

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keanekaragaman

Istilah keanekaragaman dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah hal atau keadaan beraneka ragam. Menurut Xu *et al.* (2020) keanekaragaman adalah konsep yang sering digunakan di berbagai disiplin ilmu, mulai dari biologi, ekologi, teori investasi dan portofolio, linguistik dan sosiologi. Dari masing-masing disiplin ilmu tersebut, keanekaragaman adalah ukuran jangkauan dan distribusi ciri-ciri tertentu dalam suatu populasi tertentu. Hal ini dianggap sebagai atribut utama yang dapat berubah secara dinamis, dipengaruhi oleh interaksi antar populasi, dan dimodifikasi oleh faktor lingkungan. Sedangkan menurut Rahman (2021) konsep keanekaragaman pada umumnya terkait dengan keragaman dan kelimpahan spesies pada unit tertentu.

Menurut *Convention on Biological Diversity (CBD)*, keanekaragaman makhluk hidup adalah keragaman organisme hidup dari semua sumber termasuk, antara lain, ekosistem darat, laut dan perairan lainnya serta ekologi kompleks di mana mereka menjadi bagiannya; ini termasuk keanekaragaman dalam spesies, antar spesies dan ekosistem (*Convention On Biological Diversity, 2011*). Sehingga disimpulkan bahwa konsep keanekaragaman dapat digunakan dalam berbagai disiplin ilmu, mulai dari biologi, ekologi, teori investasi dan portofolio, linguistik dan sosiologi. Dalam biologi keanekaragaman pada umumnya terkait dengan keragaman dan kelimpahan spesies pada unit tertentu, serta keanekaragaman makhluk hidup yaitu keragaman organisme hidup dari semua sumber, antara lain, ekosistem darat, laut dan perairan lainnya serta ekologi kompleks di mana mereka menjadi bagiannya; ini termasuk keanekaragaman dalam spesies, antar spesies dan ekosistem.

2.1.2 Gastropoda

Kelas gastropoda berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu “*gaster*” artinya perut dan “*podos*” artinya kaki sehingga dapat diartikan sebagai hewan yang berjalan dengan perut (Miller & Tupper, 2024). Gastropoda sering

disebut dengan keong (bercangkang) atau siput (tanpa cangkang). Keong memiliki satu cangkang dengan bentuk bervariasi, dari oval, bulat, hingga seperti trompet panjang. Kelas gastropoda tergolong filum Moluska karena memiliki tubuh lunak, tidak bertulang belakang dan sebagian memiliki struktur cangkang (Marwoto *et al.*, 2020). Gastropoda merupakan hewan yang bergerak menggunakan kakinya untuk bergerak yang sering kali disebut sebagai keong (bercangkang) dan siput (tanpa cangkang).

Gastropoda secara sistem klasifikasi tradisional dibagi tiga subkelas, yaitu *Prosobranchia*, *Opisthobranchia*, dan *Pulmonata* (Thiele, 1998). Meskipun secara filogenetik sudah tidak berlaku lagi namun ketiga penamaan subkelas tersebut masih digunakan untuk merujuk pada kelompok gastropoda. Istilah-istilah ini deskriptif dan akrab bagi ahli zoologi dan banyak digunakan dalam literatur gastropoda. Dengan sekitar 65.000 spesies dari 600 famili, gastropoda menempati urutan kedua setelah serangga.

Gastropoda *Prosobranchia* (dalam Bahasa Yunani, *pre* (sebelum) dan *branchia* (insang)) dinamakan demikian karena insang terletak di rongga mantel di depan jantungnya. Kebanyakan prosobranchia adalah herbivora atau pemakan deposit, namun ada juga karnivora. *Prosobranchia* mencakup sebagian besar siput laut atau abalon, mencakup juga herteropoda. Herteropoda adalah predator yang rakus, dengan cangkang sangat kecil atau tanpa cangkang. Kakinya dimodifikasi menjadi sirip bergelombang yang mendorong hewan tersebut melewati air (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Subkelas Prosobranchia (*Carinaria*)
Sumber: Zoology (Miller & Tupper, 2024).

Selain *Prosobranchia* terdapat dua kelompok lainnya yang memiliki karakteristik unik. Kelompok gastropoda kedua yaitu: *Opisthobranchia* (dalam Bahasa Yunani, *opistho* (di belakang)) dinamakan demikian karena posisi insangnya terletak di sisi jantungnya. Diantaranya adalah kelinci laut, siput laut dan kerabatnya (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Subkelas Opisthobranchia (*Hypselodoris*)
Sumber: Zoology (Miller & Tupper, 2024).

Kelompok gastropoda ketiga memiliki adaptasi khusus untuk kehidupan di darat dan air tawar. Kelompok ketiga adalah *Pulmonata* (dalam Bahasa Latin, *pulmo* (paru-paru)) yang sebagian besar merupakan spesies air tawar atau terrestrial. Gastropoda ini sebagian besar merupakan herbivora dan mempunyai radula yang panjang untuk mengikis tanaman. Rongga mantelnya sangat vaskular dan berfungsi sebagai paru-paru. Udara atau air bergerak masuk atau keluar dari lubang rongga mantel, pneumostome. Selain siput air tawar, siput terrestrial, juga mencakup siput tanpa cangkang (Gambar 2.3) (Miller & Tupper, 2024).



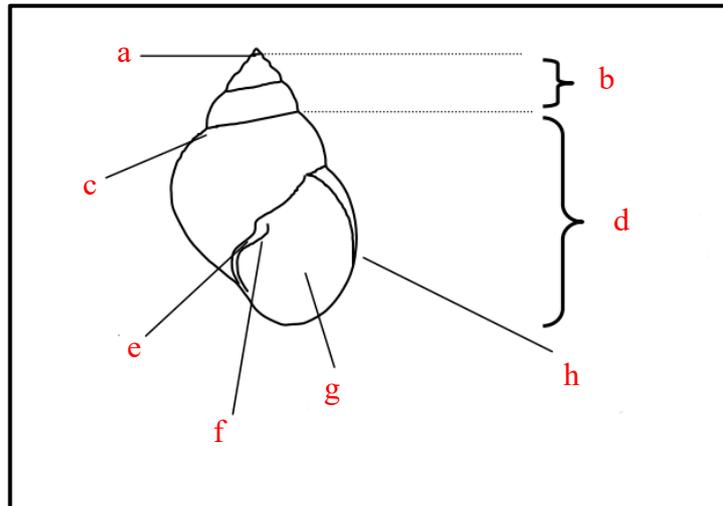
Gambar 2.3 Subkelas Pulmonata (*Deroceras reticulatum*)
Sumber: Zoology (Miller & Tupper, 2024).

2.1.3 Morfologi Gastropoda

Gastropoda pada umumnya hanya memiliki satu cangkang yang berbentuk kerucut berpilin (spiral). Bentuk tubuhnya sesuai dengan bentuk cangkang. Cangkang kebanyakan memiliki putaran ke kanan disebut dekstral namun ada juga yang memiliki putaran ke kiri disebut sinistral (Rusyana, 2011). Cangkang ini antara lain berfungsi untuk melindungi tubuh lunaknya dari cedera dan dehidrasi terutama melindungi dari serangan predator (Urry *et al.*, 2021). Namun ada pula yang tidak memiliki cangkang, sehingga sering disebut siput telanjang (Maya & Nurhidayah, 2020).

Menurut Rusyana (2011) cangkang gastropoda terdiri atas tiga lapisan yaitu: *periostrakum* (terbuat dari bahan tanduk yang disebut *konkiolin*), lapisan prismatic (terbuat dari *kalsit* dan *aragonit*), lapisan mutiara (terdiri dari kalsium karbonat, jernih dan mengkilap). Lapisan prismatic dan *periostrakum* dibentuk oleh tepi *pallium* yang menebal, sedangkan lapisan mutiara dibentuk oleh seluruh permukaan *pallium*. Sedangkan Maya & Nurhidayah (2020) menjelaskan gastropoda memiliki tiga lapisan yang disekresikan oleh mantel, yaitu: *ostrakum* (lapisan berkapur biasanya terbuat dari kalsium karbonat yang berada di bagian tengah), *periostrakum* (lapisan terluar berwarna yang tahan terhadap goresan), dan lapisan *nakreas* atau lapisan mutiara yang bersentuhan dengan tubuh siput.

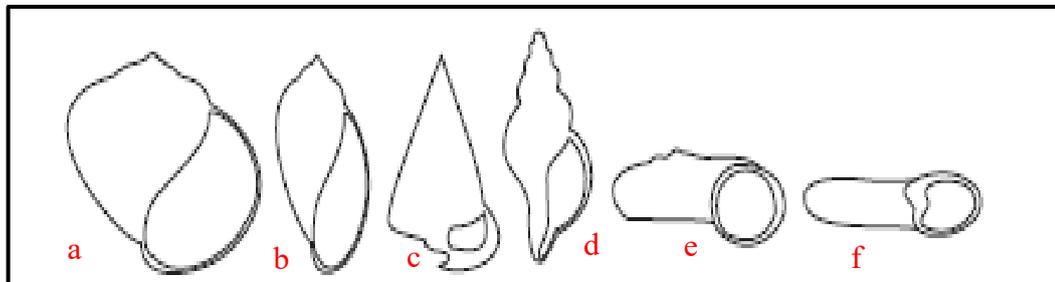
Menurut Marwoto *et al.*, (2011) cangkang pada gastropoda memiliki bagian-bagian yaitu: puncak (*apex*), menara, sulur, seluk akhir (*body whorf*), pusar (*umbilicus*), kolumela (*columella*), mulut cangkang (*aperature*), bibir luar (outer lip). Berikut bagian-bagian cangkang pada gastropoda pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bagian-bagian cangkang gastropoda: a) puncak (*apex*), b) menara, c) sulur, d) seluk akhir (*body whorf*), e) pusar (*umbilicus*), f) kolumela (*columella*), g) mulut cangkang (*aperature*), h) bibir luar (*outer lip*).

Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

Menurut Marwoto *et al.* (2020) cangkang pada gastropoda memiliki berbagai bentuk, yaitu: bulat (*globose*), silinder (*cylindric*), contong (*conical*), gulungan benang (*spindle*), pipih (*drepressed*), cakram (*disk*). Berikut berbagai bentuk gastropoda pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Macam-macam bentuk cangkang gastropoda: a) bulat (*globose*), b) silinder (*cylindric*), c) contong (*conical*), d) gulungan benang (*spindle*), e) pipih (*drepressed*) f) cakram (*disk*)

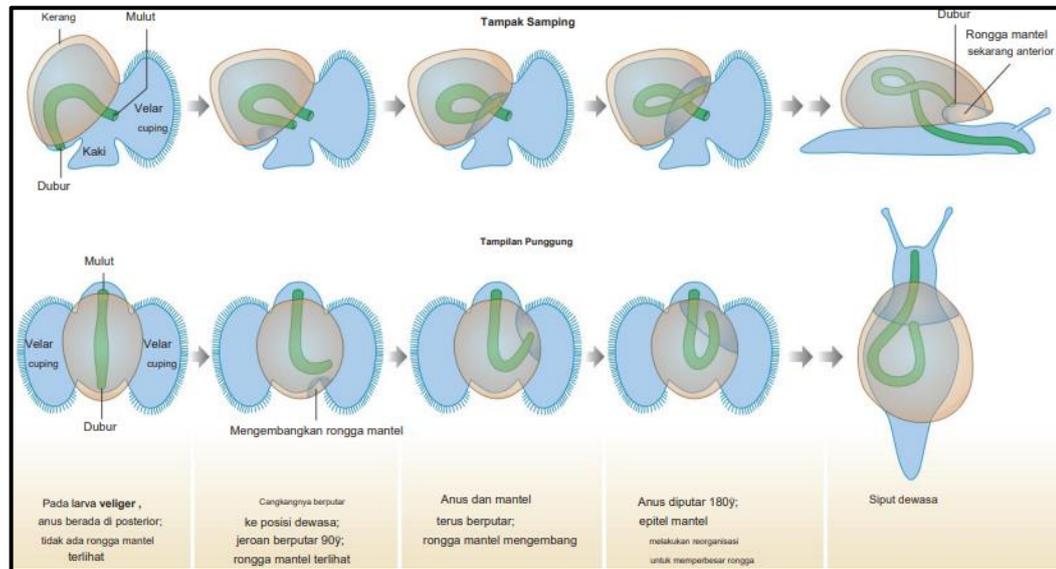
Sumber: Moluska Pulau Jawa (Gastropoda & Bilvalia) (Marwoto *et al.*, 2020)

Pada kelas gastropoda terdapat modifikasi pada awal perkembangan yang signifikan, yaitu torsi. Torsi adalah gerakan 180°, berlawanan arah jarum jam pada massa visceral, mantel dan rongga mantel (Miller & Tupper, 2024). Perkembangan torsi pada gastropoda bervariasi, namun secara umum terdapat tahap larva trokofor yang diikuti oleh tahap larva veliger tempat cangkang pertama kali terbentuk. Veliger mempunyai dua lobus veral bersilia digunakan untuk berenang, dan bagian

kaki yang sedang berkembang (Gambar 2.6). Mulut berada di anterior dan anus berada di posterior pada awalnya, namun posisi relatif dari banyak bagian tubuh (cangkang, saluran pencernaan, anus, saraf yang terletak di sepanjang kedua sisi saluran pencernaan, dan rongga mantel yang berisi insang) semuanya berubah dalam proses yang disebut torsi (Hickman *et al.*, 2024).

Torsi biasanya digambarkan sebagai proses dua langkah. Pertama, otot retraktor kaki asimetris yang berjalan di sepanjang sisi usus dan organ tubuh berkontraksi dan menarik cangkang dan bagian dalam yang tertutup (berisi organ tubuh) 90 derajat berlawanan arah jarum jam, relatif terhadap kepala. Gerakan ini membawa anus dari belakang ke sisi kanan tubuh. Anus dan rongga mantel biasanya bergerak lebih jauh ke kanan dan rongga mantel diubah bentuknya untuk menutupi anus. Dalam rangkaian perubahan yang lebih lambat dan bervariasi, saluran pencernaan bergerak ke lateral dan dorsal sehingga anus terletak di atas kepala di dalam rongga mantel (Gambar 2.6).

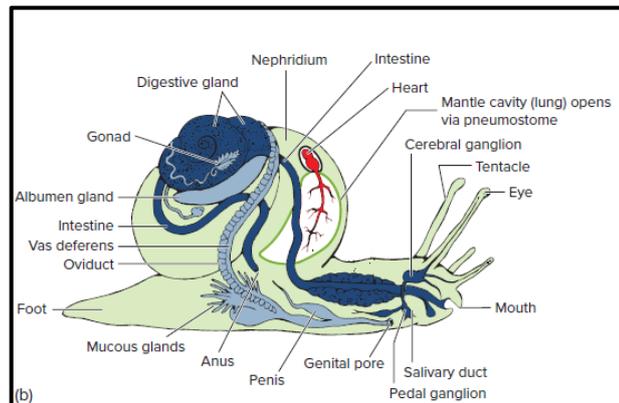
Setelah torsi, anus dan rongga mantel terbuka di atas mulut dan kepala. Insang kiri, ginjal, dan atrium jantung kini berada di sebelah kanan, sedangkan insang kanan, ginjal, dan atrium jantung yang semula kini berada di sebelah kiri, dan tali sarafnya membentuk angka delapan. Karena terdapat ruang yang tersedia di rongga mantel, ujung kepala gastropoda yang sensitif dapat ditarik ke dalam cangkang, dengan kaki yang lebih keras, dan jika ada operkulum, akan membentuk penghalang ke luar (Hickman *et al.*, 2024).



Gambar 2.6 Torsi ontogenetik pada larva veliger gastropoda.
Sumber: Integrated Principle Of Zoology (Hickman *et al.*, 2024).

2.1.4 Anatomi Gastropoda

Gastropoda memiliki bagian lunak yang terdiri dari kepala, kaki, massa visceral, dan mantel (Pyron & Brown, 2015). Gastropoda pada saat aktif menurut Rusyana (2011) tubuhnya menjulur dari cangkang terdiri atas: a. kepala (pada ujung depan agak ke ventral terdapat mulut, dua pasang tentakel, pada ujung tentakel yang lebih panjang terdapat mata), b. leher (pada sisi sebelah kanan terdapat lubang genital), c. kaki (terdiri atas otot yang kuat untuk merapat), d. *viscera* yang belum begitu jelas batasannya (terdapat di dalam cangkang, berbentuk spiral, ditutupi oleh mantel, pada bagian tepi cangkang dekat kaki mantel menjadi lebih tebal disebut gelangan (kollar), di bawah gelangan terdapat lubang pernapasan) (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Struktur Internal Gastropoda Pulmonata
Sumber: Zoology (Miller & Tupper, 2024).

2.1.5 Klasifikasi Gastropoda

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

kerajaan : Animalia
 subkerajaan : Bilateria
 infrakerajaan : Prostomia
 super filum : Spiralia
 filum : Moluska
 kelas : Gastropoda

Sebagian besar metode klasifikasi gastropoda sebelumnya didasarkan pada ciri morfologi untuk mengategorikan gastropoda dan menggunakan peringkat takson seperti ordo, super ordo, dan sub ordo yang merupakan ciri khas klasifikasi tradisional. Dengan didukung filogenetik molekuler analisis terhadap karakter gastropoda yang ada telah menghasilkan metode klasifikasi yang baru (Venkatesan & Mohamed, 2015).

Bouchet & Rocroi (2005) telah memberikan sistem baru untuk klasifikasi ilmiah gastropoda yang terutama didasarkan pada konsep clades dan diambil dari penelitian studi molekuler. Gastropoda dibagi menjadi beberapa kelompok yang disebut *clades*. *Clades* adalah kumpulan bentuk kehidupan yang diturunkan dari nenek moyang yang sama (Venkatesan & Mohamed, 2015). Dalam sistem Bouchet & Rocroi, clade digunakan antara peringkat kelas dan peringkat superfamili, sementara clade tidak diberikan peringkat.

Bouchet & Rocroi (2005) menggunakan enam *clades* utama, yaitu: Patellogastropoda, Vetigastropoda, Cocculiniformia, Neritimorpha, Caenogastropoda dan Heterobranchia, yang secara umum diakui oleh para peneliti. Pada tiga clade pertama, tidak ada clade di dalamnya, dengan kata lain taksonomi langsung menuju ke tahap superfamili. Terdapat satu clade tambahan dalam Caenogastropoda. Pada clade Heterobranchia, terdapat enam klade terpisah di atas tingkat superfamili untuk beberapa kelompok nudibranch dan terdapat empat klade di atas tingkat superfamili pada sebagian besar siput darat. Bouchet dan Rocroi menggunakan pengelompokan taksa sebagai "kelompok" atau "kelompok informal" alih-alih "*clade*" di beberapa tempat klasifikasi. Berdasarkan definisinya, suatu clade harus mempunyai hanya satu garis keturunan sedangkan "kelompok informal" dapat mencakup lebih dari satu garis keturunan, atau hanya mencakup sebagian dari suatu garis keturunan.

a) Neritopsina (= Neritimorpha)

Kelompok ini termasuk gastropoda tua dengan catatan fosil yang panjang. Mereka diketahui terdapat dalam berbagai bentuk dan ukuran mulai dari cangkang melingkar, seperti limpet, hingga siput. Ini termasuk spesies darat, air tawar, dan laut.

b) Vetigastropoda

Clade ini mencakup cangkang atas, abalon, lubang kunci dan sliplimpet, dan beberapa famili lainnya.

c) Caenogastropoda

Kelompok ini sangat beragam dan telah menjajah hampir seluruh lingkungan laut, air tawar, dan darat. Klade ini (kelompok besar) terdiri dari sekitar 60% gastropoda yang masih ada dan mengandung sejumlah besar famili laut yang penting secara ekologis dan komersial seperti Muricidae, Volutidae, Mitridae, Buccinidae, Terebridae, Conidae, Littorinidae, Cypraeidae, Cerithiidae, Calyptraeidae, Tonnidae, Cassidae, Ranellidae, Strombidae dan Naticidae.

d) Heterobranchia

Kelompok ini mencakup pulmonat (terdiri dari lebih dari 20.000 spesies) dan opisthobranch termasuk kelinci laut, siput laut, dan cangkang gelembung. Kelompok ini mencakup kelompok gastropoda yang diposisikan menurut skema taksonomi Thiele ke dalam '*Opisthobranchia*' dan '*Pulmonata*', serta beberapa kelompok '*Prosobranch*'.

e) Patellogastropoda

Ini adalah kelompok utama gastropoda laut yang mengandung keong sejati, yang secara tradisional disebut Docoglossa. Patellogastropoda diketahui sebagian besar hidup di pantai berbatu di semua benua.

f) Cocculiniformia

Kelompok ini termasuk keong putih yang menempel pada bahan organik di laut dalam.

Adapun gastropoda air tawar yang pernah ditemukan di Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011) sebagai berikut:

a) Famili Neritidae

Gastropoda dari famili neritidae memiliki cangkang bulat dengan sedikit lingkaran, puncak menara yang pendek, kolumela yang membentuk septum transversal, operkulum berkapur, dan radula rhipidoglossate (Barroso *et al.*, 2021). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa dari famili Neritidae yaitu: *Clithon bicolor*, *Clithon corona*, *Clithon coronata*, *Clithon diadema*, *Clithon faba*, *Clithon flavovirens*, *Clithon squarrosus*, *Clithon oualaniensis*, *Neritina auriculata*, *Neritina bicanaliculata*, *Neritina labiosa*, *Neritina pulligera*, *Neritina squamipicta*, *Neritina variegata*, *Neritina turrita*, *Neritina violacea*, *Neritina wagiensis*, *Neritina zigzag*, *Neritina cornea*, *Neritina dubia*, *Septaria cumingiana*, *Septaria porcellana*, dan *Septaria tessellata* (Gambar 2.8).

NERITIDAE





Skala : 10 mm



Gambar 2.8 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Neritidae.
 Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

b) Famili Viviparidae

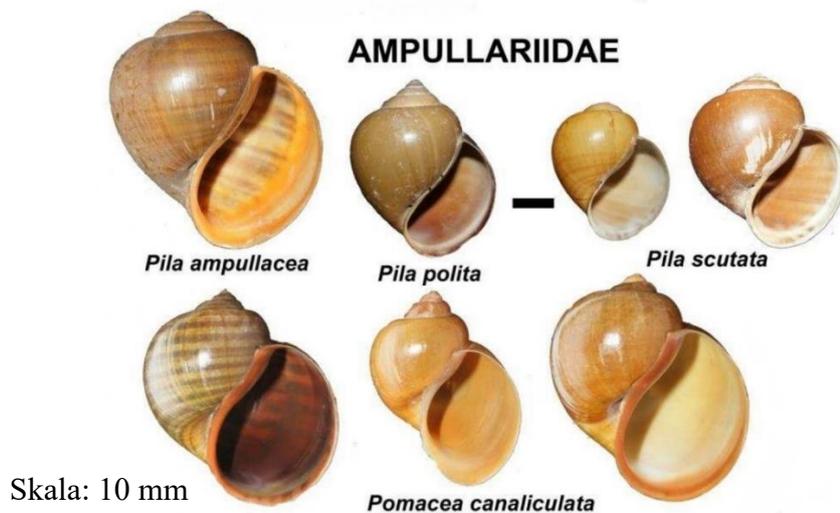
Gastropoda dari famili viviparidae memiliki cangkang membulat, arah putaran cangkang ke kanan, cangkang agak tebal dengan permukaan yang halus dan agak mengkilat, berwarna kuning hingga kuning kecokelatan atau kuning kehijauan, terdapat pita berwarna gelap tipis di bagian tengah seluk, serta puncak cangkang runcing tapi tidak tajam (Isnainingsih & Listiawan, 2010). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Viviparidae yaitu: *Filopaludina javanica*, dan *Filopaludina sumatrensis* (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Viviparidae.
Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

c) Famili Ampullariidae

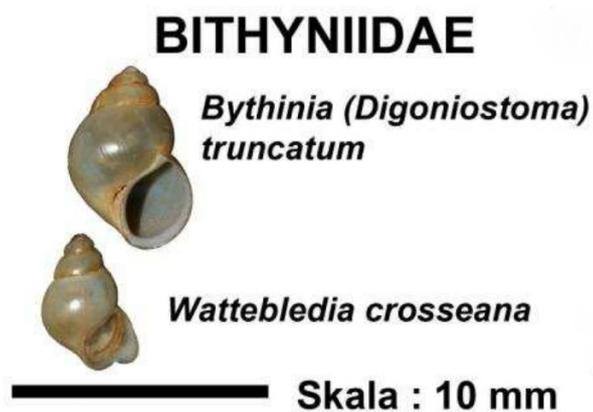
Gastropoda dari famili ampullariidae memiliki cangkang yang besar dengan bentuk cangkang bulat, arah putaran cangkang ke kanan, cangkang agak tebal dengan permukaan yang beralur sedikit mengkilat, berwarna kuning atau cokelat hingga cokelat tua, terdapat pita berwarna gelap dan tampak jelas di bagian seluk tubuh, serta puncak cangkang runcing tetapi tidak tajam dan sering kali rusak (Isnainingsih & Listiawan, 2010). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Ampullariidae yaitu: *Pila ampullaceal*, *Pila polita*, *Pila scutate*, dan *Pomacea canaliculata* (Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Ampullariidae
 Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

d) Famili Bithyniidae

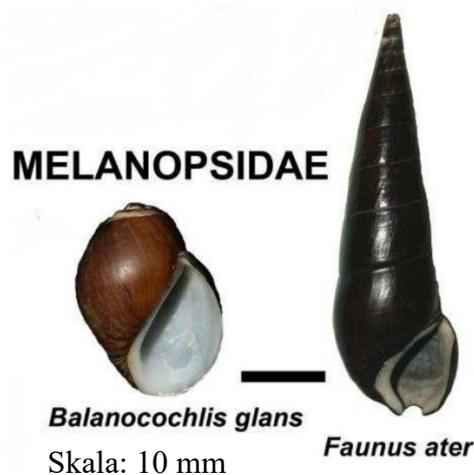
Gastropoda dari famili Bithyniidae memiliki cangkang berbentuk memanjang ke arah kanan, cangkang berwarna gelap yaitu coklat pekat, serta lubang cangkang hampir bulat panjang (Manalu *et al.*, 2014). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Bithyniidae yaitu: *Bythinia truncatum*, dan *Wattebledia crosseana* (Gambar 2.11).



Gambar 2.11 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Bithyniidae.
 Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

e) Famili Melanopsidae

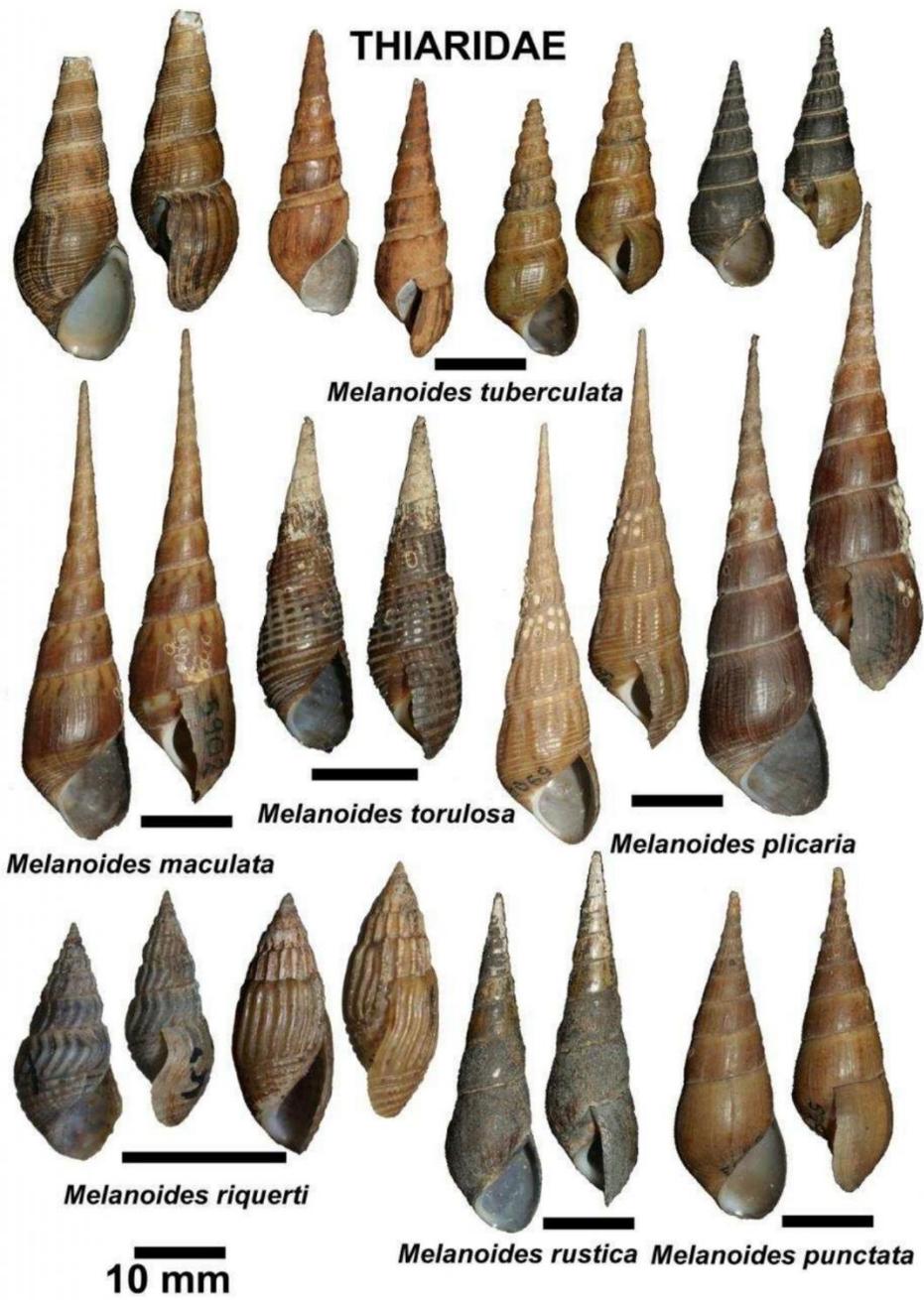
Gastropoda dari famili Melanopsidae memiliki cangkang berukuran kecil (2 mm) hingga sedang (3 cm), bercangkang tebal dan cukup berat, *spire* (menara) tinggi, tidak memiliki lipatan atau anyaman kolumner, periostrakrum halus, berwarna dari coklat kastanye pucat hingga hitam (Falniowski *et al.*, 2020). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Melanopsidae yaitu: *Balanocochlis glans*, dan *Faunus ater* (Gambar 12)..

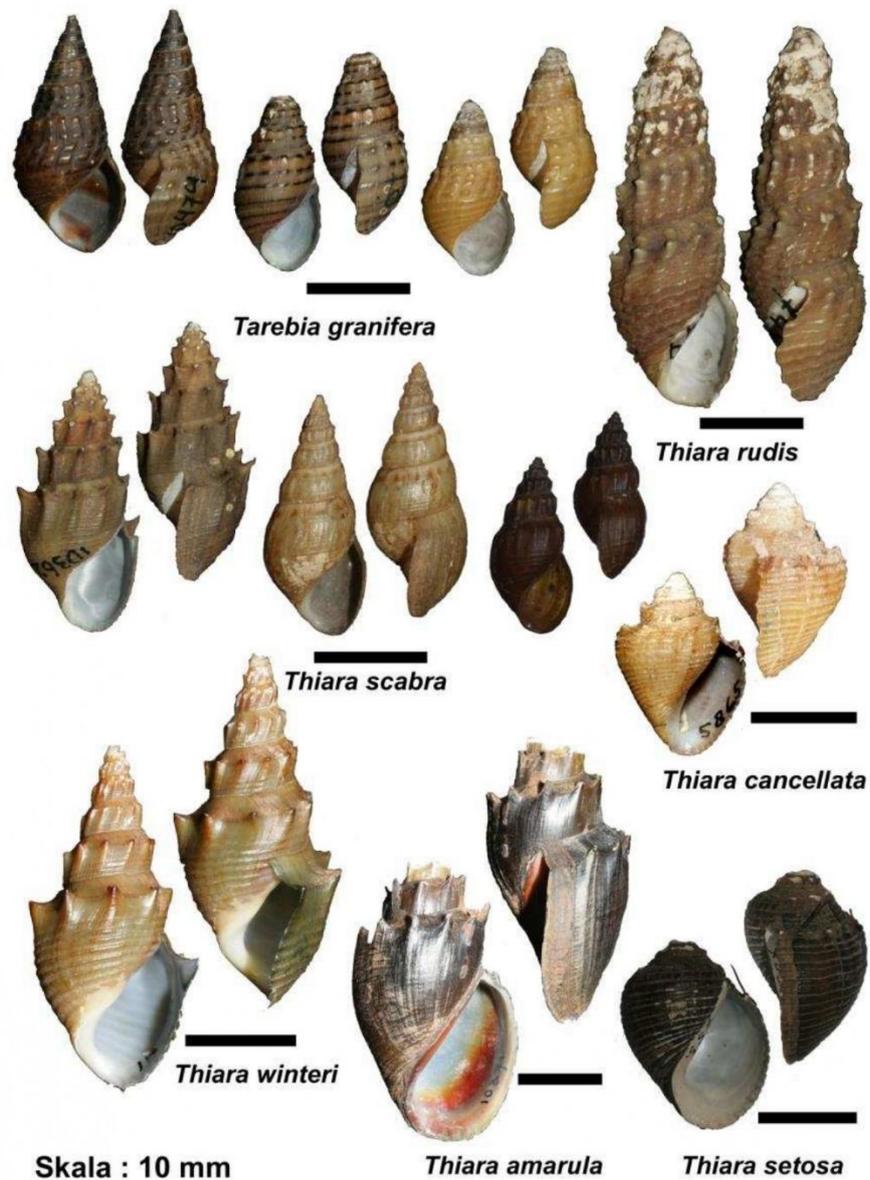


Gambar 2.12 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Melanopsidae.
Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

f) Famili Thiaridae

Gastropoda dari famili Thiaridae memiliki cangkang berukuran kecil dengan bentuk cangkang contong, arah putaran cangkang ke kanan, cangkang tebal dan tidak transparan, serta berwarna kuning hingga kuning kecokelatan (Isnainingsih & Listiawan, 2010). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Thiaridae yaitu: *Melanoides tuberclata*, *Melanoides maculata*, *Melanoides torulosa*, *Melanoides plicaria*, *Melanoides riquerti*, *Melanoides rustica*, *Melanoides punctata*, *Taribea granifera*, *Thiara rudis*, *Thiara scabra*, *Thiara cancellate*, *Thiara winteri*, *Thiara amarula*, dan *Thiara setosa* (Gambar 2.13).





Gambar 2.13 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Thiariidae.
 Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

g) Famili Pachychilidae

Gastropoda dari famili pachychilidae memiliki cangkang berukuran besar dengan bentuk contong, arah putaran cangkang ke kanan, cangkang tebal dan tidak transparan, serta puncak cangkang tinggi dan runcing, dengan puncak cangkang terkikis secara alami (Isnainingsih & Listiawan, 2010). Spesies gastropoda air tawar

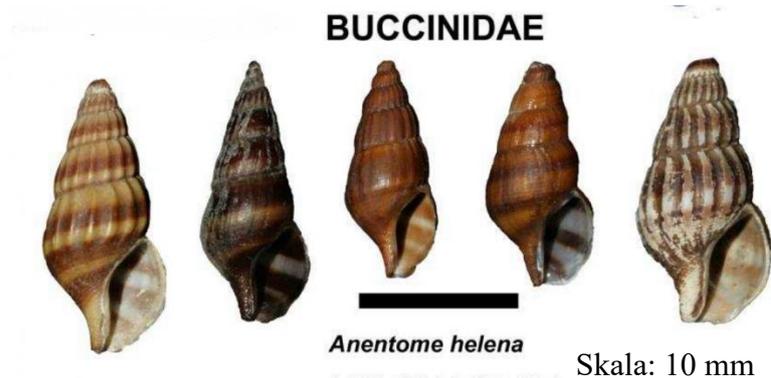
di Pulau Jawa Famili Pachychilidae yaitu: *Sulcospira kawaluensis* (*Sulcospira new species*), dan *Sulcospira testudinaria* (Gambar 2.14).



Gambar 2.14 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Pachychilidae. Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011) dan The Freshwater Snail Genus *Sulcospira* Trochel, 1857 From Java, With Description Of A New Species From Tasikmalaya, West Java, Indonesia (Mollusca: Gastropoda: Pachychilidae) (Marwoto & Isnaningsih, 2012).

h) Famili Buccinidae

Gastropoda dari famili buccinidae memiliki cangkang berukuran sedang dengan bentuk contong, arah putaran cangkang ke kanan, cangkang tebal dan tidak transparan, berwarna cokelat hingga kehitaman, permukaan cangkang beralur jelas, serta puncak cangkang terkikis (Isnaningsih & Listiawan, 2010). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Buccinidae yaitu : *Anentome helena* (Gambar 2.16).

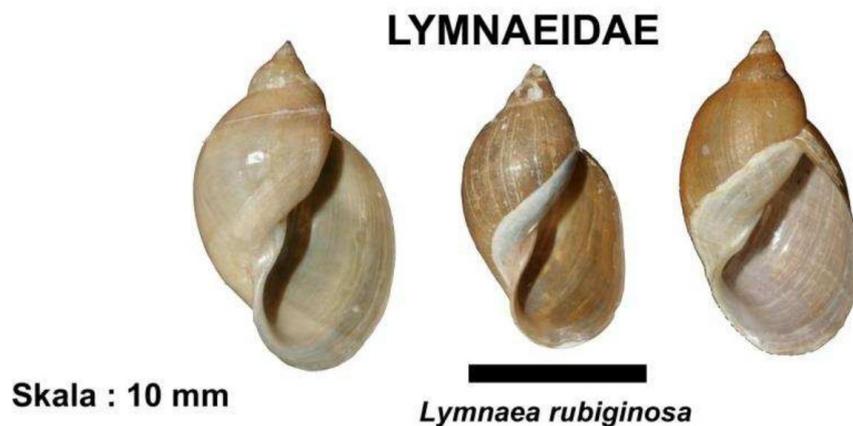


Gambar 2.15 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Buccinidae (*Anentome helena*)

Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

i) Famili Lymnaeidae

Gastropoda dari famili lymnaeidae memiliki cangkang berukuran sedang dengan bentuk cangkang silinder, arah putaran cangkang ke kanan, cangkang tipis transparan dan mengkilat, berwarna kuning keemasan, permukaan cangkang halus serta puncak cangkang agak tinggi dan tajam (Isnainingsih & Listiawan, 2010). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Lymnaeidae yaitu: *Lymnaea rubiginosa* (Gambar 2.16).

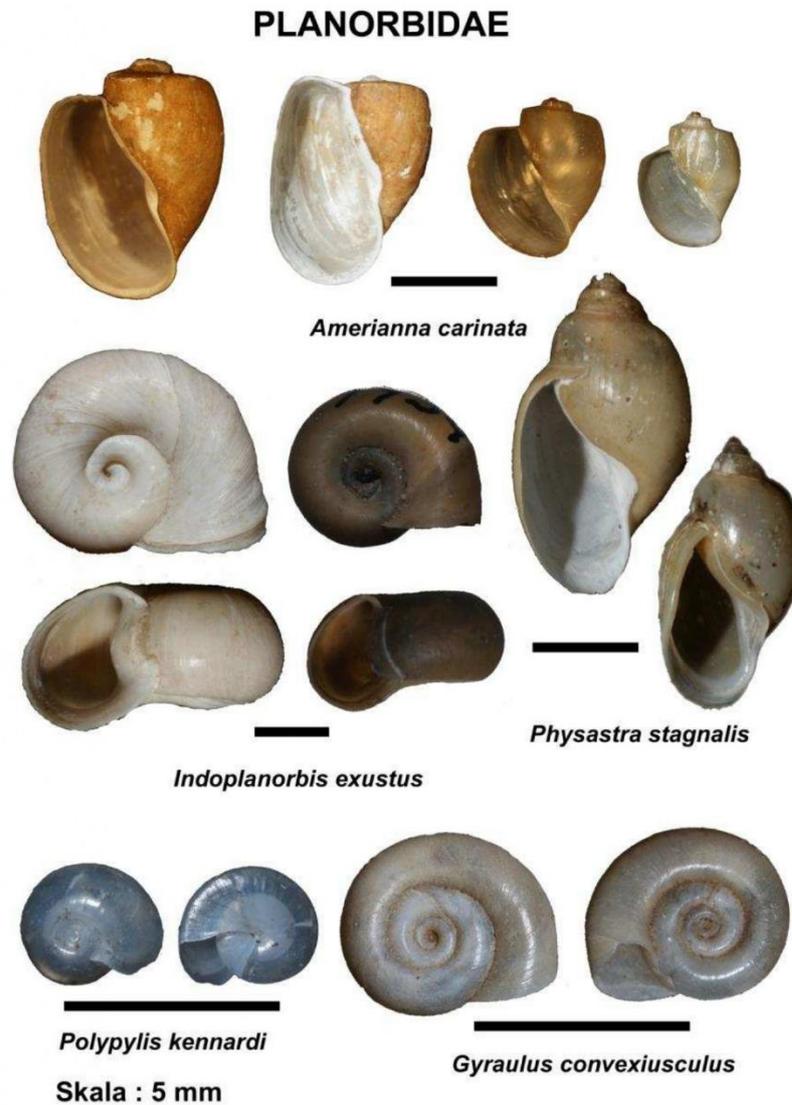


Gambar 2.16. Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Lymnaeidae (*Lymnaea rubiginosa*)

Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

j) Famili Planorbidae

Gastropoda dari famili planorbidae sebagian besar memiliki cangkang berbentuk bola, roda, atau cakram. Cangkang melingkar rapat atau melingkar longgar. Cangkangnya mungkin sangat tipis setipis kertas atau tebal dan sangat padat. Arah putaran cangkang sinistral (ke arah kiri), tetapi tidak semua memiliki bentuk sinistral yang mencolok. Pahatan cangkang planorbidae sebagian besar terdiri dari garis-garis pertumbuhan yang mungkin sangat halus dan seperti benang atau kasar seperti tulang rusuk. Warna cangkang dari famili Planorbidae biasanya merupakan variasi dari warna tanduk, terang atau gelap. Pada beberapa kelompok, warnanya coklat atau coklat tua. Ada juga cangkang yang berwarna seperti susu (Baker, 1945). Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Planorbidae yaitu: *Ameerianna carinata*, *Indoplanorbis exustus*, *Physastra stagnalis*, *Polypylis kennardi*, dan *Gyraulus convexiusculus* (Gambar 2.17).



Gambar 2.17 Spesies gastropoda air tawar di Pulau Jawa Famili Planorbidae.
Sumber: Keong Air Tawar Pulau Jawa (Marwoto *et al.*, 2011).

2.1.6 Habitat Gastropoda

Gastropoda umumnya dapat ditemukan di berbagai habitat laut, daratan, dan air tawar (Miller & Tupper, 2024). Di laut dapat ditemukan di zona pesisir dan perairan yang sangat dalam, dan beberapa bahkan bersifat pelagis. Ada yang beradaptasi di air payau dan ada pula yang beradaptasi di air tawar. Di darat, gastropoda dibatasi oleh faktor-faktor seperti kandungan mineral pada tanah, suhu ekstrem, kekeringan, dan keasaman. Meski begitu, penyebarannya tersebar luas; beberapa didapati di dataran tinggi dan beberapa bahkan di daerah kutub (Hickman

et al., 2024). Gastropoda air tawar umumnya dijumpai di berbagai tipe habitat yakni sungai, rawa, danau kolam yang berair tenang atau berair deras, pada perairan dangkal atau dalam (> 10 meter) (Marwoto *et al.*, 2020).

2.1.7 Peran Gastropoda

Gastropoda memiliki beberapa peran, secara ekologis sebagai organisme pendeteksi (bioindikator) terhadap kondisi ekosistem karena memiliki karakteristik yaitu: gastropoda cenderung memilih habitat yang masih alami atau tidak terganggu dan gastropoda yang hidup dan mencari makan di bagian bawah (dasar perairan) akan langsung terpapar materi yang terdapat di bagian bawah tersebut (Grabarkiewicz & Davis, 2008; dan Nurinsiyah *et al.*, 2016).

Beberapa spesies gastropoda air tawar yang merupakan bioindikator yang baik terhadap kondisi perairan. Diantaranya, keong mas (*Pomacea canaliculata*) merupakan gastropoda pendatang yang mampu beradaptasi dengan baik bahkan dalam kondisi perairan yang tercemar (Marwoto & Isnaningsih, 2014). Keong tutut (*Filopaludina javanica*) dan *Melanoides tuberculata* juga beradaptasi baik dalam perairan dengan suhu diatas 29°C. *Sermyla riquerti* yang biasanya dapat ditemukan pada perairan dengan kadar oksigen (DO) relatif tinggi (11 mg/L). Sebaliknya, *Wattebledia crosseana* justru sering ditemukan pada perairan yang berkadar oksigen relatif rendah (2,5–2,8 mg/L). Pada perairan yang tercemar, biasanya keragaman spesies gastropoda rendah, dan dicirikan keberadaan spesies-spesies yang mendominasi dengan jumlah yang banyak (Mujiono *et al.*, 2019). Dikarenakan gastropoda memiliki sifat pergerakan yang lambat, berada di dasar perairan, pola makan detritus dan kemampuannya mengakumulasi senyawa-senyawa kimia dalam jaringan tubuhnya, gastropoda dapat dijadikan bioindikator suatu perairan diindikasikan adanya pencemaran logam berat (Ranjan & Babu, 2016).

Selain itu, gastropoda berperan sebagai detritus feeder atau penghancur daun dan alga (Marwoto *et al.*, 2020). Bahkan, gastropoda air tawar sering kali digunakan oleh penggemar ikan hias air tawar pada akuariumnya sebagai pemakan alga atau lumut yang tumbuh di sisi kaca akuarium. Terkadang juga memakan sisa makanan (pelet) yang tidak termakan ikan (Wilstermann, 2013).

Di alam, gastropoda air tawar menjadi sumber pakan hewan lain seperti primata, berang-berang, ikan, dan kepiting. Beberapa spesies gastropoda menjadi bahan masakan manusia bahkan dari jaman purba yang ditemukannya tumpukan cangkang moluska di gua-gua yang pernah menjadi tempat tinggal manusia purba. Spesies gastropoda air tawar yang sering dimanfaatkan untuk dimakan: keong tutut (*Filopaludina javanica*), keong gondang (*Pila ampullacea*, *Pila virescens*, *Pila scutata*) dan keong Emas (*Pomacea canaliculata*) (Marwoto *et al.*, 2020).

2.1.8 Faktor Yang Memengaruhi Kelangsungan Hidup Gastropoda

Ekosistem sungai merupakan habitat bagi biota air (gastropoda) yang dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya meliputi parameter fisika dan kimia yaitu suhu, pH dan DO (Umam & Wahyuningsih, 2022). Selain itu, menurut Marwoto *et al.*, (2020) bahwa substrat erat kaitannya dengan kelangsungan hidup gastropoda. Kemudian menurut Hoffman *et al.*, dalam Umam & Wahyuningsih (2022) bahwa kecepatan arus dapat mempengaruhi distribusi dan jenis organisme yang tinggal sehingga hanya jenis-jenis yang melekat pada substrat saja yang mampu bertahan terhadap arus. Selanjutnya menurut Munarto dalam Purwanti *et al.*, (2015) bahwa kedalaman suatu perairan berpengaruh terhadap jumlah individu gastropoda, karena semakin dalam perairan semakin sedikit jumlah gastropoda yang dapat hidup di dalamnya hal tersebut terjadi karena hanya jenis tertentu dari gastropoda yang dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan tersebut. Dengan demikian perlu dilakukan pengamatan terhadap parameter lingkungan meliputi suhu air, kecepatan arus air, kedalaman air, pH, DO dan jenis substrat.

1) Suhu Air

Suhu merupakan besaran yang menunjukkan derajat panas dingin suatu benda dan dapat diukur menggunakan termometer. Suhu perairan yang tinggal dapat meningkatkan aktivitas biologi yang berakibat pada konsumsi oksigen oleh organisme meningkat sehingga ketersediaan oksigen di perairan terbatas (Akbarurasyid, 2021). Selain itu menurut Sukarno (1981) dalam Ira *et al.* (2015) bahwa suhu dapat membatasi sebaran gastropoda secara geografik dan suhu yang baik untuk pertumbuhan gastropoda berkisaran antara 25 - 31°C.

2) Kecepatan Arus Air

Arus merupakan faktor fisika yang mempengaruhi kehidupan organisme akuatik. Menurut Nybakken (1992) bahwa arus yang terdapat di perairan dapat membawa makanan, oksigen, dan sebagainya yang diperlukan oleh organisme akuatik yang menetap pada substrat. Dengan demikian keberadaan distribusi gastropoda dipengaruhi oleh arus air yang membawa sumber makanan, oksigen dan sebagainya. Selaras dengan Hoffman *et al.* dalam Umam & Wahyuningsih (2022) bahwa kecepatan arus dapat mempengaruhi distribusi dan jenis organisme yang tinggal sehingga hanya jenis-jenis yang melekat pada substrat saja yang mampu bertahan terhadap arus.

3) Kedalaman Air

Kedalaman sungai dapat mempengaruhi kadar oksigen terlarut dalam perairan (Feresin *et al.*, 2010). Selanjutnya, menurut Effendi (2003) kedalaman air juga dapat mempengaruhi suhu perairan sungai. Kemudian menurut Munarto dalam Purwanti *et al.*, (2015) bahwa kedalaman suatu perairan berpengaruh terhadap jumlah individu gastropoda, karena semakin dalam perairan semakin sedikit jumlah gastropoda yang dapat hidup di dalamnya hal tersebut terjadi karena hanya jenis tertentu dari gastropoda yang dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran terhadap kedalaman air sungai karena dapat mempengaruhi kadar oksigen terlarut, suhu perairan sehingga mempengaruhi jumlah individu gastropoda yang terdapat di perairan.

4) DO

Dissolved Oxygen (DO) merupakan oksigen terlarut dalam air yang berperan penting bagi kehidupan organisme dalam suatu ekosistem. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh seluruh organisme dan tumbuhan laut untuk proses pernafasan, metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi pertumbuhan dan perkembangbiakan (Akbarurrasyid, 2021). DO mempengaruhi keberadaan biota perairan seperti gastropoda. Tinggi rendahnya nilai DO mempengaruhi jenis-jenis gastropoda. Semakin tinggi DO maka semakin tinggi juga jenis-jenis gastropoda (Siswansyah & Kuntjoro, 2023). Adapun menurut

Hamidah (2000) dalam (Purwanti *et al.*, 2015) DO umumnya yang diperlukan gastropoda berkisar antara 2-7 mg/l.

5) *Power of Hydrogen* (pH)

Power of Hydrogen atau pH adalah indikator atau derajat keasaman berdasarkan jumlah ion hidrogen dalam perairan dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu atau $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$. Pengaruh perubahan pH pada ekosistem perairan akan berdampak pada organisme perairan, baik tumbuhan maupun hewan perairan. Nilai pH yang optimal untuk laju pertumbuhan dan reproduksi organisme perairan berkisar 6.5-9 (Akbarurrasyid, 2021). Kepadatan gastropoda dipengaruhi kuat oleh faktor fisika kimia pH air dengan kisaran 6,92-7,93 (Wintah *et al.*, 2021).

6) Substrat

Substrat merupakan permukaan atau dasar perairan tempat gastropoda hidup dan beraktivitas. Substrat memiliki peran penting dalam kehidupan gastropoda, yaitu: tempat menempel, sumber makanan (alga yang tumbuh di bebatuan atau detritus yang terkumpul dalam lumpur), tempat berlindung dari predator dan arus air yang deras, menempelkan telur (melindungi telur dari predator dan memastikan kelangsungan hidup embrio) (Marwoto *et al.*, 2020). Menurut Taqwa *et al.*, (2014) bahwa substrat berkaitan erat dengan keberadaan dan kelimpahan gastropoda, karena semakin halus tekstur substrat dasar maka kemampuan dalam menjebak bahan organik akan semakin besar. Sehingga substrat merupakan komponen penting dalam kehidupan gastropoda.

2.1.9 Sungai Cibangbay

Sungai Cibangbay merupakan salah satu sungai penting yang mengalir di Kota Tasikmalaya, Jawa Barat (Gambar 2.18). Dengan panjang mencapai 11,35 kilometer, sungai ini memiliki peran vital dalam ekosistem dan kehidupan masyarakat setempat. Aliran Sungai Cibangbay bermula dari daerah Setiawargi dan berakhir di muaranya yang menyatu dengan Sungai Ciwulan, melewati wilayah Kelurahan Urug.

Sepanjang aliran Sungai Cibangbay, terdapat beragam penggunaan lahan yang mencerminkan aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat sekitar. Lahan-lahan ini meliputi area perkebunan, persawahan, tambak ikan, serta permukiman penduduk. Keberagaman penggunaan lahan ini menunjukkan pentingnya Sungai Cibangbay bagi kehidupan dan mata pencaharian masyarakat di sekitarnya.

Pada musim kemarau, Sungai Cibangbay menjadi sumber daya air yang sangat vital bagi masyarakat setempat. Penduduk memanfaatkan airnya untuk berbagai keperluan sehari-hari, termasuk mencuci, mandi, dan bahkan sebagai sumber air bersih. Namun, pemanfaatan sungai yang intensif ini juga membawa tantangan tersendiri, terutama dalam hal menjaga kualitas air.

Aktivitas masyarakat di sekitar Sungai Cibangbay berpotensi menyebabkan pencemaran air. Penggunaan sabun, sampo, detergen, dan bahan pembersih lainnya dalam kegiatan sehari-hari masyarakat dapat mengakibatkan masuknya senyawa kimia ke dalam aliran sungai. Selain itu, kegiatan pertanian di area perkebunan dan persawahan juga berpotensi menyumbang limbah pertanian yang dapat mencemari air sungai.

Data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Tasikmalaya (2022) menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Cibangbay bervariasi di sepanjang alirannya. Bagian hulu sungai tergolong dalam kategori cemar ringan, sementara bagian tengah dan hilir masuk dalam kategori cemar sedang. Kondisi ini mencerminkan adanya peningkatan tingkat pencemaran seiring dengan bertambahnya aktivitas masyarakat di sepanjang aliran sungai.

Meskipun menghadapi tantangan pencemaran, Sungai Cibangbay tetap memegang peranan penting dalam sistem irigasi daerah. Sungai ini menjadi bagian dari jaringan irigasi yang melayani area pertanian di Kecamatan Kawalu, menunjukkan signifikansinya dalam mendukung sektor pertanian di wilayah tersebut.

Dengan demikian, Sungai Cibangbay tidak hanya menjadi sumber daya alam yang penting bagi masyarakat Kota Tasikmalaya, tetapi juga menjadi indikator kesehatan lingkungan dan tantangan pengelolaan sumber daya air di wilayah tersebut. Upaya pelestarian dan pengelolaan yang berkelanjutan sangat diperlukan

untuk menjaga keseimbangan antara pemanfaatan sungai dan perlindungan ekosistemnya.



Gambar 2.18 Sungai Cibangbay.
Sumber: Dokumentasi Peneliti.

2.1.10 Suplemen Bahan Ajar

Suplemen bahan ajar adalah bahan ajar pendamping yang dipergunakan sebagai pendukung bahan ajar utama. Konteks suplemen diartikan bahwa bahan ajar tersebut disajikan sebagai pengayaan pengetahuan yang belum disajikan pada bahan ajar utama (Supardi, 2014). Sementara itu, bahan ajar merupakan seperangkat materi pelajaran yang mengacu pada kurikulum yang digunakan untuk mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan (Lestari, 2013).

Salah satu bentuk bahan ajar yaitu *booklet*. *Booklet* merupakan bahan ajar pembelajaran yang termasuk ke dalam media cetak, atau disebut juga sebagai buku kecil yang di dalamnya bersisi informasi dengan topik tertentu (Mahendrani & Sudarmin, 2015). *Booklet* dapat digunakan secara terpisah ataupun terkombinasi (Sari *et al.*, 2021). Penggunaan *booklet* dapat mendukung hasil belajar serta dapat menciptakan rasa ingin tahu pada siswa (Rani *et al.*, 2020).

2.2 Hasil Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Purnama & Agustin (2011) di Sungai Sukamande Taman Nasional Meru Betiri ditemukan 20 jenis gastropoda dari tiga famili, yaitu famili Amphibolidae (1 spesies), Neritidae (9 spesies), dan Thiaridae (10 spesies). Diketahui indeks keanekaragaman (H') gastropoda di Sungai Sukamande berkisaran antara 0,795 – 1,860 menunjukkan kategori sedang. Pengambilan sampel gastropoda ditetapkan pada tiga bagian sungai yakni muara, tengah dan hulu.

Kemudian penelitian yang dilakukan Hecca *et al.* (2017) di Sungai Empayang Kasap ditemukan 8 spesies yaitu: *Melanoides granifera*, *Elimia acuta*, *Brotia tetidinaria*, *Lymnae stagnalist*, *Lymnae rubiginosa*, *Pomacea canaliculata*, *Pila polita* dan *Menetus sp.* Indeks keanekaragaman (H') gastropoda di Sungai Empayang Kasap dalam kisaran 2,09 – 2,46 menunjukkan kategori Sedang. Pengambilan sampel dibantu menggunakan metode *line transects* dengan tiga sub stasiun yaitu tepi pertama, bagian tengah dan tepi kedua.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Ferisandi *et al.* (2018) di Sungai Jangkok ditemukan 7 spesies yaitu: *Potamopyrgus antipodarum*, *Mya arenaria*, *Ilyanasaa obsolete*, *Pomacea canaliculata*, *Pomacea insaluran*, *Poamarcobula amurensis*, dan *Melanoides punctat*. Indeks keanekaragaman (H') gastropoda di Sungai Jangkok dalam kisaran 0,91 – 1,29 sehingga menunjukkan kategori Sedang.

Penelitian yang dilakukan oleh Takdim & Annawaty (2019) di Sungai Pomua dan Sungai Toinasa ditemukan 3 spesies keong air tawar yang termasuk dalam 2 famili yaitu Pachychilidae dan Thiaridae. Famili Pachychilidae terdiri dari 2 spesies yaitu *Tylomelania toradjarum* dan *T. scalariopsis*. Famili Thiaridae terdiri dari 1 spesies yaitu *Terebia granifera*. Indeks keanekaragaman (H') gastropoda di Sungai Pomua dan Sungai Toinasa dalam kisaran 0,52 – 1,09 sehingga menunjukkan kategori Sedang. Dalam pengambilan gastropoda dibantu dengan metode transek yang kemudian dibagi menjadi tiga stasiun berdasarkan letaknya yaitu bagian hilir sungai, tengah sungai dan hulu sungai.

Penelitian yang dilakukan oleh Umam & Wahyuningsih (2022) di Sungai Logawa ditemukan 8 spesies dari 5 famili yaitu Buccinidae, Viviparidae,

Lymnaeidae, Thiaridae, Pachychilidae. Famili Buccinidae terdiri dari 1 spesies yaitu *Anentome helena*. Famili Viviparidae terdiri dari 1 spesies yaitu *Filopaludina javanica*. Famili Lymnaeidae terdiri dari 1 spesies yaitu *Lymnaea rubignosa*. Famili Thiaridae terdiri dari 4 spesies yaitu: *Melanoides rustica*, *Melanoides tuberculata*, *Terebia granifera*, dan *Thiara scabra*. Famili Pachychilidae terdiri dari 1 spesies yaitu *Sulcospira testudinaria*. Indeks keanekaragaman (H') gastropoda di Sungai Logawa dalam kisaran 0,43 – 1,23 sehingga menunjukkan kategori Sedang. Pengambilan data gastropoda menggunakan *purposive random sampling* dengan berbagai kondisi stasiun yang berbeda.

Selain itu penelitian yang dilakukan Putra *et al.* (2023) di Sungai Ciapus ditemukan 7 spesies yaitu: *Filopaludina javanica*, *Melanoides tuberculata*, *Glyptophysa stagnalis*, *Pomacea canaliculata*, *Sulcospira testudinaria*, *Terebia granifera*, dan *Mieniplotia scabra*. Indeks keanekaragaman (H') gastropoda di Sungai Ciapus dalam kisaran 0,00 – 1,22 sehingga menunjukkan kategori rendah. Pengambilan data gastropoda dibantu menggunakan plot yang didirikan secara random pada setiap stasiun.

Berdasarkan perbandingan penelitian terdahulu, tidak lebih dari 8 spesies yang dapat ditemukan bahkan ada penelitian yang mendapati 3 spesies. Dalam pengambilan data/sampel gastropoda ada berbagai metode yakni, menggunakan transek, *line transect*, dan plot kuadrat dengan teknik pengambilan sampel dengan *purposive random sampling*.

2.3 Kerangka Konseptual

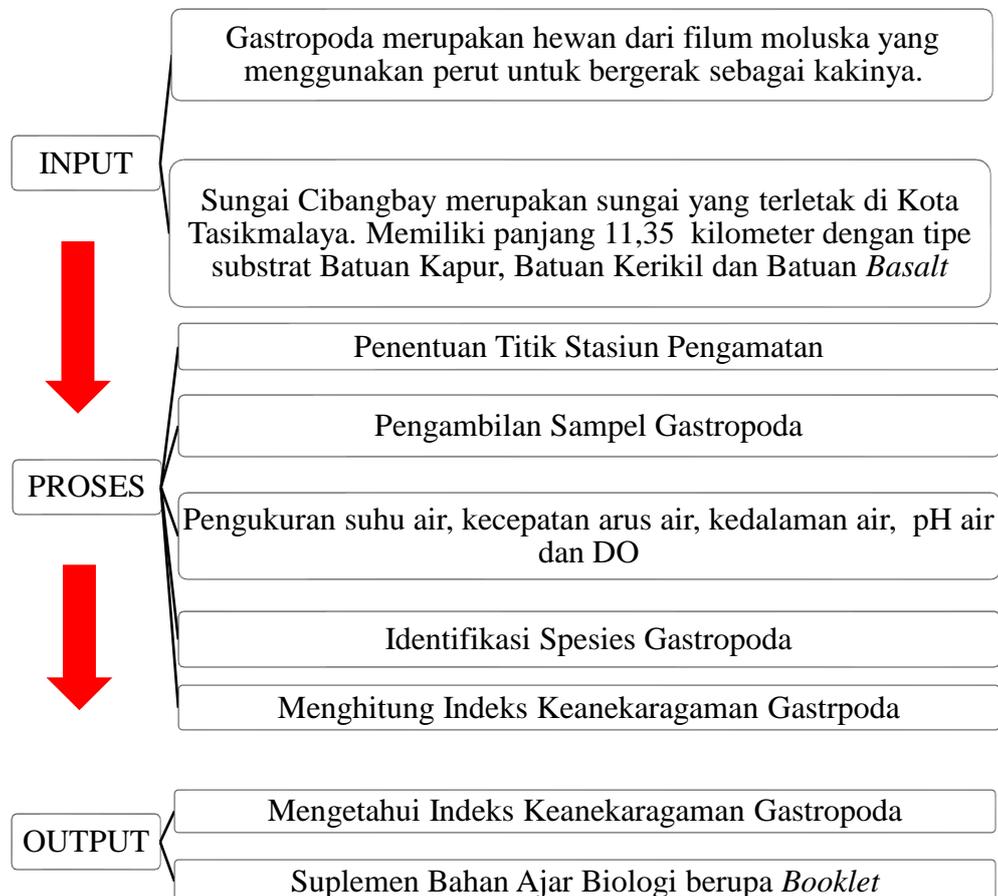
Gastropoda merupakan hewan dari filum Moluska yang paling beraneka ragam yang terdiri dari 70.000 spesies yang ditemukan masih hidup dan lebih dari 15.000 spesies yang ditemukan telah menjadi fosil yang dapat ditemukan diberbagai habitat laut, air tawar dan daratan. Gastropoda menggunakan perutnya untuk bergerak sebagai kaki. Gastropoda memiliki ragam ukuran dari mikroskopis hingga mencapai 2 meter namun umumnya dalam kisaran 1-8 cm.

Keanekaragaman gastropoda di suatu wilayah perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan yang mendukung keberadaan gastropoda yaitu

suhu air, kecepatan arus air, kedalaman air, pH air dan DO. Selain itu, jenis substrat yang digunakan sebagai tempat menempel, sumber makanan, tempat berlindung dari predator serta arus air yang deras, dan menempelkan telur erat kaitannya dengan keberadaan dan keragaman gastropoda. Salah satu sungai yang menjadi habitat gastropoda sehingga memiliki keanekaragaman gastropoda di dalamnya adalah Sungai Cibangbay.

Sungai Cibangbay merupakan salah satu sungai yang dimanfaatkan masyarakat untuk mandi, cuci dan kakus. Sungai Cibangbay memiliki beberapa tipe substrat yaitu tipe batuan kapur, batuan kerikil dan batuan *basalt*. Selain itu di Sungai Cibangbay ditemukan spesies baru dari genus *Sulcospira* yaitu *Sulcospira kawaluensis*. Namun hingga sekarang belum ada penelitian atau pun data terbaru mengenai keanekaragaman gastropoda di Sungai Cibangbay. Oleh karena itu, mengetahui bagaimana keanekaragaman gastropoda di Sungai Cibangbay maka perlu dilakukan penelitian mengenai inventarisasi gastropoda yang terdapat di Sungai Cibangbay. Selain untuk mengetahui keanekaragaman spesies yang ada penelitian tersebut juga dapat mengontrol keberadaan suatu spesies masih ada atau punah. Sebagai contoh spesies yang sudah punah dari genus *Sulcospira* yaitu *Sulcospira sulcospira* dan *Sulcospira pisum*.

Sebagaimana uraian di atas, akan dilakukan penelitian di Sungai Cibangbay mengenai keanekaragaman gastropoda serta faktor lingkungan yang mempengaruhi yakni suhu, pH, DO dan jenis substrat, dalam penelitian ini akan dipergunakan tiga stasiun pengamatan dengan tipe substrat berbeda. Stasiun I dengan tipe substrat batuan cadas, Stasiun II dengan tipe substrat batuan kerikil dan Stasiun III dengan tipe substrat batuan besar. Hasil dari penelitian ini akan dimuat dalam bentuk *booklet* sebagai suplemen bahan ajar biologi pada Fase E mengenai keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya (Gambar 2.19).



Gambar 2.19 Kerangka Konseptual
Sumber: Peneliti.

2.4 Pertanyaan Penelitian

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

- 1) Apa saja jenis gastropoda yang ditemukan di Sungai Cibangbay Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya?
- 2) Bagaimana indeks keanekaragaman spesies Shannon Wiener, indeks dominansi Simpson dan indeks pemerataan gastropoda di Sungai Cibangbay Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya?
- 3) Bagaimana karakteristik gastropoda dan habitat/lingkungan di Sungai Cibangbay Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya?