

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Identifikasi Jenis

Identifikasi adalah suatu kegiatan mencari, menemukan, mengumpulkan dan catat data serta informasi yang dibutuhkan. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia mengidentifikasi artinya menentukan atau menetapkan (orang, hewan, benda dan sebagainya). Sedangkan menurut Putri (2021), identifikasi merupakan suatu cara untuk mengenali suatu jenis makhluk hidup. Jadi, Identifikasi merupakan suatu ilmu untuk mempelajari dan menentukan makhluk hidup berdasarkan aturan yang sesuai. Salah satu makhluk hidup yang dapat diidentifikasi yakni hewan.

Jenis adalah suatu organisme yang memiliki penampilan atau bentuk yang dapat dikenali dan merupakan gabungan individu yang dapat saling berkembang biak melalui perkawinan di antara sesamanya secara bebas (namun tidak dapat melakukannya dengan jenis lain), untuk menghasilkan generasi/keturunan yang subur (*fertil*) (Ghifari dkk, 2016).

2.2. Zooplankton

2.2.1. Definisi Zooplankton

Zooplankton merupakan plankton yang bersifat hewani sangat beraneka ragam dan terdiri dari berbagai macam larva dan bentuk dewasa yang mewakili hampir seluruh filum hewan. Dari sudut ekologi, subkelas copepoda merupakan satu golongan zooplankton yang sangat penting. Copepoda merupakan herbivor primer yaitu

crustacea holoplankton berukuran kecil yang mendominasi zooplankton. Zooplankton sebagian besar sumber nutrisinya dari materi organik, termasuk fitoplankton dan detritus. Dibandingkan kepadatan fitoplankton, zooplankton lebih sedikit kepadatannya diperairan. Pada kecepatan arus dan kekeruhan air yang rendah banyak sekali ditemukannya zooplankton (Barus, 2004).

Zooplankton bergerak atau berenang diperairan dengan cara migrasi vertikal. Zooplankton bermigrasi menuju ke dasar perairan di siang hari, selain menghindari cahaya matahari juga karena faktor pemangsaan dengan mendekati mangsa yaitu fitoplankton. Di malam hari zooplankton lebih banyak melakukan pergerakan, ini dilakukan karena banyaknya variasi makanan seperti fitoplankton.

Zooplankton adalah organisme yang bersifat heterotrof (tidak bisa menyediakan makanannya sendiri), dikarenakan dalam rantai makanan konsumen tingkat pertama adalah zooplankton dengan memanfaatkan fitoplankton sebagai sumber makanan, zooplankton juga berperan menjadi penghubung dari produsen menuju ke hewan lainnya yang memiliki tingkatan yang lebih tinggi (Hasanah *et al.*, 2014). Umumnya zooplankton memiliki ukuran tubuh sekitar 0,2-2 mm. Biota perairan memiliki peranan penting termasuklah zooplankton, yang dapat sebagai mata rantai penghubung antara produser primer dengan biota pada tingkat trofik lebih tinggi (Clark, dkk. 2001).

2.2.2. Keanekaragaman Jenis Zooplankton

Zooplankton terdiri dari 2 kelompok berdasarkan daur hidupnya yaitu Holoplankton (zooplankton sejati) dan Meroplankton (zooplankton sementara). Hewan yang hidup selamanya sebagai plankton termasuk holoplankton, seperti : filum Arthropoda terutama Subkelas Copepoda, Chordata Appendiculata, Ctenophora, Chaetognata, Protozoa, Annelida Ordo Tomopteridae dan sebagian Molusca. Hewan yang hidup sebagai plankton hanya pada stadia-stadia tertentu termasuk meroplankton, seperti larva dari Crustacea, Mollusca, Coelenterata, Annelida dan Echinodermata (Salvinus, 2015).

Berikut merupakan kelompok zooplankton berdasarkan ukuran menjadi 5 jenis menurut Saputra (2016), sebagai berikut:

Tabel 2.1. Pembagian zooplankton berdasarkan ukuran

Jenis	Ukuran	Contoh
Mikroplankton	20-200 μm	Ciliata, Foraminifera, Nauplius, Rotifera, Copepoda
Mesoplankton	200 μm - 2 m	Cladocera, Copepoda
Makroplankton	2 – 20 mm	Pteropoda, Copepoda, Euphausiid, Chaetognata
Mikronekton	20- 200 mm	Cephalopoda, Euphausiid, Sargestid, Myctopid
Megaloplankton	>20 mm	Scyphozoa, Thaliacea

Avertebrata yang memiliki morfologi tubuh besar seperti Coelenterata, Vermes, Echinodermata, Arthropoda dan Mollusca yang hidup di laut dapat merupakan meroplankton waktu masih dalam stadium larva-larva, namun juga sebagian besar banyak mati sebagai meroplankton dikarenakan mengalami kekurangan makanan atau

dimakan konsumen yang lebih besar. Dalam kelompok zooplankton terdapat beberapa filum hewan, diantaranya: Filum Protozoa, Ctenophora, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, dan Chordata (Mulyadi, 2017).

Salah satu parameter yang digunakan untuk dapat mengetahui status suatu ekosistem adalah keanekaragaman jenisnya. Parameter ini dicirikan dengan kekayaan jenis dan keseimbangan dalam ekosistem, semakin tinggi keanekaragaman jenis yang terbentuk maka menyebabkan keseimbangan ekosistem semakin stabil begitu juga sebaliknya. Apabila keanekaragaman suatu ekosistem rendah, menyebabkan tidak stabilnya ekosistem dan rentan terhadap pengaruh tekanan dari luar dibandingkan dengan ekosistem yang memiliki keanekaragaman yang tinggi. Keanekaragaman jenis pada zooplankton dapat menunjukkan tingkat kompleksitas dari struktur komunitas perairan. Keanekaragaman jenis zooplankton dapat menunjukkan dua elemen fungsi yaitu menunjukkan jumlah jenis atau kelimpahan jenis dan menunjukkan keseimbangan komunitas (Salvinus, 2015).

Alat gerak pada zooplankton berupa bulu halus atau kaki meskipun pergerakannya terbatas. Arus air mempengaruhi pergerakan zooplankton. Lingkungan sangat mempengaruhi jenis dan densitas zooplankton. Jenis yang memiliki daya adaptasi yang baik akan mendominasi perairan tersebut. Zooplankton menempati konsumen I pada rantai makanan sehingga perannya tidak bisa diabaikan.

a. Jenis-jenis Zooplankton dari Protozoa

Protista merupakan kelompok organisme dari protozoa. Seluruh kegiatan metabolismenya dilakukan pada sel itu sendiri dengan menggunakan organel-organel diantaranya membran plasma, sitoplasma dan mitokondria. Ciri-ciri umum dari protozoa yaitu organisme uniseluler (bersel tunggal), eukariotik (memiliki membran nukleus), hidup soliter (sendiri) atau berkoloni (kelompok), alat gerak berupa pseudopodia, silia atau flagela. Protozoa dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu Rhizopoda, Ciliata, Flagellata dan Sporozoa.



Gambar 2.1 Genus *Arcella* (Saputra, 2016)

b. Zooplankton dari Cnidaria

Kelas dari Cnidaria yaitu Hydrozoa, Scyphozoa, dan Anthozoa. Hanya pada kelas Hydrozoa, termasuk juga hydra dan terdiri dari spesies-spesies seperti ubur-ubur kecil yang hidup sebagai plankton. Bentuk morfologi memiliki struktur sederhana walaupun terkadang rumit. Cnidaria memiliki karakteristik yang penting yaitu sel penyengat (*nematocysts*) yang menyuntikkan venom yang bisa melumpuhkan mangsa. Ubur-ubur dari kelas Hydrozoa dan Scyphozoa termasuk filum Cnidaria yang

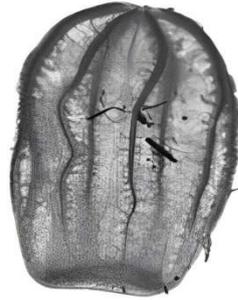
holoplankton, koloni-koloni yang kompleks dan unik dikenal dengan nama sifonofora. Spesies plankton terbesar dan kadangkadangkang memiliki jumlah besar merupakan ubur-ubur dari kelas Scyphozoa (Nogueira, 2019).



Gambar 2.2 Genus *Hydractinia* (Nogueira, 2019)

c. Zooplankton dari Ctenophora

Filum Ctenophora masih dekat dengan Cnidaria secara taksonomi, yang sebagian besarnya bersifat planktonik. deretan-deretan silia yang besar (stebes) berguna untuk bergerak dalam air. Tubuh dari filum ctenophora umumnya memiliki bentuk simetri radial, berdiameter 1-10 cm, sebagian besar berbentuk bulat atau oval, akan tetapi ada juga yang berbentuk memanjang seperti pita mencapai 1 m. Ctenophora memiliki tentakel yang dilengkapi dengan struktur sel-sel perekat koloblas (sel lasso) untuk menangkap mangsanya (Lumenta, 2017). Perbedaan Cnidaria dan Ctenophora yaitu tidak adanya sel penyengat (*nematocysts*) pada Ctenophora, namun Ctenophora mempunyai sel pelengket yang disebut coloblast, sel ini dapat melekatkan mangsanya.



Gambar 2.3 Genus *Beroe* (Cohen, 2016)

d. Zooplankton dari Annelida

Cukup banyak spesies annelida sebagai meroplankton diperairan. Jenis annelida yaitu lintah (ordo Hirudinae) hanya terdapat di air tawar dan menjadi parasit oleh ikan-ikan yang dibudidaya dikolam. Meroplankton pada annelida banyak ditemukan di pantai-pantai yang subur, seperti halnya meroplankton dari Crustacea. Trochophore larva merupakan nama dari larva annelida, jika baru keluar dari telur, memiliki bentuk yang bulat atau oval, bersilia dan memiliki divesvitus supaya ketika di lautan bisa memakan nanoplankton dan detritus yang halus (Lumenta, 2017).

e. Zooplankton dari Arthropoda

Anggota filum arthropoda merupakan bagian terbesar dari zooplankton. Crustacea satu-satunya yang hidup sebagai plankton diperairan dan crustasea merupakan zooplankton terpenting bagi ikan air tawar maupun air laut. Crustacea ditunjukkan pada hewan-hewan yang memiliki sel kitin atau kapur yang sukar dicerna. Terdapat 2 golongan dari crustasea yaitu entomostracea (udang-udangan tingkat rendah) dan malacostracea (udang-

udangan tingkat tinggi). Larva Malacostracea sebagian besarnya adalah meroplankton, sebagian besar juga mati sebagai plankton karena dimakan spesies hewan yang lebih besar atau mati karena kekurangan makanan. Entomostracea yang terdiri dari ordo-ordo Brachiopoda, Ostracoda, Copepoda dan Cirripedia, tidak mempunyai stadium Zoea seperti halnya Malacostracea. Entomostracea yang termasuk zooplankton adalah Malacostracea hanya Mycidaea dan Euphausiacea yang termasuk zooplankton kasar atau makrozooplankton (Salvinus, 2015).

Copepoda Salah satu dari subkelas crustacea yang penting diperairan. Copepoda merupakan crustacea holoplanktonik yang berukuran kecil dan mendominasi zooplankton di semua perairan. Umumnya copepoda yang hidupnya bebas berukuran kecil, panjangnya antar satu dan beberapa milimeter. Kedua antenanya yang paling besar berguna untuk menghambat laju tenggelamnya, tubuh pendek dan silinder, tubuhnya memiliki segmen-segmen. Warna tubuh umumnya keabu-abuan dan kecoklatan. Hidup di air tawar, payau dan laut. Cara copepoda memakan fitoplankton yaitu dengan cara menyaring melalui rambut-rambut (setae) halus yang tumbuh di appendiks tertentu yang mengelilingi mulut (maxilla), atau langsung menangkap fitoplankton dengan apendiksnya.

Beberapa spesies zooplankton bersifat herbivor (pemakan fitoplankton) dan membentuk rantai makanan antara fitoplankton dan ikan, dimana copepoda ini dalam rantai makanan dan

ekonomi lautan memiliki peran yang sangat penting. Copepoda sebagai organisme laut memiliki keanekaragaman dan kelimpahan yang tinggi.



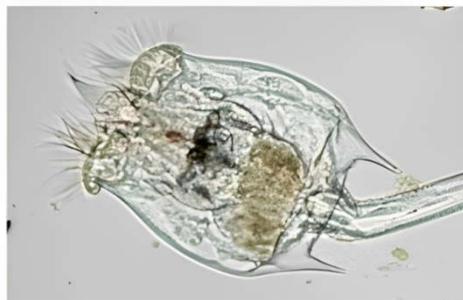
Gambar 2.4 Genus *Calanus* (Lambert *et al*, 2020)

f. Zooplankton dari Rotifera

Rotifera ini terdapat 3 kelas diantaranya Seisionidea, Bdelloidea dan Monogonanta. Dalam kelas Monogonanta mempunyai siklus hidup partenogenetik terdiri dari fase aseksual dan seksual. Pada lingkungan yang khusus kelompok ini mampu melakukan reproduksi seksual dan aseksual secara bersamaan namun sebagian masa hidupnya berada dalam fase aseksual. Faktor dalam menentukan jenis kelamin belum bisa dipahami tetapi untuk faktor makanan, tidak adanya stres fisiologis juga genetis memainkan peranan penting dalam hal ini.

Kelas monogonanta mempunyai susunan morfologi tubuh sederhana yaitu terdiri dari kepala, badan, dan kaki. Terdapat sekumpulan silia disekitar bagian kepala yang disebut corona yang membentuk dalam pergerakannya. Selama fase aseksual dalam siklus hidupnya menghasilkan kista. Kista rotifer dapat melindungi embrio dengan cara menekan proses metabolisme

sehingga bisa bertahan selama beberapa tahun. Kista yang dihasilkan mirip dengan besar dari telur yang dihasilkan melalui fase seksual. Perbedaan keduanya hanya ditutupi oleh cangkang yang keras serta dapat bertahan dilingkungan yang ekstrim. Ketika berada dalam lingkungan yang sesuai, kista bisa menetas pada usia 24 /48 jam pada suhu 25°C dengan intensitas cahaya yang baik.



Gambar 2.5 Genus *Brachinoid* (Lambert *et al.*, 2020)

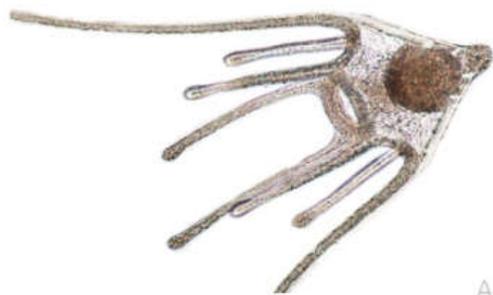
g. Zooplankton dari Mollusca

Kelas dari mollusca diantaranya Gastropoda, Pelecypoda (Bivalvea) dan Cephalopoda. Meroplankton dari Gastropoda juga Bivalvea tidak begitu berperan penting dalam perairan air tawar. Dalam filum mollusca biasanya terdiri dari hewan-hewan bentik yang lambat. Akan tetapi, ada pula bermacam mollusca yang sudah mengalami adaptasi khusus supaya bisa hidup sebagai holoplankton. Pteropoda dan Heteropoda merupakan mollusca planktonik yang mengalami modifikasi tertinggi. Secara taksonomi dua kelompok tersebut dekat dengan siput dan termasuk kelas Gastropoda. Pteropoda memiliki 2 tipe, yakni bercangkang (ordo Thecosomata) dan telanjang (Ordo

Gymnosomata). Pteropoda bercangkang ini memiliki cangkang yang mudah hancur/rapuh, pemakan tumbuhan (herbivora), dan kakinya yang berbentuk sayap digunakan untuk berenang. dibandingkan pteropoda bercangkang, pteropoda telanjang dapat berenang lebih cepat. Untuk heteropoda ini merupakan karnivora berukuran besar, memiliki tubuh seperti agar-agar yang tembus cahaya (Lumenta, 2017).

h. Zooplankton dari Echinodermata

Filum Echinodermata hanya larva-larva dari beberapa ordo yang termasuk meroplankton. Genus-genus Echinodermata yang larva-larvanya merupakan meroplankton ialah Bipinnaria, Brachiolarva, dan Auricularia. Memiliki kulit keras (zat kitin) dengan 5 lengan seperti jari, terdapat tonjolan kerangka dan duri di permukaan tubuh, bentuk tubuh beragam.



Gambar 2.6 Genus *Salmacis* (Agus dan Wahab, 2015)

i. Zooplankton dari Chordata

Menurut evolusi, chordata ini keturunan dari spesies-spesies yang hidup sebagai zooplankton, memiliki bentuk mirip dengan larva-larva Echinodermata. Chordata ini termasuk mamalia. Dalam 4 subfilum Chordata, terdapat 2 subfilum

hidupnya sebagai zooplankton diantaranya Enteropneusta dan Urochordata. Larva-larva dari Enteropneusta ini bentuknya seperti larva Echinodermata, seperti Tornaria-larva (Nogueira, 2012).



Gambar 2.7 Genus *Doliolum* (Nogueira, 2012)

j. Zooplankton dari Platyhelminthes

Platyhelminthes disebut juga cacing pipih karena bentuknya yang padat. Filum ini hanya berisi spesies parasit. Sebagian besar kelas yang hidup adalah kelas turbellaria. Namun, perkembangan parasit kelas trematoda bisa kadang-kadang diamati didalam berbagai organisme planktonik transparan seperti medusa dan chaetognata yang biasanya hanya inang perantara (Conway, 2012).

k. Zooplankton dari Gastrotrichs

Gastrotrichs (punggung berbulu) merupakan sebuah divisi dari mikroskopis (0,06-3,0 mm) memiliki hewan yang melimpah baik di air tawar juga lingkungan laut. Bentuk tubuh gastrotrichs ini bilateral simetris, tubuhnya transparan dan bagian bawah datar. Terdapat silia menutupi tubuhnya, terutama bagian mulut dan permukaan ventral, terdapat proyeksi terminal dua dengan kelenjar semen, berfungsi dalam adhesi. Ini merupakan sistem

ganda dimana satu kelenjar mengeluarkan lem dan yang lain mengeluarkan deperekat untuk memutuskan sambungan. Seperti kebanyakan hewan mikroskopis, penggerak mereka ini utamanya didukung oleh hidrostatik.



Gambar 2.8 Genus *Aspidiophorus* (James & Alan, 2001)

2.3. Faktor Yang Mempengaruhi Kehidupan Zooplankton

2.3.1. Suhu

Sifat fisika, kimia dan biologi biota dapat dipengaruhi oleh suhu, suhu berperan penting dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Hal ini karena dipengaruhi oleh aspek distribusi parameter seperti reaksi kimia dan biologi di perairan. Peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi diakibatkan oleh peningkatan suhu. Suhu naik 10°C bisa menaikkan kecepatan reaksi kimia hingga 2-3 kali lipat, namun dalam peningkatan suhu tersebut disertai oleh penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen ini seringkali tidak bisa memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik dalam melakukan proses respirasi dan metabolisme (Pongngarang, 2018).

Keberadaan zooplankton secara fisiologis dan ekologis dapat juga dipengaruhi oleh suhu perairan. Secara fisiologis fekunditas, lama hidup, dan ukuran dewasa zooplankton berpengaruh dari perbedaan suhu perairan. Secara ekologis perbedaan komposisi dan kelimpahan zooplankton dipengaruhi oleh perubahan suhu. Suhu juga dapat memengaruhi daur hidup organisme dan menjadi faktor pembatas penyebaran suatu jenis dengan mempertahankan kelangsungan hidup, reproduksi, perkembangan dan kompetisi. Ekosistem perairan yang baik tergantung oleh perubahan suhu tersebut (Apriadi dkk, 2021).

2.3.2. Kecerahan

Kecerahan merupakan tingkat atau transparansi perairan, dengan cara diukur menggunakan secchi disk. Nilai kecerahan dipengaruhi oleh beberapa faktor dinyatakan dalam satuan meter yakni waktu, cuaca dan kekeruhan. Kekeruhan air yang tinggi bisa berdampak pada sistem osmoregulasi organisme, misalnya pernafasan dan daya lihat organisme akuatik, termasuk zooplankton, hal ini bisa berpengaruh terhadap perkembangbiakan larva plankton dan mengakibatkan kematian (Amaliah, 2011).

2.3.3. Arus

Faktor utama yang membatasi penyebaran biota dalam perairan adalah arus. Arus bisa membawa larva plankton menjauh dari habitat induknya dan menuju ke tempat mereka menetap dan berkembangbiak. Di daerah mangrove, arus yang disebabkan oleh

pasang surut memiliki pengaruh nyata pada distribusi plankton. Dalam menentukan pergerakan dan distribusi plankton pada suatu perairan, arus merupakan peran yang paling penting. Arus adalah sarana transportasi baku untuk makanan dan oksigen bagi suatu organisme diperairan. Pergerakan pada zooplankton terjadi secara vertikal pada beberapa lapisan perairan, untuk kekuatan berenanganya sangat kecil jika dibandingkan dengan kekuatan arus tersebut (Apriadi dkk, 2021).

2.3.4. Salinitas

Dalam kelangsungan hidup organisme air salinitas memiliki peranan penting, khususnya biota plankton. Secara vertikal, bertambahnya kedalaman, nilai salinitas air laut akan semakin besar tetapi perubahan ini tidak linear. Lapisan dalam akan memperoleh salinitas yang tinggi. Beberapa faktor yang mempengaruhi sebaran horizontal salinitas diantaranya pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, dan air sungai (Kalangi *et.al.*,2013). Setiap spesies zooplankton memiliki tingkat toleransi sangat beragam. Penghambatan pertumbuhan dan peningkatan kematian pada zooplankton terjadi pada salinitas yang ekstrem (Apriadi dkk, 2021).

2.3.5. Derajat keasaman (pH)

Dalam memantau kualitas perairan, menentukan baik buruknya suatu perairan juga sebagai indikator terkait kondisi keseimbangan unsur-unsur kimia didalam ekosistem perairan, derajat keasaman menjadi salah satu parameter yang penting. Oleh karena itu, pH suatu perairan bisa digunakan sebagai indikator produktivitas perairan.

Dalam proses biokimiawi perairan, Nilai pH sangat mempengaruhi misalnya proses nitrifikasi akan berakhir apabila pH rendah. Derajat keasaman juga dapat mempengaruhi struktur komunitas perairan. Menurunnya keanekaragaman plankton dan bentos yaitu pada kisaran 6.0-6,5, Semakin terlihat menurunnya nilai keanekaragaman plankton dan bentos pada kisaran 5,5-6,0, penurunan kelimpahan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifiton, dan bentos semakin besar pada kisaran 5,0-5,5 (Syamsuddin, 2014).

2.3.6. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan gas untuk respirasi yang sering sering digunakan faktor pembatas dalam lingkungan perairan. Ditinjau dari segi ekosistem, kecepatan metabolisme dan respirasi ditentukan oleh kadar oksigen terlarut dan sangat penting bagi kelangsungan dan pertumbuhan organisme air. Naiknya suhu dapat mengurangi kadar kandungan oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut yang optimal yaitu dalam skala lebih dari 5 mg/l yang disukai oleh plankton (Yuniarno *et al*, 2015).

2.4. Animalia

Kingdom Animalia terdiri dari beberapa filum dengan ciri-ciri dan bentuk yang berbeda-beda antara satu filum dengan filum lainnya.

2.3.1. Ciri Umum Animalia

Ciri-ciri umum setiap hewan sama, maka dari itu mereka dikelompokkan ke dalam Kingdom Animalia. Ciri-cirinya yaitu:

- a. Organisme eukariotik dan multiselular.
- b. Bersifat heterotrof, yaitu memperoleh energi dengan cara memakan organisme lain (tumbuhan atau hewan lain). Inilah sifat umum membedakan antara tumbuhan dan hewan.
- c. Tidak memiliki dinding sel pada sel hewan.
- d. Pada hewan, tidak memiliki klorofil sehingga mereka tidak dapat berfotosintesis.
- e. Bereproduksi dengan cara yang khas, yakni secara kawin (seksual). Bereproduksi secara aseksual hanya beberapa jenis.
- f. Memiliki otak dan sistem syaraf pada sebagian besar hewan.
- g. Organisme yang bergerak aktif (*motile*).

2.4.1. Klasifikasi Animalia

Kingdom Animalia oleh para ahli zoologi dikelompokkan menjadi hewan vertebrata dan invertebrata berdasarkan pada ada dan tidaknya tulang belakang (*vertebrae*). Berdasarkan habitatnya, hewan dibagi menjadi hidup di darat atau terestrial dan hidup di air (laut, payau, tawar) atau akuatik. Akan tetapi, kelompok-kelompok tersebut bukan merupakan klasifikasi ilmiah. Klasifikasi dan pemberian nama ilmiah hewan, secara internasional diatur dalam *International Code of Zoological Nomenclature* atau Kode Internasional Tatanama Hewan. Di bawah kategori kingdom, Dunia Hewan dibagi ke dalam beberapa filum. Kingdom Animalia memiliki dua kelompok besar, yaitu Invertebrata (hewan tidak bertulang belakang) dan Vertebrata (hewan bertulang belakang).

a. Invertebrata

1) Arthropoda

Arthropoda berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *arthros* (sendi atau ruas) dan *podos* (kaki). Arthropoda yaitu kelompok hewan yang memiliki tubuh yang beruas-ruas, serta kaki bersendi, tubuhnya dibedakan antara caput, torax, dan abdomen, Jumlah kaki pada filum ini mengalami modifikasi yang sesuai kelasnya. Memiliki rangka luar tersusun oleh kitin. Arthropoda dibagi menjadi 4 kelas berdasarkan persamaan dan perbedaan struktur tubuh, yakni Crustacea, Myriapoda, Arachnida, dan Insecta (Subardi, 2009).

2) Rotifera

Rotifer berbentuk seperti piala, pada bagian korona atau mulut dilengkapi dengan bulu getar yang bergerak aktif dan berwarna putih. Korona berdiameter sekitar 60-80 mikron. Tubuh rotifera memiliki 3 bagian yakni kepala, badan dan kaki atau ekor. Bagian kaki dan ekor berakhir dengan belahan yang disebut jari. Kutikula yang tebal disebut "lorika" merupakan pelapis badan rotifera. Bagian kepala rotifer memiliki duri, sepasang ditengah sebagai duri yang panjang. Ujung depan tubuh rotifer terdapat gelang-gelang silia yang melingkar seperti spiral disebut "korona" yang berguna untuk memasukkan makanan kedalam mulutnya.

Panjang tubuh sekitar 60-273 Um dan lebar sekitar 92-170 Um. Terdapat 3 kelas yakni: Monogonanta, Seisothoeca dan Bdellozoa (Subardi, 2009).

3) Porifera

Porifera adalah kelompok hewan yang menetap (sessil) di dasar perairan. Tubuhnya memiliki pori atau lubang-lubang kecil yang disebut ostium. Porifera termasuk hewan diploblastik tersusun atas dua lapis sel. Lapisan luar tersusun dari sel-sel epitel sederhana yang disebut pinakosit. Pada lapisan dalam tersusun dari sel-sel berleher dinamakan sel koanosit. Koanosit memiliki flagella, vakuola dan nukleus. Diantara pinakosit dan koanosit terdapat mesoglea. Ada 2 macam bahan pembentuk rangka tubuh Porifera, yaitu spikula dan spongin. Terdapat 3 kelas pada porifera, yaitu: Calcarea, Hexactinellida dan Demospongia (Subardi, 2009).

4) Coelenterata

Kelompok hewan berkulit duri, lapisan tubuhnya triploblastik. Saat larva berbentuk bilateral simetris. Setelah dewasa, tubuhnya berbentuk simetris radial. Rangka tubuhnya terdiri dari lempeng-lempeng kapur. Dikarenakan epidermisnya diperkuat oleh kepingan kapur (osikula). Epidermis ini dilengkapi oleh tonjolan duri-duri halus dari kapur. Mesodermis mengandung endoskeleton yang dapat digerakkan dan terikat lempengan kalkareus. Memiliki kaki

pembuluh (kaki ambulakral) yang digunakan untuk bergerak. Memiliki 3 kelas pada coelenterata, yaitu: Hydrozoa, Scyphozoa, Anthozoa (Widiyanto, 2020).

5) Platyhelminthes

Hewan ini tidak memiliki rongga tubuh (selom), bentuknya simetri bilateral. Ada 3 lapisan penyusun tubuh (triploblastik) yaitu ectoderm, mesoderm, dan endoderm. Ekotoderm akan membentuk epidermis dan kutikula. Mesoderm akan membentuk alat reproduksi, jaringan otot dan jaringan ikat. Sementara itu, endoderm akan membentuk gastrovaskuler yang merupakan saluran pencernaan. Tidak memiliki anus meskipun memiliki saluran pencernaan. Hewan ini hidup secara parasit, ada yang hidup bebas di perairan. Memiliki 3 kelas, yaitu Turbellaria (cacing berambut getar), Trematoda (cacing isap), dan Cestoda (cacing pita) (Widiyanto, 2020).

6) Nematelminthes

Bentuk tubuh silindris dan bulat panjang. Permukaan tubuhnya tidak memiliki segmen dan ditutupi oleh kutikula. Termasuk dalam bilateral simetris. Tubuhnya tersusun triploblastik dan telah memiliki rongga badan disebut pseudocoelom. Ada yang hidup bebas, ada juga yang parasit. Ditemukan di darat, air tawar dan air laut. Terdapat 2 kelas, yaitu; Aphasmidia dan Phasmidia (Widiyanto, 2020).

7) Annelida

Mempunyai rongga (coelom). Termasuk triploblastik dan tersusun kutikula pada tubuhnya. Reproduksi secara aseksual dan seksual. Memiliki tiga kelas, yaitu Polychaeta, Oligochaeta, dan Hirudinae (Widiyanto, 2020).

8) Mollusca

Memiliki tubuh lunak dan bentuk simetri bilateral pada kelompok ini. Termasuk triploblastik. Tubuh mollusca memiliki cangkang. Cangkang ini terbuat dari kalsium karbonat yang berfungsi melindungi tubuhnya. Jenis Mollusca lain ada yang tidak memiliki cangkang, karena rangka eksternalnya mengalami reduksi menjadi rangka internal. Antara tubuh dan cangkangnya terdapat mantel. Alat geraknya yaitu berupa kaki untuk merayap atau menangkap mangsa. Memiliki 7 kelas diantaranya Aplacophora, Monoplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Gastropoda, Cephalopoda dan Pelecypoda (Widiyanto, 2020).

9) Echinodermata

Lapisan tubuhnya triploblastik dan kulitnya memiliki duri, saat masih larva berbentuk bilateral simetris. Setelah dewasa, berbentuk simetris radial. Rangka tubuh terdiri dari lempeng-lempeng kapur. Dikarenakan epidermisnya diperkuat oleh kepingan kapur (osikula). Lapisan luar (Epidermis) dilengkapi dengan tonjolan duri-duri halus dari

kapur. Mesodermis mengandung endoskeleton yang dapat digerakkan dan terikat lempengan kalkareus. Memiliki kaki pembuluh (kaki ambulakral) untuk bergerak. Terdiri dari 5 kelas, yaitu Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, dan Crinoidea (Widiyanto, 2020).

b. Vertebrata

Memiliki ruas-ruas tulang belakang sebagai perkembangan dari notokorda. Habitatnya berada di darat, air tawar dan laut. Bentuk kepala vertebrata jelas dengan otak yang dilindungi oleh *cranium* (tulang kepala). Memiliki rahang dua pasang (kecuali Agnatha), bernapas dengan insang, paru-paru, dan kulit. Anggota gerak bervariasi yaitu berupa sirip, sayap, kaki dan tangan, ada juga yang tidak mempunyai anggota gerak. Mempunyai sepasang mata, umumnya juga memiliki sepasang telinga. Subfilum Vertebrata terdiri dari lima kelas, yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mamalia (Subardi, 2009).

2.5. Ekosistem Sungai

Ekosistem perairan didaratan memiliki 2 kelompok yakni perairan *lentic* (tenang) dan perairan *lotic* (perairan berarus deras). Ciri dari perairan lotik yakni adanya arus terus menerus dengan kecepatan bervariasi sehingga perpindahan massa air berlangsung terus-menerus, contoh: sungai, kali, parit, dan lainnya. Istilah lain perairan menggenang ialah perairan tenang yakni perairan dimana aliran airnya lambat atau bahkan tidak ada dan massa air

terakumulasi dalam periode waktu yang lama. Namun, arus bukan menjadi faktor pembatas utama bagi biota yang hidup didalamnya (Lampert & Sommer, 2007).

Menampung curah hujan dan mengalirkannya sampai ke laut merupakan fungsi utama dari sungai. Ekosistem sungai ialah habitat bagi organisme akuatik yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya. Organisme akuatik yaitu tumbuhan air, plankton, perifiton, bentos, dan ikan. Sungai sebagai sumber air sangat dimanfaatkan masyarakat untuk berbagai keperluan dan kegiatan, seperti kebutuhan rumah tangga, pertanian, industri, dan pemanfaatan lainnya. Apabila kegiatan-kegiatan tersebut tidak dikelola dengan baik akan dapat berdampak negatif terhadap sumberdaya air, diantaranya yakni menurunnya kualitas air (Asdak, 2002).

Alur sungai secara umumnya, dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu bagian hulu, tengah dan hilir. Untuk bagian hulu yaitu daerah sumber erosi, pada umumnya alur sungai melalui daerah pegunungan/perbukitan yang cukup tinggi dari permukaan laut. Pada umumnya substrat permukaan pada bagian hulu berupa bebatuan dan pasir. Hulu sungai ialah zona antara ekosistem daratan dengan ekosistem perairan dan sering kali merupakan daerah yang kaya akan biodiversitas. Kecepatan aliran alur sungai di bagian hulu lebih besar daripada bagian hilir, akibatnya saat banjir material hasil erosi yang diangkut tidak saja partikel sedimen halus namun juga pasir, kerikil bahkan batu (Louhi dkk, 2010).

Daerah peralihan dari bagian hulu dan hilir merupakan bagian tengah. Kemiringan dasar sungai lebih landai sehingga kecepatan aliran relatif lebih

kecil pada bagian hulu. Pada bagian tengah pada permukaan dasar umumnya berupa pasir atau lumpur. Daerah aliran sungai yang akan bermuara ke laut atau sungai lainnya merupakan bagian hilir. Bagian tersebut umumnya melalui daerah dengan substrat permukaan berupa endapan pasir halus sampai kasar, lumpur, endapan organik dan jenis endapan lainnya yang sangat labil. Bagian hilir memiliki alur sungai dengan bentuk berkelok-kelok. Bentuk alur tersebut disebut meander.

Ekosistem memiliki 2 karakteristik utama yakni aliran energi dan siklus materi yang terjadi didalam ekosistem tersebut. Energi berasal dari luar digunakan dalam suatu ekosistem, seperti cahaya matahari dimanfaatkan oleh tumbuhan dan diubah menjadi panas oleh organisme heterotropik. Aktivitas dari organisme heterotropik melepaskan substansi esensial, seperti karbondioksida yang bisa digunakan kembali dalam fiksasi energi oleh tumbuhan (Lampert & Sommer, 2007).

Konsep ekosistem yang diterapkan pada sungai merujuk pada ekosistem air mengalir. Daratan di sekitar sungai memperoleh energi yang mengalir didalamnya dibandingkan dari dalam sungai sendiri. Ekosistem sungai memperoleh energi berupa materi organik aloktonus ke dalam air dari daratan yang digunakan oleh organisme akuatik. Dalam ekosistem sungai terdapat permasalahan terhadap siklus materi. Substansi yang dihasilkan dari proses dekomposisi tidak tersedia untuk organisme produsen, dikarenakan substansi ini terbawa ke dasar perairan akibat dari arus yang mengalir. Akan tetapi, substansi tersebut bisa digunakan oleh organisme benthik yang hidup di dasar perairan (Lampert & Sommer, 2007).

2.6. Kawasan Sungai Sekanak

Sungai Sekanak merupakan anak Sungai Musi dan terletak di Kota Palembang dengan total luas daerah aliran 11,40 km². Sungai ini bagian dari sistem drainase yang terdiri dari sembilan belas sistem yang ada di Wilayah Kota Palembang. Sungai Sekanak memiliki muara di Pasar Sekanak dan hulu hingga ke Jalan Soekarno Hatta. Sungai Sekanak berlokasi di Ilir Barat II memiliki panjang 2.000 m, dengan lebar 2-14 m, dan kedalamannya 1-4 m. Air Sungai Sekanak dapat berubah-ubah, air tidak keruh apabila di musim hujan karena air mengalir, apabila musim kemarau air Sungai Sekanak kembali menjadi keruh (Heldayani, 2020).

Sungai Sekanak mengalir membelah kawasan sekanak, keberadaan sungai ini tidak bisa dilepaskan dari perkembangan morfologi kota Palembang karena sungai ini termasuk tempat bersejarah. Sungai Sekanak yang berada di pinggir sungai musini berada ditengah kota dulunya sangat kumuh & berada disekitar rumah warga sehingga dijadikan tempat pembuangan sampah, jika musim hujan mengakibatkan banjir di sungai ini.

Berada pada posisi strategis didekat daerah wisata Benteng Kuto Besak (BKB) dan padat aktivitas seperti pasar. Dibandingkan tahun sebelumnya, kini Sungai Sekanak telah dilakukan penataan badan sungai oleh Pemerintah sehingga dijadikan destinasi wisata orang Palembang. Meskipun demikian, tetap menimbulkan masalah pada sungai sekanak seperti penumpukan sampah dan pendangkalan akibat sedimentasi sehingga dampak dari kegiatan masyarakat tersebut, Sungai Sekanak mengalami pencemaran dimana terjadi perubahan fisik air (Andayani dan Umari, 2020).

2.7. Bioindikator

Bioindikator merupakan komponen biotik (makhluk hidup) yang dijadikan sebagai indikator. Keberadaan indikator biotik dapat menunjukkan waktu, lokasi, kondisi alam dan perubahan kualitas lingkungan yang terjadi akibat aktifitas manusia. Hal yang mendasari suatu organisme dapat dijadikan sebagai bioindikator terletak pada kecenderungan atau toleransi terhadap habitat tertentu, ditambah dengan kemampuan tumbuh, dimana organisme lain tidak dapat hidup pada kondisi kualitas air tertentu. Plankton telah lama digunakan sebagai bioindikator kualitas air. Karena siklus hidup yang pendek, plankton cepat merespon terhadap perubahan lingkungan dan komposisi spesies plankton menandakan kualitas dari massa air yang diambil. Plankton berguna sebagai indikator kualitas air sangat terbatas karena distribusi persebarannya kecil. Informasi yang diperoleh dari plankton sebagai bioindikator akan lebih baik jika dikaitkan dengan data faktor fisika dan kimia serta biologi lainnya (Bellinger & Sigeo, 2010).

2.8. Ensiklopedia Sebagai Bahan Ajar

2.8.1. Definisi Ensiklopedia

Menurut Prasetyo (2015) ensiklopedia merupakan kumpulan tulisan berisi tentang penjelasan dari berbagai informasi yang lengkap dan mudah dipahami yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan atau khusus tentang cabang ilmu pengetahuan tertentu yang tersusun berdasarkan abjad atau kategori tertentu dan dicetak dalam bentuk buku. Ensiklopedia yakni bahan rujukan untuk mencari informasi

tentang berbagai hal dan mencakup berbagai macam bidang ilmu. Namun, isi dari ensiklopedia bisa dari bidang ilmu tertentu (seperti biologi, kimia, alat-alat dan bahan laboratorium) atau suatu disiplin ilmu tertentu (seperti ensiklopedia linguistik). Nama kamus besar ilmu pengetahuan manusia dikenal sebagai istilah lain dari ensiklopedia oleh orang-orang. Ensiklopedia adalah daftar istilah-istilah ilmu pengetahuan dengan tambahan keterangan ringkasan tentang arti dari istilah-istilah tadi. Ensiklopedia mempunyai ciri-ciri yang khas dari buku-buku lainnya yakni, memiliki daftar istilah-istilah dan ditambahkan penjelasan dari istilah tersebut serta disusun menurut abjad sehingga mudah untuk menggunakannya. Isi dari ensiklopedia meliputi nama istilah dan diilustrasikan dengan gambar serta diberi penjelasan sehingga mudah dipahami.

2.8.2. Kelebihan dan Kelemahan

Kelebihan dari ensiklopedia yakni dapat merangsang peserta didik untuk aktif, kreatif dan berpikir kritis. Ensiklopedia juga dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan pengetahuan kognitif. Kemudian kelebihan dari ensiklopedia yakni peserta didik dapat memperoleh informasi yang akurat & detail mengenai materi atau bahasan yang disajikan. Ensiklopedia juga digunakan sebagai pelengkap dari buku teks dan penyedia informasi baru dalam pembelajaran (Arafah, Santoso & Noor, 2017).

Menurut Schopflin (2014) menyebutkan bahwa ensiklopedia masih memiliki tanggapan yang kurang baik dari masyarakat

dikarenakan buku yang tebal dan berat, desainnya yang kuno, mencari dengan menggunakan abjad dan judul. Di era dengan teknologi yang semakin maju ensiklopedia mulai tergantikan oleh ensiklopedia daring yang lebih mudah diakses dimanapun dan kapanpun.

2.9. Penelitian Terdahulu

Ada beberapa referensi dari penelitian terdahulu untuk dijadikan sebagai acuan dan sumber informasi untuk memudahkan jalannya penelitian tentang Zooplankton serta sumbangsuhnya. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang digunakan, antara lain:

2.9.1. Riyantini, dkk (2020) menyatakan bahwa hasil dari penelitian yang ditemukan di Perairan Hutan Mangrove Teluk Ciletuh terdapat 41 genus zooplankton yang didominasi genus *Cyclops* sp. nilai keanekaragamannya sebesar 0,47-1,42. Kualitas air yang diperoleh di perairan mangrove Teluk Ciletuh berada pada kondisi yang kurang produktif karena nilai pH, salinitas, dan DO dibawah baku mutu perairan. Perairan tersebut memiliki status mesotrofik, dengan kelimpahan 7,39–72,06 ind/L. Berdasarkan pada kelimpahan zooplankton dan kualitas perairan, maka kesuburan perairan di Hutan Mangrove Teluk Ciletuh termasuk kategori cukup subur atau tingkat kesuburan sedang.

2.9.2. Eka (2019), menyatakan bahwa hasil penelitian yang ditemukan di Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. Saat sampling secara vertikal terdiri dari filum Annelida, Arthropoda, Chordata, Cnidaria dan

Mollusca yang terbagi atas 15 taksa. Sedangkan sampling secara horizontal terdiri dari filum Arthropoda, Chordata, Cnidaria dan Mollusca yang terbagi atas 17 taksa Zooplankton.

- 2.9.3. Putri (2022), menyatakan bahwa hasil dari penelitian yang ditemukan di Perairan sekitar Muara Sungai Musi Sumatera Selatan didapatkan 26 taxa zooplankton terbagi 11 kelompok: Cepapoda, monogonanta, Cladocera, Ostrcoda, Gastropoda, Tubulinea, Larva Crustasea, Appendicularia, Rotaliana, Polychaeta serta larva ikan. Kelimpahan terbanyak dari kelompok larva Crustasea & Copepoda.
- 2.9.4. Noviar, D (2015) menyatakan bahwa telah dihasilkan ensiklopedia IPA Terpadu Berbasis *Scientific Approach* dan *Indigenous Science*. Hasil penilaian para ahli (materi dan media), *peereviewer* dan guru, kualitas ensiklopedia IPA terpadu adalah sangat baik (SB) dengan presentase 87,22% sedangkan respon 25 orang siswa hasilnya sangat baik (SB) dengan presentase keidealan 84,4%. Kesimpulan bahwa ensiklopedia IPA terpadu yang dikembangkan dengan model ADDIE layak digunakan dalam pembelajaran IPA siswa kelas VI SD/MI.
- 2.9.5. Hasyim (2017), menyatakan hasil keseluruhan nilai presentase keidealan ensiklopedia adalah 85,05% termasuk kategori sangat baik dan menyatakan bahwa ensiklopedia keanekaragaman hewan invertebrata di zona intertidal Pantai Krakal untuk siswa kelas X SMA/MA ini layak digunakan sebagai alternatif sumber belajar.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas mengenai zooplankton maupun sumbangsuhnya, maka persamaan dari penelitian ini adalah

mengidentifikasi zooplankton dan menggunakan ensiklopedia untuk sumbangsih yang dihasilkan. Sedangkan perbedaannya terletak pada lokasi penelitian, dimana penelitian ini memilih sungai sekanak yang belum pernah diteliti dan kondisi parameter sungai yang berbeda, pada hewan yang dibatasi juga berbeda. Untuk sumbangsih, perbedaannya pada materi yang dipakai.

2.9. Kerangka Konseptual

