

3

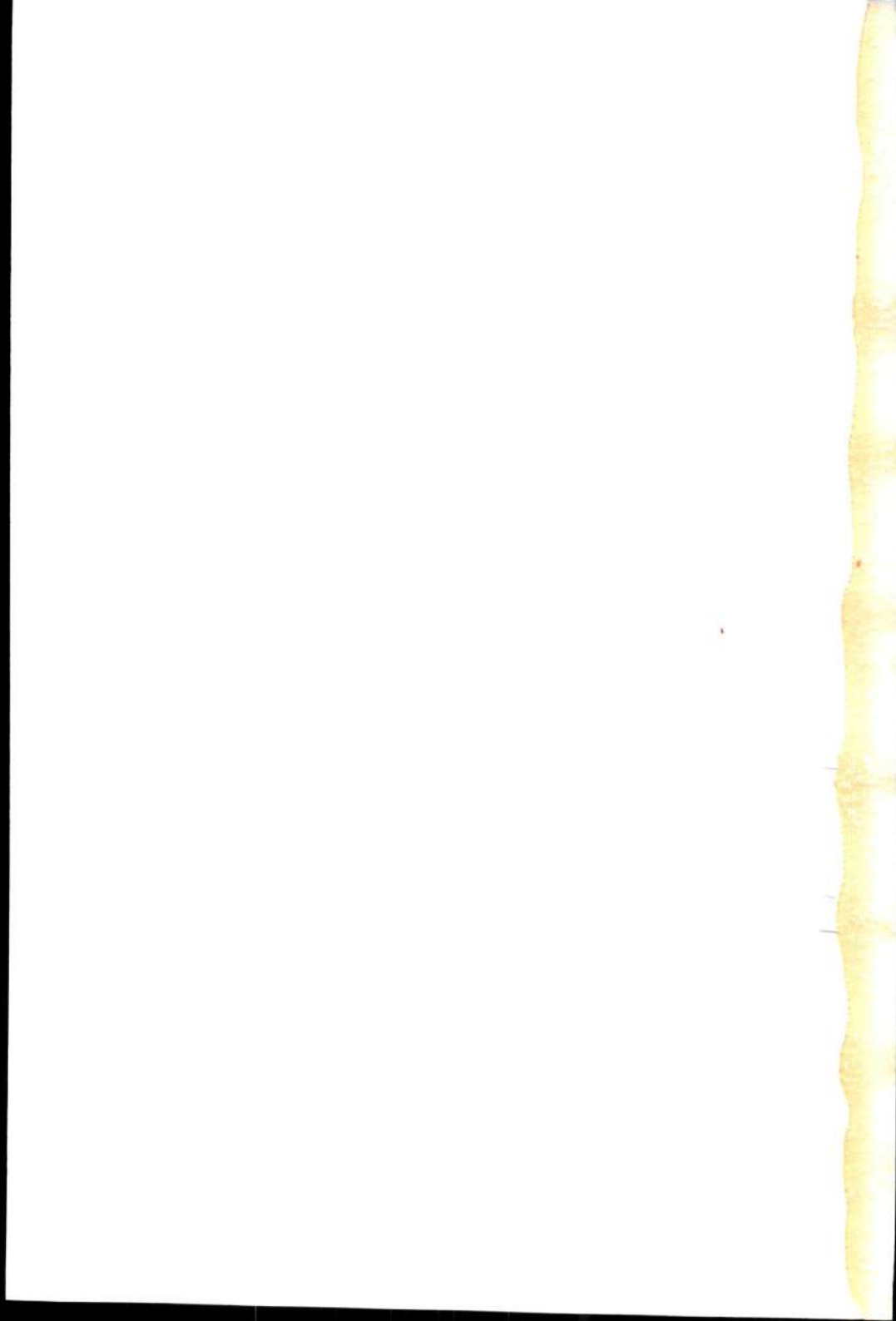
| Andi Iqbal Burhanuddin |

# Vertebrata Laut



Evolusi dan klasifikasi  
hewan laut bertulang  
belakang





# Vertebrata Laut

#### **UU No 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta**

Fungsi dan Sifat hak Cipta Pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi pencipta atau pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Hak Terkait Pasal 49

1. Pelaku memiliki hak eksklusif untuk memberikan izin atau melarang pihak lain yang tanpa persetujuannya membuat, memperbanyak, atau menyiarkan rekaman suara dan/atau gambar pertunjukannya.

Sanksi Pelanggaran Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)



deepublish | publisher

Jl. Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman  
Jl. Kaliurang Km. 9,3 – Yogyakarta 55581  
Telp/Faks: (0274) 4533427  
Website: www.deepublish.co.id  
www.penerbitdeepublish.com  
E-mail: deepublish@ymail.com

---

### Katalog Dalam Terbitan (KDT)

---

#### **BURHANUDDIN, Andi Iqbal**

Vertebrata Laut/oleh Andi Iqbal Burhanuddin.--Ed. 1, Cet. 1--  
Yogyakarta: Deepublish, Maret 2016.

x, 218 hlm.; Uk:14x20 cm

ISBN 978- 602-401-253-3

1. Vertebrata Laut

I. Judul  
596

Hak Cipta 2016, Pada Penulis

---

Desain cover : Andi Iqbal Burhanuddin

Penata letak : Cinthia Morris Sartono

Sumber Foto : [http://esc.columbia.edu/courses/v1001/images/archhei\\_lpidg .  
Cover gif.](http://esc.columbia.edu/courses/v1001/images/archhei_lpidg.gif)

**PENERBIT DEEPUBLISH**  
**(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**  
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Copyright © 2016 by Deepublish Publisher  
All Right Reserved

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Prof. Andi Iqbal Burhanuddin, M. Fish. Sc., Ph.D

# Vertebrata Laut



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, Puji dan syukur kepada Allah SWT penulis panjatkan, atas berkat Rahmat-Nya sehingga buku Vertebrata Laut ini dapat terselesaikan.

Dalam keluarga hewan bertulang belakang, terdapat kurang lebih 50.000 spesies mendiami hampir seluruh plosok bumi ini. Akhir-akhir ini para ahli ilmu hewan telah semakin berhasil dalam menemukan fakta-fakta tentang perilaku, ekologi serta teori evolusi hewan bertulang belakang khususnya hewan laut, dan dalam mengembangkan ide-ide baru serta menarik untuk menjelaskan penemuan mereka. Tetapi informasi tersebut demikian terpecah-pecahnya sehingga banyak yang tidak sampai kepada para ahli yang profesional sekali pun. Buku ini membahas tentang konsep evolusi vertebrata, klasifikasi vertebrata, jenis-jenis vertebrata laut, aspek biologi, bentuk-bentuk adaptasi, dan proses evolusi yang terjadi di dalamnya.

Diharapkan buku dapat membantu peneliti, mahasiswa dan pemerhati hewan laut, utamanya dalam upaya pelestarian hewan laut bertulang belakang yang terancam dari kepunahan.

Khususnya mahasiswa di Jurusan Ilmu Kelautan Perikanan maupun jurusan Biologi, mata kuliah Vertebrata Laut merupakan matakuliah dasar yang wajib secara nasional diprogramkan oleh mahasiswa. Mata kuliah tersebut membahas tentang berbagai hewan laut yang

bertulang belakang (vertebrata) seperti Aves, Pisces, Reptile, dan Mamalia meliputi jenis-jenis vertebrata laut, aspek biologi, klasifikasinya dan proses evolusi yang terjadi.

Semoga dengan terbitnya buku ini dapat mempermudah peneliti, mahasiswa peserta didik untuk memahami materi tentang bentuk-bentuk evolusi dan bentuk adaptasi hewan-hewan laut bertulang belakang sehingga nantinya kualitas luaran, khususnya mahasiswa semakin baik dan dapat lebih siap menghadapi tantangan lapangan pekerjaan di masyarakat.

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian buku ini, terutama para tim pengajar pada Mata kuliah Vertebrata Laut, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yaitu: Prof. Dr. Ir. Abdul Haris, M.Si; Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si; Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si, dan Drs. Sulaiman Gosalam, M.Si.

Penulis menyadari akan kekurangan dari Buku ini. Oleh karenanya kritik dan saran pembaca sangat kami harapkan demi perbaikan buku ini di masa mendatang.

Makassar, 25 April 2016

Andi Iqbal Burhanuddin

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAGIAN SATU PENDAHULUAN	2
BAGIAN DUA KONSEP EVOLUSI VERTEBRATA	12
BAGIAN TIGA KLASIFIKASI VERTEBRATA	32
BAGIAN EMPAT PISCES	50
BAGIAN LIMA REPTILIA	86
BAGIAN ENAM BURUNG-AVES	126
BAGIAN TUJUH MAMALIA	156
DAFTAR PUSTAKA	197

GLOSARIUM	205
INDEKS	213
RIWAYAT PENULIS	217

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	<i>Saccoglossus kowalevskii</i>	39
Gambar 2.	Urochordata, metamorphosed adult (a) and freeswimming larvae (b). ( <a href="http://animaldiversity.ummz">http://animaldiversity.ummz</a> )	41
Gambar 3.	Ikan Lancelet ( <i>Branchiostoma lanceolatum</i> )	42
Gambar 4.	Perbedaan dasar antara sirip dan kaki pada Coelacanth	47
Gambar 5.	Bagan Evolusi Ikan	55
Gambar 6.	Petromyzon marinus	65
Gambar 7.	Family Hexanchidae	68
Gambar 8.	<i>Gymnura altavela</i> family Dasyatidae	70
Gambar 9.	Family Coelacanthidae.	74
Gambar 10.	Kuda laut ( <i>Hippocampus barbouri</i> )	83
Gambar 11.	Metode Identifikasi species berdasarkan type karapaksnya (Wyneken, 2001).	103
Gambar 12.	Penyu Belimbing ( <i>Dermochelys coriacea</i> )	112
Gambar 13.	Penyu hijau ( <i>Chelonia mydas</i> )	112
Gambar 14.	Penyu Sisik ( <i>Eretmochelys imbricata</i> )	112
Gambar 15.	Penyu Tempayan/Penyu Merah ( <i>Caretta caretta</i> )	113
Gambar 16.	Penyu Abu-abu ( <i>Lepidochelys olivacea</i> )	113
Gambar 17.	<i>Laticauda colubrina</i>	124
Gambar 18.	<i>Cerbrus rhynchops</i>	124

Gambar 19.	Persentase komposisi kelompok vertebrata (Pough, et al. 1989)	128
Gambar 20.	Pundi-pundi udara pada burung	133
Gambar 21.	Rangka tulang pada burung	134
Gambar 22.	Paruh burung sebagai bentuk adaptasi terhadap jenis makanan	139
Gambar 23.	Alat reproduksi betina (a) dan jantan (b) pada burung	140
Gambar 24.	Burung jenis <i>Gavia immer</i> (burung penyelam utara biasa)	141
Gambar 25.	Burung laut jenis albatros raksasa ( <i>Diomedea exulans</i> )	144
Gambar 26.	Petrel badai Wilson ( <i>Oceanites oceanicus</i> )	146
Gambar 27.	A. <i>Ardeola speciosa</i> ; B. <i>Numenius phaeopus</i> ; C. <i>Butoridies striatus</i> D. <i>Actitis hypolecos</i> ; E. <i>Ardea purpurea</i> ; F. <i>Egretta garzetta</i>	153
Gambar 28.	<i>Balaenoptera musculus</i>	176
Gambar 29.	Beluga ( <i>Delphinapterus leucas</i> )	186
Gambar 30.	Singa Laut (Otariidae)	187
Gambar 31.	Anjing laut (Phocidae)	189
Gambar 32.	Manatee (Trichechidae)	193
Gambar 33.	Dugong-dugong (Dugongidae)	194
Gambar 34.	Berang-berang laut ( <i>Enhydra lutris</i> )	196

# **BAGIAN SATU**

# PENDAHULUAN

---

Kurang lebih 71 persen dari planet bumi ditutupi air asin dan berbagai kehidupan yang indah, menakjubkan dan misteri yang ada di dalamnya. Laut adalah sebuah dunia yang luas yang berisi banyak dan beranekaragam serta ukuran makhluk hidup mulai dari ukuran kasat mata yang hanya terlihat di bawah mikroskop seperti organisme plankton yang sangat kecil hingga organisme vertebrata yaitu ikan paus yang memiliki ukuran raksasa.

Laut tidak saja menyediakan kepada manusia sumber makanan dan obat-obatan. Mereka juga menawarkan kepada manusia keindahan yang bentuk dan mutunya beragam. Berdasarkan perkiraan terkini, terdapat kira-kira 30 juta species mahluk hidup yang tersebar di muka bumi, mulai dari ketinggian kira-kira 12 km hingga ke lautan terdalam. Hewan tersebut menunjukkan variasi yang sangat besar dalam ukuran, bentuk, cara beradaptasi dengan lingkungan sekitar, cara menghindari mangsa, cara mencari makan dan memperoleh keturunan atau bereproduksi.

Dalam keluarga hewan vertebrata atau hewan bertulang belakang, terdapat kurang lebih 50.000 spesies hewan mendiami hampir seluruh pelosok bumi ini. Lebih

dari satu juta jenis hewan telah diklasifikasikan. Masing-masing jenis melalui suatu proses evolusi yang lama, telah menyesuaikan diri pada suatu keadaan lingkungan tertentu, dimana hewan-hewan tersebut dapat bertahan sebaik-baiknya. Di samping hewan yang masih ditemukan zaman sekarang ini, pada zaman purba hidup sejumlah besar hewan yang sekarang telah punah seperti dinosaurus dan lain-lainnya.

#### SEJARAH ILMU VERTEBRATA

Bangsa Mesir kuno mempunyai pengetahuan yang luas mengenai hewan-hewan. Mereka memelihara sapi, domba, babi, kucing, angsa dan bebek yang telah dijinakkan. Beberapa kesan nenek moyang kita mengenai hewan-hewan yang hidup pada waktu itu dapat dilihat dalam lukisan-lukisan yang terdapat di dalam gua-gua.

Salah satu klasifikasi hewan pertama dibuat oleh ahli filsafat Yunani terdapat dalam kitab kedokteran Yunani pada abad V dan VI sebelum masehi. Meskipun klasifikasinya masih sangat sederhana yakni menggolongkan hewan tersebut apakah bisa dimakan atau tidak. Pada abad yang sama Ahli filsafat Yunani seperti Anaximander, Empedocles, dan lain-lainnya juga telah mampu menggolongkan hewan berdasarkan asal usul kehidupan hewan di dunia.

Aristoteles (384-322 SM) adalah salah satu ahli filsafat Yunani yang dalam satu terbitan bukunya *Historia animalium* telah memuat banyak informasi mengenai deskripsi hewan-hewan tertentu yang masih ada hingga sekarang. Aristoteles membuat observasi yang memungkinkannya membedakan ikan dari paus dan mengenali sekitar 115 species ikan. Dialah yang pertama menulis banyak tentang fakta-fakta dasar tentang ikan, seperti kelamin ikan hiu dapat ditentukan dari struktur sirip perut (pelvic fins) dan bahwa ikan sea basses berubah kelamin sewaktu bertumbuh lebih tua. Ia juga mempelajari dengan cermat perkembangan ayam dan dan Tawon (Pough dkk, 1989).

Dokter Galen (131-201 SM), ahli fisiologi eksperimental Yunani yang pertama kali melakukan percobaan dan pembedahan dan sebagai penemu fungsi otak dan saraf pada babi dan kera. Deskripsi Galen, pendiri fisiologi ekperimental ini menjadi pedoman selama 1300 tahun lamanya. Meski akhirnya Galen terpaksa mengundurkan diri dan melepaskan jabatan Guru Besarnya karena mendapat kecaman dari Andreas Vesalius (1514-1564), guru besar di salah satu perguruan tinggi di Italia terhadap uraian hasil penelitiannya yang diragukan mengenai anatomi manusia. Dalam abad-abad selanjutnya, Pliny (23-79 SM) menyusun ensiklopedia (Natural History) yang terdiri dari 37 jilid) mengenai jenis hewan dan

habitatnya. Selanjutnya Roger Bacon (1214-1294) dan Albetrus Magnus, (1206-1280) memulai pembaruan ilmu pengetahuan sedikit demi sedikit dan berminat pada semua cabang ilmu pengetahuan alam dan filsaf, termasuk Leonardo de Vinci (1452-1519) seorang ahli anatomi dan fisiologi dan juga seorang pelukis dan insinyur yang banyak melakukan penelitian-penelitian zoologi (Villeville dkk, 1984).

Sumbangan dan pemikiran John Ray (1627-1705) dan Carolus Linnaeus (1707-1778) dan mempunyai pengaruh yang sangat besar kepada para ahli sesudahnya. Mereka yang pertama kalinya menciptakan penamaan kelompok organisme beserta rangking dan urutannya dengan sistem penamaan/nomenklatur "*binomial*" atau system nama dengan memakai dua kata (genus dan species). Sistem penamaan untuk binatang dan cara ini menjadi dasar bagi zoologi sistematis. Disamping itu Linnaeus (1758) memberikan pula ketegasan tentang diagnosa species dan mempergunakan suatu hirarki kategori yang lebih tinggi yaitu Genus, Ordo dan Kelas secara konsisten di dalam edisi ke-10 bukunya *Systema naturae* (Hubbs and Lagler 1958; Burhanuddin, 2010).

Charles Bell (1774-1842), Francois Magendie (1783-1855) dan Claude Bernard (1813-1878) merangsang minat banyak peneliti generasi selanjutnya karena sumbangan hasil penelitiannya masing-masing mengenai fungsi otak,

saraf tulang belakang dan peranan hati, jantung, dan plasenta. Dalam bidang anatomi perbandingan dengan mempelajari struktur yang sama pada berbagai jenis hewan dirintis oleh ahli anatomi berkebangsaan Skotlandia, John Hunter (1728-1793) dan ahli anatomi berkebangsaan Prancis, Georges Cuvier (1769-1832). Cuvier adalah orang mempelajari baik struktur fosil maupun hewan yang masih hidup dan dinobatkan sebagai bapak "Paleontologi".

Seiring dengan laju abad ke 20, ilmu biologi menyangkut hewan dan segala aspek yang berbeda-beda dari kehidupannya menjadi beragam. Terwujudnya cabang ilmu pengetahuan seperti ekologi, fisiologi, sitologi, embriologi genetika, evolusi, tingkah laku, biokimia serta ilmu lainnya berkembang bersamam-sama dengan bidang yang lebih tradisional seperti anatomi dan sistematika menjadikannya semakin cepat berkembang.

Sejalan dengan kemajuan-kemajuan dalam bidang kimia dan fisika kini memungkinkan dilakukannya penelitian-penelitian secara kuantitatif tentang struktur molekular dan kejadian yang mendasari suatu proses biologi.

Ilmu yang mempelajari tentang hewan beserta aspek kehidupannya yang kini disebut Zoologi yaitu salah satu bagian atau cabang ilmu biologi yang menyangkut hewan dan aspek yang berbeda-beda dari kehidupan hewan. Ilmu zoologi yang mutakhir tidak hanya mencakup pengenalan

dan klasifikasi berbagai jenis hewan, tetapi meliputi bidang yang lebih luas. Termasuk di dalamnya studi mengenai struktur, fungsi dan perkembangan embrio dari tiap bagian tubuh hewan, nutrisi kesehatan dan tingkah laku hewan, genetika, evolusi, serta hubungan hewan dengan lingkungan fisik, tumbuhan dan hewan lain di suatu daerah (Villey dkk, 1984). Jadi zoologi mencakup baik sejumlah besar fakta dan teori mengenai hewan maupun sarana untuk belajar lebih banyak lagi. Dalam ilmu ini dikenal istilah anatomi perbandingan yang mempelajari perubahan-perubahan yang terjadi pada tubuh hewan-hewan khususnya hewan vertebrata sejalan dengan berlalunya waktu geologis, serta perubahan-perubahan tersebut.

Dalam banyak hal, zoologi merupakan dasar dari ilmu kedokteran manusia, kedokteran hewan, pertanian, ilmu pengetahuan sosial tertentu. Dalam mempelajari zoologi khususnya berhubungan dengan vertebrata laut terdapat nilai estetis karena pengetahuan mengenai struktur dan fungsi dari sebagian besar jenis hewan tersebut akan menambah ketertarikan untuk mempelajarinya lebih lanjut. Banyak dari hewan tersebut memiliki warna dan bentuk dan sangat menarik untuk diamati. Tetapi kesemuanya akan lebih berarti bagi mereka yang dibekali pengetahuan dasar zoologi yang memungkinkan untuk mengenal hewan itu dan mengerti

cara penyesuaiannya untuk dapat bertahan dalam lingkungannya sendiri.

#### DISTRIBUSI HEWAN VERTEBRATA

Suatu proses atau peristiwa penyebaran organisme pada suatu *Tempat* dan *Waktu* tertentu disebut dengan distribusi (Burhanuddin, 2010). Berdasarkan unsur *Tempat* dan *Waktu* tersebut sehingga distribusi organisme/binatang dapat digolongkan menjadi tiga tipe yaitu: Distribusi Geografis (Geographical range); Distribusi Ekologis (Ecological range); dan Distribusi Geologis (Geological range).

Ilmuwan kenamaan Inggris yang bernama Alfred Russel Wallace, pada tahun 1867 melakukan penyelidikan tentang persebaran hewan di muka bumi. Wallace mengemukakan bahwa permukaan bumi dapat dibagi menjadi enam kawasan persebaran hewan yang masing-masing ditandai dengan spesies-spesies yang unik.

Enam kawasan tersebut adalah kawasan Neartik, Paleartik, Ethiopia, Oriental, Neotropik, dan Australia. Masing-masing daerah mempunyai ciri khas. Kekhasan ini disebabkan oleh faktor geografis, cuaca, iklim, dan lain sebagainya. Fauna yang ditemukan di daerah Paleartik dan Neartik adalah serupa, sehingga para pakar sering menyebutnya sebagai daerah Holartik. Masing-masing daerah biogeografi tersebut mencakup sebagian besar

daratan benua. Antara daerah yang satu dengan daerah yang lainnya dipisahkan oleh suatu sawar atau rintangan.

Storer dan Usinger (1957) secara umum membagi daerah distribusi species binatang atau hewan secara geografis ke dalam enam daerah yaitu:

1. **Australian** : meliputi Australia, New Zealand, New Guinea dan beberapa pulau di Lautan Pasifik.
2. **Oriental** : meliputi Asia Selatan dari Himalaya, India Ceylon, Malaysia, Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi dan Filipina.
3. **Neotropical** : meliputi daerah Amerika Selatan dan Tengah, Dataran Meksiko dan India barat.
4. **Ethiopian** : meliputi Afrika termasuk Gurun Pasir Sahara, Madagaskar dan pulau-pulau sekitarnya.
5. **Nearctic** : meliputi daerah Amerika Utara, Dataran tinggi Meksiko sampai ke Greenland.
6. **Palaearctic** : meliputi daerah Eurasia, menuju ke selatan sampai ke Himalaya, Afganistan, Persia, dan Afrika bagian utara, Gurun Sahara.

Distribusi ekologi adalah penyebaran species binatang yang berhubungan dengan habitat atau lingkungan dimana mereka berada. Secara ekologis distribusi binatang tersebut dapat digolongkan antara lain habitat air laut, air tawar, hutan, padang rumput, dan padang pasir. Sedangkan distribusi geologis adalah distribusi suatu spesies organisme yang berhubungan dengan waktu atau zaman dan periode umur dimana species organisme tersebut terdapat (Burhanuddin, 2008).

Begitu besarnya jumlah jenis biota laut dan beraneka-ragamnya bentuk dan sifat hidup mereka, menyebabkan tidak seorangpun biologiwan atau sekelompok biologiwan pun yang mampu mempelajari semua jenis biota tersebut.

Buku ini berisi pengetahuan khusus pembagian hewan Vertebrata laut yang diharapkan dapat membantu memberi informasi banyak tentang kehidupan hewan bertulang belakang yang hidup di seluruh permukaan bumi, khususnya kehidupan hewan bertulang belakang yang hidup di laut.

# BAGIAN DUA

# KONSEP EVOLUSI VERTEBRATA

---

Beranekaragam jenis hewan penghuni planet bumi ini, baik di darat maupun di dalam air menunjukkan variasi yang sangat besar dalam bentuk, ukuran, cara mendapatkan makanan, cara menghindari mangsa dan bereproduksi. Suatu organisme mempunyai masanya masing-masing dalam kemunculannya maupun kepunahannya. Hal tersebut terjadi karena adanya relung baru atau relung yang ditinggalkan. Oleh sebagian ilmuwan dijelaskan bahwa bagaimana kehidupan itu dimulai dan bagaimana semua organisme menjadi seperti itu yaitu karena organisme tersebut berevolusi. Kajian perkembangan ilmu tentang evolusi sekarang ini semakin berkembang dan sudah mencapai pada tingkat molekul.

Dari perbandingan rincian struktur dan bentuk organisme yang masih hidup dengan fosil, dari urutan penampilan dan punahnya spesies di masa lalu, dari persamaan serta perbedaan fisiologis dan biokimia antara species, dan dari analisa hereditas dan variasi pada sejumlah besar hewan maupun tumbuhan, timbullah suatu konsep pemersatu biologi yang luas, yaitu konsep evolusi.

Dalam perkembangan teori evolusi, pandangan ilmiah seringkali melawan sentimen moral dan kepercayaan agama. Darwin mungkin telah berhasil mengambil hati komunitas ilmiah, tetapi di kalangan yang lebih luas, perlawanan terhadap gagasan tentang adaptasi terus berlanjut hingga sekarang (Endler, 1992; Burnie, 1999; Graebner, 2008).

Sejak dikemukakan oleh Darwin, teori evolusi telah banyak membuka lembaran baru dalam cara pemikiran biologi, sehingga tahun 1859 dianggap sebagai permulaan jaman modern biologi. Perkembangan teori evolusi makhluk hidup tidak lepas dari perkembangan bidang ilmu lain yang terkait dengan genetika, biokimia, molekuler dan lain-lain. Makna evolusi makhluk hidup, baik dari sudut pandang ilmu pengetahuan dan pandangan agama telah mengalami perkembangan. *Sains* sebagai hasil penelitian dapat dikaji ulang, dikaji kesimpulannya, dan dengan mengikuti apa yang diperintahkan oleh Allah SWT yakni untuk menemukan ayat-ayat-Nya dalam alam semesta diperbandingkan dengan kenyataan yang ada. Demikian juga pemahaman kita terhadap ayat dalam agama juga mengalami perkembangan penafsiran, walaupun dari ayat suci yang kebenarannya sudah sangat jelas kita imani sebagai kebenaran mutlak (Waluyo, 2010).

## TEORI EVOLUSI

Orang awam ketika mendengar perkataan "evolusi" biasanya pemikirannya pada Darwin dengan teorinya yakni manusia berasal dari kera. Padahal evolusi, teori evolusi dan teori Darwin adalah tiga hal yang berbeda meskipun berkaitan. Evolusi dapat dipandang sebagai suatu teori dan fakta sebagai suatu perubahan. Teori evolusi adalah teori yang berusaha menjelaskan mekanisme perubahan itu, sedangkan teori Darwin hanyalah salah satu dari berbagai teori evolusi yang pernah diajukan dan sekarang telah mengalami banyak penyempurnaan.

Orang-orang pun menyangka bahwa istilah evolusi berasal dari Charles Robert Darwin. Padahal jauh sebelum Darwin lahir pada abad ke-19, yaitu sebelum abad keenam Masehi para ahli sudah berbicara tentang evolusi. Bahkan, Ilmuwan Islam pada tahun 941 Masehi Ibn Maskawai (Abu Ali bin Ahmad bin Muhammad bin Yakub bin Maskawai) telah menegaskan tentang evolusi. Mula-mula evolusi tidak dipakai dalam bidang biologi, tetapi dipakai terutama dalam ilmu sosial budaya.

Teori Darwin adalah teori seleksi alam Darwin yang juga dikenal dengan teori Darwin abad ke 19. Ada dua isi penting dari teori tersebut yaitu. *Pertama*, menyatakan semua makhluk hidup yang ada di bumi ini adalah hasil keturunan dari moyang yang sama yang mengalami modifikasi. Dengan demikian, teori ini menyatakan spesies

bukan merupakan sesuatu yang kekal atau tidak mengalami perubahan, melainkan berevolusi melalui proses perubahan bertahap dari berbagai spesies yang ada. Teori ini juga menyatakan bahwa semua spesies memiliki hubungan darah. *Kedua*, teori tersebut menyajikan sejumlah besar fakta yang dianggap Darwin hanya dapat dijelaskan dengan teori evolusi, tidak cukup dengan teori penciptaan khusus. Teori evolusi organik Darwin abad 19 semakin menggemparkan dunia intelektual modern, terlebih setelah tahun 1871, dia menerbitkan buku *The Descent of Man*, yang menguraikan implikasi teori evolusi organik bagi asal usul manusia, jadi manusia dan kera mempunyai nenek moyang yang sama (Hanes, 1997; Waluyo, 2010).

Seperti semua fenomena alam, evolusi merupakan subyek bagi hukum-hukum alam yang dapat diuji melalui berbagai percobaan. Namun begitu banyak elemen acak proses ini tidak dapat diperkirakan. Pengertian evolusi mengikuti kemajuan peradaban manusia. Ketika manusia belum memiliki pengetahuan yang mendalam mengenai makhluk hidup, maka akan memiliki pengertian evolusi yang lain dari pada sekarang ini. Evolusi makhluk hidup adalah suatu fenomena masa lampau, masa kini dan masa yang akan datang. Perubahan-perubahan di alam terjadi sepanjang masa, termasuk makhluk hidup. Bila yang mengalami perubahan itu makhluk hidup kita menyebutnya sebagai *evolusi organik* atau *evolusi biologi*

(*biological evolusi*). Menurut teori ini, secara umum dikatakan semua makhluk hidup sekarang ini adalah keturunan dari berbagai jenis kehidupan yang hidup pada masa silam, yang dalam banyak hal memiliki sifat yang lebih sederhana. Teori evolusi organik adalah salah satu generalisasi ilmiah yang penting. Teori evolusi biologi yang sekarang ada sebenarnya sudah tidak identik lagi dengan teori Darwin maupun teori Neo-Darwin. Hal ini karena teori evolusi biologi tidak hanya berkembang berdasarkan pada genetika semata, tetapi didukung oleh ilmu-ilmu lain seperti ekologi, sistematika, embriologi, molekuler, anatomi perbandingan, distribusi geografi, seleksi alam, dan lain sebagainya (Waluyo, 2010).

Pandangan Aristoteles (384-322 SM) menyebut istilah evolusi tentang susunan atau system klasifikasi organisme berdasarkan derajat kesempurnaan ciri-ciri yang dimiliki hewan-hewan dari yang tingkatan rendah sampai pada tingkat tinggi. Istilah evolusi merupakan kata yang umum dipakai orang dalam menunjuk adanya suatu perubahan, perkembangan, atau pertumbuhan yang kejadiannya berlangsung secara berangsur-angsur. Perubahan tersebut dapat terjadi karena pengaruh alam ataupun rekayasa manusia (Graebner, 2008).

Teori evolusi menelaah tentang proses kehidupan baik secara fisik maupun secara kimiawi yang terjadi secara perlahan lahan sejak masa silam sebelum organisme itu

muncul hingga kejadian tersebut berlangsung sampai sekarang. Teori evolusi adalah rangkaian pengertian dan pengetahuan yang cukup sulit dan berbelit-belit. Hal ini karena hasil-hasil penelitian, hasil pemikiran dari bermacam-macam ilmu harus dipilah, dibandingkan, dan dipersatukan untuk mengambil suatu kesimpulan. Ilmu-ilmu yang harus diikutkan antara lain paleontology, geologi, astronomi, kimia, fisika, biologi, anatomi, ekologi, genetika, dan psikologi. Hanya dengan berdasarkan perpaduan yang erat antara semua ilmu tersebut kita dapat mencapai pengertian yang mendasar dan mendalam tentang teori evolusi, terutama evolusi organik (Burnie, 1999; Waluyo, 2010).

Evolusi berarti sebuah ilmu atau kajian biologi yang menelaah perubahan-perubahan atau proses-proses yang terjadi berangsur-angsur di masa silam menuju ke keadaan berikutnya secara bertahap dan teratur serta latar belakang pemikiran dan analisisnya. Perubahan tersebut terjadi pada sifat-sifat terwariskan suatu populasi dari satu generasi ke generasi berikutnya. Perubahan-perubahan ini disebabkan oleh kombinasi tiga proses utama yaitu: variasi, reproduksi, dan seleksi. Sifat-sifat yang menjadi dasar evolusi ini dibawa oleh gen yang diwariskan kepada keturunan suatu makhluk hidup dan menjadi bervariasi dalam suatu populasi. Pada spesies yang bereproduksi secara seksual, kombinasi gen yang baru juga dihasilkan oleh rekombinasi

genetika, yang dapat meningkatkan variasi antara organisme, bahkan kajian perkembangan ilmu tentang evolusi sekarang ini semakin maju hingga tingkat molekul.

Teori evolusi ini merupakan buah filsafat materialistis yang muncul bersamaan dengan kebangkitan filsafat-filafat materialistis kuno dan kemudian menyebar luas di abad ke 19. Paham materialisme ini berusaha menjelaskan penciptaan alam semesta beserta isinya melalui faktor-faktor materi, mengajarkan bahwa tidak ada sesuatupun selain materi dan materi adalah esensi dari segala sesuatunya, baik yang hidup maupun tak hidup. Karena menolak penciptaan, pandangan ini menyatakan bahwa segala sesuatu, hidup ataupun tidak hidup, muncul tidak melalui penciptaan tetapi dari sebuah peristiwa kebetulan (evolusif) yang kemudian mencapai kondisi yang teratur. Oleh karena itu paham materialistis ini sangat bertentangan dan mengingkari keberadaan Sang Maha Pencipta, yaitu Allah SWT. Filsafat materialisme yang bertentangan dengan karakteristik paling mendasar akal manusia ini yakni keberadaan sebuah kehendak yang mengatur dimanapun ia menemukan keteraturan. Filsafat materialisme ini memunculkan "teori evolusi" yang kemudian menyebar luas di abad ke-19 (Yahya 2001).

## PERKEMBANGAN PEMIKIRAN EVOLUSI

Dalam sejarah ilmu pengetahuan, hanya sedikit gagasan yang menimbulkan perdebatan seru seperti halnya evolusi. Namun bagi kebanyakan ilmuwan saat ini, kehidupan dan evolusi tidak dapat dipisahkan. Gagasan bahwa makhluk hidup beradaptasi dan berubah secara perlahan dari generasi ke generasi yang lainnya, telah dianggap sah sehingga gagasan tersebut tidak lagi dianggap sebagai teori belaka, melainkan sebagai suatu paradigma yang membentuk semua aspek ilmu hayati (Burnie, 1999).

Menurut teori evolusi, kehidupan berawal dan berevolusi di laut. Kemudian amfibi memindahkannya ke darat. Namun, Robert L. Carrol, seorang ahli paleontologi evolusionis dengan spesialisasi di bidang paleontologi vertebrata, mengakui bahwa "reptil-reptil awal sangat berbeda dengan amfibi, dan nenek moyang mereka belum dapat ditemukan." (Yahya, 2001).

Ahli biologi banyak tidak sependapat sepenuhnya mengenai segala aspek mekanisme evolusi, namun dugaan bahwa telah terjadi evolusi organik, dan evolusi organik itu merupakan penjelasan mengenai keragaman yang besar dari organisme, didukung oleh sejumlah besar bukti dari semua bidang biologi. Prinsip evolusi organik menerapkan konsep pada organisme hidup. Semua hewan dan tumbuhan yang hidup sekarang berasal dari organisme

yang lebih sederhana dengan cara modifikasi-modifikasi yang menumpuk dalam generasi berikutnya. Konsep evolusi organik ditunjang oleh sejumlah besar bukti yang dikumpulkan oleh Charles Robert Darwin dan diterbitkan dalam tahun 1859 dalam buku klasiknya

*"On the origin of species by means of Natural Selection"*.

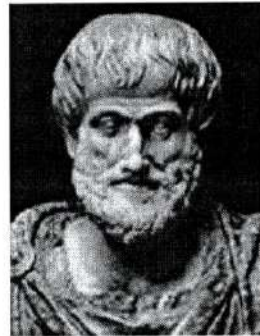
Bukti-bukti Darwin sebagian besar berdasarkan Taxonomi, morfologi, paleontologi, penyebaran geografik dari berbagai varietas yang dikembangkan oleh para pemulia tanaman dan hewan.

Dalam buku Harun Yahya (2005) dijelaskan bahwa Duane T. Gish, salah seorang pengkritik terkemuka teori evolusi pada tataran ilmu tentang fosil, berkomentar sebagai berikut: Pemikiran bahwa reptilia darat dapat secara bertahap diubah menjadi reptilia terbang tidaklah masuk akal. Sebagai contoh, evolusionis beranggapan bahwa, meskipun terlihat aneh, mutasi terjadi dan hanya berpengaruh pada empat jari sedikit demi sedikit. Pada suatu tahapan, reptilia terbang yang sedang berkembang akan memiliki 25 persen sayap. Namun demikian, makhluk aneh ini tidak akan mampu bertahan hidup. Apa manfaat dari sayap yang baru 25 persen? Yang jelas makhluk ini tidak bisa terbang, dan tidak akan lagi bisa berlari (Anonim, 2003; info@harunyahya.com).

Meskipun Darwin membuat konsep evolusi yang dapat diterima, tetapi pemikiran mengenai evolusi telah

sangat tua dan bertahun-tahun lebih tua dari Darwin. Dalam perkembangan paham teori evolusi tentu juga telah mengalami banyak perkembangan seiring dengan tingkat masa perkembangan pemikiran manusia. Terdapat beberapa masa perkembangan tersebut dalam Barlow, (1995) yakni: 1) Masa fixisme, 2) Masa adaptasi dan transformasi, 3) Masa teori evolusi Darwin, 4) Masa teori genetika dan evolusi modern, 5) Masa Neo-Darwin, dan 6) Masa evolusi modern.

#### 1) Masa Fixisme (Fix = tetap)



Tokoh tokoh terkenal penganut paham ini adalah Aristoteles, Plato, Leeuwenhoek, Cuvier, Linnaeus, Hooke dan Buffon. Pada tahun 423-348 SM, Plato mem-bayangkan seorang pencipta yang menciptakan dunia dari kehancuran, dan kemudian menciptakan dewa-dewa yang lalu membuat manusia laki-laki. Wanita dan hewan timbul dari reinkarnasi jiwa laki-laki. Aristoteles (384-322 SM) adalah seorang pengamat alam yang teliti dan melihat banyak bukti mengenai desain dan tujuan. Organisme yang ada dianggap tidak sempurna tetapi bergerak ke arah keadaan yang lebih baik. Hal ini kadang-kadang diartikan sebagai

suatu pemikiran evolusi, tetapi Aristoteles sangat samar-samar mengenai sifat gerakan tersebut.

Para ahli hingga abad ke-18 atau sebelumnya beranggapan bahwa suatu jenis organisme adalah identik/ sama sebagai makhluk ciptaan Tuhan (*fix = tetap*). Pada masa tersebut tidak pernah dipertentangkan antara satu organisme dengan organisme lain. Semua kegiatan biologis dianggap sesuai dengan ajaran yang telah diturunkan dalam kitab-kitab suci melalui para Nabi. Apabila terdapat kelainan atau cacat tubuh dianggap sebagai kutukan tuhan. Kemiripan atau kesamaan adalah suatu yang kebetulan. Pada waktu itu Linnaeus mengemukakan pengelompokan organisme hidup berdasarkan kesamaan alat reproduksi. Linnaeus mengelompokkan manusia bersama dengan kera/primata tak berekor, monyet= primata berekor. Namun pada masa tersebut tidak memunculkan kontroversi (Waluyo, 2010, Carton, 2008).

## 2) Masa Adaptasi dan Transformasi



Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) adalah orang pertama yang menyusun sebuah teori evolusi yang menjelaskan bagaimana dan mengapa perubahan terjadi. Iya yakin bahwa makhluk hidup memiliki suatu kecenderungan

alamiah untuk berkembang maju, serta memiliki kemampuan meneruskan ciri-ciri berguna yang berkembang selama perjalanan hidup mereka.

Lamarch berasal dari keluarga bangsawan yang ditunjuk sebagai ahli botani oleh Louis XVI dan menjadi seorang professor zoology di Prancis yang dikenal dengan teorinya yaitu Lamarckisme. Masa ini adalah masa dimana manusia menyadari bahwa tidak ada satu makhluk hidup pun yang identik, sehingga timbul masalah mengenai dari mana perbedaan itu muncul (Cartono, 2008). Menurut Lamarck, pengaruh lingkungan dapat merubah bagian tubuh makhluk hidup baik ciri, sifat, dan karakternya. Jika bagian tubuh dari makhluk hidup selalu atau sering digunakan, maka bagian tersebut makin lama dapat berubah sehingga sesuai untuk digunakan pada lingkungan tersebut. Sebaliknya bagian tubuh yang tidak pernah atau jarang digunakan lagi makin lama akan menghilang (rudimenter). Bagian tubuh yang telah mengalami perubahan dan sudah sesuai dengan lingkungannya dikatakan bagian yang telah beradaptasi pada lingkungan. Lamarck mengambil contoh mengenai panjang leher jerapah. Menurutnya nenek moyang jerapah dahulu berleher pendek. Pada suatu ketika terjadilah bencana kekeringan sedemikian rupa sehingga jerapah hanya dapat memperoleh makanan dengan mengambil daun-daun yang ada di pepohonan. Karena sering

mengambil daun-daun dipohon untuk dimakan, akibatnya leher jerapah tertarik, makin lama makin panjang. Akhirnya sifat perolehan yang baru yaitu leher panjang diwariskan pada generasi-generasi berikutnya sehingga jerapah sekarang berleher panjang.

Seorang banga Prancis, Pierre-Louis de Maupertius dalam tahun 1745 mengemukakan bahwa beberapa bangsa mungkin mulai timbul karena menyimpang secara kebetulan dari desain alami. Pemikiran mengenai evolusi yang cermat kemudian dikemukakan oleh Denis Diderot (1746), George Louis LeClerc, comte de Buffon (1779), Erasmus Darwin (1779) yaitu kakek Charles Darwin, dan lain-lain.

Pemikiran evolusi Pra-Darwin yang paling mendalam dikemukakan oleh Jean Baptise de Lamarck (1744-1829) yang menjelaskan evolusi berdasarkan suatu gagasan bahwa perubahan pada suatu individu disebabkan oleh lingkungan dan bersifat diturunkan; disebut teori Lamarckisme. Lamarck dalam bukunya *Philosophie Zoologique* (1809) beranggapan bahwa semua organisme yang hidup memiliki kekuatan vital yang dapat mengontrol perkembangan dan fungsi-fungsi bagiannya yang memungkinkan mengatasi hambatan-hambatan dalam lingkungan. Misalnya, manusia yang sering berolahraga memiliki tubuh yang besar, sehingga bila orang yang memiliki tubuh besar tersebut menikah, maka

# **BAGIAN TIGA**

## **KLASIFIKASI VERTEBRATA**

---

Beberapa kelompok hewan dapat dikenal dengan satu atau lebih ciri-ciri yang dimilikinya. Misalnya, hewan yang memiliki kelenjar susu adalah mamalia dan semua hewan yang berbulu digolongkan ke dalam bangsa aves atau burung. Demikian pula bahwa setiap hewan yang bertengkorak adalah vertebrata.

Sejumlah besar ragam hewan menghuni setiap tempat di alam dan habitat yang berbeda. Hewan tersebut menunjukkan variasi dalam ukuran, bentuk dan cara bereproduksi memungkinkan hewan tersebut digolongkan ke dalam genus, ordo, kelas, dan filum. Hal tersebut merupakan hal yang paling dasar dalam mempelajari zoologi.

Meskipun hewan vertebrata hanya mewakili persentase yang sangat kecil dari semua hewan yaitu hanya 5 persen dari hewan yang ada, jika dibandingkan dengan hewan invertebrata yang tidak memiliki tulang belakang internal seperti, serangga, moluska dan arthropoda (sekitar 95 persen). Namun dengan ukuran dan mobilitas seringkali memungkinkan mereka untuk mendominasi lingkungan mereka, dan ketika menyebut binatang maka kita akan

berpikir mengenai hewan dengan kerangka internal yang terbuat dari tulang yang disebut vertebrata.

#### PENGERTIAN VERTEBRATA

Istilah *vertebrate* berasal dari kata Latin yaitu *vertebratus* (Pliny), yang berarti gabungan dari tulang belakang. Hal ini erat kaitannya dengan kata *vertebra* yang mengacu pada salah satu tulang atau segmen tulang belakang. Karakteristik dan definisi vertebrata tersebut adalah tulang punggung, dimana notochord (komposisi batang kaku dan seragam) yang ditemukan di semua chordates telah digantikan oleh serangkaian tersegmentasi elemen yang kaku (*vertebrae*), dipisahkan oleh sendi (diskus intervertebralis, berasal embryonically dan evolusi dari notochord). Namun, beberapa vertebrata telah kehilangan anatomi sekunder ini. Kolom vertebral terdiri dari banyak tulang individu saling berhubungan dengan cakram intervertebralis. Diskus vertebra ini dan intervertebralis menyediakan fleksibilitas dan gerakan pada tulang belakang (Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna. 2003).

Hewan Vertebrata adalah hewan dengan tulang punggung internal atau tulang belakang. Ada lebih dari 85.000 spesies hewan vertebrata yang hidup di alam ini seperti amfibi, burung, ikan, mamalia, dan reptil. Hewan darat yang paling besar ditemukan adalah vertebrata.

Bahkan hewan laut besar pun, seperti ikan paus adalah hewan vertebrata.

Vertebrata adalah hewan multiseluler yang kalau diusut dari fase embrionya, ia mempunyai tiga lapisan jaringan, yaitu di sebelah luar disebut ektoderm, ditengah mesoderm, dan di dalam yang membatasi rongga usus dinamakan entoderm (Pough, dkk, 1989).

### **KLASIFIKASI**

Ahli biologi menempatkan makhluk hidup ke dalam berbagai kelompok. Pengelompokan ini, yang dikenal sebagai "*taksonomi*", atau "*sistematika*", diperkenalkan oleh pemikir dan ahli botani berkebangsaan Swedia pada tahun 1758, Carl von Linné, yang lebih dikenal sebagai Carolus Linnaeus. Tata cara pengelompokan yang dibangun oleh Linnaeus dalam buku yang diterbitkannya yaitu *Systema Naturae* menandai awal klasifikasi modern bagi hewan dan terus berkembang hingga saat ini (Burhanuddin, 2010).

Sistem penamaan dan pengelompokan untuk binatang dan menjadi dasar bagi zoologi sistematika dengan mempergunakan suatu hirarki kategori bertingkat. Pertama, kelompok makhluk hidup dibagi menjadi kingdom, seperti kingdom tumbuhan dan hewan. Kemudian kingdom dibagi lagi menjadi filum. Filum lebih jauh dibagi lagi menjadi kelompok-kelompok kecil. Dari atas ke bawah, pengelompokannya adalah sebagai berikut:

**Kingdom**

**Filum (jamak Fila)**

**Kelas**

**Ordo**

**Famili**

**Genus**

**Spesies**

Saat ini, sebagian besar ahli biologi menerima bahwa ada lima (atau enam) kingdom yang berbeda. Selain tumbuhan dan hewan, mereka menganggap kapang, protista (makhluk bersel satu dengan inti sel, seperti amoeba dan beberapa ganggang primitif), dan monera (makhluk bersel satu tanpa inti sel, seperti bakteri), sebagai kingdom yang terpisah. Kadang bakteri dibagi lagi menjadi eubakteri dan archaeobakteri, sehingga menjadi enam kingdom, atau, dalam perhitungan yang lain, tiga "superkingdom" (eubakteri, archaeobakteri dan eukariot). Yang paling utama dari semua kingdom ini tak diragukan lagi adalah kingdom hewan. Dan pengelompokan terbesar dari kingdom hewan, seperti yang kita lihat sebelumnya, adalah dalam berbagai filum. Ketika menentukan filum yang mana, kita harus selalu mengingat kenyataan bahwa setiap filum memiliki struktur fisik yang benar-benar berbeda. *Arthropoda* (serangga, laba-laba, dan makhluk lain dengan kaki berbuku-buku) sebagai contoh, adalah satu

filum tersendiri, dan semua binatang dalam filum ini mempunyai kesamaan struktur fisik yang mendasar. Filum yang disebut *Chordata* meliputi makhluk dengan *notokorda*, atau, lebih dikenal, tulang belakang. Semua hewan dengan tulang belakang seperti ikan, burung, reptilia, dan mamalia yang kita kenal dalam kehidupan sehari-hari termasuk dalam sub-filum dari *Chordata* yang dikenal sebagai vertebrata (Burnie, 2002; Mader, 2001).

Seperti yang telah disebutkan di atas, salah satu filum yang muncul tiba-tiba pada jaman Kambrium adalah *Chordata*, makhluk yang memiliki sistem saraf pusat yang terlindung dalam suatu tengkorak dan *notochord* yang kemudian dimasukkan ke dalam Phylum Chordata. Nama dari Phylum ini diambil dari struktur penyokong tubuh tersebut. Hewan ini merupakan hewan bercoelom (berongga nyata) ditandai dengan adanya khorda atau notokhord sebagai rangka poros, terletak di antara pencernaan dan sistem saraf pusat. Penyokong tubuh yang lentur dan bervakuola tersebut membentang sebagai batang dari anterior sampai ke ekor (cauda). Phylum chordata ini menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dan mengherankan dalam hal bentuk tubuh, faal maupun kebiasannya. Phylum ini tampak mencakup hewan yang seolah-olah tidak ada hubungannya antara kelompok yang satu dengan yang lainnya, misalnya Gajah yang berukuran besar dengan *Saccoglossus* yang berbentuk seperti cacing.

Pada chordata tingkat rendah, misalnya *Tunicata* atau *cephalochordata* batang penyokong tubuh itu berkembang secara langsung dari jaringan endodermis (Colby, 1997). Pada hewan tingkat tinggi, dalam pertumbuhannya hingga dewasa (ontogeni) batang khorda digantikan tulang rawan atau tulang yang terdiri dari ruas-ruas tulang belakang atau vertebrata.

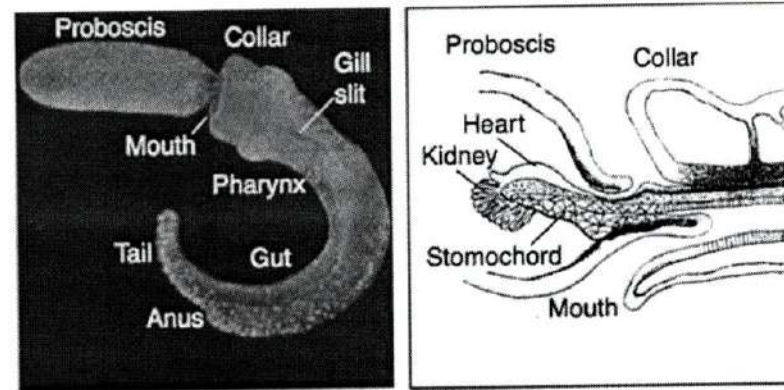
Sumsu tulang belakang yang merupakan sistem saraf tubular atau biasa dikenal dengan medula spinalis dimiliki oleh semua phylum chordata. Letak jantungnya ventral, dan farings berfungsi sebagai celah insang embrio. Chordata umumnya mempunyai organ ekskresi yang segmental. Di bawah chorda dorsalis atau notochord akan dijumpai suatu pembuluh yang berisi materi lunak yang merupakan pusat sistem saraf (nerve cord). Pada bagian anterior terjadi diferensiasi menjadi bentuk bulatan yang disebut otak. Dari batang saraf tersebut akan keluar tali-tali saraf yang memberikan pensarafan pada bagian-bagian tubuh. Bentuk yang bersifat universal pada semua chordata adalah Visceral (jerohan). Salah satu celah visceral yaitu adalah celah insang yang mempunyai hubungan erat dengan pernapasan. Pada vertebrata tingkat rendah alat pernapasan digunakan dalam mekanisme pengambilan makanan, sedang pada vertebrata tingkat tinggi dewasa alat pernapasan pada bagian tertentu mengalami perubahan menjadi kelenjar endokrin atau fungsi lain.

Phylum Chordata berdasarkan keadaan chorda dorsalis terbagi menjadi empat Sub Phylum, yaitu: 1) Sub Phylum Hemichordata, 2) Sub Phylum Urochordata, 3) Sub Phylum Cephalochordata, dan 4) Sub Phylum Vertebrata. Beberapa ahli zoologi memasukkan Sub Phylum Hemichordata, Sub Phylum Urochordata, Sub Phylum Cephalochordata ke dalam satu kelompok yaitu *Acrania* (tidak memiliki tempurung kepala), sedangkan Sub Phylum Vertebrata dikelompokkan kedalam kelompok *Craniata* (bertempurung) (Pough dkk, 1889). Tentang masa atau periode dan model asal usul Chordata masih menjadi perdebatan hingga saat ini.

#### **Sub Phylum Hemichordata (Adelochordata):**

Hemichordata terdiri dari dua kelas yaitu: *Enteropneusta*, dan *Pterobranchia* yang mempunyai bentuk menyerupai cacing (annelida). Hemichordata berasal dari bahasa Latin (hemi= setengah; chorda= batang). Hemichordata sering pula disebut *Adelochordata* yang artinya hewan chordata yang bepenyokong tubuh tidak tampak. Sebagian besar dari hewan ini berbentuk cacing, berbadan lunak yang terdapat di dasar laut, baik yang berpasir maupun yang berlumpur. Digolongkan pada chordata, berdasarkan posisi celah-celah farings, kantong solom yang sentrik, divertikulum yang menyerupai batang chorda dari usus depan di dalam lobes pre-oral, dan

hubungan antara pembuluh-pembulu darah dan saraf. Contoh genera dari Phylum ini, adalah: Balanoglossus; Saccoglossus; Ptychodera; Rhabdopleura; dan Cephalodiscus.



Gambar 1. *Saccoglossus kowalevskii*

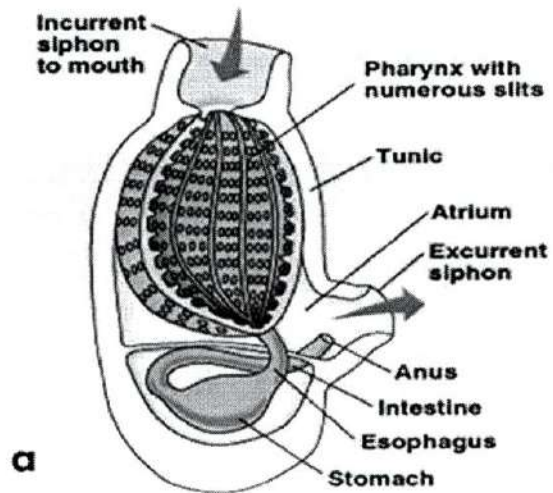
#### Sub Phylum Urochordata (Tunicata):

Dinamakan Urochordata, karena notochord yang hilang pada hewan dewasa sesil (sesilis= duduk), pada larvanya selalu terdapat di daerah ekor. Urochordata berasal dari kata Latin (Uri = ekor; chorda= batang), artinya berpenyokong tubuh di bagian ekor. Sub phylum ini disebut juga Tunicata, karena adanya selaput tunicin (substansi kimia sebangsa selulosa) yang digetahkan oleh kulitnya. Solom kadang-kadang ada, tetapi terbatas di daerah jantung sebelah ventral. Tubuhnya tidak segmental, saluran pencernaan membelok, sehingga anus menjadi

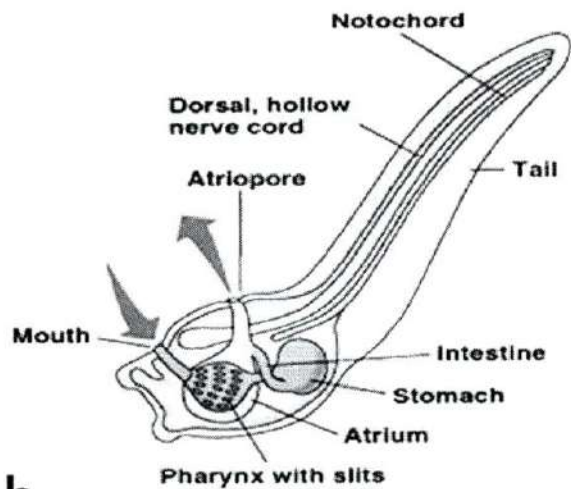
terletak berdampingan dengan mulut. Farings bolong-bolong ditembusi oleh celah-celah insang, dan jumlah celah tersebut berbeda pada setiap species. Sistem saraf dibangun oleh ganglion-ganglion saraf, terdapat dorsal dari farings; dan dari sana serabut-serabut saraf disebar ke bermacam organ. Pada sub Phylum ini terdapat 3 klas yaitu: 1) *Ascidacea* yang sessil, 2) *Thallicea*, dan 3) *Appendicularia*.

*Ascidacea* yang hidup secara sessil merupakan koloni secara praktis berada di laut dari equator hingga kutub, mulai yang dangkal, menempel pada karang hingga perairan laut dalam di dasar laut. Dinding tubuh terdiri dari lapisan yang tembus pandang dan tebal yang sebagian besar terdiri atas bahan tunicin. Contoh jenisnya: *Clavelina*, *Ciona*, *Ascidia*, *Styela*, *Molgula* dan *Botryllus*. *Thallicea* pada bentuk dewasa tidak mempunyai notochord dan ekor, celah insang bermacam-macam; tunic permanen dengan otot melingkar. Atrium membuka ke posterior. Dewasa hidup bebas dan pelgik. Contoh jenisnya: *Doiolum*, *Pyrosoma*, dan *Salpa*.

**Urochordata:** metamorphosed adult (a) and free-swimming larvae (b)



a

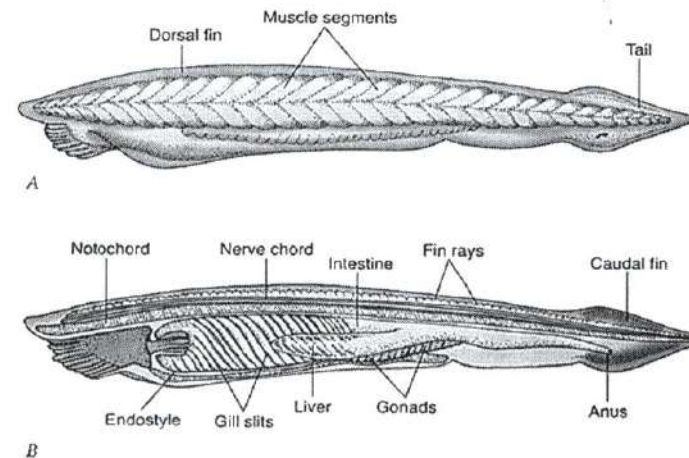


b

Gambar 2. Urochordata, metamorphosed adult (a) and free-swimming larvae (b). (<http://animaldiversity.ummz>)

### Sub Phylum Cephalochordata

Cephalochordata disebut juga Acrania karena tidak mempunyai tengkorak. Chorda terdapat selama hidupnya di sepanjang tubuh. Hewan ini sangat penting artinya dalam perkembangan anatomi perbandingan dan hubungan kekerabatan antara chordata. Bentuk tubuh seperti ikan, hidup di perairan dangkal. Sub Phylum ini terdiri atas sebuah klas *Cephalochorda* yang terdiri atas 2 family yaitu: Branchiostomidae dan Amphioxidae. Family Branchiostomidae terdiri dari dua genera yakni *Amphioxus* dan *Symetron*. Ikan Lancelet (*Branchiostoma lanceolatum*) adalah sebuah contoh dengan ciri-ciri tidak mempunyai kepala yang terpisah, mempunyai otak, mata, alat pendengar, atau belum berahang dengan sistem peredaran darah seperti ikan, reptil, burung, dan mamalia.



Gambar 3. Ikan Lancelet (*Branchiostoma lanceolatum*)

# **BAGIAN EMPAT**

# PISCES

---

Ikan (Pisces) termasuk golongan hewan bertulang belakang tertua dan pertama yang pernah muncul di bumi. Ikan tertua tersebut ditemukan dalam bentuk fosil dari ordovisium yang diperkirakan hidup 5.000 juta tahun yang lalu. Contohnya, ikan purba Ostracodermi yang dicirikan dengan tidak memiliki rahang. Satu-satunya ikan tak berahang (agnatha) yang sekarang masih hidup adalah lamprey dan ikan hag (hagfish). Hewan-hewan ini masih merupakan ikan primitive yang dicirikan dengan tubuh yang tidak dilengkapi rahang dan tidak memiliki sirip berpasangan. Notokord dipertahankan selama hidupnya dan tidak pernah diganti secara sempurna dengan kerangka yang terdiri atas tulang rawan dan pada tubuhnya tidak terdapat sisik.

Berbeda secara mendasar dengan moyang agnatha, kelompok ikan primitive lain yaitu Plakodermi mempunyai rahang dan sirip yang berpasangan yang membantu dalam memangsa hewan yang lebih kecil secara aktif dan membantu lokomosi dengan menstabilkan ikan tersebut di dalam air.

Ilmu tentang ikan dan segala aspek kehidupannya berawal dari tulisan-tulisan Aristoteles (384-322 SM) yang

membuat observasi yang memungkinkannya membedakan ikan dari ikan paus dan mengenali sekitar 115 spesies ikan. Pierre Belon (1517-1564) dan H. Salviani (1514-1572) menerbitkan buku ilmu pengetahuan tentang ikan dan mengklasifikasikan menurut karakteristik anatominya yang digambar dan diilustrasikan (Burhanuddin, 2014). Kajian mengenai fauna ikan di Indonesia pertama kali dilakukan oleh Pieter Bleeker (1819–1878), seorang dokter medis berkebangsaan Belanda yang bekerja untuk tentara Hindia Belanda antara tahun 1842 hingga 1860. Kontribusinya antara lain adalah menghasilkan lebih dari 400 tulisan mengenai ikan di Indonesia dan mendeskripsi lebih dari 1,100 ikan jenis baru serta menerbitkan *Atlas Ichthyologique des Indes Orientales Néerlandaises* (sebanyak 36 volume antara tahun 1862 hingga 1878). Lebih dari 12,000 spesimen ikan yang dikoleksi oleh Bleeker disimpan pada Museum Natural History di Leiden, Belanda (Lagler dkk, 1962; Burhanuddin, 2014).

#### **TEORI ASAL USUL IKAN**

Evolusionis beranggapan bahwa invertebrata laut yang ditemukan pada lapisan Kambrium berevolusi menjadi ikan dalam waktu puluhan juta tahun. Akan tetapi, tidak ditemukan satu pun mata rantai peralihan yang menunjukkan evolusi pernah terjadi di antara jenis invertebrata dan ikan ini. Invertebrata, atau hewan tak

bertulang belakang, memiliki jaringan keras di luar tubuh mereka dan tidak memiliki rangka dalam. Sebaliknya, ikan memiliki tulang, yakni jaringan keras di dalam tubuh mereka. Dengan demikian, evolusi invertebrata menjadi ikan adalah sebuah perubahan sangat besar yang seharusnya telah meninggalkan bentuk-bentuk mata rantai peralihan yang menghubungkan kedua kelompok hewan ini (Yahya, 2001).

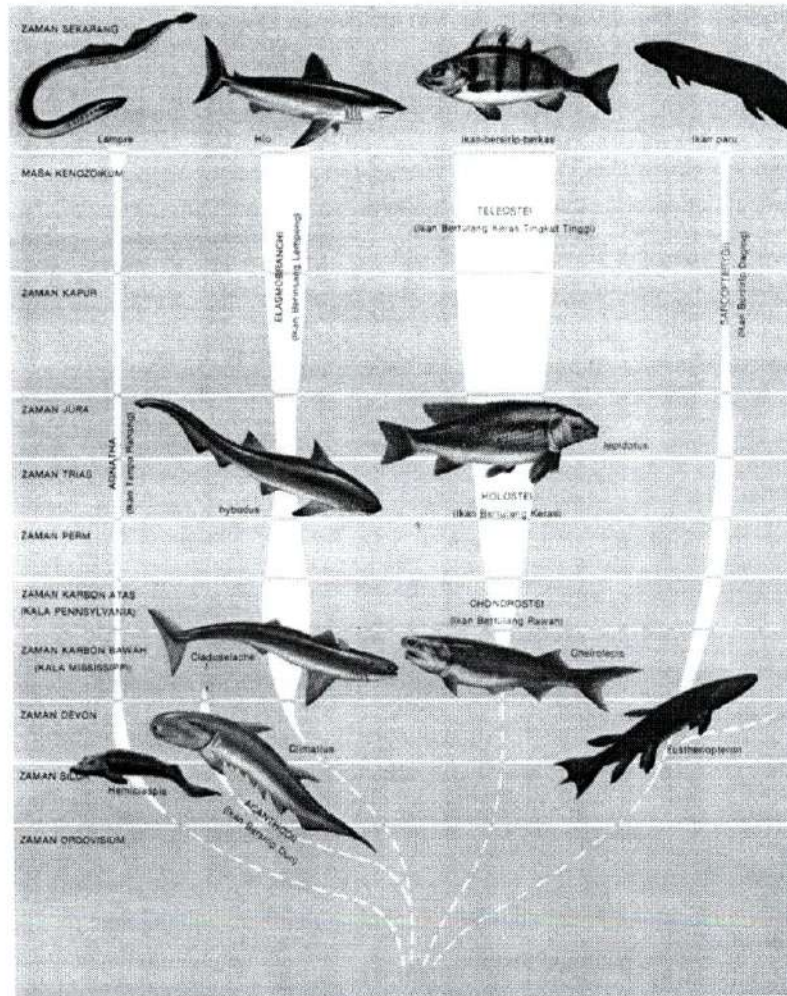
Sebuah publikasi dalam jurnal *Proceedings of the National Academy of Sciences* tahun 2010 lalu melaporkan bahwa sekitar 360 juta tahun lalu, terjadi peristiwa kepunahan massal hingga memutar ulang kehidupan di Bumi. Peristiwa itu melontarkan vertebrata atau makhluk bertulang belakang, dari air ke tanah, termasuk ikan-ikan purba. Spesies yang beruntung selamat dari tahapan ini menjadi pioner menuju tahapan evolusi vertebrata modern. Para ilmuwa menyatakan, ikan yang diduga jadi nenek moyang makhluk yang memiliki anggota tubuh, seperti manusia, diduga mengalami proses evolusi dengan pembentukan kaki belakang sebelum mereka pindah ke tanah. Leluhur ini mungkin bahkan telah mampu berjalan di bawah air. Temuan ini menunjukkan, langkah kunci dalam evolusi kaki belakang terjadi pada ikan, sekaligus menentang teori sebelumnya yang menyebut anggota tubuh pelengkap tumbuh hanya saat mereka pindah ke tanah. Para ilmuwan menyelidiki fosil ikan berusia 375 juta

tahun yang dikenal sebagai *Tiktaalik roseae* yang ditemukan pada 2004 lalu di Ellesmere Island di utara Kanada. Punya kepala datar yang lebar dan gigi tajam, Tiktaalik mirip campuran ikan dan buaya. Ia bisa tumbuh hingga sepanjang 2,7 meter. Catatan fosil menggambarkan adanya radiasi adaptif yang ekstensif dari ikan ini pada zaman Devon. Sebagian besar dari ikan-ikan ini kemudian punah, tetapi beberapa diantaranya menghasilkan garis keturunan yang mengembangkan dua kelas besar ikan masa kini yaitu, ikan tulang rawan) dan ikan tulang sejati (Osteichthyes). Zaman Devon ditandai dengan periode-periode ketika banyak danau dan sungai menjadi kering atau menjadi jauh lebih kecil dan lebih hangat. Perubahan lingkungan ini menyebabkan tekanan seleksi yang hebat pada ikan air tawar Zaman Devon.

Perkembangan berikutnya dari Ostracodermi berkembang menjadi 30.000 spesies ikan yang memiliki keanekaragaman bentuk, ukuran, habitat serta distribusi jenis berdasarkan perbedaan ruang dan waktu sehingga membutuhkan pengetahuan tentang pengelompokan atau pengklasifikasian ikan (Burhanuddin, 2014). Pada kehidupan di bumi, ikan telah mulai berperan sebagai suatu kelompok menjelang akhir Zaman Prakambrium, setidaknya-tidaknya telah berusia 450 juta tahun.

Teori evolusi beranggapan bahwa Chordata pertama, seperti Pikaia, berevolusi menjadi ikan. Akan tetapi, sama

halnya dengan yang dianggap sebagai evolusi Chordata, teori evolusi ikan juga kekurangan bukti fosil yang mendukungnya. Sebaliknya, semua kelas yang berbeda dari ikan muncul dalam rekaman fosil secara tiba-tiba dan dalam bentuk sempurna. Terdapat jutaan fosil invertebrata dan jutaan fosil ikan; namun tidak satu fosil pun yang merupakan peralihan antara mereka (Yahya, 2001).



Gambar 5. Bagan Evolusi Ikan  
(Sumber: ensiklopedi Indonesia seri FAUNA)

## STRUKTUR DAN FUNGSI

Bentuk luar pada tubuh ikan bermacam-macam, seringkali mengalami perubahan dari sejak larva sampai dewasa misal dari bentuk bilateral simetris pada saat masih larva berubah menjadi asimetris pada saat dewasa. Bentuk tubuh ikan merupakan suatu adaptasi terhadap lingkungan hidupnya atau merupakan pola tingkah laku yang khusus. Bentuk tubuh ikan ada yang berbentuk terpedo, ada juga yang berbentuk pipih bulat dorso-ventralis. Pada ikan kelas agnatha, yaitu ikan primitif yang tidak berahang memiliki bentuk tubuh bulat panjang atau silendris, bagian ekornya pipih. Pada bagian dorsal sebelah posterior dan ekor terdapat sirip. Sebelah ventral pada kepala terdapat bentuk cangkir yang disebut corong mulut, bertepi dengan papil yang lunak dan di dalamnya terdapat gigi dan zat tanduk yang meruncing. Sepasang mata besar terdapat sebelah lateral yang diliputi lapisan kulit yang transparan. Di belakangnya terdapat celah-celah insang yang bulat. Pada ikan bertulang rawan kelas chonrichthyes memiliki bentuk tubuh bermacam-macam, ada yang berbentuk terpedo, ada juga berbentuk pipih bulat. Salah satu contoh yang terkenal adalah ikan hiu (*Squalus acanthias*). Berbetuk terpedo mempunyai dua pinna dorsalis, yang masing-masing sebelah posteriornya mempunyai duri, pada ventral terdapat sepasang pinna pektoralis. Pada pinna pelvicus terdapat satu tambahan yang berbenuk silendris yang

disebut *claspers* yang berguna ketika perkawinan. *Pinna caudalis* bertipe heterocercal. Mulut melintang terletak sebelah anterior ventralis pada kepala. Disebelah menyebelah di atas mulut terdapat mata, sedang disebelah muka mata terdapat *nostril* (lubang hidung). Antara mulut dan *pinna pectoralis* terdapat 6 buah celah insang, satu celah insang paling muka mengalami modifikasi baik letak maupun fungsi yang disebut *spiracle*. Seluruh permukaan tubuh pada ikan hiu terbungkus oleh kulit yang bersisik *placoid* (Burhanddin, 2014).

Pada ikan kelas *osteichthyes* yaitu ikan bertulang sejati memiliki tulang yang keras, terbungkus oleh kulit bersisik, berbentuk seperti terpedo, berenang dengan sirip, dan bernapas dengan insang. Kelompok ikan ini hadir sejak periode *Devonian* sampai sekarang. Terdapat pada air laut, payau dan air tawar. Jumlah species yang termasuk kelas ini diperkirakan 26.000 species (Nelson, 2006). Bentuk tubuh ikan kelas *osteichthyes* bermacam-macam, tetapi sebagian besar berbentuk gelendong pipih yang memudahkan mereka bergerak, ukuran tinggi tubuh dari pada lebarnya. Kepala terbentang mulai dari ujung moncong mulut sampai pada akhir tutup insang (*operculum*). Badan membentang dari akhir *operculum* sampai anus dan sisanya adalah ekor. Mulut terdapat di ujung muka moncong yang dilengkapi dengan rahang yang bergigi sempurna. Sebelah dorsal moncong terdapat

sepasang lubang hidung sebelah luar (*fovea nasalis*) sedang sebelah dalamnya terdapat *sacci olfactorius*.

Kulit yang sebenarnya yaitu lapisan penutup yang umumnya terdiri dua lapisan utama, letaknya sebelah luar dari jaringan ikat kendur yang meliputi otot dan struktur permukaan lain. Sedangkan derivat integumen yaitu struktur tertentu yang secara embriogenetik berasal dari salah satu atau kedua lapisan kulit sebenarnya. Struktur ini dapat berupa struktur yang lunak, seperti kelenjar eksresi, tetapi dapat juga berupa struktur keras dari kulit ini, dinamakan eksoskelet (Burhanuddin, 2010).

Sehubungan dengan bervariasinya integumen pada vertebrata khususnya ikan, maka fungsinya pun bermacam-macam pula, antara lain: pelindung terhadap gangguan mekanis, fisis, organis atau penyesuaian diri terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupannya, termasuk pelindung terhadap hewan lain yang merupakan musuhnya; kulit juga digunakan sebagai alat ekskresi dan osmoregulasi dan sebagai alat pernapasan pada beberapa jenis ikan tertentu.

#### PENGGOLOGAN IKAN

Ikan merupakan suatu kelompok terbesar hewan vertebrata yang berhasil mengembangkan diri secara besar-besaran. Dengan taksiran 25.000 hingga 35.000 jenis ikan pada jaman sekarang maka ikan mempunyai jumlah

spesies terbanyak di antara hewan vertebrata lainnya yaitu, dua kali lipat dari jumlah spesies burung, melebihi tiga kali lipat dari reptil bersama amfibia, dan tidak kurang dari tujuh kali lipat dari mamalia (Nelson, 2006; Burhanuddin, 2014).

Pisces terdiri dari tiga golongan, yaitu 1) Agnatha, meliputi ikan-ikan yang tidak berahang, memiliki mulut bulat, yang berada di ujung anterior. Tanpa sirip, namun beberapa jenis Agnatha memiliki sirip ekor dan sirip punggung. Notokorda tetap ada selama hidup, secara tidak sempurna dan diselubungi kartilago. Jenis kelamin terpisah, ada yang hermaprodit dan mendapatkan makanan dengan mengisap tubuh ikan lain dengan mulutnya. Contoh: *Myxine sp* (ikan hantu, ikan hag), *Petromyzon sp* (lamprey, belut laut); 2) Chondrichthyes meliputi ikan yang bertulang rawan sepanjang hidupnya. Memiliki rahang, mulut di bagian ventral. Kulitnya tertutup sisik placoid (berasal dari kombinasi mesoderm dan ectoderm). Sirip dua pasang, serta sirip ekor heterocercal (tidak seimbang). Sebagian notokordnya diganti oleh vertebrae yang lengkap. Ginjalnya bertipe mesonefros. Jenis kelamin terpisah dan fertilisasi eksternal atau internal, ovipar atau ovovivipar. Habitat Agnatha di laut, memiliki insang tanpa operculum. Contoh: *Squalus sp* (ikan hiu), *Raja sp* (ikan pari), dan 3). Osteochthyes meliputi ikan yang bertulang keras, otak dilindungi oleh tulang

rawan. Mulutnya memiliki rahang. Sisik bertipe ganoid, sikloid, atau stenoid, yang semuanya berasal dari mesodermal. Insang dilengkapi operkulum (tutup insang). Jantung beruang dua, yaitu atrium dan ventrikel. Notokordanya ditempati vertebrae yang menulang, memiliki gelembung renang yang berhubungan dengan faring. Tipe ginjalnya mesonepros. Contoh: *Ameiurus melas* (ikan lele), *Anquilla sp* (belut), *Scomber scombrus* (ikan tuna), *Onchorhynchus sp* (ikan salmon), *Sardinops coerulea* (ikan sarden).

Secara umum, golongan ikan yang masih ada (masih hidup) hingga sekarang ini dapat dibagi atas tiga golongan besar (kelas) yaitu: Kelas Cephalaspidomorphi (Lamprey dan Hagfishes), Kelas Chondrichthyes (Sharks, Rays, Skates dan Chimaeras), dan Kelas Osteichthyes (Bony Fishes).

#### Kelas CEPHALASPIDOMORPHI

Ikan yang termasuk kelas ini merupakan ikan-ikan yang masih primitif. Berdasarkan hasil temuan fosil dapat dijelaskan bahwa ikan-ikan tak berahang yang pertama itu tidak saja masih kecil (maksimal 12 cm), tetapi juga seluruh kehidupannya bersifat bentonik, hidup di dasar dan bukan tipe perenang cepat. Pada zaman Ordovisium (Silur dan Devon) sudah terdapat sejumlah besar dan beraneka ragam bentuk ikan yang tidak berahang (Lagler dkk, 1962; Burhanuddin, 2014).

Ciri-ciri utama yang harus diketahui dari kelas ini ialah tidak mempunyai rahang, tubuh bulat panjang atau silendris, bagian ekornya pipih (*anguillaform*), tidak mempunyai sisik perut (ventral fin atau pelvic fins). Otak telah berkembang baik, pada telinga bagian dalam hanya mempunyai dua saluran setengah lingkaran (semiscircular canals). Tulang tempurung kelapa dan *archus visceralis* (tempat insang) berupa tulang rawan; terdapat *notochord* yang dilengkapi archus neuralis yang tidak sempurna sebagai wakil vertebrae. Golongan ikan ini terkenal dengan nama ikan Cyclostomata (si mulut bundar) yang berasal dari bahasa latin *Cyclus* = bulat, *stoma* = mulut).

#### Subkelas Cyclostomata

Ciri khusus dari cyclostomata adalah sebagai berikut: *Notochord* seperti rantai manik, tidak mempunyai tulang rahang, pinna dorsalis disokong oleh tulang rawan yang berupa jari-jari; kulit lunak dan licin mengandung kelenjar mucosa yang bersel tunggal, tidak bersisik, tidak memiliki sirip yang berpasangan, mulut terletak ventro-anterior dan merupakan mulut pengisap; tidak mempunyai lengkung insang dan insangnya melekat pada tulang insang yang terdapat sebelah luar berbentuk basket sehingga sering disebut dengan istilah "branchial basket"; lubang hidung hanya satu (*monorhinous*).

Tubuh bulat panjang atau silendris, bagian ekor pipih, tulang tempurung kepala archus visceralis (tempat insang), pada daerah kiri dan kanan pharynx terdapat 6-14 pasang insang yang berada dalam kantong/ saku. Suhu tubuh tergantung lingkungan (poikilothermis). Subkelas ini terdiri dari dua ordo yaitu: Myxinoformes dan Petromyzontiformes.

### **Ordo Myxinoformes**

Letak mulut kelompok ikan ini agak terminal dan mempunyai 4 pasang tentakels pada pinggirnya dan tidak memiliki rongga yang berbentuk corong (*buccal funnel*), dilengkapi gigi dengan jumlah yang sedikit. Lubang hidung (nostril) dekat ke bagian ujung kepala. Lubang hidung ini berhubungan dengan suatu saluran pharynx. Mata berada pada lapisan bawah kulit. Mempunyai 10-14 pasang "branchial basket". Ginjal yang telah dewasa terdiri dari dua bagian yaitu *pronephros* pada bagian depan dan *mesonephros* pada bagian belakang. Tidak mempunyai sirip punggung. Lubang anus terletak di bagian belakang bagian tubuh. Pada tiap-tiap telinga bagian dalam hanya terdiri satu *semiscircular canals*. Famili dari ordo ini adalah Myxinidae yang menyebar di belahan bumi utara dan selatan, terutama terdapat di Atlantik dan Pasifik. Genera: *Myxine* (*M. garmani*, *M. glutinosa*), *Dellostoma*, *Polistitrema* dan *Paramyxini*.

#### Family Myxinidae (Ikan-wanita-penyihir)

Family myxinidae adalah ikan laut mirip belut yang merupakan salah satu dari dua family ikan tak berahang yang masih hidup. Ciri khas yang menakjubkan dari ikan ini adalah kemampuannya menghasilkan bahan berlendir dalam jumlah yang luarbiasa banyaknya (Anonim, 1992). Tulang punggung dan kerangka ikan ini seluruhnya terdiri dari tulang rawan sehingga ikan yang berwarna abu-abu yang panjangnya bisa sampai 70 cm ini mampu mengikat dirinya sebagai suatu simpul. Ada sekitar 25 species yang semuanya terdapat pada laut beriklim dingin pada kedalaman 20-650 meter. Ikan ini memiliki sebuah sirip kecil yang berdaging di sekitar ekornya dan sungut di sekitar mulutnya. Mempunyai 4 jantung atau organ sederhana untuk memompa darah ke seluruh tubuhnya. Memiliki dua alat kelamin (ovarium dan testes) namun hanya hanya satu saja yang berkembang. Hidup dari bangkai ikan atau ikan yang lemah yang dimasukinya melalui lubang (Lagler dkk, 1962; Burhanuddin, 2014).

#### Ordo Petromyzontiformes

Letak mulut subterminal. Bentuk mulut seperti corong, dipergunakan sebagai mulut pengisap (*suctorial funnel*) dan mulut ini dilengkapi dengan gigi-gigi dari zat tanduk. Lubang hidung agak ke dorsal dan tidak berhubungan dengan rongga *pharynx*. Insang 7 pasang

dalam bentuk "*branchial basket*". Ikan-ikan yang termasuk ke dalam ordo ini kebanyakan bersifat anadromus (meninggalkan lautan menuju sungai untuk bertelur). Ginjal pada ikan dewasa dalam bentuk *mesonephros*. Keadaan mata normal. Letak insang agak ke depan. Sirip punggung ada dua atau satu. Daerah penyebaran (distribusi) terdapat di kedua belahan bumi utara dan selatan. Terutama di Australia Selatan, New Zealand dan Amerika Selatan. Family dari ordo ini adalah Petromyzontidae.

Genera: *Petromyzon* (*P. marinus*), *Ichthymizon* (*I. unicuspis*), *Entosphenus* (*E. japonicus*), *Lampetra* (*L. arylesii*). Spesies antara lain: *Myxine garmani*, *Entosphenus japonicas*.

#### **Family Petromyzontidae**

Family ini adalah salah satu dari dua family lamprey yang masih hidup dan dijumpai baik di air tawar maupun air laut. Di Eropa ditemukan terdapat 10 species diantaranya yaitu Lamprey sungai (*Lampetra fluvialis*), Lamprey selokan (*L. planeri*), dan lamprey laut (*Petromyzon marinus*). *Lampetra* berarti penjilat batu sedangkan *Petromyzon* berarti pengisap batu. Lamprey tidak memiliki sirip berpasangan (sirip dada dan sirip pinggul), tetapi memiliki satu atau dua sirip punggung.

## **BAGIAN LIMA**

# REPTILIA

---

Reptil, salah satu kelas hewan bertulang belakang yang tergolong dalam filum chordata meliputi hewan-hewan yang mempunyai kerangka berbentuk batang yang keras tetapi lentur berupa notokorda. Reptilia adalah hewan pertama yang benar-benar hewan daratan, yang tersebar di seluruh kawasan bumi, bahkan di daerah Kutub Utara, tetapi jenis terbanyak masih terdapat di daerah tropis dan subtropis. Reptilia berkembang dari amfibia pada zaman Karbon, memiliki batang saraf (*nerve cord*) yang terletak di bawah chorda dorsalis sebagai pusat sistem saraf (Wyneken, 2001). Hewan yang tergolong kelas ini termasuk dalam subfilum vertebrata yang berarti hewan bertulang belakang atau biasa disebut craniata yang berarti telah mempunyai tempurung kepala. Sedangkan nama kelas diambil dari model cara hewan berjalan (Latin *Reptum* = melata atau merayap). Studi yang mempelajari tentang reptilia disebut Herpetology (Yunani: Creptes = Reptil).

Ciri khusus hewan kelas yang bernapas dengan paru-paru ini adalah tubuhnya dibungkus oleh kulit kering yang menanduk (tidak licin), skeleton mengalami penulangan sempurna, jantung tidak sempurna, bernapas dengan paru-paru, suhu tubuh tergantung lingkungan,

fertilisasi dalam tubuh, dan memiliki dua belas nervi cranialis. Tubuh dibungkus oleh kulit kering yang menanduk dan bersisik, extremitas cocok untuk gerak cepat, skeletonnya mengalami penulangan secara sempurna, 12 nervi cranialis dan telur yang dimiliki sesuai sekali untuk pertumbuhan di darat, mempunyai membran dan cangkok guna melindungi embrio.

Sisik reptilia merupakan penebalan dari lapisan tanduk bagian luar kulit, yang terpisah oleh kulit lunak sehingga tubuh tetap lentur. Sisik ini merupakan pelindung terhadap luka dan lebih penting lagi terhadap pengeringan. Lempeng-lempeng tanduk pada pelindung kura-kura merupakan sisik-sisik khusus. Hewan yang tergolong kelas ini adalah ordo Squamata (kadal dan ular), Ordo Chelonia (penyu dan kura-kura), Ordo Crocilia (buaya) Ordo Rhychocephalia (tuatara). Terdapat 14 ordo yang diketahui berkembang pada zaman dominasi Reptilia yaitu zaman mesozoikum (Jasin, 1984). Namun Ordo Squamata, Ordo Chelonia, Ordo Crocilia, Orda Rhychocephalia adalah ordo yang merupakan wakil yang representatif yang hidup saat ini, dapat dikenal dengan mudah lewat suatu kombinasi ciri-ciri yang dimilikinya.

#### **SEJARAH PENEMUAN FOSIL REPTIL**

Fosil reptilia tertua, *Cotylosauria* atau moyang reptilia yang ditemukan di dalam batu-batuan dari Zaman Karbon,

telah punah sekitar 300 juta tahun yang lampau. Sebelum zaman itu, amfibia merupakan hewan bertulang belakang satu-satunya yang mampu mempertahankan sebagian hidupnya di darat dan di air. Kelompok ini sekarang masih diwakili oleh bangsa kodok, salamander, dan salamander cacing (Burggren, 1987; Anonim, 2003).

Reptilia mempunyai posisi kunci di dalam sejarah evolusi hewan bertulang belakang, karena reptilia merupakan hewan berkaki empat pertama yang menyesuaikan diri dengan hidup penuh di daratan dan menurut pengikut evolusionis bahwa dari reptilialah timbul burung dan mamalia (hewan menyusui). Pada reptilia dewasa nampak kemajuan besar dibandingkan dengan keadaan amfibia, berkaitan dengan evolusinya yang terarah sepenuhnya kepada kehidupan darat.

Reptilia yang hidup saat ini dapat dikenal dengan mudah lewat suatu kombinasi ciri-ciri yang dimilikinya. Reptilia berdarah dingin atau tidak memiliki suhu badan sendiri yang tetap, melainkan tergantung dari lingkungan. Hewan tersebar hampir di seluruh kawasan bumi, bahkan dijumpai sampai di daerah Kutub Utara, tetapi jenis terbanyak tetap masih terdapat di daerah tropis dan subtropis. Kulit dilapisi oleh keratin, pada epidermis terbentuk sisik-sisik tanduk sebagai pembungkus yang sempurna dari tubuh. Pelat-pelat keratin pada permukaan terluar dari sisik pipih yang besar dinamakan skutelum.

Dermis dari kulit reptil tipis, kelenjar mucus tidak ada. Reptilia memiliki sistem otot daging lebih kompleks bila dibandingkan dengan Amphibi (Hirth, 1980; Hendrikson, 1982; Wyneken, 2001). Evolusi kelompok reptilia ini diikuti beberapa cabang yang menghasilkan kadal dan ular (**Ordo Squamata**) dan sekelompok reptilia mirip kadal yang keturunannya masih ada (tetapi langka) yaitu di Selandia Baru.

Kadal masa kini pertama kali timbul di periode Jura, merupakan penghuni penting gurun pasir dan hutan daerah panas. Satu kelompok kadal periode Kreta menjadi hewan meliang. Kaki-kaki hewan ini akhirnya lenyap dan dengan demikian terjadilah ular (sisa kaki belakang masih dapat ditemukan pada Boa dan Piton. Meskipun ular dapat bertahan hidup di daerah iklim sedang (temperate) dengan cara hibernasi selama musim dingin, tetapi mereka juga berhasil di daerah tropis dan subtropis.

Gigi pada reptil (bila ada) sangat sederhana. Tengkoraknya hanya memiliki satu tonjolan pada bagian belakang. Rahang bawah yang terdiri atas beberapa bagian tulang, bersendi engsel dengan tengkorak lewat tulang-segi-empat. Tulang ini dapat tumbuh terpadu erat dengan tengkorak (tidak dapat bergerak) seperti pada buaya, kura-kura dan tuatara (*Sphenodon punctatus*). Jantungnya terdiri atas 1 bilik yang tak terbagi (pada buaya hampir terbagi seluruhnya oleh suatu sekat pemisah) dan 2 serambi

terpisah. Karena bentuk jantung seperti itu, darah yang kaya zat asam dan yang miskin zat asam bercampur. Dari bilik jantung keluar 2 lengkung aorta. Salah satu menuju ke kepala dan mengangkut darah yang kaya zat asam, sedangkan pembuluh-nadi-badan mengangkut darah campuran yaitu yang kaya dan yang miskin zat asam. Untuk menghemat air, ginjal membuang asam urine yang tak terlarutkan. Saluran urine, usus dan alat kelamin mempunyai liang bersama yang disebut kloaka. Liang ini nampak dari luar sebagai celah yang melintang pada sumbu tubuh, yakni pada ular dan kadal sedangkan pada buaya, celah ini memanjang. Alat kelamin jantan pada ular, kadal dan kadal cacing terdiri atas sepasang kantung yang dapat menyembul ke luar dan tersimpan di dasar ekor. Pada kura-kura dan buaya alat ini tunggal dan dapat menyembul ke luar. Kebanyakan reptilia bertelur, tetapi ada juga spesies yang melahirkan bayi hidup. Sebagai akibat fakta bahwa telur-telur terbalut oleh kulit, pembuahan harus terjadi di dalam (internal) agar sperma dapat mencapai sel telur sebelum kulit itu terbentuk. Pada saat bersetubuh, ular hanya menggunakan salah satu alat kopulasinya. Pada ular timbul duri-duri yang mengembang besar di atas hemipenisnya, mungkin untuk mencegah agar tidak mudah terlepas dari kloaka si betina. Beberapa tahun terakhir ini, semakin jelas bahwa susunan, ukuran dan jumlah duri itu merupakan ciri penting pada

pembagian ular (Anomin, 2003; Wyneken, 2001; Penny, 1991; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003).

Terdapat 6 subkelas semacam itu dan semua reptilia, yang sudah punah ataupun masih hidup. Subkelas yang dimaksud ialah: *Anapsida*, *Euryapsida*, *Ichtyopterygia*, *Synapsida*, *Archosauria* dan *Lepidosauria*. Ciri terpenting, yang digunakan untuk membedakannya satu sama lain, ialah bentuk tengkorak dan keterangan tambahan untuk pembagian ini diperoleh dari penelitian ciri-ciri kerangka lainnya, pada bentuk-bentuk reptilia yang sudah punah dan dari jantung serta bagian lunak lain dari reptil yang kini masih hidup (Wyneken, 2001; Anonim, 2003; Hendrikson 1982.).

Subkelas pertama, *Anapsida*, menampilkan keadaan primitif pada reptilia. Bagian belakang tengkorak seluruhnya tertutup oleh tulang. Dua ordo termasuk subkelas ini: *Cotylosauria* yang sudah punah dan *Testudines*. Nampaknya *Testudines*, kura-kura merupakan keturunan langsung dari *Cotylosauria*.

Pada reptilia yang tingkat perkembangannya lebih tinggi, di bagian belakang tengkoraknya terdapat berbagai lubang untuk memberi ruang gerak pada sistem otot rahang agar dapat berfungsi. Tiga subkelas reptilia, yang berbeda sama sekali dan semuanya sudah punah, memiliki satu lubang temporal tunggal pada kedua belah sisi tengkorak, walaupun letaknya tidak selalu sama. Pada

subkelas *Euryapsida*, termasuk *plesiosauria* dan *Ichthyopterygia*, yaitu *ichthyosauria*, lubang itu terdapat di bagian teratas daerah belakang tengkoraknya. Meskipun memiliki ciri sama, *plesiosauria* dan *ichthyosauria* menyesuaikan diri dengan kehidupan laut secara berbeda dan berbeda pula dalam sejumlah besar ciri-ciri kerangka. Maka penempatannya ke dalam dua subkelas yang berbeda dapat dibenarkan. Pada *Synapsida*, lubang temporal tunggal itu terdapat pada bagian terbawah daerah belakang tengkoraknya. *Synapsida* mencakup kedua ordo reptilia sebangsa mamalia, yakni *Pelycosauria* dan *Therapsida*. (Wyneken, 2001; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003; Hendrikson, 1982.).

#### CIRI-CIRI REPTIL

Reptilia merupakan hewan berdarah dingin yang dibagi menjadi empat order yang masih hidup. Reptilia boleh di dapati diseluruh dunia dari kawasan padang pasir yang kering, hingga beratus meter di dalam laut. Namun reptilia tidak terdapat di kawasan kutub dan puncak gunung. Reptilia tergolong dalam hewan yang bertulang belakang dengan ciri-ciri adalah seperti berikut:

1. Tubuh dibungkus oleh kulit kering yang bersisik atau menanduk, biasanya dengan sisik atau bercarapace; beberapa ada yang memiliki kelenjar permukaan kulit.

2. Mempunyai dua pasang anggota, yang masing-masing 5 jari dengan kuku-kuku yang cocok untuk lari, mencengkram dan naik pohon. Bagi yang masih hidup di air kakinya memiliki bentuk dayung, dan pada ular bahkan tidak memilikinya.
3. Jantung tidak sempurna, terdiri dari 4 ruangan, dua auricula dan sebuah venterikulus. Terdapat sepasang archus aortikus, bererythrocyt dengan bentuk oval biconvex dan dengan nukleus.
4. Bernapas melalui paru-paru; pada penyu juga bernapas dengan cloaca.
5. Berdarah dingin, dengan kata lain tidak memiliki suhu badan tetap, melainkan suhu tubuh tergantung pada lingkungan.
6. Fertilisasi terjadi di dalam tubuh, biasanya memiliki alat kopulasi, telur besar dengan banyak yolk, berselaput kulit lunak atau bercangkok tipis. Kebanyakan reptilia bertelur (oviparous), walaupun sesetengahnya adalah (ovoviviparous), menyimpan telur di dalam perut ibu sehingga menetas. Anak-anak yang

#### ASAL-USUL REPTIL

Sejarah reptilia dalam R. Zangerl (1969) dibagi dalam tiga tahap perkembangan, yaitu *Pertama*, mulai pada Zaman Karbon Atas, sekitar 300 juta tahun yang lalu,

dengan munculnya *Cotylosauria*. Diperkirakan dari situ mungkin berevolusi semua kelompok sesudahnya, dan berakhir di Zaman Trias, sekitar 200 juta tahun lalu. Meskipun selama tahap 100 juta tahun ini berbagai jumlah kelompok reptilia hidup di darat, yang terbanyak terdapat ialah reptilia sebangsa mamalia, termasuk dua ordo *Pelycosauria* dan *Therspsida*. Reptilia sebangsa mamalia mencakup cabang herbivora maupun karnivora. Yang pertama sangat banyak jumlah spesies dan individunya dan yang terakhir lebih sedikit menurut fosil-fosil yang ditemukan. *Therapsida* terjadi dari *Pelycosauria* dan dari therapsid karnivor kecil berkembanglah mamalia yang menjelang akhir Zaman Trias ditemukan sebagai fosil pada saat *dinosaurs* mengawali evolusinya.

Tahap *kedua* mulai pada Zaman Trias sekitar 200 juta tahun yang lalu, pada saat reptilia yang ada sebagian besar diganti oleh *Archosauria* yang menguasai daratan selama sisa Masa Mesozoikum, sekitar 130 juta tahun. Inilah 'Zaman besar Reptilia'. Di situ *Archosauria* berkembang menjadi *dinosauria* di daratan, *pterosauria* di udara dan buaya di air tawar dan lautan. Pada saat Zaman Jura mulai, burung pun terjadi dari kelompok ini. Selama tahap kedua ini, timbul kelompok-kelompok reptilia lain, yaitu *ichthyosauria* dan *plesiosauria* laut. Tahap *ketiga* evolusi reptilia diawali sekitar 70 juta tahun yang lalu pada akhir Masa Mesozoikum pada saat *dinosauria*, *pterosauria* dan

reptilia laut punah. Alasan kepunahan itu belum diketahui. Selama 70 juta tahun terakhir, mamalia mulai mengambil posisi utama. Perlu dicatat bahwa kelompok reptilia yang saat ini masih hidup telah mempunyai riwayat panjang dan penuh sukses. Buaya, kura-kura, kadal dan kerabat tuatara berasal dari Zaman Trias, dan ular berkembang dari nenek moyang sebangsa kadal dari zaman tersebut.

Selama Masa Mesozoikum, ada aneka ragam *dinosaurs* yang sama sekali berjalan di atas dua kaki, termasuk bentuk-bentuk raksasa seperti *Tyrannosaurus*. Juga di dalam perbandingan reptilia laut zaman dulu dengan yang sekarang, tampak perbedaan mencolok. Di dalam lautan Masa Mesozoikum banyak sekali terdapat *plesiosauria*, *ichthyosauria*, kadal laut, dan buaya, tetapi kini masih tinggal kura-kura laut, biawak laut, dan ular laut (Penny, 1991; Wyneken, 2001; Anonim, 2003; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003; Hendrikson, 1982.).

### **Reptilia di laut**

Berbagai spesies reptilia masuk ke laut atas gerakannya sendiri dan dalam jangka waktu pendek atau panjang mampu hidup di dalam air tawar. Demikianlah, kadal pasir (*Emoia atrocostatum*) sering ditemukan berenang di genangan air pada daerah-daerah karang Irian sedang mencari makanan di antara ganggang di atas batu karang yang nampak keluar pada air surut (Anonim, 2003;

Hendrikson, 1982.). Buaya laut (*Crocodilus porosus*) yang disebut juga buaya muara yang tak sesuai dengan namanya biasanya hidup di air tawar, terkadang meninggalkan tempatnya untuk menyusuri pantai laut dan menyeberang dari satu pulau ke pulau lain. Buaya laut ini bahkan dapat merenang bagian-bagian besar lautan terbuka dan dengan cara ini bahkan mencapai Kepulauan Fiji. Iguana laut (*Amblyrhynchus cristatus*) dari Kepulauan Galapagos hidup di atas karang laut dan makan ganggang yang diperolehnya dengan menyelam. Meskipun iguana laut sebenarnya termasuk hewan darat, di antara kadal masa kini hewan ini paling mendekati cara kehidupan laut. Meskipun penyebarannya yang luas di daerah Indo-Australia disebabkan oleh kemampuannya untuk hidup di air asin, biasanya ular ini berdiam dekat pantai (Hendrikson, 1982, Pennuy 1991).

Hanya dua kelompok reptilia yang kini masih hidup dapat disebut reptilia laut sejati, yakni kura-kura laut (penyu) dan ular laut. Selain penyesuaian morfologis (berkembangnya kaki renang pada kura-kura laut dan adanya ekor dayung pipih pada ular laut), hewan-hewan ini juga memperlihatkan penyesuaian fisiologis untuk kehidupan di laut. Penyu laut memperoleh sejumlah besar garam dari makanannya dan ini dibuang oleh kelenjar air mata. Di masa geologis purba masih lebih banyak kelompok reptilia menyesuaikan diri pada cara kehidupan

laut, seperti *Ichthyosauria*, *Plesiosauria*, *Nothosauria*, *Thalattosauria* dan kadal *Dolicho-sauridae* dan *Mosasauridae* (Hendrikson, 1982; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003).

### **BANGSA KURA-KURA**

Kura-kura adalah suatu kelompok reptilia yang homogen dengan pergerakan yang sangat lamban. Hewan yang ini mudah dikenali dari perisai yang membungkus tubuh yang mirip kotak; hanya tungkai, kepala dan ekornya saja yang menonjol ke luar. Suatu ciri umum lain ialah, ketiadaan gigi; sebagai gantinya, tepi rahangnya tertutup zat tanduk yang tajam. Tergantung keadaan tempat mereka hidup, perisainya bermacam ragam bentuknya: perisai kura-kura darat bentuknya tinggi dan cembung (kecuali perisai kura-kura Tornier), perisai kura-kura kolam pada umumnya terpipih, dan memiliki tungkai mirip tiang penopang dengan jari-jemari yang tumbuh menyatu, hanya kukunya saja yang masih mudah dikenali, karena letaknya terpisah. Penghuni air tawar pada umumnya memiliki kaki yang agak pipih, yang jari-jemarinya masih bisa dibedakan dan dikenali, meskipun antara satu dengan yang lain dihubungkan dengan selaput renang. Kura-kura laut dan penyu Irian (*Carettochelys'insculpta*) yang hidup di air tawar memiliki tungkai yang tumbuh seperti alat pengayuh, yang jari-

jemarinya tidak bisa lagi dikenali secara terpisah, tetapi memang masih ada sejumlah kuku yang tidak tetap jumlahnya, yang mencuat ke luar (Anonim, 2003; Wyneken, 2001; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003).

Berdasarkan cara hewan-hewan ini menarik kepalanya ke dalam perisai, maka bangsa kura-kura dipisahkan menjadi dua subordo yakni: *Cryptodira* dan *Pleurodira*. *Cryptodira* menarik lehernya ke dalam perisai, pada suatu bidang vertikal yang berbentuk huruf 'S', dan lazimnya, hewan ini mampu untuk menyembunyikan seluruh kepalanya dari penglihatan. *Pleurodira* tidak mampu menarik lehernya ke dalam perisai menurut cara kura-kura *Cryptodira*, akan tetapi hanya menarik sedikit dari bagian kepalanya ke bawah perisainya, selebihnya disembunyikan menyamping, di bawah tepi perisai punggungnya yang melingkupinya.

#### **PENYU,**

Penyu adalah salah satu satwa di muka bumi ini yang termasuk reptile berukuran besar dengan jangka waktu umur yang panjang. Kerabat kura-kura ini dibagi menjadi penyu air tawar dan air laut. Menurut data para ilmuwan, penyu sudah ada sejak akhir zaman Jura (145-208 juta tahun yang lalu) atau seusia dengan Dinosaurus. Pada masa itu ditemukan Archelon berukuran panjang badan

enam meter, dan *Cimochelys* telah berenang di laut purba seperti penyu masa kini.

Jika dikaji dari temuan fosil, bentuk tubuh penyu ini tidak berubah dengan bentuk nenek moyangnya. Mereka bernapas dengan paru-paru dan meletakkan telur bercangkangnya di darat. Penyu air tawar/laut merayap ke darat untuk membuat lubang dalam pasir atau tanah untuk bertelur. Meskipun tidak punah, penyu merupakan kelompok yang paling menonjol, karena masih ada setelah berada di bumi selama 200 juta tahun, dimana sebagian besar reptilia sezamannya telah punah.

Cangkang penyu yang melindungi hewan ini dari pengaruh lingkungannya yakni, bagian atas atau punggung yang biasa disebut karapaks dan bagian bawah disebut plastron. Penyu merupakan reptil yang bernapas sangat baik dalam adaptasinya dengan kehidupan di perairan laut. Demikian pula bentuk adaptasi anatomis dan fisiologis lain dari penyu mencakup kemampuan menyelam dan mengeluarkan kelebihan garam pada tubuhnya. Bentuk morfologi yang tampak jelas untuk antara lain bentuk tubuh yang pipih dengan karapaks berbentuk *streamline*, penyu memiliki alat gerak berupa kaki depan yang pipih dan kuat yang berbentuk seperti dayung. Kaki belakang penyu relatif *non-retractable*, sehingga penyu berjalan kaku dan sangat lamban dan sangat mudah diserang saat berada di darat. (Lutz and

Musick, 1997; Wyneken, 2001; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003).

Penyu bereproduksi dengan cara fertilisasi internal. Keberhasilan reproduksi penyu dapat terjadi dengan 3 kondisi umum (George *et.al.*, 1993). Banyak di antaranya yang hanya meninggalkan air untuk bertelur atau untuk berjemur sebentar; yang lainnya menjelajah agak jauh ke daratan atau bahkan tinggal di darat sampai berbulan-bulan; sedangkan penyu kotak hampir tidak pernah masuk ke dalam air sama sekali.

Kedua jenis kelamin penyu tidak mudah dapat dibedakan. Ekor yang jantan kerap kali lebih panjang daripada ekor yang betina dan agak menebal pada pangkalnya. Perisai perut (plastron) yang jantan biasanya agak cekung, sementara pada yang betina justru agak cembung. Yang betina menuju ke darat untuk bertelur dan dengan kaki belakangnya menggali lubang di tanah di dekat air. Hewan ini kemudian menggemburkan tanahnya dengan mengeluarkan isi cairan dari kantung anus, melalui kloaka pada ujung usus (Wyneken, 2001; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003).

Penyu dewasa dari spesies-spesies yang dijumpai di daerah-daerah lebih ke utara juga mengalami masa tidur musim dingin (hibernasi), dengan mengubur diri di dalam lumpur perairan tempat tinggalnya sendiri.

# **BAGIAN ENAM**

## BURUNG - AVES

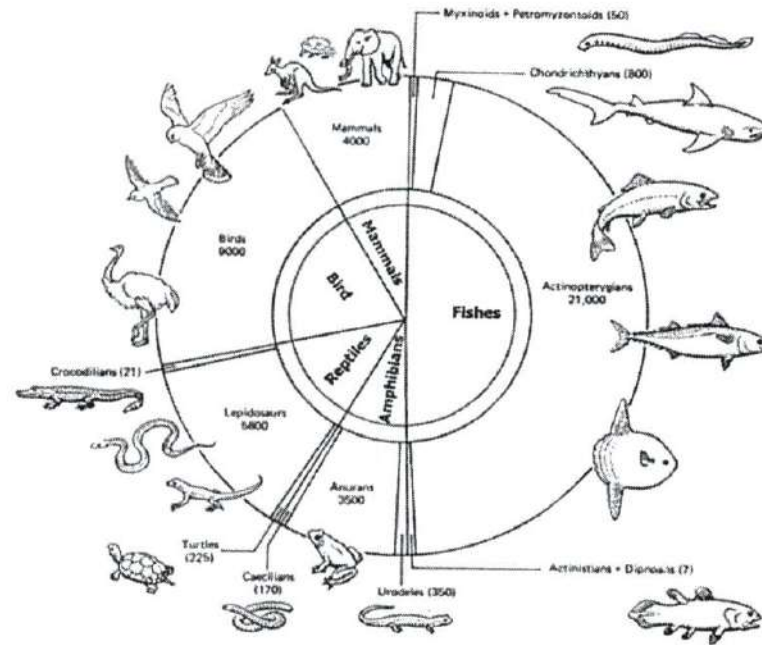
---

Burung adalah salah satu diantara lima kelas hewan bertulang belakang. Hewan ini termasuk ke dalam kelas Aves yang berasal dari bahasa Latin. Ilmu yang mempelajari tentang burung disebut Ornithology yang berasal dari kata Ornis (bahasa Yunani). Hewan ini paling dikenal orang karena dapat dilihat dan ditemukan di mana-mana, berdarah panas dan berkembang biak melalui telur, dan memiliki bermacam-macam adaptasi untuk terbang. Kemampuan terbang burung sangat dipengaruhi oleh berat tubuhnya. Oleh karena itu, seekor burung yang memiliki tubuh yang sangat berat harus memiliki kemampuan adaptasi sayap yang sangat besar pula. Pada umumnya burung laut menggunakan laut untuk mencari makan dan sebagian hidupnya di daratan untuk perkembangbiakan.

Warna dan pola lapisan bulu selalu memegang peranan besar sekali untuk pengenalan berbagai spesies. Lapisan bulu yang dimiliki burung merupakan suatu bentuk isolasi panas yang baik karena di antara bulu-bulu dapat disimpan udara. Selain itu, badan dibuat efisien hingga dapat mengurangi gesekan dengan udara atau air. Akibat dari aktivitas burung yang memerlukan banyak

energy untuk terbang sehingga burung memiliki adaptasi pertukaran zat yang cepat pada tubuhnya. Suhu tubuhnya tinggi dan tetap pada burung sehingga kebutuhan makannya pun banyak. Selama terbang, pernapasan burung terutama menggunakan cadangan udara di dalam pundi-pundi udara dan pengambilan oksigen oleh darah hanya terjadi pada paru-paru saja. Pada waktu-waktu tertentu burung melayang tanpa merigepakkan sayap; pada waktu itu burung mempunyai kesempatan memenuhi kembali pundi-pundi udaranya. Burung juga memiliki kelebihan Indria pendengaran dan keseimbangan yang sangat baik.

Burung memiliki ciri-ciri yang besar keseragamannya antara yang satu dengan yang lainnya sehingga spesies-spesiesnya yang telah kehilangan kemampuan terbangnya pun dapat dikenal sebagai burung oleh semua orang. Hampir 20% hewan bertulang belakang adalah burung. Sekalipun demikian terdapat berbagai macam variasi diantara lebih dari 9.000 spesies burung yang dewasa ini dikenal (Pough, et al. 1989). (Gambar 19).



Gambar 19. Persentase komposisi kelompok vertebrata (Pough, et al. 1989)

### TEORI ASAL USUL BURUNG

Ahli paleontologi dari Ludwig Maximilians Universitaet (LMU) di Munich mempelajari spesimen baru Archaeopteryx. Menurutnya spesimen ini mengungkap fitur bulu yang sebelumnya tidak diketahui, dimana temuan pertaman telah dijelaskan fungsi asli dan pertumbuhannya digunakan pada spesis burung terbang. Dinosaurius Archaeopteryx merupakan bentuk transisi antara reptil dan burung dan merupakan spesis yang

paling terkenal, spesies burung terbang yang paling awal. Analisis ini membuktikan bahwa asal usul burung terbang modern secara langsung diturunkan dari dinosaurus predator. Banyak fosil spesies baru dinosaurus berbulu ditemukan di Cina dalam beberapa tahun terakhir telah menempatkan Archaeopteryx dalam konteks evolusi yang lebih besar.

Analisis spesies dari burung dan fosil reptil mengindikasikan bahwa burung tergolong ke dalam kelompok sauriskia bipedal yang disebut teropoda. Sejak akhir 1990-an, para ahli paleontologi Cina telah menggali banyak sekali fosil teropoda berbulu yang mengungkapkan asal-usul burung. Beberapa spesies dinosaurus berkerabat dengan burung-burung yang memiliki bulu dengan helaian halus, dan terdapat lebih banyak spesies yang memiliki bulu berfilamen. Temuan semacam itu mengimplikasikan bahwa bulu telah dievolusikan jauh sebelum kemampuan terbang yang kuat. Fungsi yang mungkin dijalankan oleh bulu-bulu awal antara lain adalah insulasi, kamuflase, dan pertunjukan percumbuan.

Sekitar 150 juta tahun lalu, teropoda berbulu telah berevolusi menjadi burung. Archaeoptery, yang ditemukan di sebuah pertambangan gamping di Jerman pada 1861, tetap merupakan burung tertua yang diketahui. Burung ini memiliki sayap berbulu namun masih mempertahankan karakter-karakter nenek moyang seperti gigi, jari bercakar

pada sayap, dan ekor yang panjang. Archaeopteryx terbang dengan baik pada kecepatan tinggi, namun tidak seperti burung masa kini, ia tidak dapat lepas landas dari posisi beridiri. Fosil-fosil burung yang muncul berikutnya pada Periode Kreta menunjukkan hilangnya ciri-ciri nenek moyang dinosaurus tertentu secara bertahap, misanya gigi-gigian dan tungkai depan yang bercakar serta perolehan inovasi-inovasi yang ditemukan pada burung yang masih ada, termasuk ekor pendek yang ditutupi oleh bulu kipas.

Pernyataan yang ingin dikemukakan para evolusionis dengan menampilkan Archæopteryx sebagai bentuk transisi, adalah bahwa burung merupakan hasil evolusi dari dinosaurus. Namun, salah seorang ahli ornitologi terkemuka di dunia, Alan Feduccia dari Universitas North Carolina, menentang teori bahwa burung memiliki kekerabatan dengan dinosaurus, sekalipun ia sendiri seorang evolusionis. Larry Martin, spesialis burung purba dari Universitas Kansas, juga membantah teori bahwa burung berasal dari garis keturunan yang sama dengan dinosaurus. Menurutnya bahwa skenario "evolusi burung" yang didasarkan hanya pada Archaeopteryx, tidak lebih dari praduga dan angan-angan evolusionis.

#### **CIRI-CIRI BURUNG**

1. Tubuh terbungkus oleh bulu yang berfungsi sebagai isolasi, pengatur suhu tubuh dan untuk terbang.

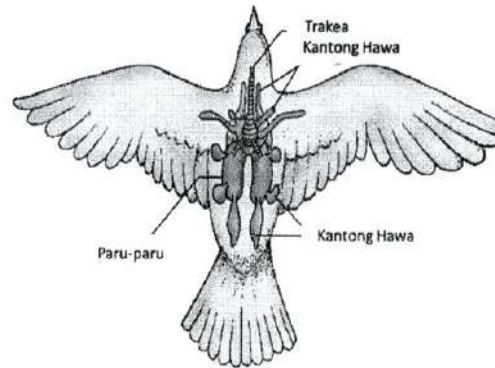
2. Mempunyai dua pasang anggota (extremitas), anggota anterior (sepasang) mengalami modifikasi sebagai sayap, sedang sepasang anggota posterior disesuaikan untuk hinggap dan berenang masing-masing kaki berjari 4 buah; cakar terbungkus oleh kulit yang menanduk dan bersisik.
3. Cor (jantung) terdiri dari atas 4 ruangan yakni auricula dan dua ventricula; hanya aorticus kanan yang masih ada, erythrocytnya berinti, berbentuk oval dan convex.
4. Respirasi dilakukan dengan paru-paru yang kompak yang menempel pada costae dan berhubungan dengan kantung udara (saccus pneumaticus) yang meluas pada alat-alat dalam.
5. Bersifat homiothermis yaitu suhu tubuh tetap
6. Fertilisasi terjadi dalam tubuh; telur memiliki yolk besar terbungkus oleh cangkok yang keras; untuk menetas diperlukan pengeraman; anak-anak yang masih mudah dierami dan dijaga oleh induknya.

#### **ADAPTASI FISIK UNTUK TERBANG**

Burung memiliki struktur tubuh seperti hewan bertulang belakang lainnya, kecuali kedua tungkai depannya yang telah berubah menjadi sayap. Paruhnya berfungsi sebagai tangan untuk memegang dan menggerak-gerakan. Burung memiliki sejumlah ciri-ciri

khusus berhubungan dengan kemampuan terbangnya, menurut Brook and Birkhead, 1991; Holmes and Nash, 1991; Furness and Monaghan; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003), yaitu:

- 1) Sebagian ruas tulang belakang menjadi satu membentuk titik tumpu yang kuat sewaktu sayap ditekuk.
- 2) Kebanyakan memiliki struktur tulang yang besar dan berongga. Berat kerangka hanya 10% dari seluruh berat badan.
- 3) Pada tulang dada yang berlunas dalam, melekat otot-otot terbang yang kokoh untuk menggerakkan sayap.
- 4) Sistem pernapasan diperluas dengan alat bantu pernapasan, yaitu pundi-pundi udara yang berupa kantung selaput yang ringan yang berada pada beberapa bagian tubuhnya, seperti pundi-pundi udara di leher, antar tulang selangka, tulang lengan atas, pada dada depan dan belakang, serta pundi-pundi udara pada perut.
- 5) Posisi tubuhnya efisien pada waktu terbang sehingga dapat bergerak tanpa halangan sewaktu melawan arus angin.
- 6) Bulunya sangat efisien sebagai isolasi panas. Selain dari itu, memiliki fungsinya sebagai penutup tubuh dan juga menunjang fungsi sayap dan ekor sehingga lebih efisien.

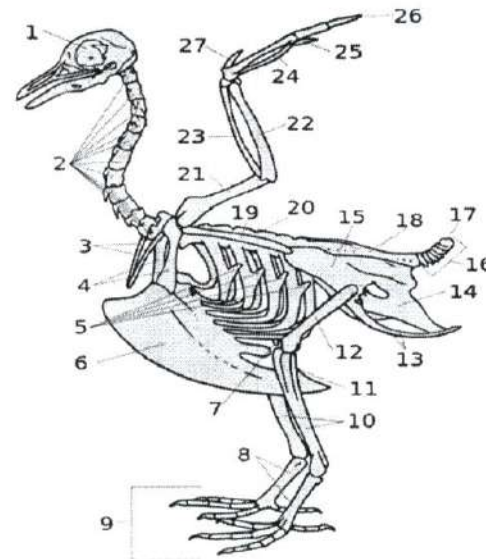


Gambar 20. Pundi-pundi udara pada burung

#### SUSUNAN TULANG (KERANGKA)

Tengkorak pada burung ringan, paruhnya bersambungan secara fleksibel dengan tempurung, hingga rahang atas dapat digerakkan sedikit dan kemampuannya untuk menganga diperbesar. Leher pada burung dapat bergerak sangat leluasa dan memiliki 15 ruas. Yang paling belakang sering kali memikul iga leher. Sebaliknya sisa tulang belakang lainnya bersifat agak kaku. Tubuhnya memiliki 3–10 ruas tulang belakang dada dan beberapa bagian di antaranya menjadi satu. Terdapat 11 – 13 ruas tulang belakang tungging. Yang terdepan dapat digerakkan dan 5–6 yang terbelakang berpadu menjadi tulang tungging atau *Pygostyl* yang berfungsi sebagai penopang kaku bagi bulu ekor. (Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003). Kedua tulang selangka pada burung berpadu menjadi tulang garpu (*furcula*). Sendi-jalan terletak di

antara dua baris tulang pangkal kaki dan bukan di antara tulang pangkal kaki dan tulang kering. Dalam hal ini ada sebagian yang berpadu dengan tulang kering menjadi tibio-tarsus dan sebagian lagi berpadu dengan kaki tengah menjadi tulang jalan (tarsometatarsus) (Holmes and Nash, 1991)



- |                           |                   |                      |
|---------------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Tengkorak              | 10. Tulang kering | 20. Lumbar vertebrae |
| 2. Tulang leher           | 11. Fibia         | 21. Humerus          |
| 3. Furcula                | 12. Tulang paha   | 22. Tulang hasta     |
| 4. Korakoid               | 13. Iskium        | 23. Tulang pengumpil |
| 5. Bungkakan tulang rusuk | 14. Pubis         | 24. Karpus           |
| 6. Keel                   | 15. Ilium         | 25. Metakarpus       |
| 7. Patela                 | 16. Tulang ekor   | 26. Jari             |
| 8. Tarsometatarsus        | 17. Pygostyle     | 27. Alula            |
| 9. Jari                   | 18. Synsacrum     |                      |
|                           | 19. Scapula       |                      |

Gambar 21. Rangka tulang pada burung

### Klasifikasi burung

Sistem pengklasifikasian biasanya bersifat subyektif sehingga tak jarang menimbulkan perdebatan atau perbedaan pendapat antara para peneliti. Secara umum Burung sekarang telah dibagi dalam ordo-ordo dan pembagiannya dimulai dari burung yang diperkirakan bersifat paling primitif, lalu ditelusuri sampai yang tingkat perkembangannya paling tinggi. Ke-29 ordo dapat dibagi menjadi 158 famili (Brooke and Birkhead, 1991). Dari sekian banyak famili yang masih hidup, ada 63 yang terdapat di seluruh plosok bumi. Dari jumlah ini 8 terbatas pada daerah tropis, 4 pada belahan bumi utara, dan 3 pada belahan bumi selatan. (Holmes and Nash, 1991; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003, Brooke and Birkhead, 1991).

Burung terbang yang terbesar yang dapat berbobot 20 kg dengan rentang lebar sayap sampai 3 m yaitu angsa terompet (*Cygnus buccinator*), pelikan-putih-Amerika (*Pelecanus erythrorhynchos*), dan burung-kondor-Andes (*Vultur gryphus*). Sedangkan burung dengan lebar sayap terbesar dimiliki albatros raksasa (*Diomedea exulans*) dengan bentang sayap sepanjang 3,50 m. Sebaliknya, Kolibri yang terkecil dengan panjang tubuh dari ujung paruh sampai ujung ekor hanya sekitar 6 cm, berat hanya sekitar 1,6 gram, bentang sayapnya sekitar 7,5 cm (Brooke and Birkhead, 1991).

Salah satu bentuk adaptasinya, burung memiliki dua macam bulu yaitu, bulu yang halus sekali, lembut dan bulu pipih yang terutama mengatur efisiensi bentuk tubuh. Jumlah keseluruhan bulu dapat bervariasi dari 1.000 helai (kolibri) sampai 20.000 – 30.000 helai (angsa)" (Holmes and Nash, 1991; Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003, Brooke and Birkhead, 1991). Sering kali lapisan bulu memiliki warna penyamaran sehingga burung tersebut sulit dilihat sewaktu bertengger. Terkadang warna dan pola bulu menunjang penampilan yang agresif. Rupa burung jantan dan betina ada yang serupa dan ada pula yang berbeda, dan biasanya yang jantan warnanya lebih mencolok. .

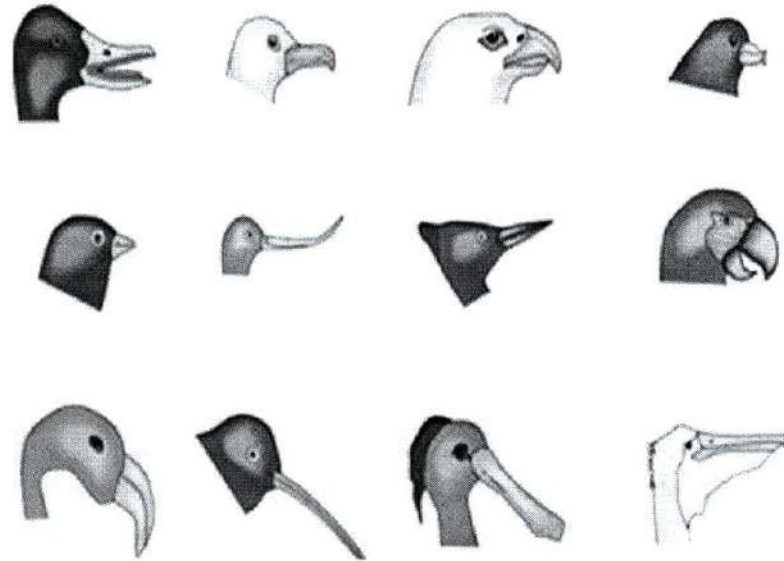
Hampir setiap burung, dalam keadaan darurat, dapat berenang. Ada juga burung yang dapat mengambil mangsanya dari air dan untuk itu melakukan terbang terjun. Kebanyakan burung *non-passeri* dapat berjalan atau berlari dengan baik dan beberapa spesies bahkan sangat mahir. Yang sangat mahir berjalan adalah burung jalan atau burung ratit; burung unta bahkan dapat berlari mencapai kecepatan tertinggi yaitu 65 km sejam. Ada pula sejumlah burung yang dapat bergerak pada bidang yang tegak lurus, seperti batang pohon. Kemampuan burung melakukan adaptasi terhadap setiap kondisi adalah salah satu keistimewaannya

Cara hidup burung, seperti juga hewan-hewan lain, sebagian besar ditentukan oleh ciri-ciri habitatnya. Ada spesies-spesies yang serba-bisa secara mencolok dan dapat hidup di berbagai macam habitat, sedangkan burung lain ada yang hanya dapat hidup dalam satu kombinasi situasi hidup, atau nampaknya bergantung hanya pada satu faktor esensial, seperti adanya pangan nabati tertentu. Semakin besar spesialisasi, semakin kecil saingannya dengan spesies-spesies lain, yang secara keseluruhan mempunyai tuntutan yang sama terhadap lingkungan. Dalam lingkungan seekor burung dapat saja ada spesies-spesies burung lain, tetapi setiap spesies menempati daerah ekologi sendiri (Holmes and Nash, 1991).

Burung laut yang semuanya mengeram di pantai atau di pulau-pulau, secara kasar dapat dibagi atas burung yang mencari makan dekat pantai atau lebih jauh dari pantai. Kelompok pertama di segala musim tinggal dekat daratan dan pada malam hari sering ke pantai untuk beristirahat, seperti pada burung camar, pecuk, dan bebek laut. Burung golongan kedua selalu hidup di laut, kecuali kalau sedang mengeram, tetapi kecenderungannya ialah tetap tinggal dalam batas-batas dataran kontinental. Mereka sebagian besar pemakan ikan. Yang tergolong kelompok ini ialah burung ganet dan burung alka. Burung-burung samudera terbuka adalah albatros dan burung badai (*Procellariiformes*) yang berkelana jauh di atas samudera-samudera dan hidup

terutama dari cumi-cumi dan ganggang. Tidak semua habitat dibentuk oleh alam. Banyak spesies burung telah menyesuaikan diri dengan keadaan lingkungan baru yang diciptakan manusia. (Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003, Brooke and Birkhead, 1991).

Beberapa spesies burung, misalnya gagak dan camar, dapat digolongkan ke dalam kelompok omnivor, karena pilihan makanannya yang luas. Adaptasi terhadap kebiasaan makan terlihat terutama dalam bentuk paruh (Gambar 22). Pada adaptasi ini ada dua faktor yang memegang peranan penting: jenis makanan (misalnya biji-bijian yang keras atau buah-buahan yang lunak) dan cara makanan itu diperoleh (misalnya dengan jalan memanjat melalui dahan dan mengambil serangga dari celah-celah, atau dengan melakukan terbang terjun-menerkam, dan sebagainya). Pada sejumlah burung, tungkai mereka penting untuk mencari makanan, seperti pada cakar burung hantu (*Strigiformes*) dan burung pemangsa pada siang hari (*Falconiformes*) yang digunakan untuk menangkap dan mencengkeram mangsa (Ensiklopedia Fauna, 2003, Brooke and Birkhead, 1991).



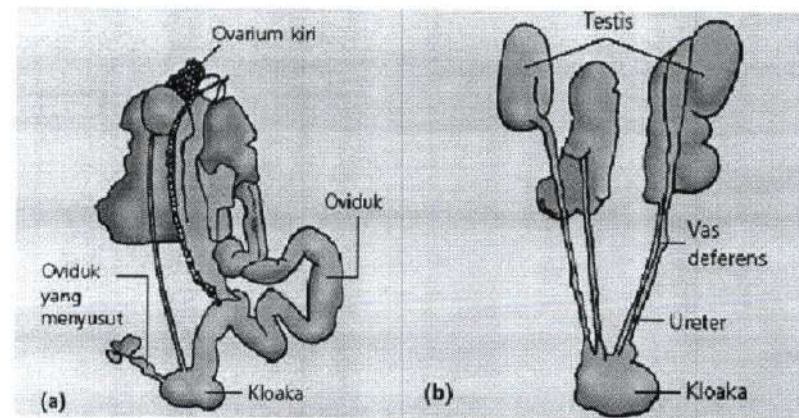
Gambar 22. Paruh burung sebagai bentuk adaptasi terhadap jenis makanan

### Perkembangbiakan

Burung biasanya menunjukkan perilaku yang sangat kompleks, terutama selama musim kawin, ketika mereka terlibat dalam ritual percumbuan yang rumit. Karena telur-telur memiliki cangkang saat dikeluarkan, fertilisasi harus berlangsung secara internal. Kopulasi biasanya melibatkan kontak antarventilasi pasangan, bukaan kloaka dari pasangan yang kawin. Setelah telur dikeluarkan, embrio burung harus dijaga agar tetap hangat dengan dierami oleh induk betina, induk jantan, atau keduanya bergantung pada spesiesnya.

Sebagian besar dari spesies burung adalah bersifat monogami, yaitu mengikat hubungan pasangan selama satu musim mengeram, atau seumur hidup. Akan tetapi ada beberapa spesies yang poligami; poliandri jarang dijumpai. Pada beberapa spesies burung, peranan jantan dan betina terbalik, kecuali tentunya pada waktu kawin dan bertelur. Dalam keadaan demikian yang betinalah merupakan pasangan yang dominan dan biasanya juga lebih besar dan warnanya lebih indah daripada yang jantan.

Untuk menghindarkan diri dari pemangsa beberapa spesies, khususnya burung laut yang hidup berkelompok mengeram pun dalam lingkup koloni yang besar dan sarangnya berdekatan sekali satu sama lain.

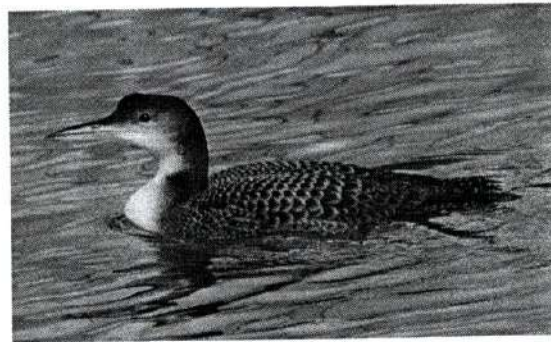


Gambar 23. Alat reproduksi betina (a) dan jantan (b) pada burung

## JENIS-JENIS BURUNG

### GAVIIFORMES

Burung titihan pecuk (famili *Gaviidae*) mempunyai daerah penyebaran yang luas di daerah Arktik. Kelompok burung ini mencari mangsa dengan menyelam dikenal sebagai burung-penyelam-utara yang mencakup 4 spesies. Badannya cukup besar, Ekornya pendek, tungkai dan kakinya kuat dan memiliki selaput di antara ketiga jari depan. Paruhnya kekar, panjang dan runcing. Burung ini sulit bergerak di darat dan corak Bergeraknya di luar air ialah dengan mendorong dirinya sendiri. Karena adaptasi untuk berenang dan sayapnya yang kecil, titihan pecuk mengalami kesulitan untuk tinggal landas dan perlu mengambil jarak yang cukup panjang untuk mencapai kecepatan yang cukup sebelum tinggal landas. Burung ini tergolong spesies agak besar. panjangnya sampai 91 cm. (Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003, Brooke and Birkhead, 1991).



Gambar 24. Burung jenis *Gavia immer* (burung penyelam utara biasa)

## DIOMEDEIDAE

Burung laut famili *Diomedidae* dikenal dengan burung laut pelayang dicirikan dengan paruh berbentuk tabung.

Burung ini lebih dikenal dengan nama Albatros, bersayap panjang, memiliki bulu putih atau cokelat dengan warna cokelat lebih tua pada sayap, punggung, dan ekor. Kepalanya besar dan paruhnya berbentuk kait kokoh dengan lubang hidung berhubungan dengan tabung itu. Burung ini memiliki kecenderungan untuk hidup berkelompok dan makan hampir segala macam hewan laut yang dapat dijumpai di permukaan air.

Panjang badan burung ini sangat beragam, mulai 68–135 cm, tetapi di angkasa burung ini tampak lebih besar karena sayapnya yang panjang. Yang paling besar, albatros raksasa (*Diomedea exulans*), memiliki bentang sayap paling lebar di antara semua burung, yakni sekitar 3,50 m. Sayap demikian sangat efisien, tetapi sulit untuk digerakkan naik-turun, dan menuntut kecepatan angin yang relatif tinggi agar dapat berfungsi lancar. (Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003, Brooke and Birkhead, 1991) . Hanya terdapat 2 genus, yang berbeda dalam sejumlah ciri yang menyangkut struktur tubuhnya, dan berkaitan dengan panjang ekor, yakni: *Diomedea* yang memiliki 12 spesies, dan *Phoebetria* yang hanya 2 spesies. Kebanyakan albatros hidup di samudera di belahan bumi

# **BAGIAN TUJUH**

# MAMALIA

---

Binatang menyusui atau Mamalia (*Mammalia* = hewan menyusui), suatu kelas *Vertebrata* atau hewan bertulang belakang yang merupakan kelompok tertinggi derajatnya dalam dunia hewan. Pertama timbul pada akhir zaman Trias dari moyang terapsida, Mereka dicirikan dengan adanya kelenjar susu, yang pada betina menghasilkan susu sebagai sumber makanan anaknya. Dengan kelenjar susu yang dimilikinya sehingga dapat mengasuh anak secara intensif yaitu dengan menyusui. Ciri lain adalah rambut, tiga tulang telinga tengah yang digunakan dalam pendengaran, dan wilayah neokorteks di otak, dan tubuh yang endoterm atau "berdarah panas" (homoiotherm). Hewan ini memiliki anggota tubuh yang efisien dan tempo pertukaran zat yang tinggi sehingga mampu bergerak dengan kuat dan cepat. Pertukaran zat diperbaiki oleh perubahan dalam sistem pembuluh darah, adanya bulu, pemisahan saluran pernapasan dan makanan dan suatu rongga dada yang mengalami kekhususan. Keserbabisaan ini dikombinasi dengan kemampuan hewan untuk sekaligus menempati berbagai *niche* (relung) ekologis. Ditemukan hidup dari daerah kutub hingga ekuator, baik yang hidup secara nokturnal maupun yang hidup diurnal.

Selain itu, beberapa mamalia hibernasi selama periode waktu ketika sumber daya yang langka, seperti selama musim dingin. Hewan vertebrata dari golongan mamalia yang hidup di dalam air tetap bernapas dengan paru-paru. Hal itu tampak jelas pada cara bernapasnya, misalnya paus. Setiap saat paus muncul ke permukaan air untuk menghirup udara sebanyak-banyaknya sampai paru-parunya penuh sekali, yaitu sekitar 3.350 liter. Setelah itu, paus akan menyelam kembali ke dalam air. Dengan udara sebanyak itu, paus mampu bertahan selama kira-kira setengah jam di dalam air. Pada saat muncul kembali di permukaan air, hasil oksidasi biologi dihembuskan melalui lubang hidung, seperti pancaran air mancur. Sisa oksidasi ini berupa karbon dioksida yang jenuh dengan uap air yang telah mengalami pengembunan (*kondensasi*).

#### **DISTRIBUSI DAN KLASIFIKASI MAMALIA**

Mamalia terdiri lebih dari 5.400 species, tersebar sekitar 1.200 genera, kurang lebih 3000 species yang diketahui dan 2000 lainnya sudah mengalami kepunahan. Mereka tersebar dalam 425 keluarga dan hingga 46 ordo, meskipun hal ini tergantung klasifikasi ilmiah yang dipakai (Bininda dkk, 1999). Mereka menghuni setiap benua dan telah dijajah berbagai relung termasuk padang rumput, lahan basah, semak belukar, laut dan lautan, di bawah tanah, hutan, gunung, daerah kutub dan gurun.

Ukurannyapun berbeda-beda, dari yang terkecil kurang dari 5 cm (tikus kecil) yang besar adalah gajah dan yang paling besar adalah ikan paus (*Belanophora musculus*) yang bisa mencapai panjang 8 meter dengan berat 115 ton (Corbet and Hill, 1992).

Mamalia adalah salah satu dari enam kelompok dasar binatang. Beberapa yang lebih dikenal kelompok mamalia termasuk karnivora, hewan pengerat, gajah, marsupial, kelinci, kelelawar, primata, segel, trenggiling, cetacean. Secara filogenetik, yang disebut Mamalia adalah semua turunan dari nenek moyang monotremata (seperti echidna) dan mamalia therian (berplasenta dan berkantung atau marsupial). Mamalia dibagi menjadi tiga kategori utama tergantung bagaimana mereka dilahirkan. Kategori-kategori ini adalah monotremes, marsupial dan plasental. Kecuali untuk lima spesies monotremes (yang bertelur), semua spesies mamalia melahirkan. Kebanyakan mamalia juga memiliki gigi khusus, dan kelompok terbesar dari mamalia, placentals, menggunakan plasenta selama kehamilan. Otak mamalia mengatur sistem endotermik dan peredaran darah, termasuk jantung empat bilik. Mamalia terdiri dari *Monotremata* (hewan berkloaka atau mamalia petelur). *Marsupialia* (hewan berkantung atau hewan dengan kantung tempat anaknya tinggal beberapa waktu sesudah lahir) dan mamalia plasental disebut juga

*Placentalia* (hewan yang memberi makan pada janin melalui plasenta sejati) (Castro and Huber, 1992).

### TEORI ASAL USUL MAMALIA

Evolusionis menyatakan bahwa semua spesies mamalia berevolusi dari satu nenek moyang yang sama. Teori evolusi menyatakan bahwa beberapa makhluk rekaan yang muncul dari laut berubah menjadi reptil dan bahwa burung berasal dari reptil yang berevolusi. Menurut skenario yang sama, reptil bukan hanya nenek moyang burung, melainkan juga nenek moyang mamalia. Meskipun struktur reptil dan mamalia sangat berbeda. Reptil bersisik pada tubuhnya, berdarah dingin dan berkembang biak dengan bertelur; sedangkan mamalia memiliki rambut pada tubuhnya, berdarah panas dan bereproduksi dengan melahirkan anak. Selain dari itu, rahang mamalia hanya terdiri dari satu tulang rahang dan gigi-gigi ditempatkan pada tulang ini. Rahang reptil memiliki tiga tulang kecil pada kedua sisinya. Satu lagi perbedaan mendasar, mamalia memiliki tiga tulang pada telinga bagian tengah (tulang martil, tulang sanggurdi dan tulang landasan); sedangkan reptil hanya memiliki satu tulang. Evolusionis menyatakan bahwa rahang dan telinga bagian tengah reptil berevolusi sedikit demi sedikit menjadi rahang dan telinga mamalia. Meski demikian evolusionis tak mampu menjelaskan bagaimana perubahan ini terjadi. Khususnya,

pertanyaan utama yang tetap tidak terjawab adalah bagaimana telinga dengan satu tulang berevolusi menjadi telinga dengan tiga tulang, dan bagaimana pendengaran tetap berfungsi selama perubahan ini berlangsung (Yahya, 2001).

#### **CIRI-CIRI MAMALIA.**

1. Sebagian besar mamalia melahirkan keturunannya, meski ada beberapa mamalia yang tergolong ke dalam Monotremata yang bertelur. Pada mamalia betina mempunyai kelenjar kulit di sisi bawah tubuh (di dada, perut atau bahkan di ketiak), yang mengeluarkan susu sesudah melahirkan. Kelenjar susu menyerupai kelenjar keringat dan kemungkinan berasal dari kelenjar itu.
2. Mamalia memiliki integumen yang terdiri dari 3 lapisan: paling luar adalah epidermis, yang tengah adalah dermis, dan paling dalam adalah hipodermis. Epidermis biasanya terdiri atas 30 lapis sel yang berfungsi menjadi lapisan tahan air. Sel-sel terluar dari lapisan epidermis ini sering terkelupas; epidermis bagian paling dalam sering membelah dan sel anaknya terdorong ke atas (ke arah luar). Bagian tengah, dermis, memiliki ketebalan 15-40 kali dibanding epidermis. Dermis terdiri dari berbagai komponen seperti pembuluh darah dan kelenjar.

Hipodermis tersusun atas jaringan adiposa dan berfungsi untuk menyimpan lemak, penahan benturan, dan insulasi. Ketebalan lapisan ini bervariasi pada setiap spesies (Carwardine, 1995).

3. Tubuh mamalia diliputi bulu atau rambut yang lepas secara periodik. Rambut dapat berupa bentuk, mulai dari duri, untuk alis mata, bulu mata, bulu dan bahkan kumis. Pada ikan paus hanya ada beberapa helai bulu di tenggorokan, yang kemudian hilang setelah dewasa. Setiap bulu merupakan kepanjangan serat seluler yang berisi udara. Setiap bulu tumbuh dari suatu kantung bulu dalam kulit. Kantung-kantung bulu terletak miring sehingga bulu terletak pada arah tertentu. Kantung-kantung ini dilengkapi kelenjar palit yang mengeluarkan zat semacam minyak (*sebum*), yang menyebabkan bulu mengkilap. Biasanya pada setiap individu ada beberapa tipe bulu, baik bersamaan (bulu bawah yang tebal, rapat satu di atas yang lain, dan bulu penutup yang lebih jarang, lebih kasar atau tajam menusuk), maupun terpisah (seperti bulu halus, tidak berpigmen di sisi bawah tubuh). Bulu dapat dibuat berdiri karena otot-otot di dalam kulit. Ada bulu tertentu yang kaku lengkap dengan saraf. Fungsinya sebagai alat peraba, khusus di kepala, misalnya bulu misai (Koepfli dkk, 2008).

4. *Homoiothermia* atau hewan 'berdarah panas'. Pada mamalia suhu tubuh ini dipertahankan pada suatu tingkat yang agak tetap (berkisar  $36^{\circ}\text{C}$ ), sehingga kebanyakan mamalia secara teoretis sanggup melakukan aktivitas, walaupun pada suhu lingkungan yang sangat rendah. *Homoiothermia* merupakan spesialisasi dasar bagi mamalia yang senantiasa menuntut tempo pertukaran zat yang terus-menerus tinggi dan sekaligus juga memerlukan isolasi baik dalam bentuk tutup bulu serta merupakan suatu lapisan isolasi antara kulit dan udara luar. Dalam udara dingin bulu berdiri, dan dengan demikian, tebal lapisan isolasi menjadi lebih besar. Di udara panas, maka panas yang berlebihan disalurkan ke luar melalui kelenjar keringat yang juga merupakan ciri khas mamalia. Adanya suhu tubuh yang terus-menerus tinggi memungkinkan hewan bersangkutan memanfaatkan lingkungan yang dingin bahkan lingkungan kutub dan memperlihatkan aktivitas tanpa bergantung pada suhu luar.
5. Sistem peredaran darah mamalia paling kompleks dan sempurna dibandingkan hewan lain. Cor (jantung) sempurna terbagi atas empat ruangan dengan dua bilik dan dua serambi. Dengan demikian maka kedua peredaran darah yakni ke paru-paru dan ke tubuh terpisah sama sekali. Alat peredaran

darahnya terdiri dari jantung dan pembuluh darah. Jantung mamalia terdiri dari empat ruang, yaitu serambi kiri, serambi kanan, bilik kiri, dan bilik kanan. Keempat ruang jantung tersebut dibatasi oleh sekat yang sempurna. Sistem peredaran darah mamalia merupakan sistem peredaran darah ganda tertutup. Burung dan buaya masing-masing sudah mengembangkan jantung dengan empat bilik, tetapi vertebrata lainnya hanya memiliki dua atau tiga bilik, sedangkan bagian bilik jantung sebagian terpisah, hingga terjadi pencampuran darah di dalam jantung. Peredaran darah ganda ditinjau dari segi pertukaran zat sangat efektif, hingga membantu *homiothermia*. Hal ini membantu mamalia untuk mengatur suhu tubuh mereka. Hal ini juga meningkatkan metabolisme mereka, membantu untuk mendukung aktivitas otot mereka, dan meningkatkan daya tahan mereka (Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna, 2003).

6. Otak pada mamalia, khususnya pada *Primata*, mengalami perkembangan yang baik. Ini memberi kepandaian intelektual yang beragam untuk memanfaatkan lingkungan baru, serta kesempatan yang dibuka oleh *homiothermia*.
7. Cranium (tulang tempurung kepala) memiliki dua occipitale condyle; vertebrae leher biasanya terdiri dari 7 ruas. Berbeda pada reptilia dan burung yang

jumlah ruas tulang belakang leher sangat berbeda-beda.

8. Rongga dada sudah berspesialisasi. Pada mamalia tulang iga terbatas pada hanya sebagian tulang belakang. Iga pinggang yang terdapat pada banyak reptilia menghilang dan ada iga lain yang muncul dan berhubungan dengan ruas tulang belakang. Di sebelah depan kebanyakan iga berhubungan dengan tulang dada dengan perantaraan tulang rawan. Tulang dada ini tebal dan pipih dan sedikitnya sebagian mempunyai fungsi pelindung. Rongga dada di sisi belakang dibatasi oleh suatu sekat otot yakni diafragma. Semua ciri tadi memperkuat dada dan meningkatkan keteraturan pernapasan.
9. Terdapat tonjolan ganda di belakang kepala. Adanya di bawah lubang tulang belakang kepala (*foramen magnum*) yang menghubungkan tengkorak dengan tulang belakang. *Vertebra* leher pertama (*atlas*) berbentuk cincin dan tidak memiliki badan (*centrum*) sedang yang kedua (*epistropheus*) mempunyai tonjolan berbentuk gigi, tempat *atlas* berputar. Dengan adanya dua tonjolan sendi maka stabilitas kepala ditingkatkan, tetapi kemampuan menggerakkan kepala berkurang. Hal ini diimbangi dengan bertambahnya kemampuan ruas-ruas tulang

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander I. Oparin, Origin of Life. 1936. NewYork: Dover Publications, 1953 (Reprint), p.196.
- Alexandre Jimenez. MP. 1994. Teaching Evolution and Natural Selection J. Res. Sci. Teach. 31(5) 1994:519-535.
- Anonim. 1994. Evolution Special Issue. Natural History 6:1-94.
- Anonim. 2000. [www.seaworld.org/seaturtle](http://www.seaworld.org/seaturtle). Diakses tanggal 09 November 2012
- Anonymous. 2008. [Journal/item/4](http://maqdhiatusunindra4.multiply.com). (online) <http://maqdhiatusunindra4.multiply.com>. Diakses tanggal Diakses tanggal 10 November 2009.
- Anonymous. 2008. Mekanisme Khayalan Teori Evolusi. (online). <http://astaqauliyah.com>. Diakses tanggal 09 November 2009.
- Anonymous. 2008. Mekanisme-Darwin.(online) [http: //komputertest.blogspot.com](http://komputertest.blogspot.com). Diakses tanggal 09 November 2012
- Anonymous. 2009. Atikel kimia biokimia, isolasi geografis memicu evolusi mikrobatermofilik. (online).

- <http://www.chem-is-try.org>. Diakses tanggal 09 November 2012.
- Anonymous. 2009. Wikievolusi. (online). <http://id.wikipedia.org>. Diakses tanggal 09 November 2009.
- Anonymous. 2016. <http://eesc.columbia.edu/courses/v1001/images/archheilpidg.gif>. Diakses pada tanggal 10 Maret 2106.
- Appleman, P. (editor). 1970. Darwin. W.W. Norton & Company. New York.
- Ayala, F. 1987. Molecular Evolution. Sunderland. Sinauer Assoc. Inc.
- Barlow, C. 1995. Evolution Extended. Cambridge: MIT Press.
- Bininda-Emonds OR, Gittleman JL, Purvis A. 1999. "Building large trees by combining phylogenetic information: a complete phylogeny of the extant Carnivora (Mammalia)". *Biol Rev Camb Philos Soc* 74 (2): 143–75.
- Brooke, M. and T. Birkhead. 1991. The Cambridge Encyclopedia of Ornithology. Cambridge University Press. Australia.

- Burhanuddin AI. 2014. Ikhtiologi, ikan dan segala Aspek kehidupannya. Deepublish, Jogjakarta.
- Burhanuddin, AI. 2010. Ikhtiologi, ikan dan segala Aspek kehidupannya. Yayasan Citra Emulsi. Makassar.
- Burnie, D. 1999. Get a Grip on Evolution. The IVY PRESS.
- Campbell, Reece, Mitchell. Biologi (Terjemahan). Edisi Ke lima Jilid 2. Jakarta. Erlangga.
- Cartono. 2005. Biologi Umum untuk Perguruan Tinggi LPTK. Bandung; Prisma Press.
- Cartono. 2008. Teori Evolusi. Mengungkap Rahasia Evolusi Mahluk Hidup. Bandung. Prisma Press Proaktama.
- Carwardine, M. 1995. *Whales, Dolphins and Porpoises*. The visual guide to all the world's cetaceans, Eyewitness Handbook. London.
- Castro, P and M.E. Huber. 1992. *Marine Biology*. Moaby-Yearbook, Inc. USA.
- Colby, C. 1997. *Introduction to Evolutionary Biology*. Talk. Origins. Archive.
- Corbet, G.B. and J.E. Hill. 1992. *The Mammals of Indomalayan Region, a systematic review*. Natural History Museum Publication, Oxford University Press. 201-203.
- Corebima, tanpa tahun. Evolusi Makhluk Hidup. IKIP. Malang.

- Currie, P.J. 1991. *The Flying dinosaurs*. Red Deer College Press. Canada.
- Darwin, Charles. 2002. *The Origin Of Spesies Asal-usul Spesies*. Ikon Teralitera. Yogyakarta.
- Dobzhansky, T, Ayala, T. F. J. Stebbins, G. I, and Valentine, J. W. 1977. *Evolusi San Francisco*: W. H. Freeman.
- Endler, J.A. 1992. Natural Selection: Current Usages. Dalam E.F. Keller dan E.A. Lloyd (editor). *Keywords in Evolutionary Biology*. Harvard University Press. Cambridge.
- Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna. 2003. *BURUNG*. PT Ikrar Mandiriabadi Jakarta.
- Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna. 2003. *IKAN*. PT Ikrar Mandiriabadi Jakarta.
- Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna. 2003. *MAMALIA*. PT Ikrar Mandiriabadi Jakarta.
- Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna. 2003. *REPTIL*. PT Ikrar Mandiriabadi Jakarta.
- Fabian, A.C. 1998. *Evolution: Society, Science, and The Universe*. Cambridge University Pers. Cambridge.
- Furness, R.W.; P. Monaghan. *Seabird ecology*. Chapman & Hall, New York.

- Futuyama, D. J. 1981. *Evolutionary Biology*, Sunderland Massachusetts: Sinauer Publ.
- Gallant, D., L. Vasseur, & C.H. Bérubé. (2007). Unveiling the limitations of scat surveys to monitor social species: a case study on river otters. *Journal of Wildlife Management* 71:258–265.
- Graebner, Theodore. 2008. *Evolution*. Biblio Bazaar. Wahington DC.
- Hanes, J. 1997. *What is Darwinism?*. Talk. Origins. Archive.
- Hendrikson, J. R. 1982. Nesting Behavior of Sea Turtle with Emphasis on Physical and Behavior Determinants of Nesting Succes or Failure. *dalam* Bjorndal, K., 1982. *Biology and Conservation of Sea Turtle*. Smithsonian Institute Press. Washington, D. C.
- Hirth, H. F. 1980. Some Aspect of the Nesting Behavior and Reproductive Biology of Sea Turtle. *American Zoology*. Vol. 20.
- Holmes, D. And S. Nash. 1991. *The birds of Java and Bali* . Oxford University Press. Oxford, New York; 109 pp.
- Jeffrey Bada, *Earth*, February 1998, p. 40
- Klaus Dose, "The Origin of Life: More Questions Than Answers", *Interdisciplinary Science Reviews*, Vol 13, No. 4, 1988, p. 348

- Koepfli KP, Deere KA, Slater GJ, *et al.* 2008. "Multigene phylogeny of the Mustelidae: resolving relationships, tempo and biogeographic history of a mammalian adaptive radiation". *BMC Biol.* **6** (1): 4–5.
- Kruuk, H. 2007. *Otters: ecology, behaviour and conservation*. Oxford Biology. 99–116.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach and R.R. Miller 1962. *Ichthyology*. The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan: 545 pp.
- Mader, S. S. 2001. *Biology*. Seventh edition. McGraw-Hill. Boston.
- Mayr, Ernst. 2002. *What Evolutions*. Basic Books: California.
- Moran, L. 1997b. *What is Evolution?*. Talk. Origins. Archive.
- Moran, L. 1997c. *Random Genetic Drift*. Talk. Origins. Archive.
- Moran, L. 1997d. *Evolution is a Fact and a Theory*. Talk. Origins. Archive.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of The World*. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Nontji. 2002. *Laut Nusantara*.
- Penny, Malcolm. 1991. *Alligators and Crocodiles*. Anness Publishing Ltd. London.

- Pough, F.H.; J.B. Heiser; W.N. McFarland. 1989. *Vertebrate Life*. 3<sup>rd</sup> ed. Macmillan. Publishing Company, New York.
- Radiopoetro. 1985. *Zoologi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ridley, Mark. 2004. *Evolution*. Wiley-Blackwell. Maldem, USA.
- Smith. J. M. 1989. *Evolutionary Genetic*. Oxford. Univ. Press.
- Sukadana, A. A. 1983. *Antropologi-Ekologi*. UNAIR Press. Malang.
- Sumanto. 1987. *Evolusi*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Waluyo, Lud. 2004. *Evolusi Organic*. UMM Press. Malang.
- Waluyo, Lud. 2010. *Miskonsepsi dan Kontroversi evolusi serta Implikasinya pada pembelajaran*. UMM Press. Malang.
- Wells, Jonathan. 2002. *Icons of Evolution Science or Myth? Why Much of What We Teach About Evolution Is Wrong*. Regnery Publishing. Washington DC.
- White, T. D. 1980. *Evolutionary implication of Pliocene hominid footprint*. Science 2008.

Wynneken, J. 2001. The Anatomy of Sea Turtles. U. S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC- 470, 1- 172 pp.

Yahya, H. 2001. Keruntuhan Teori Evolusi: Membongkar Manipulasi Ilmiah di Belakang Teori Evolusi Darwin dan Motif-motif Ideologisnya, Dzikra, Bandung.

Yatim,W. 1996. Genetika, Penerbit Tarsito, Bandung.

## GLOSARIUM

- Adaptasi : Perubahan diwariskan yang meningkatkan peluang organisme untuk bertahan hidup dan menghasilkan keturunan yang fertil
- Anagenesis : Bentuk evolusi yang mengubah satu spesies menjadi spesies lain tanpa membentuk species tambahan
- Anatomi : Suatu ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berkenaan dengan sifat-sifat struktur dari makhluk hidup
- Anguillaform : Bentuk tubuh seperti ular
- Asam amino : Senyawa pembentuk protein yang mengandung nitrogen
- Asam nukleat : Molekul organik yang menyimpan informasi genetik. Pada kebanyakan makhluk hidup, selain beberapa virus, molekul penyimpan itu adalah DNA
- Aves : Nama latin untuk kelas burung
- Archeopteryx : Fosil burung tertua, 150 juta tahun lalu
- Archus vicalis : Tempat insang
- Buccal funnel : Rongga yang berbentuk corong pada mulut
- Bulbus : Gembungan pangkal arteri pada

arteriosus	ventrikel kiri yang memiliki tiga saluran di antaranya aorta, arteri paru dan arteri kepala
Carnivore	: Hewan pemakan daging
Cranium	: Tulang tempurung kepala
Caudal fin	: Sirip ekor
Chondrichthyes	: Kelompok ikan bertulang rawan seperti hiu, pari dan hiu hantu (chimaera).
Cyclostomata	: Ikan primitive yang memiliki mulut bundar
Darwinisme	: Pandangan yang disampaikan oleh Charles Darwin, bahwa spesies berkembang sebagai hasil dari seleksi alam yang bekerja pada variasi yang diwariskan
DNA	: Asam Deoksiribonukleat. Pada semua organisme, selain beberapa virus, DNA ialah sumber informasi genetik
Evolusi	: Proses-proses yang terjadi berangsur-angsur di masa silam menuju ke keadaan berikutnya secara bertahap dan teratur
Epidermis	: Bagian tubuh yang berhubungan langsung dengan lingkungan dan sistem somatis

Ekologi	: Ilmu yang mengkaji tentang seluk beluk lingkungan dan timbal balik mahluk hidup di dalamnya
Elasmobranchii	: Kelompok ikan bertulang rawan seperti hiu dan pari
Filogeni	: Catatan sejarah evolusi dari sekelompok mahluk hidup. Filogeni sering dinyatakan dalam grafik, sebagai pohon evolusi
Foramen Magnum	: Tulang belakang kepala
Gen	: Unit pewarisan sifat. Gen merupakan urutan spesifik DNA yang mengandung informasi yang diperlukan untuk membuat suatu protein
Genetic drift	: Perubahan secara kebetulan dalam frekuensi alel suatu kumpulan gen
Gill Arches	: Lengkung insang
Gillslits	: celah insang
Gill Clefts	: sekat pelat tulang
Homologi	: Pola atau rancangan tubuh yang sama sebagai akibat dari nenek moyang yang sama
Habitat	: Suatu kondisi lingkungan tempat organisme hidup

Integumen	: Kulit beserta derivat-derivatnya
Ikhtiologi	: Ilmu yang mempelajari ikan dan segala aspek kehidupannya
Kepunahan	: Hilangnya suatu spesies atau kelompok spesies secara permanen
Klade	: Nenek moyang spesies, bersama semua keturunannya, baik masih hidup ataupun sudah punah
Karapax	: Perisai punggung pada reptil
Lamarckisme	: Teori evolusi yang dikemukakan oleh Jean-Baptiste de Lamarck
Lapisan tanduk	: Lapisan pencegah hilangnya air dari tubuh hewan-hewan tetrapoda, sebagai adaptasi terhadap kehidupan daratan (keratin)
Mamalia	: Hewan bertulang belakang yang merupakan kelompok tertinggi derajatnya dalam dunia hewan, dicirikan dengan adanya kelenjar susu, yang pada betina menghasilkan susu sebagai sumber makanan anaknya.
Marsupialia	: Hewan berkantung atau hewan dengan kantung tempat anaknya tinggal beberapa waktu sesudah lahir
Makroevolusi	: Perubahan yang lebih besar, misalnya

- yang menyebabkan terbentuknya spesies baru
- Mikroevolusi : Perubahan di dalam populasi, yang hanya berupa perubahan frekuensi alel
- Monotrema : Mamalia bertelur
- Mesonephros : Ginjal bagian pada bagian belakang
- Myxinidae : Ikan laut mirip belut yang merupakan salah satu dari dua family ikan tak berahang yang masih hidup
- Nostril : Lubang hidung
- Neurocranium : Tulang-tulang yang menyokong otak
- Notochord : Struktur berbentuk sumbu primitif. Disebut juga korda dorsalis; sumbu penyokong tubuh primer terdapat pada masa embrio awal, kemudian mengalami penulangan membentuk sumbu penyokong berupa tulang punggung.
- Ornitologi : Ilmu yang mempelajari tentang burung dan segala aspek kehidupannya
- Operculum : Tutup insang
- Osteichthyes : Ikan bertulang sejati
- Placentalia : Hewan yang memberi makan pada janin melalui plasenta sejati

- Plumulae : Bulu halus yang terdapat di bawah plumae, sebagai isolasi atau pelindung dari panas tubuh
- Plumae : Bulu kasar pada burung
- Plastron : Perisai perut pada reptil
- Pronerphos : Ginjal bagian depan pada bagian belakang
- Punctuated equilibrium : Salah satu teori yang diajukan untuk menjelaskan mekanisme makroevolusi berdasarkan pola yang terekam dalam catatan fosil
- Poikilotherm : Hewan berdarah dingin yang menyesuaikan suhu darahnya secara bebas dan berintraksi dengan suhu lingkungan
- Reptil : Salah satu kelas hewan bertulang belakang, berkaki empat pertama yang menyesuaikan diri dengan hidup penuh di daratan dan menurut pengikut evolusionis bahwa dari reptilialah timbul burung dan mamalia
- Respirasi : Pernapasan; proses pengikatan oksigen dan pengeluaran karbondioksida oleh darah melalui alat pernapasan

- Spesies : Suatu kelompok organisme yang memiliki sifat genetis yang sama, dapat melakukan perkawinan dan menghasilkan keturunan yang fertil
- Seleksi alam : Proses pasif dari seleksi yang memilih variasi-variasi pada organisme
- Seleksi buatan : Seleksi yang dilakukan dengan sengaja oleh manusia terhadap suatu organisme
- Servical : Vertebrae leher
- Taxonomi : Ilmu yang mengidentifikasi makhluk hidup, dan mengklasifikasikannya berdasarkan garis evolusi
- Teori Evolusi : Telaah tentang proses kehidupan baik secara fisik maupun secara kimiawi yang terjadi secara perlahan lahan sejak masa silam sebelum organisme itu muncul hingga kejadian tersebut berlangsung sampai sekarang
- Thermoregulasi : Pengaturan suhu
- Torax : Tulang dada
- Vertebrate : Tulang belakang
- Zoologi : Cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang hewan



# INDEKS

## A

Acrania, 38, 42  
Adaptasi, 22, 4, 59  
Afrika, 9, 76, 46  
Agnatha, 43, 61  
Alfred, 8, 26  
Amphioxus, 42  
Anatomi, 59  
Anaximander, 3  
Anjing Laut, 41  
Aristoteles, 4, 16, 21  
Arthropoda, 35  
Ascidiacea, 40  
Asia, 9  
Australia, 8, 9, 66, 98, 107,  
112, 46, 52  
Australian, 9, 112  
Aves, vi, 43, 130, 60

## B

*Balaenoptera musculus*, 29, 30  
Balanoglossus, 39

Beagle, 26  
Belanda, 53  
Biologi, v, 53  
Bleeker, 53  
Burhanuddin, iii, iv, vi, 5, 8,  
10, 34, 53, 55, 60, 61, 62,  
65, 68, 69, 75, 85, 52, 73, 74

## C

Cartono, 22, 23, 29, 53  
Charles, 5, 14, 20, 24, 25, 26,  
53, 61  
Chelonia, 89, 107, 110, 114  
Chodrichtyes, 43  
Chordata, 36, 37, 38, 55, 117  
Colunae, 43  
Cyclostomata, 63, 61

## D

Darwin, 13, 14, 16, 20, 24,  
25, 26, 29, 30, 51, 52, 53,  
58, 61  
Darwinisme, 61

*Delphinapterus leucas*, 40  
Devonian, 59, 75, 76, 77  
DNA, 27, 29, 59, 61, 62  
Dugong, 48  
Dugongidae, 48

## E

Ekologi, 57, 61  
Empedocles, 3  
*Enhydra lutris*, 50  
Ensiklopedia, 33, 93, 94, 97,  
99, 100, 102, 104, 107, 109,  
122, 123, 136, 138, 2, 4, 5,  
8, 17, 21, 23, 27, 28, 31, 32,  
33, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 54  
Evolusi, 14, 15, 17, 25, 27, 28,  
29, 30, 57, 91, 53, 54, 57,  
61, 68  
Evolusionis, 45, 53, 13

## F

Famili, 35, 64, 70, 71, 73, 117  
Filsafat, 18  
Fixisme, 21  
Fosil, 90, 134, 20, 60

## G

Gajah, 36  
Galapagos, 26, 98  
Gen, 62  
Genetika, 28, 58  
Genus, 5, 35, 83, 107, 47  
Geografis, 8  
Geologis, 8  
Gill Arch, 62

## H

Hewan, 2, 32, 33, 36, 42, 52,  
88, 89, 90, 99, 102, 108,  
116, 117, 130, 10, 35, 37,  
42, 60, 64, 66  
Hipotesis, 25, 42  
Hukum, 28

## I

Ikan, 42, 45, 52, 57, 60, 62,  
65, 66, 67, 69, 71, 73, 23,  
29, 33, 49, 61, 65  
Indonesia, 26, 33, 53, 57, 76,  
93, 94, 97, 99, 100, 102,  
104, 107, 113, 116, 122,  
123, 136, 138, 2, 4, 8, 17,

22, 23, 27, 28, 31, 32, 33,  
35, 36, 37, 38, 40, 42, 54  
Inggris, 8, 25, 26

## J

Jean, 22, 24, 63

## K

Kelas, 5, 35, 62, 68, 117  
Klasifikasi, iv, 34, 104, 139

## L

Lamarck, 22, 23, 24, 45, 63  
Lamarckisme, 23, 24, 63  
Lancelet, 42  
Latimeria, 46, 47, 76  
Latin, 33, 38, 39, 73, 88, 130,  
42  
Laut, i, iii, iv, v, vi, 2, 40, 41,  
56  
Linnaeus, 5, 21, 22, 34

## M

Makanan, 106, 107, 108  
Mamalia, vi, 43, 10, 11, 12,  
14, 19, 20, 21, 22, 25, 44, 64

Meksiko, 9, 28  
Mendel, 27, 28  
Molekul, 59

## N

Nostril, 125, 65  
Notochord, 63, 65

## O

Ordo, 5, 35, 64, 65, 69, 71, 76,  
77, 78, 79, 81, 82, 83, 84,  
89, 91, 116, 117, 29, 44  
Organisme, 21, 26  
Osteichtyes, 43  
Ostracodermi, 52, 55

## P

Paleontologi, 6  
Paleozoic, 48, 78  
Paradigma, 27  
Penyu, 99, 100, 101, 102, 103,  
104, 106, 107, 108, 109,  
110, 111, 112, 113, 114,  
115, 116  
Pieter, 53  
Pisces, vi, 43, 52, 61, 73

Prancis, 6, 23, 24

Prekambrium, 55

## R

Reptil, 88, 13, 66

Reptum, 88

## S

Singa, 40, 41

Spesies, 35, 54, 66, 73, 76, 79,  
82, 83, 104, 106, 44, 53, 67

Spiracle, 69

## T

Taxonomi, 20, 68

Teori, 14, 16, 18, 25, 27, 28,  
55, 13, 53, 57, 63, 68

Testudines, 93

Therapsida, 94, 96

Tunicata, 37, 39

## U

Urochordata, 38, 39, 40, 41

## V

Vertebrata, i, iii, iv, v, vi, 10,  
33, 34, 38, 43, 10

Villee, 5, 7

Visceral, 37

## W

Wallacea, 26

## X

## Y

Yahya, 18, 19, 20, 45, 46, 49,  
54, 56, 14, 57

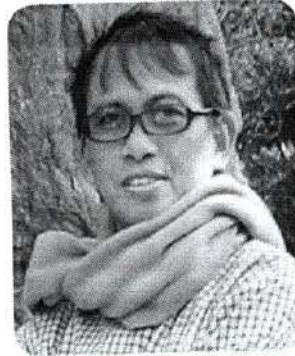
Yunani, 3, 4, 73, 88, 130

## Z

Zaman, 55, 90, 96, 21

Zoologi, 6, 57, 68

## RIWAYAT PENULIS



**Prof. Andi Iqbal Burhanuddin. M. Fish.Sc, Ph.D**

Lahir tanggal 15 Desember 1969 di Sengkang, Wajo, Sulawesi Selatan. Meraih gelar sarjana pada Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin (UNHAS), Makassar pada tahun 1993. Diangkat menjadi tenaga pengajar di jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan- FIKP, Unhas sejak tahun 1994. Tahun 1996 mendapat kesempatan tugas belajar ke Miyazaki University, Japan dan memperoleh gelar Master of Fisheries Science (M.Fish,Sc) pada tahun 1999. Pada tahun

1999 melanjutkan program Doktor di The United Graduate School Kagoshima University, Japan dan memperoleh gelar Ph.D tahun 2003 pada bidang Fish Taxonomy. Mengikuti studi dan pelatihan bidang taksonomi ikan di museum Nationald'Historie Naturelle, PARIS, 2000, di Museum Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden, NEDERLAND, 2000 dan pada Institute of Oceanology, Chinese Academy of Science, CHINA, 2001. Diangkat menjadi Ketua Jurusan Ilmu Kelautan pada tahun 2005 hingga 2010 dan Wakil Dekan bidang kemahasiswaan FIKP-Unhas tahun 2010 hingga 2014. Penulis aktif menulis karya ilmiah di jurnal international maupun nasional mengenai taxonomi ikan dan aktif menuliskan isu kelautan dan isu lingkungan di media massa. Pada tanggal 1 Januari 2008 dikukuhkan sebagai Guru Besar pada bidang Taksonomi ikan di Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Saat ini berpangkat lektor kepala (IVb).

Andi Iqbal Burhanuddin menikah dengan Prof. Ir. Sri Rachma Aprilita Bugiwati, M.Sc., Ph.D pada tahun 1995, dan dikaruniai dua orang putri, A. Meiliiqa Rachmi Mutia Larasati (Mutia) dan A. Apriliiqa Megumi Adhila Larasati (Megumi).

E-mail: iqbalburhanuddin@yahoo.com