

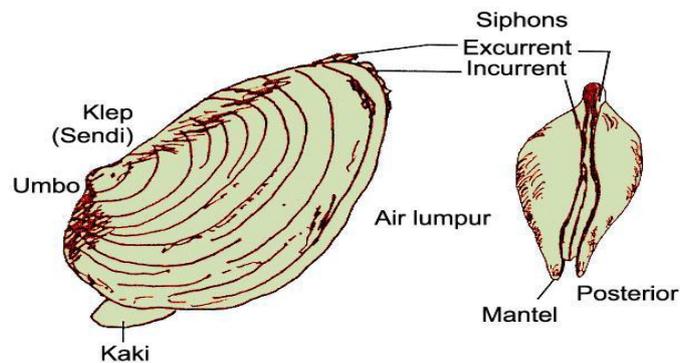
BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teoritik

1. Biologi Bivalvia

Berikut ini akan dibahas beberapa kajian yang berhubungan dengan biologi Bivalvia .

a. Morfologi Bivalvia



Gambar 2.1 Struktur luar kerang¹

Kelas Bivalvia disebut juga dengan Pelecypoda atau Lamellibrankhiata. Kata Bivalvia berarti memiliki dua cangkang dengan engsel terletak di bagian dorsal. Kata Pelecypoda memiliki arti “kaki berbentuk kapak”, sedangkan disebut Lamellibrankhiata dikarenakan insangnya berbentuk lembaran-lembaran. Kepala tidak berkembang namun sepasang palpus labial mengigit mulutnya. Tubuh bilateral simetris dan

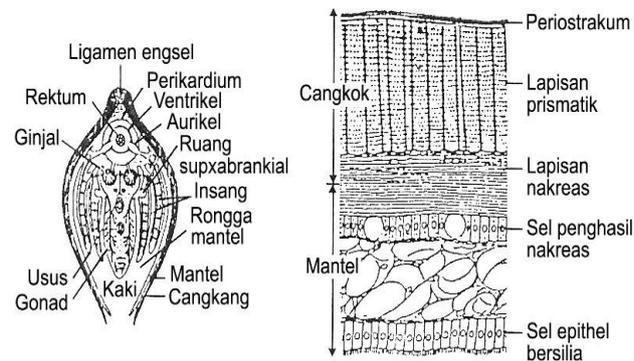
¹<http://senawiratama.files.wordpress.com/2010/08/bivalvia.pdf> (diakses tanggal 07 Februari 2014 Pukul 13:57 WIB)

memiliki kebiasaan menggali liang pada pasir dan lumpur yang merupakan substrat hidupnya dengan menggunakan kakinya. Tubuhnya memipih secara lateral sangat membantu dalam menunjang kebiasaan tersebut.²

Bivalvia memiliki cangkang yang terdiri atas dua bagian yang sama besar dan di bagian dorsal menyatu oleh adanya ligamen sendi. Ligamen sendi terletak diantara kedua cangkang tersebut. Selain itu di bagian dorsal terdapat gigi engsel yang bekerja sebagai sendi. Pada bagian dorsal tubuh dijumpai bagian yang menonjol yaitu umbo dan merupakan bagian tertua. Bagian sekitar umbo terdapat garis-garis kosentris yang merupakan garis pertumbuhan. Umbo biasanya dikikis oleh asam karbonat yang larut di dalam air.

Cangkang berfungsi menutupi atau melindungi tubuh. Pada dasarnya lapisan cangkang tersusun atas tiga lapisan luar ke dalam yaitu (a) periostrakum, lapisan tanduk berwarna, berfungsi melindungi lapisan di bawahnya dari pelarutan oleh asam karbonat dari air, (b) prismatic, terdiri atas asam karbonat, (c) berupa lapisan mutiara bersifat mengkilat. Kaki lapis pertama dibentuk oleh tipe mantel sedangkan lapis mutiara dibentuk oleh seluruh permukaan mantel.

²Yusuf Kastawi, *Zoologi Avertebrata*, Malang : UM Press, 2005, h.187.



Gambar 2.2 (Kiri) Penampang melintang bagian tubuh Bivalvia (Kanan) Penampang melintang cangkang dan mantel Bivalvia³

Tubuh terletak di dalam cangkang dan terdiri atas masa visceral yang terletak melekat di bagian dorsal. Di dalam masa visceral tersebut terdapat kaki berotot yang terletak di bagian anteroventral masa visceral. Selain itu terdapat insang ganda melekat dan terletak di kanan kiri kaki serta mantel berupa selaput tipis melekat pada permukaan dalam cangkang. Ruangan yang terletak diantara kedua mantel, berisi dua pasang insang, kaki, masa visceral disebut rongga mantel. Bagian dorsal terdapat otot besar yaitu otot aduktor anterior dan aduktor posterior, berfungsi menutup cangkang. Di dekat otot tersebut terdapat otot retraktor anterior dan otot retraktor posterior, berfungsi menarik kaki ke dalam cangkang. Sebelah medial otot aduktor anterior terdapat otot protaktor anterior yang berfungsi membantu menjulurkan kaki.⁴ Struktur cangkang yang agak oval, yang melindungi tubuh yang lunak, ditandai oleh garis tumbuh konsentris di pusat yang mengelilingi pembesaran (umbo) di dekat tepi dorsal anterior.

³<http://senawiratama.files.wordpress.com/2010/08/bivalvia.pdf> (diakses tanggal 07 Februari 2014 Pukul 13:57 WIB).

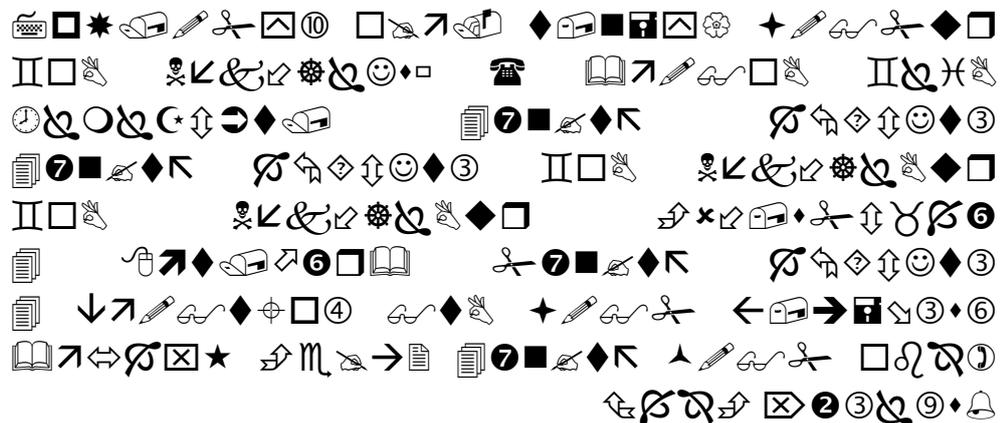
⁴Yusuf Kastawi, *Zoologi Avertebrata*, Malang: UM Press, 2005, h. 188.

Ligamen engsel dorsal menahan cangkang bersama-sama secara dorsal dan cenderung membuat cangkang tersebut terpisah secara ventral. Permukaan dalam setiap katup memiliki bekas luka yang menunjukkan titik tempat beberapa otot melekat. Otot ini berperan untuk menutup katup dan untuk memanjangkan atau mengerutkan kaki. Tubuh lunak yang terdiri atas masa viseral median yang padat mengandung berbagai jenis organ dan bagian anteroventralnya membentuk kaki muskular. Pada setiap sisi terdapat sepasang insang tipis seperti lempeng dan tubuh dikelilingi oleh lobus mantel. Setiap lobus mantel merupakan jaringan tipis yang melekat ke katup tempat mantel tersebut disekresikan, tepi muskular mantel bebas dapat digabungkan untuk menutupi rongga mantel di dalamnya. Di bagian posterior, tepi mantel membentuk dua lubang, sifon arus masuk ventral yang lebih besar dan sifon arus keluar dorsal.⁵

Berdasarkan penjelasan di atas menunjukkan bahwa fenomena keanekaragaman hewan sangat unik dikaji guna membedakan antara hewan yang satu dengan yang lainnya. Umumnya orang membedakan hewan berdasarkan ciri-ciri yang dapat diamati, penampilan, makanan, tingkah laku, cara berkembangbiak, habitatnya dan lain-lainnya. Berjuta-juta hewan yang ada di alam ini memiliki perbedaan dan persamaan sehingga dapat di kelompokkan sesuai dengan ciri-ciri yang dimiliki dan membentuk suatu sistem klasifikasi yang unik. Mengkaji hewan secara taksonomi akan menemukan keunikan-keunikan penciptaan hewan. Umpamanya al-Qur'an

⁵Tracy I. Storer dan Robert I. Usinger, *Dasar-Dasar Zoologi*, alih bahasa Evi Luvina Dwisang; Tangerang: Binarupa Aksara, h.409-410.

memberikan gambaran tentang bagaimana hewan itu dibedakan dengan melihat caranya berjalan.⁶Hal tersebut telah tercantum dalam firman Allah yang berbunyi yaitu



Artinya: “Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, Maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.”⁷

Penjelasan firman Allah Swt di atas menggambarkan tentang sebagian cara hewan berjalan. Ada yang berjalan dengan perutnya, ada yang berjalan dengan kaki. Antara hewan yang berjalan di atas kakinya tersebut, ada yang berkaki dua dan ada yang berkaki empat. Sebagian hewan ada yang berkaki enam atau bahkan berkaki banyak. Selain itu ada juga hewan yang berjalan dengan perut yaitu dari filum Mollusca termasuk diantaranya kelas Bivalvia yang berjalan dengan kaki perutnya. Oleh sebab itu keanekaragaman hewan bukan sekedar fenomena alamiah belaka, juga bukan sekedar pemandangan yang hanya melahirkan rasa kagum akan

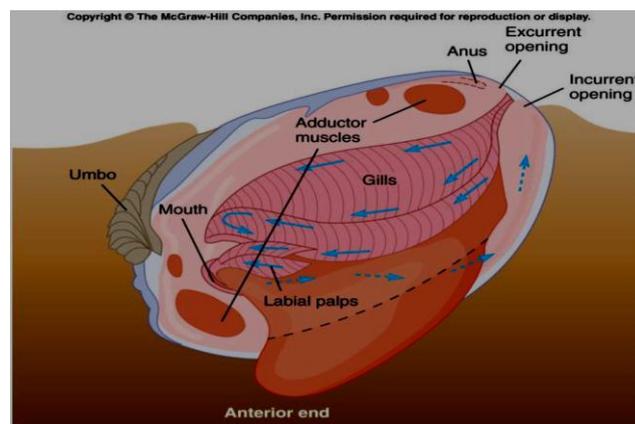
⁶ Imron Rossidi, *Fenomena Flora dan Fauna Dalam Al-Qur'an*, Malang, UIN Maliki Press: 2012, h.191-193.

⁷QS.An-Nuur [24]: 45.

keunikan dan keindahan. Namun di atas semua itu, merupakan sebuah tanda akan adanya Sang Pencipta, bagi orang yang berakal. Ayat itu juga menegaskan bahwa tanda-tanda itu hanya dapat dipahami bagi orang-orang yang mau memikirkan. Berpikir tentang hewan adalah juga berpikir tentang keanekaragamannya. Berpikir tidak hanya diam dengan menerawang, tetapi mencurahkan segala daya, cipta, rasa dan karsanya untuk mengkaji fenomena hewan.⁸

b. Fisiologi Bivalvia

1) Sistem Pencernaan



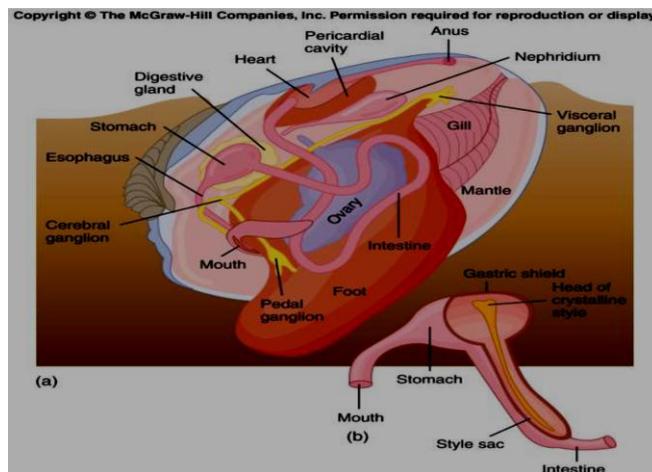
Gambar 2.3 Mekanisme memfilter partikel-partikel organik⁹

Alat pencernaan makanan dimulai dari mulut yang terletak diantara dua pasang palpus labialis, kemudian esofagus yang pendek. Organ inti berlanjut ke lambung yang terletak di sebelah dorsal masa

⁸Imron Rossidi, *Fenomena Flora dan Fauna Dalam Al-Qur'an*, Malang, UIN Maliki Press: 2012, h.195.

⁹<http://www.rachitparihar.com/2012/07/bivalvia-presentation.html>(diakses tanggal 07 Februari 2014 Pukul 14:22 WIB).

viseral, selanjutnya usus di bagian dorsal kaki, rektum diselubungi oleh jantung dan berakhir ke anus. Makanan kerang terdiri atas partikel-partikel organik yang terbawa oleh air melalui sifon ventral, kemudian oleh gerakan silia yang terdapat pada palpus labialis partikel makanan tersebut dibawa ke mulut. Posisi yang terletak dengan dekat lambung terdapat kelenjar pencernaan yaitu hati yang akan mensekresikan cairan pencernaan untuk selanjutnya diberikan ke lambung melalui suatu saluran. Feses yang keluar dari anus akan dikeluarkan dari tubuh bersama aliran air yang menuju ke sifon dorsal.¹⁰



Gambar 2.4 (a) anatomi sistem pencernaan bivalvia (b) bagian-bagian sistem pencernaan¹¹

2) Sistem Sirkulasi

¹⁰Yusuf Kastawi, *Zoologi Avertebrata*, Malang: UM Press, 2005, h.188-189.

¹¹<http://www.rachitparihar.com/2012/07/bivalvia-presentation.html> (diakses tanggal 07 Februari 2014 Pukul 14:22 WIB).

Sistem sirkulasi terdiri atas jantung yang terletak di bagian dorsal dalam rongga perikardium. Jantung terdiri atas dua aurikel (di bagian ventral) dan sebuah ventrikel (di bagian dorsal). Ventrikel berlanjut aorta yang terdiri atas aorta anterior berfungsi memasok darah ke kaki, lambung dan mantel. Selain itu, terdapat aorta posterior yang berfungsi memasok darah ke rektum dan mantel. Darah dari mantel yang sudah mengalami oksigenasi kembali secara langsung menuju jantung, sedangkan darah yang bersirkulasi melalui sejumlah ruangan di dalam tubuh akhirnya mengalir menuju vena cava yang terletak di bawah perikardium untuk selanjutnya dibawa menuju ginjal. Dari ginjal kemudian ke insang untuk mendapatkan oksigen dan akhirnya melalui aurikel menuju ventrikel jantung. Nutrisi dan oksigen dibawa oleh darah ke semua bagian tubuh sedangkan karbon dioksida dan sisa-sisa metabolisme dibawa ke insang dan ginjal.

3) Sistem Pernapasan

Alat pernapasan (*branchial apparatus*) yang dinamakan ktenidium (*ctenidium*) adalah penyaring aktif yang mengambil oksigen dan bahan organik dari air dan menolak apa saja yang dapat menyumbat alat penyaring itu. Insang melekat pada organ-organ dalam di bagian depan dan bagian ujungnya bebas di dalam rongga mantel. Insang terdiri dari satu sumbu longitudinal dan padanya tergantung dua lembaran terdiri dari benang-benang berbulu getar. Setiap bilah terlipat dalam bentuk V dan berlipat-lipat yang

menambah panjang dan jumlah filamen. Ribuan filamen tersebut membentuk suatu permukaan yang sangat luas untuk pertukaran dengan air laut. Air yang disedot memasuki cangkang dari depan dan mencapai insang. Gerakan-gerakan bulu-getar membagikan kembali air tersebut dengan menyalurkannya di sepanjang benang-benang.

Dua pembuluh darah mengikuti sumbu insang, pembuluh aferensia membawa darah yang datang dari ginjal dan pembuluh aferensia membawanya ke serambi atas jantung. Kedua pembuluh darah itu dihubungkan dengan jaringan pembuluh darah kapiler yang mengikuti benang-benang tempat darah diberi oksigen.¹²

4) Sistem Saraf

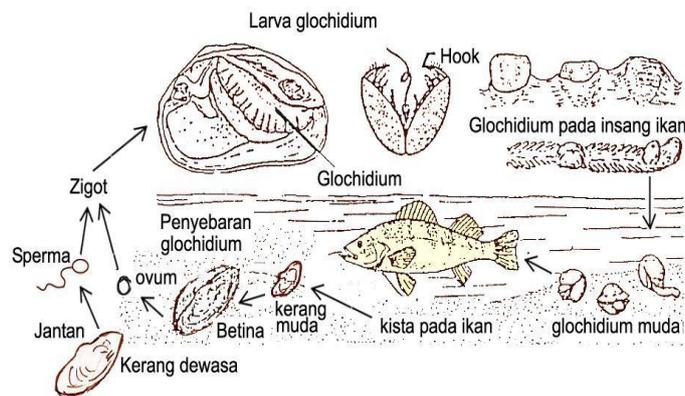
Sistem saraf terdiri atas tiga pasang ganglion yaitu ganglion serebral di sisi esofagus, ganglion pedal di kaki dan ganglion viseral terletak di bawah otot aduktor posterior. Masing-masing pasangan ganglion tersebut dihubungkan oleh saraf penghubung.

Pada kaki terdapat stosis yang berfungsi untuk keseimbangan. Selain itu memiliki osfradium yang terletak di dalam sifon. Pada dasarnya fungsi osfradium tidak jelas, namun kemungkinan berfungsi untuk menguji air yang masuk ke rongga mantel. Ada juga yang menyebutkan bahwa osfradium peka terhadap lumpur, sehingga apabila air yang masuk banyak mengandung lumpur maka pengambilan air akan dikurangi. Pada tepi mantel terdapat sel-sel

¹² Kasijan Romimohtarto dan Sri Juwana, *Biologi Laut (Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut)*, Jakarta: Djambatan, 2007, h.183-185.

sensori. Sel-sel tersebut cukup banyak ditemukan pada sifon ventral dan berfungsi untuk peraba dan peka terhadap cahaya.

5) Sistem Reproduksi



Gambar 2.5 Daur Hidup Bivalvia¹³

Kerang bersifat diosus. Masing-masing jenis kelamin memiliki sepasang gonad. Gonad terletak di atas belitan usus dan berlanjut menuju saluran pendek yang bermuara dekat lubang saluran ginjal. Spermatozoa dibawa keluar tubuh hewan jantan melalui sifon ventral. Telur yang matang keluar dari ovarium masuk ke rongga suprabranchial. Spermatozoa yang masuk ke insang hewan betina akan membuahnya. Zigot melekat dalam pembuluh air dari insang dan disebut sebagai kamar eram (marsupia). Setiap zigot mengalami pembelahan tidak sama dan menjadi larva glochidium dengan dua cangkang yang mengandung otot aduktor dan sebuah benang panjang yang disebut *bisus*.

¹³<http://senawiratama.files.wordpress.com/2010/08/bivalvia.pdf> (diakses tanggal 07 Februari 2014 Pukul 13:57 WIB)

Pada *Anodonta*, cangkang glokidium bagian ventral memiliki kait. Larva akan keluar melalui sifon dorsal dan turun ke dasar air kemudian melekat pada bagian luar tubuh ikan. Larva yang tidak memiliki kait akan menempel pada filamen insang. Larva ini membentuk kapsul, hidup sebagai parasit, meyerap makanan dari hospes. Kemudian kista lepas dari hospes dan hidup bebas. Daur larva berkisar antara 3 sampai 12 minggu. Ikan secara alamiah dapat mengandung 20 larva dan secara alamiah pula ikan memiliki kekebalan terhadap serangan larva tersebut.



Gambar 2:6 larva *Glokidium*¹⁴

c. Klasifikasi Bivalvia

Bivalvia merupakan salah satu diantara kelas terbesar dalam filum Mollusca selain Gastropoda. Lebih 50.000 spesies telah dideskripsi; 35.000 spesies masih hidup dan sebanyak 15.000 spesies yang menjadi fosil. Kelas-kelas yang lain dari filum Mollusca antara lain Scaphopoda, Pelecypoda, Cephalopoda dan Amphineura. Perbedaan kelima kelas

¹⁴<http://www.rachitparihar.com/2012/07/bivalvia-presentation.html> (diakses tanggal 07 Februari 2014 Pukul 14:22 WIB)

tersebut secara skematik yang dilengkapi dengan posisi anterior, posterior, dorsal dan ventral.

Klasifikasi moderen dari kelas ini hampir seluruhnya didasari pada ciri-ciri bagian-bagian yang lunak, seperti: 1) organ reproduksi, 2) sistem syaraf dan 3) jantung. Hanya saja jika klasifikasi yang dilakukan sampai kepada takson famili, genus dan seterusnya serta karakteristik morfologi cangkang sangat penting.¹⁵

Doumence et al (1991)¹⁶, membagi Bivalvia atas empat subklas dengan masing-masing ordo, yang di dasarkan pada posisi insang dan cirinya selain itu juga didasarkan pada morfologinya, seperti di bawah ini:

1) Subclassic : *Protobranchia*

Ordo 1. *Solemyacea* (2 suku)

Ordo 2. *Nuculacea* (10 suku)

2) Subclassic : *Septibranchia*

Ordo 1. *Poromyacea* (3 suku)

3) Subclassic : *Filibranchia*

Ordo 1. *Arcacea* (7 suku)

Ordo 2. *Mytilacea* (*Mytilidae*)

4) Subclassic : *Pseudolamellibranchia*

¹⁵Ibrahim, “*Keanekaragaman Gastropoda Pada Daerah Pasang Surut Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Kota Tarakan dan Hubungan Antara Pengetahuan, Sikap dengan Manifestasi Perilaku Masyarakat Terhadap Pelestariannya*”, Tesis Magister, Malang: Universitas Negeri Malang Program Studi Pendidikan Biologi Juni, 2009, h. 16. t.d.

¹⁶Kasijan Romimohtarto dan Sri Juwana, *Biologi Laut (Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut)*, Jakarta: Djembatan, 2007, h. 186.

Ordo 1. *Anomiacea (Anomiidae)*

Ordo 2. *Pactinacea (Spondylidae, Amusiidae, Pectinidae)*

Ordo 3. *Ostreacea (Plicatulidae, Grypheididae, Pinnidae, Pteridae)*

Ordo 4. *Pteriacea (Isogomonodae, Malleidae, Pinnidae, Pteridae)*.

d. Habitat dan Penyebaran Bivalvia

Pelecypoda memilih habitat dalam lumpur dan pasir dalam laut serta danau, tersebar pada kedalaman 0,01 sampai 5000 meter dan termasuk kelompok organisme dominan yang menyusun makrofauna di dasar lunak. Anggota kelas *Pelecypoda* mempunyai cara hidup yang beragam ada yang membenamkan diri, menempel pada substrat dengan benang bisus (byssus) atau zat perekat lain, bahkan ada yang aktif. Biasanya hidup dengan menguburkan diri di dalam habitatnya dan berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain dengan satu kaki yang dapat dijulurkan di sebelah anterior cangkangnya.

Menurut kebiasaan hidupnya, *Pelecypoda* digolongkan ke dalam kelompok makrobentos dengan cara pengambilan makanan melalui penyaringan zat-zat tersuspensi yang ada dalam perairan atau *filter feeder*. Makanan berupa organisme atau zat-zat terlarut yang berada dalam air. Makanan diperoleh melalui tabung sifon dengan cara memasukkan air ke dalam sifon dan menyaring zat-zat terlarut. Air dikeluarkan kembali melalui saluran lainnya. Makin dalam kerang membenamkan diri makin panjang tabung sifonnya. Jenis *Pelecypoda* yang termasuk ke dalam kelompok pemakan suspensi, penggali dan

pemakan deposit, jumlahnya cenderung melimpah pada sedimen lumpur dan sedimen lunak.

Di daerah intertidal, kehidupan *Pelecypoda* dipengaruhi pasang surut. Adanya pasang surut menyebabkan daerah ini kering dan fauna ini terkena udara terbuka secara periodik. Bersentuhan dengan udara terbuka dalam waktu lama merupakan hal yang penting, karena fauna ini berada pada kisaran suhu terbesar akan memperkecil kesempatan memperoleh makanan dan akan mengalami kekeringan yang dapat memperbesar kemungkinan terjadinya kematian. Oleh karena itu fauna tersebut memerlukan adaptasi untuk bertahan hidup dan harus menunggu pasang naik untuk memperoleh makanan. Suhu memberikan pengaruh tidak langsung terhadap kehidupan *Bivalvia*. *Bivalvia* dapat mati bila kehabisan air yang disebabkan oleh meningkatnya suhu. Gerakan ombak berpengaruh pula terhadap komunitasnya dan harus beradaptasi dengan kekuatan ombak. Perubahan salinitas turut juga mempengaruhinya. Ketika daerah ini kering oleh pasang surut dan kemudian digenangi air atau aliran air hujan salinitas menurun. Kondisi ini dapat melewati batas toleransinya dan dapat mengalami kematian.

Bivalvia umumnya terdapat di dasar perairan yang berlumpur atau berpasir, beberapa hidup pada substrat yang lebih keras seperti lempung, kayu atau batu. Berdasarkan habitatnya *Bivalvia* dapat dikelompokkan ke dalam:

- 1) Jenis *Bivalvia* yang hidup di perairan mangrove

Habitat mangrove ditandai oleh besarnya kandungan bahan organik, perubahan salinitas yang besar, kadar oksigen yang minimal dan kandungan H₂S yang tinggi sebagai hasil penguraian sisa bahan organik dalam lingkungan yang miskin oksigen. Salah satunya adalah jenis Bivalvia yang hidup di daerah ini yaitu *Oatrea spesies* dan *Gelonia cocxans*.

2) Jenis Bivalvia yang hidup di perairan dangkal

Jenis-jenis yang dijumpai di perairan dangkal dikelompokkan berdasarkan lingkungan tempat di mana mereka hidup, yaitu: yang hidup di garis pasang tinggi, yang hidup di daerah pasang surut dan yang hidup di bawah garis surut terendah sampai kedalaman 2 meter. Jenis yang hidup di daerah ini adalah *Vulsella sp*, *Osterea sp*, *Maldgenas sp*, *Mactra sp* dan *Mitra sp*.

3) Jenis Bivalvia yang hidup dilepas pantai

Habitat lepas pantai adalah wilayah perairan sekitar pulau yang kedalamannya 20 sampai 40 m. Jenis Bivalvia yang ditemukan di daerah ini seperti : *Plica sp*, *Chalamis sp*, *Amussium sp*, *Pleuronectus sp*, *Malleus albus*, *Solia sp*, *Spondylus hysteria*, *Pinctada maxima* dan lain-lain.¹⁷

e. Manfaat Bivalvia Bagi Manusia

¹⁷Dermawan BR.Sitorus, “Keanekaragaman dan Distribusi Bivalvia Serta Kaitannya dengan Faktor Fisik-Kimia di Perairan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang”, Tesis Magister, Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, 2008, h. 9-11. t.d.

Bivalvia telah berperan sebagai makanan manusia selama berabad-abad dan banyak pantai memiliki relik “tumpukan kerang”. Satu tumpukan tanah kuburan suku Indian di pantai San Francisco mengandung lebih dari $2,83 \times 10^4$ meter kubik kerang yang dibuang yang terakumulasi lebih dari waktu perkiraan 3.500 tahun. Amerika Serikat per tahun memanen lebih 75.000 kg tiram, remis besar, kerang dan kepah yang bernilai lebih dari \$47.000.000. Penangkaran tiram alami yang bagus di perairan dangkal bernilai sangat tinggi dan individu muda (*spat*) ditanam secara teratur untuk menggantikan tiram dewasa yang diambil dengan penjepit atau kapal keruk. Cangkang tiram yang hancur digunakan dalam pembangunan jalan dan makanan unggas serta hewan peliharaan yang lain. Berbagai jenis tiram digali dengan tangan dengan ditemukannya di tempat ada pembatasan ukuran, jumlah dan musim pengambilan tiram untuk mengonservasi stoknya.

Pada banyak Bivalvia, jika sejumlah kecil material tersangkut di antara mantel dan cangkang, selapis tipis lapisan cangkang (*nakre*) disekresikan di sekeliling objek tersebut untuk membentuk mutiara. Mutiara dapat berkembang pada remis besar air tawar atau pada tiram-tiram tertentu, tetapi tipe yang paling bernilai terdapat di tiram laut Asia Timur. Orang Jepang secara buatan memperkenalkan partikel kecil di bawah mantel dan kemudian menyimpan Bivalvia tersebut dalam kurungan selama beberapa tahun sampai “kultur” mutiara terbentuk.

Kancing “mutiara” untuk pakaian dipotong dari cangkang remis besar air tawar.¹⁸

Kelompok Pelecypoda yang lainnya seperti tiram dari suku *Osteridae* banyak dimakan di Indonesia walaupun tidak merupakan hasil laut komersial. Jenis *Crassostrea cuculata* banyak dijumpai di akar-akar mangrove. Di luar negeri, seperti Singapura, Taiwan, Hongkong dan India tiram sudah merupakan makanan yang digemari dan mempunyai nilai ekonomi penting. Di samping tiram, kima atau kerang raksasa dari suku *Tridaenidae* juga dimakan. Sebagai sumber makanan, dagingnya, terutama otot penutupnya, enak dimakan dan sudah diperdagangkan di mana-mana. Namun kima lebih dikenal cangkangnya daripada dagingnya.¹⁹

2. Ekosistem Pesisir Pantai

Kawasan pesisir pantai merupakan daerah terjadinya interaksi di antara tiga unsur alam utama yaitu, daratan, perairan dan udara. Proses interaksi tersebut berlangsung sejak ketiga unsur ini terbentuk. Bentuk kawasan pesisir pantai seperti yang dijumpai sekarang merupakan hasil keseimbangan dinamik dari proses penghancuran dan pembentukan dari ketiga unsur alam tersebut. Sebagai tempat peralihan antara daratan dan laut, kawasan pesisir pantai ditandai oleh kelandaian (*gradient*) perubahan

¹⁸Tracy I. Storer dan Robert I. Usinger , *Dasar-Dasar Zoologi*, alih bahasa Evi Luvina Dwisang; Tangerang: Binarupa Aksara, h. 413.

¹⁹Kasijan Romimohtarto dan Sri Juwana, *Biologi Laut (Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut)*, Jakarta: Djambatan, 2007, h. 422.

ekologi yang tajam. Kawasan ini juga berfungsi sebagai zona peyangga (*buffer zone*) bagi banyak hewan yang bermigrasi (ikan, udang ataupun burung) untuk mencari makan, berkembang biak dan membesarkan anaknya.

Kawasan pesisir meliputi daratan yang mengelilingi benua (*continents*) dan kepulauan, merupakan perluasan daratan yang dibatasi oleh pengaruh pasang surut yang terluar dari suatu paparan benua (*continental shelf*). Oleh karena itu setiap aspek pengelolaan kawasan pesisir dan lautan secara terpadu, baik secara langsung dan tidak langsung, selalu berhubungan dengan air. Hubungan tersebut terjadi melalui pergerakan air sungai, aliran air limpasan (*run-off*), aliran air tanah (*ground water*), air tawar beserta segenap isinya (seperti unsur nutrien, bahan pencemar dan sedimen) yang berasal dari ekosistem daratan dan akhirnya akan bermuara di perairan pesisir.

Batasan kawasan pesisir suatu negara dapat berbeda dengan negara lainnya karena setiap negara memiliki karakteristik lingkungan, sumber daya dan sistem pemerintahan tersendiri. Kawasan pesisir pantai tersusun oleh berbagai ekosistem yang dicirikan oleh sifat dan proses biotik dan abiotik yang jelas, satu sama lain tidak berdiri sendiri-sendiri, bahkan saling berkaitan. Seperti yang dijelaskan pula bahwa kawasan pesisir pantai adalah unik karena dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia dan proses alami yang terdapat baik di kawasan bagian atas daratan (*upland areas*) ataupun di lautan atau samudera (*oceans*).

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang unik karena ditemukan berbagai ekosistem mulai dari daerah pasang surut, estuari, hutan bakau, terumbu karang, padang lamun dan sebagainya. Wilayah pesisir merupakan pertemuan antara darat dan laut yang meliputi wilayah sekitar 8% permukaan bumi.²⁰

Pada kawasan pesisir, di samping hutan mangrove terdapat juga rawa non mangrove, yaitu rawa pasang surut. Rawa pasang surut merupakan daerah antara pasang naik dan pasang surut. Daerah ini dapat meluas jauh melalui muara ke daerah sekitarnya, sehingga membentuk daerah pantai setengah tertutup. Daerah pantai setengah tertutup berhubungan langsung dengan laut terbuka, di mana sangat dipengaruhi oleh pasang surut. Keadaan air di dalamnya adalah pencampuran antara air laut dengan air tawar. Dilihat dari kondisi demikian daerah ini sering digolongkan ke dalam estuaria atau zona transisi.

Wilayah estuaria memiliki produktivitas primer cukup tinggi, diperkirakan mencapai 200 gram berat kering meter bujur sangkar setiap tahun. Produktivitasnya hampir sama dengan produktivitas hutan hujan tropik basah, namun jauh lebih tinggi bila dibandingkan produktivitas daratan yang hanya 730 gram berat kering tiap meter bujur sangkar setiap tahun.

Estuaria sering disebut juga dengan ekoton, yaitu peralihan antara dua atau lebih komunitas yang berbeda. Komunitas ekoton biasanya

²⁰Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi*, Jakarta: Bumi Aksara, 2007, h. 121-123.

mengandung sebagian dari anggota komunitas dan tumpang tindih dengan tambahan beberapa spesies yang terbatas. Umumnya jumlah spesies dan kepadatan populasi pada ekoton lebih besar dari komunitas lainnya. Sebagai daerah peralihan, keadaan salinitas sangat ditentukan oleh sifat dominan yang bercampur. Apabila air tawar lebih dominan dari air laut maka akan terjadi penurunan salinitas. Biasanya daerah ini termasuk dalam daerah payau, yaitu daerah yang memiliki salinitas 0,5 sampai 30 per seribu.

Dilihat dari struktur tanah dan bahan penyusunnya, pantai intertidal dapat dibedakan atas 3 jenis yaitu:

a. Pantai Berbatu

Daerah ini tersusun dari bahan keras dan merupakan dasar paling padat makro organismenya dan mempunyai keanekaragaman besar, baik spesies hewan maupun spesies tumbuhan. Hamparan tumbuhan vertikal pada zona intertidal berbatu amat beragam, tergantung pada kemiringan permukaan berbatu, kisaran pasang surut dan keterbukaanya terhadap gerakan ombak. Keterangan yang paling jelas mengenai terjadinya zona ini adalah bahwa zona-zona tersebut terbentuk dari hasil kegiatan pasang surut di pantai dan oleh karena itu mencerminkan perbedaan toleransi organisme terhadap peningkatan keterbukaan udara dan hasilnya adalah kekeringan dan suhu yang ekstrim. Faktor biologis yang utama adalah persaingan, pemangsa dan *grazing* (herbivora).

b. Pantai Berpasir

Pantai pasir intertidal umum terdapat di seluruh dunia dan lebih terkenal dari pada pantai berbatu, karena pantai pasir ini merupakan tempat yang dipilih untuk melakukan berbagai aktivitas rekreasi.

c. Pantai Berlumpur

Pantai berlumpur tidak dapat berkembang dengan hadirnya gerakan gelombang. Pantai berlumpur hanya terbatas pada daerah intertidal yang benar-benar terlindung dari aktivitas gelombang laut terbuka. Kelompok makro fauna yang dominan di daerah pantai berlumpur ini sama dengan yang terdapat di pantai pasir yaitu berbagai cacing Polychaeta, Mollusca Bivalvia dan Crustacea besar dan kecil, tetapi dengan jenis yang berbeda tipe cara makan yang dominan di dataran lumpur adalah pemakan deposit dan pemakan bahan yang melayang (suspensi) seperti halnya seperti pantai pasir, contohnya *Tiram telinida* yang kecil dari genus *Macoma* atau *Scrocularia*.²¹

3. Faktor-faktor Biotik dan Abiotik yang Berpengaruh Terhadap Kehidupan Bivalvia.

Daerah Eustaria kaya akan jenis-jenis organisme, walaupun kehidupan di daerah tersebut menghadapi berbagai masalah misalnya organisme harus menyesuaikan diri atau menghindari dalam keadaan bahaya sehubungan dengan kuatnya matahari pada waktu air surut. Hal yang paling serius adalah resiko kemungkinan besar kehilangan cairan

²¹Dermawan BR.Sitorus, “*Keanekaragaman dan Distribusi Bivalvia Serta Kaitannya dengan Faktor Fisik-Kimia di Perairan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang*”, Tesis Magister, Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, 2008, h. 11-14. t.d.

tubuh, karena semua organisme yang hidup di daerah ini mempunyai permukaan tubuh yang padat dan mempunyai sifat cepat kehilangan air akibat penguapan.²²

Kehadiran suatu kelompok organisme pada suatu habitat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang secara umum dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok yaitu kelompok faktor biotik dan kelompok faktor abiotik.

a. Faktor Biotik

Faktor-faktor biotik yang mempengaruhi stabilitas ekosistem perairan adalah interaksi antara berbagai kelompok organisme yang terdapat di perairan tersebut. Kelompok-kelompok organisme itu antara lain kelompok hewan maupun tumbuhan. Interaksi tersebut dapat terjadi antar jenis pada setiap tingkatan taksa dalam suatu kelompok organisme (antar individu), maupun antar suatu populasi dengan populasi yang lain dalam suatu komunitas atau ekosistem yang lebih besar. Selanjutnya pada taraf tertentu akan terjadi interaksi pada level atau tingkatan tropik, dimana ada kelompok organisme yang berperan sebagai produsen, konsumen (I,II,III) maupun sebagai dekomposer. Jika pada suatu saat komunitas atau ekosistem tertentu mengalami kehilangan atau penambahan suatu kelompok organisme yang berfungsi baik sebagai produsen, konsumen ataupun dekomposer melakukan saling makan-

²²Emmy Syafitri, “*Struktur Komunitas Gastropoda (Moluska) di Hutan Mangrove Muara Sungai Donan Kawasan BKPH Rawa Timur KPH Banyumas Cilacap Jawa Tengah*”, Skripsi, Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, 2003, h.12.t.d.

memakan dengan berlebihan maka akan terjadi ketidakseimbangan dalam ekosistem tersebut.

Interaksi antar berbagai kelompok organisme tersebut berhubungan dengan makanan, predator atau pemangsa, kebutuhan untuk kawin dan bereproduksi untuk mendapatkan tempat hidup atau habitat yang cocok, maupun kebutuhan akan oksigen. Interaksi tersebut juga menghasilkan suatu siklus rantai makanan. Siklus rantai makanan ini terdapat hampir di semua komunitas dan di semua ekosistem, termasuk di perairan pasang surut, juga pada setiap kelompok organisme (populasi) termasuk kerang-kerangan dan Mollusca lainnya.

Contoh interaksi antar satu kelompok organisme dengan kelompok organisme lain adalah bahwa hampir semua jenis kerang-kerangan dan Mollusca lainnya memanfaatkan makanan berupa partikel-partikel organik yang terapung dalam air (*suspension feeder*) dengan menggunakan silia, tetapi dapat pula berupa mikroorganisme (plankton) ataupun sisa-sisa bahan organik (detritus). Di samping itu adanya perilaku pemangsa seperti bintang laut terhadap organisme kerang-kerangan maupun Mollusca lainnya. Perkembangan dari kerang-kerangan dan Mollusca lainnya dapat dihambat oleh bintang laut. Namun perkembangan larva pelagik dari kerang-kerangan maupun Mollusca lainnya dapat berkembang cepat hingga mencapai ukuran yang tidak mudah diserang oleh pemangsa (bintang laut) yaitu pada saat bintang laut

berada dalam masa reproduksi dimana mereka tidak makan dalam waktu yang lama.

Predator yang lain selain bintang laut yaitu sebangsa ikan kakap dan tiram-tiram tertentu. Di samping itu, hewan pengganggu lain adalah *Barnacles*, jenis cacing (*Polychaeta*) tertentu, cumi-cumi dan juga sesama siput-siput lain.

Interaksi juga terjadi dengan jenis vegetasi yang ada di pantai dalam hal perolehan oksigen atau sebagai salah satu tempat bagi kerang-kerangan dan jenis Mollusca lainnya untuk menempel. Contoh vegetasi tersebut misalnya tumbuhan bakau yang mempunyai banyak akar tunjang yang mengurangi arus pasang surut dan menyebabkan pengendapan lumpur serta memberikan permukaan tempat organisme laut menempel, misalnya tiram dan juga siput dari marga *Littorina*. Demikian pula, interaksi dengan berbagai vegetasi lain seperti komunitas alga dan rumput laut, sebagai suatu mikrohabitat yang memungkinkan kerang-kerangan maupun jenis Mollusca lainnya untuk berkembang biak ataupun memperoleh oksigen.²³

b. Faktor abiotik

Faktor fisika-kimia perairan yang sering berpengaruh bagi kehidupan Bivalvia antara lain suhu, oksigen terlarut, salinitas, pH, kondisi substrat dan pasang surut.

²³Ibrahim, "Keanekaragaman Gastropoda Pada Daerah Pasang Surut Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Kota Tarakan dan Hubungan Antara Pengetahuan, Sikap Dengan Manifestasi Perilaku Masyarakat Terhadap Pelestariannya", Tesis Magister, Malang: Universitas Negeri Malang Program Studi Pendidikan Biologi Juni 2009, h. 26-28. t.d.

1) Suhu

Suhu mempunyai pengaruh yang besar terhadap ekosistem pesisir. Keberadaan suatu spesies dan keadaan seluruh kehidupan suatu komunitas cenderung bervariasi dengan berubahnya suhu. Suhu merupakan faktor pembatas bagi beberapa fungsi biologis hewan air seperti migrasi, pemijahan, efisiensi makanan, kecepatan renang, perkembangan embrio dan kecepatan metabolisme. Selain itu suhu diperlukan untuk fotosintesis tanaman mangrove dan juga untuk respirasi. Keberadaan suatu spesies dan keadaan seluruh kehidupan komunitas cenderung bervariasi dengan berubahnya suhu.

Pengaruh suhu ini dapat terjadi secara langsung atau tidak langsung. Pengaruh langsung dapat terjadi pada proses metabolisme, distribusi dan kelimpahan, pemijahan dan penetasan, aktivitas dan pertumbuhan beberapa jenis. Sedangkan pengaruh tidak langsung dapat terjadi pada proses kematian organisme akibat kehabisan air, meningkatnya daya akumulasi berbagai zat kimia serta penurunan kadar oksigen dalam air. Kehabisan air ini disebabkan karena meningkatnya suhu perairan tersebut. Kapasitas siput air tawar dapat hidup di daerah musim kering dan bertemperatur 20°C - 50°C .

2) Salinitas

Salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi keberadaan mangrove dan kehidupan Mollusca. Salinitas diduga mempengaruhi struktur dan fungsi organ organisme perairan melalui perubahan tekanan osmotik, proporsi relatif bahan pelarut, koefisien absorpsi dan kejenuhan kelarutan, viskositas, perubahan penyerapan sinar, penghantar suara dan daya hantar listrik. Hal ini akan mengubah komposisi spesies pada situasi ekologi saat itu. Selama musim kemarau pada saat aliran sungai berkurang, air laut dapat masuk lebih jauh ke arah darat sehingga salinitas akan naik, sedangkan ketika musim hujan maka air tawar akan mengalir dari sungai ke laut dalam jumlah besar dan mengakibatkan salinitas muara menurun.

Kaitannya dengan salinitas, salinitas tersebut tergantung pada frekuensi penggenangan oleh pasang surut. Mollusca famili Ellobiidae merupakan jenis yang tidak terlalu terpengaruh oleh tinggi serta lama waktu pasang dan macam lantai hutan namun sangat dipengaruhi oleh salinitas yang tidak terlalu tinggi. Salinitas yang rendah dapat membatasi keragaman Mollusca. Kebanyakan Mollusca yang hidup di hutan mangrove merasa menderita dalam tekanan apabila salinitas berubah terlalu besar, (contoh karena hujan lebat dan banjir).

3) Oksigen Terlarut (DO)

Kadar oksigen di atmosfer sekitar 210 ml/l. Oksigen adalah salah satu gas yang ditemukan terlarut pada perairan. Kadar oksigen terlarut

di perairan alami bervariasi bergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Kadar oksigen berkurang dengan semakin meningkatnya suhu, ketinggian/*altitude* dan berkurangnya tekanan atmosfer. Kelarutan oksigen penting artinya dalam mempengaruhi keseimbangan komunitas dan kehidupan organisme perairan.

Oksigen terlarut (DO) sangat penting untuk keberadaan tumbuhan dan hewan di hutan mangrove, khususnya dalam proses respirasi dan fotosintesis. Konsentrasi DO di mangrove bervariasi menurut daerah zona tumbuhannya, serta bervariasi menurut waktu, musim dan keragaman tumbuhan serta organisme akuatik yang hidup di daerah mangrove. Pada malam hari konsentrasi DO akan mencapai titik terendah sedangkan pada siang hari akan mencapai titik tertinggi.

Kandungan oksigen terlarut mempengaruhi keanekaragaman organisme dalam suatu ekosistem perairan. Perairan dengan kandungan oksigen yang cukup stabil akan memiliki jumlah spesies yang lebih banyak. Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya memiliki kadar oksigen tidak kurang dari 5 mg/l. Kadar oksigen terlarut kurang dari 4 mg/l mengakibatkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme akuatik.

4) pH

Nilai pH suatu perairan mencerminkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. Derajat keasaman atau pH penting sekali

sebagai informasi dasar karena perubahan pH yang terjadi di air tidak saja bisa berasal dari masukan bahan-bahan asam atau basa ke perairan, tetapi juga dari perubahan tidak langsung dari aktivitas metabolik biota perairan.

Derajat keasaman perairan mangrove berkisar antara 8,0-9,0. Derajat keasaman yang tinggi lebih mendukung organisme pengurai untuk menguraikan bahan-bahan organik yang jatuh di daerah mangrove, sehingga tanah mangrove yang berderajat keasaman tinggi secara nisbi mempunyai karbon organik yang kurang lebih sama dengan profil tanah yang dimilikinya. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Beberapa Mollusca hutan mangrove masih dapat mentolerir pH antara 5,35-6,25 seperti *Polymesoda sp* dan *Isognomon sp*.²⁴

5) Pasang Surut

Pasang surut merupakan salah satu gejala laut yang besar pengaruhnya terhadap kehidupan biota laut, khususnya di wilayah pantai.²⁵ Kondisi lingkungan yang berbeda saat pasang dan saat surut menyebabkan Mollusca di hutan mangrove harus mampu menyesuaikan diri agar dapat bertahan. Terjadinya pasang surut akan sangat mempengaruhi kehidupan Mollusca. Beberapa bentuk adaptasi

²⁴Emmy Syafitri, “*Struktur Komunitas Gastropoda (Moluska) di Hutan Mangrove Muara Sungai Donan Kawasan BKPH Rawa Timur KPH Banyumas Cilacap Jawa Tengah*”, Skripsi, Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, 2003, h. 12-14. t.d.

²⁵Kasijan Romimohtarto dan Sri Juwana, *Biologi Laut (Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut)*, Jakarta: Djambatan, 2007, h. 8.

Mollusca untuk menghindari pasang surut adalah turun ke lantai hutan pada saat surut dan akan naik kembali ke atas pohon pada saat pasang. Selain itu ada jenis-jenis Mollusca yang membenamkan diri dalam substrat dan hanya menampakkan sebagian dari punggung cangkangnya pada saat pasang. Tingginya perbedaan pasang surut menyebabkan Mollusca mengalami kekeringan yang cukup lama. Ada beberapa cara penanggulangan kekeringan untuk Mollusca yang hidup di daerah pasang surut, antara lain:

- a) Menyimpan air dalam cangkang yang hanya digunakan untuk bernafas.
- b) Bergerak mencari tempat yang masih digenangi air atau masih cukup lembab.
- c) Memodifikasi atau menambah alat pernafasan lain disamping insang sehingga dapat mengambil oksigen langsung dari udara.
- d) Kandungan air tubuh yang tinggi.
- e) Toleransi terhadap fluktuasi salinitas yang besar terutama di daerah tropis dimana penyinaran matahari yang kuat dan frekuensi hujan yang cukup tinggi berpengaruh terhadap salinitas perairan pantai.
- f) Toleransi yang tinggi terhadap kekeruhan sehingga memiliki kemampuan dalam menyaring dan membuang partikel lumpur dengan cara memfilter air.²⁶

²⁶Emmy Syafitri, “*Struktur Komunitas Gastropoda (Moluska) di Hutan Mangrove Muara Sungai Donan Kawasan BKPH Rawa Timur KPH Banyumas Cilacap Jawa Tengah*”, Skripsi, Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, 2003, h. 16. t.d.

Pasang surut pertama-tama karena gaya tarik (gaya gravitasi) bulan. Bumi berputar bersama kolom air dipermukaannya dan menghasilkan dua kali pasang dan dua kali surut dalam 24 jam. Ada empat jenis pasang surut di laut kita, yakni pasang surut *semi-diurnal* atau pasang surut harian ganda (dua kali pasang dan dua kali surut dalam 24 jam); pasang surut diurnal atau pasang surut harian tunggal (satu kali pasang dan satu kali surut dalam 24 jam); campuran keduanya dengan jenis ganda dominan dan campuran keduanya dengan jenis tunggal dominan.²⁷

6) Substrat

Tanah dalam pengertian habitat dalam ekosistem mangrove mempunyai kandungan garam dan kadar air yang tinggi, asam sulfida yang melimpah, kandungan oksigen yang rendah serta bahan kasar lainnya yang berasal dari hancuran organisme laut. Jenis substrat di perairan terutama di daerah mangrove sangat penting diketahui karena merupakan salah satu faktor pembatas penyebaran organisme benthos. Jenis substrat menjadi dua yaitu substrat halus dan substrat keras. Lantai hutan menyediakan substrat halus sedangkan substrat keras terdapat pada akar-akar serta permukaan batang mangrove. Substrat liat cocok untuk kehidupan mangrove, umumnya bertekstur liat, liat berlempung, liat berdebu dan lempung yang berupa lumpur tebal dan tumbuh dengan baik.

²⁷Kasijan Romimohtarto dan Sri Juwana, *Biologi Laut (Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut)*, Jakarta: Djambatan, 2007, h. 14.

Jenis substrat ini erat kaitannya dengan oksigen dan ketersediaan nutrisi dalam sedimen. Pada jenis substrat berpasir, kandungan oksigen relatif lebih besar dibandingkan dengan jenis substrat yang lebih halus seperti lumpur. Hal ini dikarenakan pada jenis substrat pasir terdapat pori udara yang memungkinkan terjadinya pencampuran yang lebih intensif dengan air di atasnya, tetapi sebaliknya nutrisi tidak banyak terdapat dalam substrat pasir. Substrat di sekitar hutan mangrove mengandung banyak bahan organik. Kondisi substrat berpengaruh terhadap perkembangan komunitas Mollusca dimana substrat yang terdiri dari lumpur dan pasir dengan sedikit liat merupakan substrat yang disenangi.

Bahan organik merupakan bahan penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia, maupun dari segi biologi tanah. Ia merupakan sumber hara tanaman. Di samping itu bahan organik adalah sumber energi dari sebagian besar organisme tanah. Dalam memainkan peranan tersebut bahan organik sangat ditentukan oleh sumber dan susunannya, oleh karena kelancaran dekomposisinya serta hasil dekomposisi itu sendiri.

Nilai C-Organik tanah berasal dari hewan dan tumbuhan yang telah membusuk dan terakumulasi dalam tanah. Karbon organik merupakan sumber makanan bagi organisme Mollusca. Hubungan antara kandungan karbon organik dengan ukuran tekstur substrat, makin tinggi jumlah liat makin tinggi pula bahan organik tanah

apabila kondisi lainnya sama. Tanah memungkinkan oksidasi yang baik sehingga bahan organik cepat habis. Drainase yang buruk, dimana air berlebih, oksidasi terhambat karena aerasi buruk menyebabkan kadar bahan organik tinggi daripada tanah berdrainase baik. Di samping itu vegetasi penutup tanah adanya kapur juga mempengaruhi kadar bahan organik tanah. Tinggi rendahnya kandungan karbon organik dipengaruhi oleh pasokan air dari daratan, sehingga letak lokasi juga mempengaruhi nilai C-Organik.²⁸

4. Kisaran Toleransi dan Faktor Pembatas

Setiap makhluk hidup terdedah pada berbagai faktor lingkungan abiotik yang selalu dinamis atau berubah-ubah baik dalam skala ruang (bervariasi di setiap tempat) maupun skala waktu (berfluktuasi). Oleh karena itu setiap makhluk hidup harus dapat mengadaptasikan dirinya untuk menghadapi kondisi faktor lingkungan abiotik tersebut. Namun demikian makhluk hidup; khususnya dalam hal ini hewan, tidak mungkin hidup pada kisaran faktor abiotik yang seluas-luasnya. Pada prinsipnya, bahwa masing-masing hewan memiliki kisaran toleransi tertentu terhadap semua faktor lingkungan. Prinsip yang sama dinyatakan sebagai hukum toleransi Shelford, yang bunyinya “bahwa *setiap organisme mempunyai suatu minimum dan maksimum ekologis yang merupakan batas bawah dan batas*

²⁸Emmy Syafitri, “*Struktur Komunitas Gastropoda (Moluska) di Hutan Mangrove Muara Sungai Donan Kawasan BKPH Rawa Timur KPH Banyumas Cilacap Jawa Tengah*”, Skripsi, Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, 2003, h. 15-16. t.d.

atas dari kisaran toleransi organisme itu terhadap kondisi faktor lingkungannya”.

Apabila organisme terdedah pada suatu kondisi faktor lingkungan yang mendekati batas kisaran toleransinya, maka organisme akan mengalami keadaan cekaman (stress) fisiologis. Dengan perkataan lain organisme berada dalam kondisi kritis yang menentukan lulus hidup tidaknya. Sebagai contoh, hewan yang didedahkan pada suhu ekstrim rendah akan menunjukkan kondisi kritis berupa *hipotermia*, sedangkan pada suhu yang mendekati batas-batas kisaran toleransi hewan itu berlangsung lama dan tidak segera berubah menjadi baik, maka hewan itu berlangsung lama dan tidak segera berubah menjadi baik, maka hewan itu akan mati. Setiap kondisi faktor lingkungan yang besarannya atau intensitasnya mendekati batas kisaran toleransi organisme, akan beroperasi sebagai faktor pembatas yang sangat berperan menentukan kelulusan hidup organisme.

Tidak mudah untuk menentukan batas-batas kisaran toleransi suatu hewan terhadap suatu faktor lingkungan, terlebih-lebih lagi dalam lingkungan alami. Setiap organisme terdedah sekaligus pada sejumlah faktor lingkungan dan oleh adanya suatu interaksi faktor maka sesuatu faktor lingkungan dapat saja mengubah efek faktor lingkungan lain. Misalnya, suatu individu hewan akan merusak efek suhu tinggi yang lebih keras apabila kelembaban udara yang relatif rendah. Perkataan lain, hewan akan lebih tahan terhadap suhu tinggi apabila udara kering dibandingkan dengan pada kondisi udara yang lembab. Kisaran toleransi terhadap suatu faktor

lingkungan tertentu pada berjenis-jenis hewan yang berbeda dapat berbeda pula. Jenis hewan yang satu mungkin lebar kisaran toleransinya (*euri-*), jenis hewan lain mungkin sempit (*steno-*).

Seperti sudah disinggung terdahulu, kondisi faktor lingkungan yang optimum atau paling disukai hewan atau preferendum, akan menghasilkan kinerja biologis yang paling tinggi. Preferendum untuk suatu faktor lingkungan relatif mudah ditentukan di laboratorium. Tidak demikian halnya dengan lingkungan alami. Terkonsentrasinya dalam jumlah banyak dari individu-individu suatu spesies hewan di suatu tempat dalam habitat alaminya, belum tentu menunjukkan bahwa kondisi dari satu atau beberapa faktor lingkungan di tempat itu merupakan preferendum sebenarnya.

Kehadiran pesaing atau predator dapat menyebabkan terhalangnya populasi hewan untuk mendiami tempat kondisi faktor-faktor lingkungan penting dalam kisaran-kisaran optimumnya. Hewan yang berada dalam stadia muda hasil berbiak (telur, larva, anak) pada umumnya mempunyai kisaran toleransi yang sempit untuk sejumlah faktor lingkungan. Hal ini karena ketahanan tubuhnya terhadap tekanan kondisi faktor lingkungan yang ekstrim tidak sekuat pada hewan dewasa. Demikian halnya dengan hewan berbiak membutuhkan kondisi lingkungan berada di sekitar kondisi preferendumnya atau kondisi optimum yang paling disukainya. Karena relatif sempitnya kisaran-kisaran toleransi stadia muda hewan dan hewan yang sedang berbiak terhadap kondisi faktor-faktor lingkungan itu relatif tinggi peluangnya untuk beroperasi sebagai faktor pembatas. Karena itu

maka musim perkembangbiakan hewan seringkali dianggap sebagai periode kritis.

Kisaran toleransi ditentukan secara herediter, namun demikian dapat mengalami perubahan oleh terjadinya proses aklimatisasi (di alam) atau aklimasi (di laboratorium). Aklimatisasi adalah usaha dilakukan manusia untuk menyesuaikan hewan terhadap kondisi faktor lingkungan di habitat buatan yang baru. Aklimasi adalah usaha yang dilakukan manusia untuk menyesuaikan hewan terhadap kondisi satu faktor lingkungan tertentu dalam laboratorium.²⁹

Kisaran toleransi berbagai jenis hewan terhadap suatu faktor lingkungan dapat lebar (euri-) namun dapat pula sempit (steno). Kinerja biologis suatu jenis hewan akan selalu paling tinggi pada kisaran optimum atau dalam ekologi dikenal juga sebagai kisaran preferendum bagi hewan untuk faktor lingkungan itu.

Jika kita mengamati pada tingkat populasi, apakah hewan berada pada kondisi preferendum ataukah tidak, maka kita dapat mengidentifikasinya dengan parameter-parameter sebagai berikut:

- a) Jumlah individu yang terbanyak
- b) Laju produksi telur atau anak tertinggi
- c) dan sebagainya

Kondisi optimum tersebut akan menjadi sangat tereduksi dan terganggu apabila kondisi lingkungan itu beroperasi menjadi faktor

²⁹ Agus Dermawan dan dkk, *Ekologi Hewan*, Malang: UM Press, 2005, h. 25-28.

pembatas sehingga tidak lagi menjadi faktor pendukung preferendum satu jenis hewan. Berbagai upaya dilakukan oleh hewan untuk menjaga keturunannya agar dapat lulus/bertahan hidup (*survive*). Bagi induk biasanya dilakukan dengan berbagai tingka laku melindungi, diantaranya dengan cara membuat sarang yang hangat, mencarikan makanan atau melindungi anaknya dengan segera jika diperkirakan ada bahaya yang akan mengancam. Naluri melindungi ini bahkan biasanya terkesan berlebihan. Sedikit gerakan yang mencurigakan yang dirasa akan mengancam kelangsungan hidup anak-anaknya maka si induk akan segera merespon dengan berbagai gerakan bahkan menyerang.

Kisaran toleransi suatu individu atau populasi hewan sebenarnya menentukan secara herediter (menurun). Namun sifat yang sudah diturunkan ini dapat berubah oleh proses aklimasi dan aklimatisasi. Toleransi individu atau populasi hewan terhadap faktor-faktor lingkungan tersebut akan bekerja bersamaan dan tidak tunggal. Jika suatu faktor lingkungan yang sangat diperlukan (menguntungkan) ternyata terhalang oleh faktor lingkungan lain yang akan sangat merugikan bagi kelangsungan hidupnya, maka hewan akan menghindari faktor lingkungan yang sangat dibutuhkan tersebut demi menghindari faktor lingkungan yang akan merugikan kelangsungan hidupnya tersebut.

Perhitungan *suitabilitas* (kecocokan) kondisi dan sumberdaya lingkungan harus dilihat secara menyeluruh agar penafsiran terhadap parameter yang diukur menjadi tidak bias. Contohnya sebagai berikut;

pemusatan jumlah suatu jenis hewan yang relatif banyak di suatu habitat alami tertentu belum tentu menyatakan kondisi preferendum bagi populasi hewan tersebut. Namun kemungkinan lebih disebabkan oleh adanya kehadiran pesaing yang ada di lingkungan yang sebenarnya lebih baik. Jadi mereka akan menghindari lingkungan yang ada predator meskipun sebenarnya lebih baik untuk hidup mereka.

Konsep kisaran toleransi, faktor pembatas maupun preferendum banyak diterapkan dalam bidang-bidang pertanian, perkebunan, perikanan, peternakan dan lain sebagainya.

Jenis-jenis organisme yang produknya diharapkan sebanyak mungkin, maka biasanya akan dibuat kondisi berbagai faktor lingkungan organisme itu disekitar optimumnya. Sedangkan untuk berbagai jenis serangga atau hewan lain yang akan merugikan dan mengganggu, biasanya akan dibuat kondisi lingkungan yang melampaui batas bawah ataupun atas dari kisaran toleransi jenis hewan itu, namun tanpa mengganggu persyaratan kondisi lingkungan organisme-organisme yang diharapkan produknya.³⁰

Penjelasan diatas menjelaskan bagaimana tingkat kisaran toleransi dan faktor pembatas dari hewan. Adapun kisaran toleransi bagi Bivalvia adalah faktor eksternal yang menjadi faktor-faktor yang membatasi kehidupan Bivalvia misalnya suhu, kecerahan, salinitas, Ph, substrat dan lain sebagainya. Suhu yang baik untuk kelangsungan hidup tiram mutiara berkisar 25⁰C-30⁰C. Suhu air pada kisaran 27-31⁰C juga dianggap cukup

³⁰ Sukarsono, *Pengantar Ekologi Hewan (Konsep, Perilaku, Psikologi dan Komunikasi)*, Malang: UMM Press, 2009, h. 31-34.

layak untuk kehidupan tiram mutiara (japing-japing). Bivalvia hidup menetap di dasar perairan dengan gerakan yang sangat lambat.

Salinitas menunjukkan jumlah ion-ion terlarut. Perubahan salinitas berpengaruh berpengaruh pada proses difusi dan osmotik dimana Bivalvia adalah salah satu hewan yang mengatur osmotik tubuh secara intra selluler. Hasil penelitian kerang hijau (*Perna viridis*) memberikan petunjuk bahwa salinitas yang 15 ‰ dapat menyebabkan kematiankerang tersebut. Pada salinitas 18 ‰ keberhasilan menempel kerang darah (*Anadara granosa*) lebih tinggi. Tiram dapat hidup dalam perairan dengan salinitas yang lebih rendah daripada salinitas untuk kerang hijau (*Perna viridis*) dan kerang darah (*Anadara granosa*).

Stadium larva Bivalvia sangat berpengaruh terhadap polusi logam, sehingga bila terjadi polusi dalam perairan sangat memungkinkan kepunahan spesies ini. Logam berat dapat terakumulasi pada jaringan bivalvia lebih besar dibandingkan hewan air lainnya, sehingga banyak dijadikan indikator pencemaran logam berat misalnya logam berat Pb pada embrio *Crassostera virginica* pada suhu 25⁰C dan salinitas 24‰ adalah 2,45 ppm. Derajat keasaman air yang layak untuk kehidupan tiram mutiara adalah berkisar 7,8-8,6.³¹

5. Bivalvia Sebagai Indikator Pencemaran

³¹ Dermawan BR.Sitorus, “Keanekaragaman dan Distribusi Bivalvia Serta Kaitannya dengan Faktor Fisik-Kimia di Perairan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang”, Tesis Magister, Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, 2008, h. 17-23. t.d.

Menurut Rosenberg dan Resh (1993)³², karakteristik ideal dari jenis organisme indikator adalah

- a) Mudah diidentifikasi
- b) Tersebar secara kosmopolit
- c) Kelimpahan dapat dihitung
- d) Variabilitas ekologi dan genetik rendah
- e) Ukuran tubuh relatif besar
- f) Mobilitas terbatas dan masa hidup relatif lama
- g) Karakteristik ekologi diketahui dengan baik
- h) Terintegrasi dengan kondisi lingkungan serta
- i) Cocok untuk digunakan pada studi laboratorium

Beberapa organisme mempunyai kemampuan untuk mengontrol jumlah racun dalam tubuh mereka melalui proses pengeluaran, sementara organisme lain tidak dapat melakukan hal ini. Organisme yang tidak dapat mengontrol jumlah kandungan racun mengakumulasi polutan dan jaringan mereka menunjukkan adanya polutan. Salah satu contoh biota tersebut adalah Bivalvia yang sangat baik mengakumulasi polutan sehingga digunakan sebagai biomonitor polusi.

6. Konsep Keanekaragaman Jenis

Beberapa konsep yang berhubungan dengan keanekaragaman jenis dalam komunitas antara lain yaitu indeks keanekaragaman (*diversity index*),

³² Ibid, h. 17

kemerataan (*evenness*), kekayaan (*richness*), kepadatan (*density*) dan dominansi.

Keanekaragaman jenis secara sederhana diartikan sebagai jumlah spesies dalam suatu komunitas. Makin besar jumlah, makin besar keanekaragaman spesiesnya. Spesies-spesies yang menyusun suatu komunitas ada yang melimpah dan ada yang jarang. Persentase suatu spesies dalam komunitas disebut kelimpahan spesies (*species richness or abundance*) dan kemerataan (*evenness*) distribusi setiap individu antar spesies.

Keanekaragaman jenis juga merupakan suatu karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologisnya yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitas. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dengan kelimpahan jenis yang sama atau hampir sama. Sebaliknya, jika komunitas itu disusun oleh sangat sedikit jenis, dan jika hanya sedikit saja jenis yang dominan, maka keanekaragamannya rendah.

Diungkapkan bahwa komunitas dapat diklasifikasikan atas, 1) bentuk dan sifat struktur utama seperti misalnya jenis yang dominan, bentuk-bentuk kehidupan atau indikator-indikator hidup, 2) habitat fisik dari komunitas dan 3) sifat-sifat atau tanda-tanda fungsional seperti misalnya tipe metabolisme komunitas. Sifat-sifat fungsional memberikan dasar yang lebih baik untuk membandingkan komunitas pada habitat yang sangat berlainan, misalnya

daratan, lautan atau air tawar. Namun tidak ada aturan yang pasti untuk menamai komunitas berdasarkan salah satu dari klasifikasi di atas.

a. Indeks Keanekaragaman (*Diversity index*)

Indeks keanekaragaman (*diversity index*) yang digunakan dalam kajian tentang suatu sistem yang mengarah kepada aspek jumlah dan jenis (spesies) tertentu, dan sifat-sifat mereka dalam berbagai fungsi ekologi; dikemukakan pula kajian tentang distribusi. Diungkapkan lebih lanjut bahwa diversitas atau keanekaragaman membutuhkan aliran energi, sehingga indeks-indeks keanekaragaman dapat digunakan sebagai indikator dari keadaan suatu sistem dan keseimbangan antara aliran energi yang menghasilkan keanekaragaman dan aksi negatif yang bisa menurunkan keanekaragaman. Sebagai contoh, studi tentang populasi menunjukkan bahwa penurunan indeks keanekaragaman berkorelasi dengan aksi negatif.

Indeks keanekaragaman yang tinggi dalam suatu komunitas menunjukkan bahwa komunitas tersebut memiliki kompleksitas yang tinggi, karena dalam komunitas itu terjadi interaksi jenis yang lebih tinggi. Jadi dalam suatu komunitas yang mempunyai keanekaragaman tinggi akan terjadi interaksi jenis yang melibatkan transfer energi atau jaring-jaring makanan, predasi, kompetisi dan pembagian relung yang secara teoritis lebih kompleks. Konsep keanekaragaman atau diversitas dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas yaitu suatu

komunitas yang mampu menjaga dirinya tetap stabil walaupun ada gangguan terhadap komponen-komponennya.

Keanekaragaman lebih tinggi pada komunitas yang mantap daripada komunitas-komunitas yang dipengaruhi oleh gangguan-gangguan musiman atau secara periodik oleh manusia dan alam. Manusia dan pemangsa, menghasilkan pengaruh yang cenderung mengurangi keanekaragaman dan mendorong terjadinya monokultur.³³

b. Kemerataan (*evenness*)

Nilai kemerataan (*evenness*) yang paling sering dipakai oleh ilmuwan ekologi adalah nilai kemerataan (E), yaitu besarnya nilai indeks keanekaragaman (H') yang diperoleh, berbanding terbalik dengan satuan individu tiap spesies (lnS).

c. Kekayaan (*richness*)

Nilai kekayaan (*richness*), dinyatakan sebagai jumlah spesies dalam suatu komunitas (S), berbanding terbalik dengan akar jumlah keseluruhan individu (n) yang diamati.

d. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan yang dimaksud disini adalah kepadatan populasi. Kepadatan populasi merupakan jumlah individu suatu jenis dalam satuan luas tertentu atau jumlah individu per unit area. Dalam pengkajian

³³Ibrahim, "Keanekaragaman Gastropoda Pada Daerah Pasang Surut Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Kota Tarakan dan Hubungan Antara Pengetahuan, Sikap Dengan Manifestasi Perilaku Masyarakat Terhadap Pelestariannya", Tesis Magister, Malang: Universitas Negeri Malang Program Studi Pendidikan Biologi Juni 2009, h. 32-34. t.d

mengenai suatu populasi, ada hal penting yang harus diperhatikan yaitu kerapatan atau kepadatan populasi yang dapat dijadikan sebagai ciri populasi tersebut.

Pengaruh populasi terhadap komunitas maupun ekosistem tidak hanya tergantung kepada spesies organisme apa yang terlibat, tetapi tergantung juga kepada jumlah individu masing-masing spesies atau tergantung kepada kerapatan populasinya. Kepadatan populasi juga mempunyai ciri atau sifat yang berbeda-beda. Kepadatan populasi mempunyai batas atas dan batas bawah pada suatu areal tertentu di alam. Misalnya, pada suatu daerah hutan yang luas diperkirakan terdapat 10 ekor burung per hektar dan 20.000 Arthropoda tanah per meter persegi; sebaliknya di daerah tersebut tidak akan pernah ada 20.000 ekor burung per meter persegi atau 10 Arthropoda per hektar. Batas atas dan batas bawah dari kepadatan populasi ditentukan oleh arus energi dalam ekosistem, tingkatan tropik yang mana organisme tersebut tergolong, serta besar dan laju metabolismenya.

e. Dominansi

Pada umumnya komunitas alami dikontrol oleh faktor fisik (kondisi abiotik) seperti substrat, kelembapan, gelombang, ataupun beberapa mekanisme biologi. Komunitas biologi juga dikontrol atau sering dipengaruhi oleh satu spesies atau sekelompok spesies yang dapat mempengaruhi lingkungan tersebut.

Penjelasan konsep dominansi tidak mudah untuk menentukan spesies yang dominan. Dominansi di dalam komunitas mungkin berupa jumlah yang besar, memiliki biomassa yang tinggi, mendapatkan tempat yang lebih luas, menghasilkan kontribusi yang besar untuk aliran energi atau untuk siklus makanan atau memberikan pengaruh yang berarti bagi kestabilan komunitas.

Konsep dominansi mempunyai beberapa implikasi. Dalam kaitan dengan arus energi (*energy flow*) dan rantai makanan (*nutrient cycling*), konsep spesies dominan tidak mungkin spesies yang paling esensial di dalam komunitas, meskipun hal seperti ini bisa saja ada. Konsep spesies dominan juga dapat berupa spesies yang berhasil posisi atau relung hidup (*niche*) yang lebih potensial di suatu areal dibanding spesies lain dalam suatu komunitas.³⁴

B. Kerangka Konseptual

Ekosistem pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan mempunyai kekayaan habitat yang beragam di darat maupun di laut serta saling berinteraksi antara habitat tersebut. Kawasan pesisir pantai ditandai dengan adanya peralihan darat dan perairan laut maupun sungai yang terdiri dari berbagai ekosistem wilayah pesisir yang cukup luas dan terkhususkan, seperti hutan mangrove, daerah estuaria, terumbu karang dan rumput laut.

³⁴Ibrahim, "Keanekaragaman Gastropoda Pada Daerah Pasang Surut Kawasan Konservasi Hutan Mangrove Kota Tarakan dan Hubungan Antara Pengetahuan, Sikap Dengan Manifestasi Perilaku Masyarakat Terhadap Pelestariannya", Tesis Magister, Malang: Universitas Negeri Malang Program Studi Pendidikan Biologi Juni 2009, h. 34-36 t. d.

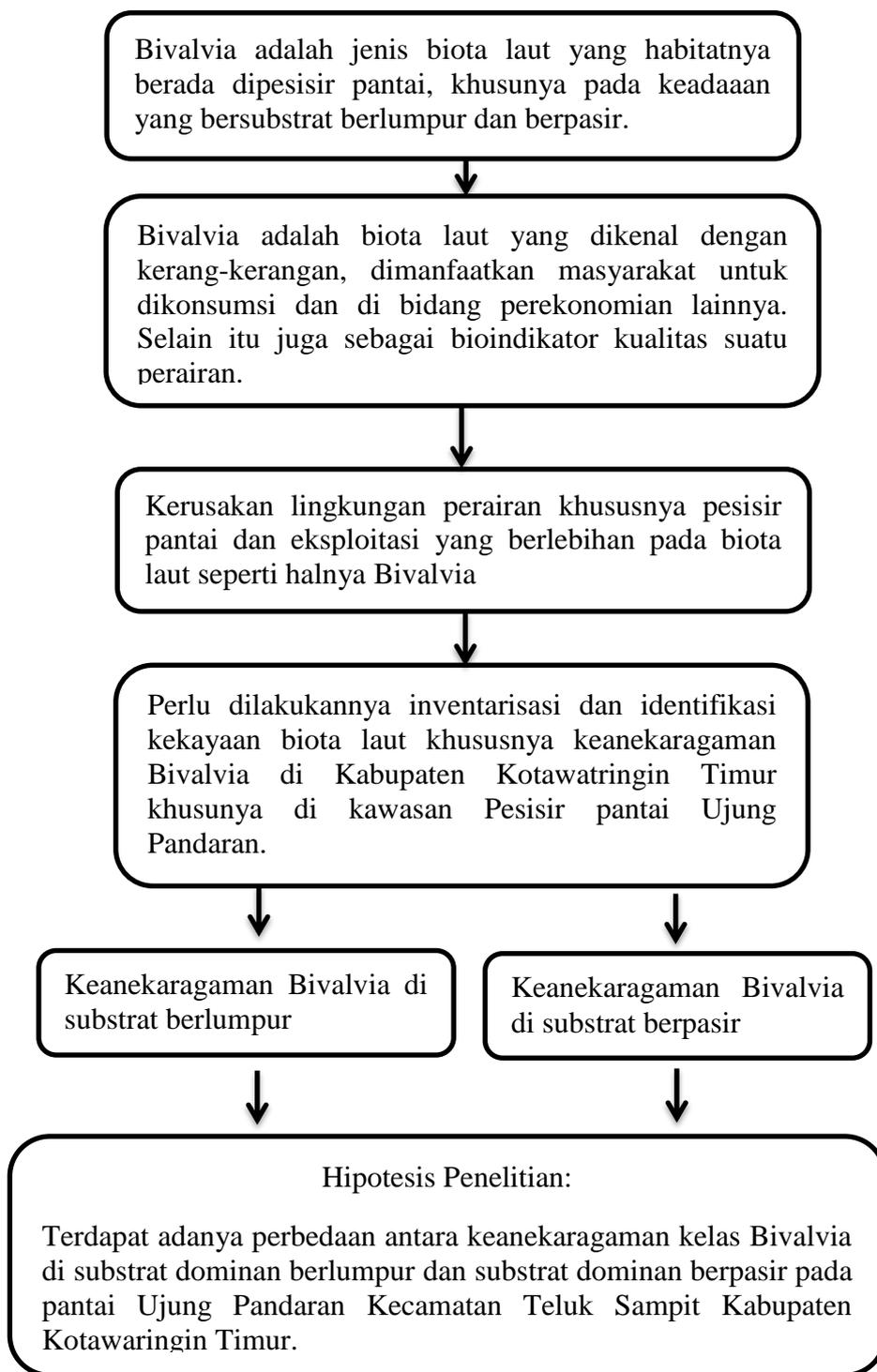
Sebagai tempat peralihan antara daratan dan laut maupun sungai, kawasan pesisir pantai ditandai oleh kelandaian (*gradient*) perubahan ekologi yang tajam. Adanya potensi yang besar, wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang paling mudah terkena dampak kegiatan manusia. Umumnya kegiatan pembangunan, pariwisata baik secara langsung maupun tidak langsung berdampak merugikan terhadap ekosistem pesisir.

Kawasan pesisir pantai juga berfungsi sebagai zona peyangga (*buffer zone*) bagi banyak hewan yang bermigrasi (ikan, udang ataupun burung) untuk mencari makan, berkembang biak dan membesarkan anaknya. Salah satunya adalah kelas Bivalvia. Pada kondisinya Bivalvia tidak hanya hidup pada substrat berpasir, tapi ia juga dapat hidup di daerah yang bersubstrat lumpur dikarenakan kebiasaan hidup Bivalvia yang seringkali menguburkan dirinya ke dalam lumpur maupun pasir untuk memperoleh makanannya.

Bivalvia merupakan salah satu kelas dari Mollusca yang memiliki sepasang cangkang. Bivalvia banyak bermanfaat dalam kehidupan manusia sejak zaman purba. Dagingnya dimakan sebagai sumber protein. Cangkangnya dimanfaatkan sebagai perhiasaan, bahan kerajinan, pakan ternak dan lainnya. Bivalvia yang menghasilkan mutiara memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi bagi manusia. Selain itu hal yang terpenting bahwa Bivalvia dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas suatu perairan yang dilihat dari keanekaragaman atau kelimpahannya pada suatu ekosistem pantai.

Melihat pentingnya peranan Bivalvia dalam ekosistem pantai dan juga masih minimnya penelitian yang mengangkat tentang keanekaragaman

Bivalvia di wilayah Kabupaten Kotawaringin Timur khususnya di pantai Ujung Pandaran Kecamatan Teluk Sampit, maka peneliti merasa perlu untuk menginventarisasi dan mengidentifikasi serta menghitung tingkat keanekaragaman kelas Bivalvia sebagai kekayaan di wilayah Kabupaten Kotawaringin Timur khususnya di pantai Ujung Pandaran Kecamatan Teluk Sampit. Sebagai tujuan digambarkan dalam kerangka konseptual sebagai berikut:



Gambar 2.9 Diagram Alur Pikir