

Ciri-ciri dan Pola Perkembangan Tubuh Hewan Vertebrata

Drs. Priyo Susatyo, M.Si.
Drs. Sugiharto, M.Si.



PENDAHULUAN

Pada Modul 1 ini, materi ini sangat bermanfaat khususnya dalam memahami materi yang berhubungan dengan ciri dan pola perkembangan tubuh hewan vertebrata. Untuk mempelajari Modul 1 maka Anda diharapkan terlebih dahulu harus telah mengetahui atau mencoba mempelajari pengertian dari istilah-istilah yang lazim digunakan dalam ilmu anatomi (istilah latin). Hal ini penting untuk menunjang dalam mempelajari ciri-ciri tubuh hewan vertebrata. Di samping itu, penting juga mempelajari morfologi dan anatominya, sehingga kemampuan Anda dalam mempelajari maupun mengajarkan materi biologi terutama yang berkaitan dengan ciri dan pola perkembangan hewan vertebrata akan lebih meningkat dan akan membuat Anda lebih percaya diri.

Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan:

1. istilah-istilah anatomi;
2. ciri-ciri morfologi hewan Vertebrata;
3. ciri-ciri anatomi hewan Vertebrata;
4. pola perkembangan hewan Vertebrata.

Untuk mencapai tujuan tersebut maka materi modul ini disajikan dalam 3 kegiatan belajar, yaitu

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

Untuk membahas ciri-ciri dan pola perkembangan tubuh hewan **vertebrata**, terlebih dahulu harus 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.

Sedangkan untuk mendapatkan gambaran tentang pola perkembangan struktur tubuh hewan Vertebrata, yang pertama kali harus dipelajari adalah klasifikasi dari *Chordata*, selain itu juga dipelajari perubahan-perubahan yang terjadi pada hewan-hewan Vertebrata baik ditinjau secara evolusi 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 **mamalia**.

Kebanyakan hewan-hewan *Chordata* hidup secara bebas atau dapat dikatakan bahwa hewan-hewan *Chordata* secara nyata tidak ada yang hidup sebagai parasit. Adapun bentuk dan ukuran dari golongan Vertebrata sangat bervariasi, yaitu dari ukuran kecil, sedang, sampai yang memiliki ukuran tubuh besar sekali, seperti paus (mamalia akuatik), gajah, dan sebagainya.

Secara umum, *phylum chordata* ini dibagi menjadi empat *sub phylum*, yaitu

1. *Hemichordata*,
2. *Urochordata* atau disebut juga *tunicata*,
3. *Cephalochordata*,
4. *Vertebrata*.

Menurut beberapa ahli zoologi, apabila ditinjau dari struktur tubuhnya, 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 (*Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves,* dan *Mammalia*)

Telah disinggung pada pendahuluan tentang pengelompokan dari ke-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 insang.

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

A. SUPER KELAS PISCES

Berdasarkan strukturnya, super kelas *Pisces* dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu kelas:

1. *Agnatha*, yaitu kelompok hewan yang belum memiliki rahang sehingga bentuk mulutnya sangat sederhana hampir mirip mulut cacing;
2. *Placodermata*, hewan-hewan dalam kelompok ini tubuhnya dilengkapi oleh sisik-sisik, sisiknya cenderung memiliki tipe *placoid*;
3. *Chondrichthyes* yang termasuk dalam kelompok ini terutama hewan dari jenis ikan yang bertulang rawan;
4. *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 *Mammalia*, 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 ekologi, 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 subkelas *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 mukosa yang bersel satu atau uniseluler, 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 mukosa. 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*

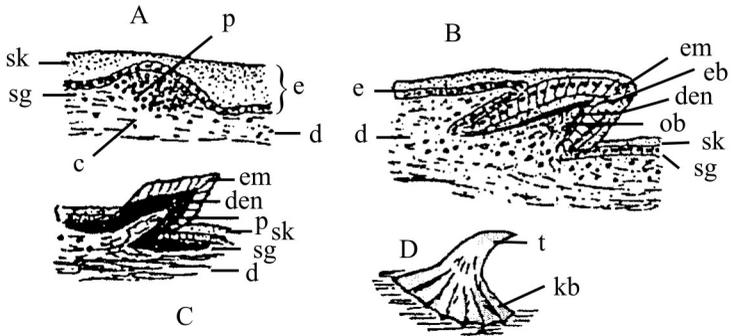
analis dan *pinae dorsalis* yang biasanya disebut sebagai *cloaca* karena antara lubang untuk urine dan *faeces* menjadi satu.

3. Kelas *Osteichthyes*

Jenis-jenis ikan yang termasuk dalam kelompok ini adalah ikan-ikan yang sudah mempunyai tulang sejati. Pada umumnya, kelompok *osteichthyes*, tubuhnya ber-*skeleton* 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 pertumbuhan pada tubuh berupa garis *radier* yang jelas pada daerah yang beriklim subtropis, sedangkan pada musim-musim dingin pertumbuhan dari sisik *radier* hampir jelas terlihat.

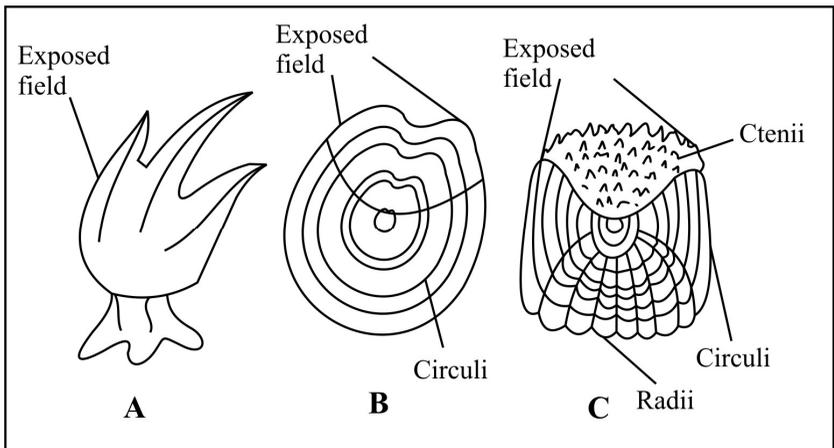
Berdasarkan lingkaran-lingkaran sisik, sebetulnya umur ikan dapat ditentukan dengan jalan menghitung lingkaran tumbuh pada sisik. Tetapi ada juga beberapa jenis ikan yang tidak mempunyai sisik, seperti ikan lele, ikan belut, ikan keting, dan sebagainya, umumnya pada ikan-ikan tersebut mempunyai lapisan *mucus* 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.



Sumber : Weichert (1984)

Gambar 1.1A

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



Sumber: <http://www.personal.cytiu.edu.hk/~bhproj/fishbasic/> 13 April 2010

Gambar 1.1B

Skema Tipe Sisik Ikan

A. Sisik *Palaeoniskoid* B. Sisik *Cycloid* C. Sisik *Ctenoid*



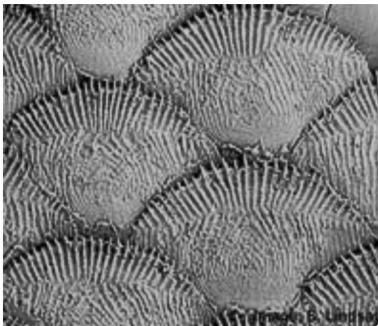
Sumber : <http://www.aronline.net.au/fishes/9> Maret 2010

Gambar 1.1C
Tipe Sisik *Ganoid*



Sumber : <http://www.microscopyu.com/galleries>
9 Maret 2010

Gambar 1.1D
Sisik *Placoid* Ikan *Dogfish* pada
Pembesaran Tampak Luar



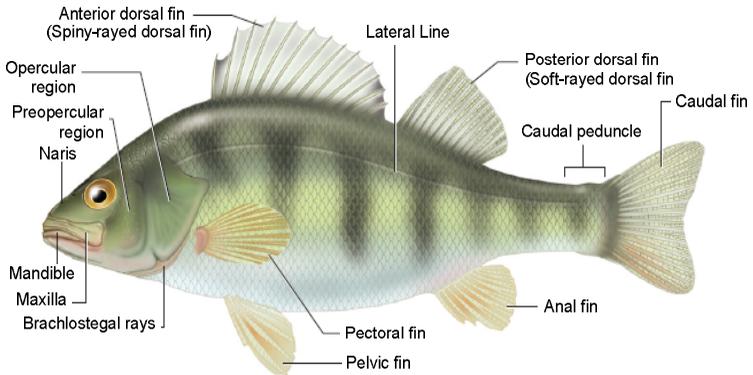
Sumber : <http://www.aronline.net.au/fishes/9> Maret 2010

Gambar 1.1E
Sisik *Ctenoid*

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

- a. Kulit pada umumnya ditutupi oleh sisik dan banyak mengandung kelenjar mukosa. Adapun tipe-tipe sisiknya adalah sisik *ganoid*, *cycloid*, dan *ctenoid*, tetapi ada beberapa spesies 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.



Sumber : de luliis dan Pulera, (2007)

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 *pinae dorsalis*, sedangkan sirip dada atau *pinae pectoralis* letaknya di belakang *operculum* dan di sebelah bawahnya terdapat sepasang *pinae pelvici*, sirip ini umumnya dipunyai oleh jenis-jenis ikan air laut. Pada bagian perut terdapat *pinae abdominalis*, yaitu sebagai sirip perut. Pada bagian ujung belakang dari tubuhnya terdapat juga *pinae caudalis* atau sirip ekor.

Pada umumnya, semua sirip-sirip tersebut, kecuali sirip dorsal pada beberapa spesies, 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 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.

Akan 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 *Xyophus sp.*

Untuk membahas materi ini diambil contoh jenis katak (*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.

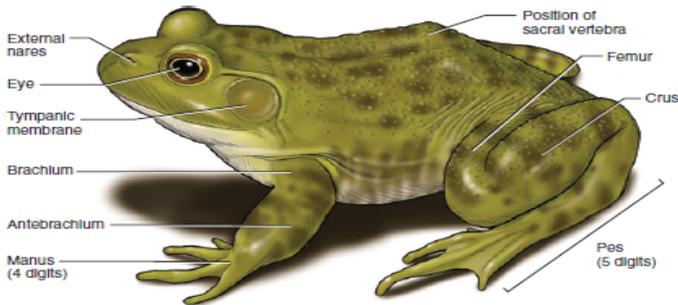
Pada bagian dekat sebelah *caudal* dari organ mata terdapat bagian yang membulat yang berupa kulit disebut *membrana tympani*. Organ ini merupakan bagian dari alat pendengaran dan tidak dimiliki oleh kelompok ikan. Bagian *truncus* atau badan dari katak bentuknya pendek. Adapun lubang *cloaca* terletak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

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



Sumber: de luliis dan Pulera, (2007)

Gambar 1.3
Morfologi Umum dari Katak

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 atas 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 atas lapisan tulang yang diselubungi oleh bahan tanduk yang

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



Sumber: de Luliis dan Pulera, (2007)

Gambar 1.4
Kura-Kura

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) Subordo 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 *nictitans*-nya dapat digerakkan. Mulutnya kurang dapat dibuka, hal ini disebabkan kedua bagian rahang bawah bersatu.

Kadal bentuk tubuhnya hampir mirip dengan *Salamander*. Akan 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*.



Sumber: <http://www.enurfajar.blogspot.com/> 16 Maret 2010

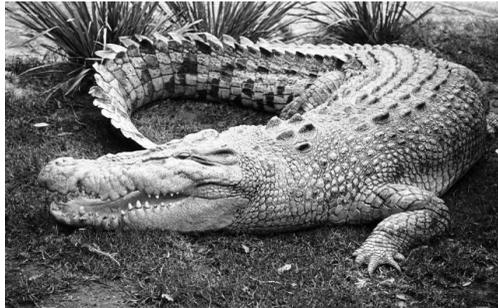
Gambar 1.5
Morfologi Kadal

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 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 transparan. 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 (*Dispodomarpus dendrophyllis*).

d. *Ordo Crocodilia* atau *Loricata*

Crocodylia 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.



Sumber: <http://www.4.bp.blogspot.com/>15 April 2011

Gambar 1.6
Morfologi *Crocodylia*

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 atas *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 *glandulla uropygealis* 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.

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 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. Berikut ini, ciri-ciri khusus dari mamalia.

- a. Tubuh pada umumnya diliputi oleh rambut yang biasanya lepas secara periodik. Pada kulitnya banyak mengandung kelenjar baik kelenjar *sebaceus*, 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* (mulut) 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 kelopak mata atas (*palpebrae superior*) dan kelopak mata bawah (*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 externa* 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 *subphylum* Vertebrata dimasukkan dalam kelompok *craniata*!
- 2) Sebutkan bagian-bagian *truncus* atau badan pada mamalia!
- 3) Jelaskan perbedaan karakteristik yang tegas antara keempat kelas pada super kelas *tetrapoda*!
- 4) Jelaskan mengenai *linea* lateralis pada ikan/*Pisces*!
- 5) Sebutkan semua organ/bagian yang terdapat pada *caput mammalia*!

Petunjuk Jawaban Latihan

Baca pada Modul 1 Struktur Hewan, Kegiatan Belajar 1 yang Anda miliki, terutama bagian-bagian yang relevan jika perlu Anda dapat konsultasikan dengan tutor.



RANGKUMAN

1. Hewan-hewan yang termasuk dalam subphylum 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 subphylum Vertebrata dikelompokkan menjadi dua kelompok super kelas, di mana pada masing-masing kelompok tersebut terdiri atas 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 *pinna*....
 - A. *dorsalis*
 - B. *abdominalis*
 - C. *pectoralis*
 - D. *analis*

- 4) Pada bangsa aves bulu-bulu yang menutupi ekor disebut
 - A. *remiges*
 - B. *plumae*
 - C. *tectrises*
 - D. *rectrises*

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

- 6) Pada *uropygium* Aves, pada bagian dorsal terdapat kelenjar minyak yang berfungsi untuk meminyaki bulu-bulu agar tetap mengkilap disebut
 - A. *glandula uropygialis*
 - B. *glandula sudorifera*
 - C. *membrana tympani*
 - D. *glandula sebacea*

- 7) Kelompok Pisces yang memiliki rangka tubuh tersusun atas tulang rawan
 - A. *Osteichthyes*
 - B. *Mammalia*
 - C. *Chondrichthyes*
 - D. *Marsupialia*

- 8) Daerah sempit antara lubang anus dan *urogenitalis* disebut...
 - A. *glutea*
 - B. *dorsum*
 - C. *pyrenium*
 - D. *vulva*

- 9) Kulit hewan ini pada umumnya diliputi oleh lapisan *squama epidermal* yang bentuknya sudah menanduk, tetapi kadang-kadang di bagian bawahnya disokong oleh *lamina dermalis* yang menulang. Termasuk dalam Ordo apakah hewan dengan struktur tubuh seperti tersebut
- Squamata*
 - Chelonia*
 - Crocodila*
 - Rhynchocephalia*
- 10) Kulit keras yang menutupi bagian dorsal tubuh *chelonia*, bagian kulit itu keras, ini biasanya terdiri atas lapisan tulang yang diselubungi oleh bahan menanduk yang mempunyai bentuk dan susunan hampir sama pada sebagian besar jenis-jenisnya. Struktur ini disebut
- plastron*
 - carapax*
 - caput*
 - scrotum*

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 visceralis* 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, dan pankreas yang pada umumnya menghasilkan sekret 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 *excretoria* atau sistem pembuangannya terdiri atas ginjal atau *ren* yang memiliki saluran pembuangan biasanya bermuara di dekat anus. Akan tetapi, saluran pembuangan pada hewan tingkat rendah berbeda dengan hewan tingkat tinggi. Pada hewan tingkat rendah alat *ekskretoria*-nya tidak bersegmen dan berfungsi hanya untuk membersihkan darah saja. Akan 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 atas sistem saraf pusat atau *sistem nervorum centralis* dan sistem saraf perifer atau *sistem nervorum periferium*. Sistem saraf pusat terdiri atas *encephalon* atau otak dan *medula spinalis* atau sumsum tulang belakang. *Encephalon* atau otak sudah mengalami diferensiasi, baik dalam strukturnya maupun fungsinya yang terdiri atas *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 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 atas 2 super kelas dan 8 kelas yang masing-masing adalah sebagai berikut.

A. SUPER KELAS *PISCES*

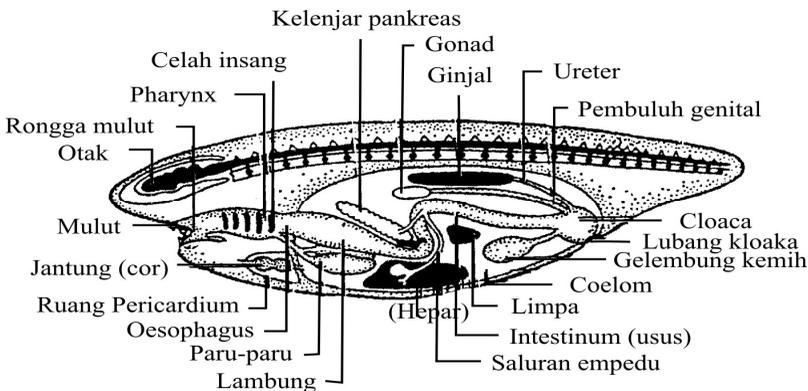
Super kelas *pisces* dibagi lagi menjadi empat kelas, berikut ini uraiannya.

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 subkelas *Cyclostomata* yang mempunyai ciri khas, yaitu memiliki bentuk mulut bulat. Sebagai contoh, yang sudah dikenal adalah *Polistotrema stouti* dan *Petromyzon marinus*, baik 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.



Sumber : Weichert (1984)

Gambar 1.7
Bagan Prinsip Umum Struktur Anatomi Hewan Vertebrata

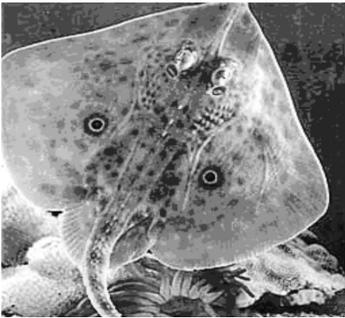
Adapun struktur anatomi dari klas ini adalah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

- a. Pada *sistem sceleton* 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 visceralis*, 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 atas 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 atas bagian *atriculum* 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 *sistema nervorum* organ-organ seperti otak ini terdiri atas bagian sepasang *lobus olfactorius* dan juga *hemisphericus cerebrealis* 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 *skeleton*-nya hampir sebagian besar berupa tulang rawan. Jantung pada peredaran darahnya terdiri atas satu rongga *ventriculum*, hanya berisi darah dari vena dan terdapat juga beberapa pasang *arcus aorticus*. Pada sistem pencernaan organ lambung atau ventrikulusnya berbentuk mirip huruf “U” dan bagian posteriornya terdapat otot yang biasanya disebut *sphincter pylorus*. Hati terdiri atas dua bagian yang dilengkapi dengan *vesica felea* atau kantong empedu, selain itu juga masih terdapat kelenjar pankreas.



Sumber : <http://bioweb.uwlax.edu/23April2011>

Gambar 1.8A
Ikan Hiu Bulat Pipih (*Dasytus Sabina*) atau Ikan Pari



Sumber : <http://www.desnaikhsandra.blogspot.com/23April2011>

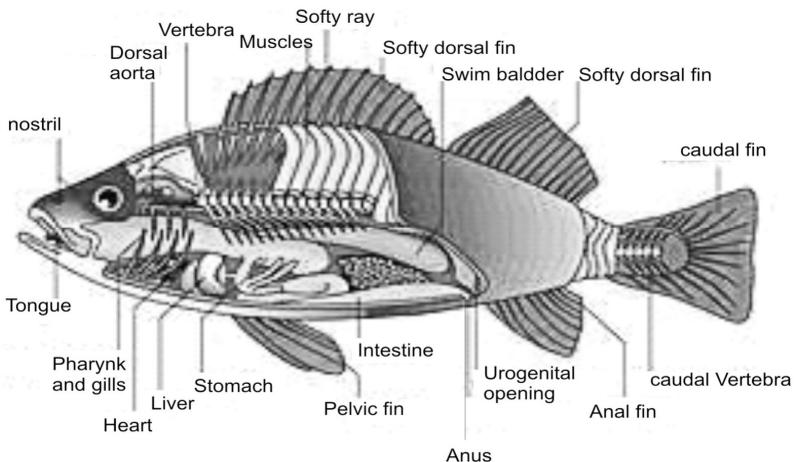
Gambar 1.8.B.
Ikan Hiu Kepala Martil/Palu (*Spyrna Tudes*)

Gambar 1.8
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 atas 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 *arcus aorticus*. Respirasinya dilakukan dengan menggunakan beberapa pasang insang yang terletak pada *arcus 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 *ovipar* walaupun ada beberapa yang *ovovivipar* dan *vivipar*. Pembuahan dilakukan di luar tubuh.



Sumber: de Iuliis & Pulera, (2007)

Gambar 1.9
Struktur Anatomi Ikan Bertulang Sejati Dilihat dari Lateral

Secara anatomi sirip ekor atau *pinae caudalis* mempunyai 4 tipe.

- a. Tipe *protocercal*, tipe ini mempunyai ciri-ciri, antara lain *columna vertebralis* memanjang sampai pada ujung ekor, ujung ekor tumpul.
- b. Tipe *diphycercal*, pada *columna vertebralis*-nya 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 atas dua bagian.
- d. Tipe *heterocercal*, yaitu bentuk *columna vertebralis*-nya memanjang ke arah salah satu ujung ekor yang bentuknya lebih panjang, biasanya ujung ekornya terbagi dengan panjang tidak sama, tipe ini terdiri atas dua bentuk, yaitu
 - 1) *epicercal*,
 - 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:

- 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 atas *columna vertebralis* dan *costae*;
 - 2) *skeleton extremitas*;
 - 3) tulang tempurung kepala atau *cranium*.

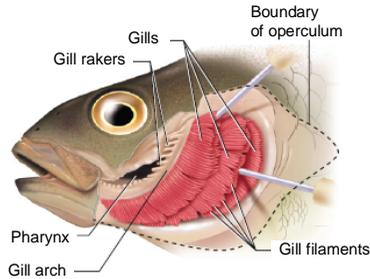
Columna vertebralis tersusun dari tulang *vertebrae* yang letaknya berurutan dari bagian *cranial* ke bagian *caudal*, pada *satu vertebrae* terdiri atas *centrum*, *arcus neuralis*, dan *arcus hemalis*. Permukaan bagian *cranial* dan *caudal* dari sentrum adalah konkaf sehingga bentuk *vertebrae* mempunyai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

Pada bagian sistem otot terdiri atas otot-otot *epaxial* dan otot-otot *hipaxial* yang biasanya berupa *myotom-myotom* yang tersusun saling menutupi, yaitu mulai dari bagian *caput* sampai pada bagian *pinae 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 *myofibrae* atau serabut otot atau *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*, *ventrikulus*, 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 atas *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 atas 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 *filamenta branchiales*, pada satu baris *filamenta 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*.



Sumber: Homberger dan Walker (2003)

Gambar 1.10
Bentuk Insang Ikan Bertulang Sejati

4. Kelas Amphibia

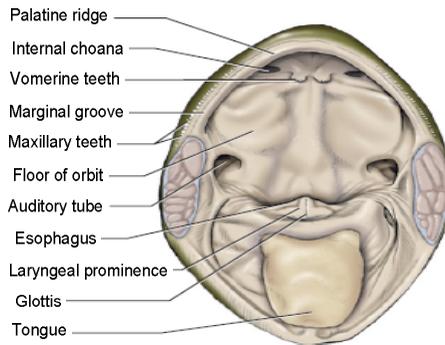
Dalam membahas ciri-ciri anatomi hewan Vertebrata khususnya dalam kelompok *Amphibia*, kita akan membahas bagian tertentu saja dari struktur anatomi *Amphibia* yang khas sehingga nantinya dapat dijadikan pegangan untuk membedakan struktur anatomi dari beberapa kelompok hewan Vertebrata. Beberapa ciri khusus *Amphibia* 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 atas *vertebrae* dan *sternum* dan *skeleton appendiculare* yang meliputi *extremitas posterior* maupun *anterior*.



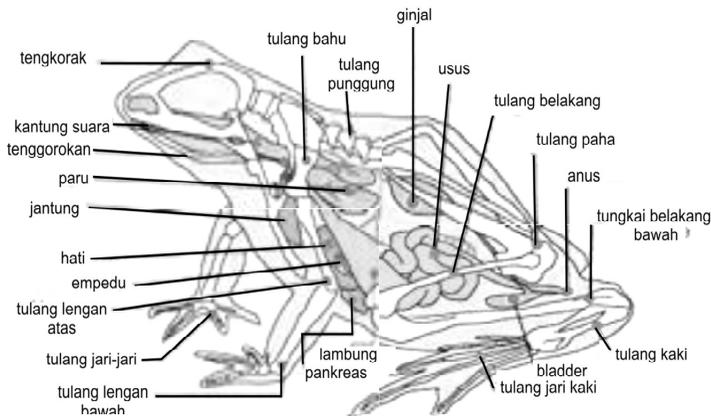
Sumber: Homberger dan Walker (2003)

Gambar 1.11
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 otot 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 *komplex* 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 atas *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.



Sumber: Homberger dan Walker (2003)

Gambar 1.12
Struktur dalam Katak

- e. Pada sistem peredaran darah atau *systema circulatoria* hewan katak, terdiri atas 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 dextra* dan *atrium sinistra* 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 *sistema respiratoria* terdiri atas 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 *diffusi* masuk ke pembuluh darah sehingga dalam proses pernapasan kulit yang memegang peranan penting adalah *haemoglobin* dalam cairan darah. Adapun paru-paru pada katak terdiri atas dua lobi yang elastis, dan 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 sternochyioideus*, *musculus geniohyoideus*, dan *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 *epithel 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

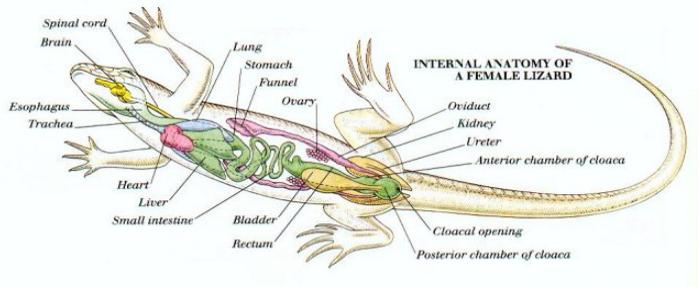
bagian dari *coelom*. *Ovarium* dilengkapi dengan saluran yang berkelok-kelok yang disebut *oviduct*. Biasanya ujung salurannya menyempit dan bermuara pada *coelom*. Pada ujung anteriornya terdapat celah yang disebut *ostium abdominale* yang terletak pada basis *pulmo* atau paru-paru. Pada ujung *posterior 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 *ventral*-nya ditutup oleh *squamae* bentuknya besar-besar dan tersusun transversal, tetapi pada beberapa jenis kadal *squama*-nya 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. Akan tetapi, yang khusus pada kelompok hewan reptilia adalah mempunyai *carapace*, yaitu lapisan kulit pada bagian dorsal dan lapisan *plastron* pada bagian *ventral*.



Sumber: de Iuliis dan Pulera (2007)

Gambar 1.13
Struktur Anatomi Tubuh Reptilia Contoh pada Kadal

- b. Pada sistem pencernaan makanan atau *systema digestorium*, umumnya pada hewan reptilia tidak terjadi pencernaan makanan dalam mulut. Akan 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 crassum* atau usus besar yang biasanya disebut *rectum*. Di antara kedua bagian *intestinum* tersebut terdapat *coicum* 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 atas 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). Akan tetapi, pada jenis kadal besar, yaitu *Sphenodon* dan *Chelonia* mempunyai satu buah *vesica urinaria* yang berhubungan dengan *cloaca* dan berfungsi 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 *ostea*, 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.

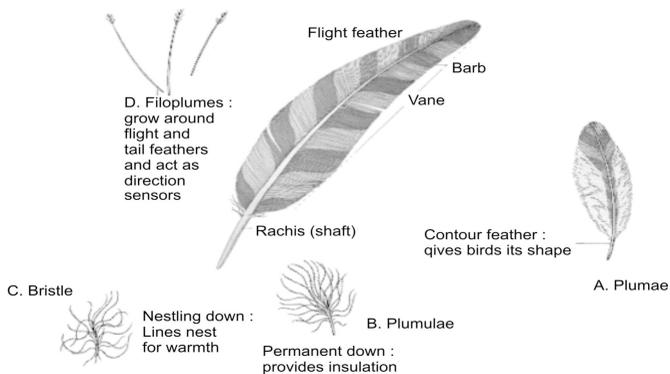
a. Berdasarkan susunan anatominya bulu dapat dibedakan menjadi:

- 1) *plumae*,
- 2) *plumulae*,
- 3) *filoplumae*.

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

b. Berdasarkan **letaknya**, bulu dapat dibedakan ke dalam, *remiges*, *rectrices* dan *tectrices*. *Remiges* terletak pada daerah sayap yang berfungsi untuk terbang; *rectrices* bulu-bulu yang terdapat pada daerah ekor, sedangkan *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.



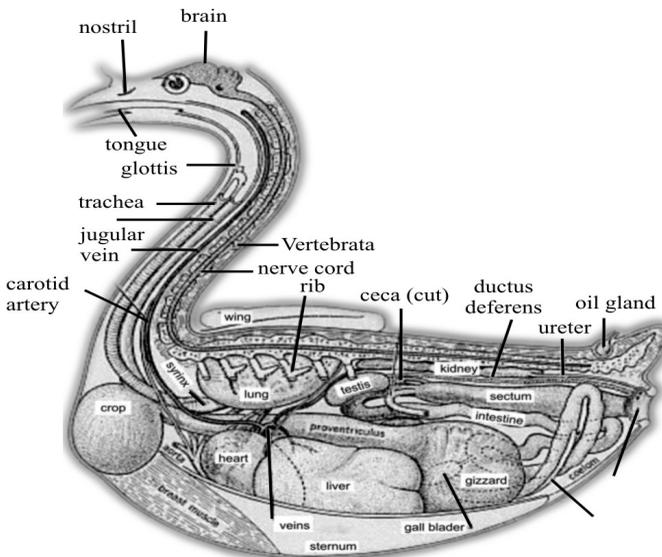
Sumber: de Iuliis dan Pelure (2007)

Gambar 1.14
Bulu dan Bagian-Bagiannya

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.

- e. 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.



Sumber: <http://www.google.com/gambar/3> Mei 2011

Gambar 1.15
Struktur Umum Anatomi Aves

- f. Pada *sistem circulatoria*, cor atau jantung terbagi menjadi empat bagian, yaitu *atrium sinestrum*, *atrium dextrum*, *ventriculum sinestrum*, dan *ventriculum dextrum*.

- g. **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*.
- h. 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*.
- i. *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*

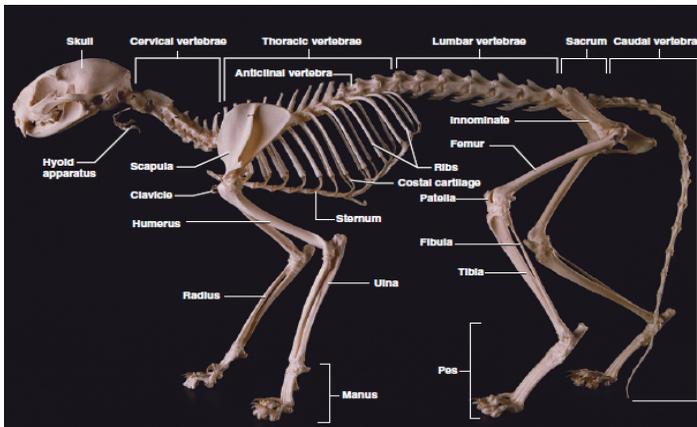
Sebetulnya bila kita berbicara tentang *mammalia*, tidak lepas dari istilah *mmae* yang berarti **susu**. Jadi, kelas mamalia adalah kelompok hewan yang ditandai dengan adanya kelenjar susu yang berfungsi untuk menyusui anaknya. Tetapi selain itu juga pada kelompok hewan mamalia mempunyai struktur anatomi 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 *Cavum*:

- a. *abdominis* yang dindingnya dilapisi oleh lapisan *peritoneum*;
- b. *thoracis* pada dindingnya dilapisi oleh lapisan *pleura*;
- c. *pericardii* yang dindingnya dibangun oleh lapisan *peri-cardium*.

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 atas organ-organ, *columna vertebralis*, *costae*, dan *sternum*. Pada bagian *sternum* terdiri atas *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 atas tulang *humerus*, tulang *ulna*, tulang *radius*, *os carpalia*, *os meta-carpalia* dan *phalanges*, sedang bagian *skeleton membri inferior liberi* atau bagian *extremitas posterior* terdiri atas tulang *femur*, tulang *tibia* atau tulang kering, tulang *fibula* atau tulang betis, *patella* atau tulang tempurung lutut, *os tarsalia*, *os metatarsalia*, dan *os phalanges*.



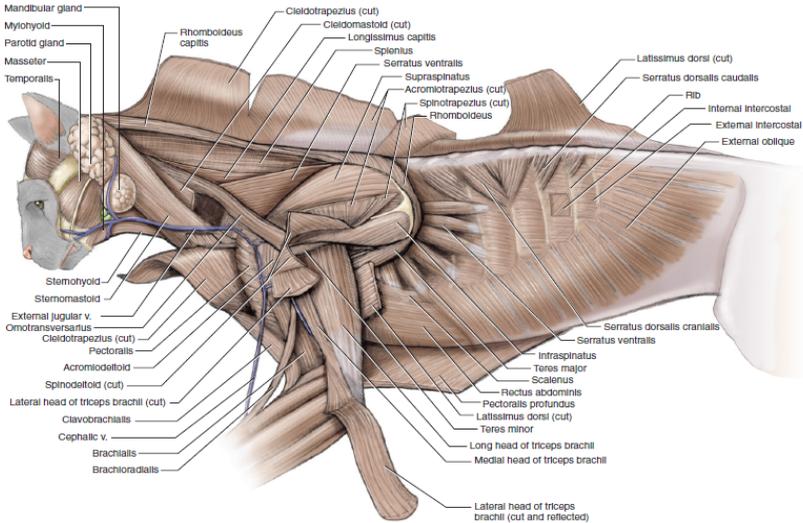
Sumber: de luliis dan Pulera (2007)

Gambar 1.16
Skeleton Mammalia (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.

- 1) *Musculus masseter*, 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 rectus abdominalis*, terletak di tengah-tengah bagian perut yang menghubungkan bagian pelvis dengan *sternum*, biasanya menutupi perut bagian ventral sebelah bawah.
- 5) *Musculus obliquus abdominalis*, otot ini terdiri atas 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 atas 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.



Sumber: de luliis dan Pulera (2007)

Gambar 1.17
Musculatoria (Sistem Otot) Mamalia (Contoh: Kucing)

Akan 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.

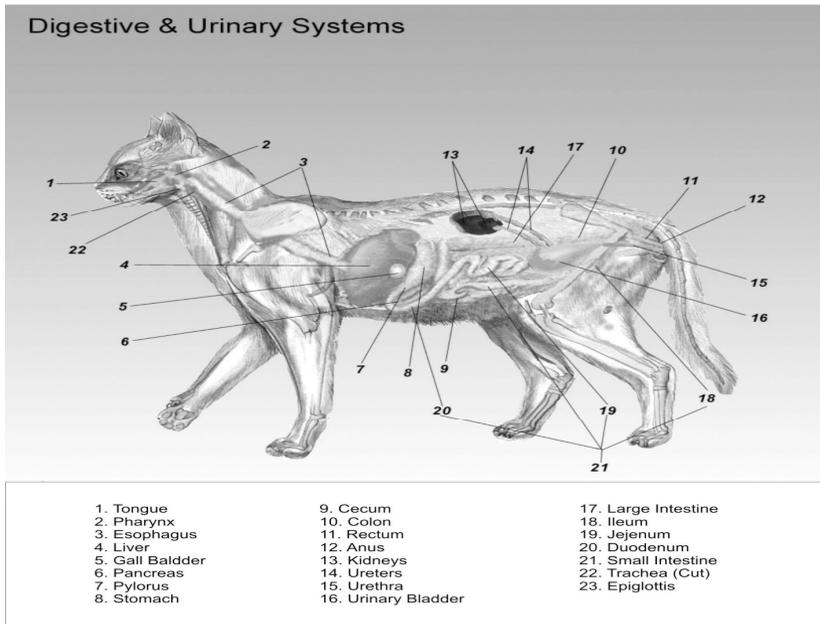
c. *Sistema digestoria* atau sistem pencernaan makanan pada mamalia, saluran pencernaannya atau *tractus digestivus*-nya terdiri atas beberapa bagian, yaitu sebagai berikut.

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 salivaris*, atau kelenjar ludah, tetapi yang terbesar adalah *glandula parotis*, dan di dalam ludah terdapat *enzym-enzym amylolyticis*.

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 karnivora, 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 mukosa. *Cavum oris* berhubungan langsung dengan *pharynx*.

Adapun kelenjar-kelenjar yang terdapat pada rongga mulut, adalah

- a) *glandulla parotis* yang terletak di belakang *mandibula* bagian luar;
 - b) sepasang *glandulla sub mandibularis* terletak di bawah tepi *mandibula*;
 - c) sepasang *glandulla sub lingualis* terletak di bawah lidah.
- 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*.

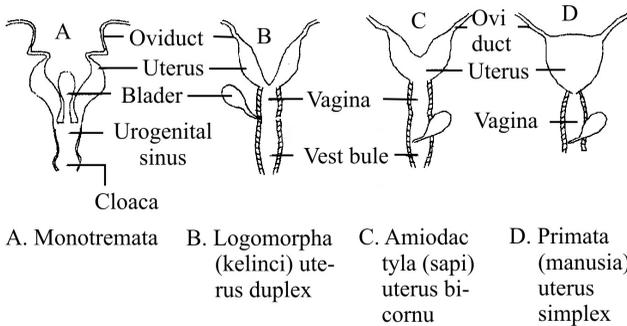


Sumber: de luliis dan Pulera (2007)

Gambar 1.18
Struktur Digestia dan Urinaria dari Mammalia
(Contoh: Kucing)

- d. *Intestinum*, atau bagian usus merupakan saluran yang berkelok-kelok dan sebagai organ penyerapan zat-zat makanan. Berikut ini, bagian-bagian usus.
- 1) *Intestinum tenue* yang terdiri atas *duodenum* yang biasanya berbentuk seperti huruf U, *jejunum*, dan *ileum*.
 - 2) *Intestinum crasum*, bagian ini terdiri atas *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 mammalia memiliki kelengkapan organ-organ yang lebih sempurna. Organ-organ pernapasan, seperti cavumnasi, ini langsung bermuara ke dalam *pharynx* yang celahnya disebut *choane*. Kemudian, *tractus respiratorius* atau saluran pernapasan terdiri atas organ-organ *larynx*, *trachea*, *bronchus*, *bronchiales*, *bronchiolus respiratorius*, *ductus alveolaris*, *saccus alveolaris*, dan *alveolus*.

- f. *Systema circulatoria* atau sistem peredaran darah pada mammalia, 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 dekstra* dan *atrium sinistra*, sedangkan *ventriculorum* juga terbagi menjadi dua bagian, yaitu *ventriculorum dekstra* dan *ventriculorum sinistra*.
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 urin. 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 ovari 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 berdinding 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.



Sumber: Weichert (1984)

Gambar 1.19
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!
- 3) Sebutkan macam-macam bentuk uterus pada mammalia, sebutkan contoh masing-masing jenis hewan yang memiliki uterus tersebut!
- 4) Secara anatomi sirip ekor atau pinnae caudalis mempunyai 4 tipe, sebut dan jelaskan masing-masing!
- 5) Jelaskan apa yang dimaksud dengan region intestinum pada mammalia, sebutkan bagian-bagiannya!

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 endoskeletonnya 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 arcus 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 mammalia terdapat tiga rongga badan, di mana pada rongga abdominalis dindingnya dilapisi oleh lapisan
- A. *pleura*
 - B. *pericardium*
 - C. *peritoneum*
 - D. lendir
- 6) Organ kopulasi pada mammalia jantan, adalah
- A. penis
 - B. *epididimus*
 - C. *scrotum*
 - D. *vesica urinaria*
- 7) Organ saluran pencernaan yang terdiri atas 3 region (*pars cardia*, *pars fundus*, dan *pars pylorus*) adalah
- A. *intestinum tenue*
 - B. *ventriculus*
 - C. *intestinum crassum*
 - D. *colon*
- 8) Kantung udara respirasi yang dijumpai pada *Aves* dan *Pisces* adalah
- A. *costae*
 - B. *saccus pneumaticus*
 - C. *syrinx*
 - D. *ductus alveolaris*
- 9) Jenis otot mammalia yang bentuknya lebar, melekat pada bagian *sternum* dan *humerus*, adalah *musculus*....
- A. *pectoralis*
 - B. *rectus abdominalis*
 - C. *obliquus externa*
 - D. *intercostalis*

10) Kelas mammalia adalah kelompok hewan yang ditandai dengan adanya organ

- A. tulang tengkorak/*cranium*
- B. kelenjar susu/*glandulla mammae*
- C. *cavum thoracalis*
- D. *musculus femoralis*

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*). Oleh 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 (Prancis), 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* berpecah 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 spesies. Setiap hewan dapat dibedakan dari yang lainnya dengan menggunakan penggolongan ini.

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

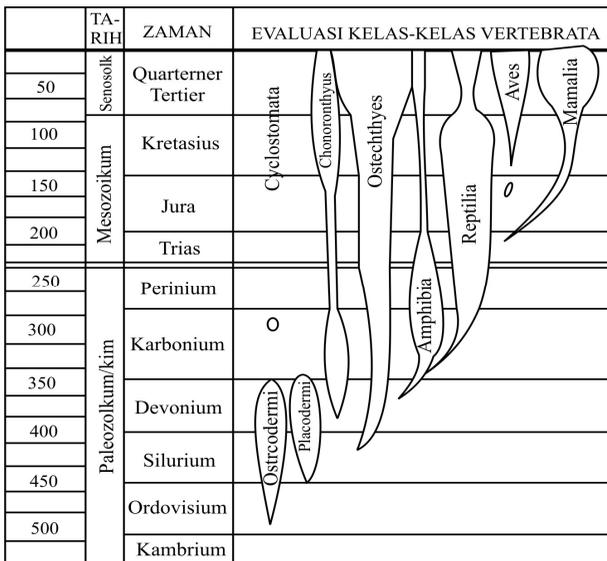
Hewan-hewan dari satu *species*, satu genus atau satu famili mempunyai suatu kesamaan dalam kemampuan beradaptasi. Hewan-hewan dari suatu takson di atas tingkatan famili menunjukkan pola struktur dasar sama, seperti berkaki empat, berbulu, memiliki **amnion** (bungkus embrio), serta susunan gigi.

Pengklasifikasian Vertebrata didasarkan, antara lain:

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.



Sumber : Weichert (1984)

Gambar 1.20
Garis Besar Pendugaan Evolusi Vertebrata dalam Hubungannya dengan Umur Zaman Geologi

Klasifikasi:

- Kelas Agnatha** : Vertebrata tak berahang
 Subkelas : Ostracodermi, Cephalospida, Anospida, dan Pteropsida.
Subkelas : Cyclostoma: Lamprey dan Dogfish

Kelas Placodermi : Arthrodira, Autiochi, dan Acanthodi.

Kelas Chondrichthyes : ikan bertulang rawan

Subkelas 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, dan *Rachitomi stereospondyli*.

Subkelas : Lissamphibia, Urodela, Anura, dan Apoda.

Kelas Reptilia:

Subkelas Anapsida : Cotylosanria dan Chelonia.

Subkelas Lepidossauria. : Kadal, Ular, Amphisbaena, dan 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 difusi 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 *filogeni* 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 atas 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 reptilia, yaitu *chelonina* (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 atas 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 atas 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 *asesori*-nya 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 tali-tali 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*!
- 3) Jelaskan pula apa yang dimaksud dengan pertumbuhan *ontogeni*!
- 4) Berikan suatu paparan contoh singkat perbedaan di antara pertumbuhan *filogeni* dan pertumbuhan *ontogeni*!
- 5) Bedakan identifikasi masing-masing anggota kelas Reptilia di bawah ini, semampu Anda untuk memperoleh pemahaman klasifikasinya.

Subkelas Anapsida	:	Cotylosauria dan Chelonina.
Subkelas Lepidosauria	:	Kadal, Ular, Amphisbaena, dan Sphenodon.
Subkelas Ardeosauria	:	Crotalia, Dinosauria, dan Pterosauria.
Subkelas Euryopsida	:	Plesiosauria, Ichthyosauria.
Subkelas Synopsida	:	Reptilia yang mirip Mamalia.

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 phylum*-nya 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 *Cephalochordata* yang mempunyai kerabat dekat dengan *Cephalochordata*
 - 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. *blastulla*
 - B. *morula*
 - C. *embrio*
 - D. *zygot*

- 6) Vertebrata tak berahang adalah ciri khas hewan-hewan dalam kelas
 - A. *Aves*
 - B. *Agnatha*
 - C. *Mammalia*
 - D. *Amphibia*

- 7) Perkembangan sistem koordinasi syaraf pada tubuh hewan merupakan diferensiasi dari jaringan ... pada masa *embrional*.
 - A. *entoderm*
 - B. *mesoderm*
 - C. *epidermis*
 - D. *ektoderm*

- 8) Menyusui dan berambut adalah ciri khas dari hewan-hewan dalam kelas
 - A. *Mammalia*
 - B. *Aves*
 - C. *Agnatha*
 - D. *Reptil*

- 9) Pada organ-organ pelepasan dan reproduksi hewan Vertebrata yang dimulai dari terbentuknya ... pada masa embrio.
 - A. *ovarium*
 - B. *testis*
 - C. *vesica urinaria*
 - D. *pronepros*

- 10) Perkembangan setelah pembentukan lapisan lembaga dilanjutkan pada proses diferensiasi membentuk organ-organ dan struktur tubuh yang mendekati bentuk induknya yang disebut
 - A. *blastocoel*
 - B. *embryo*
 - C. *carapax*
 - D. *plastron*

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
- 6) A
- 7) C
- 8) C
- 9) A
- 10) B

Tes Formatif 2

- 1) B
- 2) A
- 3) C
- 4) B
- 5) C
- 6) A
- 7) A
- 8) B
- 9) A
- 10) B

Tes Formatif 3

- 1) C
- 2) A
- 3) C
- 4) A
- 5) D
- 6) A
- 7) D
- 8) A
- 9) D
- 10) B

Penjelasan Jawaban Tes Formatif 1

- 1) Jawaban yang benar adalah **A**. *columna vertebralis* adalah tulang penyokong tubuh hewan vertebrata; **B**. *cranium* adalah tulang tengkorak; **C**. *tulang ekor* (sudah jelas); **D**. *notochorda* adalah struktur *rodlike* fleksibel yang membentuk sumbu mendukung tubuh dalam chordates terendah dan vertebrata terendah dan embrio vertebrata yang lebih tinggi.
- 2) Jawaban yang benar adalah **B**. *Gnathostomata* adalah semua vertebrata yang telah memiliki rahang atas dan bawah; **A**. *Agnatha* adalah *superclass* dari chordata bentuk seperti belut tidak memiliki rahang dan sirip pelvic (*lamprey* dan *hagfish*) beberapa sudah punah; **C**. *Craniata* adalah hewan yang memiliki tulang tengkorak; **D**. *Acraniata* adalah hewan yang tidak memiliki tulang tengkorak.
- 3) Jawaban yang benar adalah **C**. *Pinna pectoralis* adalah sirip dada; **A**. *pinna dorsalis* adalah sirip punggung; **B**. *pinna abdominalis* adalah sirip perut; **D**. *pinna analis*, sirip anal.
- 4) Jawaban yang benar adalah **C**. *tectrices*, *tectrices* yakni bulu-bulu yang terdapat di daerah dada dan seluruh tubuh bentuknya kecil dan halus berfungsi sebagai isolasi. **B**. *plumae* adalah bentuk bulu yang besar atau kasar biasanya susunan anatominya pun sudah jelas, antara lain terdiri atas *calamus*, *rachis*, *umbilicus inferior*, *umbilicus superior*, dan *vexillum*.

- A. *remiges* terletak pada daerah sayap yang berfungsi untuk terbang; D. *rectrices* bulu-bulu yang terdapat pada daerah ekor sedangkan
- 5) Jawaban yang benar adalah A. *glandula mammae* adalah kelenjar susu pada vertebrata; B. *glandula parotis* dan C. *glandula lingualis* adalah kelenjar air liur/saliva; D. *glandula tyroidea* adalah kelenjar *thyroid*, penghasil *hormone thyrosin*.
 - 6) Jawaban yang benar adalah A. *glandula uropygealis*, yakni kelenjar minyak yang berfungsi untuk meminyaki bulu-bulu agar tetap mengkilap; B. *Glandula sudorifera* adalah kelenjar keringat; C. *membrane tympani* adalah selaput tipis di rongga telinga tengah mamalia; D. *glandula thyroidea* adalah kelenjar *thyroid* penghasil *thyrosin*.
 - 7) Jawaban yang benar adalah C. *Chondrichthyes*, yakni ikan berkerangka tulang rawan; A. *osteichthyes* adalah ikan bertulang sejati; B. mamalia adalah hewan vertebrata menyusui (memiliki kelenjar susu); *marsupialia* adalah mamalia berkantung.
 - 8) Jawaban yang benar adalah C. *pyrenium* adalah daerah sempit antara lubang anus dan *urogenitalis* mamalia; A. *glutea*, yaitu bagian pantat; B. *dorsum* adalah bagian punggung; D. *vulva* adalah suatu celah yang dibatasi oleh *labia mayora* atau bibir luar dan *labia minora* atau bibir dalam.
 - 9) Jawaban yang benar, adalah A. *Squamata*, yakni kelompok hewan yang memiliki kulit yang pada umumnya diliputi oleh lapisan sisik/*squama epidermal* dengan bentuk sudah menanduk; B. *chelonian* adalah kura-kura; *Crocodila* adalah kelompok buaya; D. *Rhynchocephalia* adalah kelompok hewan tertua sehingga disebut sebagai fosil hidup, sifatnya masih primitif terutama struktur tubuhnya.
 - 10) Jawaban yang benar adalah B. *carapax*, yakni kulit keras yang menutupi bagian dorsal/punggung tubuh *chelonian* (kura-kura); A. *plastron* adalah kulit keras yang menutupi bagian *ventral* kura-kura; C. *caput* adalah bagian kepala; D. *scrotum* adalah jaringan pembungkus testis *mammalian*.

Penjelasan Jawaban Tes Formatif 2

- 1) Jawaban yang benar adalah A. tulang *cranium* yang pada hewan vertebrata berfungsi untuk melindungi otak, karena *cranium* adalah tulang tengkorak (sudah jelas), bukan melindungi mata, leher ataupun menyokong rahang. Jawaban B, C, dan D salah.

- 2) Jawaban yang benar adalah **A. Typosole**, klep spiral yang terdapat pada bagian *intestinum* ikan bertulang rawan; **B. pylorus**, yaitu bagian posterior dari lambung dan berhubungan dengan *duodenum* atau *intestinum*; **C. ductus cysticus**, saluran yang menghubungkan kantung empedu; **D. vesica felea**, kantung empedu.
- 3) Yang benar adalah jawaban **C**. Tipe *Heterocercal*, yaitu bentuk *columna vertebralis*-nya memanjang ke arah salah satu ujung ekor yang bentuknya lebih panjang, biasanya ujung ekornya terbagi dengan panjang tidak sama; **A**. Tipe *protocercal*, tipe ini mempunyai ciri-ciri, antara lain *columna vertebralis* memanjang sampai pada ujung ekor, ujung ekor tumpul; **B**. Tipe *Homocercal*, tipe ini memiliki *columna vertebralis* yang pada ujungnya berbentuk agak membelah ke arah bawah dan bentuk dari ujung ekor terdiri atas dua bagian; **D**. Tipe *Diohicercal*, pada *columna vertebralis*-nya memanjang sampai ke ujung ekor, tetapi bentuk ujung ekornya runcing.
- 4) Jawaban yang benar, adalah **B. Plumae**, bulu ini bentuknya besar atau kasar dan susunan anatominya terlihat jelas atau mempunyai bagian-bagian yang jelas; **A. Plumulae**; **C. Filoplumae**; **D. Rachis**.
- 5) Jawaban yang bera adalah **C. peritoneum**, lapisan dinding rongga *abdominalis*; **A**. pleura, lapisan dinding paru-paru; **B. pericardium**, lapisan dinding rongga *thoracali*; **D**. lendir, atau lapisan mukosa dalam dinding usus.
- 6) Jawaban yang benar adalah **A**. Penis, organ kopulasi pada mamalia jantan; **B. epididymus** adalah saluran ekstra testikel, penampung sementara *spermatozoa* di luar testis; **C. Scrotum** adalah jaringan pembungkus testis; **D. vesica urinaria** adalah kantung kemih.
- 7) Jawaban yang benar adalah **B. ventriculus**, yakni lambung; **A. intestinum tenue** adalah usus halus; **C. intestinum crassum** adalah usus kasar; **D. colon** adalah usus besar.
- 8) Jawaban yang benar adalah **B. saccus pneumaticus**; **A. costae** adalah tulang rusuk; **C. Syrinx** adalah kotak suara pada bagian dasar dari *trachea*; **D. ductus alveolaris** adalah saluran yang menuju *alveolus* dalam paru-paru/*pulmo*.
- 9) Jawaban yang benar adalah **A. musculus pectoralis**, yakni jenis otot yang bentuknya lebar, melekat pada bagian *sternum* dan *humerus*; **B. musculus rectus abdominalis** adalah otot yang terletak terletak di tengah-tengah bagian perut yang menghubungkan bagian *pelvicus* dengan *sternum*,

biasanya menutup perut bagian *ventral* sebelah bawah; *C. musculus obliquus eksterna* adalah otot yang biasanya menutupi bagian perut samping; *D. musculus intercostalis*, otot ini terdiri atas dua bagian yaitu *musculus intercostalis interna* dan *musculus intercostalis externa*, otot ini terletak pada daerah *costae*.

- 10) jawaban yang benar adalah **B. glandula mammae** atau kelenjar susu pada mamalia; *A. cranium* tulang tengkorak; *C. cavum thoracalis* adalah rongga dada; *D. musculus femoris* adalah otot paha.

Penjelasan Jawaban Tes Formatif 3

- 1) Jawaban yang benar adalah **C. *amphioksus***, Beberapa peneliti yang percaya tentang evolusi berpendapat bahwa mungkin *Amphioxus* merupakan keturunan dari nenek moyang vertebrata yang berkerabat dekat dengan *cephalochordate*; *A. Dipnoi*, 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 difusi lebih lanjut menimbulkan dugaan oleh sebagian ilmuwan pro evolusi bahwa mereka dianggap sebagai nenek moyang *tetrapoda*; **B. *teleostei***, ikan bertulang sejati; **D. *holostei***, adalah ikan bertulang yang menunjukkan karakteristik primitif. *Holostei* berbagi dengan ikan primitif lainnya campuran karakteristik teleosts dan hiu. Sebagai perbandingan dengan kelompok lain ikan primitif, *chondrosteans* dan *holostei* lebih dekat ke *teleostei*.
- 2) Jawaban yang benar adalah **A. *Amphibia*** adalah kelompok hewan *tetrapoda* pertama yang mengalami perubahan untuk menyesuaikan kehidupan di darat. **Reptil, Aves, dan Mamalia**, adalah kelompok hewan lain yang menyusul mengalami perubahan untuk kehidupan darat.
- 3) Jawaban yang benar, adalah **C. *Ontogeni***, adalah pertumbuhan *filogeni* yang dipersingkat, yaitu dimulai dari telur yang dibuahi sampai hewan itu mati karena tua; **A. *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; B. *Embryogeni*, pembentukan/perkembangan embrio; D. Evolusioner.
- 4) Jawaban yang benar adalah **A. Choane**, lubang hidung dalam pada *Crossopterygii*; B. *membrana tympani*, lubang telinga tanpa *auricular* (daun telinga); C. *palpebra inferior*, kelopak mata bawah; D. *palpebra superior*, kelopak mata atas.
 - 5) Jawaban yang benar adalah **A. blastula**, tahapan 64 sel; B. *morula* adalah tahapan pembelahan sel/*cleavage* ke 36 sel terbuahi; C. embrio, tahapan terbentuknya embrio setelah telur terbuahi spermatozoa; D. *zygote*, tahapan telur yang dibuahi oleh spermatozoa.
 - 6) Jawaban yang benar adalah **B. agnatha**, yakni vertebrata yang tak berahang; A. *aves* (kelompok burung/unggas) adalah anggota kelompok hewan bertulang belakang (vertebrata) yang memiliki bulu dan sayap; C. mamalia, adalah hewan menyusui; D. amfibi, umumnya didefinisikan sebagai hewan bertulang belakang/vertebrata yang hidup di dua alam, air, dan daratan
 - 7) Jawaban yang benar adalah **D. Ektoderm**, yakni lapisan luar yang terbentuk pada awal masa embrio, lapisan terluar ini yang akan membentuk kulit, rambut, lensa mata, email gigi dan sistem saraf keseluruhan; A. entoderm, yakni lapisan terdalam dari tiga lapisan sel embrio pada hewan, yang kemudian berkembang menjadi lapisan selaput saluran pencernaan, saluran tenggorok, paru-paru, hati, dan pankreas; endoderm; hipoblas; B. mesoderm adalah lapisan benih tengah yang akan berkembang menjadi otot, tulang, rawan, jaringan darah, pembuluh darah, jantung dan jaringan ikat lainnya; C. epidermis adalah lapisan kulit terluar, disusun oleh sel epitel pipih berlapis.
 - 8) Jawaban yang benar, adalah **A. mamalia**, yang memiliki kelenjar susu untuk persiapan menyusui anaknya setelah kelahiran, mamalia juga memiliki ciri berambut; B. *aves*; C. *agnatha* dan D. Reptil tidak memiliki ciri seperti mamalia.
 - 9) Jawaban yang benar adalah **D. pronepros**, yakni organ ginjal pada masa embrio masa dewasa sudah berkembang menjadi ginjal yang berfungsi sebagai organ pelepasan dan gonad untuk organ reproduksi; A. Ovarium, organ kelamin penghasil telur pada betina; B. Testis, organ kelamin jantan penghasil spermatozoa; D. *vesica urinaria*, adalah kantung kemih.
 - 10) Jawaban yang benar adalah **B. embrio**, dalam organisme yang berkembang biak secara seksual, ketika satu sel sperma membuahi ovum, hasilnya

adalah satu sel yang disebut zigot yang memiliki seluruh DNA dari kedua orang tuanya. Dalam tumbuhan, hewan, dan beberapa *protista*, zigot akan mulai membelah oleh mitosis untuk menghasilkan organisme multiseluler. Hasil dari proses ini disebut embrio; A. *blastocoel* adalah rongga yang terbentuk pada stadium *blastula*; C. *carapax*, adalah kerangka luar bagian dorsal atau punggung/*eksoskeleton* pada kura-kura; D. *plastron* adalah kerangka luar keras pada bagian *ventral* kura-kura.

Glosarium

<i>Abdominal</i>	:	bagian perut, atau orientasi tubuh bagian bawah.
<i>Annulus</i>	:	yaitu lingkaran pertumbuhan pada sisik ikan berupa garis <i>radial</i> yang jelas.
<i>Antebrachium</i>	:	lengan bawah (katak).
<i>Anterior</i>	:	orientasi tubuh arah bagian depan.
<i>Axolemma</i>	:	membran plasma <i>axon</i> .
<i>Axon atau neurit</i>	:	merupakan suatu <i>prosesus</i> /juluran silindris panjang, diameternya bervariasi menurut jenis neuron tersebut.
<i>Brachium</i>	:	lengan atas (katak).
<i>Caput</i>	:	kepala.
<i>Carapax</i>	:	kulit keras yang menutupi bagian dorsal tubuh (pada penyu).
<i>Carpus</i>	:	pergelangan tangan (katak), yang dilengkapi dengan <i>metacarpus</i> dan <i>phalangus</i> atau <i>digiti</i> , yaitu merupakan jari-jari yang jumlahnya masing-masing ada 5 buah. Di antara jari-jari biasanya terdapat selaput yang berfungsi untuk berenang dan disebut <i>webs</i> (selaput renang).
<i>Cauda/caudal</i>	:	ekor/ke arah ekor.
<i>Cerome</i>	:	suatu tonjolan kulit yang lunak pada bagian dasar atau basis <i>rostrum</i> atau paruh bagian atas.
<i>Chordata</i>	:	semua hewan yang tubuhnya dilengkapi dengan organ penyokong tubuh dalam.
<i>Clasper</i>	:	suatu alat tambahan yang bentuknya silindris dan berfungsi pada saat perkawinan, ini hanya dimiliki oleh ikan jantan.
<i>Cloaca</i>	:	karena antara lubang untuk urine dan <i>faeces</i> menjadi satu.
<i>Cornificatio</i>	:	proses penandukan kulit.
<i>Columna vertebralis</i>	:	tulang penyokong tubung.
<i>Conductivitas</i>	:	kemampuan meneruskan impuls.
<i>Craniata</i>	:	hewan yang sudah mempunyai tulang tengkorak atau otaknya sudah dibungkus oleh tulang

	: <i>cranium</i> .
<i>Cranium</i>	: tulang tengkorak.
<i>Cru</i>	: betis (katak).
<i>Digit</i>	: jari.
<i>Distal</i>	: arah menjauhi sumbu tubuh (jari kita lebih distal daripada siku tangan kita; siku tangan kita lebih <i>proksimal</i> daripada jari kita).
<i>Dorsal</i>	: bagian punggung tubuh.
<i>Efektor</i>	: adalah ujung-ujung saraf motoris yang menyebabkan alat tubuh bekerja.
<i>Endothelium</i>	: epitel pipih yang membatasi dinding lumen pembuluh darah dan pembuluh limfa.
<i>Enteroceptor</i>	: yakni <i>receptor</i> yang dapat dirangsang, misal makan terlalu pedas.
<i>Extremitas</i>	: anggota gerak pada badan (misal lengan atas, kaki).
<i>Exteroceptor</i>	: yakni <i>receptor</i> yang dapat dirangsang oleh stimulus dari luar, seperti <i>receptor</i> untuk rasa, raba, cahaya, pendengaran, dan bau.
<i>Femur</i>	: paha (katak).
<i>Glutea</i>	: adalah bagian pantat.
<i>Fovea nasali</i>	: lubang hidung bagian luar (pada ikan).
<i>Gemma gustatoria</i>	: <i>receptor</i> /puting pengecap di lidah.
<i>Filogeni</i>	: adalah pertumbuhan suatu hewan yang diduga mungkin secara evolusioner ditinjau mulai dari hewan tingkat rendah sampai pada hewan tingkat tinggi berdasarkan ciri-ciri tertentu.
<i>Ganglion</i>	: sel-sel saraf yang berada di luar sistem saraf pusat.
<i>Iritabilitas</i>	: kemampuan menerima stimulus /rangsang.
<i>Lateral</i>	: orientasi tubuh bagian samping/sisi/ perifer .
<i>Linea lateralis</i>	: gurat sisi , merupakan indera pada ikan lebih berfungsi untuk mengenali posisi tubuh, makanan, predator, arus (dan lain-lain) dalam air.
<i>Mammalia</i>	: hewan yang memiliki kelenjar <i>mamme</i> /kelenjar susu.

<i>Manus</i>	:	telapak tangan (katak).
<i>Metachromatis</i>	:	sifat jaringan yang dapat terwarna oleh banyak zat warna.
<i>Mesothelium</i>	:	epitel pipih yang membatasi rongga tubuh seperti rongga perut, rongga pleura, perikardium.
<i>Mimikri</i>	:	kemampuan untuk mengubah warna kulit dengan cepat yang biasanya disesuaikan dengan warna lingkungannya (misal pada bunglon).
<i>Myelin</i>	:	<i>seludang (myelin sheat)</i> , <i>seludang</i> yang langsung membungkus <i>axon</i> .
<i>Nares externa</i>	:	lubang hidung yang kecil dan berfungsi dalam pernapasan pada katak.
<i>Nostril</i>	:	lubang hidung pada jenis ikan.
<i>Neuroglia</i>	:	sel-sel jaringan pengisi pada sistem saraf pusat.
<i>Neurolemma</i>	:	disebut juga <i>seludang schwan</i> , <i>seludang</i> terluar <i>axon</i> , berupa bungkus sel Schwan, terdiri atas substansi yang hidup, yakni merupakan sitoplasma dari sel schwan, yang mengandung <i>mitochondria</i> dan alat <i>golgi</i> yang memberi nutrisi kepada <i>axon</i> .
<i>Ontogeni</i>	:	adalah pertumbuhan <i>filogen</i> yang dipersingkat, yaitu dimulai dari telur yang dibuahi sampai hewan itu mati karena tua.
<i>Operculum</i>	:	tutup insang ikan.
<i>Palpebra superior</i>	:	lipatan kulit tebal pada bagian tepi atas dari mata (kelopak mata atas).
<i>Palpebra superior</i>	:	yaitu berupa lipatan kulit tebal pada bagian tepi bawah dari mata (kelopak mata bawah).
<i>Patologi</i>	:	sebagai ilmu tentang penyakit.
<i>Pedogenesis</i>	:	pendekatan evolusi dengan cara mempelajari kekerabatan yang dianut dan dikembangkan menurut pola perkembangan larva dan bukan dari hewan dewasanya.
<i>Pentadactil</i>	:	terdiri atas lima jari-jari dengan kuku-kuku yang kuat.
<i>Pes</i>	:	(telapak kaki) yang terdiri atas <i>metatarsus</i> dan

- phalangus* atau jari-jari disebut juga sebagai *digiti* yang jumlahnya 5 buah.
- Pireneum* : yaitu daerah sempit antara lubang anus dan *urogenitalis*.
- Plastron* : kulit keras yang menutupi bagian dorsal tubuh (pada penyu)
- Posterior* : orientasi arah tubuh bagian belakang.
- Proprioceptor* : yakni *receptor* yang dapat dipengaruhi oleh stimulus yang timbul dari dalam tubuh, dalam hal ini berupa gerakan dan posisi
- Proksimal* : arah mendekat sumbu tubuh, lihat **distal**.
- Receptor* : adalah ujung-ujung saraf yang dapat menerima pengaruh-pengaruh yang berasal dari luar (panas, dingin dan sebagainya).
- Rima oris* : rongga mulut.
- Saraf Sensoris* : adalah serabut-serabut saraf yang mempunyai receptor yang dapat menyalurkan gertakan ke susunan saraf pusat.
- Saraf Motoris* : adalah serabut-serabut saraf yang memiliki *receptor* yang dapat mengirimkan perintah/gertakan dari sistem saraf pusat ke *efektor*.
- Saraf spinal* : serabut-serabut saraf yang berhubungan dengan sumsum tulang belakang.
- Saraf Cranial* : yaitu serabut saraf yang berhubungan dengan otak/*cerebellum*
- Serabut saraf somatis-afferent sensoris* : yakni serabut-serabut saraf yang membawa informasi dan atau impuls yang diperoleh dari tubuh (kecuali organ-organ *visceral*) ke sistem saraf pusat.
- Sel satelit* : jaringan pengisi pada sistem saraf perifer, terdapat juga sel *chwan* sebagai *neuroglia* perifer.
- Serabut saraf afferent* : yaitu apabila serabut saraf mampu membawa impuls dari ujung saraf penerima rangsang ke sistem saraf pusat.
- Serabut saraf efferent* : bila serabut saraf membawa impuls sebagai

- tanggapan/jawaban/pesanan dari sistem saraf pusat ke organ *efektor*.
- Serabut saraf somatis-efferent-motoris* : serabut saraf yang menyalurkan impuls dari sistem saraf pusat ke organ *efektor* yang dibangun oleh otot bergaris melintang (otot rangka).
- Serabut saraf viscera afferent sensoris* : serabut saraf yang membawa impuls/ informasi dari organ-organ *viscera* ke sistem saraf pusat.
- Serabut saraf viscera efferent motoris* : serabut saraf yang membawa impuls dari sistem saraf pusat ke efektor-efektor yang berhubungan dengan organ *visceral* dan kelenjar, serabut ini berakhir pada otot-otot polos.
- Substansia alba/white matter* : bagian putih otak dan *medulla spinalis*.
- Substansia grisea/gray matter* : bagian kelabu pada otak dan *medulla spinalis*.
- Synapsis* : hubungan satu *axon* dengan *denrit* atau *pericaryon* atau daerah pertemuan antara neuron dengan neuron, yang merupakan titik pertemuan membran plasma dari ujung *axon* dengan membran plasma dari neuron yang lain.
- Synaps axo-somatisb* : *synapsis* mungkin terdapat di antara ujung *axon* dengan badan sel saraf yang lain.
- Synapsis axo-denritis* : *synapsis* terdapat di antara ujung *axon* dengan *denrit* dari sel saraf yang lain.
- Synaps axodenritosomatis atau synaps axo-somatodenritis* : *synapsis* mungkin terdapat di antara ujung *axon* dengan badan sel saraf berikut *denrit*-nya.
- Synaps dendrodenritik* : hubungan antara *denrit* dengan *denrit*
- Synaps axoaxonic* : antara *axon* dengan *axon*.
- Teratologi* : ilmu yang mempelajari kasus cacat dalam kandungan.
- Tetrapoda* : hewan berkaki empat.
- Truncus* : tubuh/badan.
- Tunicata* : hewan tingkat yang paling primitif atau

Vesica pneumatica : sederhana bentuk tubuhnya mirip cacing.
: atau gelembung renang.
Web : selaput renang (katak).

Daftar Pustaka

- Bloom and Fawcet. 1997. *A Textbook of Histology*. 12 Sub edition. A Hodder Arnold Publication.
- de Iuliis and D. Pulera. 2007. *The Dissection of Vertebrates, A Laboratory Manual*. San Diego, California: Academic Press, Elsevier Inc.
- Diogo, R., V. Abdala. 2010. *Muscles of Vertebrates, Comparative Anatomy, Evolution, Homologies and Development*. USA: Science Publishers.
- Geza Zboray, G., Z. Kovacs, G. Kriska, K. Molnar and Z. Palfia. 2010. *Atlas of Comparative Sectional Anatomy of 6 invertebrates and 5 vertebrates*. Austria, NewYork: Springer Verlag Wien.
- Hadikastowo. 1984. *Anatomi Komparativa*. Bandung: Alumni.
- Hildebrand, M and G. Goslow. 1998. *Analysis of Vertebrate Structure*. 5^{ed}. John Willey & Sons.
- Homberger, D.G. and W.F. Walker. 2003. *Vertebrate Dissection*. 9 edition. Brokks Cole.
- Junquiera, L. C. and J. Carneiro. 1997. *Basic Histologi*. 2nd ed. California: Large Medical Publication.
- Kardong, K. 2008. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. 5 edition. McGraw-Hill Science/for Engineering/Math.
- Kent, G.C. and R.K. Carr. 2000. *Comparative Anatomy of the Vertebrates*. 9 edition. McGraw-Hill Company for Science/Engineering/Math.
- Kuehnel, W. 2003. *Color Atlas of Cytology, Histologi, and Microscopic Anatomy*. 4th Edition. Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14, D-70469 Stuttgart, Germany.

Martini, F. H. 2005. *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. 7th Edition. Benjamin Cummings.

Mescher, A. L. 2009. *Junqueira's Basic Histologi: Text and Atlas*. 12th Edition. McGraw-Hill Medical, English.

Weichert, Charles K. 1984. *Element of Chordate Anatomy*. 4th Edition. New Delhi: Mc Graw Hill Publishing Company Limited.

Wingerd, B. and P. Paulini. 2000. *The Histology CD-ROM*. The McGraw-Hill Discovery Multimedia Companies and the Biology Department at San Diego State University.

Wischnitzer, S. 2006. *Atlas and Dissection Guide for Comparative Anatomy*. 6th edition. W. H. Freeman Company.

<http://www.personal.cytiu.edu.hk/~bhproj/fishbasic>(13 April 2010)

<http://www.amonline.net.au/fishes>(9 Maret 2010)

<http://www.microscopyu.com/galleries>(9 Maret 2010)

<http://www.enurfajar.blogspot.com>(16 Maret 2010)

<http://www.4.bp.blogspot.com>(15 April 2011)

<http://bioweb.uwlax.edu>/23 April 2011

<http://www.desnaikhsandra.blogspot.com>(23 April 2011)

<http://www.google.com/gambar>(3 Mei 2011)