

Ciri-ciri dan Pola Perkembangan Tubuh Hewan Vertebrata

Drs. Achmad Chaeri
Drs. Kusbiyanto
Drs. Priyo Susatyo M.Si.
Drs. Sugiharto



PENDAHULUAN

Ⓐ dalam membahas ciri-ciri dan pola perkembangan tubuh hewan vertebrata lebih dulu dipelajari pengertian dari istilah-istilah yang lazim digunakan dalam ilmu anatomi. Hal ini penting untuk menunjang dalam mempelajari ciri-ciri tubuh hewan vertebrata. Di samping itu, penting juga mempelajari morfologi dan anatominya.

Adapun untuk mendapatkan gambaran tentang pola perkembangan struktur tubuh hewan vertebrata, yang pertama kali harus dipelajari adalah mengenai klasifikasi dari chordata, selain itu juga dipelajari perubahan-perubahan yang terjadi pada hewan-hewan vertebrata baik ditinjau secara evolusioner maupun secara embriogeni. Hewan-hewan yang termasuk dalam chordata adalah semua hewan yang tubuhnya dilengkapi dengan organ penyokong tubuh dalam, yang umumnya mulai dari tingkat yang paling primitif atau sederhana bentuk tubuhnya mirip cacing sehingga dinamakan **Tunicata**, kemudian sejenis ikan Lancelet sampai pada tingkat yang lebih maju atau sempurna, yaitu **Mammalia**.

Kebanyakan hewan-hewan chordata hidup secara bebas atau dapat dikatakan bahwa hewan-hewan chordata secara nyata tidak ada yang hidup sebagai parasit. Ada pun bentuk dan ukuran dari golongan vertebrata sangat bervariasi, yaitu dari ukuran kecil, sedang, sampai yang memiliki ukuran tubuh besar sekali, seperti ikan paus, gajah dan sebagainya.

Secara umum phylum chordata ini dibagi menjadi empat sub phylum, yaitu sebagai berikut.

1. Sub phylum Hemichordata.
2. Sub phylum Urochordata atau disebut juga Tunicata.

3. Sub phylum Cephalochordata.
4. Sub phylum Vertebrata.

Apabila ditinjau dari struktur tubuhnya, menurut beberapa ahli Zoologi maka dari ketiga sub phylum tersebut, yaitu sub phylum Hemichordata, Urochordata dan Cephalochordata dapat dikelompokkan menjadi satu, yaitu dalam kelompok **Acraniata** karena dari ketiga sub phylum tersebut tidak mempunyai tulang tengkorak atau Cranium, sedangkan sub phylum vertebrata dimasukkan dalam kelompok **Craniata** karena sudah mempunyai tulang tengkorak atau otaknya sudah dibungkus oleh tulang cranium.

Setelah mempelajari modul ini secara umum Anda diharapkan dapat menjelaskan ciri-ciri dan pola perkembangan hewan-hewan vertebrata.

Sedangkan secara khusus Anda diharapkan dapat menjelaskan:

1. ciri-ciri morfologi hewan vertebrata;
2. ciri-ciri anatomi hewan vertebrata;
3. pola perkembangan hewan-hewan vertebrata.

KEGIATAN BELAJAR 1

Ciri-ciri Morfologi Hewan Vertebrata

Telah disinggung pada pendahuluan tentang pengelompokan dari empat sub phylum chordata, di mana sub phylum vertebrata dimasukkan dalam kelompok Craniata karena hewan-hewan yang masuk dalam vertebrata sudah memiliki tulang tengkorak atau dapat dikatakan bahwa semua hewan yang masuk dalam golongan vertebrata sudah memiliki otak yang ukurannya relatif besar dan sudah dilengkapi dengan tulang Cranium.

Di samping itu juga sudah memiliki tulang penyokong tubuh yang disebut **Columna vertebralis**, pembagian tubuhnya sudah lengkap, yaitu terbagi atas kepala, leher, badan dan ekor. Hampir semua organ tubuh terutama organ-organ reproduksinya mengalami kemajuan baik dalam pertumbuhan, struktur dan fungsinya, kecuali bentuk dari notochord, nervecord dan celah-celah insang.

Sub phylum vertebrata dibagi dalam dua kelompok super kelas yang masing-masing terdiri dari 4 kelas, yaitu sebagai berikut.

A. SUPER KELAS PISCES

Berdasarkan strukturnya, super kelas pisces dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu sebagai berikut.

1. **Kelas Agnatha**, yaitu kelompok hewan yang belum memiliki rahang sehingga bentuk mulutnya sangat sederhana hampir mirip mulut cacing.
2. **Kelas Placodermata**, hewan-hewan dalam kelompok ini tubuhnya dilengkapi oleh sisik-sisik, sisiknya cenderung memiliki tipe placoid.
3. **Kelas Chondrichthyes** yang termasuk dalam kelompok ini terutama hewan dari jenis ikan yang bertulang rawan.
4. **Kelas Osteichthyes** yang termasuk dalam kelompok ini adalah semua jenis ikan yang bertulang sejati.

B. SUPER KELAS TETRAPODA

Hewan-hewan yang termasuk dalam super kelas ini adalah hewan-hewan yang berkaki empat (**Tetra** = empat dan **poda** = kaki). Super kelas Tetrapoda dibagi dalam empat kelas, yaitu sebagai berikut.

1. **Kelas Amphibia**, sesuai dengan arti dari amphibian, yaitu **amphi** artinya dua dan **bios**, artinya hidup, jadi hewan-hewan yang termasuk dalam kelompok ini adalah hewan yang siklus hidupnya mempunyai dua fase, yaitu fase dalam air dan fase di daratan.
2. **Kelas Reptilia**, hewan-hewan yang termasuk dalam kelompok ini adalah hewan yang jalannya merayap contohnya, kadal, ular, buaya, penyu, dan lain-lain.
3. **Kelas Aves** disebut juga **kelompok unggas** atau **bangsa burung**. Pada umumnya hewan-hewan yang termasuk dalam kelompok ini adalah hewan yang bersayap, dilengkapi dengan bulu yang berguna untuk terbang, contohnya semua bangsa burung, ayam, itik, dan lain-lain.
4. **Kelas Mamalia**, hewan-hewan yang termasuk dalam kelompok mamalia mempunyai **glandula mammae** atau kelenjar susu, yang berfungsi untuk menyusui anaknya.

C. CIRI-CIRI MORFOLOGI

Untuk membahas ciri-ciri morfologi hewan-hewan vertebrata ini maka sudah harus mulai dikelompokkan pada masing-masing jenis hewannya, sebab pada hewan-hewan yang termasuk dalam vertebrata tidak sama, baik bentuk kehidupan atau ekologinya, bahkan habitatnya pun sudah berbeda sehingga untuk memudahkan dalam membahas materi ini akan dimulai dari hewan-hewan yang dianggap rendah derajatnya atau tingkatannya, yaitu sebagai berikut.

1. Kelas Agnatha

Sebagai contoh untuk kelas ini adalah sub kelas Cyclostomata. Cyclostomata pada umumnya mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Tubuh bulat panjang atau silindris, pada bagian ekornya berbentuk pipih. Bagian sirip punggung disokong oleh tulang rawan yang bentuknya, seperti jari-jari, kulit biasanya lunak dan licin karena mengandung kelenjar mucosa yang bersel satu atau uniselluler, tidak bersisik dan tidak mempunyai sirip yang berpasangan.
- b. Mulut atau biasa disebut **cavum oris** terletak ventro-anterior yang merupakan mulut penghisap, pada tepi mulut dilengkapi dengan tentakel dan pada bagian median terdapat sebuah rongga hidung.

- c. Pada bagian **dorso-posterior** dari ekor terdapat sirip, mata terdapat sepasang, bentuknya besar terletak di sebelah lateral yang diliputi oleh lapisan kulit yang transparan dan di belakangnya terdapat celah-celah insang yang bentuknya bulat. Selanjutnya pada bagian tengah dari kedua sisi kanan dan kiri terdapat saluran yang berisi saluran indra peraba, saluran ini memanjang sampai bagian ekor.

2. Kelas Chondrichthyes

Jenis-jenis ikan yang termasuk dalam kelas Chondrichthyes ini memiliki tulang rawan. Kelompok ini merupakan vertebrata rendah yang mempunyai tulang columna vertebralis sempurna dan bentuknya terpisah satu sama lain. Selain itu kelompok ini sudah mempunyai rahang yang dilengkapi beberapa pasang sirip. Adapun ciri-ciri khusus pada kelompok ini adalah sebagai berikut.

- a. Kulit kuat dan diliputi oleh sisik tipe placoid, terdapat banyak kelenjar mucosa. Pada masing-masing bagian sisi telah dilengkapi dengan sirip.
- b. Mulut terletak di sebelah ventral dari bagian kepala, dengan dilengkapi oleh gigi-gigi yang kuat karena sudah beremail. Mempunyai lubang hidung atau lubang **nostril** yang jumlahnya satu atau dua buah yang biasanya tidak berhubungan dengan cavum oris, mempunyai rahang bawah atau yang disebut **mandibula** dan rahang atas biasanya disebut **maxilla**.
- c. Mempunyai bentuk tubuh yang bermacam-macam, ada yang berbentuk, seperti torpedo, ada juga yang berbentuk pipih bulat dorsoventral. Pada ikan yang berbentuk torpedo dilengkapi dengan **pinnae dorsalis** (sirip punggung), yang masing-masing pada sebelah posteriornya dilengkapi dengan jari-jari keras sirip, sedangkan pada bagian ventral terdapat sepasang **pinnae pectoralis** (sirip dada). Pada **pinnae analis** terdapat suatu alat tambahan yang bentuknya silindris dan disebut **clasper** yang berfungsi pada saat perkawinan, ini dimiliki oleh ikan jantan. Bentuk **pinnae caudalis** (sirip ekor) adalah heterocercal, mulut terletak melintang di sebelah anterior ventralis pada bagian kepala. Mata sepasang terdapat di sebelah dorsal dari mulut dan di sebelah mata terdapat **nostril** atau lubang hidung. Kemudian, antara mulut dan pinnae pectoralis dilengkapi dengan 6 buah celah insang, yang pada salah satu celah insangnya mengalami modifikasi, baik fungsi maupun letaknya dan disebut sebagai **spiracle**. Anus terletak di antara pinnae analis dan pinnae dorsalis yang

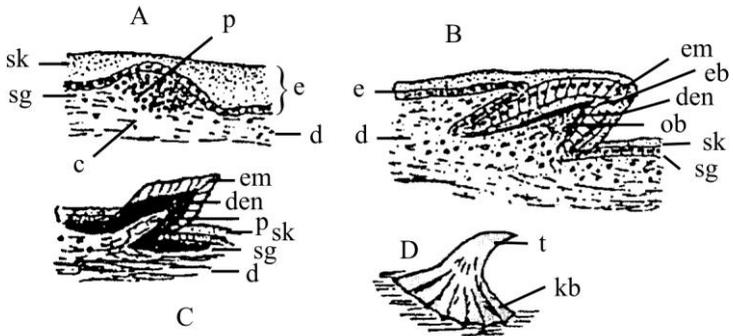
biasanya disebut sebagai **cloaca** karena antara lubang untuk urine dan faeces menjadi satu.

3. Kelas Osteichthyes

Jenis-jenis ikan yang termasuk dalam kelompok ini adalah ikan-ikan yang sudah mempunyai tulang sejati. Pada umumnya kelompok Osteichthyes, tubuhnya berskeleton tulang sejati, terbungkus oleh kulit yang dilengkapi dengan sisik, mempunyai bentuk mirip, seperti torpedo, bergerak atau berenang dengan menggunakan sirip dan bernapas dengan insang.

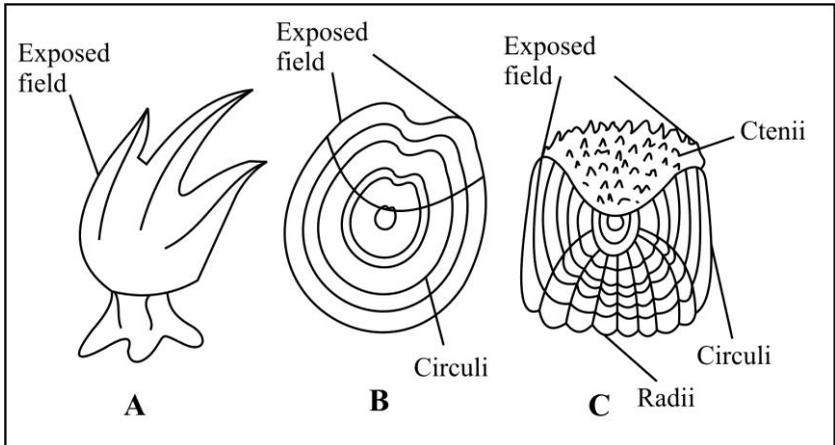
Jumlah sisik untuk setiap individu selalu tetap, apabila ikannya tumbuh menjadi besar maka diikuti pula oleh pertumbuhan sisiknya. Pertumbuhan sisik pada ikan umumnya dipengaruhi oleh musim, dengan menghitung Annulus, yaitu lingkaran tubuh garis radier yang jelas pada daerah yang beriklim sub tropis, sedangkan pada musim-musim dingin pertumbuhan dari sisik radier hampir tidak disebut **Annulus**.

Berdasarkan lingkaran-lingkaran sisik, sebetulnya umur ikan dapat ditentukan dengan jalan menghitung lingkaran tumbuh pada sisik. Tetapi ada juga beberapa jenis ikan yang tidak mempunyai sisik, seperti ikan lele, ikan belut, ikan keting dan sebagainya dan umumnya pada ikan-ikan tersebut mempunyai lapisan mukus atau lendir yang lebih tebal daripada ikan yang bersisik, selain itu juga ada jenis ikan yang kulitnya dilengkapi dengan duri-duri Contohnya pada ikan buntal. Di antara sisik-sisik lateral bagian kiri maupun kanan di sepanjang tubuh ikan terdapat saluran yang menembus sisik, biasanya berisi lendir dan ujung-ujung syaraf bebas, saluran tersebut biasanya disebut sebagai **gurat sisi** atau **Linea lateralis** merupakan alat indra keenam.



Gambar 1.1.A

Pertumbuhan sisik plakoid (A, B, C); D. Sisik plakoid dilepas dari kulit; e = epidermis; d = dermis; sk = stratum korium; sg = stratum germinativum; em = email; eb = ameloblas; den = dentin; ob = odontoblast; p = pulpa; t = tajuk; kb = keping basal.



Gambar 1.1.B.

Skema tipe sisik ikan (<http://personal.cytiu.edu.hk/~bhproj/fishbasic/>)

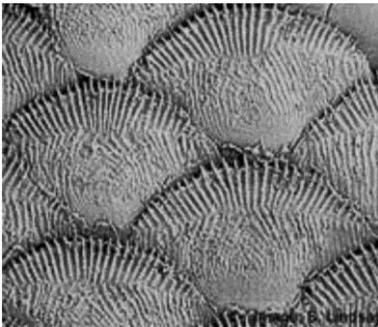
A. sisik Palaeoniscoid B. sisik Cycloid C. sisik Ctenoid



Gambar 1.1.C.
Tipe sisik Ganoid
(<http://www.amonline.net.au/fishes>)



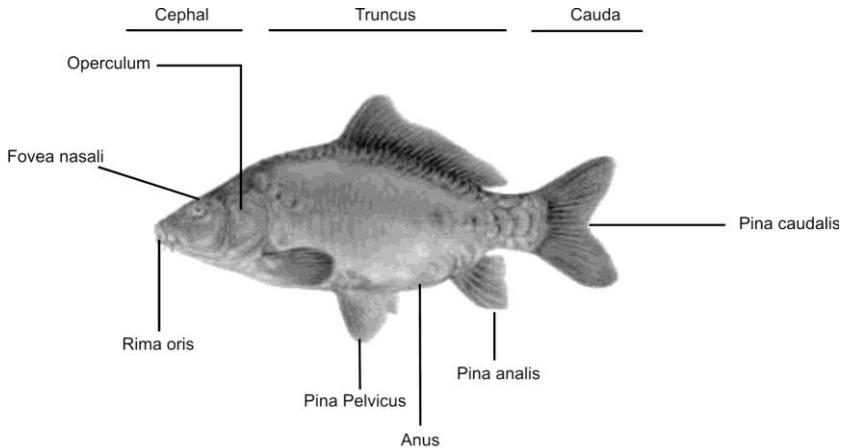
Gambar 1.1.D.
Sisik Placoid ikan dogfish pada
pembesaran tampak luar
(<http://microscopyu.com/galleries>)



Gambar 1.1.E.
Sisik Ctenoid
(<http://www.amonline.net.au/fishes>)

Ciri-ciri khusus pada kelompok ikan ini adalah sebagai berikut.

- a. Kulit pada umumnya ditutupi oleh sisik dan banyak mengandung kelenjar mucosa. Adapun tipe-tipe sisiknya adalah sisik **ganoid**, **cycloid**, dan **ctenoid**, tetapi ada beberapa species yang tidak bersisik. Pada bagian tengah dari punggung terdapat sirip yang pada umumnya disokong oleh jari-jari lemah atau jari-jari keras.
- b. Mulut pada umumnya terletak di bagian anterior dan bergigi, terutama pada gigi rahang yang memperlihatkan pertumbuhan yang baik. Selain itu, pada bagian kepala dilengkapi juga dengan **fovea nasalis** atau lubang hidung bagian luar, bentuk mata besar dan tidak dilengkapi dengan kelopak mata.
- c. Bentuk tubuhnya dapat bermacam-macam, tetapi pada umumnya ikan kelompok ini mempunyai bentuk gelendong pipih yang berarti ukuran tingginya dapat mencapai lebih dari lebarnya sehingga apabila dilakukan pemotongan, penampang melintangnya berbentuk oval.



Gambar 1.2.
Morfologi ikan bertulang sejati

Bagian kepala mulai dari ujung moncong sampai pada batas akhir dari bagian **operculum** atau tutup insang. Bagian tubuh atau badan membentang mulai dari akhir operculum sampai ke bagian sendi ekor dan selanjutnya adalah termasuk bagian ekor. Mata terletak di sebelah lateral tanpa dilengkapi dengan kelopak mata, bagian belakang mata terdapat operculum. Pada bagian punggungnya terdapat **pinnae dorsalis**, sedangkan sirip dada atau **pinnae pectoralis** letaknya di belakang operculum dan di sebelah bawahnya terdapat sepasang **pinnae pelvicus**, sirip ini umumnya dipunyai oleh jenis-jenis ikan air laut. Pada bagian perut terdapat **pinnae abdominalis**, yaitu sebagai sirip perut. Pada bagian ujung belakang dari tubuhnya terdapat juga **pinnae caudalis** atau sirip ekor.

Pada umumnya semua sirip-sirip tersebut, kecuali sirip dorsal pada beberapa species, bentuknya lemas karena disokong oleh jari-jari keras. Adapun fungsi dari sirip adalah untuk mempertahankan keseimbangan dalam air dan untuk bergerak.

Untuk membantu Anda dalam mempelajari ciri-ciri morfologi ikan, akan dibahas beberapa tipe sirip ekor dan tipe sisik berdasarkan anatominya. Untuk itu Anda dapat mempelajarinya dalam pembahasan ciri-ciri anatomi hewan-hewan vertebrata.

4. Kelas Amphibia

Sebetulnya amphibia berasal dari kata **amphi**, artinya rangkap dan **bios** artinya kehidupan. Jadi, dapat dikatakan bahwa amphibia adalah hewan yang hidup melalui dua fase kehidupan, yaitu fase kehidupan di dalam air, keadaan ini pada umumnya disebut **fase larva** atau dalam istilah yang lebih populer disebut **berudu**. Kemudian, setelah fase di air selesai dilanjutkan fase kehidupan di darat. Hewan yang sudah dewasa mempunyai columna vertebralis dan juga dilengkapi pula adanya extremitas (anggota badan) dengan jari-jari atau disebut **digiti** yang bentuknya berbeda-beda, sedangkan kulit bentuknya lembut dan tidak mempunyai sisik ataupun rambut.

Tetapi kriteria semacam ini, sering tidak dapat digunakan untuk species tertentu. Ada beberapa species yang mengalami modifikasi, bahkan ada pula yang tidak mengalami fase larva di dalam air dan sebaliknya ada beberapa jenis hewan dewasa yang tetap bertahan di dalam kehidupan air contohnya adalah *Xyophus* sp.

Untuk membahas materi ini diambil contoh jenis katak atau *Rana* sp. yang mewakili kelas amphibia.

Katak (*Rana* sp.)

Tinjauan Umum Morfologi Katak

Tubuh katak bentuknya hampir serupa pada masing-masing anggota katak, bentuknya menjadi lebih pendek. Hal ini disebabkan katak tidak mempunyai bagian ekor yang biasa disebut **Cauda**. Dalam pembahasan ini dapat ditegaskan bahwa hewan-hewan yang hidup berenang dalam air tidak satu pun bagian leher yang jelas atau batas antara daerah **caput** (kepala) dan **truncus** (badan) tidak jelas.

Bagian caput ujungnya tumpul, tanpa dilengkapi dengan moncong yang menonjol, pada bagian ini juga memiliki **rima oris** (mulut) yang bentuknya lebar biasanya berfungsi untuk memasukkan makanan. Pada bagian dorsal dari moncong terdapat sepasang **nares** atau lubang hidung yang kecil dan berfungsi dalam pernapasan. Sepasang mata atau disebut juga **organon visus** yang bulat ukurannya cukup besar dan bentuknya bulat menonjol. Organon visus atau mata dilengkapi juga dengan alat-alat, seperti:

- a. **palpebra superior**, yaitu berupa lipatan kulit tebal pada bagian tepi atas dari mata;

- b. **palpebra inferior**, yaitu berupa lipatan kulit tebal pada bagian tepi bawah dari mata;
- c. **membrana nictitans** adalah berupa lipatan kulit yang tipis dan transparan terletak pada bagian tepi bawah mata, ini dapat ditarik hingga dapat menutupi seluruh permukaan mata.

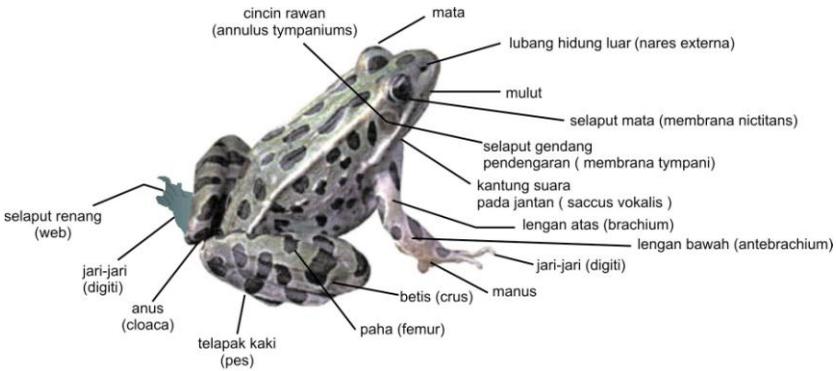
Pada bagian dekat sebelah caudal dari organ mata terdapat bagian yang membulat yang berupa kulit disebut **membrana tympani**, organ ini merupakan bagian dari alat pendengaran dan tidak dimiliki oleh kelompok ikan. Bagian truncus atau badan dari katak bentuknya pendek. Adapun lubang cloaca terletak di bagian terakhir dari badan.

Seperti pada jenis hewan vertebrata terrestrial yang lain, tubuh katak mempunyai dua pasang extremitas, yaitu sepasang extremitas anterior yang bentuknya pendek, tetapi mempunyai bagian-bagian yang jelas karena dilengkapi dengan adanya persendian. Adapun bagian-bagian extremitas anteriornya adalah:

- a. **brachium** (lengan atas);
- b. **antebrachium** (lengan bawah);
- c. **manus** (telapak tangan);
- d. **carpus** (pergelangan tangan) yang dilengkapi dengan **metacarpus** dan **phalangus** atau **digiti**, yaitu merupakan jari-jari yang jumlahnya masing-masing ada 5 buah. Di antara jari-jari biasanya terdapat selaput yang berfungsi untuk berenang dan disebut **webs** (selaput renang).

Kemudian, pada bagian belakang terdapat **extremitas posterior** yang bentuknya lebih besar, bila dibandingkan dengan **extremitas anterior**. Adapun bagian-bagian dari **extremitas posterior** adalah sebagai berikut.

- a. **femur** (paha);
- b. **crus** (betis);
- c. **pes** (telapak kaki) yang terdiri dari **metatarsus** dan **phalangus** atau jari-jari disebut juga sebagai **digiti** yang jumlahnya 5 buah.



Gambar 1.3.
Morfologi umum dari Katak (<http://www/lawrence.edu>)

5. Kelas Reptilia

Reptilia adalah kelompok hewan yang hidupnya bergerak dengan cara merayap, oleh karena itu disebut juga sebagai hewan melata. Reptilia juga merupakan sekelompok hewan dari vertebrata yang tempat hidupnya menyesuaikan di tempat kering sehingga proses penandukan kulit atau disebut proses **cornificatio** dimaksudkan untuk menjaga agar tidak banyak kehilangan cairan tubuh. Kelas reptilia yang masih ada sekarang terbagi menjadi 4 ordo, yang masing-masing adalah sebagai berikut.

a. Ordo Chelonia

Sebagai contoh ordo ini adalah penyu dan kura-kura. Chelonia bentuk tubuhnya relatif lebih pendek dan melebar biasanya dilengkapi juga dengan dua pasang kaki yang bersifat **pentadactil** artinya terdiri dari lima jari-jari dengan kuku-kuku yang kuat. Bentuk kaki pada kura-kura yang hidup di laut telah mengalami modifikasi, menjadi menyerupai sirip sehingga bentuknya mirip, seperti dayung. Pada mulut tidak terdapat gigi, bentuk rahang tertutup oleh paruh yang tajam yang terbentuk dari bahan tanduk, lubang pelepasannya terletak di bagian ventral badan dan berupa celah yang panjang.

Hewan-hewan dalam kelompok Chelonia mempunyai ciri khas, yaitu adanya kulit keras yang menutupi bagian dorsal tubuhnya, bagian kulit itu disebut **carapax**, sedangkan pada bagian ventral disebut **plastron**. Kulit keras ini biasanya terdiri dari lapisan tulang yang diselubungi oleh bahan

tanduk yang mempunyai bentuk dan susunan hampir sama pada sebagian besar jenis-jenisnya.

b. Ordo Rhynchocephalia

Ordo Rhynchocephalia hanya memiliki satu jenis saja, yaitu *Sphenodon punctatum* yang hidup di New Zealand, oleh sebab itu hewan tersebut sering disebut sebagai fosil hidup. Hal ini juga karena hewan ini hanya satu-satunya dari ordo Rhynchocephalia dan sifatnya masih primitif terutama struktur tubuhnya sehingga hewan ini dikatakan sebagai hewan yang tertua yang dikenal sekarang.

c. Ordo Squamata

Hewan yang termasuk dalam ordo ini adalah kadal dan ular, hewan ini diduga masih satu nenek moyang dengan *Sphenodon punctatum*. Kulit ular dan kadal pada umumnya diliputi oleh lapisan squama epidermal yang bentuknya sudah menanduk, tetapi kadang-kadang di bagian bawahnya disokong oleh lamina dermalis yang menulang. Adapun lubang pelepasan hampir selalu berupa celah yang transversal. Ordo ini terbagi menjadi dua sub ordo, yaitu sebagai berikut.

1) Sub ordo Sauria atau Lacertilia contohnya adalah kadal (*Mabouya* sp.). Tubuh kadal biasanya mempunyai dua pasang anggota badan atau extremitas. Membran tympani bentuknya tidak cembung dan celah auris externa dapat dilihat dengan jelas. Kemudian, palpebra superior dan palpebra inferior serta membran nictitansnya dapat digerakkan. Mulutnya kurang dapat dibuka, hal ini disebabkan kedua bagian rahang bawah bersatu.

Kadal bentuk tubuhnya hampir mirip dengan Salamander. Tetapi ada sedikit perbedaan, yaitu pada Salamander kulitnya licin dan selalu bersih serta jari-jari kakinya tidak berkuku. Pada bangsa kadal ada jenis tertentu yang mempunyai keistimewaan untuk mengubah warna kulit dengan cepat yang biasanya disesuaikan dengan warna lingkungannya, contoh bunglon (*Chameleo* sp.). Sifat yang seperti itu biasanya disebut **mimikri**. Jenis yang terbesar dari golongan kadal adalah hewan Komodo atau *Varanus komodoensis*. Hewan ini terdapat di Pulau Komodo dan ujung barat Flores. Panjang tubuhnya dapat mencapai 4 meter. Sedangkan jenis kadal yang beracun adalah **Heloderma**.



Gambar 1.4. Morfologi kadal

2) Subordo Sarpentes atau Ophidia

Kelompok hewan sub ordo ini adalah ular, tidak mempunyai kaki atau extremitas, tetapi pada jenis Phyton masih mempunyai sisa-sisa dari bentuk pelvis dan extremitas posterior. Ular dapat bergerak maju dengan menggunakan *musculus undulans* yang ada di sebelah lateral

dari tubuh dan juga karena pergerakan dari *squamae* yang terletak di bagian ventral yang tersusun transversal. Ular tidak mempunyai celah auris externa dan *membrana tympani*, maupun *palpebra*. Mata tertutup oleh *membrana nictitans* yang bentuknya tetap dan transparant. Jenis-jenis ular yang mempunyai kelenjar racun atau jenis-jenis ular yang beracun antara lain ular pucuk (*Dryophis prasinus*), ular bakau (*Homolopsis buccata*), ular sendok (*Naja tripudians*) dan ular benang (*Dispodomarphus dendrophyllis*).

d. Ordo Crocodilia atau Loricata

Crocodilia adalah merupakan kelompok reptilia tua yang masih ada atau hidup sampai sekarang. Hewan ini umumnya mempunyai ekor atau cauda yang memipih ke arah lateral dan mempunyai dua pasang anggota badan atau **extremitas** yang bentuknya pendek. **Extremitas anterior** dilengkapi dengan 5 digiti atau jari-jari, sedangkan **extremitas posterior** hanya mempunyai 4 digiti atau jari-jari dan di antara digiti terdapat selaput yang berfungsi untuk berenang. **Membrana tympani** bentuknya menonjol ke luar, tetapi diliputi oleh lapisan kulit, sedangkan mata, lubang hidung dan telinga terdapat pada garis lurus di bagian ujung kepala. Bentuk kulit tebal dengan dilengkapi lamina tulang yang letaknya di bawah lapisan tanduk pada sebelah dorsal dan sebelah ventral tubuh.

Perbedaan Crocodilia dengan Alligator adalah bahwa gigi ke 4 pada hewan Alligator pada setiap sisi pada rahang bawah akan masuk ke dalam suatu celah pada rahang atas, ini terjadi apabila mulut menutup. Sedangkan pada Crocodilia gigi yang ke empat pada rahang bawah akan masuk ke dalam suatu takik atau sela-sela pada sisi keluar dari bagian rahang atas dan kelihatan agak menonjol apabila mulut dalam keadaan tertutup. Di samping itu kebanyakan Crocodilia mempunyai moncong yang lebih sempit dari Alligator.

6. Kelas Aves

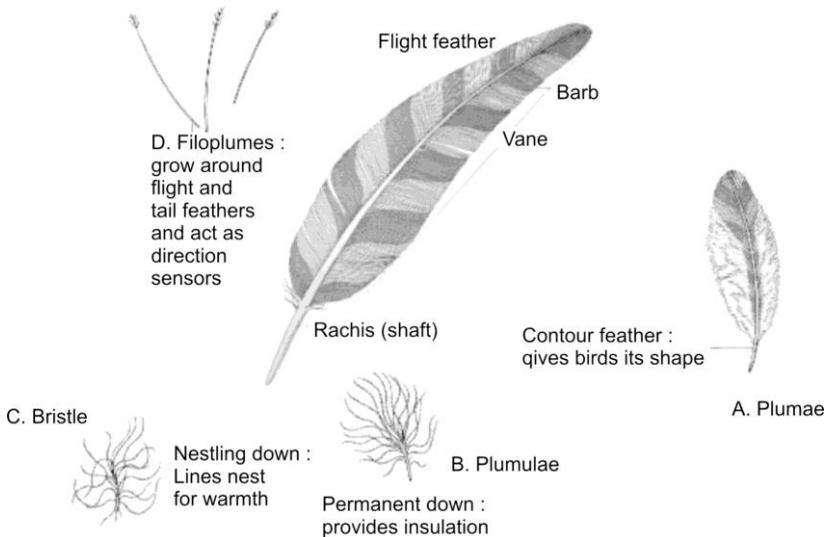
Aves adalah bangsa unggas atau bangsa burung. Hewan ini paling mudah dikenal oleh manusia karena terdapat atau hidup di mana-mana. Bangsa burung umumnya aktif di siang hari dan bentuknya sangat menarik karena burung tubuhnya ditutupi oleh bulu-bulu yang indah. Mempunyai dua pasang anggota badan atau **extremitas**. **Extremitas anterior** jumlahnya sepasang, tetapi sudah mengalami modifikasi menjadi sayap, sedangkan **extremitas posterior** bentuknya disesuaikan dengan kebiasaan burung untuk hinggap di pohon dan untuk berenang yang biasanya dilengkapi dengan selaput renang (**web**), setiap kaki memiliki 4 jari dan dilengkapi dengan cakar yang dibungkus oleh kulit yang menanduk dan sedikit mempunyai sisik.

Bentuk luar tubuh burung mempunyai bagian-bagian sebagai berikut.

- a. Tubuh terdiri atas **caput** atau bagian kepala, **collum** atau **cervix** yang biasa disebut sebagai leher yang bentuknya panjang, mudah digerakkan ke berbagai arah dilindungi oleh bulu-bulu halus.
- b. Mulut mempunyai **rostrum** atau paruh yang dibangun oleh **maxilla** pada bagian atas dan **mandibulla** pada bagian bawah.
- c. Pada bagian atas paruh terdapat lubang hidung yang terdiri dari **nares interna** pada sebelah dalam dan **nares externa** terletak di sebelah luar.
- d. Pada basis rostrum atau paruh bagian atas terdapat suatu tonjolan kulit yang lunak yang disebut dengan **cerome**.
- e. Mata atau **organon visus**, dikelilingi oleh kulit yang berbulu mempunyai ukuran yang cukup besar terletak di sebelah lateral dari kepala, dan mata dilengkapi oleh iris yang berwarna agak jingga ke merah-merahan. Selain itu pada mata juga terdapat pupil yang bentuknya relatif besar bila dibandingkan dengan besarnya mata. Sedangkan membrana nictitans terdapat pada bagian sudut medial mata yang biasanya dapat ditarik menutupi mata.
- f. Pada bagian belakang di bawah kedua pasang mata atau di sebelah **dorso-caudal** dari mata terdapat **porus acusticus externus** atau lubang telinga luar, sedang **membrana tympani** terdapat di bagian dalamnya yang berfungsi untuk menangkap getaran suara.
- g. **Truncus** atau badan ditumbuhi oleh bulu-bulu yang biasanya memiliki warna yang indah, **cauda** atau ekor bentuknya pendek biasanya dikenal dengan **uropygium**. Bulu-bulu yang menutupi ekor disebut **rectrices**. Pada uropygium pada bagian dorsal terdapat kelenjar minyak yang

disebut **glandula uropygialis** yang berfungsi untuk meminyaki bulu-bulu agar tetap mengkilap.

- h. Bangsa burung dalam melakukan gerakan terutama pada waktu terbang dilakukan dengan menggunakan sayap dan bila berjalan dengan menggunakan kaki. Selain itu **cauda** atau ekor berfungsi sebagai pengemudi pada waktu terbang.



Gambar 1.5.

Bulu dan bagian-bagiannya (<http://www.weldotpetsui.com>)

7. Kelas Mammalia

Mamalia adalah merupakan kelompok hewan yang paling tinggi derajatnya dalam golongan hewan. Hewan pada kelompok mamalia mempunyai **glandula mammae** yang menghasilkan air susu, untuk diberikan kepada anaknya. Hewan-hewan yang termasuk dalam kelompok ini antara lain adalah: tikus, kelelawar, kucing, kera, ikan paus, kuda, kijang, sapi, kerbau dan lain-lain. Termasuk juga manusia atau *Homo sapiens*. Pada manusia menarik untuk dipelajari terutama karena susunan, bentuk dan fungsi struktur tubuhnya. Pada mamalia umumnya bagian-bagian tubuhnya dapat dibedakan dengan nyata, seperti **caput** atau kepala, **truncus** atau badan

dan **cauda** atau bagian ekor. Antara **caput** dengan **truncus** atau badan dihubungkan dengan jelas oleh leher.

Khususnya pada manusia tidak terdapat **cauda** atau ekor, bila dilihat secara external, tetapi secara internal terdapat tulang vertebrae yang membentuk ekor. Walaupun jumlah ruasnya hanya tiga buah dan sudah mengalami reduksi.

Adapun ciri-ciri khusus dari mamalia adalah sebagai berikut.

- a. Tubuh pada umumnya diliputi oleh rambut yang biasanya lepas secara periodik. Pada kulitnya banyak mengandung kelenjar baik kelenjar sebaceous, kelenjar keringat dan kelenjar susu.
- b. Mempunyai dua pasang anggota badan atau **extremitas**, kecuali pada anjing laut dan singa laut tidak memiliki kaki belakang, setiap kaki dilengkapi dengan 5 jari-jari yang bentuknya bermacam-macam sesuai dengan fungsinya, misalnya untuk berjalan, memanjat, membuat lubang, berenang, meloncat, oleh karena itu jari-jari biasanya mempunyai kulit tanduk dan berbulu.
- c. Pada **caput** atau bagian kepala terdapat **rima oris** yang biasanya dibatasi oleh bibir atas atau **labium superior** dan bibir bawah atau **labium inferior**. Di atas bibir atas biasanya ditumbuhi rambut yang disebut **vibrissae**. Lubang hidung terletak di atas mulut, mata atau **organon visus** bentuknya besar yang dilengkapi dengan **palpebrae superior** dan **palpebrae inferior** yang ditumbuhi rambut halus. **Membrana nictitans** terdapat di pojok dekat dengan hidung dari biji mata atau sering disebut sebagai **plica semilunaris**. Di bagian belakang mata terdapat **auriculae** atau daun telinga yang merupakan corong dari **porus acusticus eksterna** atau umumnya disebut lubang telinga luar yang kemudian masuk ke organ pendengaran.
- d. Bagian **Truncus** atau badan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu: **thorax** atau bagian dada, **abdomen** atau bagian perut, **dorsum** atau dorsal adalah bagian punggung, **glutea** adalah bagian pantat dan bagian **pireneum** yaitu daerah sempit antara lubang anus dan urogenitalis. Pada permukaan ventral di bagian kanan dan kiri dari linea median terletak glandula mammae. Adapun di bagian belakang dari truncus terdapat ekor dan anus yang terletak di sebelah ventral dasar cauda atau ekor. Pada hewan jantan memiliki penis dan scrotum yang dilengkapi dengan testis, sedangkan pada hewan betina terdapat vulva atau suatu

celah yang dibatasi oleh **labia mayora** atau bibir luar dan **labia minora** atau bibir dalam.

- d. Penutup tubuh adalah berupa kulit lunak dan bentuknya tipis, kecuali pada bagian tertentu mengalami proses penebalan dan cornifikasi, misalnya pada telapak tangan, pada telapak kaki. Umumnya seluruh permukaan kulit ditumbuhi rambut halus.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan, mengapa sub phylum vertebrata dimasukkan dalam kelompok craniata!
- 2) Sebutkan bagian-bagian truncus atau badan pada mamalia!

Petunjuk Jawaban Latihan

Baca pada modul yang Anda miliki, terutama bagian-bagian yang relevan jika perlu Anda dapat konsultasikan dengan tutor.



RANGKUMAN

1. Hewan-hewan yang termasuk dalam sub phylum vertebrata termasuk kelompok craniata, hal ini disebabkan hewan-hewan yang termasuk dalam vertebrata sudah memiliki tulang tengkorak atau kranium. Di samping itu juga sudah mempunyai tulang penyokong tubuh yang disebut columna vertebralis dan pembagian tubuhnya sudah lengkap dan jelas.
2. Bila ditinjau dari ciri-ciri strukturnya maka sub phylum vertebrata dikelompokkan menjadi dua kelompok super kelas, di mana pada masing-masing kelompok tersebut terdiri dari 4 kelas sehingga semuanya terdapat 8 kelas. Masing-masing kelas mempunyai ciri-ciri khusus untuk membedakannya.
3. Pada super kelas Pisces terdapat jenis-jenis ikan yang termasuk dalam kelompok ikan bertulang rawan, yaitu Chondrichthyes dan jenis-jenis ikan yang termasuk dalam kelompok ikan bertulang sejati atau Osteichthyes. Adapun hewan-hewan yang termasuk dalam

super kelas tetrapoda adalah hewan-hewan yang berkaki empat, tetapi pada kelompok aves atau bangsa burung, kaki depan atau extremitas anteriornya termodifikasi menjadi sayap.



TES FORMATIF 1 _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pada hewan-hewan vertebrata umumnya sudah mempunyai tulang penyokong tubuh yang biasanya disebut
 - A. columna vertebralis
 - B. tulang cranium
 - C. tulang ekor
 - D. notochorda

- 2) Kelompok hewan-hewan yang belum mempunyai rahang disebut
 - A. gnathostomata
 - B. agnatha
 - C. craniata
 - D. acraniata

- 3) Pada ikan bertulang sejati sirip pada bagian dada disebut
 - A. pinna dorsalis
 - B. pinna abdominalis
 - C. pinna pectoralis
 - D. pinna analis

- 4) Pada bangsa aves bulu-bulu yang menutupi ekor disebut
 - A. remiges
 - B. plumae
 - C. tectrices
 - D. rectrices

- 5) Pada kelompok hewan-hewan mamalia, terutama pada yang betina terdapat kelenjar susu yang disebut
 - A. glandula mammae
 - B. glandula parotis
 - C. glandula lingualis
 - D. glandula tyroidea

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Ciri-ciri Anatomi Hewan Vertebrata

Telah disinggung pada pembahasan tentang ciri-ciri morfologi hewan vertebrata di atas bahwa semua hewan yang termasuk ke dalam kelompok vertebrata secara anatomi adalah sudah memiliki bentuk otak yang relatif besar dan disokong oleh tulang cranium atau tulang tengkorak kepala. Kemudian ditandai pula adanya tulang penyokong tubuh yang merupakan sumbu, di mana bentuknya tersusun atas ruas-ruas yang disebut sebagai **columna vertebralis**.

Columna vertebralis ini umumnya tersusun dari vertebrae-vertebrae yang bentuk dan susunannya berurutan dari bagian cranial ke caudal.

Pada kelompok vertebrae selain mempunyai ciri-ciri khusus secara morfologi juga memiliki ciri-ciri anatomi yang khusus yaitu sebagai berikut:

1. Pada hewan yang rendah tingkatannya endoskeletonnya masih berupa tulang rawan, sedang pada hewan tingkat tinggi sudah berupa tulang keras. Skeleton mempunyai fungsi sangat penting, yaitu sebagai penyokong dan pelindung dari organ-organ penting yang terdapat di dalam tubuh, seperti cranium melindungi otak, kemudian ada beberapa **arcus vicalis** yang menyokong bagian insang ini terdapat pada ikan.
2. Pada skeleton terdapat otot daging yang berfungsi dalam koordinasi gerak atau dalam perpindahan tempat. Pada hewan yang hidupnya di darat pertumbuhan otot daging sudah lebih baik sehingga bentuk-bentuknya lebih kokoh.
3. Organ-organ pencernaan makanan atau **tractus digestivum** letaknya memanjang di sebelah ventral, dari rongga mulut dilengkapi dengan adanya lidah dan gigi, saluran pencernaan ini akan berakhir pada anus. Biasanya di sepanjang saluran pencernaan pada tempat-tempat tertentu dilengkapi dengan kelenjar-kelenjar, seperti kelenjar ludah, hati, pancreas yang pada umumnya menghasilkan skret yang dikeluarkan melalui ductus ke saluran pencernaan tersebut.
4. Sistem peredaran darah atau **sistem circulatoria**-nya terdiri atas pembuluh dengan jantung atau **cor** sebagai pusat, yang biasanya jantung ini terbagi menjadi *empat ruangan*. Pembuluh darah yang mengalirkan darah keluar dari jantung adalah pembuluh arteri, pembuluh arteri ini bercabang-cabang menjadi kapiler. Pembuluh yang mengalirkan darah

masuk ke dalam jantung adalah pembuluh vena yang biasanya bercabang-cabang lagi menjadi venulae. Pada sistem peredaran darah ini, terdapat juga sistem lymphaticus yang umumnya berfungsi sebagai pembantu dalam sistem peredaran darah, yaitu dalam proses pengembalian plasma darah dari jaringan-jaringan.

5. Pada hewan-hewan tingkat rendah, misalnya ikan, sistem pernapasannya atau **sistem respiratoria**-nya menggunakan **insang**, sedangkan pada jenis-jenis yang lebih maju tingkatannya terutama pada hewan-hewan yang hidup di darat sistem pernapasannya menggunakan paru-paru atau **pulmo**.
6. Kemudian, **sistem ekskretoria** atau sistem pembuangannya terdiri dari ginjal atau **ren** yang memiliki saluran pembuangan biasanya bermuara di dekat anus. Tetapi saluran pembuangan pada hewan tingkat rendah berbeda dengan hewan tingkat tinggi. Pada hewan tingkat rendah alat ekskretoriannya tidak bersegmen dan berfungsi hanya untuk membersihkan darah saja. Tetapi bila pada hewan tingkat tinggi sudah lebih maju lagi, misalnya **vesica urinaria** atau kantung air kencing sudah berfungsi, yaitu untuk menampung air kencing sementara.
7. Sistem saraf atau **sistem nervorum** pada umumnya terdiri dari sistem saraf pusat atau **sistem nervorum centralis** dan sistem saraf perifer atau sistem **nervorum periferium**. Sistem saraf pusat terdiri dari **encephalon** atau otak dan **medula spinalis** atau sumsum tulang belakang. Encephalon atau otak sudah mengalami diferensiasi baik dalam strukturnya maupun fungsinya yang terdiri dari **Haemisphaerium cerebri** dan **cerebellum** dan pada hewan tingkat tinggi sudah mengalami proses pembesaran. Kemudian, dari encephalon akan bercabang keluar 10 - 12 nervicranialis yang akan menjalankan alat sensoris dan motoris. Sedangkan dari medula spinalis akan keluar pasangan nervi ke organ-organ yang sifatnya otonom.
8. Sudah mempunyai beberapa kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon yang dialirkan ke tubuh yang membutuhkan melalui darah, seperti untuk proses pertumbuhan dan juga dalam reproduksi.
9. Sebagian besar hewan-hewan yang termasuk dalam kelompok ini alat kelaminnya terpisah, dan pada masing-masing jenis kelamin mempunyai sepasang gonad dengan saluran yang bermuara di bagian dekat anus.

Untuk lebih jelas dan terperinci dalam pembahasan materi ini maka akan diurut berdasarkan klasifikasi dari sub phylum vertebrata, di mana pada sub phylum vertebrata terdiri dari 2 super kelas dan 8 kelas yang masing-masing adalah sebagai berikut.

A. SUPER KELAS PISCES

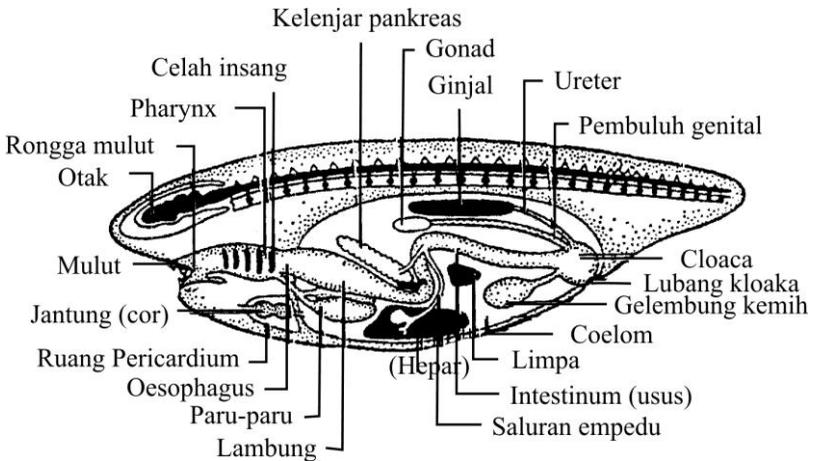
Super kelas Pisces dibagi lagi menjadi empat kelas, yaitu sebagai berikut.

1. Kelas Agnatha

Hewan-hewan yang termasuk dalam kelas ini adalah Ostracoderma, ini merupakan kelompok agnatha purba dan diduga telah punah, sedangkan yang masih hidup adalah yang masuk dalam kelompok sub kelas Cyclostomata yang mempunyai ciri khas, yaitu memiliki bentuk mulut bulat. Sebagai contoh, yang sudah dikenal adalah *Polistotrema stouti* dan *Petromyzon marinus*, hidup di air payau maupun di air tawar.

Struktur Anatomi dan Fungsinya

Secara anatomis kelompok hewan dalam kelas ini masih sederhana, dan ciri yang khusus pada kelompok hewan ini adalah tidak mempunyai rahang.



Gambar 1.6.
Bagan prinsip umum struktur anatomi hewan vertebrata

Adapun struktur anatomi dari klas ini adalah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

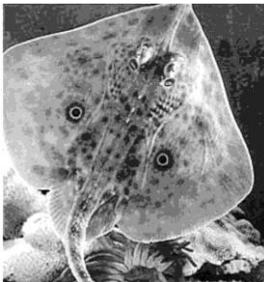
- a. Pada **sistem skeleton** atau sistem rangkanya adalah notochord terdapat sebagai sumbu tubuh, yang berupa batang silindris yang dibungkus oleh jaringan ikat. Pada bagian-bagian tertentu, seperti tulang tempurung kepala, pada bagian **arches viseralis**, yaitu yang menyokong bagian insang masih dilindungi oleh tulang-tulang rawan.
- b. Sistem otot atau **sistem musculus** bentuk maupun susunannya juga masih sederhana, misalnya pada bagian badan dan ekor tersusun oleh sebagian besar otot yang bentuknya pendek dan pada bagian lidah otot mempunyai sifat-sifat sebagai **refractor** atau menarik dan **protrotae** atau menjulurkan.
- c. Pada sistem pencernaan makanan atau **sistem digestoria** organ-organnya terdiri dari mulut yang terletak di bagian ventral dari kepala, kemudian mulut dilengkapi oleh pharynx dan saluran **oesophagus** yang terletak di bagian dorsal, umumnya tidak mempunyai lambung sehingga dari saluran **oesophagus** langsung berhubungan dengan usus atau **intestinum**. Pada intestinum terdapat lekukan seperti spiral disebut **typhosole** atau **klep spiral**, kemudian intestinum bentuknya memanjang ke arah posterior sampai berakhir pada anus sebagai alat pelepasan.
- d. Pada sistem peredaran darah atau **sistem circulatoria** yang penting di sini adalah letak dari jantung, jantung atau **cor** terletak pada bagian posterior dari kantung branchialis atau di dalam rongga pericardium yang pada umumnya berhubungan dengan rongga coelom. Jantung terdiri dari bagian **auriculum** dan **ventriculum** yang dindingnya tebal, juga aorta ventralis untuk menyalurkan darah ke bagian depan yang kemudian dialirkan melalui 8 pasang saluran **afferent branchialis** ke dalam insang yang selanjutnya darah akan terkumpul kembali melalui afferent branchialis ke dalam aorta dorsalis yang letaknya di atas insang, kemudian dialirkan kembali baik ke bagian anterior maupun bagian posterior.
- e. Dalam sistem saraf atau **systema nervorum** organ-organ seperti otak ini terdiri dari bagian sepasang **lobus olfactorius** dan juga **hemisphericus cerebralis** yang biasanya disebut **diencephalon**. Di bawah **diencephalon** terdapat bagian infundibulum dan pada bagian dorsalnya terdapat struktur pineal. Pada bagian otak tengah terdapat lobus optilus yang letaknya di bagian dorsal. Adapun otak bagian belakang terdapat

cerebellum yang berupa tonjolan kecil letaknya di bagian dorsal dan pada bagian ventral dari otak belakang juga terdapat medulla oblongata.

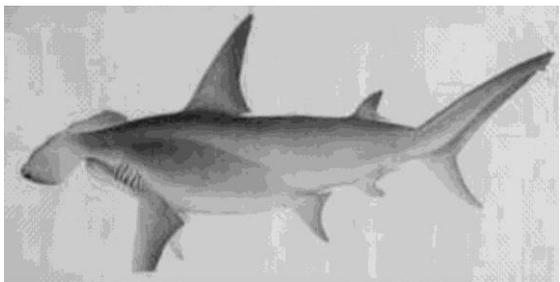
Di dalam otak terdapat rongga yang disebut ventriculus dan pada otak dilengkapi dengan 10 pasang saraf cranialis nervechord atau saraf pada bagian chorda yang dilengkapi dengan saraf spinalis yang berbentuk, seperti akar dan terletak di bagian dorsal dan ventral.

2. Kelas Chondrichthyes

Hewan yang termasuk dalam kelas ini adalah kelompok ikan yang bertulang rawan, mulut dilengkapi dengan gigi yang bentuknya sudah keras, pada bagian intestinum terdapat klep spiral yang biasanya disebut **typhosole**. Rangkanya atau skele-tonnya hampir sebagian besar berupa tulang rawan. Jantung pada peredaran darahnya terdiri dari satu rongga ventriculum, hanya berisi darah dari vena dan terdapat juga beberapa pasang arcus aorticus. Pada sistem pencernaan organ lambung atau ventriculusnya berbentuk mirip huruf “U” dan bagian posterior-nya terdapat otot yang biasanya disebut **sphincter pylorus**. Hati terdiri dari dua bagian yang dilengkapi dengan **vesica felea** atau kantong empedu, selain itu juga masih terdapat kelenjar pankreas.



Ikan hiu bulat pipih (*Dasytus sabina*)
atau ikan pari <http://bioweb.uwlax.edu>



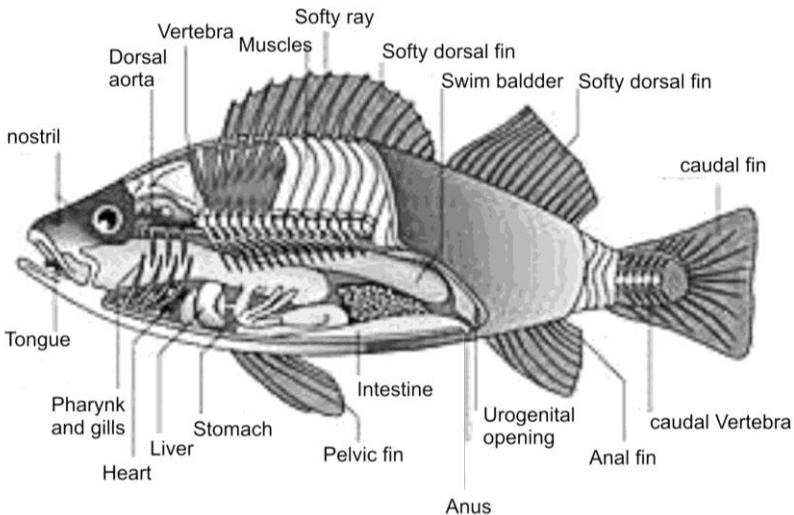
Ikan Hiu kepala palu (*sphyrna tudes*)

Gambar 1.7
Beberapa contoh ikan bertulang rawan

3. Kelas Osteichthyes

Ikan-ikan yang termasuk kelas Osteichthyes adalah ikan-ikan bertulang sejati. Skeleton atau rangkanya sebagian besar bertulang sejati, tetapi ada jenis-jenis yang bertulang rawan, vertebrae mempunyai bentuk yang bermacam-macam dan tipe dari sirip ekornya atau pinnae caudalis adalah **homocercal**.

Pada sistem peredaran darah, jantung terdiri dari dua ruangan yaitu auriculum dan ventriculum yang dilengkapi juga dengan sinus venosus dan conus arterium yang biasanya menampung darah dari vena, terdapat juga empat pasang arkus aorticus. Respirasinya dilakukan dengan menggunakan beberapa pasang insang yang terletak pada arkus branchius yang berada dalam celah insang dari kedua tepi dari pharynx yang tertutup oleh operculum dan biasanya dilengkapi dengan **vesica pneumatica** atau gelembung renang dan pneumatica ini mempunyai semacam saluran yang biasanya disebut **ductus pneumaticus**. Pada sistem saraf dilengkapi oleh 10 pasang nervi cranialis. Pada sistem reproduksi mempunyai sepasang gonad, umumnya pada kelompok ini bersifat ovivar walaupun ada beberapa yang ovovivipar dan vivipar. Pembuahan dilakukan di luar tubuh.



Gambar 1.8.
Struktur anatomi ikan bertulang sejati dilihat dari lateral

Secara anatomi sirip ekor atau pinnae caudalis mempunyai 4 tipe, yaitu sebagai berikut.

- a. **Tipe protocercal**, tipe ini mempunyai ciri-ciri, antara lain columna vertebralis memanjang sampai pada ujung ekor, ujung ekor tumpul.
- b. **Tipe Diphicercal**, pada columna vertebralisnya memanjang sampai ke ujung ekor, tetapi bentuk ujung ekornya runcing.
- c. **Tipe Homocercal**, tipe ini memiliki columna vertebralis yang pada ujungnya berbentuk agak membelah ke arah bawah dan bentuk dari ujung ekor terdiri dari dua bagian.
- d. **Tipe Heterocercal**, yaitu bentuk columna vertebralisnya memanjang ke arah salah satu ujung ekor yang bentuknya lebih panjang, biasanya ujung ekornya terbagi dengan panjang tidak sama, tipe ini terdiri dari dua bentuk, yaitu sebagai berikut.
 - 1) **Epycercal**
 - 2) **Hypocercal**

Untuk membantu mempelajari ciri-ciri anatomi tubuh, khususnya pada kelompok ikan, akan dibahas secara khusus pada kelompok ikan yang bertulang sejati, sebagai contoh adalah ikan kalper atau *Cyprinus carpio*, sebab pada ikan kalper memiliki bentuk struktur anatomi yang lebih lengkap atau lebih sempurna.

Pada kelompok ikan bertulang sejati tubuhnya terbungkus atau disokong oleh dua lapisan, yaitu sebagai berikut.

- a. **Exoskeleton** yaitu kerangka luar yang biasanya berupa sisik-sisik. Sisik-sisik tersebut terbentuk dari jaringan tulang.
- b. **Endoskeleton** yang terdiri atas:
 - 1) skeleton trunci yang terdiri dari columna vertebralis dan costae;
 - 2) skeleton extremitas;
 - 3) tulang tempurung kepala atau cranium.

Columna vertebralis tersusun dari tulang vertebrae yang letaknya berurutan dari bagian cranial ke bagian caudal, pada **satu vertebrae** terdiri atas **centrum**, **arcus neuralis**, dan **arcus hemalis**. Permukaan bagian cranial dan caudal dari sentrum adalah konkaf sehingga bentuk vertebrae mempunyai sifat **amphicela**.

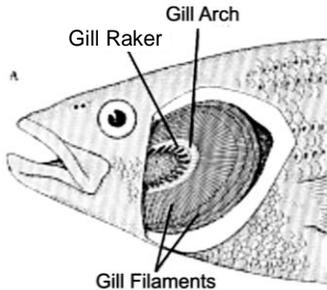
Pada bagian sistem otot terdiri dari otot-otot epaxial dan otot-otot hipaxial yang biasanya berupa myotom-myotom yang tersusun saling

menutupi yaitu mulai dari bagian caput sampai pada bagian pinnae caudalis. Batas antara myotom-myotom berupa garis yang berkelok-kelok dan berbentuk mirip, seperti 3 huruf V yang saling bersambungan. Pada batas bagian ini terdapat myocomata, dan pada bagian ini melekat fibrae otot myotom-myotom. Pada cranium juga dilengkapi dengan otot-otot yang fungsinya menggerakkan rahang-rahang, Arcus hyoideus dan arci branchiales. Saluran pencernaan atau **tractus digestivus** pada ikan terdiri atas **Cavum oris**, atau rongga mulut, **pharynx**, **oesophagus**, **ventriculus** dan **intestinum**. Rima oris atau mulut terletak pada bagian ujung moncong atau rostrum. Cavum oris bentuknya kecil, sebagian rahang tidak terdapat gigi. Oesophagus, yaitu berupa bagian yang mirip seperti pipa, **ventriculus** bentuknya melengkung mirip, seperti huruf U yang umumnya terdiri dari **pars cardiaca** yang bentuknya lebar dan **pars pylorica** berbentuk, seperti sumpit. Usus atau intestinum berakhir pada anus sebagai lubang pengeluaran. Bagian oral dari intestinum disebut **duodenum**, di dalam duodenum bermuara pipa-pipa buntu yang disebut **caeca pylorica**. Bagian hati atau hepar terdiri dari dua lobi dilengkapi dengan Vesica felea atau kantung empedu yang mempunyai saluran pengeluaran, yaitu ductus cysticus yang biasanya menjadi satu dengan ductus hepaticus sehingga terbentuk ductus choledochus yang bermuara ke dalam duodenum. Terdapat Lien yang berhubungan dengan fundus ventriculi oleh suatu bagian yang disebut **peritoneum**. Tidak mempunyai pancreas, Kelenjar-kelenjar di dalam dinding intestinum dan juga kelenjar-kelenjar exocrin. Empedu yang dihasilkan oleh hepar atau hati berfungsi dalam pemecahan lemak, kemudian diserap oleh dinding usus.

Organ-organ respirasi pada ikan umumnya terdiri atas **valvula respiratoria**, **branchial** dan **operculum**. Valvula respiratoria terletak pada bagian tepi dalam dari celah mulut, baik pada bibir atas maupun pada bibir bawah. Branchia terdapat pada permukaan posterior dengan dilengkapi oleh empat arci branchiales yang pertama, dan pada arcus branchiales tidak terdapat branchia. Satu branchia dilengkapi dengan dua baris filamta branchiales, pada satu baris filamta branchiales terdapat di permukaan dorsal. Tiap filamentum dilengkapi oleh dua pembuluh darah.

Tiap **arcus branchialis** dibangun berturut-turut oleh **pharyngo-branchiale**, **epibranchiale**, **ceratobranchiale** dan **hypobranchiale** yang pada sebelah kanan ataupun kirinya dibungkus oleh basibranchiales. Pada permukaan anterior dari bagian cranial terdapat empat arci branchiales. Arci

branchiales yang pertama dilengkapi dengan dua garis spinae yang biasanya disebut sebagai **saringan insang**.



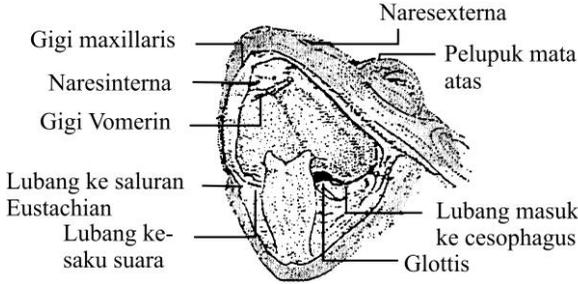
Gambar 1.9.
Bentuk insang ikan bertulang sejati (Johnson, 1989)

4. Kelas Amphibia

Dalam membahas ciri-ciri anatomi hewan vertebrata khususnya dalam kelompok Amphibia, kita akan membahas bagian tertentu saja dari struktur anatomi amphibia yang khas sehingga nantinya dapat dijadikan pegangan untuk membedakan struktur anatomi dari beberapa kelompok hewan vertebrata. Beberapa ciri khusus amphibian antara lain berikut ini.

- a. Kulit pada hewan-hewan amphibia misalnya katak umumnya bentuknya lemas yang berfungsi sebagai penutup tubuh, selain itu digunakan pula untuk mengisap air karena katak pada umumnya tidak minum, **kulit** katak tersusun oleh **epidermis** dan **dermis**. Pada bagian epidermis sebelah bawah terdapat lapisan sel germ yang selalu menghasilkan sel jangat yang sewaktu-waktu dapat terkelupas. Pada dermis terdapat jaringan ikat dan di bawah jaringan dermis terdapat saraf dan pembuluh darah yang berfungsi sebagai alat untuk **pernapasan kulit**. Kulit katak juga dilengkapi oleh kelenjar yang menghasilkan sekresi yang berupa cairan yang membasahi kulit luar. Pada kulit juga terdapat pigmen **chromatophora** yang terletak pada lapisan dermis yang berfungsi sebagai pengatur perubahan warna pada kulit katak. Adapun macam-macamnya adalah **melanophora** yang merupakan pigmen warna hitam dan cokelat, **Lipophora** yaitu untuk pigmen warna merah atau kuning dan **guanophora** yang berisi kristal-kristal putih.
- b. Rangka atau skeleton katak tersusun dari endoskeleton yang pada umumnya disokong oleh bagian-bagian yang lunak. Skeleton atau rangka mempunyai fungsi melindungi bagian-bagian tubuh sebelah dalam tempat melekatnya otot-otot. **Endoskeleton** pada pokoknya adalah **cranium** atau tulang tempurung kepala, **skeleton trunci**, yang terdiri

dari **vertebrae** dan **sternum** dan **skeleton appendiculare** yang meliputi **extremitas posterior** maupun **anterior**.

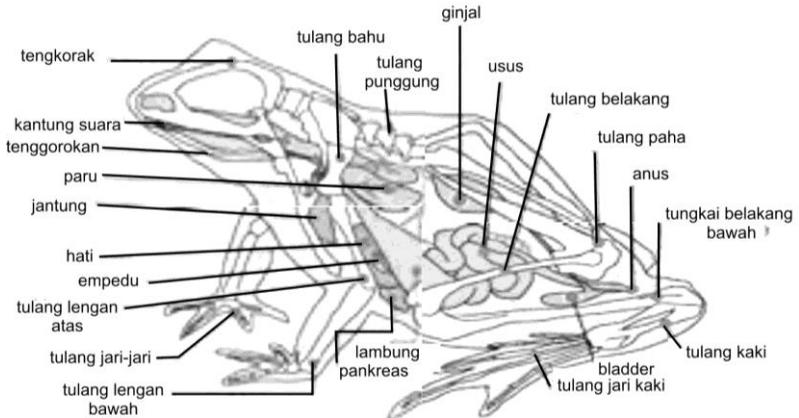


Gambar 1.10.
Cavum oris (rongga mulut) katak

Pada katak mempunyai 2 pasang **extremitas** yang ukurannya berbeda-beda, tetapi mempunyai bagian-bagian tulang yang mirip dan biasanya dapat dibandingkan, antara lain Bagian **extremitas anterior** meliputi **Humerus, radius-ulna** biasanya menjadi satu, **carpus, metacarpus** dan **phalagus**, sedangkan **extremitas posterior** terdiri atas **femur, tibia, fibula** biasanya menjadi satu, **tarsus, metatarsus** dan **phalagus**.

- c. Pada sistem kulit atau *systema musculus* dari hewan katak mempunyai ciri-ciri yang khusus. Tubuh katak pada umumnya dilindungi otot-otot daging yang bentuk dan strukturnya berbeda-beda dan susunan otot-ototnya memperlihatkan banyak modifikasi. Hal ini berhubungan dengan gerakan-gerakan yang kompleks dari **extremitas**.
- d. Organ-organ pencernaan makanan pada sistem pencernaan makanan *amphibia* yang pertama adalah **cavum oris** (lihat Gambar 1.10) saluran pencernaan atau *tractus digestivus* dari katak terdiri dari **cavum oris** yang kemudian berhubungan dengan **pharynx, oesophagus**, setelah itu sampai pada organ **ventriculus**, pada **ventriculus** bagian anterior bentuknya besar disebut **cardiac**, sedang pada bagian posterior bentuknya kecil disebut **pylorus**, kemudian dari lambung berlanjut ke organ usus atau **intestinum** dan berlanjut lagi ke **intestinum crasum** (usus besar) serta **rectum**. Adapun bagian akhir dari *tractus digestivus* adalah **cloaca**, yaitu merupakan lubang pengeluaran urine dan **faeces** bersama-sama. Pada

rima oris terdapat gigi dan lidah atau lingua yang dapat dijulurkan keluar dan berfungsi untuk menangkap dan memasukkan mangsanya ke dalam mulut.



Gambar 1.11.
Struktur dalam katak (Storer et al, 1957)

- e. Pada sistem peredaran darah atau *systema circulatoria* hewan katak, terdiri dari organ-organ yang penting, yaitu jantung (*cor*), arteri, kapiler, *venae*, pembuluh-pembuluh *lympha* serta cairan darah dan *lympha*. Pada katak, jantung merupakan organ yang *musculer* yang terbagi menjadi lima bagian yaitu **epicardium**, yaitu dinding jantung bagian dalam, **pericardium** merupakan bagian jantung bagian luar, **ventriculum** letaknya di sebelah posterior, ototnya tebal, kemudian **dua atrium**, yaitu **atrium dextrum** dan **atrium sinistrum** yang terletak di sebelah anterior dari *ventriculum*. Antara atrium dan *ventriculum* terdapat klep atau *valvae*. Kemudian, rongga sinus *venosus* yang bentuknya seperti segitiga terletak di sebelah dorsal dari jantung anterior yang berupa pipa tebal dan berasal dari *ventriculus cordis*.
- f. Pada sistem pernapasan katak atau *systema respiratoria* terdiri dari organ-organ, seperti *pulmo* atau paru-paru yang digunakan bila hidup di darat dan cutan atau kulit serta lapisan rongga kulit bila hidup di dalam air. Oksigen yang berasal dari udara larut dalam cairan permukaan respirasi dengan jalan difusi masuk ke pembuluh darah sehingga dalam proses

pernapasan kulit yang memegang peranan penting adalah haemoglobin dalam cairan darah.

Adapun paru-paru pada katak terdiri dari dua lobi yang elastis, dan juga dilengkapi oleh ruangan kecil yang disebut *alviola* yang masing-masing diliputi oleh pembuluh-pembuluh darah kapiler. Pada masing-masing lobi dihubungkan oleh saluran yang pendek disebut **saluran bronchi**, kemudian kedua bronchi terbentuk menjadi satu yang menuju ke arah larynx atau kotak suara yang dilengkapi dengan lubang yang disebut **glottis**. Sedangkan otot-otot yang bekerja pada waktu pernapasan adalah **musculus sternochyoideus**, **musculus geniohyoideus** dan juga **musculus obliquus externa**. Pada umumnya pernapasan melalui kulit terutama dilakukan pada waktu hibernasi atau tidur misalnya pada katak Eropa yaitu pada saat Winter sleep, sedang berudu bernapas dengan menggunakan insang yang merupakan perluasan epitel larynx yang banyak mengandung pembuluh darah.

- g. Pada sistem urogenitalis hewan-hewan kelompok amphibia terutama katak, lubang pengeluarannya menjadi satu yang disebut **cloaca**, yaitu antara sistem sekresi dengan sistem reproduksi menjadi satu.

Sistem reproduksi atau sistem genitalis katak ada dua macam yaitu sistem reproduksi jantan dan sistem reproduksi betina. Pada katak jantan terdapat sepasang testes yang terletak pada bagian permukaan dari ujung anterior ren atau ginjal, bentuknya oval.

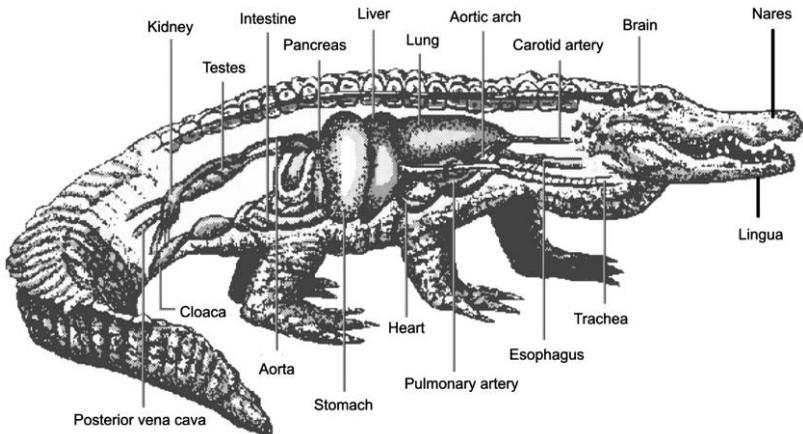
Pada masing-masing testes dilengkapi dengan pembuluh-pembuluh halus yang disebut vasa efferent yang biasanya menuju ke arah medial kemudian masuk ke dalam jaringan ren dan selanjutnya bermuara pada ureter. Jadi pada katak jantan ureter berfungsi ganda, yaitu sebagai saluran urine dan saluran sperma. Sedang pada katak betina terdapat sepasang ovarium yang bentuknya cukup besar, berupa kantung yang melipat-lipat dan dilengkapi dengan banyak lobi. Ovarium yang sudah masak menempati hampir seluruh bagian dari coelom. Ovarium dilengkapi dengan saluran yang berkelok-kelok yang disebut oviduct. Biasanya ujung salurannya menyempit dan bermuara pada coelom. Pada ujung anteriornya terdapat celah yang disebut *ostium abdominale* yang terletak pada basis pulmo atau paru-paru. Pada ujung posterior oviduct bentuknya melebar dan pada ujung akhir menyempit dan bermuara pada cloaca.

5. Kelas Reptilia

Telah dibicarakan di atas pada pembahasan tentang materi ciri-ciri morfologi hewan vertebrata bahwa reptilia yang masih hidup sekarang terbagi menjadi 4 ordo, yaitu Ordo Chelonia, Ordo Rhynchocephalia, Ordo Squamata dan Ordo Crocodilia.

Adapun ciri-ciri anatomi reptilia yang hidup sekarang akan dibahas secara umum berdasarkan struktur tubuhnya, yaitu sebagai berikut.

- a. Pada integumen dan endoskeleton, pada hewan kelompok reptilia mempunyai integumen yang umumnya tidak mengandung kelenjar keringat. Pada chelonia mempunyai glandula axillaris inguinalis yang berbau spesifik, juga pada crocodilia mempunyai glandula analis yang menghasilkan bau yang spesifik untuk menarik lawan jenisnya. Sedang pada sebagian besar ular pada bagian ventralnya ditutup oleh squamae bentuknya besar-besar dan tersusun transversal, tetapi pada beberapa jenis kadal squamanya mengalami perkembangan khusus menjadi bentuk, seperti spina. **Endoskeleton** dari sebagian reptilia mempunyai centra vertebrae yang mempunyai tipe procela. Sistem ototnya bila dibandingkan dengan kelompok hewan amphibia, sistem otot pada reptilia lebih kompleks. Tetapi yang khusus pada kelompok hewan reptilia adalah mempunyai carapace, yaitu lapisan kulit pada bagian dorsal dan lapisan plastron pada bagian ventral.



Gambar 1.12.
Struktur anatomi tubuh Reptilia contoh pada buaya

- b. Pada sistem pencernaan makanan atau **systema digestorium**, umumnya pada hewan reptilia tidak terjadi pencernaan makanan dalam mulut. Tetapi walaupun tidak terjadi pencernaan dalam mulut pada hewan-hewan reptilia terrestrial, khususnya pada ular mempunyai **glandula supra orbitalis** dan **glandula infra orbitalis** yang aktif. Pada umumnya gigi-gigi pada reptilia bentuknya padat, panjang dan runcing, melengkung kuat sehingga berbentuk, seperti alat pencengkeram yang tajam.

Pada ular mempunyai kelenjar racun yang merupakan modifikasi dari kelenjar parotis atau **glandula labialis superior**. Kelenjar ini mengeluarkan sekret karena adanya kontraksi dari otot **capitomandibularis superficialis**. Lidah atau lingua bentuknya pipih dan bercabang dua yang melekat pada dasar cavum oris. Pada buaya khususnya yang hidup di air bagian belakang dari lidah terdapat suatu lipatan transversal. Biasanya bagian ini bila ditekan akan menutup sehingga bagian cavum oris terpisah dengan pharynx sehingga hewan ini walaupun hidup di air paru-parunya tidak kemasukan air. Di belakang pharynx terdapat oesophagus yang menghubungkan ke arah ventriculus. Pada **ventriculus** ini terdiri atas bagian **fundus** bentuknya agak bulat dan **pylorus** yang bentuknya kecil. Bagian ini berhubungan dengan bagian **intestinum tenue** atau usus halus dan **intestinum crasum** atau usus besar yang biasanya disebut **rectum**. Di antara kedua bagian intestinum tersebut terdapat coecum yang sangat pendek dan rectum bermuara pada cloaca.

- c. Pada **sistem peredaran darah** yang memegang peranan penting adalah cor atau jantung yang terletak di bagian antero-ventral dari rongga dada. Jantung reptilia dibagi menjadi dua bagian yaitu **atrium** dan satu bagian **ventriculus**, kecuali pada kelompok crocodilia dan alligator, jantung terdiri dari 4 bagian.

Sinus venosus pada sebagian besar reptilia telah bergabung dengan atrium dextrum sehingga bagian tersebut merupakan bagian dari atrium dextrum, kecuali pada bangsa kura-kura masih terlihat adanya sinus venosus. Darah dari vena masuk ke dalam jantung melalui sinus venosus, atrium dextra, ventriculum dextra, kemudian arteri pulmonalis dari paru-paru. Selanjutnya darah kembali masuk ke bagian atrium sinistra, kemudian ke ventriculum sinistra.

- d. Pada **sistem pernapasan**, udara masuk melalui nares externa, kemudian masuk ke dalam nares interna. Pada hewan reptilia yang hidup di air mempunyai alat yang disebut **vellum**, kemudian melalui glotis menuju ke larynx. Larynx terbentuk dari tulang rawan yang biasanya dilengkapi dengan pita suara. Selanjutnya organ tersebut berhubungan dengan trachea, pada trachea ini akan bercabang menjadi dua buah bronchi yang masing-masing menuju ke paru-paru.
- e. **Systema urogenitalis** pada reptilia dilengkapi oleh organ, seperti **ren** atau ginjal yang mempunyai tipe metanephros. Pada kelompok crocodilia, ular dan beberapa bangsa kadal tidak mempunyai vesica urinaria (kantong kemih). Tetapi pada jenis kadal besar, yaitu *Sphenodon* dan *Chelonia* mempunyai satu buah vesica urinaria yang berhubungan dengan cloaca dan berfungsi juga sebagai alat pernapasan tambahan. Bangsa ular dan bangsa kadal mempunyai ovarium yang sacculer bentuknya tidak simetris, tetapi pada kelompok kura-kura dan crocodilia mempunyai ovarium yang bentuknya padat. Oviduct pada reptilia langsung bermuara pada coelom melalui ostia, sedang pada *sphenodon*, kura-kura dan crocodilia, bagian atas dari oviduct mempunyai kelenjar yang menghasilkan albumen.

6. Kelas Aves

Apabila dibandingkan dengan kelompok hewan lain, seperti pisces, amphibia dan reptilia, struktur anatomi aves jauh lebih sempurna, baik susunan organ maupun bentuk-bentuk organ yang menyusun sistem-sistem tubuh, terutama pada sistem rangka proses penulangannya sudah sempurna. Adapun ciri-ciri anatomi dari aves, antara lain berikut ini.

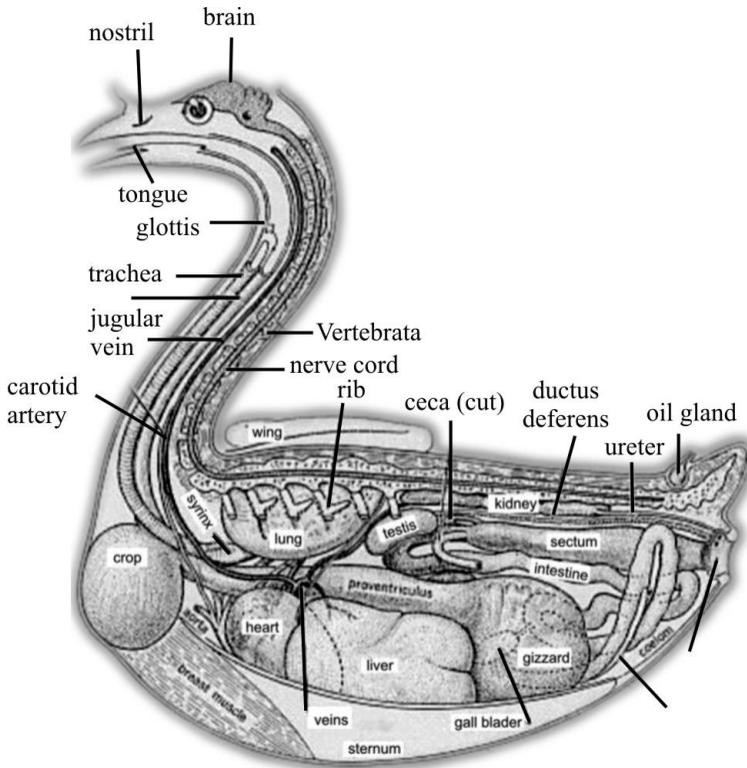
- a. Berdasarkan **susunan anatominya** bulu dapat dibedakan menjadi:
- 1) Plumae
 - 2) Plumulae
 - 3) Filoplumae

Plumae adalah bentuk bulu yang besar atau kasar biasanya susunan anatominya pun sudah jelas, antara lain terdiri dari calamus, rachis, umbilicus inferior, umbilicus superior dan vexillum.

- b. Berdasarkan **letaknya**, bulu dapat dibedakan ke dalam, remiges, rectrices dan tectrices. Adapun remiges terletak pada daerah sayap yang

berfungsi untuk terbang, rectrices bulu-bulu yang terdapat pada daerah ekor dan tectrices bulu-bulu yang terdapat di daerah dada dan seluruh tubuh bentuknya kecil dan halus berfungsi sebagai isolasi.

- c. Pada **sistem otot** aves terutama pada daerah extremitas (alat gerak) berhubungan dengan baik karena ini berhubungan dengan gerak dari hewan tersebut, misalnya gerakan sayap pada waktu terbang dilakukan oleh otot dada atau **musculus pectoralis**, otot dada ini dapat dibedakan menjadi **musculus pectoralis mayor** bentuknya tebal dan terletak di bagian luar dan **musculus pectoralis minor** terletak di bagian dalam dan bentuknya kecil.



Gambar 1.13.
Struktur umum anatomi Aves

- d. **Sistem skeleton** pada aves umumnya berongga dan ringan, hal ini sesuai dengan kebiasaan bangsa aves yang dapat terbang. Persendian antara tulang kepala dan leher dilengkapi dengan suatu sistem condyle atau dapat disebut sebagai **occipitale condyle**. Leher tersusun atas 16 vertebrae cervicalis, yang masing-masing dilengkapi dengan persendian yang bentuknya, seperti sadel sehingga memudahkan untuk digerakkan. Tidak mempunyai vertebrae lumbae, dan empat vertebrae caudalis atau vertebrae ekor menjadi satu yang umumnya disebut **pygostyl** atau disebut **brutu**. Kemudian, ciri khas pada bagian thorax dari aves adalah umumnya tulang sternum pada bagian ventral mempunyai tonjolan yang disebut **carina** yang fungsinya untuk tempat melekatnya otot dada atau musculus pectoralis. Tulang carina umumnya dimiliki oleh burung-burung yang terbang.
- e. Pada **sistem circulatoria**, cor atau jantung terbagi menjadi empat bagian, yaitu atrium sinestrum, atrium dextrum, ventriculum sinestrum dan ventriculum dextrum.
- f. **Respirasi** dilakukan dengan menggunakan paru-paru, yang letaknya menempel pada bagian **costae** atau tulang rusuk dan berhubungan dengan kantong udara atau **saccus pneumaticus**. Pada bagian dasar dari trachea terdapat kotak suara yang biasanya disebut **syrinx**.
- g. Pada **sistem urogenitalia** tidak dilengkapi adanya vesica urinaria sehingga urine biasanya dikeluarkan bersama-sama pada saat mengeluarkan tinjanya. Pada hewan betina pada umumnya hanya mempunyai ovarium yang sebelah kiri saja, sedang ovarium yang sebelah kanan mengecil biasanya disebut sebagai **organ rudimenter**.
- h. **Tractus digestivus** atau saluran pencernaan pada sistem pencernaan bangsa aves, terutama pada perpanjangan saluran oesophagus terdapat bagian yang membesar yang umumnya disebut **ingluvies** atau tembolok yang berfungsi sebagai penyimpan makanan sementara. Kemudian, dari tembolok ini berlanjut ke dalam tubuh pada daerah proventriculus dan ventriculus yang biasanya berdinding tebal.

7. Kelas Mammalia

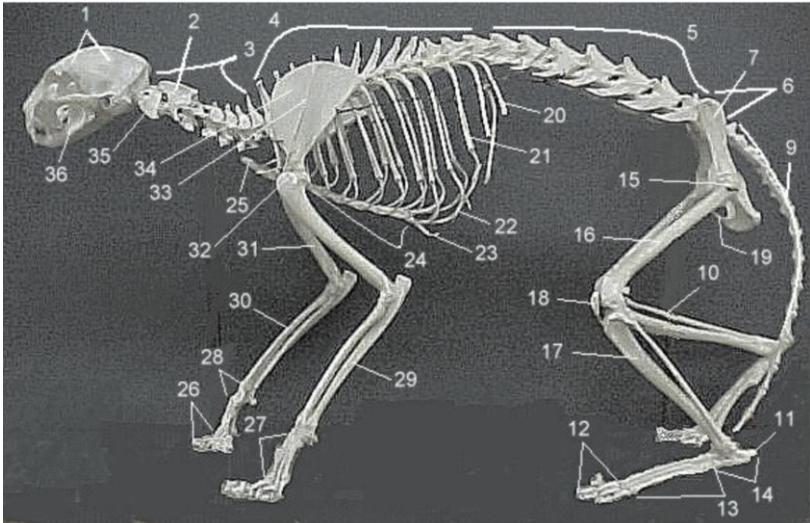
Sebetulnya bila kita berbicara tentang mamalia, tidak lepas dari istilah **mamae** yang berarti **susu**. Jadi, klas mamalia adalah kelompok hewan yang ditandai dengan adanya kelenjar susu yang berfungsi untuk menyusui anaknya. Tetapi selain itu juga pada kelompok hewan mamalia mempunyai struktur anatomi yang cukup menarik untuk dipelajari karena secara anatomis struktur tubuh dari hewan mamalia memiliki ciri-ciri khusus, dan baik struktur, perkembangan dan susunannya lebih sempurna. Pada mamalia umumnya bagian-bagian tubuhnya dapat dibedakan dengan jelas antara **caput**, **truncus**, dan **cauda**.

Rongga badan pada mamalia dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu sebagai berikut.

- a. **Cavum abdominis** yang dindingnya dilapisi oleh lapisan **peritoneum**.
- b. **Cavum thoracis** pada dindingnya dilapisi oleh lapisan **pleura**.
- c. **Cavum pericardii** yang dindingnya dibangun oleh lapisan **pericardium**.

Adapun ciri-ciri khusus struktur anatomi hewan mamalia adalah sebagai berikut.

- a. **Sistem skeleton** atau sistem rangkanya terbagi menjadi beberapa bagian, antara lain berikut ini.
 - 1) **Skeleton trunci** atau rangka badan yang biasanya terdiri dari organ-organ, **columna vertebralis**, **costae** dan **sternum**. Pada bagian sternum terdiri dari **manubrium sterni**, **corpus sterni**, dan **processus xiphoideus**.
 - 2) **Cingulum membri superior** atau gelang bahu (pectoral) tersusun oleh tulang **clavicula** dan **scapula**, sedang pada **skeleton membri superior liberi** atau bagian **extremitas anterior** terdiri dari tulang **humerus**, tulang **ulna**, tulang **radius**, **oss carpalia**, **oss metacarpalia** dan **phalanges**, sedang bagian skeleton membri inferior liberi atau bagian **extremitas posterior** terdiri dari tulang **femur**, tulang **tibia** atau tulang kering, tulang **fibula** atau tulang betis, **patella** atau tulang tempurung lutut, **oss tarsalia**, **oss metatarsalia** dan **phalanges**.



Gambar 1.14.
Skeleton mamalia (contoh: kucing)

- b. **Sistem otot** mamalia, pada umumnya tersusun oleh otot-otot skelet yang bersifat segmental, bentuknya hampir mirip, seperti pada myotom-myotom pada ikan. Otot-otot membran lebih berkembang dari pada otot-otot truncus.

Bentuk-bentuk otot yang merupakan ciri khas dari struktur otot mamalia adalah sebagai berikut.

- 1) **Musculus massetter**, terdapat di sebelah kanan dan kiri yang melekat pada rahang atas dan rahang bawah, otot ini bentuknya kuat dan berfungsi pada waktu mengunyah makanan.
- 2) **Musculus sterno cephalica**: terletak di sebelah kanan dan kiri dari leher bentuknya memanjang dan berfungsi untuk melekatkan bagian kepala dan sternum.
- 3) **Musculus pectoralis** bentuknya lebar, melekat pada bagian **sternum** dan **humerus**.
- 4) **Musculus rektes abdominalis**, terletak di tengah-tengah bagian perut yang menghubungkan bagian pelvis dengan sternum, biasanya menutup perut bagian ventral sebelah bawah.

- 5) **Musculus obliquus abdominalis** otot ini terdiri dari dua bagian yaitu: **musculus obliquus externa** dan **musculus obliquus interna**, otot ini biasanya menutupi bagian perut samping.
- 6) **Musculus transversus abdominalis** otot ini terletak di bagian bawah dari musculus obliquus interna.
- 7) **Musculus intercostalis**, otot ini terdiri dari dua bagian yaitu **musculus intercostalis interna** dan **musculus intercostalis externa**, otot ini terletak pada daerah costae.
- 8) **Musculus latissimus dorsi**, otot ini terletak di atas punggung, membujur dari bagian leher sampai pada tulang pelvis.
- 9) Otot-otot yang terdapat pada tiap-tiap bagian extremitas anterior maupun posterior yang berfungsi untuk menggerakkan kaki dan bagian-bagiannya.

Tetapi selain hubungan bentuk khas dari otot mamalia, juga ada salah satu ciri dari mamalia, yaitu pada rongga tubuhnya terbagi atas dua bagian, yaitu yang dibatasi oleh otot yang melintang pada diaphragma dan diliputi **peritonium**. Adapun rongga tubuh atau coelum yang terbagi dua tersebut adalah rongga dada atau **cavum thoracalis** yang terletak di bagian depan yang dilengkapi dengan jantung, paru-paru, serta rongga perut atau **cavum abdominalis** yang terletak pada bagian posterior yang berisi alat-alat dalam.

c. **Sistema digestoria** atau sistem pencernaan makanan pada mamalia, saluran pencernaannya atau tractus digestivusnya terdiri dari beberapa bagian, yaitu sebagai berikut.

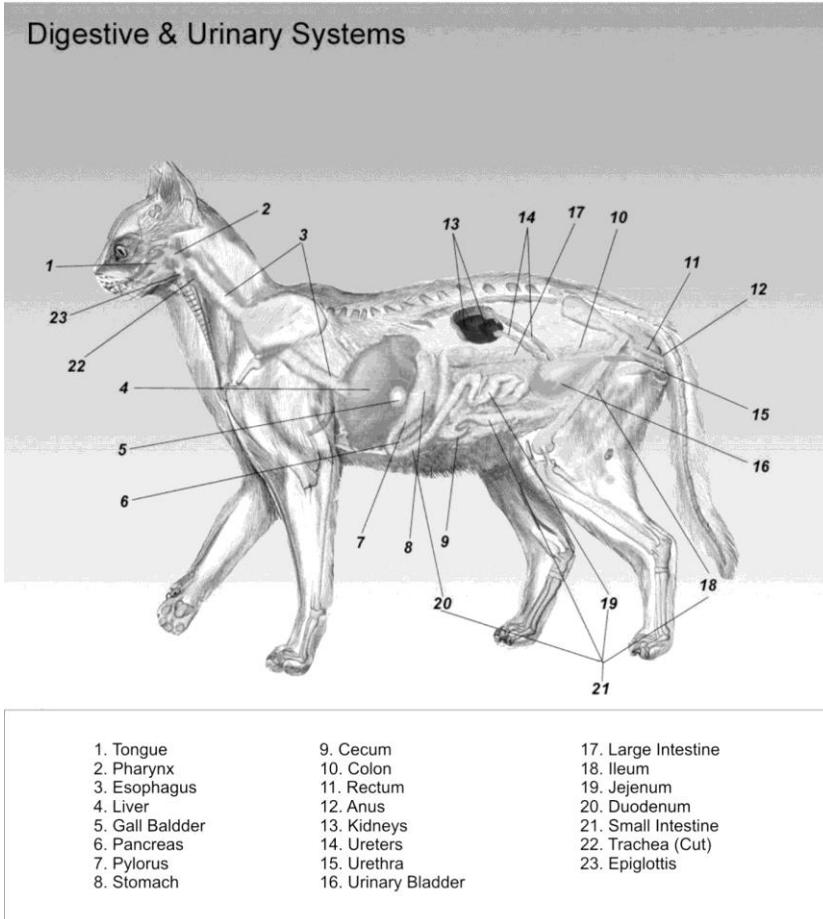
- 1) **Cavum oris**, pada rongga mulut atau cavum oris selain dilengkapi dengan organ-organ penyokong pencernaan makanan seperti lidah atau **lingua**, gigi atau **dentin**, juga terdapat beberapa kelenjar seperti **glandula salivalis**, atau kelenjar ludah, tetapi yang terbesar adalah **glandula parotis**, dan di dalam ludah terdapat **enzym-enzym amylolytic**.

Pada hewan mamalia terdapat macam-macam bentuk gigi yaitu gigi **incisivus** atau gigi seri, gigi **caninus** atau gigi taring, berfungsi untuk menyobek makanan, umumnya dipunyai oleh hewan carnivora, gigi **premolare** atau gigi geraham bagian muka berfungsi untuk mengunyah, gigi **molare** atau gigi geraham belakang

berfungsi sebagai pengunyah. Selain itu adalah **lingua** atau lidah yang merupakan otot yang dilapisi oleh kelenjar mucosa. Cavum oris berhubungan langsung dengan pharynx.

Adapun kelenjar-kelenjar yang terdapat pada rongga mulut adalah:

- a) **Glandula parotis** yang terletak di belakang mandibula bagian luar.
 - b) Sepasang **glandula sub mandibularis** terletak di bawah tepi mandibula.
 - c) Sepasang **glandula sub lingualis** terletak di bawah lingua.
- 2) Kemudian dari pharynx dilanjutkan oleh oesophagus. Oesophagus ini merupakan pipa otot yang bentuknya sempit.
- 3) **Ventriculus** adalah bagian yang membesar setelah oesophagus dan biasanya disebut **lambung**. Bagian lambung atau **ventriculus** pada hewan-hewan mamalia dibedakan menjadi:
- a) **pars cardiaca** atau **cardiac**, yaitu bagian yang langsung berhubungan dengan oesophagus;
 - b) **pars pylorica** atau bagian **pylorus**, yaitu bagian posterior dari lambung dan berhubungan dengan **duodenum** atau **intestinum** (usus);
 - c) bagian **fundus**, yaitu rongga yang terletak di sebelah cauda dari **cardiac**.



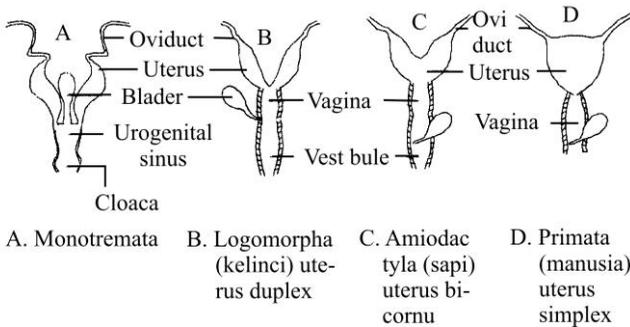
Gambar 1.15.

Struktur digestia dan urinaria dari mamalia (contoh: kucing)

- d. **Intestinum** atau bagian usus merupakan saluran yang berkelok-kelok dan sebagai organ penyerapan zat-zat makanan. Adapun bagian-bagian usus adalah sebagai berikut.
- 1) **Intestinum tenue** yang terdiri dari **duodenum** yang biasanya berbentuk seperti huruf U, **jejunum** dan **ilium**.
 - 2) **Intestinum crasum**, bagian ini terdiri dari **colon ascenden** yaitu bagian atas dan **colon discenden** yang menuju ke bawah. Antara intestinum tenue dan intestinum crasum dibatasi oleh coecum.

- e. **Systema respiratoria** atau saluran pernapasan pada hewan-hewan mamalia memiliki kelengkapan organ-organ yang lebih sempurna. Organ-organ pernapasan, seperti cavum nasi, ini langsung bermuara ke dalam pharynx yang celahnya disebut **choane**. Kemudian, **tractus respiratorius** atau saluran pernapasan terdiri dari organ-organ **larynx**, **trachea**, **bronchus**, **bronchiales**, **bronchialis respiratorius**, **ductus alveolaris**, **sacculus alveolaris** dan **alveolus**.
- f. **Systema circulatoria** atau sistem peredaran darah pada mamalia adalah tertutup melalui pembuluh-pembuluh darah dan sebagai pusatnya adalah cor atau jantung. Jantung terletak pada rongga toraxialis yang terbungkus oleh kantong **pericardium**. Jantung dibagi menjadi dua bagian yaitu oleh **septum atrium** dan **septum ventriculorum** dan masing-masing bagian disebut **atrium** dan **ventriculus**. Bagian atrium dibagi menjadi dua bagian yang disebut sebagai **atrium dekstrum** dan **atrium sinestrum**, sedangkan **ventriculorum** juga terbagi menjadi dua bagian yaitu **ventriculorum dekstrum** dan **ventriculorum sinestrum**. Pada sistem vena yang penting adalah adanya sepasang **vena jugularis** yang terbentang pada bagian leher.
- g. **Sistem urogenitalia** dilengkapi dengan adanya **vesica urinaria** yang berfungsi menampung cairan urine. Pada hewan jantan memiliki alat kopulasi yang disebut **penis**. Penis juga dilengkapi dengan dua buah testes yang terdapat dalam kantung yang disebut dengan **scrotum**, yang umumnya terletak di luar rongga tubuh. Antara rongga scrotum dan abdomen dihubungkan oleh saluran yang disebut **canalis inguinalis**. Sperma dikumpulkan dari testes melalui saluran **epididymis**, kemudian ke saluran sperma yang disebut **Vasa deferensia**. Saluran tersebut bersama-sama dengan pembuluh darah dan saraf pada bagian canalis inguinalis membentuk **funiculus spermaticus** yang kemudian masuk dalam rongga tubuh. Kemudian dari sepasang vasa deferensia masuk pada dasar urethra membentuk saluran yang disebut **urogenitalia**. Sedangkan pada hewan betina mempunyai sepasang ovarium yang letaknya di belakang Ren atau ginjal. Pada bagian lateral dari masing-masing ovarium terdapat pembuluh ostium yang selanjutnya berhubungan dengan saluran yang bentuknya silindris disebut oviduct atau disebut juga **tuba fallopii**.

Oviduct membentuk saluran yang ber dinding tebal disebut uterus, dan dari uterus terjulur saluran yang disebut **vagina** yang letaknya diantara vesica urinaria dan rectum yang umumnya bermuara pada lubang kelamin atau disebut **porus urogenitalis**. Pada bagian ventral dari urogenitalis dilengkapi dengan adanya badan yang bentuknya kecil yang disebut **clitoris**. Clitoris adalah organ yang homolog dengan penis pada hewan jantan.



Gambar 1.16.
Macam-macam bentuk uterus pada mamalia



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan ciri-ciri anatomi pada hewan-hewan vertebrata!
- 2) Sebutkan macam-macam bulu berdasarkan susunan anatominya!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk mengerjakan soal-soal latihan tersebut, Anda dapat mempelajari materi Kegiatan Belajar 2, terutama pada bagian-bagian yang relevan, bila perlu Anda dapat konsultasikan dengan tutor.

**RANGKUMAN**

Pada hewan-hewan vertebrata tingkat rendah endoskeletonya masih berupa tulang rawan, sedangkan pada hewan-hewan vertebrata tingkat tinggi sudah berupa tulang keras.

Skeleton mempunyai fungsi yang sangat penting bagi kehidupan hewan-hewan vertebrata, yaitu merupakan penyokong dan pelindung terhadap organ-organ yang penting yang ada di dalam tubuh, seperti kranium melindungi otak, kemudian pada bangsa ikan ada beberapa arkus visceralis yang menyokong bagian insang.

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Tulang kranium pada hewan vertebrata adalah berfungsi untuk
 - A. melindungi mata
 - B. melindungi otak
 - C. menyokong leher
 - D. menyokong rahang

- 2) Pada kelompok jenis-jenis ikan yang bertulang rawan, pada bagian intestinumnya terdapat klep spiral yang biasanya disebut
 - A. typosole
 - B. pylorus
 - C. ductus cysticus
 - D. vesica felea

- 3) Tipe ekor, di mana columna vertebralisnya memanjang sampai ke ujung ekor tetapi ujung ekornya runcing disebut
 - A. protocercal
 - B. homocercal
 - C. heterocercal
 - D. diophicercal

- 4) Bulu ini bentuknya besar atau kasar dan susunan anatominya terlihat jelas atau mempunyai bagian-bagian yang jelas disebut
 - A. plumulae
 - B. plumae

- C. filoplumae
 - D. rachis
- 5) Pada hewan mamalia terdapat tiga rongga badan, di mana pada rongga abdominalis dindingnya dilapisi oleh lapisan
- A. pleura
 - B. pericardium
 - C. peritoneum
 - D. lendir

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3

Pola Perkembangan Hewan Vertebrata

A. POLA DAN STRUKTUR TUBUH VERTEBRATA

Seperti telah kita ketahui Phylum Chordata merupakan hewan yang mempunyai chorda atau notokhorda sebagai rangka poros. Phylum Chordata ini dikelompokkan menjadi 4 subphylum, yaitu Hemichordata, Urochordata, Cephalochordata, dan Vertebrata. Vertebrata merupakan subphylum yang mempunyai chorda hanya pada masa embrional saja dan hilang setelah dewasa karena tumbuh sebagai skelet sumbu.

Pada hewan tingkat tinggi dalam pertumbuhannya hingga dewasa chorda ini digantikan oleh tulang rawan atau tulang pada ruas-ruas tulang belakang (**vertebrae**). Karenanya hewan-hewan ini mempunyai ruas-ruas tulang belakang sebagai skelet sumbu untuk menyokong tubuhnya. Vertebrata juga disebut **craniata** karena hewan-hewan ini mempunyai kranium atau tengkorak untuk melindungi organ otak. Pada perkembangannya vertebrata mempunyai otak yang terbagi-bagi menjadi beberapa ruang sebagai pengontrol dan koordinasi terhadap gerak batas saraf.

Vertebrata yang dicirikan mempunyai tulang belakang, tetapi hanya beberapa yang mempunyai tulang belakang dengan bentuk tidak sempurna. Oleh karena itu, vertebrata awal masih diragukan memiliki tulang belakang. Pada hewan ini diyakini mempunyai kelenjar **hipofise** (letaknya di dekat otak) dan tiroid. Hewan-hewan vertebrata pada umumnya mempunyai kelenjar pencernaan tambahan yang dikenal dengan hati, tetapi hati pada vertebrata tidak homolog dengan kelenjar pencernaan pada hewan chordata lainnya.

Seperti subphylum yang lain dari chordata vertebrata, mempunyai pharynx yang berlubang-lubang, tetapi strukturnya masih sederhana dan berfungsi untuk pernapasan yang merupakan ciri utama dari vertebrata.

Phylum Chordata masih berkerabat dekat dengan Echinodermata, dengan didukung data biokimia dan imunologi. Banyak konsep ahli Zoologi yang mendukung hal ini, antara lain St. Hiloire (Perancis), Patter (Amerika) serta Balfour (Skotlandia) dan Gegenbour (Jerman). Larvanya yang bilateral simetri menyerupai larva chordata sederhana.

Dalam perubahan lebih lanjut vertebrata berkerabat dekat dengan cephalochordata (contoh: *Amphioxus*). Beberapa peneliti yang percaya tentang evolusi berpendapat bahwa mungkin *Amphioxus* merupakan keturunan dari nenek moyang vertebrata. Tetapi penekanannya pada struktur larva dan embrio pada vertebrata, pola pembelahan sel blastoporus dan asal-usul mesoderm serta rongga tubuh, hanya pada larva urochordata menyerupai chordata lainnya.

Kekerabatan yang dianut dan dikembangkan menurut pola perkembangan larva dan bukan dari hewan dewasanya, merupakan pendekatan evolusi semacam ini disebut **Pedogenesis**.

Hewan vertebrata tidak mengikuti pola apapun dari pola hewan-hewan yang sudah diketahui, baik pada hewan yang masih hidup maupun yang sudah punah. Masing-masing subphylum berpencah asal-usulnya sekitar 600 juta tahun yang silam, yaitu awal Kambrium dan hanya beberapa sifat yang sama berkembang sesuai kelompok.

Tata urutan taksa ditentukan bagi setiap hewan dari golongan yang paling tinggi sampai golongan yang paling rendah, yaitu phylum, kelas, ordo, famili, genus, dan species. Setiap hewan dapat dibedakan dari yang lainnya dengan menggunakan penggolongan ini.

Penentuan derajat kekerabatan memerlukan kelompok hewan pada tingkat hierarki tertentu. Species bukan suatu specimen (contoh hewan) yang dipergunakan untuk kriteria morfologi, tetapi sebagai dasar kekerabatan dari anggota-anggota yang dapat berbiak silang. Species mempunyai dimensi waktu karena ada beberapa ilmuwan menduga beberapa abad kemudian species lama dapat berubah menjadi species baru.

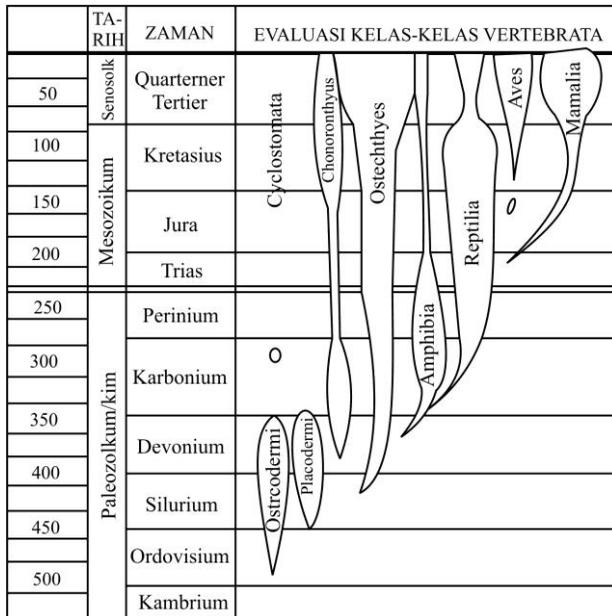
Hewan-hewan dari satu species, satu genus atau satu famili mempunyai suatu kesamaan dalam kemampuan beradaptasi. Hewan-hewan dari suatu takson di atas tingkatan famili menunjukkan pola struktur dasar sama, seperti berkaki empat, berbulu, amnion (bungkus embrio), serta susunan gigi.

Pengklasifikasian vertebrata didasarkan, antara lain berikut ini.

1. Hewan-hewan yang digolongkan pada salah satu kategori/kelompok tertinggi (misal: kelas) relatif sedikit mempunyai sifat kesamaan. Sebaliknya kelompok hewan yang bersama-sama dalam satu kategori yang rendah (misal: genus) relatif banyak memiliki sifat yang sama.
2. Semua kategori yang lebih kecil di dalam kelompok yang lebih besar berasal dari nenek moyang yang sama.

3. Setiap takson besar cenderung lebih tua dalam asal-usulnya dari pada rata-rata umur taksa yang lebih kecil.
4. Takson yang relatif primitif telah didaftar lebih dulu dari urutan serupa yang dinilai lebih maju. Setiap kelompok hewan selalu ditempatkan berdampingan dengan kerabat dekatnya berdasarkan ciri-ciri tertentu. Ini suatu pertanda bahwa mungkin hubungan kekerabatannya berdekatan pula. Jadi, amphibia berkerabat dekat dengan ikan berangka tulang dalam klasifikasinya, dari pada placodermata atau chondrichthyes yang dipisahkan oleh beberapa kelas lain.

Pada pengklasifikasian menyatakan ikan-ikan bertulang rawan berasal dari placodermi, tetapi dalam sejarahnya tidak dapat dijelaskan ikan-ikan bertulang rawan tersebut berkembang dari placodermi. Mamalia tidak dikembangkan dari Aves, tetapi pada kesimpulan kedudukan relatif kelas Mamalia dan Aves diduga dikembangkan dari Reptilia.



Gambar 1.17.

Garis besar pendugaan evolusi vertebrata dalam hubungannya dengan umur Zaman Geologi

Klasifikasi:

Kelas Agnatha : Vertebrata tak berahang
 Subklas : Ostracodermi Cephalospida, Anospida dan Pteropsida.
Subklas : Cyclostoma: Lamprey dan dogfish

Kelas Placodermi : Arthrodira, Autiochi, Acanthodi.

Kelas Chondrichthyes : ikan bertulang rawan
 Subklas Elasmobranchii : Pleurocanthus, cladodontus, Hiu dan Pari
 Subkelas Holozephalii : Chimaera

Kelas Osteichthyes : ikan berangka tulang.

Subkelas : Acanthodii: Chimotius

Subkelas Actinopterygii : ikan berjari-jari sirip.

Infrakelas Chondrostei.

Acipensiroidei dan Paddlefish

Infrakelas Holostei : Lepidosteus dan Auria.

Infrakelas Teleostei : Ikan berangka tulang (ikan bertulang sejati)

Infrakelas Dipnoi : Ikan paru-paru

Infrakelas Crossopterygii : Ikan sirip cuping.

Kelas Amphibia:

Subkelas : Labyrinthodontia.

Lecthyostegolia, Embolomeri, Rachitomi stereospondyli

Subkelas : Lissamphibia, Urodela, Anura, Apoda.

Kelas Reptilia:

Subkelas Anapsida : Cotylosanria dan Chelonia.

Subkelas Lepidossauria. : Kadal, ular, Amphisbaena, Sphenodon.

Subkelas Ardeossanria. : Ctorodilia, Dinosauria, Pterosauria.

Subkelas Euryopsida : Plesiosauria, Ichtyosauria.

Subkelas Synopsida : Reptilia yang mirip mamalia.

Kelas Aves : berbulu

Subkelas Ardeacornithes : dianggap nenek moyang burung.

Subkelas Neornithes : burung biasa.

Kelas Mamalia	:	menyusui dan berambut.
Subkelas	:	Prototheria.
Monotremata (mamalia bertelur)		
Subkelas	:	theria, melahirkan anak.
Infrakelas	:	mesatheria
Marsupialia (mamalia berkantong).		
Infrakelas Eutheria.		
Mamalia berplasenta (tidak termasuk mamalia asal Australia).		

B. HUBUNGAN PISCES DENGAN TETRAPODA

Infrakelas Dipnoi merupakan ikan berparu dan merupakan ikan air tawar dengan lubang hidung khusus yang menghubungkan rongga hidung dengan rongga mulut. Paru-paru yang fungsional dan sistem sirkulasi darah yang sudah maju daripada kelompok ikan pada kelasnya. Sirip-sirip berpasangan mempunyai tonjolan berdaging dan persendian dengan rangka sumbu.

Sistem sirkulasi dan respirasi ikan berparu-paru yang dalam waktu hampir sama dianggap menjadi maju untuk ikan dan tetrapoda primitif. Variasi sifat-sifat yang terdapat pada ikan paru-paru Dipnoi lebih lanjut menimbulkan dugaan oleh sebagian ilmuwan pro evolusi bahwa mereka dianggap sebagai nenek moyang tetrapoda.

Infrakelas Crossopterygii nenek moyangnya mempunyai **khoane** (lubang hidung dalam) demikian pula paru-paru yang fungsional dan peredaran darah yang sudah maju, tetapi menyerupai amphibia awal, pola tulang tengkorak, dan struktur dalamnya kompleks. Struktur sirip menunjukkan lebih dekat kepada kaki tetrapoda. Crossopterygii ini dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu Coelaranthii dan Rhipidistia. Rhipidistia ini menjadi nenek moyang amphibia.

Tetrapoda adalah nenek moyang vertebrata yang menghuni daratan. Di luar lingkungan air, tubuh tidak ramping lagi, leher menjadi lebih berguna sehingga kepala dapat berputar untuk mencari makanan dan penglihatan tanpa bergerak berjalan. Anggota gerak diganti oleh tangan dan kaki yang disokong oleh gelang bahu dan gelang panggul. Mata, telinga dan hidung dapat berfungsi di udara.

Perkembangan telur semula disokong oleh lingkungan air untuk metabolisme. Pada tetrapoda mempunyai cangkang dan selaput janin untuk melindungi dari kekeringan dan kerusakan mekanik. Demikian pula struktur

lain perlu mengalami perubahan untuk menyesuaikan dengan kehidupan di darat termasuk perubahan fisiologis. Oleh karena itu, tetrapoda pertama, yaitu amphibia tidak menyempurnakan perubahan-perubahan itu.

C. STRUKTUR FILOGENI DAN ONTOGENI VERTEBRATA

Filogeni adalah pertumbuhan suatu hewan yang diduga mungkin secara evolusioner ditinjau mulai dari hewan tingkat rendah sampai pada hewan tingkat tinggi berdasarkan ciri-ciri tertentu. **Ontogeni** adalah pertumbuhan filogen yang dipersingkat, yaitu dimulai dari telur yang dibuahi sampai hewan itu mati karena tua.

Perkembangan awal dari hewan tingkat tinggi termasuk vertebrata dimulai dari telur yang dibuahi oleh spermatozoa yang disebut dengan **zigot**. Kemudian, mengalami proses pembelahan sampai tahap **blastula** dan dilengkapi rongga yang disebut **blastocoel**. Dilanjutkan dengan tahap **gastrula** serta mengalami pelipatan membentuk lapisan-lapisan lembaga yaitu lapisan terluar disebut **ektoderm**, lapisan dalam yang disebut **entoderm** atau endoderm dan lapisan tengah antara ektoderm dengan endoderm yang disebut **mesoderm**. Perkembangannya kemudian dilanjutkan pada proses diferensiasi membentuk organ-organ dan struktur tubuh yang mendekati bentuk induknya yang disebut **embrio**.

Pada perkembangannya kulit vertebrata terdiri dari 2 lapisan, yaitu **epidermis** pada bagian terluar dan **dermis** pada bagian dalam. Lapisan epidermis yang paling luar pada vertebrata sangat bervariasi sesuai dengan jenis hewannya, yaitu mempunyai kelenjar mukus dan kelenjar proteinaseus. Kelenjar mukus menghasilkan lendir atau menghasilkan cahaya atau disebut **fotofor**. Kelenjar proteinaseus dapat menghasilkan bisa/racun atau substansi dari reaksi adanya bahaya. Hasil utama pada lapisan ini merupakan materi/zat keratin sebagai unsur utama bulu, rambut, kuku, sisik, dan tanduk. Dermis umumnya lebih tebal dari epidermis, sel-sel relatif lebih sedikit, dan serabut seperti jala serta serabut-serabut otot polos. Pigmen warna kulit sebagian besar terdapat pada epidermis antara lain melanin, **khromatofor** dan **xantofor**.

Rangka dapat dibedakan menjadi **eksoskeleton** (rangka luar) dan **endoskeleton** (rangka dalam). Eksoskeleton dapat dijumpai pada vertebrata yaitu pada hewan golongan ikan sebagai sisik-sisik.

Pada reptilian, yaitu chelonia (kura-kura) tubuh bagian dorsal ditutup oleh lamina tulang yang disebut **carapax** dan bagian ventral tubuh ditutup oleh lamina tulang yang disebut **plastron**. Pada umumnya tubuh ditutup oleh lamina dari materi tanduk pada reptil dan bangsa burung pada bagian kaki, sedangkan endoskeleton berupa vertebrae, gelang bahu, gelang panggul, tengkorak dan anggota tubuh.

Pada otot ikan terdiri dari otot **epaxial** dan **hepaxial**, sedang pada vertebrata yang lain adalah otot **ventral** dan **dorsal** serta otot dari anggota tubuh yang lain.

Organ pencernaan berkembang dari lapisan endoderm pada masa embrional. Rongga coelom secara umum terdiri dari kerongkongan, lambung, usus, colon sampai anus dan kelenjar pencernaan.

Organ-organ respirasi dapat dibedakan antara hewan yang hidup di air dan di darat serta hewan yang hidup di dua alam (amphibia), serta modifikasi untuk hewan yang terbang berupa kantung udara untuk cadangan.

Pada organ-organ peredaran darah terdapat adanya perkembangan jantung dari jantung ikan sampai jantung mamalia. Perkembangan yang menentukan adanya peredaran darah terbuka dan peredaran darah tertutup.

Pada organ-organ pelepasan dan reproduksi hewan vertebrata yang dimulai dari terbentuknya pronefros pada masa embrio yang kemudian pada masa dewasa sudah berkembang menjadi ginjal yang berfungsi sebagai organ pelepasan dan gonad untuk organ reproduksi. Sistem ekskresi/pelepasan berupa sisa metabolisme yang dikeluarkan melalui ginjal. Ginjal adalah tempat terjadinya filtrasi dan absorpsi.

Pada organ-organ reproduksi baik jantan maupun betina terdapat spesialisasi dari masing-masing organ penyusunnya. Pada hewan jantan berupa testis dengan asesorinya hingga organ kopulasi berupa batang penis. Demikian pula dengan hewan betina dari ovarium hingga vagina.

Perkembangan sistem koordinasi pada tubuh hewan merupakan diferensiasi dari jaringan **ektodermal** pada masa embrional, dimulai dari lempeng saraf, lipatan saraf, bumbung saraf hingga krista saraf.

Di mana terbentuknya otot hingga toli-toli saraf sepanjang tulang belakang. Sistem koordinasi ini tidak lepas dari organ-organ indra, antara lain peraba, perasa, penciuman, penglihatan, pendengaran, serta pembau.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan pendekatan evolusi pedogenesis pada pola perkembangan hewan vertebrata!
- 2) Jelaskan apa yang dimaksud dengan pertumbuhan filogeni!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab soal latihan tersebut, Anda dapat mempelajari materi Kegiatan Belajar 3, terutama pada bagian-bagian yang relevan, bila perlu Anda dapat konsultasikan dengan tutor.



RANGKUMAN

Hewan yang termasuk dalam phylum chordata merupakan hewan yang mempunyai chorda atau notochorda yang berfungsi sebagai rangka poros. Phylum chordata mempunyai 4 sub phylum, salah satu dari sub phylumnya adalah vertebrata yang mempunyai chorda hanya pada waktu embrio saja dan setelah dewasa akan hilang dan tumbuh menjadi skelet sumbu.

Pada hewan-hewan vertebrata tingkat tinggi pada pertumbuhannya hingga mencapai dewasa chorda tersebut digantikan oleh tulang rawan atau tulang pada ruas-ruas tulang belakang yang disebut vertebrae.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Sebutkan contoh hewan yang termasuk dalam kelompok cepalochordata yang mempunyai kerabat dekat dengan vertebrata
 - A. dipnoi
 - B. teleostei
 - C. amphioksus
 - D. holostei

- 2) Sebutkan kelompok hewan tetrapoda pertama yang mengalami perubahan untuk menyesuaikan kehidupan di darat
 - A. Amphibia
 - B. Reptilia
 - C. Aves
 - D. Mammalia

- 3) Pertumbuhan yang dipersingkat, yaitu mulai telur yang dibuahi sampai hewan itu mati karena tua, disebut
 - A. filogeni
 - B. embriogeni
 - C. ontogeni
 - D. evolusioner

- 4) Pada infra kelas crossopterigii, pada nenek moyangnya mempunyai
 - A. choane
 - B. membrana tympani
 - C. palpebra inferior
 - D. palpebra superior

- 5) Perkembangan awal hewan vertebrata dimulai dari telur yang dibuahi oleh spermatozoa disebut
 - A. blastula
 - B. morula
 - C. embrio
 - D. zygote

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) C
- 5) A

Tes Formatif 2

- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) C
- 5) A

Tes Formatif 3

- 1) C
- 2) A
- 3) C
- 4) A
- 5) D

Daftar Pustaka

- Djuhanda, T. (1982). *Pengantar Anatomi Perbandingan Vertebrata I*. Bandung: Armico.
- Djuhanda, T. (1983). *Analisa Struktur Vertebrata I*. Bandung: Armico.
- Hadikastowo. (1984). *Anatomi Komparativa*. Bandung: Alumni.
- Hildebrand, M. (1982). *Analysis of Vertebrate Structure*. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Jasin, M. (1989). *Sistematika Hewan (Invertebrata dan Vertebrata)*. Surabaya: Sinarwijaya.
- Kent, George C. (1983). *Comparative Anatomy of the Vertebrates*. St Louis: Mosby Company.
- Orr, T, Robert. (1976). *Vertebrate Biology*. 4th Edition. Phyladelphia: WB. Saunders Company.
- Storer, I. Tracy; Usinger, Robert L. (1957). *General of Zoology*. New York: Mc Graw Hill Book Company Inc.
- Weichert, Charles K. (1984). *Element of Chordate Anatomy*. 4th Edition. New Delhi: Mc Graw Hill Publishing Company Limited.
- Weichert, Charles K. (1970). *Anatomy of the Chordates*. 4th Edition. Auckland: Mc Graw Hill International Book Company.