

# Sejarah Perkembangan Teori Evolusi Makhluk Hidup

Drs. Rusna Ristasa, A



## PENDAHULUAN

---

**S**ebenarnya Darwin bukan merupakan orang pertama yang menyampaikan gagasan evolusi, kita dapat menelusurinya kembali sampai ke zaman Yunani kuno; Thales, Anaximander, Phytagoras, Xantus, Empedocles, dan yang lainnya. Namun, kalau konteks evolusi diangkat ke dalam suatu tema diskusi, sosok Charles Darwin akan selalu hadir menjadi tokoh sentral di dalamnya. Mengapa demikian?

Darwin merupakan orang pertama yang mampu menyajikan kasus-kasus yang meyakinkan mengenai evolusi. Darwin juga mampu menghubungkan apa yang sebelumnya dilihat sebagai suatu kumpulan fakta membingungkan dan tidak saling berkaitan menjadi suatu pandangan mengenai kehidupan. Berbagai topik yang populer dalam biologi telah ia ketengahkan, besarnya keanekaragaman dalam organisme, asal-usul organisme dan kekerabatan, kemiripan dan ketidakmiripan, penyebaran geografis dan adaptasi dengan lingkungan.

Untuk membuktikan kebenaran gagasan Darwin ini, para saintis berlomba-lomba melakukan perburuan terhadap bukti-bukti baru, suatu pekerjaan yang nampaknya tidak akan pernah usai.

Modul ini merupakan modul pertama dari mata kuliah evolusi dan sistematika makhluk hidup yang harus Anda baca dan kuasai sebelum melangkah ke modul berikutnya. Modul ini merupakan landasan bagi modul-modul selanjutnya tanpa penguasaan yang mantap akan modul ini, Anda akan mengalami kesulitan dalam menangkap arti dan isi dari materi modul-modul selanjutnya. Oleh karena itu, kuasai dengan cermat modul ini, sehingga pemahaman Anda terhadap modul-modul yang lain akan menjadi lebih mudah.

Setelah menyelesaikan modul ini diharapkan Anda mampu menjelaskan pandangan evolusi sebelum masa Darwin, pandangan evolusi menurut Darwin yang didasarkan pada bukti-bukti, dan pandangan evolusi menurut agama serta sains. Secara lebih rinci lagi, setelah proses pembelajaran selesai diharapkan Anda dapat:

1. menjelaskan pengertian evolusi;
2. menjelaskan evolusi pra-Darwin ditinjau dari perspektif dan agama;
3. menjelaskan pandangan evolusi menurut Lamarck;
4. menjelaskan penelitian dan temuan Darwin;
5. menunjukkan bukti-bukti evolusi;
6. menjelaskan pandangan evolusi pasca-Darwin menurut perspektif agama dan sains.

Dengan menguasai tujuan di atas, Anda akan memiliki pandangan yang komprehensif tentang sejarah perkembangan teori evolusi makhluk hidup. Untuk pencapaian tujuan tersebut, modul ini diorganisasikan menjadi tiga kegiatan belajar:

1. Kegiatan Belajar 1: Pandangan Evolusi Sebelum Masa Darwin.
2. Kegiatan Belajar 2: Pandangan Evolusi Menurut Darwin.
3. Kegiatan Belajar 3: Pandangan evolusi menurut Agama dan Sains.

Untuk keberhasilan Anda dalam belajar, ikutilah semua petunjuk dengan cermat, baca uraian berulang-ulang, dan contoh lain yang serupa, kerjakan latihan secara disiplin dan baca rangkuman sebelum mengerjakan tes formatif. Jika Anda menunjukkan disiplin yang tinggi dalam belajar, Anda pasti berhasil dan secara berangsur-angsur Anda akan menjadi mahasiswa yang mampu Mandiri, Selamat Belajar!

## Kegiatan Belajar 1

### Pandangan Evolusi Sebelum Masa Darwin

**B**iologi mengalami kematangan pada tanggal 24 November 1859, pada saat Charles Darwin menerbitkan buku *On The Origin of Species by Means of Natural Selection*. Buku tersebut menyajikan kasus-kasus yang meyakinkan tentang evolusi dan telah dapat menghubungkan apa yang sebelumnya dilihat sebagai suatu kumpulan fakta membingungkan dan tidak saling berkaitan menjadi suatu pandangan kohesif mengenai kehidupan.

Darwin menengahkan berbagai topik yang populer dalam biologi besarnya keanekaragaman dalam organisme, asal-usul organisme dan kekerabatan, kemiripan dan perbedaannya, penyebaran geografisnya, dan adaptasi dengan lingkungan di sekitarnya.

#### A. PENGERTIAN EVOLUSI

Sebenarnya gagasan evolusi pertama kalinya bukan diperkenalkan oleh Darwin, tetapi kita dapat menelusurinya sampai ke Yunani kuno. Thales (636 - 546 SM) dan Anaximander (611 - 547 SM) biasa memperbincangkan asal-usul biota laut dan evolusi kehidupan. Phytagoras (570 - 496 SM), Xantus (kira-kira 500 SM) dan Empedocles (490 - 430 SM) juga membicarakan isu yang sama dalam tulisan-tulisan mereka (Comas, 1957).

Apa konsep modern tentang evolusi? Evolusi didefinisikan oleh Janusch (1973), sebagai *penurunan sifat melalui modifikasi*. Lasker (1976), merumuskan evolusi sebagai *perubahan-perubahan dalam pengayaan sifat keturunan dengan modifikasi yang berkelanjutan melalui tahapan waktu*, dan Campbell (2003) mengartikan evolusi sebagai *suatu proses yang telah mengubah bentuk kehidupan di atas bumi sejak bentuknya yang paling awal sampai membentuk keanekaragaman yang sangat luas seperti apa yang ditemukan sekarang ini*.

Setelah teori genetik dikembangkan dalam era modern ini, evolusi kini sering dilihat sebagai *perubahan-perubahan dalam frekuensi gen antara populasi leluhur dengan populasi keturunannya*, meskipun diakui sangat mustahil bagi kita untuk secara langsung mengukur perubahan-perubahan kuantitatif antara kedua hal tersebut. Para ilmuwan tidak dapat mendeteksi perubahan-perubahan frekuensi gen, dan mereka menelusurinya melalui

perubahan morfologi organisme dalam tahapan waktu. Dalam hal ini, analisis persamaan dan perbedaan makhluk hidup, khususnya dalam dunia binatang merupakan dasar dari kajian evolusi. Salah satu kajian itu adalah keanekaragaman jenis binatang yang masih hidup maupun yang sudah mati. Dilihat dari segi ini, evolusi juga bisa didefinisikan sebagai perubahan-perubahan dalam jumlah dan jenis garis keturunan utama.

## **B. PANDANGAN EVOLUSI MENURUT AGAMA DAN BEBERAPA AHLI LAIN**

Untuk menempatkan pandangan Darwinian dalam sebuah perspektif, kita harus membandingkannya dengan ide-ide yang muncul sebelumnya mengenai bumi dan kehidupan di bumi. Dampak suatu revolusi intelektual seperti Darwinisme bergantung pada waktu dan logika. Mari kita menggali konteks historis dari kehidupan dan ide Darwin.

### **1. Kebudayaan Barat Menolak Pandangan Evolusioner Mengenai Kehidupan**

Buku *The Origin of Species*, sungguh sangat radikal untuk masa itu. Pandangan Darwinian ini bukan hanya menantang pandangan ilmiah yang berlaku saat itu, tetapi juga mengguncang akar paling dalam dari kebudayaan barat.

Pandangan Darwinian mengenai kehidupan memiliki perbedaan yang sangat tajam dengan paradigma konvensional yang menyatakan bahwa bumi baru berumur beberapa tahun saja, dihuni oleh bentuk-bentuk kehidupan yang tidak berubah dan telah diciptakan satu per satu selama seminggu penuh di mana sang Pencipta membentuk keseluruhan jagad raya. Buku Darwin menantang pandangan dunia yang telah diajarkan dan diyakini selama berabad-abad.

### **2. Skala Alam dan Teologi Alami**

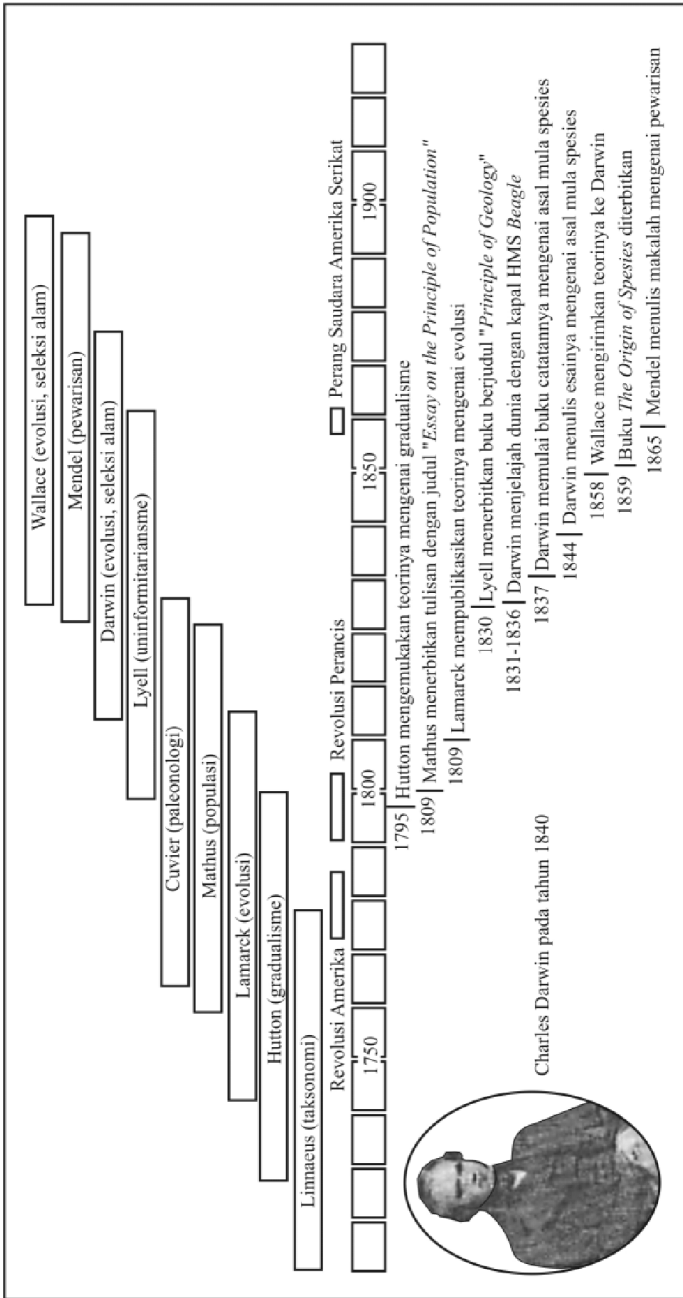
Walaupun beberapa filsuf Yunani mulai meyakini terjadinya evolusi kehidupan secara bertahap, akan tetapi Plato (427 - 347 SM) dan muridnya Aristoteles (384 - 322 SM) yang merupakan dua filsuf yang paling berpengaruh dalam kebudayaan barat, tetap memegang pendapat yang bertentangan dengan konsep evolusi. Plato sangat meyakini tentang dua dunia: dunia nyata yang ideal dan kekal dengan dunia khayal yang tidak

sempurna yang kita tangkap melalui panca indera kita. Evolusi akan kontra produktif di dalam suatu dunia di mana organisme ideal sudah teradaptasikan secara sempurna terhadap lingkungannya.

Aristoteles yakin bahwa semua bentuk kehidupan dapat disusun dalam suatu skala, dengan tingkat kerumitan yang semakin tinggi yang kemudian dikenal sebagai skala alam (*scale of natural*). Menurutnya, tiap-tiap bentuk kehidupan memiliki anak tangga yang telah ditentukan untuknya pada tangga tersebut dan setiap anak tangga ini telah terisi. Dalam pandangan ini, spesies bersifat permanen, sempurna dan tidak berkembang.

Dalam budaya Judeo-Kristen, Kitab Perjanjian Lama yang berisi penciptaan, dikuatkan ide bahwa setiap spesies telah diciptakan atau dirancang satu per satu dan bersifat permanen. Pada awal tahun 1700-an, biologi di Eropa dan Amerika didominasi oleh teologi alami (natural theology), yaitu suatu filosofi yang dikhususkan pada penemuan rencana Sang Pencipta dengan mempelajari alam. Para pengikut teologi alami melihat adaptasi organisme sebagai bukti Sang Pencipta telah merancang masing-masing dan setiap spesies untuk suatu tujuan tertentu. Tujuan utama teologi alami adalah untuk mengelompokkan spesies yang memperlihatkan tahapan skala kehidupan yang telah diciptakan oleh Tuhan.

Carolus Linnaeus (1707 - 1778), seorang ahli botani Swedia, mencari keteraturan di dalam keanekaragaman kehidupan "untuk kemuliaan dan keagungan Tuhan". Linnaeus merupakan Bapak taksonomi, yaitu cabang biologi yang membahas penamaan dan pengelompokan bentuk kehidupan yang sangat beraneka ragam. Beliau mengembangkan sistem dua tata nama (*binomial nomenclature*) dalam menamai organisme menurut *genus* dan *spesies*, penamaan cara ini masih tetap digunakan hingga saat ini. Linnaeus memakai suatu sistem untuk pengelompokan spesies yang saling mirip ke dalam suatu jenjang kategori yang semakin umum. Sebagai contoh, spesies yang mirip dikelompokkan ke dalam genus yang sama, genus yang mirip dikelompokkan ke dalam famili yang sama dan demikian seterusnya. Bagi Linnaeus pengelompokan spesies yang mirip tidak mengimplikasikan adanya pertalian keluarga menurut garis evolusi, tetapi seabad kemudian sistem taksonominya ternyata menjadi titik fokus pendapat Darwin mengenai evolusi.

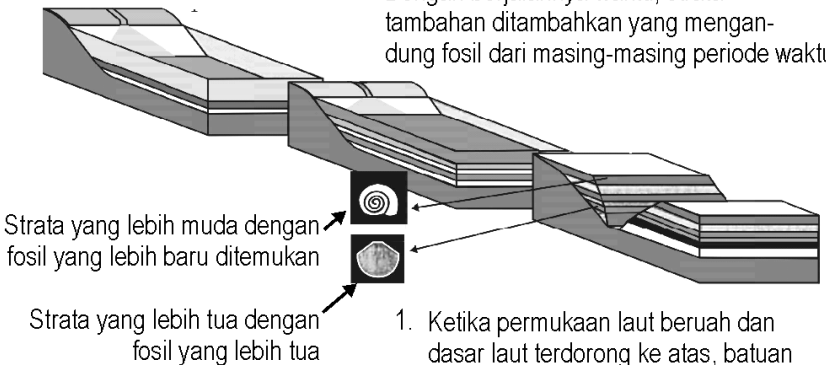


Gambar 1.1.  
Konteks historis dari kehidupan dan ide-ide Darwin (Campbell, 2003).

Kajian mengenai fosil juga menjadi dasar bagi ide Darwin. Sebagian besar fosil ditemukan dalam batuan sedimen (batuan endapan) yang terbentuk dari pasir dan lumpur yang mengendap di dasar laut, danau, atau rawa. Lapisan-lapisan endapan baru akan menutupi endapan lapisan yang lebih tua dan menekan menjadi lapisan-lapisan batu yang saling berhimpitan yang disebut strata (tunggal: stratum). Kemudian erosi mungkin mengikis lapisan strata yang paling atas dan menyingkap strata yang lebih tua yang telah terkubur. Fosil di dalam lapisan-lapisan itu menunjukkan suatu suksesi (urutan) organisme-organisme yang telah menghuni bumi sepanjang masa.

1. Sungai membawa endapan kelautan. Batuan endapan mengandung fosil akan terbentuk pada dasar laut.

1. Dengan berjalannya waktu, strata tambahan ditambahkan yang mengandung fosil dari masing-masing periode waktu



1. Ketika permukaan laut berubah dan dasar laut terdorong ke atas, batuan endapan menjadi terkuak. Erosi oleh sungai akan menyingkap strata itu: strata yang lebih tua mengandung fosil yang lebih tua.

Gambar 1.2.

Pembentukan batuan endapan dan endapan fosil dari beberapa periode waktu yang berbeda, masing-masing stratum menggambarkan suatu periode tertentu dalam sejarah bumi ditandai oleh suatu kumpulan fosil organisme yang hidup saat itu. (Campbell, 2003).

Paleontologi yakni ilmu tentang fosil, telah dikembangkan oleh ahli anatomi Perancis Georges Cuvier (1769 - 1832). Menyadari bahwa sejarah kehidupan terekam dalam strata yang mengandung fosil, maka ia mencoba

mendokumentasikan suksesi spesies-spesies yang terjadi di Lembah Paris. Dia mencatat bahwa setiap stratum ditandai dengan suatu kelompok spesies fosil yang unik, dan semakin dalam (semakin tua) stratum, maka semakin berbeda flora (kehidupan tumbuhan) dan fauna (kehidupan hewan) dari kehidupan modern. Bahkan Cuvier menduga bahwa kepunahan merupakan peristiwa yang umum terjadi dalam sejarah kehidupan. Dari stratum ke stratum, spesies baru muncul dan spesies lama menghilang. Cuvier merupakan penentang kuat penganut evolusi pada masanya. Sebagai gantinya, ia mendukung paham *katatrofisme*, dan berasumsi bahwa setiap batas di antara strata berhubungan dengan suatu masa terjadinya bencana alam, seperti banjir, kekeringan, dan kemarau hebat yang memusnahkan banyak spesies yang hidup di sana pada masa itu. Ia mengemukakan bahwa bencana alam periodik ini umumnya hanya terbatas pada suatu wilayah geografi lokal, dan daerah yang mengalami kerusakan atau bencana akan dihuni kembali oleh spesies yang berpindah dari daerah lain.

### 3. Teori Gradualisme Geologis Sebagai Pembuka Jalan

Selain teori Katastrofisme Cuvier, ada suatu ide yang berbeda mengenai bagaimana proses geologis membentuk lapisan kerak bumi. Pada tahun 1795 seorang ahli geologi Skotlandia James Hutton (1726 -1797), mengemukakan bahwa hal yang mungkin untuk menjelaskan berbagai bentuk tanah adalah dengan melihat mekanisme yang sedang bekerja di dunia sekarang ini. Sebagai contoh, ia menyatakan bahwa tebing terbentuk oleh sungai yang memotong bebatuan dan batuan sedimen dengan fosil hewan lautnya terbentuk dari partikel-partikel yang telah terkena erosi dari daratan yang dibawa oleh sungai ke lautan. Ia menjelaskan sifat dan ciri geologis bumi dengan teori *Gradualisme* (secara bertahap), yang menganggap bahwa perubahan mendalam dan nyata merupakan produk kumulatif proses yang berlangsung lambat tetapi konstan (terus-menerus).

Ahli geologi terkemuka pada masa Darwin, yang juga seorang Skotlandia bernama Charles Lyell (1797-1875), memadukan teori *gradualisme* Hutton dalam suatu teori yang dikenal dengan nama *Uniformitarianisme* (keseragaman). Istilah ini mengacu pada idenya bahwa proses geologis masih belum berubah sepanjang sejarah bumi ini. Sebagai contoh gaya yang membentuk pegunungan dan mengikisnya serta laju di mana gaya ini bekerja saat ini sama besarnya seperti di masa silam. Kesimpulan yang dihasilkan Hutton dan Lyell ini memberi kontribusi yang



besar terhadap Darwin. Kesimpulan yang dimaksud, pertama, jika perubahan geologis merupakan akibat dari kerja yang lambat dan terus menerus, bukan akibat dari kejadian yang tiba-tiba, bumi ini pasti sudah sangat tua lebih dari 6000 tahun seperti yang dinyatakan oleh banyak ahli teologi berdasarkan petunjuk dari kitab Injil. Kedua, proses yang sangat lambat tetapi sangat halus yang bertahan selama periode waktu yang sangat panjang dapat menyebabkan perubahan yang cukup besar. Tetapi, Darwin bukanlah orang pertama yang menerapkan prinsip gradualisme pada evolusi biologi. Siapa yang lainnya? mari kita lanjutkan pembahasan kita!

### **C. LAMARCK MENEMPATKAN FOSIL DALAM SUATU KONTEKS EVOLUSI**

Menjelang akhir abad ke-18, beberapa ahli ilmu pengetahuan alam menyatakan bahwa kehidupan telah berkembang bersama-sama dengan evolusi bumi. Jean Baptiste Lamarck (1744 -1829) di antara para pendahulu Darwin yang mampu mengembangkan suatu model komprehensif untuk mencoba menjelaskan bagaimana kehidupan berevolusi.

Lamarck mempublikasikan teori evolusinya pada tahun 1809, pada saat ia mengepalai koleksi invertebrata di Museum Sejarah Alam (Natural History Museum) Paris. Dengan cara membandingkan spesies masa kini dengan bentuk-bentuk fosil, Lamarck dapat melihat beberapa garis keturunan, masing-masing memberikan urutan kronologis dari fosil yang lebih tua hingga fosil yang lebih muda yang menuju ke spesies modern.

Apabila Aristoteles dikatakan melihat satu anak tangga kehidupan, maka Lamarck melihat banyak, ia yakin spesies dapat menaiki anak tangga itu dan menjadi spesies yang lebih kompleks. Pada anak tangga yang paling bawah terdapat organisme mikroskopis, yang menurutnya dihasilkan terus-menerus secara spontan dari bahan-bahan yang tidak hidup. Pada puncak tangga evolusi terdapat tumbuhan dan hewan paling kompleks. Evolusi sepertinya telah digerakkan oleh kecenderungan naluriiah untuk menjadi semakin kompleks, yang oleh Lamarck dinamakan dengan *kesempurnaan*. Ketika organisme mencapai kesempurnaan, organisme itu akan dapat beradaptasi semakin baik dengan lingkungannya. Dengan demikian Lamarck yakin bahwa evolusi memberikan respons terhadap *sentimen interieurs* atau "kebutuhan yang dirasakan" oleh organisme.

Lamarck terutama dikenang karena mekanisme yang dikemukakannya untuk menjelaskan bagaimana adaptasi spesifik berkembang. Mekanisme tersebut mengembangkan dua ide yang populer pada masanya. Yang pertama, *use* (*menggunakan*) dan *disuse* (*tidak menggunakan*), yaitu ide bahwa bagian-bagian tubuh yang digunakan secara luas untuk menghadapi lingkungan akan menjadi lebih besar dan lebih kuat; sedangkan di pihak lain, bagian-bagian tubuh yang tidak digunakan akan mengalami penurunan. Di antara contoh-contoh yang dirujuk oleh Lamarck adalah berkembangnya otot lengan atas (*bicep*) yang lebih besar pada otot pandai besi yang pekerjaannya menempa dan memegang palu dan seekor jerapah yang menjenjangkan lehernya untuk menggapai dedaunan yang terletak pada cabang-cabang pohon yang tinggi. Ide kedua disebut dengan pewarisan sifat-sifat yang diperoleh. Dalam konsep hereditas ini, modifikasi yang didapatkan oleh suatu organisme selama masa hidupnya dapat diteruskan ke keturunannya. Leher jerapah yang panjang berkembang secara perlahan-lahan sebagai produk kumulatif dari generasi-generasi leluhurnya yang meregangkan lehernya, semakin tinggi dan semakin tinggi lagi, demikian Lamarck berargumentasi. Namun, tidak ada bukti bahwa sifat-sifat yang didapatkan bisa diwariskan secara spontan. Para pandai besi bisa meningkatkan kekuatan dan staminanya sepanjang hidupnya karena mengayun-ayunkan palu yang berat, tetapi sifat yang didapatkan ini tidak mengubah gen yang diwariskan oleh gamet kepada keturunannya.

Meskipun teori Lamarck dicemoohkan oleh beberapa kalangan saat ini karena kesalahan asumsinya bahwa sifat yang didapatkan bisa diwariskan, namun pada masanya konsep pewarisan tersebut umumnya diterima. Sesungguhnya Lamarck pantas mendapat banyak pujian bagi teorinya yang berwawasan jauh ke depan dalam berbagai hal dalam tuntunannya bahwa evolusi merupakan penjelasan paling baik bagi adanya fosil dan keanekaragaman kehidupan saat ini, dalam pengakuannya atas luar biasanya usia bumi, dan khususnya dalam penekanan adaptasi terhadap lingkungan sebagai suatu produk utama evolusi.

Kita akhiri dulu pembahasan kita, dan sekarang untuk lebih memantapkan pemahaman Anda mengenai materi di atas kerjakanlah soal berikut sebagai latihan!



## LATIHAN

---

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

- 1) Beri alasan, mengapa untuk menempatkan pandangan Darwinian dalam suatu perspektif (sudut pandang), kita harus membandingkannya dengan ide-ide yang muncul sebelumnya?
- 2) Jelaskan, di mana letak perbedaan teori katastrofisme dari Cuvier dengan teori gradualisme dari Hutton!
- 3) Dengan mengacu kepada konsep genetika modern, coba Anda temukan di mana letak kelemahan teori evolusi Lamarck!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Karena dalam perkembangan lebih lanjut, ternyata sebagian dari ide-ide sebelumnya mengenai bumi dan kehidupan di bumi, menjadi landasan bagi munculnya gagasan Darwin.
- 2) Menurut teori katastrofisme, setiap batas di antara strata berhubungan dengan suatu masa terjadinya bencana alam, seperti banjir, kekeringan, dan kemarau hebat, yang memusnahkan spesies yang hidup di dalamnya. Sedangkan menurut teori gradualisme menganggap, perubahan mendalam dan nyata pada setiap strata merupakan produk kumulatif dari proses yang berlangsung lambat tetapi konstan.
- 3) Kelemahannya dalam konsep hereditas, menurut Lamarck, modifikasi yang didapatkan oleh suatu organisme selama masa hidupnya diteruskan ke keturunannya. Dalam konsep genetika modern telah diketahui proses penurunan sifat dikendalikan oleh kromosom yang terdapat pada sel kelamin, perubahan yang terjadi pada sel tubuh akibat terjadinya modifikasi tidak diturunkan.

Agar Anda memiliki pemahaman yang lebih sempurna lagi, sebelum mengerjakan tes formatif, bacalah terlebih dahulu rangkuman berikut ini.



## RANGKUMAN

---

Darwin bukan orang pertama yang menyampaikan gagasan evolusi. Pada zaman Yunani kuno, Thales dan Anaximander sudah biasa membicarakan biota laut dan asal kehidupan. Phytagoras, Xanthus dan Empedocles juga membicarakan isu yang sama dalam tulisan-tulisan mereka.

Campbell mengartikan evolusi sebagai suatu proses yang telah mengubah bentuk kehidupan di atas bumi sejak terbentuknya yang paling awal sampai membentuk keanekaragaman yang sangat luas seperti apa yang ditemukan sekarang ini.

Pandangan Darwin mengenai kehidupan memiliki perbedaan yang sangat tajam dengan paradigma konvensional yang mengatakan bumi baru berumur beberapa ribu tahun saja, dihuni oleh bentuk-bentuk kehidupan yang tidak berubah dan telah diciptakan satu per satu selama seminggu penuh di mana Sang Pencipta membentuk keseluruhan jagad raya.

Dari sejumlah pendahulu Darwin, hanya satu yang mampu mengembangkan suatu model komprehensif untuk mencoba menjelaskan bagaimana kehidupan berevolusi, dia adalah Jean Baptiste Lamarck.

Lamarck terutama dikenang karena mekanisme yang dikemukakannya untuk menjelaskan bagaimana adaptasi spesifik berkembang. Mekanisme tersebut mengembangkan dua ide yang populer pada masanya, yang pertama *use* (menggunakan) dan *disuse* (tidak menggunakan) dan yang kedua *pewarisan sifat-sifat yang diperoleh*.



## TES FORMATIF 1

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Setelah teori genetik modern dikembangkan dalam era modern ini, evolusi kini sering diartikan sebagai ....
  - A. penurunan sifat melalui modifikasi
  - B. perubahan-perubahan dalam pengayaan sifat keturunan dengan modifikasi yang berkelanjutan melalui tahapan waktu
  - C. proses yang telah mengubah bentuk kehidupan di atas bumi sejak terbentuknya yang paling awal sampai membentuk keanekaragaman yang sangat luas
  - D. perubahan-perubahan dalam frekuensi gen antara populasi leluhur dengan populasi turunannya

- 2) Pandangan Darwinian mengenai kehidupan memiliki perbedaan yang sangat tajam dengan paradigma konvensional pada masanya, terutama dalam konteks ....
  - A. proses penciptaan makhluk hidup
  - B. umur bumi dan makhluk hidup di dalamnya
  - C. pencipta alam dan jagad raya
  - D. penghuni kehidupan di bumi
  
- 3) Walaupun pendapat Linnaeus bertentangan dengan konsep evolusi, tetapi Linnaeus memberikan andil dalam lahirnya gagasan-gagasan Darwin karena ....
  - A. sistem binomial nomenclaturenya masih digunakan sampai sekarang
  - B. sistem taksonominya ternyata menjadi titik fokus pemikiran Darwin mengenai evolusi
  - C. Linnaeus mengelompokkan spesies yang paling mirip ke dalam jenjang kategori yang sama
  - D. dasar pengelompokan Linnaeus adalah kesamaan morfologi alat tubuh
  
- 4) Jika perubahan geologis merupakan akibat dari kerja yang lambat dan terus-menerus, bukan akibat dari kejadian yang tiba-tiba, maka bumi ini pasti sudah sangat tua, tentunya lebih tua dari 6000 tahun seperti yang dikabarkan kitab Injil. Pernyataan di atas merupakan satu butir kesimpulan dari teori ....
  - A. Katatrofisme
  - B. Gradualisme
  - C. Uniformitarianisme
  - D. Stratofisme
  
- 5) Sejarah kehidupan terekam dalam strata yang mengandung fosil, pernyataan tersebut disampaikan oleh ....
  - A. Charles Lyell
  - B. James Hutton
  - C. Alfred Wallace
  - D. Georges Cuvier
  
- 6) Orang pertama yang menerapkan prinsip gradualisme pada evolusi adalah ....
  - A. Charles Lyell
  - B. James Hutton
  - C. Jean Baptiste Lamarck
  - D. Charles Darwin

- 7) Organ vestigial yang ada pada manusia seperti apendiks dan tulang ekor, kalau kita kaji dari perspektif evolusi Lamarck merupakan contoh dari ....
- use*
  - disuse*
  - sentimen interieurs
  - kesempurnaan
- 8) Kalau kita menganalogikan konsep evolusi menurut Lamarck, leher burung bangau menjadi jenjang dan kakinya menjadi panjang, ini merupakan tanggapan evolusi terhadap ....
- habitat yang ditempati
  - makanan yang tersedia
  - efisiensi metabolisme tubuh
  - kebutuhan yang dirasakan
- 9) Menurut Lamarck, bagian-bagian tubuh yang digunakan secara luas untuk menghadapi lingkungan akan menjadi lebih besar dan lebih kuat; sedangkan yang lain, bagian tubuh yang tidak digunakan akan mengalami penurunan, contoh manakah yang paling tepat kita rujuk untuk mendukung ide Lamarck tersebut?
- Duri pada landak.
  - Bisa pada ular.
  - Sisik pada ikan.
  - Selaput renang pada bebek.
- 10) Meskipun teori Lamarck mengenai evolusi dicemoohkan oleh beberapa kalangan saat ini karena kesalahan asumsinya bahwa sifat yang didapatkan bisa diwariskan. Namun, sesungguhnya Lamarck pantas mendapat banyak kredit dan pujian karena teorinya berwawasan jauh ke depan, *kecuali* dalam hal ....
- adaptasi pada lingkungan sebagai suatu produk utama evolusi
  - evolusi merupakan penjelasan paling baik bagi adanya fosil dan keanekaragaman saat ini
  - pengakuannya atas tuanya umur bumi
  - mekanisme penurunan sifat dari tetua kepada keturunannya

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

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

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

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

## Kegiatan Belajar 2

### Evolusi Menurut Pandangan Darwin

Pada Kegiatan Belajar 1 kita telah mempelajari konsep-konsep yang mendasari munculnya evolusi Darwinian. Dalam Kegiatan Belajar 2 ini kita akan membahas pandangan evolusi menurut Darwin, yang dilandasi oleh pengalaman ilmiahnya selama melakukan penjelajahan di Amerika Selatan dengan HMS Beagle. Mari kita mulai pembahasannya!

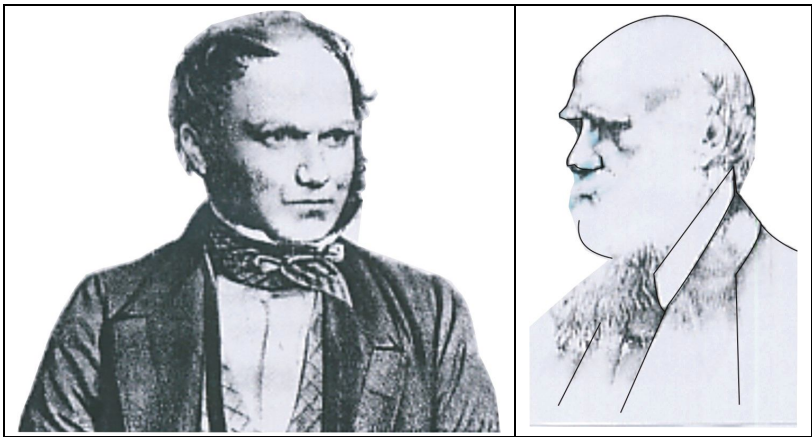
Teologi dengan pandangannya mengenai suatu dunia yang teratur di mana setiap bentuk kehidupan sangat sesuai dengan lingkungannya karena bentuk kehidupan tersebut telah diciptakan secara khusus, masih tetap mendominasi iklim intelektual menjelang berlalunya abad ke 19. Namun, beberapa keraguan mengenai kekekalan spesies mulai muncul dan terakumulasi.

#### A. PENELITIAN DAN TEMUAN DARWIN DI LAPANGAN

Charles Darwin (1809 - 1882) lahir di *Shrewsbury* Inggris. Semenjak kecil ia sudah memiliki minat terhadap alam. Kalau tidak memancing, berburu dan mengumpulkan serangga, ia membaca buku-buku tentang alam. Ayahnya seorang dokter terhormat yang terkenal. Karena beliau melihat tidak ada prospek yang bagus bagi seorang ahli alam, ia mengirim Darwin ke *University of Edinbur* untuk belajar ilmu kedokteran. Saat itu Darwin berusia 16 tahun. Walaupun mendapatkan nilai dengan angka yang baik, Darwin menganggap sekolah itu memuakkan dan membosankan, akhirnya ia meninggalkan Edinburgh tanpa suatu gelar apa pun. Selanjutnya, ia mendaftarkan diri di *Christ College Cambridge University*, dengan harapan menjadi seorang imam.

Pada masa itu di Britania Raya, sebagian besar ahli ilmu alam dan saintis masuk ke dalam kelompok imam. Darwin menjadi murid Pastur John Henslow, seorang profesor botani di *Cambridge University*. Setelah Darwin menerima gelar BA pada tahun 1831, Profesor Henslow merekomendasikannya ke Kapten Robert Fitz Roy, yang sedang menyiapkan kapal survei Beagle untuk ikut berlayar mengelilingi dunia.





Gambar 1.3.  
Charles Darwin ketika masih muda dan setelah tua (Minkoff, 1983)

## 1. Riset Lapangan Membantu Darwin Membentuk Pandangan Kehidupan: Sains Sebagai Proses

### a. *Pelayaran Beagle*

Darwin berangkat dari Britania Raya naik kapal HMS Beagle pada bulan Desember 1831, misi pelayaran kapal tersebut untuk mendata daerah-daerah di sepanjang rentangan garis pantai Amerika Selatan yang masih kurang dikenal saat itu. Ketika anak buah kapal mengadakan survei di pesisir, Darwin menghabiskan sebagian besar waktunya di pantai, mengamati dan mengumpulkan spesimen ribuan fauna dan flora Amerika Selatan yang eksotik dan beragam. Ketika kapal berlayar dan mengelilingi benua tersebut, Darwin mengamati berbagai adaptasi tumbuhan dan hewan yang menempati lingkungan yang sangat beranekaragam, seperti: hutan belantara Brazil, padang rumput Argentina, daerah terpencil Tierra del Fuego dekat Antartika, dan ketinggian yang menjulang dari puncak Pegunungan Andes.

Darwin mencatat banyak flora dan fauna di berbagai daerah Amerika Selatan tersebut. Ia menemukan flora dan fauna di benua itu memiliki ciri khas yang sangat berbeda dengan flora dan fauna di benua Eropa. Namun, hal tersebut belumlah mencengangkan. Darwin juga mencatat bahwa flora dan fauna di daerah tropis benua tersebut lebih dekat

kekerabatannya dengan spesies yang hidup di daerah beriklim sedang di Amerika Selatan dibandingkan dengan spesies yang hidup di daerah beriklim sedang di daratan Eropa. Selain itu fosil di Amerika Selatan yang ditemukan Darwin, meskipun jelas berbeda dari spesies modern, memiliki banyak kemiripannya dengan flora dan fauna yang hidup di benua tersebut.

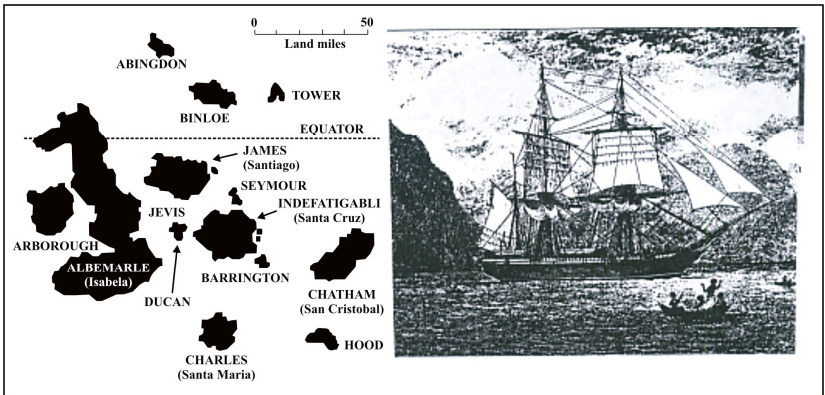


Gambar 1.4.

Rute 5 tahun pelayaran Beagle, berangkat dari Plymouth Inggris, bulan Desember 1831 dan kembali ke Falmouth Inggris, bulan Oktober 1836.

penjelajahan di Amerika Selatan berlangsung 4 tahun termasuk di dalam satu bulan di Galapagos (Strickberger, 2000).

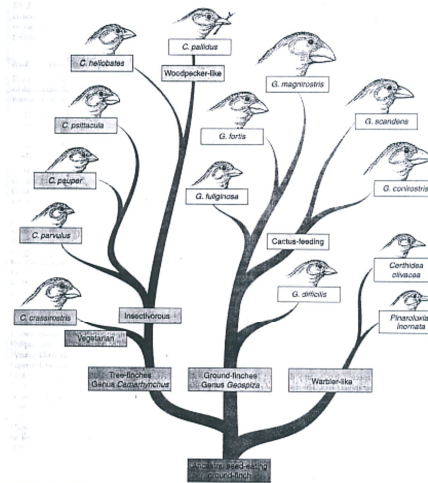
Sebaran geografis dari spesies-spesies tersebut membingungkan Darwin. Yang lebih membingungkan lagi adalah fauna di Galapagos (kepulauan gunung berapi yang relatif masih baru yang terletak di daerah Ekuador sekitar 900 km ke arah barat dari pantai di Amerika Selatan). Untuk lebih jelasnya coba Anda amati Gambar 1.5. Sebagian spesies hewan di kepulauan Galapagos tidak ditemukan di tempat lain di dunia, meskipun ada kemiripan dengan spesies yang hidup di daratan Amerika Selatan. Sepertinya pulau itu telah ditempati oleh flora dan fauna yang bermigrasi dari daratan Amerika Selatan yang kemudian berkembang biak dan menjadi beraneka ragam di pulau-pulau yang berbeda.



Gambar 1.5.

Kepulauan Galapagos (kiri), gambar kanan kapal HMS Beagle yang ditumpangi Darwin selama menjelajah di Amerika Selatan (Gambar kanan diadaptasi dari Strickberger, 2000; gambar kiri diadaptasi dari Minkoff, 1983)

Di antara sebagian banyak burung yang dikumpulkan Darwin di kepulauan tersebut, terdapat 13 jenis burung *finch* yang meskipun mirip, nampaknya merupakan spesies yang berbeda.



Gambar 1.6.

Tiga belas jenis burung Finch yang ditemukan di kepulauan Galapagos, meskipun mirip tetapi merupakan spesies yang berbeda (Strickberger, 2000).

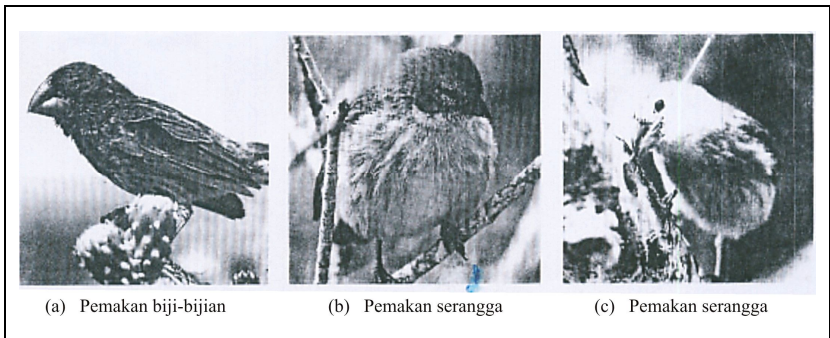
Ketika HMS Beagle berlayar di Galapagos, Darwin telah selesai membaca buku Charles Lyell yang berjudul *Principles of Geology*. Ide Lyell bersama-sama dengan pengalamannya di kepulauan Galapagos, telah membuat Darwin meragukan pandangan gereja bahwa bumi statis dan diciptakan hanya beberapa ribu tahun yang lalu. Menurut pengamatannya, bumi ini sudah sangat tua dan secara konstan berubah. Di sini Darwin telah mengambil satu langkah penting menuju pengenalan bahwa kehidupan di bumi juga telah berevolusi.

*b. Darwin Memfokuskan pada Adaptasi.*

Segera setelah kembali dari penjelajahannya (tahun 1836), Darwin mulai mengevaluasi kembali semua yang teramati selama pelayarannya. Ia mulai memahami adanya keterkaitan antara munculnya spesies baru dengan proses adaptasi lingkungan. Menurutnya, spesies baru muncul dari bentuk nenek moyangnya melalui akumulasi adaptasi yang terjadi secara bertahap terhadap lingkungan hidup yang berbeda.

Sebagai contoh, jika suatu sawar geografis (seperti selat yang memisahkan pulau-pulau di lautan) mengisolasi dua populasi suatu spesies tunggal, kedua populasi tersebut semakin lama semakin berbeda dalam penampakan, karena masing-masing populasi akan menyesuaikan dirinya dengan keadaan lingkungan lokalnya. Hipotesis asal mula spesies ini memperkirakan bahwa selama beberapa generasi, dua populasi akan menjadi cukup berbeda, sehingga bisa dipisahkan menjadi dua spesies yang berbeda.

Akhirnya, dari kajian yang dilakukan selama bertahun-tahun setelah pelayaran Darwin, para ahli biologi menyimpulkan bahwa faktor itulah yang terjadi pada burung finch di kepulauan Galapagos. Satu di antara banyak perbedaan pada burung finch itu adalah paruhnya, yang telah diadaptasikan dengan makanan khas yang tersedia pada pulau-pulau tempat mereka tinggal. Untuk itu coba Anda cermati Gambar 1.7.



Gambar 1.7.

Burung Finch asli kepulauan Galapagos. Kepulauan Galapagos mempunyai total 13 spesies burung Finch yang hubungan kekerabatannya sangat dekat, beberapa hanya ditemukan pada sebuah pulau. Perbedaan yang paling menyolok di antara spesies-spesies ini adalah pada paruhnya, yang diadaptasikan untuk jenis makanan tertentu (a) burung Finch darat besar (*Geospiza magnirostris*) memiliki paruh besar yang diadaptasikan untuk memecah biji-bijian (b). burung Finch pohon yang berukuran kecil (*Camarhynchus parvulus*) menggunakan paruhnya untuk memakan serangga (c). burung Finch pelatuk (*Camarhynchus pallidus*) menggunakan duri kaktus atau ranting kecil sebagai alat untuk mendeteksi rayap dan serangga pelubang kayu lainnya (Cambell, 2003).

Pada awal tahun 1840-an, Darwin telah mengetahui bagian-bagian penting dari teorinya mengenai seleksi alam sebagai mekanisme *penting evolusi*. Namun, ia tidak mempublikasikan pemikirannya itu.

Pada tahun 1844, Darwin menulis esai panjang mengenai asal mula spesies dan seleksi alam. Menyadari makna pekerjaannya itu, ia meminta istrinya untuk menerbitkan tulisan itu jika ia meninggal sebelum disertasinya mengenai evolusi ditulis secara lengkap. Pemikiran mengenai evolusi telah banyak bermunculan di banyak bidang pada masa itu, tetapi Darwin merasa enggan untuk mengemukakan teorinya di depan umum. Sepertinya ia telah memprediksikan akan keributan dan kehebohan yang ditimbulkannya.

Terlepas dari penundaan yang dilakukannya, ia terus mengumpulkan bukti-bukti yang dapat mendukung teorinya. Darwin sering sekali mengadakan korespondensi dan mendapatkan kunjungan dari Lyell. Walaupun Lyell masih belum yakin akan evolusi itu, ia tetap menasihati

Darwin untuk menerbitkan topik itu sebelum orang lain sampai pada kesimpulan yang sama dan menerbitkan pekerjaannya lebih dulu.

Prediksi Lyell ternyata menjadi kenyataan, pada bulan Juli tahun 1858 Darwin menerima sebuah surat dari Alfred Wallace (1823 - 1913), seorang naturalis Inggris yang bekerja di India Timur. Surat itu disertai dengan sebuah naskah tulisan tangan di mana Wallace meminta Darwin untuk memeriksa dan mengevaluasi naskah tulisan itu dan meneruskannya ke Lyell jika naskah itu memang layak untuk diterbitkan. Darwin nurut, dan meneruskannya ke Lyell dengan disertai surat: "*Kata-kata Anda terbukti benar dengan sepenuh hati ... saya belum pernah melihat suatu peristiwa kebetulan yang lebih hebat dari ini ... dengan demikian semua keaslian pemikiran saya, sebanyak apapun itu, akan menjadi hancur berantakan*" (Campbell, 2003).

Pada tanggal 1 Juli 1858, Lyell dan seorang koleganya menyerahkan tulisan Wallace, bersama-sama dengan intisari dari tulisan esai Darwin yang belum diterbitkan itu ke *Linnaean Society of London*. Sementara Darwin dengan cepat menyelesaikan buku *The Origin of Species* dan menerbitkannya pada tahun berikutnya. Meskipun Wallace menulis idenya dan dipublikasikan lebih dulu, tetapi Darwin mengembangkan dan memaparkan teori seleksi alam jauh lebih luas dan dalam dibandingkan dengan Wallace yang dikenal sebagai penulis utamanya. Buku catatannya pun membuktikan bahwa ia merumuskan teorinya mengenai seleksi alam 15 tahun sebelum membaca naskah Wallace.

Dalam periode satu dekade, buku Darwin dan pendukungnya telah berhasil meyakinkan sebagian besar kalangan ahli biologi bahwa, keanekaragaman biologi merupakan hasil dari evolusi. Darwin bisa berhasil, pada hal para ahli evolusi sebelumnya gagal. Ini bukan berarti karena ilmu pengetahuan telah mulai bergeser menjauhi teologi alami, tetapi sesungguhnya karena ia telah berhasil meyakinkan pembacanya dengan logika yang bersih tanpa noda yang didukung oleh banyak bukti-bukti.

## 2. *The Origin of Species* Mengembangkan Dua Pokok Pikiran Utama: Terjadinya Evolusi dan Seleksi Alam Sebagai Mekanismenya.

Darwinisme mempunyai arti ganda, pertama pengenalan evolusi sebagai penjelasan untuk kesatuan dan keanekaragaman makhluk hidup, kedua konsep dasar seleksi alam sebagai akibat evolusi adaptif. Di sini kita akan mencoba menyoroti kedua segi utama buku Darwin tersebut.

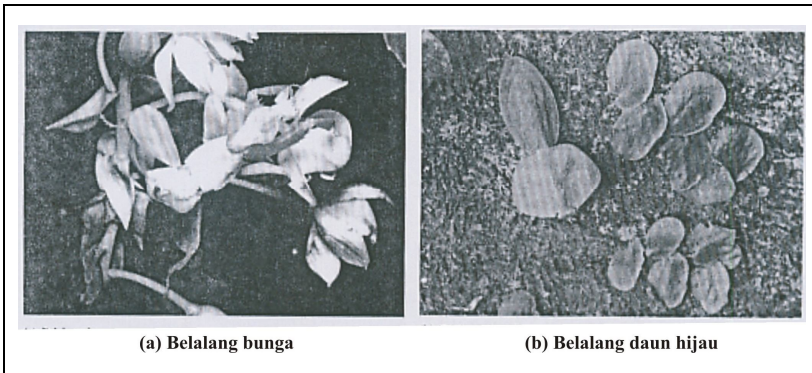
### a. *Pewarisan dengan modifikasi*

Pada edisi pertama buku *the Origin of Species*, Darwin tidak menggunakan istilah evolusi sampai alinea terakhir, tetapi menunjukkan dalam ungkapan pewarisan dengan modifikasi (*descent with modification*) memandang adanya kesatuan dalam kehidupan, di mana semua organisme berkerabat melalui garis keturunan dari *prototype* tidak diketahui, yang hidup di zaman dahulu kala. Ketika turunan organisme itu terpecah ke berbagai habitat yang berbeda selama jutaan tahun, organisme ini akan mengakumulasi modifikasi atau adaptasi, yang beranekaragam, yang membuat mereka menjadi cocok dengan suatu cara hidup tertentu.

Dalam pandangan Darwinisme, sejarah kehidupan diibaratkan sebuah pohon dengan banyak sekali cabang yang memunculkan banyak dahan dan ranting terus sampai ke ujung ranting yang paling muda, suatu simbol keanekaragaman makhluk hidup. Pada setiap titik percabangan pohon evolusi itu terdapat nenek moyang yang dimiliki bersama oleh semua garis cabang evolusi dari titik percabangan tersebut. Spesies yang erat sekali hubungannya seperti simpanse dan gorilla, memiliki banyak sifat-sifat dan ciri-ciri yang sama karena garis keturunan nenek moyangnya sama sampai ke cabang terkecil pada pohon kehidupan itu.

### b. *Seleksi alam dan adaptasi*

Walaupun judul bukunya mengandung kata asal mula spesies, Darwin hanya sedikit membahas topik itu, malah ia lebih memusatkan pembahasannya pada bagaimana tiap-tiap individu menjadi mampu beradaptasi lebih baik dengan lingkungan hidup lokalnya melalui seleksi alam.



Gambar 1.8.

Adaptasi evolusioner yang dibentuk oleh seleksi alam penyamaran/kamuflase. Spesies belalang yang masih berkerabat dekat memiliki beragam bentuk dan warna yang berkembang dalam lingkungan yang berbeda (a) seekor belalang bunga di Malaysia, (b) belalang Amerika Tengah mirip dengan daun hijau. (Campbell, 2003)

Ahli biologi evolusi Ernst Mays telah menguraikan logika Darwin mengenai seleksi alam, menjadi tiga inferensi berdasarkan lima pengamatannya (Campbell, 2003).

- Observasi 1 : Semua spesies memiliki potensi fertilitas yang sedemikian besar sehingga jumlah populasinya akan meningkat secara eksponensial jika semua individu yang dilahirkannya berhasil bereproduksi dengan baik.
- Observasi 2 : Populasi cenderung menjadi stabil dalam jumlah, kecuali ada fluktuasi musiman.
- Observasi 3 : Sumber daya lingkungan terbatas.
- Kesimpulan 1 : Produksi individu yang lebih banyak dibandingkan dengan daya dukung lingkungan akan mengakibatkan adanya persaingan untuk mempertahankan keberadaannya di dalam populasi itu, sehingga hanya sebagian keturunan yang dapat bertahan hidup pada setiap generasi.
- Observasi 4 : Individu-individu dalam suatu populasi sangat jauh berbeda dalam hal ciri-ciri khasnya: tidak akan ada dua individu yang persis sama.



- Observasi 5 : Banyak di antara variasi tersebut dapat diturunkan.
- Kesimpulan 2 : Kelangsungan hidup dalam perjuangan untuk mempertahankan hidup tidak terjadi secara acak, tetapi sebagian bergantung pada susunan sifat yang terwarisi dari individu yang bertahan hidup. Individu yang mewarisi sifat-sifat baik yang membuat individu-individu tersebut cocok dengan lingkungannya, besar kemungkinan akan menghasilkan lebih banyak keturunan dibandingkan dengan individu yang kurang cocok sifatnya terhadap lingkungannya.
- Kesimpulan 3 : Kemampuan individu untuk bertahan hidup dan bereproduksi yang tidak sama ini akan menghasilkan suatu perubahan secara bertahap dalam suatu populasi, dan sifat-sifat menguntungkan akan berakumulasi sepanjang generasi.

#### Ringkasan ide utama Darwin.

Seleksi alam adalah keberhasilan yang berbeda dalam reproduksi (kemampuan individu yang tidak sama untuk bertahan hidup dan bereproduksi).

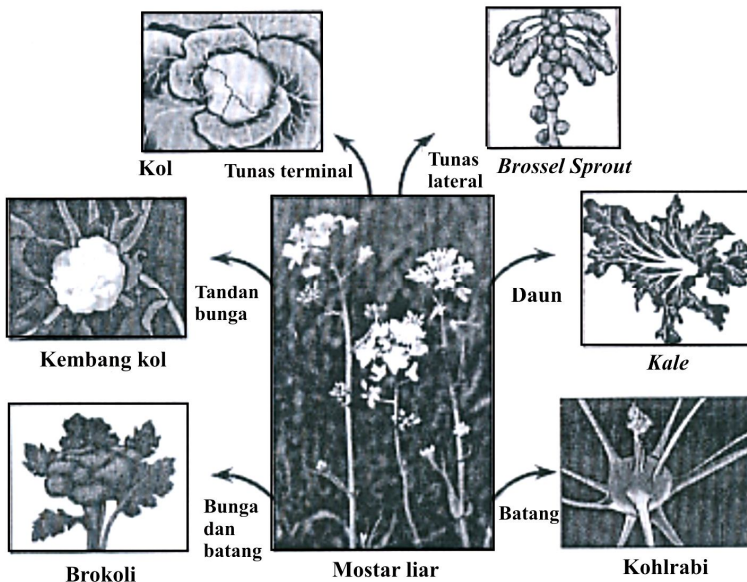
Seleksi alam terjadi melalui suatu interaksi antara lingkungan dan keanekaragaman yang melekat di antara individu-individu organisme yang menyusun suatu populasi. Produk seleksi alam adalah adaptasi populasi organisme dengan lingkungannya.

Mari kita jelaskan lebih lanjut tentang hubungan penting yang dipahami oleh Darwin mengenai seleksi alam, "perjuangan untuk mempertahankan diri", dan kapasitas organisme untuk "bereproduksi secara berlebihan".

Sebelumnya, Darwin telah mengetahui perjuangan untuk mempertahankan diri ketika ia membaca sebuah tulisan mengenai populasi manusia yang ditulis oleh Thomas Malthus pada Tahun 1798. Malthus berpendapat penderitaan, banyaknya manusia (penyakit, kelaparan, gelandangan dan perang) merupakan akibat yang tidak dapat dihindari dari potensi peningkatan populasi manusia yang lebih cepat dibandingkan dengan persediaan makanan dan sumber daya alam lainnya. Kapasitas untuk bereproduksi berlebihan kelihatannya merupakan ciri khas spesies. Di antara banyak telur yang dikeluarkan, anak yang lahir dan benih yang ditabur, hanya sebagian kecil di

antaranya yang berhasil menyelesaikan perkembangannya dan menghasilkan keturunan. Sisanya, dimangsa, beku, kelaparan, sakit dan tidak kawin, atau tidak mampu bereproduksi karena alasan lain.

Dalam setiap generasi, faktor lingkungan menyaring variasi yang dapat diwariskan sehingga menguntungkan suatu variasi tertentu atas variasi yang lain. Tetapi, dapatkah seleksi ini menyebabkan perubahan mendasar dalam suatu populasi? Darwin menemukan bukti, hal itu bisa terjadi dalam seleksi tiruan (*artificial selection*), yaitu pemuliaan tumbuhan dan ternak yang dibudidayakan. Manusia telah memodifikasi spesies lain selama berabad-abad dengan cara menyeleksi individu dengan sifat yang diinginkan sebagai induk dalam pembibitan. Tumbuhan dan hewan yang kita budidayakan untuk makanan sering kali membawa sedikit kemiripan dengan nenek moyang yang masih liar. Coba Anda cermati Gambar 1.9.



Gambar 1.9.

Semua sayuran ini memiliki leluhur yang sama yaitu satu spesies monstar liar. Dengan menyeleksi bagian-bagian berbeda dari tumbuhan itu untuk lebih menonjol, para pemuliaan tanaman telah mendapatkan hasil-hasil yang sangat beragam ini (Campbell, 2003)

Ketika fakta menunjukkan banyak perubahan dapat dicapai dengan seleksi tiruan dalam suatu periode waktu yang relatif pendek, Darwin memberikan penegasan bahwa seleksi alam seharusnya mampu melakukan modifikasi yang sangat banyak pada spesies selama ratusan atau ribuan generasi. Meskipun keuntungan beberapa sifat yang diwariskan dibandingkan dengan sifat lain hanya sedikit, variasi yang menguntungkan akan terakumulasi dalam populasi setelah sekian banyak generasi. Seleksi alam menghilangkan variasi yang kurang menguntungkan. Darwin menggabungkan konsep gradualisme (suatu konsep yang sangat penting dalam geologi Lyell), ke dalam teori evolusinya. Ia memandang kehidupan sebagai sesuatu yang berkembang melalui suatu akumulasi perubahan kecil secara bertahap, dan ia membuat dalil bahwa seleksi alam yang bekerja pada konteks yang berbeda selama rentang waktu yang panjang dapat menyebabkan keanekaragaman kehidupan secara keseluruhan.

Sekarang kita dapat meringkaskan kedua pokok pandangan Darwinian mengenai kehidupan: *Bentuk kehidupan yang beranekaragam muncul melalui pewarisan dengan modifikasi dari spesies nenek moyangnya, dan mekanisme modifikasi itu adalah seleksi alam yang bekerja secara terus-menerus selama periode waktu yang sangat panjang.*

Beberapa Catatan Tentang Seleksi Alam adalah sebagai berikut.

1) Pentingnya populasi dalam evolusi

Populasi adalah sekumpulan kelompok individu yang saling kawin dan termasuk ke dalam suatu spesies tertentu serta berbagi tempat di daerah geografi yang sama. Suatu populasi adalah satuan terkecil yang dapat berkembang. Seleksi alam melibatkan interaksi antara individu dalam lingkungannya, seleksi alam bekerja pada populasi, bukan pada individu. Evolusi dapat diukur hanya dengan melihat perubahan dalam pembagian relatif variasi dalam satu populasi selama beberapa generasi.

2) Seleksi alam akan memperbesar atau memperkecil variasi yang dapat diwariskan

Seperti kita lihat, suatu organisme bisa dimodifikasi melalui hal-hal yang dialaminya sendiri selama masa hidupnya, dan ciri yang didapatkan seperti itu bahkan mungkin lebih mengadaptasikan organisme tersebut dengan lingkungannya, tetapi tidak ada bukti

bahwa ciri-ciri atau sifat-sifat yang didapat selama hidup itu dapat diwariskan. Kita harus membedakan antara adaptasi yang didapat oleh organisme melalui tindakannya sendiri, dengan adaptasi yang diwariskan dan berkembang dalam suatu populasi selama beberapa generasi sebagai akibat dari seleksi alam.

- 3) Ciri khas seleksi alam tergantung pada situasi; faktor lingkungan berbeda dari suatu tempat ke tempat lain dan dari suatu masa ke masa lain.

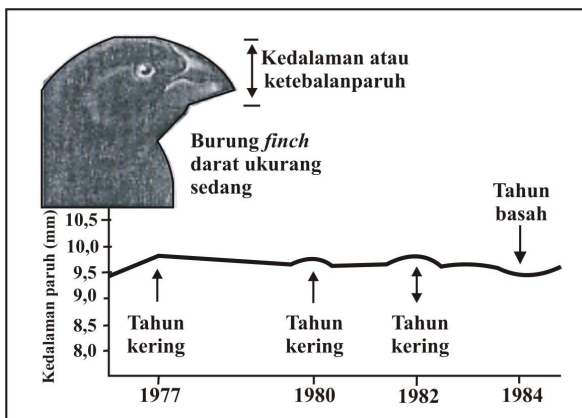
Suatu adaptasi dalam suatu situasi mungkin tidak berguna atau bahkan merugikan pada keadaan lain yang berbeda, beberapa contoh akan memperkuat kualitas seleksi alam yang tergantung pada situasi.

### **Contoh-contoh Mekanisme Seleksi Alam**

Dalam suatu penyelidikan mengenai mekanisme seleksi alam, para saintis menguji hipotesis Darwin bahwa paruh burung *Finch* Galapagos merupakan hasil adaptasi evolusioner terhadap sumber makanan yang berbeda. Selama lebih dari 20 tahun, Peter dan Rosemary Grant dari *Princeton University* telah mempelajari populasi burung finch darat berukuran sedang (*Geospiza fortis*) di Daphne Major, sebuah pulau yang sangat kecil dalam gugusan kepulauan Galapagos.

Burung-burung tersebut menggunakan paruhnya yang kuat untuk menghancurkan biji-bijian, dan mereka lebih senang memakan biji yang kecil yang dihasilkan secara berlimpah oleh spesies tumbuhan tertentu selama tahun-tahun banyak curah hujannya. Pada tahun-tahun kering, semua biji-bijian itu berkurang produksinya, dan burung *finch* tersebut terpaksa selain memakan biji-bijian kecil yang sedikit jumlahnya juga memakan biji-bijian yang lebih besar yang banyak jumlahnya tetapi jauh lebih sukar untuk dihancurkan. Keluarga Grant menemukan bahwa ketebalan rata-rata paruh (jarak antara paruh atas dan paruh bawah) pada populasi burung tersebut berubah seiring dengan berubahnya tahun. Saat musim kering ketebalan rata-rata paruh meningkat, kemudian mengecil kembali saat musim hujan. Sifat tersebut merupakan sifat yang dapat diturunkan. Keluarga Grant mengaitkan perubahan itu dengan ketersediaan relatif biji-bijian kecil dari tahun ke tahun. Burung-burung dengan paruh yang lebih kuat mungkin memiliki keuntungan lebih selama musim kering, ketika kelangsungan hidup dan reproduksi bergantung pada kemampuan untuk memecah biji-bijian besar. Sebaliknya,

paruh yang lebih kecil tampaknya merupakan alat yang lebih efisien untuk memakan biji-bijian yang lebih kecil yang produksinya berlimpah selama musim hujan.



Gambar 1.10.

Kerja seleksi alam: evolusi paruh pada salah satu burung finch yang dibahas Darwin. Burung finch darat berukuran sedang (*Geospiza fortis*), salah satu dari burung yang ditemukan Darwin di kepulauan Galapagos, menggunakan paruhnya yang kuat untuk memecah dan menghancurkan biji-bijian. Jika diberikan kesempatan untuk memilih biji-bijian besar atau biji-bijian kecil, burung itu akan memilih biji-bijian kecil yang lebih mudah dipecahkan. Selama tahun-tahun basah (banyak hujan), biji-bijian kecil dihasilkan sangat berlimpah sehingga burung finch darat relatif mengkonsumsi hanya sedikit biji-bijian besar. Akan tetapi, selama tahun-tahun kering (kemarau) ketersediaan semua biji-bijian menjadi berkurang, dan burung-burung itu secara proporsional memakan lebih banyak biji-bijian besar. Perubahan dalam pola ketersediaan makanan ini berhubungan dengan perubahan dalam rata-rata ketebalan (dimensi dari atas ke bawah) paruh burung tersebut. Sifat ini diwariskan dan bukan didapatkan (misalnya dengan penggunaan paruh itu untuk biji-bijian besar). Penjelasan yang paling mungkin adalah burung-burung yang kebetulan memiliki paruh yang lebih kuat memiliki keuntungan dalam hal makanan dan dengan demikian memiliki keberhasilan reproduksi yang lebih besar selama masa kering, burung-burung itu akan menurunkan gen untuk paruh yang lebih tebal sampai ke keturunannya (Campbell, 2003)

Kajian dan penelitian keluarga Grant mengenai evolusi paruh memperkuat pendapat yang mengatakan bahwa seleksi alam tergantung pada

situasi: apa yang bekerja paling baik pada lingkungan tertentu bisa jadi kurang sesuai dalam situasi yang berbeda. Juga penting untuk dipahami bahwa evolusi paruh di *Daphne Major* tidak dihasilkan oleh pewarisan sifat-sifat yang didapat. Lingkungan tidak menciptakan paruh yang memiliki spesialisasi untuk memakan biji-bijian yang lebih besar atau yang lebih kecil, tetapi bergantung pada curah hujan tahunan.

Lingkungan hanya bekerja pada variasi yang didapatkan dalam populasi, yang lebih menguntungkan kelangsungan hidup dan keberhasilan reproduksi beberapa individu dibandingkan dengan individu yang lain. Seleksi alam akan memperbaiki populasi. Perbandingan burung *finch* berparuh tebal meningkat selama musim kering karena secara rata-rata individu-individu dengan paruh yang lebih tebal menurunkan gen-gennya ke lebih banyak keturunan dibandingkan dengan burung-burung yang berparuh tipis.

Dan bukti di atas, para saintis telah menunjukkan pada kita bahwa seleksi alam merupakan suatu mekanisme perubahan dalam populasi yang terus terjadi: proses itu telah diperkuat secara berulang-ulang melalui kajian ilmiah yang cermat, di mana prediksi berdasarkan hipotesis diuji melalui pengamatan dan percobaan. Ironisnya, Darwin sendiri mengira bahwa seleksi alam selalu bekerja terlalu lambat, sehingga tidak dapat diamati. Ia juga tidak dapat memberi jawaban yang memuaskan mengenai variasi genetik. Sekarang kita mengetahui bahwa variasi tersebut timbul melalui mekanisme *mutasi acak* dan *rekombinasi genetik*.

## **B. BUKTI-BUKTI EVOLUSI**

Evolusi biologi meninggalkan tanda-tanda yang dapat diamati, yang merupakan bukti pengaruh pada kehidupan di masa lalu dan sekarang. Pada bagian ini, kita akan mencoba membahas secara ringkas beberapa tanda-tanda evolusi. Pembahasan yang mendalam akan Anda temukan pada modul-modul berikutnya.

### **1. Bukti dari Paleontologi**

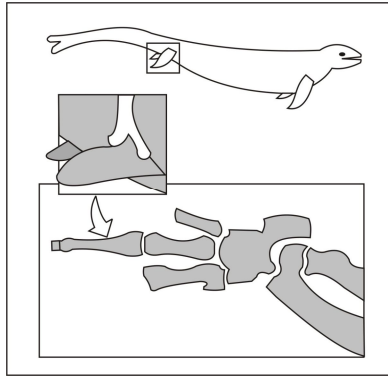
Paleontologi adalah ilmu yang mempelajari fosil. Fosil adalah replika atau peningkatan bersejarah organisme dari masa lalu, yang mengalami mineralisasi di dalam batuan (Campbell, 2003).

Kita tahu bahwa fosil telah menimbulkan keingintahuan manusia paling tidak sejak zaman Yunani kuno. Kecuali beberapa saja, fosil bukan

merupakan sisa-sisa organisasi yang masih hidup sekarang di bumi ini. Lalu bagaimana dapat kita jelaskan adanya makhluk tersebut? Kadang-kadang dikatakan adanya serangkaian penciptaan khusus yang diikuti bencana alam yang memusnahkan organisme di seluruh dunia.

Suksesi bentuk fosil sesuai dengan apa yang diketahui dari bukti lain. Sebagai contoh, bukti dari cabang biokimia, biologi molekuler, dan biologi sel menempatkan prokariota sebagai nenek moyang semua kehidupan dan memperkirakan bahwa bakteri mendahului semua kehidupan eukariota dalam catatan fosil. Memang, fosil tertua yang diketahui adalah prokariota. Contoh lain penampakan kronologis dari kelas-kelas hewan vertebrata yang berbeda-beda dalam catatan fosil. Fosil ikan adalah yang paling tua dari semua vertebrata lain, disusul kemudian oleh amfibia, diikuti oleh reptilia, kemudian burung dan mamalia. Urutan ini sesuai dengan sejarah keturunan vertebrata sebagaimana diungkapkan oleh banyak jenis bukti yang lain. Sebaliknya, ide bahwa semua spesies diciptakan satu demi satu pada waktu yang hampir sama seharusnya kelas vertebrata muncul pada catatan fosil dalam bebatuan dengan umur yang sama, ternyata berlawanan dengan apa yang sesungguhnya diamati oleh para ahli paleontologi.

Pandangan Darwinian mengenai kehidupan juga memperkirakan bahwa transisi evolusioner harus meninggalkan tanda-tanda dalam catatan fosil. Para ahli paleontologi telah menemukan banyak bentuk transisi yang menghubungkan fosil yang lebih tua dengan spesies modern. Sebagai contoh, serangkaian fosil mendokumentasikan perubahan bentuk dan ukuran tengkorak yang terjadi ketika mamalia berevolusi dari reptilia. Hampir setiap tahun, ahli paleontologi menemukan kaitan atau hubungan penting lainnya antara bentuk modern dengan nenek moyangnya. Pada beberapa tahun belakangan ini misalnya, para peneliti telah menemukan paus yang telah menjadi fosil yang menghubungkan mamalia air ini dengan leluhurnya yang hidup di daratan. Coba Anda cermati gambar di bawah ini!



Gambar 1.11.

Fosil peralihan (transisi) menghubungkan masa lalu dan masa sekarang. Paus berkembang dari nenek moyang yang di darat, suatu transisi evolusioner yang meninggalkan banyak tanda, termasuk bukti-bukti fosil. Para ahli paleontologi yang melakukan penggalian di Mesir dan Pakistan berhasil mengidentifikasi paus yang sudah punah yang memiliki tungkai belakang. Ditunjukkan di sini adalah tulang kaki Basilosaurus yang sudah menjadi fosil, salah satu dari paus kuno itu. Paus tersebut sudah menjadi hewan air yang tidak lagi menggunakan kakinya untuk menyokong badannya dan untuk berjalan. Tulang kaki fosil paus yang lebih tua yang bernama Ambulocetus lebih kuat dan kokoh. Ambulocetus mungkin merupakan hewan amfibia, yang hidup di darat dan di air (Campbell, 2003)

## 2. Bukti dari Taksonomi

Taksonomi adalah cabang dari biologi yang berhubungan dengan penamaan dan klasifikasi spesies yang didasarkan pada skema yang lebih formal. Skema tersebut terdiri dari tingkatan klasifikasi yang bermacam-macam, setiap tingkatan lebih luas cakupannya dibandingkan dengan tingkatan yang di bawahnya.

Sistem taksonomi ini dipelopori oleh Carolus Linnaeus seorang ahli botani Swedia. Beliau bekerja dengan mencari keseragaman di antara keanekaragaman. Tujuan utama dari Linnaeus adalah "untuk kemuliaan dan keagungan Tuhan". Tetapi ironisnya, seabad kemudian sistem taksonominya ternyata menjadi titik fokus pendapat Darwin mengenai evolusi.

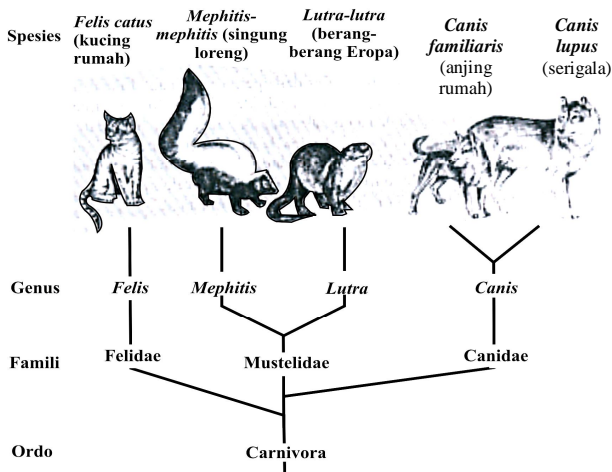
Linnaeus memakai suatu sistem untuk pengelompokan spesies yang mirip ke dalam jenjang suatu kategori yang semakin umum. Sebagai contoh, spesies yang mirip dikelompokkan ke dalam genus yang sama, genus yang



mirip dikelompokkan ke dalam famili yang sama dan selanjutnya. Kingdom>filum>kelas>ordo>famili>genus>spesies.

Bagi para ahli evolusi, skema Linnaeus tersebut merefleksikan geneologi bercabang dari pohon kehidupan, dengan organisme pada level taksonomi yang berbeda dihubungkan melalui turunan dari nenek moyang yang sama. Spesies yang memiliki sifat dan ciri yang sama, misalnya singa dan harimau ternyata memiliki hubungan yang erat dan ternyata garis turunan nenek moyangnya sama. Jika kita bisa mengakui singa dan harimau lebih erat hubungan kekerabatannya dibandingkan antara singa dan kambing, maka kita telah mengakui bahwa evolusi telah meninggalkan tanda dalam bentuk derajat kekerabatan yang berbeda di antara spesies modern.

Taksonomi merupakan penemuan manusia dengan sendirinya taksonomi tidak dapat mengukuhkan keturunan yang sama. Akan tetapi, bersama dengan bukti-bukti yang lain, implikasi taksonomi pada evolusi tidak mungkin keliru. Analisis genetik misalnya, membeberkan bahwa spesies singa dan harimau merupakan kerabat yang sangat dekat dengan latar belakang hereditas yang mirip kekerabatan dari genus yang sama untuk suatu ordo/ lebih dekat jika dibandingkan dengan ordo yang berbeda.

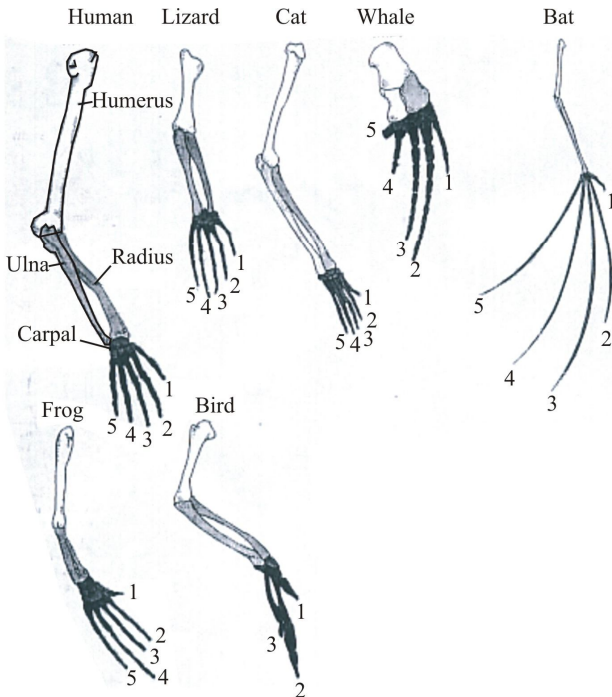


Gambar 1.12.

Hubungan antara klasifikasi dan filogeni. Pohon evolusi bercabang menunjukkan jenjang taksa. Di sini kita melihat kemungkinan kedekatan geneologis di antara beberapa taksa yang ada di bawah ordo karnivora, yang merupakan cabang dari kelas mamalia (Campbell, 2003).

### 3. Bukti dari Anatomi Perbandingan

Pewarisan dengan modifikasi sangat jelas terlihat pada kemiripan anatomi antara spesies yang dikelompokkan ke dalam kategori taksonomi yang sama. Sebagai contoh elemen kerangka yang sama menyusun tungkai depan manusia, kadal, kucing, paus, kelelawar, katak dan burung. Meskipun tungkai tersebut memiliki fungsi yang sangat berbeda.



Gambar1.13.

Struktur homolog, tanda-tanda anatomis proses evolusi. Tungkai depan semua vertebrata dibangun dari unsur kerangka yang sama, dan terlihat adanya hubungan arsitektur seperti yang kita harapkan jika tungkai depan leluhur yang sama dimodifikasi menjadi beberapa struktur untuk mengemban berbagai jenis fungsi yang berbeda (Strickberger, 2000)

Tentunya, cara terbaik untuk membangun infrastruktur sayap kelelawar bukan merupakan cara terbaik untuk membangun sirip paus. Perbedaan anatomi seperti itu tidak masuk akal jika struktur tersebut secara unik direkayasa dan tidak saling berhubungan. Suatu penjelasan yang lebih

mungkin adalah kemiripan tungkai depan ini akibat diturunkannya semua vertebrata dari suatu leluhur yang sama. Tungkai depan, sirip, dan lengan dari vertebrata yang berbeda adalah variasi dari pokok struktur dasar yang sama. Akibat fungsi yang berbeda pada setiap spesies, maka struktur dasarnya dimodifikasi.

Kemiripan dalam ciri khusus yang dihasilkan dari leluhur yang sama disebut *homologi*, dan tanda-tanda anatomis seperti itu disebut dengan struktur *homolog*. Anatomi perbandingan konsisten dengan bukti-bukti lain dalam memberikan bukti bahwa evolusi adalah suatu proses pemodelan ulang di mana struktur leluhur yang berfungsi dalam suatu kapasitas dimodifikasi ketika mereka mengemban fungsi baru.

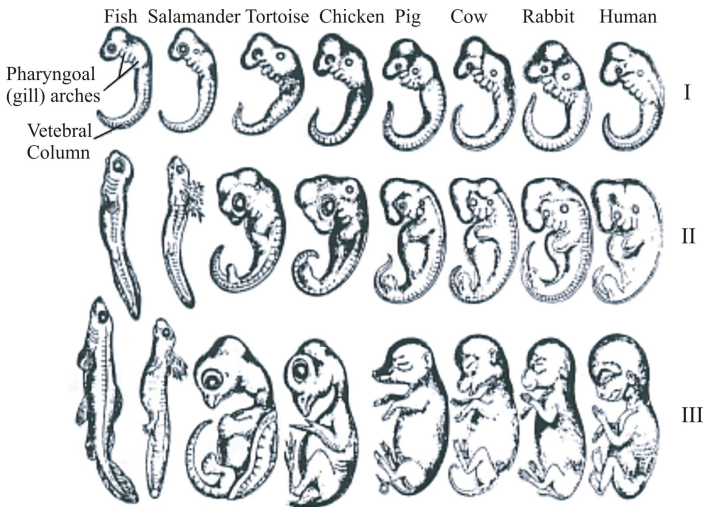
Beberapa struktur *homolog* yang lebih menarik adalah organ vestigial (organ sisa yang tidak berguna lagi), yaitu struktur dengan arti penting yang kecil, jika ada, bagi organisme tersebut. Organ vestigial merupakan sisa-sisa historis dari struktur yang memiliki fungsi penting pada leluhurnya. Sebagai contoh, paus masa kini tidak memiliki tungkai belakang tetapi memiliki sisa tulang pelvis dari kaki leluhur daratnya yang berkaki empat (lihat Gambar 1.12).

Pada tingkat dasar, organ vestigial tampaknya bisa mendukung konsep "*use dan disuse*" yang dikemukakan oleh Lamarck, tetapi sebagaimana telah kita bahas, pengaruh penggunaan struktur tubuh oleh suatu individu tidak diwariskan ke keturunan individu tersebut. Sebaliknya, organ vestigial merupakan bukti evolusi melalui seleksi alam.

Tubuh akan merugi harus terus menyediakan darah, zat-zat makanan, dan ruang bagi organ yang tidak lagi memiliki fungsi penting, maka seleksi alam cenderung menguntungkan individu yang memiliki organ tersebut dalam bentuk tereduksi, dengan demikian cenderung akan menghilangkan struktur yang tidak berfungsi lagi. Akhirnya perubahan struktur (seperti adaptasi ekor sebagai suatu struktur pendorong utama dan reduksi tungkai belakang pada paus) melibatkan pola ekspresi gen selama perkembangan embrio. Karena berbagai proses yang terjadi pada perkembangan embrio mempengaruhi fungsi organisme dewasa, maka organisme itu sendiri merupakan pokok dari proses seleksi alam. Organ vestigial mewakili perubahan dalam perkembangan embrio organisme yang ditempa atau dibentuk oleh seleksi alam.

#### 4. Bukti dari Embriologi Perbandingan

Organisme yang memiliki hubungan kekerabatan yang dekat akan mengalami tahapan yang sama dalam perkembangan embrionya. Sebagai contoh, semua embrio vertebrata akan mengalami suatu tahapan di mana mereka memiliki kantung insang dan rongga tulang belakang (Gambar 1.15). Pada tahapan perkembangan ini, ikan, salamander kura-kura, ayam, babi, sapi, kelinci, manusia dan semua vertebrata lain lebih banyak kesamaannya dari perbedaannya. Pada perkembangan selanjutnya menjadi semakin bervariasi, akhirnya akan memiliki ciri khas dari kelasnya. Pada ikan misalnya, kantung insang berkembang menjadi insang; pada vertebrata darat, struktur embrio tersebut akan dimodifikasi untuk fungsi-fungsi lain, seperti saluran eustachius yang menghubungkan telinga tengah dengan tenggorokan pada manusia. Embriologi perbandingan sering kali membentuk homologi pada beberapa struktur, seperti kantung insang, yang menjadi sedemikian berubah pada perkembangan selanjutnya sehingga asal mulanya yang sama tidak lagi terlihat dengan jelas saat membandingkan dengan bentuknya yang telah berkembang secara lengkap.



Gambar 1.14.

Perbandingan embrio vertebrata (ikan, salamander, kura-kura, ayam, babi, sapi, kelinci, manusia) semua embrio vertebrata akan mengalami suatu tahapan di mana mereka memiliki kantung insang pada bagian samping tenggorokannya dan rongga tulang belakang (Strickberger, 2000).

Diilhami oleh prinsip Darwinian mengenai pewarisan yang dimodifikasi, ahli embriologi pada akhir abad ke-19 mengemukakan pandangan yang ekstrim "*ontogeni merupakan ikhtisar filogeni*". Pendapat ini menganggap bahwa perkembangan organisme individu, atau ontogeni, merupakan ulangan sejarah evolusioner spesies, atau filogeni. Teori rekapitulasi ini adalah suatu pernyataan yang berlebihan. Meskipun semua vertebrata memiliki banyak ciri perkembangan embrio yang sama, tidak benar kalau mamalia pertamanya mengalami tahap perkembangan ikan kemudian tahap amfibia dan seterusnya. Ontogeni dapat memberikan petunjuk untuk filogeni, tetapi penting untuk diingat bahwa semua tahapan perkembangan itu bisa berubah sepanjang rentetan proses evolusi yang panjang.

## 5. Bukti dari Biokimia dan Serologi Perbandingan

Studi anatomi perbandingan memperlihatkan adanya homologi anatomi, demikian pula studi biokimia dari macam-macam organisme telah mengungkapkan homologi biokimia. Persamaan biokimia organisme hidup adalah satu ciri yang mencolok dari kehidupan.

Hubungan evolusi di antara spesies dicerminkan dalam DNA dan proteinnya (gen dan produk gen). Jika dua spesies memiliki pustaka gen dan protein dengan urutan monomer yang sangat bersesuaian, urutan itu disalin pasti dari nenek moyang yang sama. Jika ada dua paragraph panjang yang sama hanya beda satu atau dua huruf di beberapa tempat, tentunya kita akan mengatakan bahwa paragraph itu berasal dari sumber yang sama.

Biologi molekular merupakan pendukung Darwin yang paling berani, bahwa semua bentuk kehidupan saling berhubungan sampai tingkat tertentu melalui cabang-cabang keturunan dari organisme yang paling awal. Bahkan organisme yang secara taksonomi berbeda jauh, seperti manusia dan bakteri, memiliki beberapa protein yang sama.

Enzim-enzim sitokrom terdapat pada hampir setiap organisme hidup. Salah satu dari enzim ini, yaitu sitokrom c, adalah rantai polipeptida yang terdiri atas 104 sampai 112 asam amino (bergantung pada organisme yang menyandangnya). Pada tahun-tahun belakangan ini telah diketahui urutan asam amino yang pasti dalam rantai sitokrom c dan beragam organisme seperti manusia, kelinci, penguin raja, ular gerincing, ikan tuna, ngengat, kapang oncom merah (*Neurospora*) dan yang lainnya.

Meskipun terdapat variasi dalam urutan, terutama antar organisme yang berkerabat jauh, ternyata ada juga sejumlah besar persamaannya. Urutan

asam amino pada manusia berbeda dengan urutan monyet rhesus hanya pada satu tempat dalam rantai. Dengan gandum berbeda 35 asam amino, tetapi 35 asam amino lainnya terbukti sama. Hal ini termasuk satu bagian yang terdiri atas 11 asam amino yang beruntun (No. 70 - 80) yang terdapat pada semua organisme yang kita kenal. Kita mengetahui bagaimana urutan nukleotida dalam molekul DNA menyandi urutan asam amino dalam protein. Terdapatnya gen untuk sitokrom c pada begitu banyak jenis organisme, tidak akan dapat dijelaskan tanpa menggunakan teori evolusi. Dan fenomena ini jelaslah, kita semua mewarisi gen ini dari nenek moyang yang sama, sekalipun dengan akumulasi mutasi.

Alasan yang sama dapat diterapkan pada persamaan biokimia lain di antara organisme-organisme. Studi mengenai urutan asam amino pada hemoglobin mamalia memperlihatkan persamaan yang dekat, terutama pada spesies-spesies yang diduga berkerabat dekat. Coba Anda lihat Gambar 1.16!

| <b>Jumlah Perbedaan Asam Amino antara Rantai Beta Hemoglobin Manusia dengan yang terdapat pada macam-macam spesies</b> |     |
|--|-----|
| Rantai beta manusia  | 0   |
| Gorila   | 1   |
| Gibbon   | 2   |
| Monyet Rhesus  | 8   |
| Anjing   | 15  |
| Kuda, sapi   | 25  |
| Tikus  | 27  |
| Kangguru kelabu  | 38  |
| Ayam   | 45  |
| Kodok  | 67  |
| Lamprey  | 125 |
| Siput laut (moluska)   | 127 |
| Kedelai  | 124 |

Gambar 1.15.

Homologi biokimia. Derajat persamaan struktur sebanding dengan dekatnya hubungan kekerabatan. Semua nilai yang terdaftar untuk rantai beta kecuali tiga terakhir: di dalamnya tidak terdapat perbedaan antara rantai beta dan alpha. Rantai beta manusia mengandung 146 asam amino sisa, seperti yang lainnya (Kimbal, 1999)

Jadi dalam biokimia ada juga hal-hal yang paralel seperti halnya homologi organ tubuh yang telah kita bahas sebelumnya; ini berarti hormon

juga diwariskan dari moyang yang sama tetapi dengan fungsi yang berubah sesuai dengan cara kehidupan setiap hewan.

Contoh perbandingan lainnya adalah reaksi antibodi manusia. Kalau kita menyuntikkan protein serum manusia pada kelinci (kelinci contoh hewan yang mudah digunakan, tetapi pakai hewan lain pun bisa), kelinci akan membuat berbagai molekul antibodi yang sangat bervariasi terhadap semua determinan antigen yang asing baginya. Bila serum darah kelinci yang mengandung antigen manusia ini dicampur dengan serum manusia dalam tabung reaksi, terbentuklah kompleks antigen antibodi yang tak larut yang terdapat sebagai endapan. Jumlah endapan yang terbentuk dapat diukur dengan mudah. Apa yang membuat reaksi ini menarik, ternyata antibodi manusia ini juga akan bereaksi dengan serum darah mamalia lainnya.

| Makhluk Hidup              | Reaksi |
|----------------------------|--------|
| Manusia                    | 100%   |
| Simpanse                   | 97%    |
| Gorilla                    | 92%    |
| Gibbon                     | 79%    |
| Babon                      | 75%    |
| Monyet laba-laba*          | 58%    |
| Lemur                      | 37%    |
| Landak kecil (insektivora) | 17%    |
| Babi                       | 8%     |

Gambar 1.16.

Reaksi antara antibodi manusia (berasal dari kelinci) dan serum dari berbagai mamalia (Kimbal, 1999).

Metode ini (disebut serologi perbandingan) tidak saja membenarkan hubungan evolusi yang telah disetujui, tetapi juga memastikan hubungan, karena bukti anatomi tidak dapat memberikan jawaban yang jelas. Misalnya, kelinci memperlihatkan beberapa persamaan struktur dengan hewan pengerat, tetapi walaupun demikian mereka diletakkan dalam ordo tersendiri (ordo Lagomorpha). Satu alasan penting untuk ini ialah bahwa uji serologi memperlihatkan sedikit afinitas antara kelinci dengan hewan pengerat; kelinci tampaknya berkerabat lebih dekat dengan ungulata berkuku genap seperti babi. Demikian pula paus, secara serologi memperlihatkan hubungan yang lebih dekat dengan ungulata berkuku genap dari pada dengan ordo mamalia lainnya. Sekarang protein tumbuhan pun telah digunakan sebagai antigen dan beberapa teka-teki evolusi dengan teknik ini telah menjadi jelas.

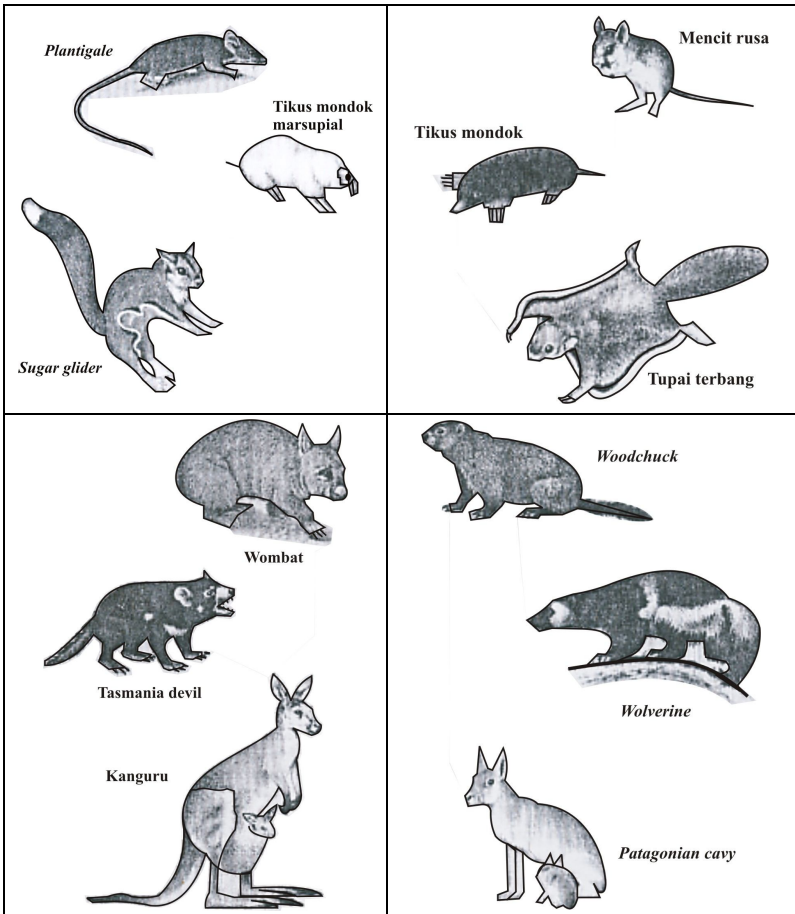
## 6. Bukti dari Fisiologi Perbandingan

Fisiologi adalah ilmu dari cabang biologi yang mempelajari fungsi dari alat-alat tubuh. Benarkah fisiologi dapat menjadi petunjuk adanya evolusi? Mari kita mengkajinya!

Ada faktor tak terkontrol dalam membuat hubungan evolusioner dengan cara mengevaluasi tingkat kemiripan. Ternyata tidak semua tingkat kemiripan diwariskan dari nenek moyang yang sama. Spesies dari cabang evolusi yang berbeda bisa saja pada kenyataannya mirip satu sama lainnya jika mereka memiliki peranan lingkungan yang mirip dan seleksi alam telah membentuk adaptasi yang *analog*. Hal seperti ini disebut sebagai *evolusi konvergensi*, dan kemiripan akibat *konvergensi* disebut dengan *analogi*.

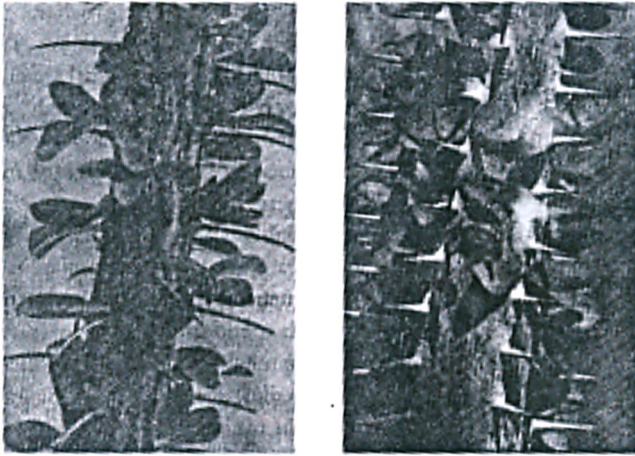
Sirip depan dan ekor ikan hiu dengan sirip depan dan ekor paus misalnya, adalah organ renang analog yang berevolusi secara independen dan dibangun dari struktur yang berbeda secara keseluruhan. Evolusi konvergen juga menghasilkan kemiripan analog antara marsupial Australia tertentu dengan hewan berplasenta yang mirip dan telah berevolusi secara independen pada benua lain.





Gambar 1.17.

Perbandingan mamalia marsupial (berkantong) dan mamalia eutheria (berplasenta). Radiasi adaptif di Australia telah menyebabkan hewan marsupial memiliki banyak peranan ekologi yang diisi oleh mamalia eutheria di benua lain. Evolusi konvergen telah menghasilkan sejumlah kemiripan yang luar biasa, tetapi marsupial dan eutaria berkembang pada garis keturunan mamalia yang terpisah. Salah satu perbedaannya adalah, bahwa seekor marsupial yang sedang berkembang menghabiskan sebagian besar waktunya di luar uterus dan menghisap puting, sementara seekor hewan eutheria menyelesaikan perkembangan embrioniknya di dalam uterus dan diberi nutrisi oleh plasenta (Campbell, 2003)



Gambar 1.18.

Evolusi Konvergen dan Struktur Analog. Tumbuhan ocotillo dari daerah barat daya Amerika Utara (gambar kiri) terlihat sangat mirip dengan tumbuhan *allaudia* (gambar kanan) yang ditemukan di Madagaskar. Kedua tumbuhan itu tidak berkerabat dekat dan kemiripan tersebut disebabkan oleh adaptasi analog yang berevolusi secara independen sebagai tanggapan terhadap tekanan lingkungan yang serupa (Campbell, 2003).

Dan kedua contoh di atas cukup memberi gambaran kepada kita, peranan lingkungan yang mirip telah menyebabkan dua spesies yang berasal dari nenek moyang yang berbeda memiliki organ yang analog (memiliki fungsi yang sama sebagai tanggapan terhadap tekanan lingkungan yang sama).

Seperti telah kita bahas di muka, untuk mengembangkan pohon filogenetik dan mengelompokkan organisme menurut sejarah evolusi, kita seharusnya menggunakan kemiripan homolog. Sebagai aturan umum, semakin banyak organ homolog antara dua species, maka semakin dekat hubungan kekerabatan species tersebut, dan hal ini seharusnya tercerminkan dalam klasifikasinya. Panduan ini lebih sederhana dibandingkan dengan praktiknya. Tetapi kenyataan adaptasi dapat mengaburkan homologi, dan konvergensi dapat menciptakan analogi yang menyesatkan seperti yang telah kita bahas di muka, membandingkan perkembangan embrionik, ciri tertentu sering kali dapat memaparkan homologi yang tidak jelas terlihat pada struktur dewasa.

Terdapat petunjuk lain untuk mengidentifikasi homologi dan memisahkannya dari analogi: semakin kompleks dua struktur yang mirip, maka semakin kecil kemungkinan bahwa mereka berkembang secara terpisah. Pikirkanlah tengkorak manusia dengan simpanse, misalnya tengkorak tidak terdiri dari satu tulang saja, tetapi merupakan penyatuan dari beberapa tulang, tengkorak manusia dan simpanse sangat serupa satu sama lain, pada setiap tulang yang ada. Kecil kemungkinan bahwa struktur kompleks yang sangat sesuai dalam berbagai rincian memiliki asal-usul yang berbeda. Kemungkinan besar, gen yang diperlukan untuk membangun tengkorak ini diwariskan oleh leluhur yang sama.

Kita akhiri dulu pembahasan kita untuk Kegiatan Belajar 2 ini, dan untuk lebih memantapkan penguasaan Anda terhadap materi di atas, kerjakanlah soal-soal latihan berikut ini!



## LATIHAN

---

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

- 1) Wallace mengembangkan suatu teori seleksi alam yang pada dasarnya sama dengan yang dikemukakan Darwin. Wallace juga mempublikasikan idenya lebih dulu dibandingkan dengan Darwin. Tetapi mengapa dunia ilmiah lebih mengakui Darwin sebagai penggagas teori seleksi alam, bukan Wallace?
- 2) Dalam periode satu dekade, buku Darwin dan pendukungnya telah berhasil meyakinkan sebagian besar kalangan ahli biologi bahwa keanekaragaman biologi merupakan hasil dari evolusi. Darwin bisa berhasil, pada hal para ahli evolusi sebelumnya gagal. Coba beri penjelasan!
- 3) Kalau dunia memiliki Galapagos, kita memiliki Sulawesi. Di Pulau ini sebagian besar flora dan faunanya eksotis (memiliki kekhasan tersendiri) yang tidak ditemukan di tempat lain di dunia. Coba Anda jelaskan menurut perspektif Darwinisme, kenapa hal itu bisa terjadi!

*Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Karena Darwin memaparkan dan mengembangkan teori seleksi alam jauh lebih jelas dan dalam dibandingkan dengan Wallace, selain itu Buku catatan Darwin juga memberikan bukti ia menyusun teorinya mengenai seleksi alam 15 tahun sebelum membaca naskah Wallace.
- 2) Karena Darwin telah berhasil meyakinkan para pembacanya dengan logika yang bersih tanpa noda dan didukung oleh banyak bukti-bukti.
- 3) Apa yang terjadi di Sulawesi hampir sama dengan apa yang terjadi di kepulauan Galapagos. Ketika zaman es di mana benua-benua menyatu, bagian timur Indonesia disatukan dengan benua Australia dan bagian barat Indonesia disatukan dengan benua Asia. Sedangkan Sulawesi dan kepulauan kecil di sekitarnya terisolir. Hal ini dapat memberi gambaran mengapa flora dan fauna bagian barat Indonesia memiliki kemiripan dengan flora dan fauna oriental sedangkan kawasan timur memiliki kemiripan dengan flora dan fauna Australian. Karena Sulawesi terisolasi oleh sawar geografis (laut) maka flora dan faunanya menunjukkan penampakan yang berbeda dari daerah lainnya di Indonesia dan juga di dunia. Flora dan fauna yang hidup di pulau ini, mengalami radiasi adaptif secara permanen dan akumulasi sifat yang didapatkan dari hasil adaptasi. Karena alasan inilah Sulawesi memiliki flora dan fauna yang eksotis.

**RANGKUMAN**

Pada bulan Desember 1831, Darwin mendapat kesempatan untuk ikut melakukan penjelajahan dengan menggunakan kapal HMS *Beagle*. Penjelajahannya di sepanjang rentangan garis pantai Amerika Selatan ini menghabiskan waktu 4 tahun termasuk di dalamnya satu bulan di Galapagos. Dari penjelajahan inilah Darwin mendapatkan bukti-bukti, yang dalam perkembangan selanjutnya dijadikan dasar untuk mengembangkan gagasannya tentang evolusi makhluk hidup.

Darwin menyatakan dua hal penting dalam buku *The Origin of Species*. Pertama, berdasarkan bukti-bukti beliau berpendapat bahwa spesies tidak diciptakan dalam bentuknya yang sekarang ini, tetapi berevolusi dari spesies nenek moyangnya. Kedua, beliau mengemukakan suatu mekanisme untuk evolusi, yang ia sebut seleksi alam.

Evolusi biologi meninggalkan tanda-tanda yang dapat teramati, yang merupakan bukti pengaruhnya pada masa lalu dan sekarang. Bukti-bukti ini dapat dirunut dari bukti paleontologi, bukti taksonomi, bukti anatomi perbandingan, bukti embriologi perbandingan, bukti dari biokimia perbandingan dan bukti dari fisiologi perbandingan.



## TES FORMATIF 2

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Di antara sekian banyak burung yang dikumpulkan Darwin di kepulauan Galapagos, terdapat 13 jenis burung *finch* yang meskipun mirip, nampaknya merupakan spesies yang berbeda. Manakah dari jawaban berikut yang mendukung pernyataan di atas?
  - A. Ke-13 spesies *finch* tersebut berasal dari spesies yang berbeda yang mengalami proses analogi sehingga kelihatannya mirip.
  - B. Ke-13 spesies burung *finch* tersebut berasal dari spesies yang sama yang karena akumulasi adaptasi terhadap lingkungannya dalam waktu yang lama akhirnya menjadi 13 spesies yang berbeda.
  - C. Ke-13 spesies burung *finch* tersebut diciptakan Sang Pencipta sudah dalam bentuk seperti itu.
  - D. Ke-13 spesies *finch* tersebut mengalami modifikasi sesuai dengan kebutuhannya terhadap lingkungan, dan modifikasi ini diturunkan kepada generasi berikutnya.
  
- 2) Dalam dekade yang sama, selain Darwin ada juga ahli lain yang mengembangkan teori seleksi alam yang pada dasarnya sama dengan yang dikemukakan oleh Darwin, bahkan naskahnya dimuat dalam waktu dan majalah yang sama, ahli yang dimaksud adalah ...
  - A. Charles Lyell
  - B. Alfred Wallace
  - C. George Cuvier
  - D. Jean Baptiste Lamarck
  
- 3) Darwin dapat meyakinkan sebagian besar kalangan ahli biologi bahwa keanekaragaman biologi merupakan hasil dari evolusi, pada hal para ahli sebelumnya gagal. Ini terjadi karena ....
  - A. ilmu pengetahuan telah bergeser menjauhi teologi alami
  - B. logika yang disampaikan bersih tanpa noda yang didukung oleh banyak bukti-bukti

- C. Alfred Wallace telah membantu merintis jalan untuk diterimanya esai Darwin tersebut
  - D. para ahli biologi lainnyapun melakukan penelitian yang sama dan memperoleh bukti yang sama
- 4) Dalam penelitiannya, terhadap *Gospiza fortis* di Daphane Major, keluarga Grant menemukan fakta bahwa ketebalan rata-rata paruh berubah seiring dengan berubahnya musim. Saat musim kering ketebalan rata-rata paruh meningkat, kemudian menurun kembali saat musim hujan. Jawaban yang benar untuk kasus di atas adalah ....
- A. paruh burung beradaptasi sesuai dengan jalannya musim, membesar saat musim kering dan mengecil kembali saat musim hujan
  - B. evolusi paruh dihasilkan oleh pewarisan sifat-sifat yang di dapat dari lingkungan
  - C. makanan menciptakan paruh yang memiliki spesialisasi untuk memakan biji-bijian yang lebih besar atau yang kecil
  - D. merupakan hasil kerja lingkungan terhadap variasi dalam populasi, populasi yang memiliki sifat menguntungkan akan berhasil dalam bereproduksi
- 5) Munculnya variasi dalam populasi terjadi karena ....
- A. mekanisme mutasi acak dan rekombinasi genetik
  - B. adaptasi terhadap lingkungan yang berbeda
  - C. adaptasi terhadap makanan yang berbeda
  - D. variasi sudah diciptakan oleh Sang Pencipta
- 6) Berdasarkan bukti fosil, fosil yang paling tua dari vertebrata adalah ....
- A. ikan
  - B. amfibia
  - C. reptilia
  - D. mamalia
- 7) Para ahli telah menemukan banyak bentuk transisi yang menghubungkan fosil yang lebih tua dengan spesies modern. Dari dokumentasi fosil tersebut. Pernyataan yang benar tentang mamalia adalah mamalia berevolusi dari ....
- A. amfibia
  - B. reptilia
  - C. ikan
  - D. burung

- 8) Pernyataan yang benar sehubungan dengan kemiripan tungkai depan vertebrata adalah ....
- A. Perbedaan struktur tungkai terjadi karena perbedaan fungsi yang disesuaikan dengan kebutuhan sebagai tanggapan terhadap perbedaan lingkungan.
  - B. Tungkai depan semua vertebrata dibangun dari unsur kerangka yang berbeda kemudian dimodifikasi menjadi beberapa struktur untuk mengemban berbagai jenis fungsi yang berbeda
  - C. Kemiripan tungkai depan adalah akibat dari diturunkannya semua vertebrata dari satu leluhur yang sama. Akibat fungsi yang berbeda pada setiap spesies, maka struktur dasarnya dimodifikasi
  - D. Kemiripan tungkai depan terjadi akibat kesamaan fungsi dari organ tungkai depan tersebut
- 9) Diilhami oleh prinsip Darwinian mengenai pewarisan yang dimodifikasi, para ahli embriologi pada akhir abad ke 19 mengemukakan pandangan yang ekstrim "*ontogeni merupakan ikhtisar filogeni*". Teori rekapitulasi ini adalah suatu pernyataan yang berlebihan karena ....
- A. tidak benar mamalia pertama mengalami tahap perkembangan ikan, kemudian amfibia dan seterusnya
  - B. ontogeni bukan merupakan ulangan sejarah evolusioner spesies
  - C. ontogeni tidak dapat memberikan petunjuk untuk filogeni
  - D. semua embrio vertebrata tidak pernah mengalami suatu tahapan yang sama
- 10) Manakah yang paling tepat dijadikan contoh untuk analogi organ?
- A. Sayap burung dengan sayap kelelawar.
  - B. Kaki manusia dengan kaki ayam.
  - C. Sirip ikan hiu dengan sirip paus.
  - D. Sirip paus dengan sayap burung.

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

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

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

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



## Kegiatan Belajar 3

### Pandangan Evolusi menurut Agama dan Sains

Untuk mengawali pembahasan kita dengan terlebih dahulu menengahkan sebuah argumen yang bersifat metaforik dari William Paley. Argumen tersebut dikenal dengan istilah "Watchmaker". Paley adalah seorang ahli teologi abad ke 18 dan awal abad ke 19. *"Jika Anda sedang berjalan dan menemukan sebuah arloji, kemudian Anda memungutnya dan membongkarnya, Anda akan menyadari mekanisme internal (bagaimana semuanya tersusun) merupakan kesempurnaan yang sangat terperinci. Dengan menambah ini ke dalam kenyataan, bahwa mekanisme arloji tersebut memiliki tujuan (yakni memberi tahu waktu), hal tersebut akan mendorong Anda untuk mengambil kesimpulan bahwa arloji itu pasti memiliki perancang. Demikian juga struktur rinci organisme hidup (mata, jantung, sendi, dan yang lainnya) menunjukkan betapa menakjubkan bagian-bagian tersebut dirancang, betapa sempurna bagian-bagian tersebut bekerja, dan begitu rumitnya bagian-bagian tersebut dipadukan, persis seperti roda penggerak sebuah arloji. Jika arloji memiliki perancang, maka struktur biologi juga tentunya memiliki perancang. Kehidupan bukan merupakan suatu peristiwa kebetulan."* (Campbell, 2003).

Pemikiran-pemikiran dikotomis yang akhirnya membuat gap yang cukup lebar antara saintis dan agamis tidak hanya terjadi pada pengikut Bibel, tetapi juga terjadi pada pengikut Quran. Pada hal wahyu tidak harus bertentangan dengan sains dan begitu juga sebaliknya. Jika ternyata ada kontradiksi antara wahyu dan sains, maka ada dua kemungkinan. *Pertama, karena terdapat kekeliruan dalam menginterpretasikan ayat (wahyu),* sebab wahyu memiliki nilai dasar serta sifat yang universal sehingga ia akan akurat selamanya dan dapat diinterpretasikan selaras dengan kondisi ruang dan waktu tertentu. *Kedua, karena ilmu itu sendiri bersifat akumulatif,* selalu mengalami perkembangan dan perubahan mencapai taraf kesempurnaan sehingga proses perkembangan dan perubahan itu sendiri masih belum sesuai dengan nilai dasar yang ada pada wahyu.

Dengan dasar inilah, saya mempunyai pandangan, antara sains dan wahyu harus ditatap dengan kerangka pemikiran induktif. Sains merupakan

konvergensi dari wahyu. Sehingga antara sains dan wahyu adalah dua hal yang harus terpadu, bukan dua hal yang bertentangan atau dipertentangkan.

## A. TEORI EVOLUSI DALAM PERSPEKTIF KRISTEN

Pandangan Darwin mengenai kehidupan, memiliki perbedaan sangat tajam dengan paradigma konvensional yang menyatakan bumi baru berumur beberapa ribu tahun saja, dihuni oleh bentuk kehidupan yang tidak berubah dan telah diciptakan satu per satu selama seminggu penuh di mana sang Pencipta membentuk keseluruhan jagad raya. Buku Darwin telah menentang peradaban dunia yang telah diajarkan dan diyakini selama berabad-abad. Dalam budaya Judio-Kristen, Kitab Perjanjian Lama yang berisi penciptaan, menguatkan ide bahwa setiap spesies telah diciptakan atau dirancang satu per satu dan bersifat permanen. Pada awal tahun 1700-an, biologi di Eropa dan Amerika didominasi oleh teologi alami (*natural theology*), yaitu suatu filosofi yang dikhususkan pada penemuan rencana Sang Pencipta dengan cara mempelajari alam. Para pengikut teologi alami melihat adaptasi organisme sebagai bukti bahwa Sang Pencipta telah merancang masing-masing dan setiap spesies untuk suatu tujuan tertentu. Tujuan utama teologi alami adalah untuk mengelompokkan spesies dan memperlihatkan tahapan skala kehidupan yang telah diciptakan oleh Tuhan.

Buku *the Origin of Species* sungguh sangat radikal untuk masanya. Pandangan Darwin ini bukan hanya mengguncang pandangan ilmiah yang berlaku saat itu, tetapi juga mengandung akar yang paling dalam dari kebudayaan Barat. Bagaimana dengan sekarang?

Pengalaman menyedihkan di masa lampau, ketika Galileo Galilei dijatuhi hukuman mati karena mempertahankan paham "heliosentris" dari Copernicus yang bertentangan dengan Kitab Suci, dan dikemudian hari terbukti benar, telah membuka dimensi baru dalam mimbar ilmiah. Kini para pemuka agama dalam memahami Kitab Suci tidak lagi hanya secara harfiah seperti yang tersurat, tetapi lebih pada apa yang tersirat. Ini tidak pernah terjadi sebelum abad ke 19. Kini para saintis pun lebih memiliki keberanian dalam mencoba menelaah fakta ilmiah, dengan menggunakan Kitab Suci sebagai acuan.

Kalau di masa lalu Samuel Wilberforce (1860), seorang uskup dari gereja Oxford dengan kemarahan yang luar biasa membakar hadirin untuk

menghantam teori Darwin, dewasa ini orang dapat memahami teori tersebut, meskipun tidak berarti menyetujuinya.

Kemajuan penting abad ini mengenai teori evolusi, terjadi ketika Vatikan mengakui bahwa teori Darwin sesuai dengan iman Kristen. Pernyataan Paus Yohanes Paulus II itu disambut gembira oleh para ilmuwan, walaupun mungkin menimbulkan ketidaksenangan di kalangan religius.

Pengakuan Paus bahwa evolusi itu lebih dari sekadar teori, tertuang dalam pesan tertulisnya yang disampaikan pada hari Rabu (23/10/96) dalam sidang Akademi Ilmu Pengetahuan Kepausan, sebuah lembaga para pakar yang bertugas memberikan pertimbangan dan masukan kepada Gereja Katolik Roma mengenai isu-isu ilmiah (Kompas 25/10/1996). Pernyataan Paus ini merupakan sebuah terobosan baru dan menjadi berita utama di koran-koran Italia. "Paus mengatakan kita mungkin keturunan Kera" tulis harian konservatif "II Giornale" di halaman pertama. Harian La Repubblica menuliskan, "Paus berdamai dengan Darwin" (Kompas, 25/10/1996).

Tanggapan substantif pertama kali Vatikan terhadap teori Darwin dituangkan dalam ensiklik, "Humani Genesis (Keluhuran Manusiawi), yang ditulis tahun 1950 oleh Paus Pius XII. Ensiklik itu menyatakan tidak keberatan untuk mendiskusikan teori evolusi Darwin asal dengan hati-hati. Sebab teori tersebut dapat dimanfaatkan oleh tangan-tangan komunis untuk menghilangkan Tuhan.

Paus Yohanes Paulus II, mendukung dokumen 1950 itu. Ia mengatakan "tubuh manusia (raga) berasal dari material hidup yang sudah ada sebelumnya dan jiwa manusialah yang diciptakan Tuhan". Paus juga mengatakan bahwa "teori evolusi lebih dari sekadar hipotesis". (Kompas, /10/1996).

Sebagai bahan kajian kita lebih lanjut, saya kutipkan ayat-ayat yang merepresentasikan proses penciptaan alam semesta beserta isinya dan juga proses penciptaan manusia (dikutip dari Al-kitab yang diterbitkan oleh lembaga Al-kitab Indonesia, tahun 1988).

## KEJADIAN

Allah menciptakan langit dan bumi serta isinya.

<sup>1</sup>Pada mulanya Allah menciptakan langit dan bumi. <sup>2</sup>Bumi belum berbentuk dan kosong; gelap gulita menutupi samudera raya, dan Roh Allah melayang-layang di atas permukaan air. <sup>3</sup>Berfirmanlah Allah: "Jadilah terang." Lalu terang itu jadi. <sup>4</sup>Allah melihat bahwa terang itu baik, lalu dipisahkan-Nyalah terang itu dari gelap. <sup>5</sup>Dan Allah menamai terang itu siang, dan gelap itu malam. Jadilah petang dan jadilah pagi, itulah hari pertama.

<sup>6</sup>Berfirmanlah Allah: "jadilah cakrawala di tengah segala air untuk memisahkan air dari air." <sup>7</sup>Maka Allah menjadikan cakrawala dan ia memisahkan air yang ada di bawah cakrawala itu dari air yang ada di atasnya. Dan jadilah demikian. <sup>8</sup>Lalu Allah menamai cakrawala itu langit. Jadilah petang dan jadilah pagi, itulah hari kedua.

<sup>9</sup>Berfirmanlah Allah: "Hendaklah segala air yang di bawah langit berkumpul pada satu tempat, sehingga kelihatan yang kering." Dan jadilah demikian. <sup>10</sup>Lalu Allah menamai yang kering itu darat, dan kumpulan air itu dinamai-Nya laut. Allah melihat bahwa semuanya itu baik.

<sup>11</sup>Berfirmanlah Allah: "Hendaklah tanah menumbuhkan tunas-tunas muda, tumbuh-tumbuhan yang berbiji, segala jenis pohon buah-buahan yang menghasilkan buah yang berbiji, supaya ada tumbuh-tumbuhan di bumi." Dan jadilah demikian. <sup>12</sup>Tanah itu menumbuhkan tunas-tunas muda, segala jenis tumbuh-tumbuhan yang berbiji dan segala jenis pohon-pohonan yang menghasilkan buah yang berbiji, Allah melihat bahwa semuanya itu baik. <sup>13</sup>Jadilah petang dan jadilah pagi, itulah hari ketiga.

<sup>14</sup>Berfirmanlah Allah: "Jadilah benda-benda penerang pada cakrawala untuk memisahkan siang dari malam. Biarlah benda-benda penerang itu menjadi tanda yang menunjukkan masa-masa yang tetap dan hari-hari dan tahun-tahun. <sup>15</sup>dan sebagai penerang pada cakrawala biarlah benda-benda itu menerangi bumi." Dan jadilah demikian. <sup>16</sup>Maka Allah menjadikan kedua benda penerang yang besar itu, yakni yang lebih besar untuk menguasai siang dan yang lebih kecil untuk menguasai malam, dan menjadikan juga bintang-bintang. <sup>17</sup>Allah menaruh semuanya itu di cakrawala untuk menerangi bumi, <sup>18</sup>dan untuk menguasai siang dan malam dan untuk memisahkan terang dari gelap. Allah melihat bahwa semuanya itu baik. <sup>19</sup>Jadilah petang dan jadilah, itulah hari keempat. <sup>20</sup>Berfirmanlah Allah: "Hendaklah dalam air bekeriapan makhluk hidup, dan hendaklah burung-burung beterbangan di atas bumi melintasi cakrawala." <sup>21</sup>Maka Allah menciptakan binatang-binatang laut yang besar dan segala jenis makhluk hidup yang bergerak, yang berkeriapan dalam air, dan segala jenis burung yang bersayap. Allah melihat bahwa semuanya itu baik. <sup>22</sup>Lalu Allah memberkati semuanya itu, firman-Nya: "Berkembang baiklah dan bertambah

banyaklah serta penuhlah air dalam laut, dan hendaklah burung-burung di bumi bertambah banyak." <sup>23</sup>Jadilah petang dan jadilah pagi, itulah hari kelima.

<sup>24</sup>Berfirmanlah Allah: Hendaklah bumi mengeluarkan segala jenis makhluk yang hidup, ternak dan binatang melata dan segala jenis binatang liar. "Dan jadilah demikian. <sup>25</sup>Allah menjadikan segala jenis ternak dan segala jenis binatang melata di muka bumi. Allah melihat bahwa semuanya itu baik.

<sup>26</sup>Berfirmanlah Allah: "Baiklah kita menjadikan manusia menurut gambar dan rupa kita, supaya mereka berkuasa atas ikan-ikan di laut dan burung-burung di udara dan atas ternak dan atas seluruh bumi dan atas segala binatang melata yang merayap di bumi." <sup>27</sup>Maka Allah menciptakan manusia menurut gambar Nya, menurut gambar Allah diciptakan-Nya dia, laki-laki dan perempuan diciptakanNya mereka.

<sup>28</sup>Allah memberkati mereka, lalu Allah berfirman kepada mereka "Beranak-cuculah dan bertambah banyak, penuhlah bumi dan taklukanlah itu, berkuasalah atas ikan-ikan di laut dan burung-burung di udara dan atas segala binatang yang merayap di bumi.

<sup>29</sup>Berfirmanlah Allah: "Lihatlah, aku memberikan kepadamu segala tumbuh-tumbuhan yang berbiji di seluruh bumi dan segala pohon-pohonan yang buahnya berbiji; itulah akan menjadi makananmu.

<sup>30</sup>Tetapi kepada segala binatang di bumi dan segala burung di udara dan segala yang merayap di bumi, yang bernyawa, kuberikan segala tumbuh-tumbuhan hijau menjadi makanannya. "Dan jadilah demikian: <sup>31</sup>Maka Allah melihat segala yang dijadikan-Nya itu, sungguh amat baik. Jadilah petang dan jadilah pagi, itulah hari keenam.

<sup>1</sup>Demikianlah diselesaikan langit dan bumi dan segala isinya. <sup>2</sup>Ketika Allah pada hari ketujuh dari segala pekerjaan yang telah dibuat-Nya itu, berhenti la pada hari ketujuh telah menyelesaikan pekerjaan yang dibuat-Nya itu. <sup>3</sup>Lalu Allah memberikan hari ketujuh itu dan menguduskannya, karena pada hari itulah la berhenti dari segala pekerjaan penciptaan yang telah dibuat-Nya itu.

<sup>4</sup>Demikianlah riwayat langit dan bumi pada waktu diciptakan. Ketika Tuhan Allah menjadikan bumi dan langit, <sup>5</sup>belum ada semak apa pun di bumi, belum timbul tumbuh-tumbuhan apa pun di padang, sebab Tuhan Allah belum menurunkan hujan ke bumi, dan belum ada orang untuk mengusahakan tanah itu; <sup>6</sup>tetapi ada kabut naik ke atas dari bumi dan membasahi seluruh permukaan bumi itu <sup>7</sup>Ketika itulah Tuhan Allah membentuk manusia itu dari debu tanah dan menghembuskan nafas hidup ke dalam hidungnya; demikianlah manusia itu menjadi makhluk yang hidup.

## Manusia dan Taman Eden

<sup>8</sup>Selanjutnya Tuhan Allah membuat taman di Eden, di sebelah timur; di situlah ditempatkan-nya manusia yang dibentuknya itu. <sup>9</sup>Lalu Tuhan Allah menumbuhkan berbagai-bagai pohon dari bumi, yang menarik dan yang baik untuk dimakan buahnya; pohon kehidupan di tengah-tengah taman itu, serta pohon pengetahuan yang baik dan yang jahat.

<sup>10</sup>Ada suatu sungai mengalir dari Eden untuk membasahi taman itu, dan dari situ sungai itu terbagi menjadi empat cabang. <sup>11</sup>Yang pertama, namanya Pison, yakni yang mengalir mengelilingi seluruh tanah Hawila, tempat emas ada; <sup>12</sup>Dan emas dari negeri itu baik; di sana ada damar bedolah dan batu krisopras. <sup>13</sup>Nama sungai yang kedua ialah Gihon, yakni yang mengalir mengelilingi seluruh tanah Kush. <sup>14</sup>Nama sungai yang ketiga ialah Tigris, yakni yang mengalir di sebelah timur Asyur. Dan sungai yang keempat ialah Efrat.

<sup>15</sup>Tuhan Allah mengambil manusia itu dan menempatkannya dalam taman Eden untuk mengusahakan dan memelihara taman itu. <sup>16</sup>Lalu Tuhan Allah memberi perintah ini kepada manusia: "semua pohon dalam taman ini boleh kau makan buahnya dengan bebas, <sup>17</sup>tetapi pohon pengetahuan tentang yang baik dan yang jahat itu, janganlah kau makan buahnya, sebab pada hari engkau memakannya, pastilah engkau mati".

<sup>18</sup>Tuhan Allah berfirman: "Tidak baik, kalau manusia itu seorang diri saja. Aku akan menjadikan penolong baginya, yang sepadan dengan dia." <sup>19</sup>Lalu Tuhan Allah membentuk dari tanah segala binatang hutan dan segala burung di udara. Dibawa-Nyalah semuanya kepada manusia itu untuk melihat, bagaimana ia menamainya; dan seperti nama yang diberikan manusia itu kepada tiap-tiap makhluk yang hidup, demikianlah nanti nama makhluk itu. <sup>20</sup>Manusia itu memberi nama kepada segala ternak, kepada burung-burung di udara dan kepada segala binatang hutan, tetapi baginya sendiri ia tidak menjumpai penolong yang sepadan dengan dia. <sup>21</sup>Lalu Tuhan Allah membuat manusia itu tidur nyenyak; ketika ia tidur, Tuhan Allah mengambil salah satu rusuk dari padanya, lalu menutup tempat itu dengan daging. <sup>22</sup>Dan dari rusuk yang diambil TUHAN Allah dari manusia itu dibangun-Nyalah seorang perempuan, lalu dibawa-Nya kepada manusia itu. <sup>23</sup>Lalu berkatalah manusia itu: "Inilah dia, tulang dari tulangku dan daging dari dagingku. Ia akan dinamai perempuan, sebab ia diambil dari laki-laki." <sup>24</sup>Sebab itu seorang laki-laki akan meninggalkan ayahnya dan ibunya dan bersatu dengan isterinya, sehingga keduanya menjadi satu daging. <sup>25</sup>Mereka keduanya telanjang, manusia dari isterinya itu, tetapi mereka tidak merasa malu.

Dari apa yang tersurat dalam ayat-ayat tersebut, kalau kita bandingkan dengan fakta sains, ada beberapa catatan yang dapat saya "referensikan" untuk menjadi bahan diskusi Anda dengan sesama teman mahasiswa.

1. Tuhan Allah menciptakan langit beserta isinya dalam 6 hari, apakah 6 hari itu identik dengan hari dalam konsep sekarang? Karena matahari dan bulan, adanya siang dan malam, baru tercipta pada hari ke-4.
2. Apakah penciptaan situ sifatnya "jadi maka jadilah" atau melalui proses evolusi?
3. Tuhan Allah menjadikan terang dan gelap dan menamainya terang itu siang dan gelap itu malam, itu semua diciptakan pada hari pertama. Mungkinkah itu terjadi, bukankah matahari, bulan, bintang baru diciptakan pada hari keempat.
4. Tuhan Allah menciptakan tumbuhan pada hari ke-3, tumbuhan seperti yang kita ketahui memperoleh makanan dengan cara fotosintesis yang mutlak memerlukan kehadiran matahari, sedangkan matahari baru tercipta pada hari ke-4.
5. Burung diciptakan Tuhan Allah pada hari ke-4, dan reptil diciptakan Tuhan Allah pada hari ke-5, menurut catatan fosil, reptil lebih dahulu menghuni bumi, baru kemudian burung.
6. Kalau matahari baru tercipta pada hari ke-4 dan kehidupan sudah ada semenjak hari ke-3. Ini kontradiksi dengan sains tentang awal kehidupan. Menurut sains makhluk hidup pertama bermula dari zat-zat anorganik yang karena pengaruh radiasi sinar kosmik berevolusi secara kimia menjadi zat organik .... dan seterusnya sampai terbentuk makhluk hidup pertama.
7. Adam merupakan manusia pertama dan Eva (hawa) merupakan manusia kedua, lantas bagaimana dengan bukti fosil tentang manusia pra sejarah, mulai dari *Ramaphitecus*, *Australophitecus*, *Pithecanthropus* (*Homo erectus*), manusia *Neanderthal* (*Homo Neanderthal*), manusia *Cro Magnon*, manusia *paleo-litik* (manusia zaman batu tua) dan manusia *neolitik* (manusia zaman batu muda). Di mana letak Adam dan Eva?
8. Lantas di mana Eden yang dimaksudkan Al Kitab dalam ayat 2 Pasal 10, 11, 12, 13, dan 14. Apakah Eden abadi seperti yang dijanjikan Tuhan Allah, atau menunjuk ke suatu tempat yang ada di bumi.

## B. TEORI EVOLUSI DALAM PERSPEKTIF ISLAM

Sebelum kita mulai mendiskusikan isu ini ada baiknya diingat lebih dahulu, bahwa sampai sekarang ada dua mazhab ahli tafsir (mufasssirin).

*Pertama*, mazhab tekstual yang menafsirkan semua ayat sesuai dengan arti verbal ayat-ayat itu kata demi kata. Situasi dan kondisi yang dirujuk kebanyakan adalah apa yang terjadi pada abad pertama dan kedua Hijriah. Kemajuan sains dan teknologi diabaikan. Bagi mazhab ini, penafsiran cenderung sudah final.

*Kedua*, mazhab kontekstual yang menafsirkan ayat-ayat bukan hanya terbatas pada arti verbal ayat-ayat tetapi juga merujuk pada relevansi teks itu dengan kemajuan iptek. Pendek kata, penafsiran terbuka jika premis-premis baru muncul. Iptek adalah juga sunnah Allah yang harus dirujuk sesuai dengan ayat yang bersangkutan dan ini membuat penafsiran menjadi dinamis. Ini tidak berarti bahwa ayat-ayat itu harus disesuaikan dengan kemajuan iptek tetapi penafsiran kembali diperlukan jika ada fakta-fakta baru muncul.

Dapat dimengerti bahwa mazhab tekstual cenderung jadi statis dan taklid pada apa yang ditafsirkan oleh para ahli tafsir abad pertama dan kedua hijriah sesudah wafatnya Rasulullah SAW. Sebaliknya mazhab kontekstual lebih dinamis dan tidak berpegang teguh pada pandangan para ahli tafsir terdahulu melainkan cenderung untuk menafsirkan kembali ayat-ayat sesuai dengan premis-premis baru dan tanggap terhadap waktu dan ruang tertentu. Dapat dimaklumi bahwa mazhab ini dalam batas tertentu mengundang kontroversi di kalangan ahli tafsir. Untuk mempermudah perbandingan, kerangka pandangan teori evolusi akan diambil sebagai rujukan dan kemudian saya akan mengutip ayat-ayat Al Quran dan tafsirnya diikuti bagaimana pandangan teori evolusi tentang isu yang ada dalam teks Al Quran. Semua terjemahan dikutip dari Ali (1983):

### 1. Tentang Asal usul Langit dan Bumi

"Sesungguhnya Tuhan kamu ialah Allah yang telah menciptakan langit dan bumi dalam enam masa ...." (QS 7: 54).

Kebanyakan ulama tafsir mazhab tekstual menafsirkan "enam hari" sama dengan hari di planet bumi di mana satu hari adalah 24 jam, waktu yang dibutuhkan bumi untuk berotasi mengelilingi matahari. Sebaliknya mazhab kontekstual menyatakan bahwa "satu hari" dalam Al Quran tidak otomatis



berarti 24 jam, tetapi dapat berarti 1.000 atau bahkan 50.000 tahun sebagaimana disebutkan dalam ayat berikut ini.

"Dia mengatur urusan dari langit ke bumi, kemudian (urusan) itu naik kepada-Nya dalam satu hari yang kadarnya seribu tahun menurut perhitunganmu." (QS 32: 5).

"Malaikat-malaikat dan Jibril naik (menghadap) kepada Tuhan dalam sehari yang kadarnya lima puluh ribu tahun". (QS 70: 4).

Hari yang mana yang dimaksud Allah dalam "enam hari dalam surat al A'raf (7):54 di atas? Adalah jelas bahwa pada permulaan Allah berkeinginan untuk menciptakan alam semesta, planet bumi tentulah belum berujud, tetapi masih berupa gagasan. Tatkala waktu disetel pada detik nol, bumi dan benda-benda langit lainnya belum ada.

Itulah sebabnya mazhab kontekstual lebih suka menafsirkan "enam hari" itu menjadi "enam periode" sebagaimana dianjurkan oleh Departemen Agama Republik Indonesia (1973) dan Bucaille (1976). Kami yakin sepenuhnya bahwa Allah Maha Kuasa dan pasti mampu menciptakan alam semesta dan segala isinya hanya dalam sepersekian detik tetapi Allah lebih suka melakukan penciptaan itu bertahap atau secara evolusi.

Perhatikan ayat berikut ini.

"Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahasanya langit dan bumi dahulunya adalah suatu yang padu, kemudian kami pisahkan antara keduanya. Dan dari air kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?"(QS 21: 30).

"Kemudian Dia menuju kepada penciptaan langit dan langit itu masih merupakan asap, lalu Dia berkata kepadanya dan kepada bumi: "Datanglah kamu keduanya menurut perintah-Ku dengan suka hati atau terpaksa" keduanya menjawab: "Kami akan datang dengan suka hati" (QS 41 :11).

Tahap pertama penciptaan alam semesta dalam bentuk asap atau dukhan. Tahap kedua adalah terpecahnya asap atau dukhan tadi menjadi berbagai benda-benda langit . Ini persis sama dengan apa yang diakui oleh kebanyakan pakar astrofisika sampai saat ini yakni teori ledakan besar.

Menurut teori ini, puluhan atau mungkin ratusan miliar tahun yang silam terdapat sebuah tumpukan gas yang terdiri dari hidrogen dan sedikit helium yang berotasi perlahan-pelahan. Kemudian gas itu pecan dalam satu peristiwa yang disebut "ledakan besar" dan selanjutnya membentuk banyak benda-benda di langit yang kini dikenal sebagai galaksi. Hal ini dapat dianggap

sebagai tahap pertama pembentukan alam semesta. Dalam alam semesta terdapat bermiliar-miliar galaksi, masing-masing berotasi pada sumbunya sedemikian rupa sehingga satu sama lain tidak bertabrakan.

Pada tahap kedua, galaksi pecah menjadi bermiliar-miliar bintang, salah satu di antara bintang itu adalah matahari. Dan setiap kumpulan gas yang membentuk bintang kemudian pecah sebagai tahap ketiga untuk membentuk planet-planet yang mengelilingi bintang dan satu atau lebih bulan beredar mengelilingi planet tertentu. Setiap bintang dan planet berotasi pada sumbu masing-masing sebagaimana halnya dengan galaksi-galaksi sedemikian rupa sehingga tidak ada tabrakan antara satu dengan yang lain. Semuanya ini adalah Sunnatullah, tanda-tanda atau hukum Allah atau dalam istilah ilmiah kita sebut sebagai hukum alam.

## **2. Air Sebagai Prasyarat Penciptaan Makhluk Hidup**

Pada mulanya bumi tidaklah seperti yang kelihatan sekarang, penuh dengan pelbagai macam fauna dan flora, tetapi merupakan planet mati hingga Tuhan menurunkan air sebagai prasyarat terciptanya makhluk hidup.

"Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezeki untukmu; karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu bagi Allah, pada hal kamu mengetahui". (QS 2:22).

"Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi ini jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis tumbuhan-tumbuhan yang bermacam-macam". (QS 20:53)

Para mufassirin tekstual percaya bahwa Allah menciptakan makhluk hidup satu demi satu, spesies demi spesies. Tetapi sebaliknya para mufassirin kontekstual yakin bahwa makhluk hidup diciptakan secara evolusi tahap demi tahap. Semua ahli biologi kini sepakat bahwa air merupakan prasyarat untuk kehidupan di muka planet bumi. Ini juga mengandung arti bahwa prasyarat yang sama berlaku bagi planet-planet lain dalam tata surya kita atau dalam cara bintang lain atau galaksi-galaksi lain di seluruh alam semesta. Upaya mencari makhluk luar bumi diarahkan pada sampai di mana konsentrasi hidrogen terdapat pada benda-benda langit tertentu.

Untuk menopang kehidupan di planet bumi harus ada jaminan bahwa air akan selalu ada dalam jumlah dan kualitas tertentu. Para pakar biologi

mengakui bahwa di planet bumi terdapat siklus air yang menjamin berlangsungnya kehidupan. Air laut menguap pada waktu siang hari karena sinar matahari, untuk membentuk awan di dalam atmosfer. Kalau situasinya mengizinkan, maka awan itu akan dingin dan turunlah hujan ke bumi, membasahi tanah dan mengalir ke sungai hingga akhirnya kembali ke laut. Siklus ini berlangsung terus menerus. Tuhan menjamin siklus air sebagaimana bisa dilihat dalam banyak ayat Al Quranul Karim.

"Dan Kami turunkan dari langit air yang banyak manfaatnya lalu kami tumbuhkan dengan air itu pohon-pohon dan biji-biji tanaman yang diketam. Dan pohon kurma yang tinggi-tinggi yang mempunyai mayang yang bersusun-susun. Untuk menjadi rezeki bagi hamba-hamba (Kami), dan kami hidupan dengan air itu tanah yang mati. Seperti itulah terjadinya kebangkitan". (QS 50:9-11).

"Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu meresap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya." (QS 23:18) "Dan Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan (tumbuh-tumbuhan) dan Kami turunkan hujan dari langit, lalu Kami beri minum kamu dengan air itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya". (QS 15:22)

Bucaille (1976) mengisyaratkan bahwa harus ada paling sedikit dua penafsiran tentang peranan angin dalam ayat ini: *Pertama*, untuk memungkinkan tepung sari (*pollen*) bergerak, untuk membuahi bunga-bunga atau tanaman lain. *Kedua*, untuk memungkinkan awan bergerak untuk membuat hujan atau tidak.

Ayat-ayat berikut ini memberikan kepada kita lebih banyak informasi yang rinci tentang adanya siklus air.

"Allah, Dialah yang mengirim angin, lalu angin itu menggerakkan awan dan Allah membentangkannya di langit sebagaimana dikehendaki-Nya, dan menjadikannya bergumpal-gumpal; lalu kamu lihat hujan ke luar dari celah-celah. Maka apabila hujan itu turun mengenai hamba-hamba-Nya tiba-tiba mereka menjadi gembira. (QS 30:48)

"Dan Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa berita gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); hingga apabila angin telah membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu, maka Kami keluarkan dengan sebab hujan itu pelbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang-orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran". (QS 7:57).

### 3. Makhluk Yang Pertama Diciptakan Adalah Makhluk Air

Bertentangan dengan pendapat yang umumnya dianut oleh mufassirin tekstual yang mengatakan bahwa makhluk hidup pertama diciptakan di bumi, maka mufassirin kontekstual berpendapat bahwa makhluk hidup pertama adalah justru dalam air. Ini sesuai dengan teori evolusi, yang juga dianut oleh para pendukung mazhab kontekstual. Kita merujuk kembali pada ayat:

"... Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman? (QS 21:30). "Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang melata di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu". (QS 24:45).

Pernyataan bahwa Tuhan telah menciptakan setiap hewan dari air dapat ditafsirkan dalam dua cara: *Pertama*, air sebagai komponen prasyarat dalam menciptakan makhluk hidup. *Kedua*, air sebagai tempat pertama bagi kehidupan makhluk hidup pertama. Kedua hal ini diakui oleh para pakar biologi, terutama para pendukung teori evolusi. Hal ini juga sejalan dengan pendapat para pakar geologi yang mengatakan bahwa pada detik pertama kehidupan bumi, planet tersebut merupakan planet mati.

Pada waktu itu partikel-partikel saling bertabrakan satu sama lain sehingga bumi bagaikan sebuah bola api. Diperkirakan suhu bumi waktu itu sekitar 1.000°C yang mustahil makhluk hidup bisa terbentuk. Sewaktu suhu terus meningkat, maka elemen-elemen ringan muncul ke permukaan sedangkan berat tenggelam ke dalam inti bumi. Kemudian ditutupi oleh lapisan mantel dan kerak bumi yang terbentuk di permukaan. Sampai saat ini diyakini bahwa bumi selalu berada dalam keadaan tidak stabil, karena adanya perbedaan suhu antara lapisan-lapisan bumi. Terdapatnya arus konveksi dinamis yang menyebabkan kerak bumi tidak stabil pergeseran lempeng dapat menimbulkan gempa tektonik dan tekanan yang tinggi pada lapisan mantel bisa timbul dalam bentuk gempa vulkanik (Pope, 1984).

Dengan menggunakan penanggalan radioaktif, terutama penanggalan U-238, kini para pakar geologi secara aklamasi sepakat bahwa bumi terbentuk sebagaimana sekitar 4,6 miliar tahun sebelum sekarang (SS) (Robinson, 1982). Setelah bumi relatif stabil, sebagaimana saat ini, muncullah air yang membuka kemungkinan untuk terbentuknya kehidupan. Penemuan fosil-fosil, disusul oleh kemampuan kita menentukan usia fosil

antara lain dengan penanggalan radioaktif, kita kini secara mutlak yakin tentang bentuk-bentuk kehidupan yang pernah ada dalam tahap-tahap waktu. Kita bisa meringkasnya sebagai berikut:

Makhluk hidup pertama muncul dalam air dalam bentuk makhluk bersel tunggal: algae, sekitar 4 miliar tahun sebelum sekarang (SS) atau lebih dikenal sebagai era Prakambria. Kemudian satu masa yang panjang lewat, mungkin bermiliar tahun, di mana makhluk bersel tunggal tersebut bertransformasi menjadi makhluk bersel banyak. Tetapi masa yang paling penting dalam mendeteksi bentuk-bentuk kehidupan adalah era Paleozoicum, antara 570 sampai 225 juta tahun SS di mana waktu itu planet bumi hanya punya dua benua: Laurazia yang mencakup Amerika Utara dan Eurasia, dan Gondwana yang meliputi Amerika Selatan, Afrika, India, Australia, dan Antartika. Penyatuan benua tersebut terjadi oleh karena zaman es yang berlangsung cukup lama. Dari era tersebut para ahli berhasil menggali banyak sekali fosil-fosil makhluk air. Hampir semua jenis ikan ditemukan. Pada akhir era ini, amfibi dan reptil mulai muncul. Era berikutnya disebut Era Mesozoicum, antara 145 sampai 65 juta tahun SS di mana cuaca mulai memanas, es mulai mencair dan benua-benua mulai terpisah sebagaimana halnya saat ini. Dinosaurius merupakan makhluk dominan baik di air maupun di daratan, kemudian burung bergigi, mamalia berplasenta, mamalia berkantong dan insekta modern mulai muncul. Era Cenozoicum, antara 65 juta s/d 10.000 tahun SS merupakan era pasca Era Mesozoikum. Era ini dapat dibagi atas dua periode: Periode tertier antara 65 juta s/d 3 juta tahun SS dan periode kuatener, antara 3 juta s/d 10.000 tahun SS. Periode Tertier dibagi lagi atas 5 epoh (Janusch, 1973) sebagai berikut.

- a. Epoh Paleosen, antara 65 s/d 3 juta tahun SS di mana hidup mamalia kuno, tersier, lemur burung-burung modern dan binatang air yang tak punya tulang belakang.
- b. Epoh Eosen, antara 58 s/d 3 juta tahun SS di mana hidup berbagai ordo mamalia modern, tarsier, lemur, kuda dan ikan paus.
- c. Epoh Pligosen, antara 34 s/d 25 juta tahun SS di mana hidup berbagai familia mamalia modern, serangga primitif, kucing dan ordo rodentia.
- d. Epoh Pliosen antara 12 s/d 3 juta tahun SS di mana hidup genus hominoidea, unta, jerapah, antolokaprid, sapi, anjing dan hyena. Epoh Plestosen antara 3 s/d 10.000 tahun SS di mana hidup manusia, mamalia bertubuh besar, dan makhluk laut yang tak punya tulang belakang.

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, genus homo mulai muncul sekitar 2 juta tahun SS dalam bentuk *Pithecanthropus* atau *Homo erectus*. Setelah jenis ini punah, muncullah manusia *Neandethal*, kemudian diikuti oleh manusia *Cro-Magnon*. Kira-kira 25.000 tahun SS manusia *Cro-Magnon* punah dan muncullah penggantinya: *Homo sapiens*.

#### 4. Adam Bukan Manusia Pertama di Bumi

Ayat yang paling populer dan sekaligus merupakan yang paling penting tentang penciptaan Adam adalah al Baqarah (2):30, di mana Allah SWT menyampaikan keinginan-Nya kepada Malaikat bahwa Dia akan menciptakan khalifah di bumi.

Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang (khalifah) di bumi ini". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (Khalifah) di bumi ini orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, pada hal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan engkau?" Tuhan berfirman: "sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui." (QS 2:30).

Para ahli tafsir yang tergolong pada mufassirin tekstual meyakini bahwa ayat tersebut adalah penjelasan tentang penciptaan Adam, manusia pertama di bumi. Tetapi pengikut tafsir konstektual sebaliknya yakin bahwa bertolak dari ayat yang sama justru menjelaskan bahwa Adam bukanlah manusia pertama yang diciptakan. Perhatikan baik-baik tanggapan para Malaikat terhadap kalimat Allah tersebut.

"Mengapa Engkau akan menempatkan di sana seorang yang berbuat kerusakan dan menumpahkan darah?"

Para mufassirin konstektual meyakini bahwa para malaikat telah tahu bahwa waktu Allah menyatakan niatnya untuk menciptakan seorang khalifah di bumi, mereka telah mengetahui bahwa bumi telah dihuni oleh banyak manusia, mungkin dalam jumlah jutaan. Mereka tahu persis, setelah mengamati dalam kurun waktu yang lama, para manusia itu selalu bertengkar dan berkelahi bahkan saling berbunuhan satu dengan lainnya, kadangkala disebabkan oleh masalah kecil yang tak ada artinya. Pandangan ini sesuai benar dengan teori evolusi. Dalam hal ini kita dapat menafsirkan bahwa

"menciptakan khalifah di bumi" berarti Allah menunjuk seseorang di antara sekian banyak manusia yang ada untuk menjadi Nabi sebagaimana halnya Dia memilih nabi-nabi, rasul-rasul lainnya di antara suku-suku tertentu.

## 5. Proses Penciptaan Manusia

Menurut pandangan yang diterima luas dikalangan Biolog, kehidupan adalah suatu peristiwa yang kebetulan, bahkan sangat kebetulan dari banyak sekali probabilitas persenyawaan kimiawi. Ia merupakan hasil dari kombinasi satu dan miliaran rangkaian aksidental molekul-molekul. Ini berarti peluang munculnya makhluk hidup (apalagi makhluk cerdas) di jagad raya adalah sebuah peluang yang sangat kecil (Republika, 11/2/96).

Mereka juga menolak tesis evolusi Darwinian sebagai teori yang Chauvinistis, karena transisi mikroba menjadi manusia adalah perjalanan acak melalui rangkaian kemungkinan yang hampir tak terhingga banyaknya. Dengan kata lain, munculnya kehidupan, lebih khusus lagi munculnya makhluk seperti manusia, bukanlah sekadar peristiwa alamiah. Ia membutuhkan campur tangan Ilahi.

Qur'an sendiri menegaskan bahwa gagasan penciptaan manusia terjadi karena Kehendak Allah. Tetapi berbeda dengan pandangan yang berlaku umum, Qur'an memasukkan gagasan mengenai transformasi dan evolusi dalam proses penciptaan itu. Juga berbeda dalam pandangan Kristen yang berpandangan bahwa manusia dibuang dari sorga (eskatologis). Qur'an menegaskan bahwa manusia adalah makhluk bumi yang ditumbuhkan daripadanya dan akan dikembalikan pula padanya". (20:5; 71:17-18).

Adapun mengenai asal kejadiannya. Al Qur'an menyebutkan ada tujuh macam kejadian (Mudhary: 1984). Pertama, di Surat (55:14). Dia menjadikan manusia dari shal-shal (tanah yang dibakar). Yang dimaksud kata shal-shal di ayat ini adalah zat pembakar (Oksigen). Kedua, di ayat itu disebutkan juga kata fach-char yang maksudnya adalah zat arang (karbon). Ketiga, di surat (15:28) disebutkan berasal dari shal-shal dan hamma-in. hamma-in di ayat tersebut adalah zat lemas (Nitrogen). Keempat, di surat (32:7), disebutkan berasal dari thien yang artinya Hidrogen. Kelima, di surat (32:711), disebutkan berasal dari lazib, yang artinya zat anorganik (mineral-mineral). Keenam, di surat (3:59), disebutkan berasal dari turab, yang artinya zat organik (protein), asam nukleat, adenosin fosfat, lemak, karbohidrat. Ketujuh, di surat (15:29), "maka setelah Aku sempurnakan, lalu Kutupkan roh-Ku kepadanya" (Mudhary, 1984).

Ketujuh ayat Al Quran tersebut, telah menunjukkan proses kejadian "manusia" sehingga berbentuk manusia. Kata shal-shal, fach-char, hammain, thien, lazib, dan turab sering diterjemahkan secara umum yakni tanah. Bandingkan proses kejadian ini dengan hasil kajian ilmiah asal mula kehidupan. Mengenai mekanisme penciptaannya digambarkan dalam surat 76:1, "Bukanlah telah datang atas manusia satu waktu dari masa, sedang dia ketika itu belum merupakan sesuatu yang bisa disebut". Ayat ini mengandung makna ontogeni dan filogeni spesies manusia.

## 6. Tentang versi tekstual penciptaan Adam

Sedikitnya ada 4 surat yang menggambarkan tentang penciptaan manusia pertama.

"Dan sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari tanah liat yang kering (yang berasal) dari lumpur hitam yang diberi bentuk". (QS. 15:26) "Dan (ingatlah), ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat "Sesungguhnya Aku akan menciptakan manusia dan tanah liat yang kering (yang berasal) dari Lumpur hitam yang diberi bentuk". (QS 38:71). "Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada malaikat "sesungguhnya Aku akan menciptakan manusia dari tanah" (QS 38:71) "Yang membuat segala sesuatu yang Dia ciptakan sebaik-baiknya dan yang memulai penciptaan manusia dari tanah. Kemudian Dia menjadikan keturunannya dari saripati air yang hina (air mani). Kemudian Dia menyempurnakan dan meniupkan ke dalam (tubuh)-nya roh (ciptaan)-Nya dan Dia menjadikan bagi kamu pendengaran, penglihatan dan hati, (tetapi) kamu sedikit sekali bersyukur" (QS 32:7-9).

Kekeliruan konsepsi pertama dan justru yang paling esensial dalam menafsirkan ayat-ayat di atas adalah penggambaran Tuhan sebagai seseorang pematung. Bagaimana mungkin para mufassir begitu naifnya yang membayangkan Tuhan yang maha Perkasa sebagai pematung yang mengambil setumpuk tanah lempung kemudian dengan tangan-Nya membuat sebuah patung?

Dalam menjawab pertanyaan di atas, baiklah merujuk kembali tentang penciptaan jagat raya. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, jagat raya diciptakan oleh Tuhan dalam enam hari dan ini harus ditafsirkan sebagai enam masa. Dengan perkataan lain jagat raya diciptakan secara bertahap bukannya sekali jadi. Adalah lebih mudah untuk dipahami, jika Allah juga menciptakan manusia secara bertahap atau secara evolusioner. Bahan baku



sebagaimana disebutkan dalam ayat-ayat di atas yaitu tanah lempung dapat diartikan dalam bentuk: air, mineral dan sebagainya. Jika ini dapat dipahami, maka tak perlu penjelasan lebih jauh, karena teori evolusi akan menjelaskan lebih rinci dan rasional kepada kita semua.

Kekeliruan konsepsi kedua adalah menginterpolasikan antara manusia menjadi Nabi Adam. Semua ayat yang dikutip di atas secara eksplisit menyebut manusia bukannya Nabi Adam. Karena para pendukung mazhab tekstual telah terpaku dengan ide yang telah baku bahwa kata manusia dalam ayat-ayat tersebut haruslah diartikan sebagai manusia pertama di bumi dan manusia pertama di bumi tidak lain adalah Adam, maka mereka menarik kesimpulan bahwa Adam diciptakan dengan cara yang sama seperti seorang pematung membuat patung. Ini jelas-jelas merupakan pelecehan terhadap kekuasaan Allah yang tak tertandingi. Oleh karena itu, kesimpulan yang rasional yang dapat diambil adalah Allah menciptakan manusia secara bertahap sebagaimana dijelaskan teori evolusi pada era paleolitik, sekitar 25.000 tahun SS. Sewaktu manusia (*homo sapiens*) telah ada di bumi, perselisihan, pertengkar dan saling berbunuhan telah terjadi. Mereka membutuhkan seorang pemimpin yang akan memandunya ke jalan yang benar. Pada waktu itulah Allah menyampaikan keinginannya untuk menciptakan khalifah di bumi. Allah memilih salah seorang dari mereka, sebagaimana hal yang sama juga dilakukan terhadap kaum Luth atau Hud dan sebagainya.

## **7. Tentang Penciptaan Siti Hawa, Istri Nabi Adam**

Ada 2 ayat yang biasanya dirujuk oleh pendukung mazhab tekstual yang berkaitan dengan penciptaan St. Hawa.

"Hai sekalian manusia, bertakwalah kepada Tuhanmu yang telah menciptakan kamu dari diri yang satu, dan dari padanya Allah menciptakan isterinya; dan pada keduanya Allah memperkembangbiakan laki-laki dan perempuan yang banyak. Dan bertakwalah kepada Allah yang dengan (mempergunakan) nama-Nya kamu saling meminta satu sama lain dan (peliharalah) hubungan kerabat. Sesungguhnya Allah selalu menjaga dan mengawasi kamu" (QS 4:1).

"Dialah yang menciptakan kamu dari padanya Dia menciptakan isterinya, agar dia merasa senang kepadanya. Maka telah dicampurinya, istrinya itu mengandung kandungan yang ringan dan tetaplah dia merasa ringan (beberapa waktu). Kemudian tatkala dia merasa berat, keduanya bermohon kepada Allah, Tuhannya seraya berkata Sesungguhnya, jika

Engkau memberi kami anak yang saleh, tentulah kami termasuk orang-orang yang bersyukur" (QS 7:189).

Sekali lagi ayat-ayat di atas telah dengan keliru diinterpolasikan oleh pendukung mazhab tekstual, di mana kata-kata pasangannya diinterpretasikan sebagai St. Hawa. Pada hal tidak satu pun kata St. Hawa ditemukan dalam seluruh surat dan ayat Al Quran yang jumlahnya tak lebih dari 6.326 ayat. Thabbarah (1985) menggambarkan kejadian St. Hawa sebagai berikut.

"Adam hidup sendirian dalam surga, tak seorang pun yang menemaninya. Allah membuatnya tertidur dan kemudian mengambil sebuah tulang iga kirinya dan menggantinya dengan segumpal daging, St. Hawa diciptakan dari tulang rusuk tersebut. Waktu Adam terbangun, dia melihat seorang wanita duduk di dekat kepalanya. Dia berkata "siapakah Anda?" Jawab Siti Hawa "Saya adalah seorang wanita". Kemudian Adam kembali bertanya, "Kenapa Allah menciptakan Anda?" Dijawab oleh St. Hawa "Untuk menjadi pasangannya".

Ini jelas-jelas merupakan sebuah ilusi dan semua kejadian di atas bertentangan dengan iptek. Oleh karena iptek adalah juga milik Allah SWT, sebagai tanda kebesaran-Nya atau sunnatullah, maka tak ada cara lain untuk memahaminya, di mana kita harus merujuk pada kemajuan iptek itu sendiri. Teori evolusi mampu memberikan penjelasan yang komprehensif dan logis kepada kita semua. St. Hawa diciptakan oleh Allah SWT persis sama dengan cara penciptaan Adam, yaitu melalui proses evolusi dari makhluk bersel tunggal yang bertransformasi melalui miliaran tahun dengan cara seleksi alam menjadi spesies yang lebih maju. Sewaktu *Homo sapiens* muncul sekitar 25.000 tahun SS, pria dan wanita sudah tercipta. Adam dipilih oleh Allah SWT menjadi Nabi pertama dan St. Hawa ditunjuk sebagai pasangannya. Tak ada tulang iga yang diambil. Oleh karena itu sampai saat ini semua manusia selalu punya 12 pasang iga.

## **8. Tentang Tempat dimana Adam Diciptakan**

Bagaimana menjelaskan jannah (sorga), sebagai tempat tinggal Adam seperti digambarkan dalam surat (7:19 dan 2:35)?

Kebanyakan para mufassirin tekstual kukuh mengatakan bahwa Adam diciptakan dalam surga atau di suatu tempat di langit yang disebut aljannah yang abadi. Ini juga surga yang tidak logis karena surga abadi di hari akhir tidak mungkin dimasuki oleh setan yang terkutuk. Surga abadi terlarang bagi

semua setan dan para pengikutnya: orang-orang kafir, penyembah berhala, para musyrik, para pendosa, para pengkhianat, dan sebagainya. Kalau itu merupakan tempat di mana Adam diciptakan, maka tidak mungkin bagi setan untuk menipu Adam karena dia tidak boleh masuk ke dalamnya. Ucapannya yang terkenal seperti pendapat dalam Al Qur'an surat Thaha (20):120 tidak akan diucapkan di tempat suci itu.

"Tetapi setan membisikkan kejahatan kepada Adam, apakah saya tidak akan menunjukkan kepadamu pohon keabadian dan kerajaan yang tidak akan pernah musnah? (QS 20:120).

Meskipun banyak ahli tafsir menganggap jannah dalam kedua ayat tersebut sebagai sorga, sebagian ahli tafsir lain menganggap itu hanya simbolisasi menghadapi keadaan alami lingkungan manusia. Mereka menyatakan jika Qur'an berbicara mengenai surga eskatologis maka yang dimaksud adalah suatu tempat di mana orang-orang yang beriman dan berbuat baik akan tinggal selama-lamanya (3:130; 4:13; 5:85 dan seterusnya) suatu tempat yang di dalamnya tidak terdapat pembicaraan kosong dan niat berbuat dosa (43:71; 52:23).

Sebagaimana dinyatakan oleh Thabarah (1985) surga itu adalah tempat yang penuh rahmat. Surga tidak mungkin merupakan tempat di mana penipuan akan berlangsung. Yang benar adalah Adam dan Hawa harus mematuhi peraturan bahwa mereka tidak boleh memakan buah terlarang itu sebagaimana sekarang ini setiap muslim yang baik tidak akan memakan daging babi dan darah atau bangkai serta binatang yang dibunuh dengan menyebut nama selain Allah. Thabarah juga benar tatkala ia mengatakan bahwa para penduduk surga yang abadi itu akan tinggal di sana untuk selama-lamanya dan tidak akan pernah ke luar lagi. Hal ini dipertegas oleh Al Quran Surat Al-Hijr (15):48:

"Mereka tidak merasa lelah di dalamnya dan mereka sekali-kali tidak akan dikeluarkan dari padanya" (QS 15:48).

"Adapun orang-orang yang berbahagia, maka tempatnya di dalam surga, mereka kekal di dalamnya selama ada langit dan bumi kecuali jika Tuhanmu menghendaki (yang lain); sebagai karunia yang tiada putus-putusnya" (QS 11:108).

Jelas bahwa jannah tempat tinggal Adam bukanlah surga (akhirat) yang dimaksudkan itu. Tetapi tempat bumi yang penuh kebajikan dan kedamaian.

Namun di mana tempat yang pasti, tidak seorangpun tahu. Tetapi surat Thaha (20):118-119 memberikan gambaran pada kita tentang ciri-ciri tempat itu:

"Sesungguhnya kamu tidak akan kelaparan di dalamnya dan tidak akan telanjang. Dan sesungguhnya kamu tidak akan merasa dahaga di dalamnya dan tidak (pula) akan ditimpa panas matahari" (QS 20:118-119).

Tempat semacam itu dapat ditemukan di mana saja di bumi ini. Gua-gua tempat mereka berlindung, buah-buahan yang mereka makan, air yang mereka minum dari sungai, danau atau mata air jelas berlimpah ruah di bumi 25.000 tahun SS pada era paleolitik atau 10.000 tahun yang silam pada era neolitik di saat dunia belum lagi mengenal kata polusi. Akhirnya Adam terusir dari sana, yang berubah bukan bumi tempat berpijaknya tetapi kedamaian hatinya akibat berbuat salah, maka hilanglah sorga dalam hatinya.

Jadi berbeda dengan doktrin mengenai "pembuangan dari sorga", Qur'an menegaskan manusia adalah makhluk bumi, makhluk jagad raya yang karena salah satu perbuatan dosanya, yakni memakan buah pohon kekekalan yang diharamkan (7:10-27), justru terbuka mata hati insannya, bertobat dan kemudian diampuni. Momen pertobatan Adam inilah, momen terjadinya penciptaan manusia, karena saat itulah lahir manusia dalam keadaan insani. Dengan kata lain, evolusi cenderung diabaikan oleh sains (Republika, 11/2/90).

### **C. TEORI EVOLUSI DALAM PERSPEKTIF SAINS**

Perkembangan teknologi yang begitu cepat telah berimbas pada kemajuan sains khususnya dalam perburuan bukti-bukti mengenai terjadinya proses evolusi. Teknologi telah menuntun sains untuk mampu melacak bukti-bukti yang akurat sehingga tidak diragukan lagi pertanggungjawabannya secara ilmiah. Berkat kemajuan teknologi di bidang penanggalan radioaktif, kini para saintis seolah-olah jadi memiliki kemampuan untuk menjelajah waktu yang telah jauh berlalu. Demikian juga kemajuan di bidang Biologi molekuler. Berkat ilmu itu dan alat bantu indera yang tercipta untuk itu, para saintis telah berhasil menyibak hubungan kekerabatan yang dahulu hanya dirunut dari kesamaan anatomi dan morfologi.

Dengan semakin banyaknya bukti-bukti baru yang ditemukan, semakin besar pencerahan yang kita dapatkan dalam menyibak misteri evolusi

mahluk hidup. Kini, kita tidak bisa mangkir lagi ketika sains sampai pada kesimpulan, bahwa bumi dan kehidupan di atasnya merupakan produk dari evolusi, termasuk manusia sebagai sang khalifah di muka bumi.

Rincian detail konsep evolusi dalam perspektif sains, akan Anda dapatkan pada modul-modul selanjutnya dari mata kuliah ini, tetapi sebagai bahan pembanding dengan dua bahasan terdahulu, akan saya cantumkan ringkasan kronologis lengkap dengan waktu geologis tentang evolusi bumi dan mahluk hidup di dalamnya.

Kita akhiri dulu pembahasan kita, dan untuk lebih memantapkan penguasaan Anda terhadap materi di atas, kerjakanlah soal-soal di bawah ini sebagai latihan!



## LATIHAN

---

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

- 1) Bila ada yang mengatakan terdapat gap antara wahyu dan sains karena “ilmu itu urusan akal dan iman itu urusan hati karena muaranya berbeda jadi tak perlu dipertentangkan”. Setujukah Anda dengan pendapat beliau? Beri alasan untuk jawaban Anda!
- 2) Coba Anda jelaskan, apa yang menyebabkan terjadinya kontradiksi antara wahyu dan sains?
- 3) Seperti yang Anda ketahui sampai sekarang ini ada dua mazhab ahli tafsir (mufassirin), pertama mazhab tekstual dan yang kedua mazhab kontekstual, coba Anda jelaskan di mana letak perbedaannya!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Sains dan wahyu harus ditatap dengan kerangka pemikiran induktif, sains merupakan konvergensi dari wahyu sehingga antara sains dan wahyu harus merupakan dua hal yang terpadu, bukan dua hal yang bertentangan atau dipertentangkan.
- 2) Ada 2 alasan utama yang dapat dijadikan pijakan Anda untuk menjawab soal ini.
  - a. Kemungkinan keliru dalam menginterpretasikan wahyu.

- b. Karena ilmu itu sendiri bersifat akumulatif, selalu mengalami perkembangan dan perubahan mencapai taraf kesempurnaan sehingga proses perkembangan dan perubahan itu sendiri masih belum sesuai dengan nilai dasar yang ada pada wahyu.
- 3) Coba Anda cermati bagaimana perbedaan cara mereka dalam menafsirkan ayat.

Sebelum Anda melanjutkan dengan Tes Formatif 3, bacalah terlebih dahulu rangkuman berikut ini.



## RANGKUMAN

---

Pemikiran-pemikiran dikotomis yang akhirnya membuat gap yang cukup besar antara saintis dan agamis tidak hanya terjadi pada pengikut Bibel, tetapi juga pengikut Quran. Pada hal sains merupakan konvergensi dari wahyu. Antara sains dan wahyu seharusnya ditatap dengan kerangka pemikiran induktif.

Dalam budaya Judio-Kristen, Kitab Perjanjian Lama yang berisi Penciptaan, menguatkan ide bahwa setiap spesies telah diciptakan dan dirancang secara satu per satu dan bersifat permanen.

Sementara dari sudut pandangan Islam, ada dua mazhab ahli tafsir (mufasssirin). Pertama mazhab tekstual yang menafsir ayat sesuai dengan arti verbal ayat-ayat itu kata demi kata. Situasi dan kondisi yang dirujuk adalah apa yang terjadi pada abad pertama dan kedua Hijriah. Kemajuan sains dan teknologi diabaikan. Kedua, mazhab kontekstual yang menafsirkan ayat-ayat bukan hanya terbatas pada arti verbal ayat-ayat tetapi juga merujuk pada relevansi teks itu dengan kemajuan iptek. Penafsiran terbuka jika premis-premis baru muncul. Iptek juga sunnah Allah yang harus dirujuk sesuai dengan ayat yang bersangkutan dan ini membuat penafsiran menjadi dinamis.

Menurut mufasssirin mazhab tekstual, sama seperti halnya pengikut teologi alami, bumi dan makhluk hidup di dalamnya diciptakan Allah secara "kun fayakun" tetapi menurut mufasssirin mazhab kontekstual, berbeda dengan pendapat yang berlaku umum, Quran memasukan gagasan mengenai transformasi dan evolusi dalam proses penciptaan.

Dari bukti sains yang berhasil ditemukan dari tahun ke tahun semakin memberi penegasan bahwa bumi dan makhluk hidup di atasnya, termasuk manusia merupakan produk evolusi.

Untuk dapat mengukur tingkat pencapaian Anda terhadap materi di atas, kerjakanlah Tes Formatif 3 di bawah ini.



### TES FORMATIF 3

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Wahyu tidak harus bertentangan dengan sains dan begitu juga sebaliknya. Jika ternyata ada kontradiksi antara wahyu dan saint, maka ada beberapa kemungkinan yang menjadi penyebabnya, *kecuali* ....
  - A. karena adanya kekeliruan dalam menginterpretasikan wahyu
  - B. karena wahyu tidak dituliskan secara akurat dan benar
  - C. karena ilmu bersifat akumulatif
  - D. karena wahyu bersifat akumulatif
  
- 2) Kemajuan penting abad ini mengenai teori evolusi, terjadi ketika Vatikan mengakui bahwa teori Darwin sesuai dengan iman Kristen. Pernyataan tersebut disampaikan oleh ....
  - A. Uskup Samuel Wilberforce
  - B. Paus Yohanes Paulus I
  - C. Paus Yohanes Paulus II
  - D. Paus Pius XII
  
- 3) Manakah menyatakan yang benar yang berhubungan dengan mufassirun mazhab kontekstual adalah ....
  - A. menafsir ayat sesuai dengan arti verbal ayat-ayat itu kata demi kata
  - B. taklid pada apa yang ditafsirkan oleh para ahli tafsir terdahulu
  - C. penafsiran bersifat terbuka sesuai dengan premis-premis baru dan tanggap terhadap waktu dan ruang tertentu.
  - D. kondisi yang dirujuk kebanyakan adalah apa yang terjadi pada tahun pertama dan kedua Hijriah
  
- 4) Firman Allah yang memperkuat pendapat bahwa makhluk hidup pertama adalah makhluk air ....
  - A. QS 21:30 dan 24:45
  - B. QS 50:9-11
  - C. QS 23:18
  - D. QS 30:48

- 5) Ayat yang paling populer dan sekaligus merupakan yang paling penting tentang penciptaan Adam adalah ....
- A. QS 2:3
  - B. QS 15:28
  - C. QS 32:7
  - D. QS 15:29
- 6) Yang menjadi titik tolak mufassirun mazhab kontekstual, untuk menjelaskan bahwa Adam bukanlah manusia pertama yang diciptakan adalah ....
- A. QS 2:30
  - B. QS 55:14
  - C. QS 32:7
  - D. QS 3:59
- 7) Al Qur'an menegaskan bahwa manusia adalah makhluk bumi, yang ditumbuhkan daripadanya, ini tersurat dalam ....
- A. QS 55:14 dan 15:28
  - B. QS 32:7 dan 3:59
  - C. QS 15:29 dan 15:28
  - D. QS 20:5 dan 71:17-18
- 8) Ada 2 ayat yang biasanya dirujuk oleh pendukung mazhab tekstual yang berkaitan dengan penciptaan Siti Hawa yaitu ...
- A. QS 4:1 dan 7:189
  - B. QS 55:14 dan 15:28
  - C. QS 32:7 dan 3:59
  - D. QS 20:5 dan 71:17
- 9) Menurut pendukung mazhab kontekstual, QS 4:1 dan 7:189 telah dengan keliru diinterpolasikan oleh pendukung mazhab tekstual, di mana kata "pasangannya" diinterpretasikan sebagai St. Hawa pada hal ....
- A. tidak satupun kata St. Hawa ditemukan dalam surat dan ayat Al Qur'an yang jumlahnya tak lebih dari 6.326 ayat
  - B. nama Hawa justru terdapat dalam Bibel kitab perjanjian lama pada pasal 3 ayat 20
  - C. nama Hawa justru terdapat dalam Bibel kitab perjanjian lama pasal 3 ayat 18-25
  - D. Hawa justru diciptakan Tuhan berasal dari tulang rusuk Adam.



- 10) Hawa tercipta dari tulang rusuk Adam, ini terdapat dalam ....
- A. QS 4:1
  - B. QS 7:189
  - C. Bibel, Perjanjian lama pasal 2 ayat 21-22
  - D. Bibel, Perjanjian lama pasal 3 ayat 20

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

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

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

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

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) D. Perubahan frekuensi dalam populasi
- 2) A. Menurut Darwinian penciptaan makhluk hidup terjadi melalui mekanisme evolusi, bukan penciptaan khusus.
- 3) B. Satu abad kemudian karya Linnaeus ternyata menjadi titik fokus pendapat Darwin mengenai evolusi.
- 4) C. *Uniformitarianisme* dari Charles Lyell.
- 5) D. Georges Cuvier.
- 6) C. Jean Baptiste Lamarck.
- 7) B. Disuse, bagian-bagian tubuh yang tidak digunakan akan mengalami penurunan.
- 8) D. Menurut Lamarck, evolusi memberikan respons terhadap sentimens intérieures atau kebutuhan yang dirasakan oleh organisme.
- 9) D. Selaput renang pada burung air seperti bebek, dapat dijadikan contoh yang tepat untuk ini.
- 10) D. Ini merupakan kelemahan Lamarck dalam memaparkan mekanisme evolusi.

### *Tes Formatif 2*

- 1) B. Akibat adanya sawar geografik spesies yang sama yang hidup dalam populasi yang berbeda dalam waktu yang lama akan mengalami adaptasi radiatif yang dapat mengarah ke terbentuknya spesies yang berbeda.
- 2) B. Wallace mengembangkan suatu teori seleksi alam yang pada dasarnya sama dengan yang dikemukakan oleh Darwin.
- 3) B. Darwin telah berhasil meyakinkan pembacanya dengan logika yang bersih tanpa noda yang didukung oleh banyak bukti-bukti.
- 4) D. Perbandingan burung *finch* berparuh tebal meningkat selama musim kering, karena individu-individu berparuh tebal menghasilkan lebih banyak keturunan dibandingkan dengan yang berparuh tipis.
- 5) C. Variasi timbul karena mekanisme mutasi acak dan rekombinasi genetik.

- 6) A. Fosil ikan adalah yang paling tua dari semua vertebrata.
- 7) B. Serangkaian fosil mendokumentasikan perubahan bentuk dan ukuran tengkorak yang terjadi ketika mamalia berevolusi dari reptilian.
- 8) C. Suatu penjelasan yang mungkin, kemiripan tungkai depan ini adalah akibat dari diturunkannya semua vertebrata dari suatu leluhur yang sama. Tungkai depan, sirip dan lengan dari vertebrata yang berbeda adalah variasi dari struktur dasar yang sama. Akibat fungsi yang berbeda pada setiap spesies, maka struktur dasarnya dimodifikasi.
- 9) A. Meskipun semua vertebrata memiliki banyak ciri perkembangan yang sama, tidak benar bahwa mamalia pertama-tama mengalami tahap perkembangan ikan, kemudian tahap amfibia dan seterusnya. Ontogeni dapat memberikan petunjuk filogeni, tetapi penting untuk diingat bahwa semua tahapan perkembangan itu bisa berubah sepanjang rentetan proses evolusi yang panjang.
- 10) C. Sirip ikan hiu dan sirip paus merupakan organ renang analog yang berevolusi secara independen dan dibangun dari struktur yang berbeda secara keseluruhan.

### *Tes formatif 3*

- 1) D. Jawaban A, B, dan C, benar, lihat kembali uraian modul.
- 2) C. Pengakuan Paus bahwa evolusi itu lebih dari sekadar teori, tertuang dalam pesan tertulisnya yang disampaikan pada hari Rabu (23/10/96) dalam sidang Akademi Ilmu Pengetahuan Kepausan.
- 3) C. Coba Anda baca kembali rangkuman.
- 4) A. Coba Anda kembali baca uraian "mahluk pertama yang diciptakan adalah mahluk air".
- 5) A. Al Baqarah (2) ayat 30 (lihat di dalam Al Qur'an).
- 6) A. Al Baqarah (2) ayat 30 (lihat di dalam Al Qur'an).
- 7) D. QS 4:1 dan QS 7:189 (lihat di dalam Al Qur'an).
- 8) A. QS 4:1 dan QS 7:189 (lihat di dalam Al Qur'an).
- 9) A. Tidak ada satupun kata St Hawa ditemukan dalam surat dan ayat Al Quran yang jumlahnya tak lebih dari 6:326 ayat.
- 10) C. Bibel, perjanjian lama pasal 2 ayat 21-22.

## Daftar Pustaka

- Bucaille, M. (1976). *La Bible la Quran la Science*, Editions Paris: Schhers.
- Campbell, N.A., Jane B.R., Lawrence G.M. (2003). *Biologi*. Edisi Kelima, Jakarta: Erlangga.
- Comas, J. (1957). *Manual of Physical Anthropology*. Springfield: Charles C Thomas.
- Darwin, C. (1959). *The Origin of Species by Means of Natural Selection*. London: John Murray.
- Departemen Agama R.I. (1973). *Al Quran dan Terjemahannya*. Jakarta: Penerbit Jamunu.
- Dobzharisky, T. (1979). *Genetics of Evolutionary Process*. New York: Columbia University Press.
- Gamlin, L. (2000). *Jendela Iptek; Evolusi*. Edisi kedua. Jakarta: Balai Pustaka.
- Jacob, T. (1976). *Some Problems Pertaining to the Racial History of the Indonesian Region*. Proefschrift, Drukkerij Neerlandia, Utrech.
- Janusch, J.B. (1973). *Physical Anthropology, A Perspective*. New York: John Willey & Sons. Inc.
- Kimball, J. W. (1999). *Biologi*. Edisi kelima. Jakarta: Erlangga Mahameru.
- Kompas, Jumat, 25 Oktober 1996. *Paus Yohanes Paulus II: Teori Darwin Sesuai Iman Kristen*.

- Lembaga Alkitab Indonesia. (1998). *Alkitab*. Bogor: Lembaga alkitab Indonesia, Bogor.
- Lasker, G. W. (1976). *Physical Anthropology*. 2<sup>nd</sup> Edit., New York: Holt, Rinehart Winston, Inc.
- Minkoff, E.C. (1983). *Evolutionary Biology*. Canada: Addison Wesley Publishing Company. Inc.
- Mudhary, B. (1984). *Dialog Masalah Ketuhanan Yesus*. Jakarta: Kiblat Centre.
- Pope, G. (1984). *Bioanthropology*. terj. Parwati Kramadibarata. Jakarta: Penerbit C.V Rajawali.
- Republika, Minggu 21 Januari 1996. *Evolusi Hominid Beberapa Faktor Arkologis*.
- Ristasa, R. (1998). *Teori Evolusi: Sesuai atau Bertentangan dengan Al Quran?* Jakarta :Universitas Terbuka.
- Robinson, E.S. (1982). *Basic Physical Geology*. New York: John Willey & Sons.
- Simpson, G.g. (1953). *The Major Features of Evolution*, 2<sup>nd</sup>. Edition. New York: Columbia University Press.
- Strickberger, M. W. *Evolution*. Third Edition, London: Jones and Barlel Publishers.
- Thabbarah, A.A.F. (1985). *Ma'al Anbiya fr'l-Qur'anil-Karim*, terj. Dery, dkk. Semarang: Penerbit Toha Putera.