeid*)

Udang merupakan salah satu kajian dalam *zoologi invertebrata* yang memiliki karakteristik yang khas yaitu memiliki rostrum, udang merupakan salah satu hewan yang termasuk filum *arthopoda* dan *ordo decapoda* (Mirza Fahlevi et al., 2021). Beberapa jenis udang yang menumpang subsektor perikanan Indonesia yaitu dari famili *Penaeidae*. Klasifikasi udang yang tersebar di Wilayah Pantai Selatan Indonesia adalah sebagai berikut:

*Kingdom* : Animalia  
*Phylum* : Arthropoda  
*Sub-phylum* : Crustacea  
*Superclass* : Multicrustacea  
*Class* : Malacostraca  
*Subclass* : Eumalacostraca  
*Superordo* : Eucarida  
*Order* : Decapoda  
*Subordo* : Dendrobranchiata  
*Superfamily* : Penaeoidea  
*Family* : *Penaeidae*

Udang *Penaeid* merupakan udang yang bernilai ekonomis penting karena sangat karena diminati oleh masyarakat dan mempunyai nilai jual yang tinggi, udang *Penaeid* merupakan kelompok organisme bentik yang terdistribusi secara dominan di perairan tropis, terutama di perairan pantai negara-negara yang berada di lintang rendah, perairannya ditandai dengan temperatur berkisar antara 20-23°C, jumlah dan jenisnya semakin sedikit, ketika temperatur perairannya semakin rendah dan lintang tinggi. Perairan Indonesia dikategorikan sebagai perairan tropis yang masuk ke dalam kawasan perairan Indo-Pasifik, lokasi perairannya membuat distribusi udang *Penaeid* tersebar luas di perairan pantai dengan kelimpahan yang tinggi menyebutkan kurang lebih 125 spesies yang tersebar di kawasan perairan Indo-Pasifik (Dall et al, 1990) dalam (Hartono et al., 2020). Sumber daya udang penaeid di Indonesia biasanya dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan tangkap. Adapun beberapa jenis udang *Penaeid* yang sebelumnya tertangkap para nelayan di wilayah perairan laut Kabupaten Pangandaran diantaranya adalah;

- 1) *Penaeus merguensis de man* (Udang Jerbung)
- 2) *Metapenaeus monoceros fab* (Udang Dogol)
- 3) *Penaeus monodon* (Udang Tiger)
- 4) *Penaeus sp* (Udang Flower)
- 5) *Thenus orientalis* (Udang Kipas)
- 6) *Parapenaeus sculptilis* (Udang Krosok)
- 7) *Panulirus sp* (Udang Barong)
- 8) *Litopenaeus vannamei* (Udang Vaname)
- 9) *Metapenaeus* (Udang Barat)
- 10) *Acetes* (Udang Rebon)

Semua jenis udang tersebut dijumpai di lingkungan bentik dari garis pantai sampai perairan dengan kedalaman kurang atau lebih dari 50 m (Sari Verina, 2017). Jenis udang Famili *Penaeidae* memiliki kesamaan baik dari bentuk, ukuran ataupun warnanya disebabkan karena udang laut memiliki tipe yang tidak mampu atau mempunyai kemampuan terbatas dan mentolerir perubahan salinitas dan kelompok udang laut ini biasa hidup terbatas pada daerah terjauh estuari yang umumnya mempunyai salinitas yang cukup tinggi. Udang *Penaeid* memiliki aneka warna

yang indah dengan adanya pigmen dalam eksoskeleton, beberapa jenis udang dapat mengadaptasikan diri dengan berubah warna sesuai dengan warna lingkungannya dan cenderung memiliki tubuh yang lebih lebar dan besar (Harahap Febri Ramadhani, 2017).

### **2.1.7 Habitat Udang (*Penaeid*)**

Udang hidup disemua jenis habitat perairan dengan 89% diantaranya hidup diperairan laut, 10% diperairan air tawar dan 1% di perairan teresterial. Udang laut merupakan tipe yang tidak mampu atau mempunyai kemampuan terbatas dan mentolerir perubahan salinitas, kelompok ini biasanya hidup terbatas pada daerah terjauh pada estuari umumnya mempunyai salinitas 30% atau lebih, kelompok udang yang mempunyai kemampuan untuk mentolerir variasi penurunan salinitas sampai dibawah 30% adalah hidup di daerah terestrial dan menembus hulu estuari dengan tingkat kejauhan bervariasi sesuai dengan kemampuan spesies untuk mentolerir penurunan tingkat salinitas, kelompok terakhir adalah udang air tawar, udang dari kelompok ini biasanya tidak dapat mentolerir salinitas diatas 5%, lingkungan sebagai mediator hidup udang memegang peranan sangat penting bagip ertumbuhan udang di samping pakan l. Udang menempati perairan dengan berbagai tipe, diantaranya tipe pantai seperti pantai berpasir, berbatu ataupun berlumpur. Spesies yang dijumpai pada ketiga tipe pantai ini berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing – masing spesies menyesuaikan diri dengan kondisi fisik kimia perairan (Yusuf Kustawi, 2005) dalam (Syafrudin, 2016).

### **2.1.8 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kehidupan Udang (*Penaeid*)**

Udang dapat ditemukam dibeberapa perairan dengan tipe pantai berpasir, berbatu, ataupun berlumpur. Menurut Menurut (Yuniarso Tommy, 2006) adapun faktor lingkungan yaitu terdapat faktor fisik maupun faktor kimia yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan keberlangsungan hidup udang adalah suhu, pH, salinitas, intensitas cahaya, DO (*dissolved oxygen*), kecepatan angin002E

#### **1) Suhu**

Suhu air mempunyai peranan paling besar dalam perkembangan dan pertumbuhan udang, kecepatan metabolisme udang meningkat cepat sejalan dengan naiknya suhu lingkungan. Secara umum suhu optimal bagi udang

*Penaeid* adalah 25°-30°C, suhu di atas 20°C masih dianggap baik bagi budidaya udang, udang akan kurang aktif apabila suhu air turun di bawah 18°C dan pada suhu 15°C atau lebih rendah akan menyebabkan udang stres.

## 2) Derajat Keasaman / Ph

Derajat keasaman merupakan faktor yang dapat mempengaruhi proses fisiologis makhluk hidup, yang mendukung keberlangsungan makhluk hidup berkisar antara 6-8. pH perlu dipertimbangkan karena mempengaruhi metabolisme dan proses fisiologis udang. Kisaran optimum pH untuk pertumbuhan udang *Penaeid* adalah 6,5-8,5.

## 3) Salinitas

Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, dan aliran sungai. Salinitas air laut dapat dipengaruhi oleh dua hal, yaitu masuknya aliran sungai yang membawa garam-garam mineral dari daratan dan pertukaran masa air dari samudera yakni pada saat terjadinya pasang surut, hewan yang hidup di laut tekanan osmosisnya kira-kira sama dengan osmosis air laut, oleh karena itu adaptasinya tidak begitu sulit. Salinitas biasanya berkisar antara 34-35‰, di perairan pantai terjadi pengeceran, misalnya karena pengaruh aliran sungai, salinitas dapat turun. Salah satu contohnya yaitu larva udang windu mempunyai toleransi yang luas terhadap perubahan salinitas dan berubah-ubah sepanjang hidup, larva udang memiliki sistem osmoregulasi yang sangat efisien pada salinitas antara 5-55 ppt.

## 4) Intensitas Cahaya Matahari

Jika dilihat dari cahaya di dalam laut secara vertikal, maka dapat dibedakan menjadi 3 zona, yakni: Zona eufotik (0-150 m dari permukaan laut), zona disfotik (150-1.000 m dari permukaan laut), dan zona afotik (lebih dari 1.000 m dari permukaan laut). Dalam penelitian yang telah dilakukan bahwasannya intensitas cahaya memberikan nilai laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup terbaik serta memberikan kualitas larva udang terbaik dilihat dari warna tubuh, kenormalan dan perkembangan organ tubuh serta substadium yang telah membuka ekor pada larva.

5) DO (*dissoved oxygen*)

DO (*dissoved oxygen*) merupakan kandungan oksigen terlarut di dalam air, sehingga DO dapat memntukan kualitas suatu air, semakin tinggi nilai DO suatu air, maka semakin baik kualitas air tersebut. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah merupakan faktor yang paling lazim menyebabkan mortalitas dan kelambatan pertumbuhan udang. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi suhu dan kadar garam, kelarutan oksigen dalam air menurun kalau suhu dan kadar garam meningkat atau tekanan udara menurun, konsentrasi oksigen terlarut minimum untuk menunjang pertumbuhan optimal udang adalah 4 ppm.

## 6) Kecepatan Angin

Kecepatan angin dapat mempengaruhi arus di lautan, seperti contohnya angin muson yang dapat mempengaruhi distribusi suatu organisme laut. Pertumbuhan pada ordo decapoda di tempat yang berarus cukup baik, salah satunya untuk pertumbuhan udang, hal ini dikarenakan arus berfungsi untuk mensuplai nutrisi yang dibutuhkan oleh suatu organisme.

Adapun keterangan untuk pengukuran parameter lingkungan dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut.

**Tabel 2.5** Pengukuran Parameter Fisika Dan Kimia Perairan

<b>Pengukuran Kualitas Air</b>			
<b>No</b>	<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Alat</b>
1.	Suhu	°C	Termometer
2.	pH	-	pH Meter
3.	Salinitas	pPm	Refraktometer
4.	Intensitas Cahaya	%	Lightmeter
5.	Oksigen Terlarut (DO)	Mg/l	DO meter

Sumber : (Yuniarso Tommy, 2006).

Berdasarkan tabel 2.5, Pengukuran faktor fisika dan kimia dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel biologi. Pengambilan data kualitas air untuk pengukuran suhu, pH, salinitas, intensitas cahaya, kecerahan, oksigen terlarut (DO)



dan kecepatan angin dilakukan pada setiap plot, sedangkan untuk pengambilan sampel substrat hanya diambil sekali pada setiap stasiun.

### **2.1.9 Manfaat Dan Peranan Udang (*Penaeid*)**

Udang *Penaeid* memiliki peranan penting baik secara ekologi maupun ekonomis.

#### 1) Secara Ekologi

Udang mempunyai peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, salah satunya sebagai komponen mata rantai makanan, udang berperan sebagai pakan bagi hewan akuatik yang lebih besar seperti ikan dalam mata rantai makanan, selain itu juga berperan sebagai pemakan bangkai dan detritus di perairan. Rantai makanan akan terganggu jika kehilangan salah satu komponennya, pelestarian udang menjadi penting dilakukan agar keseimbangan ekosistem dapat dipertahankan, keberadaan berbagai jenis udang dalam suatu perairan umum dapat meningkatkan kualitas kondisi lingkungan perairan tersebut.

#### 2) Secara Ekonomis

Udang mempunyai nilai harga ekonomi yang tinggi, udang merupakan komoditas utama yang paling diminati masyarakat sebagai makanan, dagingnya yang gurih dan rasanya yang lezat membuat komoditas yang satu ini begitu familiar dan digemari hampir semua orang. Melimpahnya jenis udang yang hidup di perairan Indonesia membuat peluang untuk membudidayakan dan memasarkan udang begitu potensial, juga minat masyarakat yang cukup tinggi menjadi faktor utama udang secara ekonomi dan daya jual tinggi.

### **2.1.10 Pemanfaatan Lingkungan Sebagai Bahan Sumber Belajar**

Sumber Bahan ajar biologi merupakan sarana yang dapat digunakan sebagai segala sesuatu yang digunakan untuk menyampaikan dan membawa pesan serta informasi mengenai biologi dari sumber ajar kepada peserta didik, sumber bahan ajar juga dapat untuk untuk memperkaya, menambah ataupun memperdalam isi kurikulum, bahan ajar pun memerlukan suatu media agar mempermudah siswa dalam proses pembelajaran, yaitu media pembelajaran. Sumber bahan aja biasanya berisikan tentang pengembangan materi sehingga isi bahan ajar tersebut lebih luas.

Sumber belajar adalah sarana atau fasilitas pendidikan yang merupakan komponen penting untuk terlaksananya proses belajar mengajar, melaksanakan kegiatan belajar sewajarnya memanfaatkan lingkungan sebagai sumber belajar. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai sumber belajar oleh (Munajah, 2015) mengenai penggunaan lingkungan sebagai sumber belajar biologi dengan hasil bahwa lingkungan tersebut dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi asalakan sesuai dengan tema yang diajarkannya. Lingkungan alam yang mencakup beberapa aspek ilmiah diantaranya seperti perairan, pantai, danau, sungai, daratan, hutan, tanah, bebatuan, flora dan fauna merupakan sumber pembelajaran, sumber daya alam yang dimiliki dapat menentukan dan menetapkan satu topik pilihan atau lebih dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan lingkungan alam sebagai sumber belajar dapat dilakukan dalam rangka mengembangkan potensi untuk melakukan kegiatan di lapangan untuk menemukan sebab-sebab sebuah kejadian disekitarnya, serta mencari hubungan antara fakta-fakta yang ada di lingkungan fisiknya, seperti mengidentifikasi jenis-jenis hewan di laut dan di daratan.

#### **2.1.11 Buku Digital Sebagai Sumber Bahan Ajar Biologi**

Buku digital merupakan salah satu media yang dapat dijadikan bahan ajar karena memuat tulisan-tulisan dan gambar-gambar mengenai deskripsi, morfologi, determinasi serta klasifikasi. E-book dapat dikembangkan atau dirancang untuk memberikan fasilitas belajar yang terarah, bersifat formal, serta sebagai komponen sistem yang intruksional. E-book merupakan salah satu media yang dapat dijadikan bahan ajar karena memuat tulisan-tulisan dan gambar-gambar mengenai deskripsi, morfologi, determinasi serta klasifikasi. Indikator dan tujuan pembelajaran yang terdapat dalam silabus harus menjadi acuan dalam penyusunan buku digital, supaya materi yang disampaikan tepat sasaran dan proses pembelajaran menjadi efektif. Istilah-istilah yang membingungkan serta materi yang terlalu banyak khususnya pada materi kingdom Animalia membuat peserta didik membutuhkan sumber bahan ajar tambahan, dalam pembelajaran biologi, penggunaan E-book bagi pendidik dan peserta didik dapat menjadikan pembelajaran fleksibel dan tidak kaku, serta dapat dilakukan di dalam dan di luar kelas.

## 2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Wijaya Saputra, 2009) di perairan laut, jenis udang yang banyak ditemukan yaitu terdapat 6 jenis udang, diantaranya adalah *Penaeus merguensis de man*, *metapenaeus monoceros fab*, *Parapenaopsis sculptilis*, *Metapenaeus*, *Acetes sp*, *Penaeus monodon*. Jumlah hasil tangkapan sesuai dengan hasil penelitian yang ditemukan sebanyak 2.770 ekor yang terdiri dari 6 jenis, yaitu *Penaeus merguensis* sebanyak 657 ekor, *Penaeus indicus* sebanyak 487 ekor, *Parapenaopsis* sebanyak 100 ekor, *Metapenaeus* sebanyak 125 ekor, *Acetes sp* sebanyak 1.024 ekor, *Penaeus monodon* sebanyak 377 ekor, kemudian hasil dari penelitian Analisis Stok Udang Penaeid Di Perairan Pantai Selatan Kebumen Jawa Tengah ini digunakan untuk menganalisis stok dan keanekaragaman udang *penaeid* sebagai sumber belajar.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Lantang et al., 2020) dari hasil penelitian yang dilakukan pada perairan Pantai Kumbe dan perairan Pantai Kaiburse memiliki nilai kelimpahan relatif yang berbeda-beda. Untuk pantai kumbe sendiri memiliki jenis *Penaeus marguensis* dengan nilai kelimpahan relatif sebesar 82,41%, *Penaeus indicus* dengan kelimpahan relatif sebesar 17,37%, *Metapanaeus affinis* dengan kelimpahan relatif sebesar 0,11%, *Squilla spp* sebesar 0,07% dan *Penaeus semisulcatus* dengan kelimpahan relatif sebesar 0,04%. Hasil kelimpahan relatif untuk Pantai Kaiburse untuk jenis *Penaeus marguensis* sebesar 82,24%, *Penaeus indicus* sebesar 17,52% dan untuk *Metapanaeus affinis* sebesar 0,24%. Sesuai dengan hasil penelitian tersebut, jenis udang dengan jumlah terbanyak diperoleh pada jenis *Penaeus marguensis* dan jenis *Panaeus indicus*, merupakan jenis udang terbanyak kedua yang ditemukan di perairan Pantai Kumbe dan perairan Pantai Kaiburse. Jenis udang ini merupakan jenis udang yang pada musim tertentu bermigrasi ke arah pantai untuk tujuan memijah atau untuk tujuan mencari makan.

### 2.3 Kerangka Konseptual

Wilayah Kabupaten Pangandaran secara geografis berada pada koordinat  $108^{\circ} 41' - 109^{\circ}$  Bujur Timur dan  $07^{\circ} 41' - 07^{\circ} 50'$  Lintang Selatan, luas wilayah Kabupaten Pangandaran yaitu 168.509 Ha dengan luas laut 67.340 Ha, maka potensi sumber daya perikanan umum merupakan komoditas dominan yang diharapkan dapat menunjang perikanan daerah secara regional, nasional, bahkan internasional. Wilayah Kabupaten pangandaran terkenal dengan beberapa objek wisata yang menarik dengan destinasi pantai yang indah dan terjaga secara alami, ada beberapa objek wisata pantai yang menjadi daya tarik bagi wisatawan lokal dan asing yaitu Pantai Pangandaran, Pantai Bojong Salawe, dan Pantai Batu Karas, selain keindahan dari pantainya wilayah pantai tersebut juga memiliki sumber daya alam yang melimpah, salah satunya yaitu dengan adanya keanekaragaman jenis udang yang menjadi aset besar bagi ekonomi masyarakat sekitar, tidak sedikit nelayan sekitar yang menjadi nelayan udang sebagai sumber penghasilan tambahan bagi para nelayan.

Keberadaan keanekaragaman jenis udang di wilayah Pantai Pangandaran terdapat udang dengan famili *Penaeidae*, udang *penaeid* merupakan kelompok organisme yang terdistribusi secara dominan di perairan tropis, lokasi wilayah Pantai Pangandaran termasuk perairan tropis yang membuat distribusi udang *penaeid* tersebar luas di perairan pantainya dengan kelimpahan yang tinggi. Sumber daya udang *penaeid* biasanya dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan bagi nelayan dengan hasil tangkap yang berlimpah, juga daya tarik masyarakat umum untuk menjadikan sumber makanan utama, beberapa jenis udang *penaeid* yang tertangkap biasanya terdiri dari udang dogol, udang jerbung, udang windu, udang krosok, dan udang rebon. Semua jenis udang tersebut dijumpai di lingkungan perairan dengan garis pantai sampai perairan dengan kedalaman kurang atau lebih dari 50 m. Maka *output* mengenai keanekaragaman udang di daerah pantai pangandaran beserta komponen yang lainnya menjadi alternatif sumber belajar bagi pendidik atau peserta didik dalam menunjang pemahaman pembelajaran secara efektif.

Penelitian mengenai keanekaragaman udang di wilayah Pantai Pangandaran tidak ditemukan dan dirasa belum dilaksanakan, akan tetapi ada penelitian di wilayah pantai selatan lainnya yang dilakukan oleh (Pratiwi, 2018) tentang Keanekaragaman dan Potensi Lobster (Palinuridae) di Pantai Pameungpeuk, Garut Selatan, Jawa Barat. Berdasarkan hasil pengamatan, hanya ditemukan tiga jenis lobster yaitu *Panulirus homarus*, *Panulirus longipes*, dan *Panulirus versicolor* dengan jumlah total individu sebanyak 69 ekor, berasal dari Ranca Buaya, Cicalobak, Karang Papak dan Karang Wangi. Jenis lobster tersebut adalah lobster yang dominan ditemukan hidup di perairan bergelombang tinggi dan kuat, sepanjang pantai Pameungpeuk, Selatan Garut. Berdasarkan uraian diatas maka akan dilaksanakan penelitian tentang keanekaragaman udang di daerah Pantai Pangandaran, kemudian dari penelitian ini akan menghasilkan *output* dalam bentuk buku digital untuk bidang pendidikan sebagai sumber bahan ajar biologi.

#### **2.4 Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis mengidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

- 1) Jenis udang apa saja yang dapat diidentifikasi di daerah perairan pantai kabupaten pangandaran?
- 2) Bagaimana indeks ekologi yang meliputi indeks kepadatan jenis dan kepadatan relatif, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi dari udang yang terdapat di daerah perairan pantai kabupaten pangandaran?
- 3) Bagaimana pemanfaatan hasil penelitian tentang keanekaragaman udang di daerah perairan pantai kabupaten pangandaran sebagai sumber bahan ajar biologi?