



ON THE ORIGIN OF SPECIES

Buku yang dipuji-puji
atas perannya mengubah
arah sains dan dikutuk
karena dianggap
menantang agama.

KARYA CHARLES DARWIN

ASAL-USUL SPESIES

ADAPTASI
GRAFIS



MICHAEL KELLER

ILUSTRASI OLEH NICOLLE RAGER FULLER



On the Origin of Species

*Karya Charles Darwin
Asal-Usul Spesies*

Adaptasi Grafis

Disadur oleh Michael Keller

Desain dan Ilustrasi oleh Nicolle Rager Fuller



CHARLES DARWIN'S ON THE ORIGIN OF SPECIES

A GRAPHIC ADAPTATION

STORY BY MICHAEL KELLER

ART BY NICOLLE RAGER FULLER

© 2009 BY MICHAEL KELLER

ILLUSTRATIONS © 2009 BY NICOLLE RAGER FULLER

ALL RIGHTS RESERVED.

ASAL-USUL SPESIES

ADAPTASI GRAFIS ATAS KARYA CHARLES DARWIN

TEKS OLEH MICHAEL KELLER

DESAIN DAN ILLUSTRASI OLEH NICOLLE RAGER FULLER

DISUNTING OLEH COLIN DICKERMAN

ALIH BAHASA: ZIA ANSHOR

GM 2110110001

HAK CIPTA TERJEMAHAN INDONESIA:

PENERBIT PT GRAMEDIA PUSTAKA UTAMA

SAMPUL DIKERJAKAN OLEH ADHITYA DHARMA

DITERBITKAN PERTAMA KALI OLEH

PENERBIT PT GRAMEDIA PUSTAKA UTAMA

ANGGOTA IKAPI, JAKARTA, 2010

WWW.GRAMEDIA.COM

HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG.

DILARANG MENGUTIP ATAU MEMPERBANYAK SEBAGIAN

ATAU SELURUH ISI BUKU INI TANPA IZIN TERTULIS DARI PENERBIT.

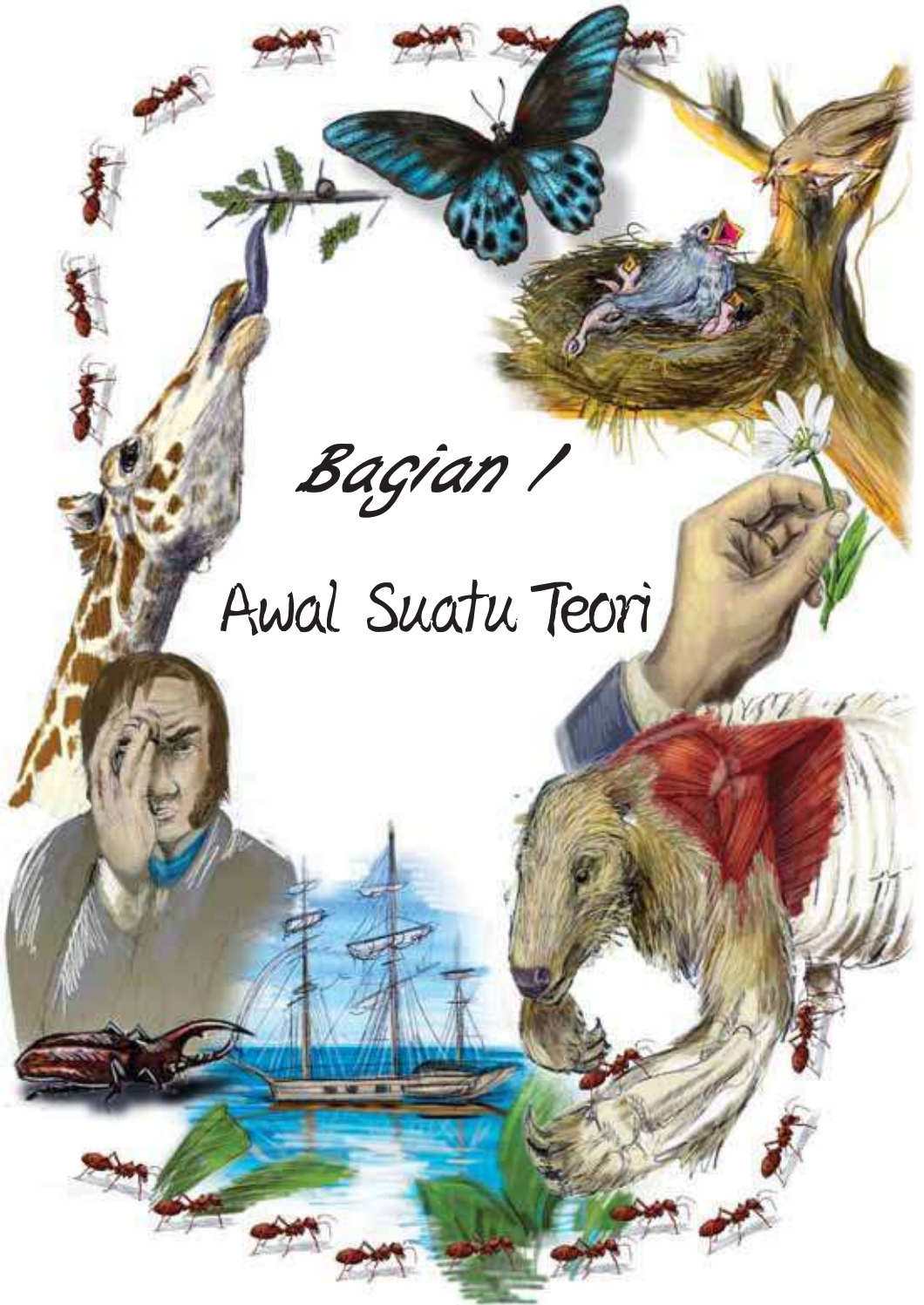
ISBN 978-979-22-5573-7

DICETAK OLEH PERCETAKAN PT GRAMEDIA, JAKARTA

ISI DI LUAR TANGGUNG JAWAB PERCETAKAN

Daftar Isi

<i>BAGIAN 1: AWAL SUATU TEORI</i>	5
<i>BAGIAN 2: ASAL-USUL SPESIES</i>	37
1 Keragaman dalam Pembudidayaan.....	41
2 Keragaman di Alam.....	47
3 Perjuangan untuk Hidup.....	51
4 Seleksi Alam atau Kelestarian Bagi yang Paling Sesuai.....	61
5 Hukum-Hukum Variasi.....	79
6 + 7 Masalah yang Dihadapi Teori dan Berbagai Sanggahan.....	87
8 Naluri.....	105
9 Hibridisme.....	113
10 Mengenai Ketidaksempurnaan Bukti Geologis.....	117
11 Urut-Urutan Geologis Makhluk Hidup.....	125
12 + 13 Persebaran Geografis.....	133
14 Kekerabatan Antar Makhluk Hidup: Morfologi: Embriologi: Organ Sisa.....	151
15 Rangkuman dan Kesimpulan.....	165
<i>BAGIAN 3: PENUTUP</i>	171
Ucapan Terimakasih.....	191



Bagian 1

Awal Suatu Teori

...2 Oktober 1836, Falmouth, Inggris



Ah,
Inggris. Setelah bertahun-tahun menjelajah negeri-negeri asing di seantero dunia, lega rasanya bisa menginjak tanah lembap kampung halaman.



Rasanya dunia sudah mendahului kita selama kepergian kita bertahun-tahun. Bagaimana menurutmu, Covington?

Perjalanan kita memang panjang, Tuan Darwin, tapi banyak hasilnya. Saya merasa terhormat bisa membantu Anda mengoleksi.

Aku yakin, belum pernah ada Kapal Paduka Ratu yang begitu berhasil dalam meneliti pesisir negeri yang jauh berikut sejarah alamnya.

Menurut saya, dengan semua spesimen yang Anda bawa pulang, pekerjaan Anda justru baru mulai, Tuan.



Kamu sudah banyak membantuku lima tahun ini, Covington.

Pak kusir, ke Shrewsbury. Aku tak akan berlama-lama selagi rumahku menanti.



KELUARGA DARWIN

Oh Charley, kau sudah pulang!

Lihat, lihat!! Si penjelajah masyhur baru pulang dari berkeliling dunia!

Dik, ayo duduk dan sarapan dulu. Ceritakan perjalananmu.

Nah, Charley, anggap saja kau tidak pernah menyurati kami selama kau pergi. Kami mau dengar lagi seluruh ceritanya. Iya kan, Yah?

Tentu, Susan. Beritahu kami tentang penemuan-penemuanmu yang Ayah biayai dengan uang sendiri selama beberapa tahun ini. Dan yang lebih penting,

apa perjalananmu, dan semua yang kamu lihat, sudah menyiapkannya untuk kehidupan sebagai pendeta?

Ayah, kuharap ceritaku membuat Ayah paham bahwa jantungku sekarang hanya berdenyut karena kesenangan menemukan, serta kebenaran yang menunggu akal yang diabdikan kepada penelitian sains serius.

Kita bicarakan yang itu belakangan.

Sekarang, ceritalah tentang pengalamammu..

Setelah dua kali terhambat angin barat daya yang kuat, Her Majesty's Ship Beagle, kapal layar bertiang dua dengan 10 meriam yang dinakhodai Kapten FitzRoy berangkat dari Devonport pada 27 Desember 1831. Tujuan ekspedisi Beagle adalah melengkapi survei terhadap Patagonia dan Tierra del Fuego yang dimulai dengan misi Kapten King selama empat tahun sebelumnya, memetakan pesisir Chile, Peru, dan beberapa pulau di Pasifik—serta melaksanakan serangkaian pengukuran kronometri sambil berkeliling dunia..



**GALAPAGOS—
MEMPELAJARI PULAU
KARANG DAN GEOLOGI**

OKTOBER 1835

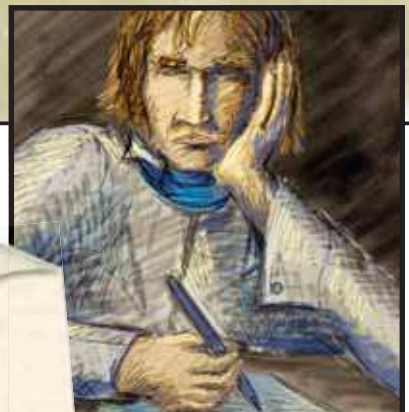


**GALAPAGOS—MENGUM-
PULKAN SPESIMEN**



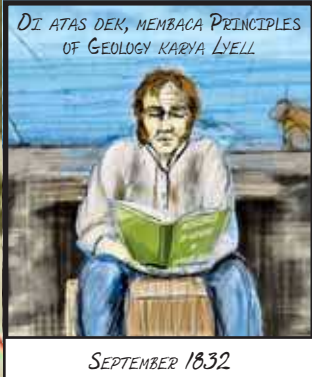
**BERKUDA BERSAMA
PARA GAUCHO,
MENGEJAR RHEA**

MARET 1835



JULI 1834

Sudah dua setengah tahun di atas laut yang ibarat neraka, seolah ekspedisi ini tak ada habis-habisnya. Bakal jadi apa aku sesudah ini, entahlah; aku merasa seperti orang yang sudah hancur, yang tak bisa mengetahui atau peduli bagaimana melepaskan diri. Nalarku mengatakan perjalanan ini bakal selesai, namun aku tak bisa melihat ujungnya.



Makin banyak yang aku lihat, makin besar pula hubungan antar-segala hal yang terlihat. Dari suku terbelakang di Tierra del Fuego sampai pedagang budak di pesisir. Dari burung unta besar di Afrika sampai kerabatnya yang lebih kecil, rhea, di Amerika Selatan dan emu di Australia. Juga, oh, lapisan fosil di pantai dan kerang yang berada di permukaan tebing yang jelas-jelas begitu dekat dengan garis pantai di bawahnya.

Pelayaran Beagle merupakan peristiwa terpenting dalam kehidupanku dan menentukan seluruh karierku.



Itu aku, saat berumur 22 tahun. Aku baru lulus dari Cambridge University dan terpilih untuk ikut dalam pelayaran itu karena berminat mempelajari dunia kehidupan.



Saya diundang sebagai pendamping Kapten FitzRoy, bukan ahli alam dalam ekspedisi.

Charles Darwin

Tanggal lahir: 12 Februari 1809

Kota asal: Shrewsbury, kota pasar dekat perbatasan Wales

Pendidikan: Shrewsbury School, magang di praktik dokter ayahnya, fakultas kedokteran University of Edinburgh, Cambridge University

Hobi: Berburu burung, menembak, membaca, mengumpulkan serangga, geologi, menunggang kuda, ikut klub tantangan makanan yang anggotanya suka melahap hewan-hewan yang tak biasa dianggap makanan, menulis surat

Tak lama kemudian, aku sendiri yang memperoleh jabatan itu. Dan, amboii! Betapa aku telah terpicik keindahan daerah tropis-serangganya, tetumbuhannya, gunung apinya. Telah bertahun-tahun aku membaca mengenai semua itu dan memendam keinginan untuk melihatnya langsung.

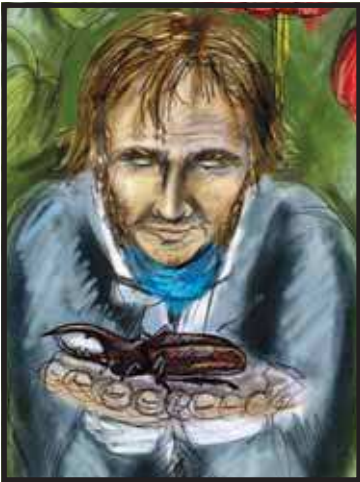
Hanya orang yang gemar akan sejarah alam-lah yang dapat membayangkan nikmatnya berjalan-jalan di bawah buah-buah cokelat, menembus gerumbul pisang dan pohon kopi, serta bunga liar yang tiada habisnya.

Percuma menceritakan apapun mengenai pemandangannya-

Menjelaskan betapa berbedanya pemandangan tropis kepada orang yang belum pernah meninggalkan Eropa ibarat menjelaskan warna kepada orang buta warna.



Tentu saja, aku belum jadi ahli alam yang mumpuni. Sebenarnya, selain beberapa mata kuliah mencakup berbagai cabang sejarah alam, pengalamanku utamanya berisi minat yang kasar terhadap kekayaan alam.



Tak pernah kubayangkan betapa banyak penemuan yang bakal kukumpulkan dan kukirinkan ke Inggris untuk dipelajari oleh kelompok ilmuwan sukarelawan. Salah seorang di antara mereka adalah ahli alam Leonard Jenyns, yang menolak ikut pelayaran Beagle sehingga aku beruntung dapat menggantikan kedudukannya.



Aku sangat berterimakasih kepada Jenyns karena sudah meneliti ikan-ikan yang aku koleksi dengan begitu rajin dan saksama... Aku kaget sekaligus senang mendengar begitu banyak hal baru yang tampaknya telah dia temukan—empat genera baru itu tidak sedikit.

Aku mengumpulkan 3.900 lebih kerang-kerangan, tetumbuhan, serangga, burung, aneka hewan, serta banyak mencatat mengenai keadaan geologis setempat, sepanjang perjalanan. Aku sangat terkesan pada fakta-fakta tertentu mengenai penyebaran makhluk-makhluk hidup yang mendiami Amerika Selatan, dan hubungan geologis antara penghuni benua itu pada masa kini dan masa lalu.



DI APARTEMEN KAKAKNYA,
ERASMUS, DI LONDON

Waktu turun dari Beagle di Falmouth, aku sudah siap mengabdikan hidup untuk mencari kebenaran lewat sains. Segalanya-pikiranku, masyarakat kita, Eropa-terus bergerak.

Sekarang waktu yang pas untuk menjadi pemikir yang mendobrak, Charley.

REVOLUSI PRANCIS

Liberté!
Égalité! Fraternité!

REVOLUSI INDUSTRI

laissez-faire

REVOLUSI SAINS

ZAMAN PENCERAHAN

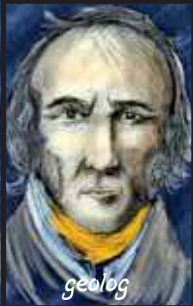



Suatu definisi, kalau hendak dianggap sempurna, harus menjelaskan inti terdalam suatu benda, dan harus saksama agar tidak menggantinya dengan salah satu sifat benda itu.

Demikian kata Spinoza!

Jadi, metode penemuan sejati adalah dengan membentuk pemikiran berdasarkan suatu definisi.

Bukankah kamu sangat mujur bisa mendapatkan khazanah karya para pemikir besar yang muncul di Eropa pada Zaman Pencerahan?

<i>JOHN HERSCHEL</i>	<i>WILLIAM PALEY</i>	<i>ADAM SMITH</i>	<i>ERASMUS DARWIN</i>
			
astronom + filsuf	filsuf teologi alam	ekonom	dokter/penyair/ transmutasionis/ kakek

<i>CHARLES LYELL</i>	<i>JEAN-BAPTISTE LAMARCK</i>	<i>JOHN LOCKE</i>	<i>ALEXANDER VON HUMBOLDT</i>
			
geolog	transmutasionis	filsuf	ahli alam + penjelajah

<i>THOMAS ROBERT MALTHUS</i>	<i>LORD BYRON</i>	<i>ROBERT CHAMBERS</i>	<i>JOHN STEVENS HENSLAW</i>
			
ahli kependudukan + ekonom	penyair romantik	ahli tumbuhan + geolog	wartawan + penulis

Memang, banyak sekali yang harus dimasukkan ke kepala. Dan tak bisa tak kupikirkan bahwa gerak maju revolusi belum berhenti.

Bagaimana mungkin aku menerima kisah penciptaan yang kudengar ketika kecil, ketika seluruh dunia dan semua makhluk hidup di atasnya bersekolong menceritakan kisah yang amat berbeda?

Kaum laki-laki keluarga Darwin bukan orang bodoh yang beriman secara membuta. Charley, kami akan dukung penelitianmu, asalkan kamu punya pekerjaan yang layak selagi melakukannya.

ROBERT DARWIN



dokter + ayah



Profesor Lyell?



Keadaan alam adalah hasil serangkaian panjang peristiwa, Charles, dan bila kita hendak memperluas wawasan tentang jalannya alam masa kini, maka kita harus meneliti pengaruh kerja alam pada masa lampau...

Aliran air yang amat kecil pun bisa menciptakan ngarai besar dalam jangka waktu yang amat panjang, Charles!



Pikirkanlah. Spesies-spesies terkesan berubah seiring waktu, kan?





Ah, tengkorak
Scelidotherium! Kukang
tanah raksasa yang
sudah punah. Bagus
sekali.



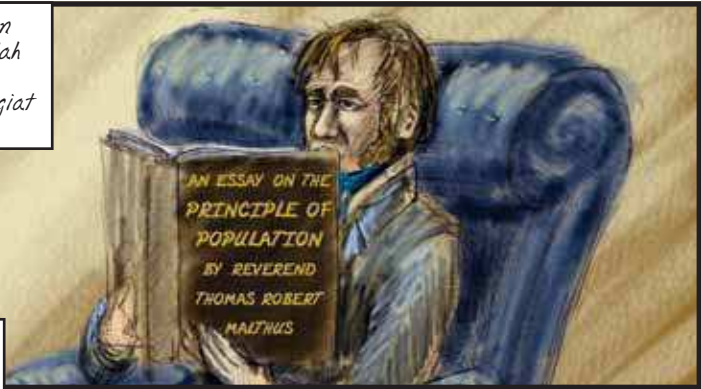


AHHH!

*Kukang pohon masa kini.
Sungguh unik hubungan antara
hewan yang sudah punah dan
yang ada sekarang.*



Di seluruh dunia hewan dan tumbuhan, Alam telah menyebar benih-benih kehidupan dengan amat giat dan murah hati...



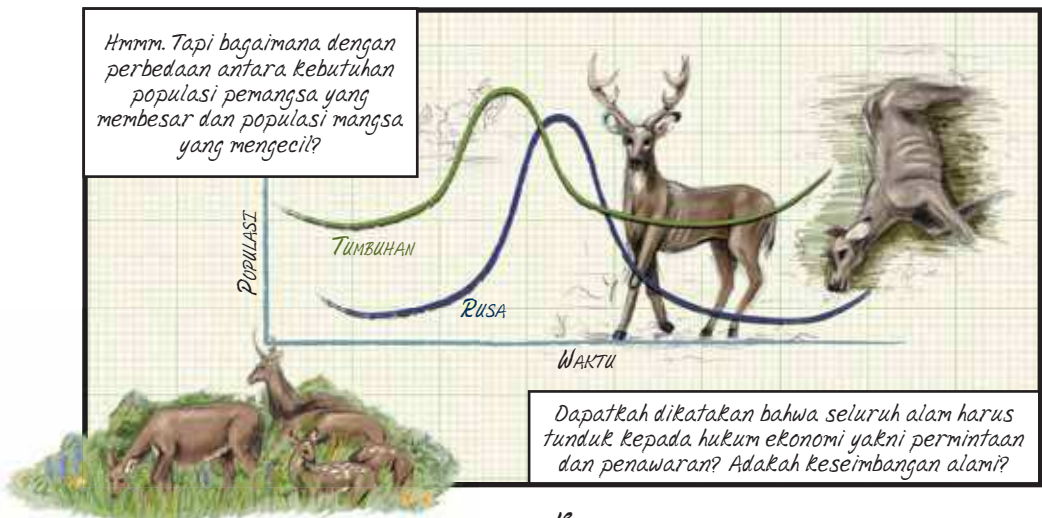
...namun Alam juga kikir dalam menyediakan ruang dan gizi yang diperlukan untuk menumbuhkan mereka.

Jika semua bibit keberadaan yang terkandung di dalam Bumi dapat tumbuh dengan bebas, maka mereka bakal memenuhi jutaan dunia dalam beberapa ribu tahun. Kebutuhan, sebagai hukum alam yang keras dan berlaku tanpa kecuali, menahan mereka dalam batas-batas yang sudah ditentukan.



Bangsa tumbuhan dan hewan tunduk kepada hukum yang tegas itu, dan manusia tak dapat menghindarinya, meski telah berusaha sekuat tenaga.

Hmmm. Tapi bagaimana dengan perbedaan antara kebutuhan populasi pemangsa yang membesar dan populasi mangsa yang mengecil?



Dapatkah dikatakan bahwa seluruh alam harus tunduk kepada hukum ekonomi yakni permintaan dan penawaran? Adakah keseimbangan alami?



Barangkali keterbatasan sumberdaya—pangan, ruang, air, pasangan, atau lainnya—menjadi penyebab individu-individu organisme berseteru. Kebutuhan akan hal-hal yang jumlahnya terbatas boleh jadi merupakan salah satu kekuatan yang mengubah spesies dalam perjalanan waktu.

Kehidupan itu serupa dengan materi tak-hidup penyusun Bumi, yang telah terus berubah selama ribuan tahun. Dan tekanan dari kekuatan-kekuatan alam kepada organisme, bersama-sama persaingan antar organisme, adalah mekanisme yang menimbulkan keragaman pada semua makhluk seiring waktu!

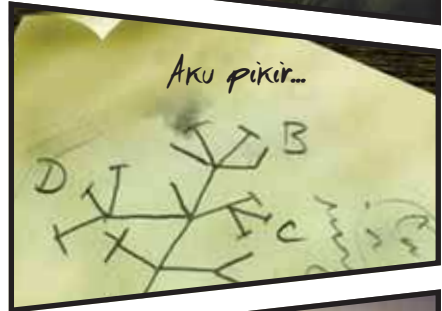
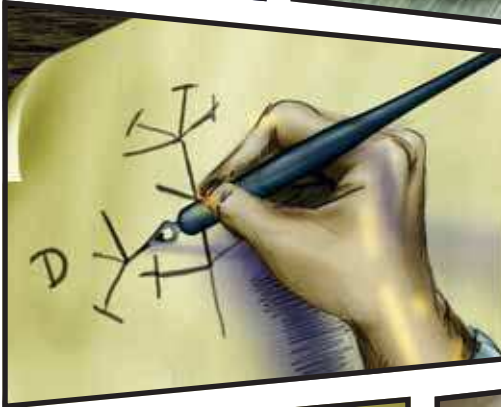


Tahun-tahun panjang yang kuhabiskan di laut tak hanya memberikan bertukuk-kotak spesimen. Aku mendapati akalku menggenggam kunci logis penurunan dengan modifikasi (descent with modification) pada spesies, yakni dengan dorongan seleksi alam yang pasif. Peran tangan Tuhan tampak berkurang.

Itu perkara yang samasekali berbeda. Aku harus punya fakta untuk mendukung pandangan itu.

Maret 1837

APARTEMEN DARWIN DI
NO. 41 GREAT MARLBOROUGH STREET, LONDON



Tatkala berada di atas H.M.S. Beagle, sebagai ahli alam, aku amat terkesan pada fakta-fakta tertentu dalam persebaran makhluk hidup yang mendiami Amerika Selatan, dan pada hubungan geologis antara penghuni benua itu pada masa kini dan masa lampau.

Menurut imajinasiku, lebih memuaskan menganggap naluri seperti anak burung kukuk yang mendorong anak-anak burung lain keluar sarang,



semut yang memperbudak,



larva tawon famili Ichneumonidae makan tubuh ulat yang masih hidup,

bukan sebagai naluri yang dianugerahkan atau diciptakan secara khusus, tetapi sebagai akibat sampingan hukum umum yang menyebabkan perkembangan segala makhluk hidup, yaitu,



berbiak,

**SELEKSI
INTRASEKSUAL**

Seleksi seksual adalah sejenis seleksi alam, ketika keberhasilan perkembangbiakan satu organisme bergantung kepada kemampuannya menarik pasangan dan mengalahkan pesaing berjenis kelamin sama.



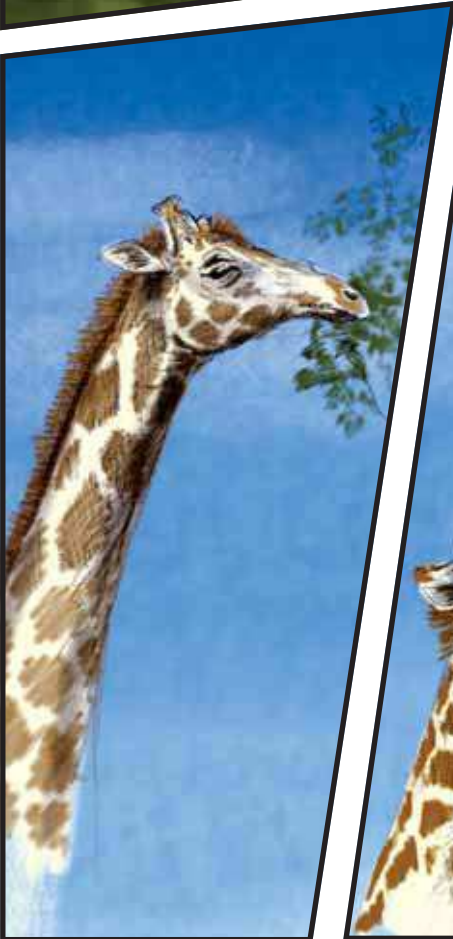
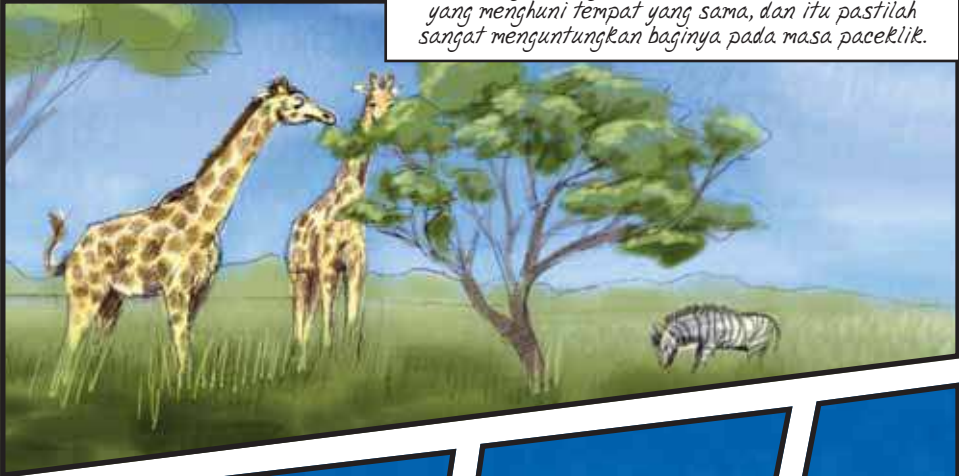
**SELEKSI
INTERSEKSUAL**



Ekor merak dengan sempurna menunjukkan betapa pentingnya keberhasilan mendapat pasangan terhadap konsep kesesuaian Darwinian. Cantiknya penampilan merak akan menarik perhatian betinanya, tapi juga mengundang pemangsa, sehingga penampilan itu membahayakan kelestarian individu pemiliknya.

beragam,

Jerapah, yang bertubuh jangkung, dengan leher, tungkai, kepala, dan lidah yang serbapanjang, telah tersesuai-kan untuk mencari makan di dahan-dahan puncak pohon. Karena itu, jerapah bisa mendapat pangan yang tak terjangkau ungulata atau hewan bertelapak lain yang menghuni tempat yang sama, dan itu pastilah sangat menguntungkan baginya pada masa paceklik.





yang terkuat akan hidup dan yang terlemah akan mati.

Ketika pengejaran dimulai, seleksi alam berada pada puncak kekuasaannya. Hewan mangsa yang terlamban atau terlemah paling mungkin tertangkap.





Aku memerlukan pengetahuan para pakar di seantero negeri mengenai berbagai aspek pembedayaan tumbuhan dan hewan..



Semua ini pertanyaan penting yang hanya bisa dijawab orang seperti Anda.

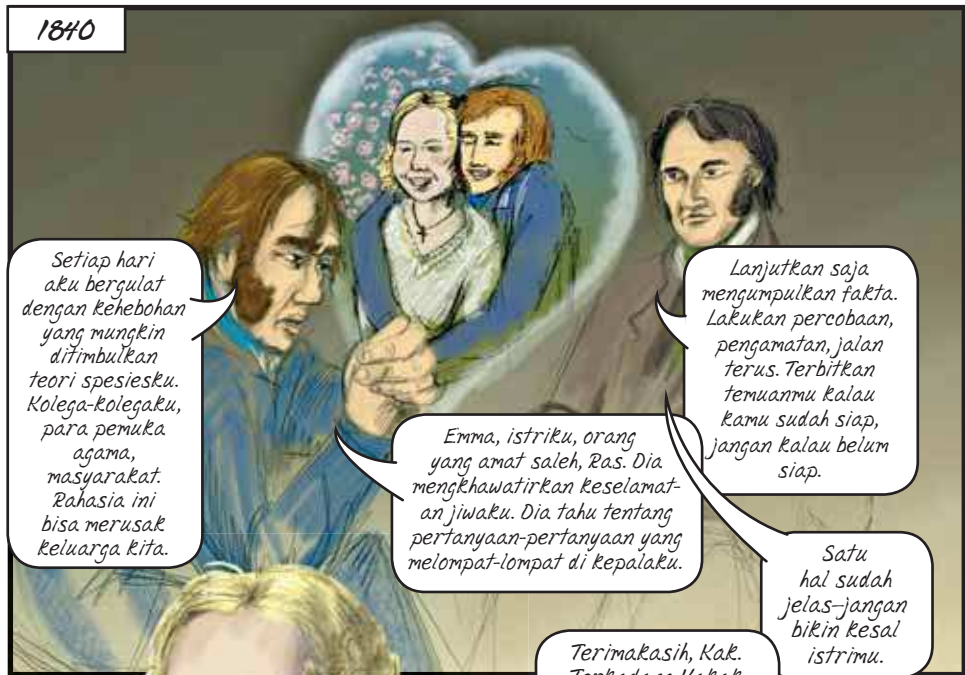
Trah anjing greyhound ini adalah yang tercepat larinya se-Inggris. Aku juga punya senjata rahasia untuk menyaingi pembudidaya anjing yang lain.



Induk jantan yang satu ini adalah bibit unggul yang kuimpor dari Amerika untuk memperkuat garis keturunannya.



Tuan yang terhormat,
Semoga Anda tidak merasa terganggu dengan sedikit pertanyaan yang saya amat ingin ketahui jawabannya, namun saya tak tahu harus mencarinya di karya yang mana.
Seberapa jauh ke utara-kah hutan membentang? Benarkah pemahaman saya bahwa Anda mengatakan bahwa di utara pohon hutan tumbuh di tanah yang bagian bawahnya selalu beku pada kedalaman beberapa kaki? Saya kira bisa dikatakan bahwa boleh jadi di sana ada hutan yang luas, di tempat yang suhu rata-rata tahunannya di bawah titik beku. Pohon apa saja yang tumbuh di iklim sedingin itu, & apa mereka bisa tumbuh tinggi? Apakah ada padang semak di utara sana?
Maksud pertanyaan saya adalah untuk membandingkan jumlah tetumbuhan di bagian-bagian Amerika Selatan yang dulu didiami hewan-hewan besar, juga Afrika yang masih didiami hewan-hewan besar, dengan jumlah tumbuhan yang tumbuh di iklim utara yang sangat dingin. Saya akan amat berterutang budi apabila Anda sudi berbaik hati menjawab singkat pertanyaan saya, namun saya juga harus minta maaf karena telah merepotkan Anda... Percayalah kepada saya, Tuan,
Dengan segala hormat, Chas. Darwin



Setiap hari aku bergulat dengan kehebohan yang mungkin ditimbulkan teori spesiesku. Kolega-kolegaku, para pemuka agama, masyarakat. Rahasia ini bisa merusak keluarga kita.

Emma, istriku, orang yang amat saleh, Ras. Dia mengkhawatirkan keselamatan jiwaku. Dia tahu tentang pertanyaan-pertanyaan yang melompat-lompat di kepalaku.

Lanjutkan saja mengumpulkan fakta. Lakukan percobaan, pengamatan, jalan terus. Terbitkan temuannya kalau kamu sudah siap, jangan kalau belum siap.

Satu hal sudah jelas-jangan bikin kesal istrimu.

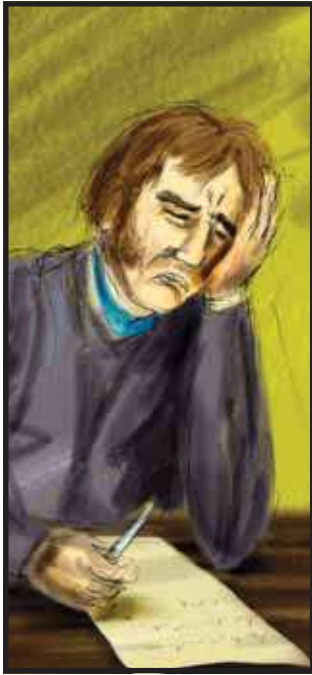
Terimakasih, Kak. Terkadang Kakak tak membantuku samasekali.



Charles-ku tercinta,

Mungkin kebiasaan dalam penelitian sains untuk tak percaya apapun sebelum dibuktikan terlalu banyak memengaruhi pikiranmu dalam perkara lain yang tak bisa dibuktikan dengan cara itu + yang andaikata benar pun mungkin tak terjangkau pemahaman kita... Janganlah anggap bahwa itu bukan urusanku + tidak berarti banyak bagiku. Segala hal yang kamu perhatikan juga kuphatikan + aku akan sangat tak bahagia jika kupikir kita berdua tak akan terus bersama selamanya.

Emma



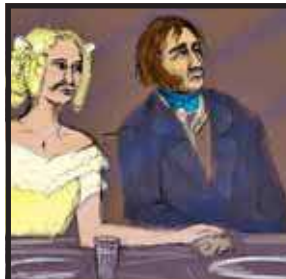
Saya merasa amat lemas + hanya bisa menulis sedikit. Sistem saraf saya rusak + saya hanya bisa terus bekerja dengan dibantu minum brendi secara teratur.

Sangat sulit memastikan apakah pasien mungkin terjangkit penyakit tropis ketika berkeliling dunia, ataupun pikirannya sendiri memaksa tubuhnya menjadi lemah.

Keluhan pasien adalah mual dan muntah-muntah. Dia menderita sakit kepala berat. Bisul-bisul muncul di kulitnya. Terkadang dia menderita depresi, kelelahan, dan tak bisa meninggalkan tempat tidur untuk waktu lama. Namun dia bilang semua gejala itu makin parah apabila berpadu dengan tekanan kebutuhan bermasyarakat dan ketika pikirannya dipenuhi pekerjaan.

Seperti biasa, perutku adalah musuhku—tapi Dr. Holland memberitahu bahwa dia menganggapnya efek samping saja—dan ada bagian lain yang lebih terganggu. Aku terpaksa menghentikan seluruh penelitian geologiku, dan itu cukup mengecewakan, tapi aku berharap dapat segera mulai bekerja lagi. Andai saja aku sehat, kiranya aku sudah bisa menerbitkan buku tentang karang saat ini.





KETEGANGAN KEHIDUPAN DI KOTA AKHIRNYA MENDORONG DARWIN DAN KELUARGA UNTUK PINDAH.

RUMAH BARU DI DESA, DOWN, KENT



Yang aku sukai dari tempat ini adalah bahwa setiap ladang di sini (sayangnya, termasuk yang kami miliki) dilewati satu atau beberapa jalan setapak-tak pernah aku lihat begitu banyak jalan setapak di desa lain-Tempat ini amat bersuasana desa + tenang, dengan jalan-jalan sempit dan pagar semak tinggi + hampir tidak ada jejak roda kereta-Mengejutkan juga rasanya mengetahui bahwa London hanya berjarak 25,6 km dari sini... Down adalah desa tersunyi yang pernah aku diami + aku takut tempat ini amat membosankan bagi para tamu, karena nyaris tidak ada yang bisa dilihat di sini.



KEDIAMAN DARWIN SELUAS 19 EKAR DAN DINAMAI DOWN HOUSE.

DENGAN TERBEBASNYA DARWIN DARI KEWAJIBAN BERMASYARAKAT, TEORINYA BISA TERUS BERKEMBANG.

1844



Untuk sekarang, akan kurahasiakan dulu teori spesiesku kecuali kepada teman dan keluarga, yang bisa memberitahuku kalau-kalau aku memang benar-benar sudah gila.

Tuan yang terhormat,
Sejak kepulangan saya, saya telah melakukan suatu penelitian yang melampaui batas + sepengetahuan saya tak seorang pun yang bakal menyebutnya tidak konyol.
Saya sangat terkesan dengan persebaran makhluk hidup di Galapagos, dan ciri fosil hewan menyusui Amerika, sampai-sampai saya bertekad mengumpulkan segala fakta yang mungkin berhubungan, dengan cara apapun, dengan perihal spesies.



JOSEPH DALTON HOOKER,
AHLI TUMBUHAN DAN
SAHABAT DARWIN

Telah saya baca banyak sekali buku tentang pertanian dan cocok-tanam, dan tak henti-hentinya saya mengumpulkan fakta.

Akhirnya berkas cahaya terang telah terlihat, + saya hampir yakin (cukup bertentangan dengan pendapat saya pada awalnya) bahwa spesies tidaklah (ini seperti mengakui melakukan pembunuhan) tak dapat berubah.

Saya pikir saya telah menemukan (inilah yang melampaui batas!) cara sederhana yang menyebabkan spesies-spesies amat sesuai dengan berbagai tujuan.

1845

Kebun Raya Kerajaan, Kew



Tidak masuk akal! Dia menggunakan palu, sementara yang diperlukan adalah pisau bedah.

Siapapun yang menulis buku Vestiges of the Natural History of Creation ini, Charles, tampaknya telah mendahuluimu mendapat gagasan perubahan organik seiring waktu.

Boleh jadi itu benar, tapi sekarang para ahli sejarah alam, pemuka agama, dan orang awam semuanya berteriak, di mimbar dan di resensi buku.



Kita dengar kasak-kusuk dari sebagian ahli filsafat terpelajar di seantero negeri bahwa hanya hukum-hukum alamlah yang menjadi sumber apa yang kita ketahui sebagai ciptaan Ilahi! Setelah Tuhan mengembuskan kehidupan, kata mereka, manusia pastilah telah tumbuh bersama cendawan sebelum memanjat pohon bersama monyet kerabatnya!



Tanggapannya sungguh edan!

Ada yang bilang kamulah penulis anonim buku itu, Darwin. Setidaknya kita tahu sekarang apa yang bakal kamu hadapi setelah terbitnya Asal-Usul Spesies.

**PUTRI KESAYANGAN DARWIN,
ANNIE, MENINGGAL KETIKA
BERUMUR 10 TAHUN.**

1851

*Tak bisa lagi aku tidur
atau membaca atau bekerja
tanpa memandang dunia dengan
cara yang berbeda dari yang
diajarkan kepadaku dulu. Yang
terpikirkan hanyalah putriku
dan gagasanku.*

*Ayo, PAPA,
CEPAT DONG!!*

*Annie putri kesayanganku;
sifatnya yang ramah, terus-terang,
periang, dan penyayang membuat
dia begitu dicintai. Putriku yang
malang. Kini dia tiada...*



*Dari manakah
kehidupan
berasal?*



*Ke manakah kehidupan
menuju?*

MAKAN MALAM BERSAMA GURU DAN SAHABATNYA, CHARLES LYELL



Masih saja kau merenungkan gagasan itu tanpa memberitahukannya kepada dunia. Bagaimana kau bisa tahu gagasanmu bagus kalau tidak ada orang lain yang mencoba mengujinya?

Aku belum siap. Bukti pendukung gagasan itu makin banyak berdatangan ke Down hampir setiap hari dari segala penjuru dunia.

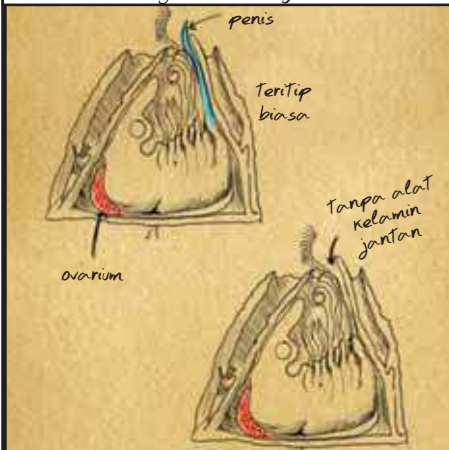


Teorimu boleh jadi perlu waktu untuk dimatangkan, sobat, tapi jangan menunggu nasi menjadi bubur. Aku tahu gagasan hebat sering ditemukan pada ujung aliran panjang logika, tapi demi kepentinganmu sendiri, terbitkan dan siarkan saja!

TAPI BELUM WAKTUNYA. PERTAMA-TAMA, DARWIN MENYELESAIKAN PENELITIAN DELAPAN TAHUN TERHADAP TERITIP, DAN MENDAPAT BANYAK PENGETAHUAN DARI HEWAN-HEWAN KECIL ITU.



Apa yang terjadi pada alat kelamin jantan teritip? Bukankah parasit-parasit kecil ini sebenarnya pejalan mungil yang siap memberikan spermatozoanya kepada betina?! Ibarat dua suami bertubuh kecil dalam kantong istri. Menakjubkan!



Berbagai spesies Cirripedia memberi kesan adanya perubahan dari teritip berkelamin ganda ke berkelamin tunggal! Transmutasi dibeberkan! Berita besar!

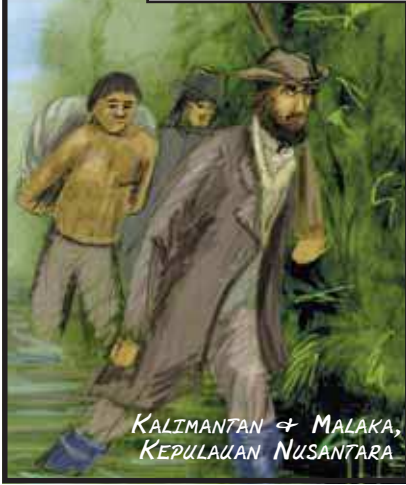


Itu bisa menjadi langkah maju penting dalam memahami perubahan spesies dan gagasanku tentang kesamaan leluhur.

Catatan penerjemah: Teritip (kelas Cirripedia) adalah krustasea (sebangsa udang + kepiting) laut kecil bercangkang luar yang hidup menempel ke permukaan benda.

1858

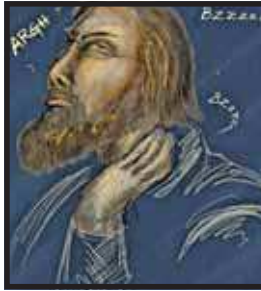
TANPA DIKETAHUI DARWIN, SATU ORANG LAGI MENGEJAR KESIMPULAN YANG SAMA.



KALIMANTAN & MALAKA, KEPULAUAN NUSANTARA



Alfred Russel Wallace—penjelajah, ahli alam, dan kolektor. Dia menembus rimba belantara Indonesia, mengumpulkan spesimen hewan untuk dijual kepada orang-orang kaya, museum, dan galeri.



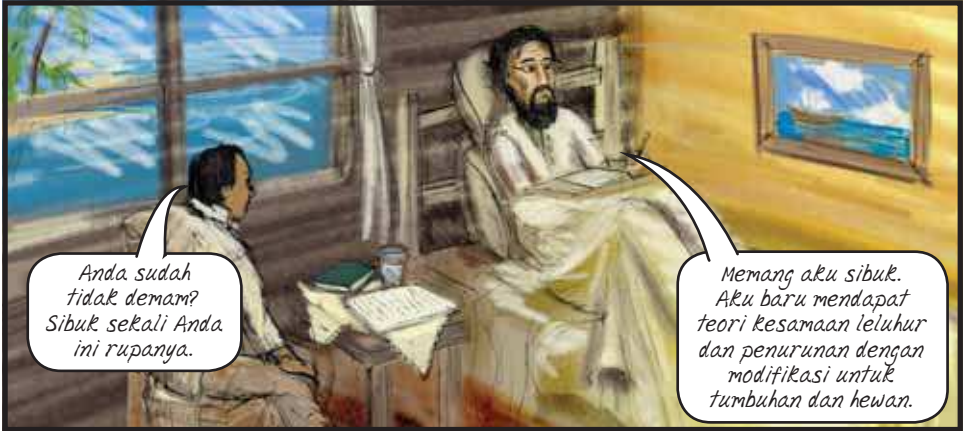
Di sini aku tak kekurangan bukti yang mendukung keyakinanku bahwa satu spesies bisa berubah menjadi spesies lain dalam perjalanan waktu.

Spesies bajing ini tampak punya banyak kesamaan ciri dengan spesies satunya, tapi keduanya cukup berbeda. Aneh juga.



Dua-duanya juga punya daerah persebaran yang tak berhubungan. Hmm. Berlebihankah bila kusimpulkan bahwa yang satu mustahil begitu mirip dengan yang lain kalau bukan karena keduanya keturunan leluhur yang sama?

Dua minggu kemudian seorang pembantuku demam, dan sepulangnya ke Malaka, penyakit yang sama menular ke pembantu-pembantuku yang lain dan aku sendiri. Dengan kina, aku dapat segera sembuh.



Anda sudah tidak demam? Sibuk sekali Anda ini rupanya.

Memang aku sibuk. Aku baru mendapat teori kesamaan leluhur dan penurunan dengan modifikasi untuk tumbuhan dan hewan.



Aku sudah membaca tulisan para tokoh—Malthus, Lamarck, Lyell, Darwin. Aku mengikuti dan memperluas karya mereka.

Tak seorang pun yang sudah memikirkan gagasan ini sebelumnya.



Sudah kutulis artikel yang memaparkan teoriku. Aku juga membahas persaingan untuk hidup dan penyesuaian variasi berguna agar dapat lestari di dalam kondisi tertentu.



Akan kukirim artikelku kepada Tn. Darwin, karena kurasa dia termasuk segelintir orang yang bisa memahaminya, dan kuharap dia mau mengajukannya kepada pihak yang tepat untuk publikasi.

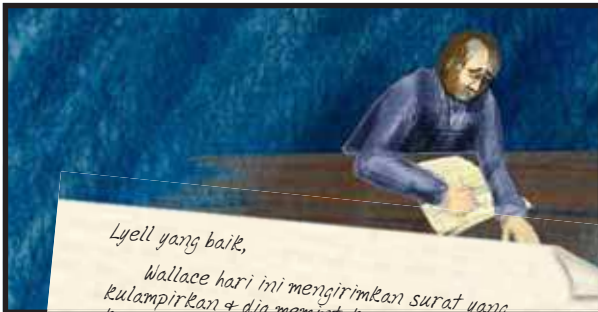


TANPA DISENGAJA, WALLACE TELAH MENGIKIRKAN INFORMASI TERPENTING YANG DIPERLUKAN UNTUK MENDORONG DARWIN MENERBITKAN TEORINYA: SUATU TEORI TANDINGAN MENGENAI PENURUNAN SPESIES DENGAN MODIFIKASI.

Sir Charles Darwin yang terhormat,

...ada kaidah umum di alam yang akan menyebabkan banyak varietas bertahan lebih lama daripada spesies induknya, dan memunculkan makin banyak keragaman yang makin berbeda dari bentuk asli...

Alfred Wallace



Lyell yang baik,

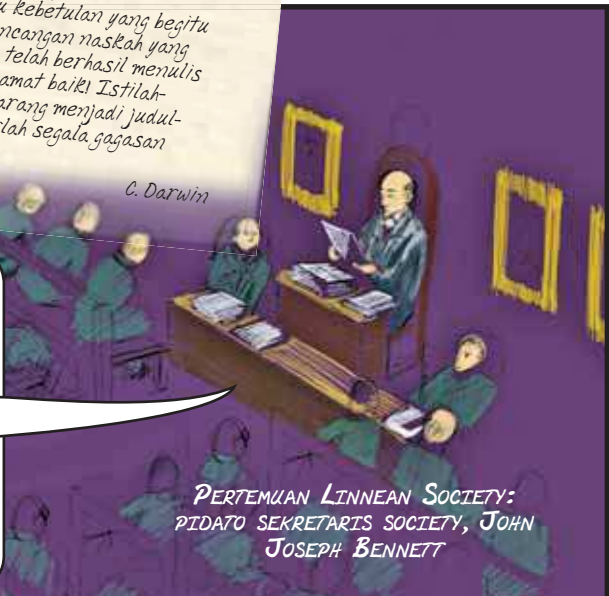
Wallace hari ini mengirimkan surat yang kulampirkan & dia memintaku meneruskannya kepadamu. Tampaknya surat Wallace layak dibaca. Kata-katamu yang menyatakan akan ada yang mendahului aku telah terbukti benar. Kau bilang begitu waktu aku menjelaskan singkat kepadamu di sini mengenai pandangananku atas 'Seleksi Alam' yang disebabkan Perjuangan untuk Hidup. Tak pernah kulihat suatu kebetulan yang begitu mirip. Andai Wallace punya rancangan naskah yang kutulis pada 1842, kiranya dia telah berhasil menulis ringkasan pendeknya dengan amat baik! Istilah-istilah yang dia pakai pun sekarang menjadi judul-judul bab bukuku... Jadi hancurlah segala gagasan asliku, sebanyak apapun itu...

C. Darwin



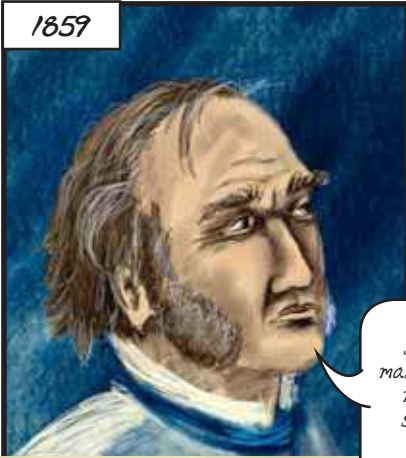
Teman-teman Darwin langsung bertindak untuk memastikan bahwa klaim Darwin atas teori asal-usul dan perubahan spesies tak bakal direbut.

...Saya akan mulai dengan artikel Tn. Darwin...ahem... "De Candolle, dalam satu kalimat yang apik, telah menyatakan bahwa seluruh alam sedang berperang, satu makhluk hidup melawan lainnya, atau melawan lingkungannya. Memandang wajah alam yang terlihat damai, boleh jadi awalnya pernyataan tadi akan disangkal; tapi apabila direnungkan, niscaya kebenarannya akan telak terbukti..."



PERTEMUAN LINNEAN SOCIETY:
PIDATO SEKRETARIS SOCIETY, JOHN
JOSEPH BENNETT

1859



Kepada Tn. John Murray

Tuan Murray yang baik, saya sungguh senang mendengar dari Sir C. Lyell bahwa Anda tertarik menerbitkan buku saya Asal-Usul Spesies; tapi sebelum memutuskan dan membicarakan hal-hal lain Anda perlu melihat naskah saya. Buku saya dibagi menjadi 12 bab, sebagaimana terlampir di akhir surat ini.

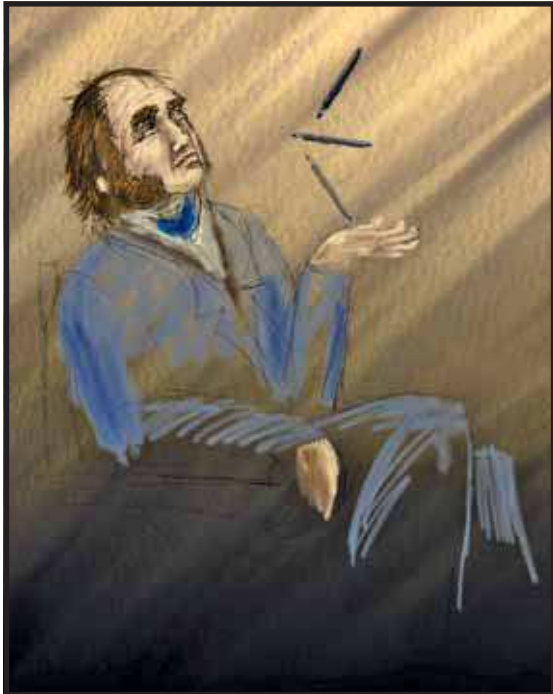
Selesai sudah Namaku, walau tidak sendirian, sekarang selamanya akan terkait dengan pembicaraan masyarakat mengenai suatu teori yang amat kontroversial-teori yang mengatakan bahwa tidak ada yang kekal, dan setiap makhluk berjuang untuk hidup dan berbiak dalam dunia kejam di mana hanya yang paling sesuaialah yang mungkin lestari.

Introductory Remarks with briefest outline of whole Work

- I. Variation under Domestication; or the origin & mode of formation of our domestic Productions.
- II. Variation under Nature (short & dry chapter)
- III. Struggle for Existence (short & rather interesting chp)
- IV. Natural Selection (important; parts rather obtuse)
- V. Laws of Variation (many curious facts)
- VI. Difficulties in Transitions of Organs & Beings
- VII. Instinct (Interesting Chapter)
- VIII. Hybridism (Long & rather curious Chapter)
- IX. Geological Succession of Beings on Earth (long chp)
- X. Geographical Distribution of Beings (long chapter)
- XI. Affinities; Classification: Embryology
Rudimentary Organs (important & I think good chp)
- XII. Recapitulation & Conclusion (Short chapter)



Bagian 2
Asal-Usul Spesies





Begini, Tuan. Masih ingatkah Anda ketika kemarin kita membicarakan bagaimana anak burung yang baru menetas bisa menunjukkan aneka ciri? Dalam ras itu pun, sebagian punya bulu leher yang lebih panjang, dan ada juga yang lebih pendek. Beberapa malah berbentuk seperti merpati biasa.

Ya, Tuan. Keragaman yang dibuat di atas satu bentuk dasar, seperti kereta kuda.

Ya, yang berbentuk biasa itu disingkirkan supaya tidak berbiak. Ada semacam keluwesan bentuk pada silsilah merpati karang liar, sehingga semua ras merpati unik.



Hmm. Aneka ragam dari bentuk dasar yang sama. Apakah aku perlu memberi bagian dalam argumen panjang bukuku tentang penurunan dengan modifikasi untuk ragam hewan dan tumbuhan hasil budidaya manusia? Adakah contoh yang lebih baik mengenai dapat berubahnya bentuk spesies? Akan kita lihat bahwa sejumlah besar modifikasi terwariskan setidaknya dimungkinkan, dan yang sama atau lebih penting, akan kita lihat betapa hebatnya kemampuan manusia mengumpulkan banyak variasi kecil lewat seleksi.



Itu dia!
Terimakasih, Parslow!

Eh, terima-
kasih kembali...



Pertama-tama harus kutunjukkan mengenai keragaman yang selalu ada pada semua organisme seksual, lalu akan mulai kuperlihatkan bahwa keragaman diwariskan dari induk ke keturunan. Aku harus mulai dengan yang paling dikenal—tetumbuhan dan hewan budidaya kita.

BAB 1

KERAGAMAN DALAM PEMBUDIDAYAAN

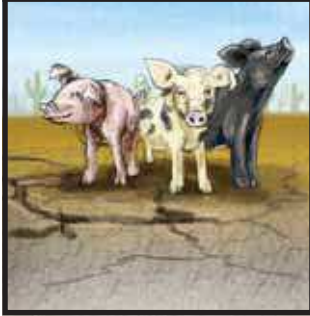
DI SINI SAYA MENJELASKAN BAHWA RAS HEWAN DAN TUMBUHAN BUDIDAYA BUAH TANGAN MANUSIA ADALAH HASIL PEMBIAKAN DOMESTIK BERGENERASI-GENERASI DARI MAKHLUK LELUHUR. UNTUK MENCAPAI TUJUAN PEMBUDIDAYAAN, MANUSIA TELAH MEMANFAATKAN KEMUNCULAN KERAGAMAN YANG SEOLAH TANPA BATAS PADA HAMPIR SEMUA MAKHLUK HIDUP.

Bila kita bandingkan individu-individu dalam satu varietas atau sub-varietas tumbuhan atau hewan yang sudah lama dibudidayakan, maka salah satu hal yang paling cepat menarik perhatian kita adalah bahwa mereka lebih banyak berbeda satu sama lain daripada individu-individu spesies atau varietas apapun dalam keadaan alami.



Semaian tumbuhan yang berasal dari biji-biji dalam buah yang sama, atau anak-anak hewan yang induknya sama, terkadang amat berbeda satu sama lain, biarpun keturunan dan induk, seperti kata Muller, menghadapi kondisi hidup yang persis sama.

Itu menunjukkan betapa tak pentingnya pengaruh langsung kondisi hidup dibanding hukum-hukum reproduksi, pertumbuhan, dan pewarisan sifat karena apabila kondisi hidup berpengaruh langsung, jika terdapat keragaman di antara keturunan, maka semuanya barangkali bakal beragam dengan cara yang sama.



Mengapa semua babi dewasa peliharaanmu berwarna hitam?



Mereka suka makan sejenis tumbuhan liar yang membuat tulang berubah warna jadi merah muda dan kuku copot; hanya yang berwarna hitam yang tidak terpengaruh. Kami pilih yang berwarna hitam sebagai induk untuk pembiakan, karena hanya mereka yang besar peluangnya untuk bertahan hidup.



Berdasarkan fakta yang dikumpulkan Heusinger, ternyata domba dan babi putih bisa sakit karena tumbuhan tertentu, sementara yang berwarna gelap tidak apa-apa....

Dan kita tahu ada sifat-sifat yang saling terikat. Anjing yang tak berambut juga punya gigi tak sempurna; pada merpati yang kakinya berbulu, di antara jemari kakinya ada selaput kulit. Korelasi satu sifat dengan sifat lain yang tampak tak berhubungan pasti berarti bahwa sifat-sifat makhluk hidup dapat diwariskan.



Jadi keragaman ciri tak bisa hanya disebabkan kondisi lingkungan ataupun pemakaian bagian tubuh tertentu. Tapi bagaimana cara sifat induk diwariskan kepada keturunannya?

SIFAT TERWARISKAN PADA RAS-RAS DOMESTIK

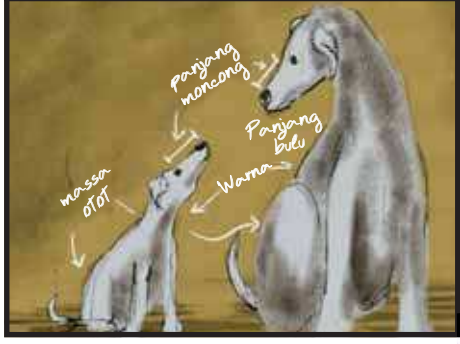
Tapi jika, di antara individu-individu yang menghadapi kondisi yang sama, muncul penyimpangan yang amat langka akibat perpaduan berbagai penyebab yang tak biasa pada induk-misalnya muncul pada satu di antara beberapa juta individu—dan penyimpangan itu muncul lagi pada keturunannya, maka berdasarkan hukum peluang saja kita hampir terdorong mengaitkan kemunculan kembali penyimpangan itu kepada pewarisan sifat...



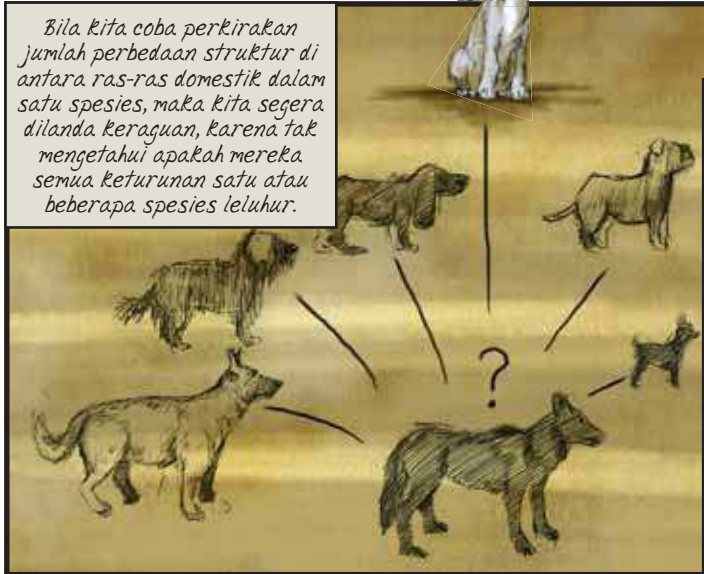
Anda bisa lihat ukuran kaki anjing yang ini, Pak. Dia yang paling unggul dan kuat.

Bila penyimpangan-penyimpangan struktur yang ganjil dan langka saja sungguh-sungguh bisa diwariskan, maka penyimpangan yang kurang ganjil dan lebih lazim boleh dianggap dapat diwariskan juga...

...Barangkali cara yang benar untuk memandang keseluruhan persoalannya kiranya adalah dengan menganggap pewarisan semua sifat sebagai asas, dan tak diwariskannya sifat sebagai kelainan.



Bila kita coba perkirakan jumlah perbedaan struktur di antara ras-ras domestik dalam satu spesies, maka kita segera dilanda keraguan, karena tak mengetahui apakah mereka semua keturunan satu atau beberapa spesies leluhur.



Jika dapat ditunjukkan bahwa greyhound, bloodhound, terrier, spaniel, dan bull-dog, yang kita ketahui dapat mempertahankan ciri-cirinya sepanjang garis keturunan mereka, adalah keturunan satu spesies, maka fakta itu bakal sangat besar dampaknya karena membuat kita ragu akan kekekalan spesies-spesies alami yang amat mirip satu sama lain—contohnya, berbagai spesies rubah—di segala penjuru dunia.

Karena percaya bahwa mempelajari kelompok tertentu itu selalu lebih baik, maka setelah berpikir masak-masak saya mulai mempelajari merpati piaraan... Keragaman rasnya sungguh menakjubkan.



Bisa dikumpulkan sejumlah ras merpati, yang apabila ditunjukkan kepada seorang ahli burung, dan dikatakan bahwa mereka semua burung liar, maka saya yakin dia akan mengelompokkan mereka sebagai spesies-spesies tersendiri...

Walaupun perbedaan antar ras merpati begitu besar, saya sepenuhnya yakin akan benarnya pendapat umum para ahli alam, yaitu bahwa semua ras merpati adalah keturunan merpati karang (*Columba livia*)...



Sekarang mari kita sejenak memikirkan langkah-langkah terjadinya ras-ras domestik, baik dari satu spesies atau beberapa spesies yang mirip.



Satu ciri paling mencolok pada ras-ras domestik kita adalah bahwa kita dapat adaptasi mereka bukan demi kepentingan hewan atau tumbuhan itu sendiri, melainkan demi kesukaan atau manfaat bagi manusia...

SELEKSI MELALUI PEMBIAKAN



Sebagaimana bila kita membandingkan ras-ras tanaman pertanian, pangan, buah, dan bunga, yang paling berguna bagi manusia pada berbagai musim dan untuk berbagai keperluan, atau dipandang cantik di mata manusia, maka saya pikir kita harus memandang lebih jauh daripada sekadar kecenderungan untuk beragam (variabilitas).



Tak bisa kita anggap bahwa segala ras mendadak muncul sesempurna dan seberguna yang kita lihat sekarang; bahkan, pada beberapa kasus, kita tahu bahwa bukan seperti itu riwayat mereka... Para pembudidaya biasa berbicara mengenai susunan tubuh hewan sebagai sesuatu yang cukup bisa diubah, dan bisa mereka bentuk sesuka hati.



Aku cari domba jantan unggulan yang sehat buat dijadikan pemacek.

Coba lihat yang ini. Bapaknya dulu kupakai buat pemacek, dan saudaranya sekarang kupakai untuk pekerjaan yang sama.

Demi Tuhan. Dia bakal memberi kita anak-anak domba yang pasti laris, George. Aku ambil dia.

Kuncinya adalah kemampuan seleksi akumulasi manusia: alam memberikan serangkaian variasi manusia mengumpulkannya menuju arah tertentu yang berguna baginya... Manusia nyaris tak dapat menyeleksi, kecuali dengan susah-payah, penyimpangan apapun selain yang bisa dilihat dari luar; dan manusia memang jarang memperhatikan apa yang ada di dalam. Manusia tak dapat menyeleksi, selain terhadap variasi yang awalnya diberikan dalam kadar kecil oleh alam.

Para pembiak terkemuka melakukan seleksi berencana, dengan tujuan mendapatkan bentuk tertentu, untuk membuat ras atau subras baru, yang lebih unggul daripada yang sudah ada.



Domba Border Leicester bukan Anda adalah yang paling unggul di sekitar sini.

SELEKSI TANPA SADAR

Tapi, untuk keperluan kita, yang lebih penting adalah sejenis Seleksi, yang boleh disebut Seleksi Tanpa Sadar, dan terjadi karena semua orang berusaha memiliki dan membiakkan individu-individu hewan terunggul.



Mau beli anjing, Tuan?



Aku ambil yang itu, Nak.

Jadi, seseorang yang berniat memelihara anjing ras tentu saja mencoba memperoleh anjing-anjing terbaik, dan sesudahnya membiakkan anjing-anjing terbaiknya, tapi dia tak berniat atau berharap mengubah ras itu untuk seterusnya.

Namun saya tak bisa meragukan bahwa proses itu, yang berlangsung terus selama berabad-abad, bakal memperbaiki dan mengubah ras apapun.

Kamu jago sekali berdansa.

SELEKSI TANPA SADAR →



Ahhh, buah pir paling manis dan bagus se-Inggris. Saya jauh-jauh datang dari London ingin membelinya untuk restoran saya.

Para pekebun zaman dulu, yang membiakkan pir terbaik yang mereka bisa peroleh, tak pernah membayangkan buah ranum yang kita ingin nikmati; walau kita sedikit berutang kepada mereka untuk buah yang ada sekarang, karena mereka telah memilih dan melestarikan varietas terbaik yang bisa mereka temukan.



Inilah buah pir paling manis dan bagus se-Kekaisaran. Saya datang jauh-jauh dari Roma ingin membelinya untuk majikan saya.

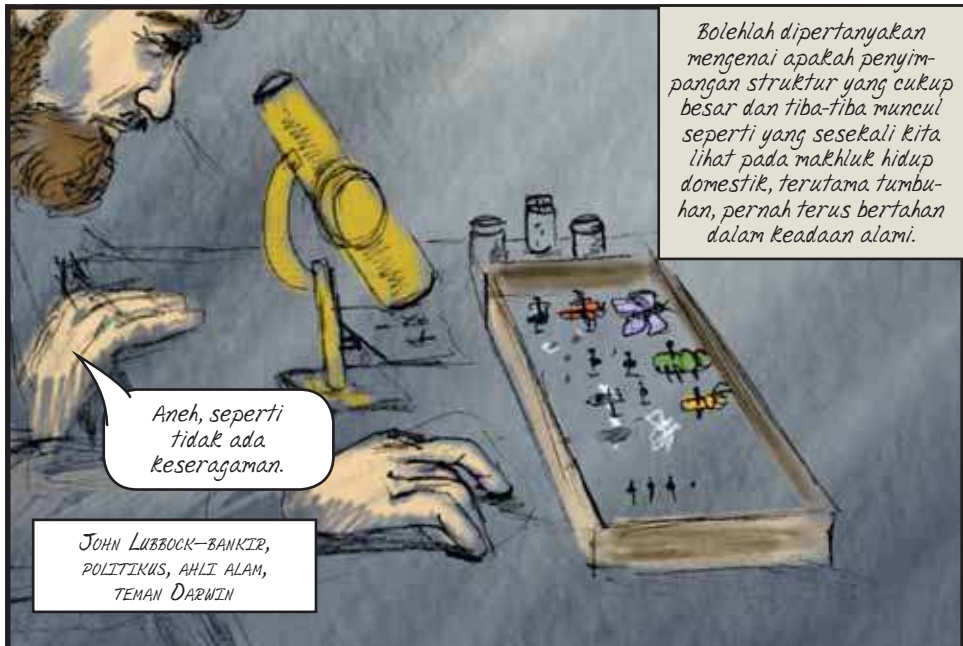


Di antara segala penyebab Perubahan itu saya yakin bahwa pengumpulan melalui Seleksi, baik diterapkan secara berencana dan lebih cepat, atau secara tak sadar dan lebih lambat namun lebih efisien, adalah Kekuatan yang utama.

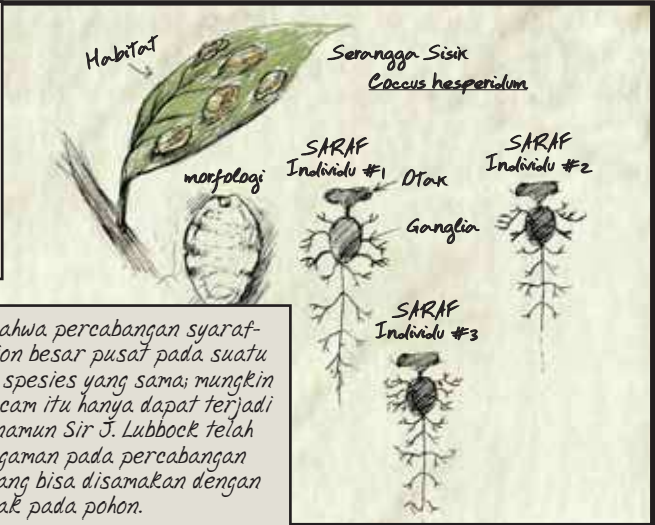
BAB 2

KERAGAMAN DI ALAM

DI SINI SAYA MEMPERLUAS MEKANISME VARIASI YANG KITA LIHAT DI ANTARA MAHLUK HIDUP DOMESTIK KEPADA KECONDONGAN BERAGAM YANG SAMA DI ALAM. AKAN KITA LIHAT BAHWA VARIASI ANTAR-INDIVIDU ADALAH BAHAN MENTAH YANG MEMUNCULKAN BERBAGAI VARIETAS DALAM SATU SPESIES, YANG DAPAT TUMBUH MENJADI SPESIES BARU YANG TERPISAH.



Banyak perbedaan kecil yang muncul di antara keturunan induk yang sama, atau diduga muncul dengan cara itu karena diamati ada di individu-individu spesies yang sama yang menghuni tempat yang sama, bisa dianggap sebagai perbedaan individual.



Kiranya tak terbayangkan bahwa percabangan syarat-syarat utama di dekat ganglion besar pusat pada suatu serangga bisa beragam dalam spesies yang sama; mungkin terpicir bahwa perubahan macam itu hanya dapat terjadi secara berangsur-angsur; namun Sir J. Lubbock telah menunjukkan adanya keragaman pada percabangan syarat utama pada Coccus, yang bisa disamakan dengan percabangan acak pada pohon.



Perbedaan individual adalah yang paling penting bagi kita karena seringkali bisa diwariskan, sebagaimana pasti diketahui semua orang; dan perbedaan individual menyediakan bahan untuk dikumpulkan akibat seleksi alam, yang bekerja seperti manusia yang mengumpulkan perbedaan-perbedaan individu ke arah manapun pada makhluk hidup domestik.



Hampir semua bagian pada setiap makhluk hidup amat terkait dengan kondisi hidupnya yang rumit, sehingga terkesan mustahil bahwa bagian manapun bisa tiba-tiba muncul dengan berbentuk sempurna, ibarat manusia menciptakan mesin yang rumit dalam keadaan langsung sempurna.



Bertahun-tahun lalu, ketika membandingkan dan melihat orang lain membandingkan burung-burung dari Kepulauan Galapagos yang berdekatan satu sama lain dengan burung-burung dari daratan Amerika, saya terkesan dengan betapa tak jelas dan sembarangannya perbedaan antara spesies dan varietas.



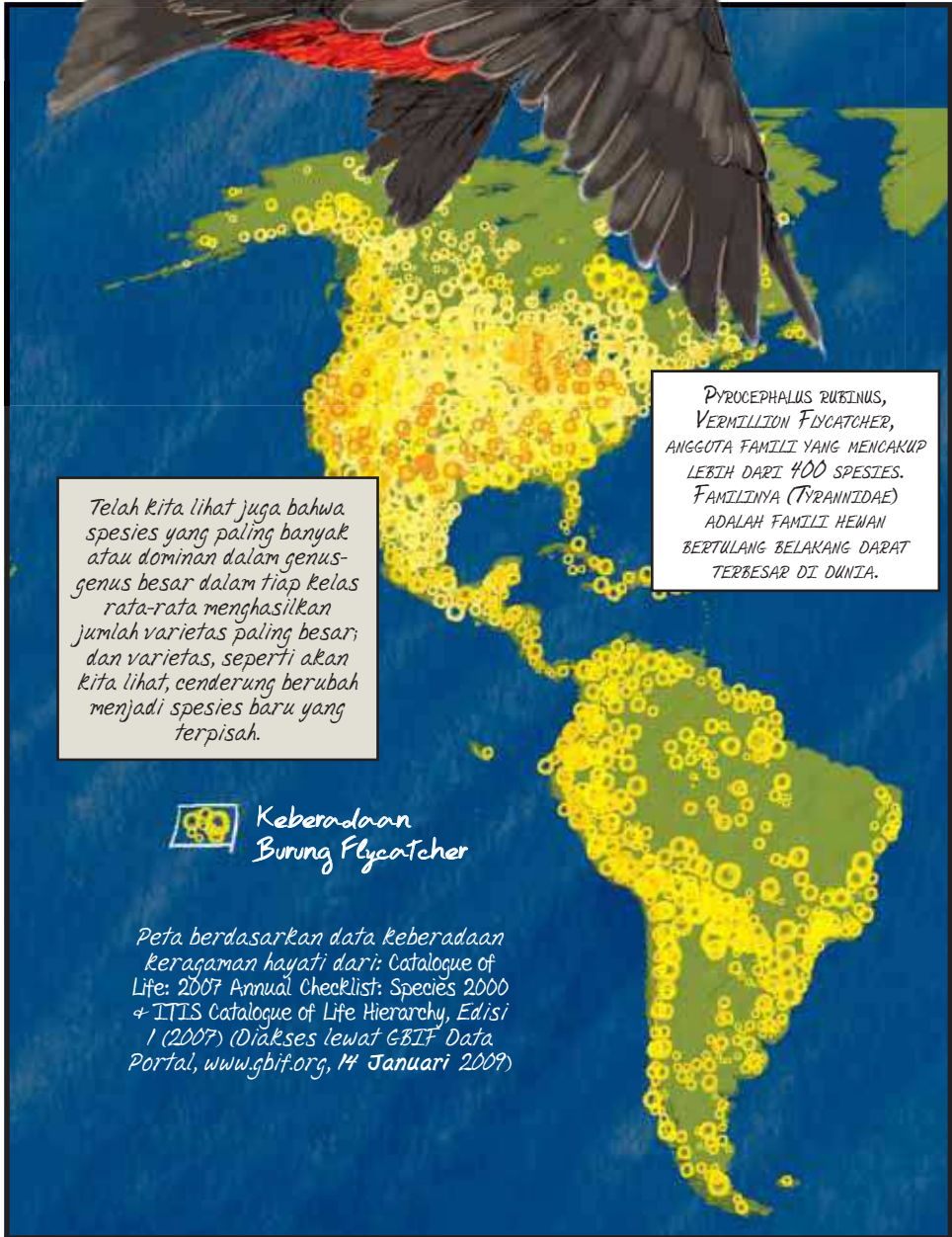
Saya menganggap istilah "spesies" bersifat manusuka (arbitrer), diberikan demi kepraktisan kepada sekelompok individu yang mirip satu sama lain, dan pada intinya tak beda dengan istilah "varietas", yang diberikan kepada bentuk-bentuk yang kadar perbedaannya lebih kecil dan lebih tidak tetap...

Perubahan dari satu tingkat perbedaan ke tingkat lain pada banyak kasus boleh jadi diakibatkan sifat organisme itu sendiri dan berbagai kondisi fisik yang lama dihadapinya; tapi dalam hal ciri-ciri yang lebih penting dan berupa penyesuaian, perubahan dari satu tingkat ke tingkat lain bisa dikaitkan dengan tindakan pengumpulan melalui seleksi alam...



Karena itu saya menganggap perbedaan individual... sebagai yang paling penting, karena merupakan langkah pertama menuju keragaman berkadar kecil yang nyaris tak perlu dicatat dalam tulisan-tulisan mengenai sejarah alam.

Pada genus yang punya jumlah spesies di atas rata-rata di negeri mana pun, spesies-spesies anggotanya punya jumlah varietas di atas rata-rata pula.



Telah kita lihat juga bahwa spesies yang paling banyak atau dominan dalam genus-genus besar dalam tiap kelas rata-rata menghasilkan jumlah varietas paling besar; dan varietas, seperti akan kita lihat, cenderung berubah menjadi spesies baru yang terpisah.

PYROCEPHALUS RUBINUS, VERMILION FLYCATCHER, ANGGOTA FAMILI YANG MENCAKUP LEBIH DARI 400 SPESIES. FAMILIINA (TYRANNIDAE) ADALAH FAMILI HEWAN BERTULANG BELAKANG DARAT TERBESAR DI DUNIA.

 **Keberadaan Burung Flycatcher**

Peta berdasarkan data Keberadaan Keragaman hayati dari: Catalogue of Life: 2007 Annual Checklist: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life Hierarchy, Edisi 1 (2007) (Ditakses lewat GBIF Data Portal, www.gbif.org, 14 Januari 2009)

Bentuk-bentuk kehidupan di seluruh dunia terbagi menjadi kelompok dalam kelompok.

BAB 3

PERJUANGAN UNTUK HIDUP

PADA TIAP GENERASI ORGANISME, LEBIH BANYAK YANG LAHIR DARIPADA YANG DAPAT DIDUKUNG OLEH SUMBERDAYA YANG TERSEDIA, SEHINGGA TIMBUL PERSAINGAN DALAM UPAYA BERTAHAN HIDUP DI ANTARA ANGGOTA SPESIES YANG SAMA, DAN DALAM KADAR LEBIH KECIL, DI ANTARA INDIVIDU ANGGOTA SPESIES YANG BERBEDA.



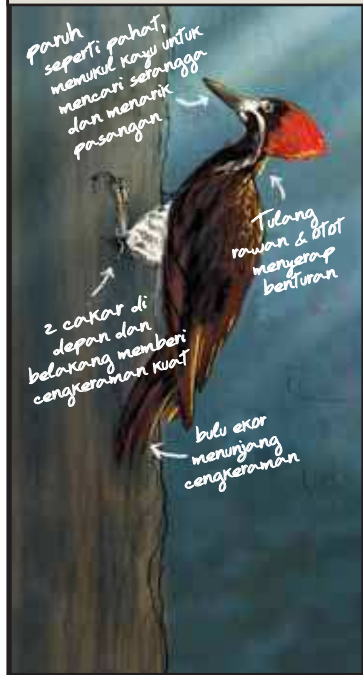
Di antara makhluk hidup di alam, terdapat keragaman individual: saya tak pernah melihat pernyataan itu diperselisihkan.

Namun keberadaan keragaman individual dan beberapa varietas yang cukup mencolok, walau diperlukan sebagai dasar, hanya sedikit membantu kita dalam memahami bagaimana spesies muncul di alam.



Bagaimanakah segala adaptasi yang serasi di satu bagian tubuh terhadap bagian lain, dan terhadap kondisi hidup, dan pada satu organisme terhadap organisme lain, disempurnakan?

Kita lihat adaptasi bersama (ko-adaptasi) yang cantik itu dengan sangat jelas pada burung pelatuk dan tumbuhan benalu;



dan dengan sedikit kurang jelas pada parasit sederhana yang bergantung pada rambut hewan berkaki empat atau bulu burung;



pada struktur kumbang yang menyelam dalam air;

pada biji berjumbai yang terbawa angin sepoi;



pendek kata, kita lihat adaptasi cantik di mana-mana dan di tiap bagian dunia kehidupan...

Tapi Tn. Darwin, bagaimana cara varietas, yang Anda sebut juga calon spesies (incipient species), berubah menjadi spesies-spesies utuh dan tersendiri, yang pada banyak kasus jelas lebih banyak perbedaannya satu sama lain daripada perbedaan antar-varietas dalam spesies yang sama?



Segalanya disebabkan perjuangan untuk hidup...



Akibat perjuangan itu, variasi, sekecil apapun dan disebabkan apapun, jika menguntungkan dalam kadar apapun bagi individu-individu satu spesies, dalam kerumitan hubungan mereka dengan makhluk hidup lain dan kondisi hidup mereka, akan cenderung melestarikan individu-individu tersebut,

dan biasanya akan diwariskan kepada keturunannya.

Dengan demikian, keturunan itu juga punya peluang lestari lebih besar, karena dari banyak individu yang dilahirkan, hanya sedikit yang bisa bertahan hidup. Telah saya sebut kaidah tersebut, di mana tiap variasi kecil, jika berguna, akan bertahan, dengan istilah Seleksi Alam, untuk menandakan hubungannya dengan kemampuan seleksi manusia.



Kita memandang wajah alam yang terang-benderang dengan keceriaan...



Kita tak melihat, atau kita lupa, bahwa burung-burung yang bernyanyi di sekeliling kita sebagian besar hidup dengan makan serangga atau biji, sehingga terus-menerus menghancurkan kehidupan.



...atau kita lupa berapa banyak burung penyanyi, atau telurnya, atau anaknya, yang dimusnahkan oleh hewan pemangsa.



PENIS KUCING JANTAN PUNYA DURI YANG MENGACUNG KE ARAH BELAKANG. LUKA TUSUKAN DURI PADA BETINA BISA MEMICU PENGELUARAN SEL TELUR.



BELANG SEMBAH BETINA BIASA MEMAKAN PASANGANNYA UNTUK TAMBAHAN GIZI.

Perjuangan untuk hidup tak bisa dihindari akibat pesatnya perkembangan semua makhluk hidup.



Tiap makhluk, yang selama hidupnya menghasilkan telur atau biji, harus mengalami pemusnahan pada satu periode hidupnya, dan pada musim atau tahun tertentu;



Kalau tidak, berdasarkan deret ukur, jumlahnya bakal jadi sangat besar sehingga tidak dapat ditampung oleh alam.

Gajah dianggap sebagai hewan yang paling lambat perbiakkannya, dan saya sudah menghitung perkiraan laju peningkatan alami jumlah minimalnya;



Kiranya paling aman beranggapan bahwa gajah mulai berbiak pada umur 30 tahun, dan terus berbiak sampai 90 tahun, menghasilkan enam anak, dan hidup sampai berumur 100 tahun; bila demikian adanya, maka sesudah 740 sampai 750 tahun kiranya bakal ada hampir 19 juta gajah yang hidup, keturunan pasangan gajah pertama.

PERKIRAAN JUMLAH GAJAH DI SELURUH AFRIKA
PADA 2007: 689.671



PERKIRAAN WAKTU KEBERADAAN SPESIES GAJAH
AFRIKA MODERN DI BUMI: SEKITAR 7,6 JUTA
TAHUN

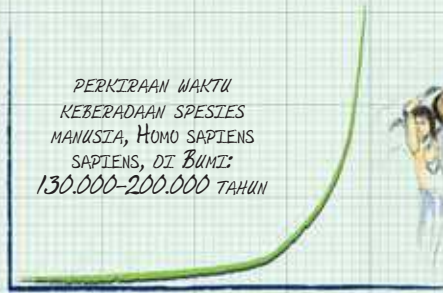


Manusia yang berbiak lambat pun berlipatganda jumlahnya dalam 25 tahun,



POPULASI

PERKIRAAN WAKTU
KEBERADAAN SPESIES
MANUSIA, HOMO SAPIENS
SAPIENS, DI BUMI:
130.000-200.000 TAHUN



WAKTU

dan dengan laju pertumbuhan itu, dalam kurang daripada 1.000 tahun, benar-benar tak bakal ada ruang bagi seluruh keturunan manusia.

Sebab itu, karena lebih banyak individu yang dilahirkan daripada yang dapat bertahan hidup, maka pada setiap kasus pastilah terjadi perjuangan untuk hidup,



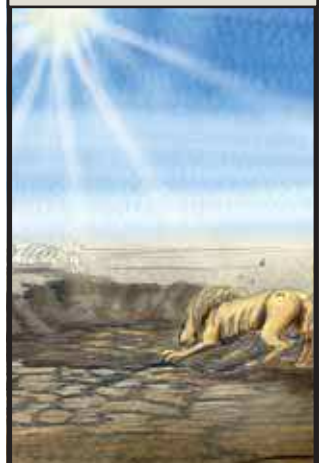
baik menghadapi individu-individu spesies yang sama,



maupun menghadapi individu-individu spesies yang berbeda,



atau menghadapi kondisi fisik kehidupan.



Itulah penerapan doktrin Malthus sekuat-kuatnya kepada seluruh dunia hewan dan tumbuhan; karena di sana tak bisa ada penambahan pangan buatan, dan tidak ada pembatasan perkawinan.

...Dapat ditunjukkan kasus-kasus tumbuhan pendatang yang menjadi tersebar luas di pulau-pulau yang didatanginya dalam waktu kurang dari 10 tahun.

Jalak Gropa
(*Sturnus vulgaris*)
burung asli Gropa

...Tak ada yang mengira bahwa kesuburan hewan atau tumbuhan tersebut telah mendadak atau untuk sementara meningkat dalam kadar apapun.

Loosestrife Ungu
(*Lythrum salicaria*)
Tumbuhan asli Gropa

Alasan jelasnya adalah bahwa kondisi hidup di tempat baru sangat mendukung, dan bahwa kemusnahan individu tua dan anak lebih sedikit, dan bahwa hampir semua individu muda berkesempatan berbiak. Laju pertumbuhan menurut deret ukur, yang hasilnya tidak pernah tidak mengejutkan, bisa menjelaskan peningkatan jumlah dan penyebaran yang luar biasa di rumah baru mereka.

HAL-HAL YANG MENGHALANGI PERTAMBAHAN



Banyak biji tumbuhan yang musnah, tapi berdasarkan pengamatan yang saya lakukan, tampaknya tunas tumbuhan paling menderita kalau tumbuh di lahan yang sudah penuh dengan tumbuhan lain.



Tunas tumbuhan juga banyak dimusnahkan berbagai musuh lain; contohnya, di sebidang tanah sepanjang 90 cm dan selebar 60 cm, dan dibersihkan dari tumbuhan lain yang bisa menghalangi,

saya tandai semua tunas tumbuhan yang muncul,



dan dari 357, tak kurang dari 295 musnah, terutama oleh siput dan serangga.



Iklim berperan penting dalam menentukan jumlah rata-rata anggota satu spesies, dan musim dingin berat atau kekeringan yang terjadi berkala tampaknya merupakan penghalang pertambahan yang paling ampuh.



...Karena mengurangi jumlah pangan, iklim menimbulkan persaingan terkeras di antara individu-individu... yang hidup dari makanan yang sama.



...Tapi biasanya yang sering menentukan jumlah rata-rata anggota satu spesies bukan pangan, melainkan pemangsaan oleh hewan lain...

Bila satu spesies, berkat keadaan yang menguntungkan, jumlahnya meningkat pesat dalam daerah sempit, maka penyakit—setidaknya ini biasa terjadi pada hewan buruan—acapkali muncul...



LONDON, 1854

BAKTERI PENYEBAB KOLERA, VIBRIO CHOLERAE, BERASAL DARI PUMPA AIR INI DAN MENEWASKAN 500 ORANG.



...Dan terjadilah semacam persekutuan antara parasit dan inang.

Tercatat banyak kasus yang menunjukkan betapa rumit dan tak terduganya penghalang pertumbuhan dan hubungan antar-mahluk hidup, yang harus berjuang di tempat yang sama.

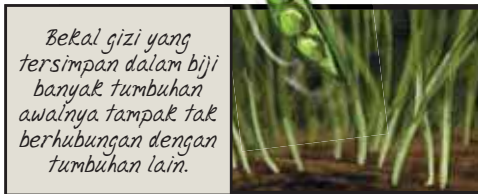


Semua orang telah mendengar bahwa apabila hutan Amerika ditebang, bakal muncul vegetasi yang berbeda; tapi telah diamati juga bahwa reruntuhan permukiman Indian Kuno di Amerika Serikat selatan... sekarang memiliki keragaman dan perbandingan jenis yang sama dengan hutan perawan di sekelilingnya.



Betapa sengitnya pertarungan yang pasti telah berlangsung selama berabad-abad antara beberapa jenis pohon, yang masing-masing tiap tahunnya menyebar ribuan biji; betapa serunya pertempuran antar serangga—antara serangga, leong, dan hewan lain menghadapi burung dan hewan pemangsa—semua berusaha berbiak, semua saling makan, atau memakan tumbuhan, biji, dan tunas, atau berusaha menyaingi tumbuhan lain yang lebih dulu menutupi tanah dan karena itu menghalangi pertumbuhan pohon!

Bisa kita lihat samar-samar mengapa persaingan paling keras terjadi di antara bentuk-bentuk yang mirip, yang mengisi tempat hampir sama dalam ekonomi alam; tapi mungkin kita tak akan pernah mengetahui dengan tepat mengapa satu spesies unggul atas spesies lainnya dalam perang besar kehidupan.



Bekal gizi yang tersimpan dalam biji banyak tumbuhan awalnya tampak tak berhubungan dengan tumbuhan lain.



Tapi berdasarkan hebatnya pertumbuhan tunas yang dihasilkan dari biji-biji seperti kacang, bila ditanam di tengah rumput tinggi,



boleh diperkirakan bahwa kegunaan utama gizi dalam biji adalah untuk mempermudah pertumbuhan tunas selagi bertarung dengan tumbuhan lain yang juga tumbuh di sekelilingnya.

Tumbuhan dan hewan yang berjauhan dalam skala alam saling terikat dalam jejaring hubungan yang rumit.



Bila merenungkan perjuangan tersebut, kita boleh menghibur diri dengan keyakinan bahwa perang di alam tidak terus-menerus terjadi, bahwa tidak ada ketakutan yang dirasakan, bahwa kematian biasanya terjadi dengan cepat, dan bahwa mereka yang kuat, sehat, dan bahagia dapat bertahan hidup dan berbiak.

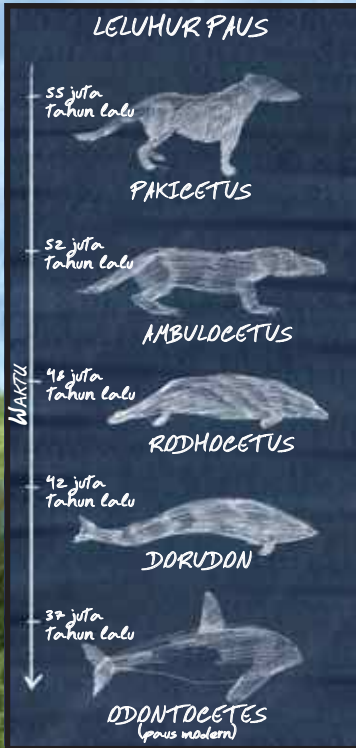
BAB 4

SELEKSI ALAM; ATAU KELESTARIAN BAGI YANG PALING SESUAI

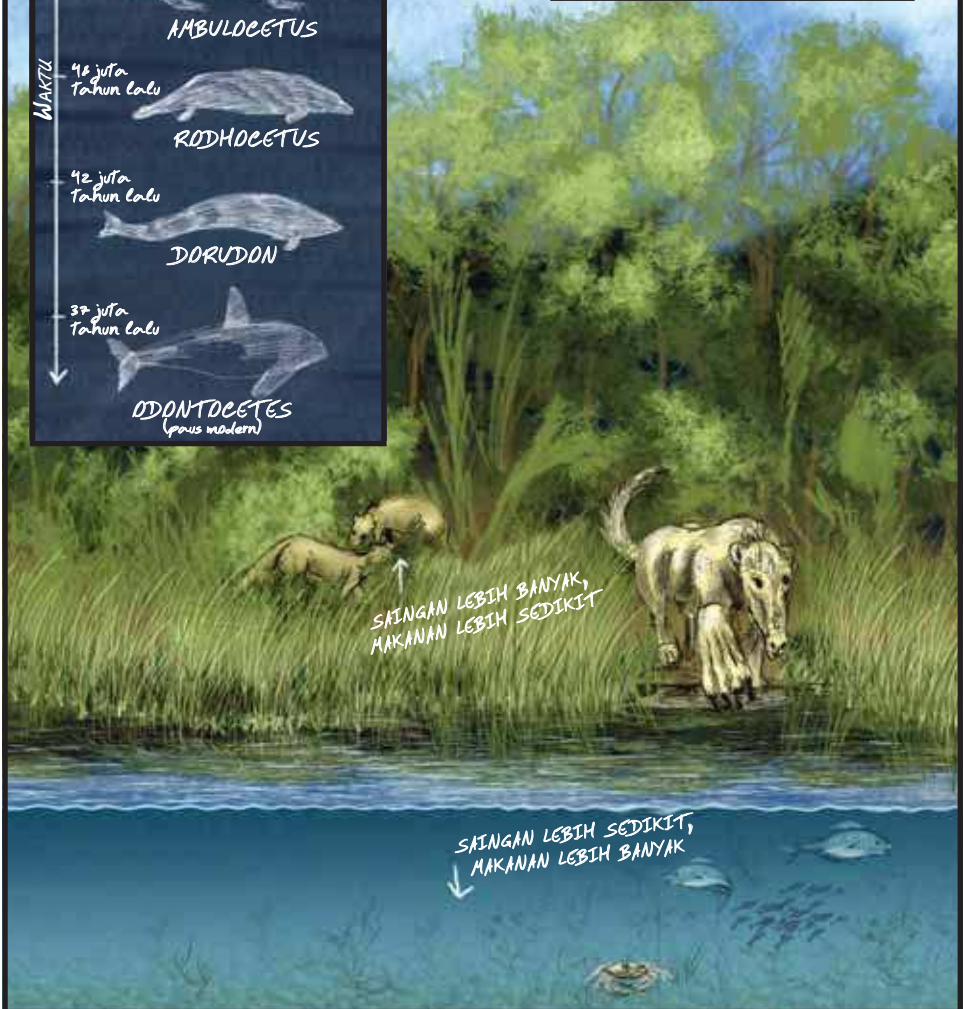
DI SINI KITA LIHAT BAHWA KERAGAMAN CIRI YANG ADA PADA ORGANISME MEMBERI KELEBIHAN UNTUK BERSAING DENGAN YANG LAIN DALAM PERJUANGAN UNTUK BERTAHAN HIDUP. YANG PALING SESUAI PUNYA PELUANG LEBIH BAIK UNTUK BERTAHAN, KAWIN, DAN BERBIAK, MEWARISKAN CIRI-CIRI UNGGUL MEREKA KEPADA GENERASI MENDATANG.



Mengingat variasi-variasi yang berguna untuk manusia tak diragukan lagi telah muncul, bisakah dianggap mustahil bahwa variasi-variasi lain yang berguna dengan cara apapun bagi tiap makhluk dalam pertempuran besar dan rumit kehidupan, muncul dalam peralihan generasi?



Bila yang demikian itu terjadi, maka bisakah kita meragukan (mengingat bahwa lebih banyak individu yang lahir daripada yang bisa bertahan hidup) bahwa individu-individu yang punya kelebihan apapun, sekecil apapun, dibanding yang lain kiranya bakal memiliki peluang terbaik untuk lestari dan berbiak?

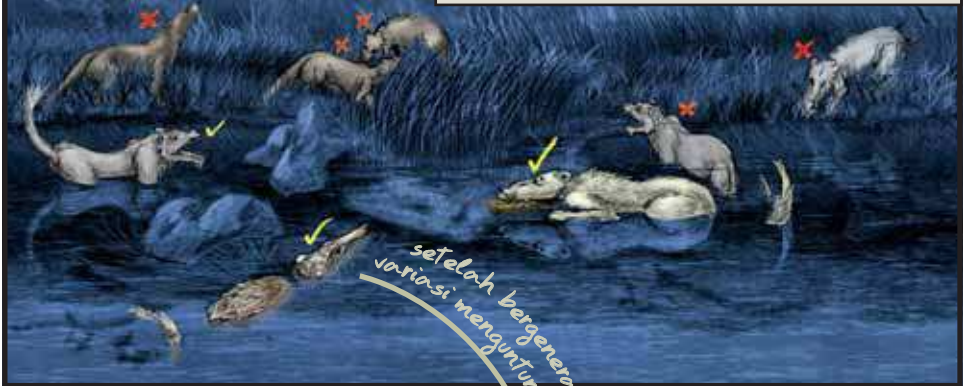


Di pihak lain, kita bisa meyakini bahwa variasi apapun yang merugikan pemiliknya, sekecil apapun, bakal musnah.



SELEKSI ALAM

Pelestarian perbedaan dan variasi individual yang menguntungkan, serta pemusnahan variasi yang merugikan, saya sebut sebagai Seleksi Alam, atau Kelestarian Bagi Yang Paling Sesuai.



...Sukar menghindari personifikasi kata 'Alam'; tapi yang saya maksud dengan Alam hanyalah kumpulan aksi dan hasil berbagai hukum alam, dan urutan peristiwa berdasarkan hukum alam yang kita ketahui.

Betapa semmentaranya keinginan dan upaya manusia
Betapa singkat waktu manusia! Dan akibatnya, hasil
karya manusia pun kalah dibanding yang telah dikum-
pulkan Alam dalam masa-masa geologis yang panjang!



Karena manusia saja
bisa dan jelas sudah
memperoleh hasil yang
hebat dengan cara
seleksi sengaja maupun
tanpa sengaja, maka
adakah yang tak bisa
dihasilkan seleksi alam?



Manusia hanya bisa
menggarap ciri-ciri
luar yang terlihat

Bila saya diperkenan-
kan mempersonifikasi
pelestarian oleh alam
atau kelestarian
bagi yang paling
sesuai, maka Alam
tak mengindahkan
penampilan, kecuali
kalau berguna bagi
mahluk.



Alam bisa menggarap setiap organ
dalam, setiap perbedaan susunan
tubuh, keseluruhan mekanisme
kehidupan. Manusia hanya menye-
leksi demi kepentingannya sendiri;
Alam hanya menyeleksi demi kepen-
tingan makhluk yang diurusinya.



Lantas, bisakah kita bayangkan bahwa hasil karya Alam seharusnya lebih bersifat 'sejati'
daripada hasil karya manusia; bahwa hasil karya Alam seharusnya jauh lebih sesuai dengan
kondisi hidup yang amat rumit, dan menunjukkan tanda keahlian yang jauh lebih tinggi?



Tak kita lihat perubahan berangsur-angsur itu, sampai jalannya waktu menunjukkan zaman-zaman telah berlalu,

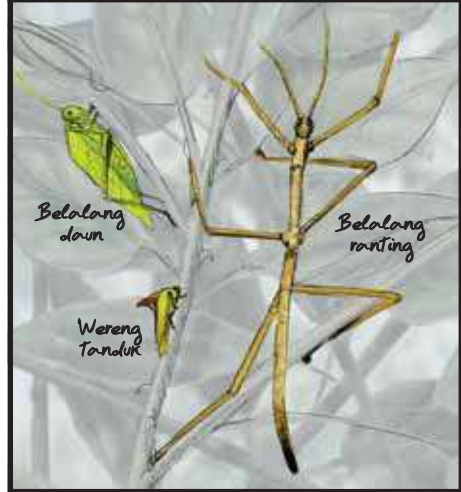


dan wawasan kita terhadap zaman-zaman geologis yang telah lama berselang amatlah tak sempurna, sehingga hanya kita lihat bahwa bentuk-bentuk kehidupan yang ada sekarang berbeda dengan yang dulu ada.

Walaupun seleksi alam hanya dapat bekerja melalui dan demi kepentingan masing-masing makhluk, namun ciri dan struktur yang kita anggap sangat tidak penting pun bisa menjadi sasaran kerjanya.



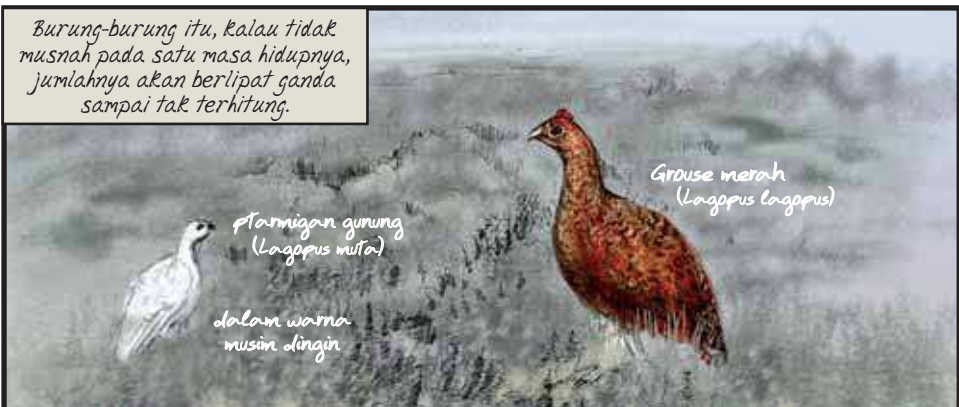
Bila kita lihat serangga pemakan daun berwarna hijau, serangga pemakan kulit kayu berwarna kelabu bebercak,



burung ptarmigan gunung berwarna putih pada musim dingin, dan grouse merah berwarna seperti tumbuhan heather, maka harus kita anggap bahwa warna-warna itu menguntungkan bagi burung dan serangga tersebut karena membuat mereka terhindar dari bahaya.



Burung-burung itu, kalau tidak musnah pada satu masa hidupnya, jumlahnya akan berlipat ganda sampai tak terhitung.



ptarmigan gunung
(Lagopus muta)

dalam warna
musim dingin

Grouse merah
(Lagopus lagopus)

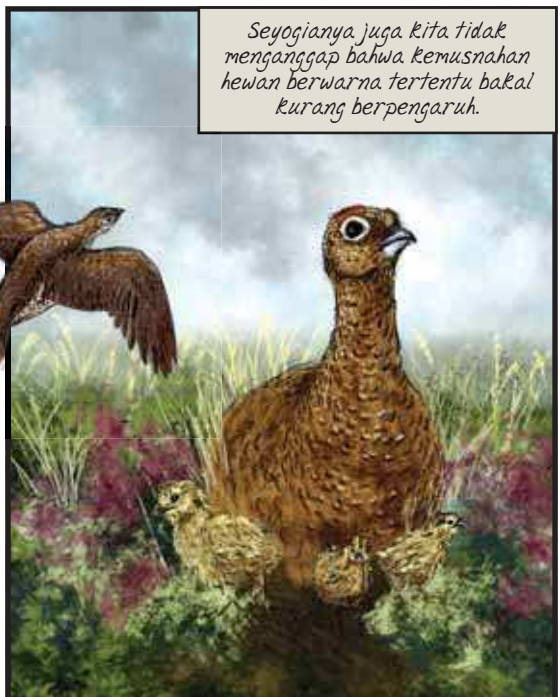


Diketahui bahwa grouse dan ptarmigan sering menjadi korban burung pemangsa,

dan elang menggunakan penglihatan untuk mencari mangsa.



Sebab itu, seleksi alam boleh jadi efektif dalam memberikan warna yang sesuai untuk kedua jenis burung tadi, dan mempertahankan warna itu kalau sudah didapat.



Seyogianya juga kita tidak menganggap bahwa kemusnahan hewan berwarna tertentu bakal kurang berpengaruh.

SELEKSI SEKSUAL



Selanjutnya saya akan menyampaikan beberapa patah kata mengenai apa yang saya sebut Seleksi Seksual.



Bentuk seleksi tersebut bukan bergantung kepada perjuangan untuk hidup melawan makhluk hidup lain atau kondisi luar,



melainkan perseteruan antarindividu yang sama jenis kelaminnya, biasanya pejantan, untuk memperoleh lawan jenis.



Hasilnya bukan kematian bagi yang kalah, melainkan sedikit atau tiadanya keturunan. Karena itu, seleksi seksual tidak seketat seleksi alam. Biasanya, pejantan yang paling kuat dan paling sesuai dengan tempatnya di alam akan menghasilkan paling banyak keturunan.



KAREK



AYAH



ANAK

Seleksi seksual, dengan mempernankan pemenangnya berbiak, tentu bisa mendatangkan sifat pemberani dan gigih, taji panjang, dan sayap kuat untuk membantu menghantamkan taji,



nyaris sama seperti cara penyabung ayam menyeleksi ayam jago sabungan terbaiknya.



seperti surai singa,

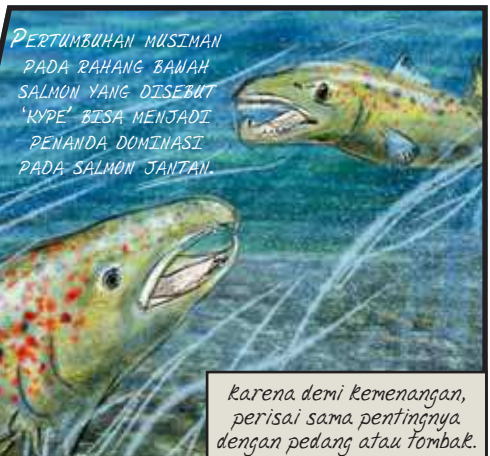
Pejantan hewan pemakan daging sudah bersenjata lengkap; walau bagi mereka dan yang lain, alat-alat pertahanan khusus bisa didapat melalui seleksi seksual,



dan rahang berkait salmon jantan;



SURAI BISA MELINDUNGI LEHER PEJANTAN YANG BERTARUNG.



PERTUMBUHAN MUSIMAN PADA RAHANG BAWAH SALMON YANG DISEBUT 'KYPE' BISA MENJADI PENANDA DOMINASI PADA SALMON JANTAN.

Karena demi kemenangan, perisai sama pentingnya dengan pedang atau tombak.

Di antara burung, persaingan seringkali bersifat lebih damai...



Burung Anis Karang Guiana, cenderawasih, dan burung-burung lain berkumpul;

dan pejantan-pejantannya bergiliran memamerkan bulu-bulu mereka yang cantik.



Mereka juga bertingkah aneh-aneh di hadapan para betina, yang menonton dan akhirnya memilih pejantan yang paling menarik sebagai pasangan.



Tak dapat saya temukan alasan bagus untuk meragukan bahwa burung betina, karena selama ribuan generasi menyeleksi burung-burung jantan yang bernyanyi paling merdu atau berpenampilan paling cantik menurut standar keindahan mereka, bisa memunculkan hasil yang kentara.

Jadi, seperti saya yakini, bila pejantan dan betina hewan apapun punya cara hidup yang sama, tapi berbeda bentuk,

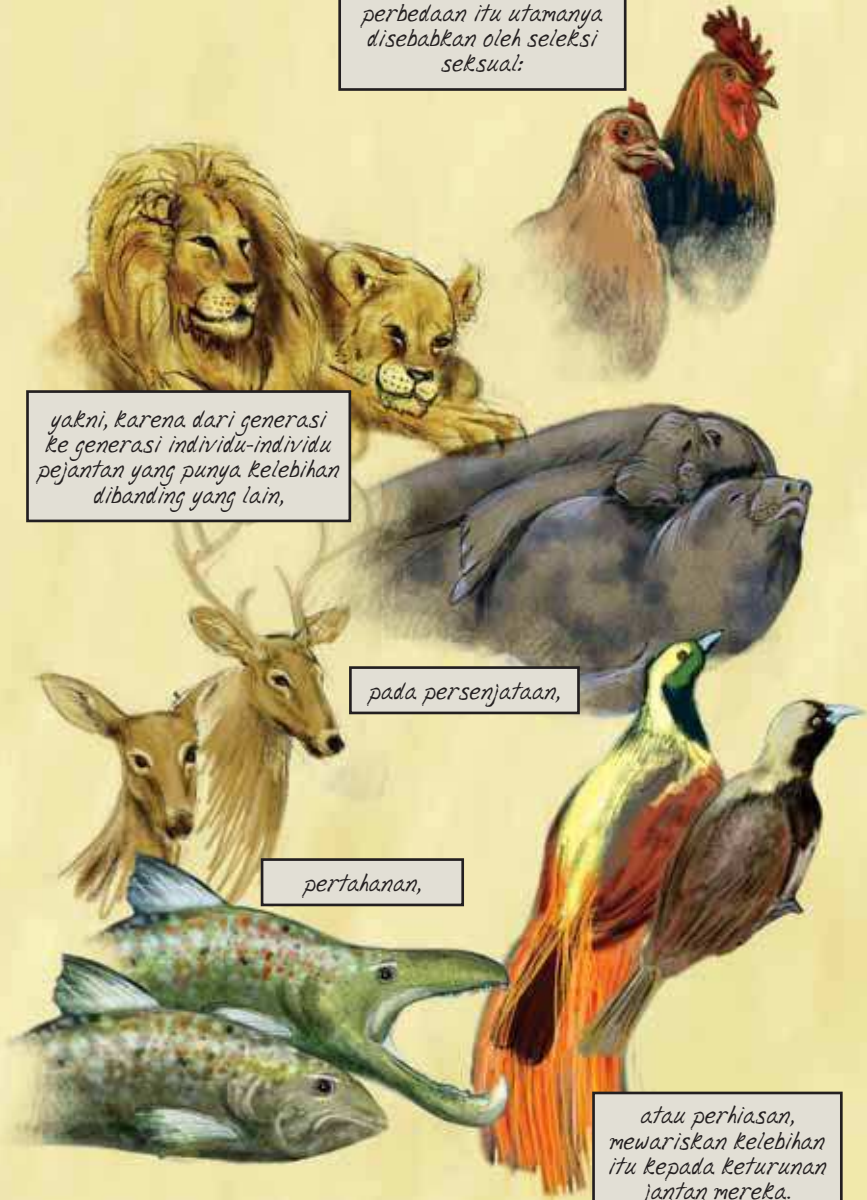
warna, atau hiasan, maka perbedaan itu utamanya disebabkan oleh seleksi seksual:

yakni, karena dari generasi ke generasi individu-individu pejantan yang punya kelebihan dibanding yang lain,

pada persenjataan,

pertahanan,

atau perhiasan, mewariskan kelebihan itu kepada keturunan jantan mereka.



Di sini saya harus keluar jalur sebentar.



Bisa ditanyakan, adakah alasan untuk menduga bahwa dalam reproduksi, harus ada dua individu yang bertemu?

Pada hewan dan tumbuhan yang jenis kelaminnya terpisah, tentu saja sangat jelas bahwa dua individu harus... bertemu agar dapat berbiak.

PENERBUKAN
BUNGA



Pada hewan dan tumbuhan, persilangan antara berbagai varietas memberi kekuatan dan kesuburan kepada keturunan yang dihasilkannya.

Di lain pihak, perkawinan dengan kerabat dekat mengurangi kekuatan dan kesuburan.

KEMUNGKINAN HASIL
PENERBUKAN SENDIRI

HASIL PERKAWINAN
ANTAR INDIVIDU
BERKERABAT



Fakta-fakta itu membuat saya percaya ada hukum umum di alam yaitu tidak ada makhluk hidup yang membuahi diri sendiri terus selama bergenerasi-generasi; persilangan dengan individu lain—barangkali setelah lama berselang—mungkin wajib dilakukan.

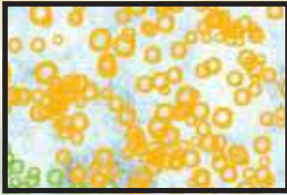
Kita akan dapat memahami kemungkinan cara berjalannya seleksi alam dengan membahas kasus suatu negeri yang mengalami perubahan fisik, misalnya pada iklim.



Perbandingan jumlah penghuninya pasti segera mengalami perubahan, dan sebagian spesies mungkin punah.



Dapat kita simpulkan, berdasarkan apa yang telah kita lihat pada erat dan rumitnya ikatan antarpenghuni suatu negeri, bahwa perubahan apapun pada perbandingan jumlah penghuni, tanpa terkait dengan perubahan iklim itu sendiri, bakal memengaruhi spesies lainnya.



Walaupun Alam menyediakan waktu yang panjang untuk kerja seleksi Alam, waktu itu bukannya tak terbatas,

LEMBU KESTURI HUTAN (*BOUTHETERIUM BOMBIFRONS*) YANG SUDAH PUNAH DULU MENYEBAR KE SEBAGIAN BESAR PADANG RUMPUT AMERIKA UTARA, HIDUP BERTAMPAK DENGAN MASTODON DAN BERANG-BERANG RAKSASA. LEMBU KESTURI HUTAN PUNAH 10.000 TAHUN LALU, PADA PENGHABISAN ZAMAN ES TERAKHIR, AKIBAT PERUBAHAN IKLIM DAN KALAH BERSAING DENGAN BISON DAN KERABATNYA, LEMBU KESTURI TUNDRA.

mengingat semua makhluk hidup berusaha mendapat tempat dalam ekonomi alam, dan bila suatu spesies tak berubah menjadi lebih unggul untuk mengimbangi pesaingnya, maka spesies itu akan musnah.



LEMBU KESTURI TUNDRA (*OVIPOS MOSCHATUS*) LEBIH KECIL DARIPADA KERABATNYA YANG HIDUP PADA ZAMAN ES, TAPI SEKARANG MASIH BERTAHAN HIDUP DI TUNDRA ARKTIKA UTARA.



SATU LAGI KERABAT LEMBU KESTURI, DONBA TANDUK BESAR (*OVIS CANADENSIS*) MASIH BERTAHAN DI DAERAH BERGUNUNG AMERIKA UTARA.

Kecuali kalau variasi menguntungkan bisa diwariskan kepada setidaknya sebagian keturunannya, tiada yang bisa diperbuat oleh seleksi alam.

Isolasi juga merupakan unsur penting dalam modifikasi spesies lewat seleksi alam.



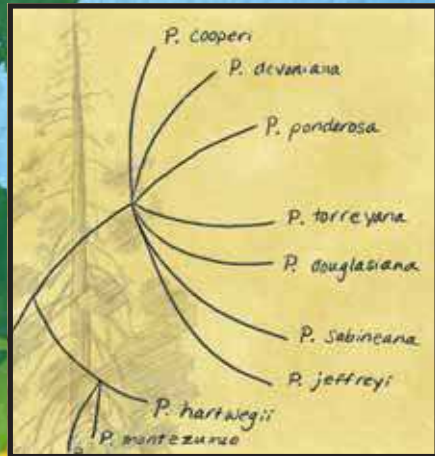
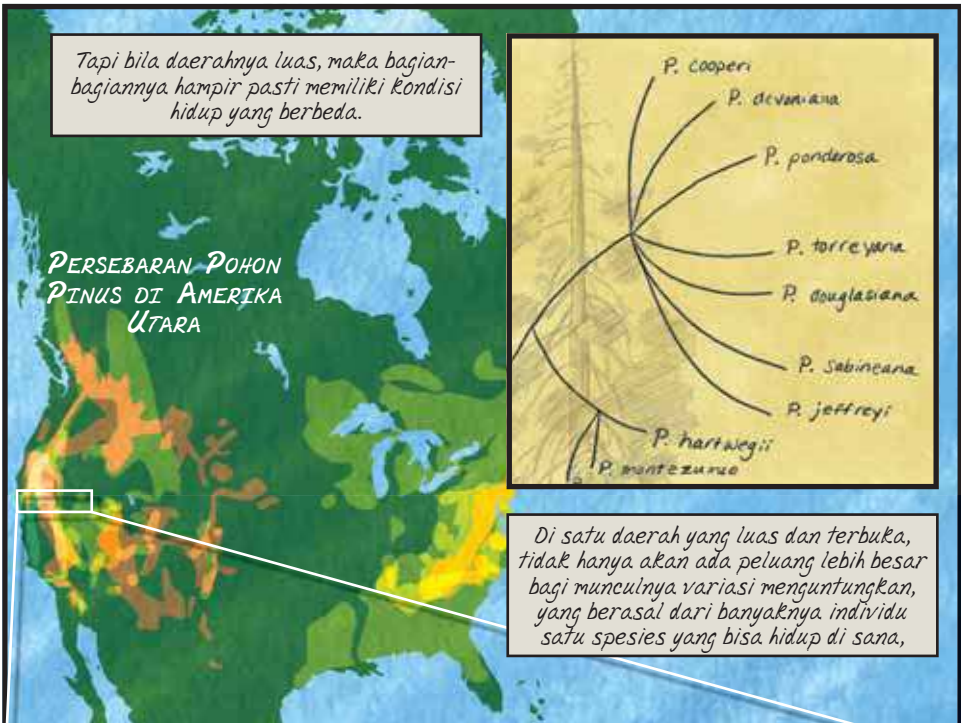
ISOLASI DAN SELEKSI ALAM

Di dalam daerah yang terbatas, dengan adanya ruang yang tidak terisi sempurna di alam, semua individu yang punya keragaman ke arah yang tepat, walau dalam berbagai kadar, akan cenderung lestari.



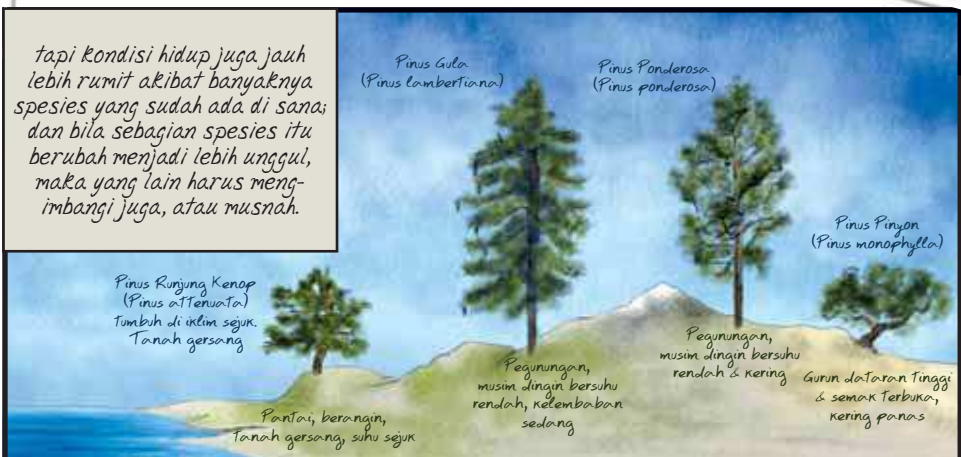
Tapi bila daerahnya luas, maka bagian-bagiannya hampir pasti memiliki kondisi hidup yang berbeda.

PERSEBARAN POHON PINUS DI AMERIKA UTARA



Di satu daerah yang luas dan terbuka, tidak hanya akan ada peluang lebih besar bagi munculnya variasi menguntungkan, yang berasal dari banyaknya individu satu spesies yang bisa hidup di sana,

tapi kondisi hidup juga jauh lebih rumit akibat banyaknya spesies yang sudah ada di sana; dan bila sebagian spesies itu berubah menjadi lebih unggul, maka yang lain harus mengimbangi juga, atau musnah.



Pinus Runjung Kenap (Pinus attenuata)
Tumbuh di iklim sejuk.
Tanah gersang

Pantai, berangin,
Tanah gersang, suhu sejuk

Pinus Gula (Pinus lambertiana)

Pinus Ponderosa (Pinus ponderosa)

Pinus Pinyon (Pinus monophylla)

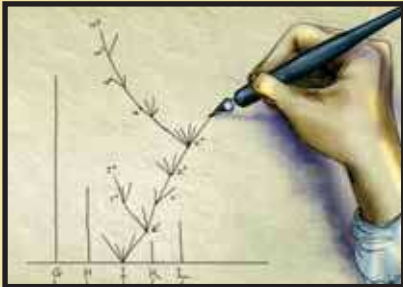
Pegunungan,
musim dingin bersuhu
rendah, kelembaban
sedang

Pegunungan,
musim dingin bersuhu
rendah & kering

Gurun dataran tinggi
& semak Terbuka,
kering panas

POHON SILSILAH KEHIDUPAN

Sungguh suatu kenyataan yang menakjubkan—yang keajaibannya sering luput dari pengamatan karena kita terbiasa melihatnya—bahwa semua hewan dan semua tumbuhan di semua tempat dan zaman kiranya saling berkerabat, berkelompok dalam kelompok, sebagaimana kita lihat di mana-mana.



BAKTERIA

ARKEA

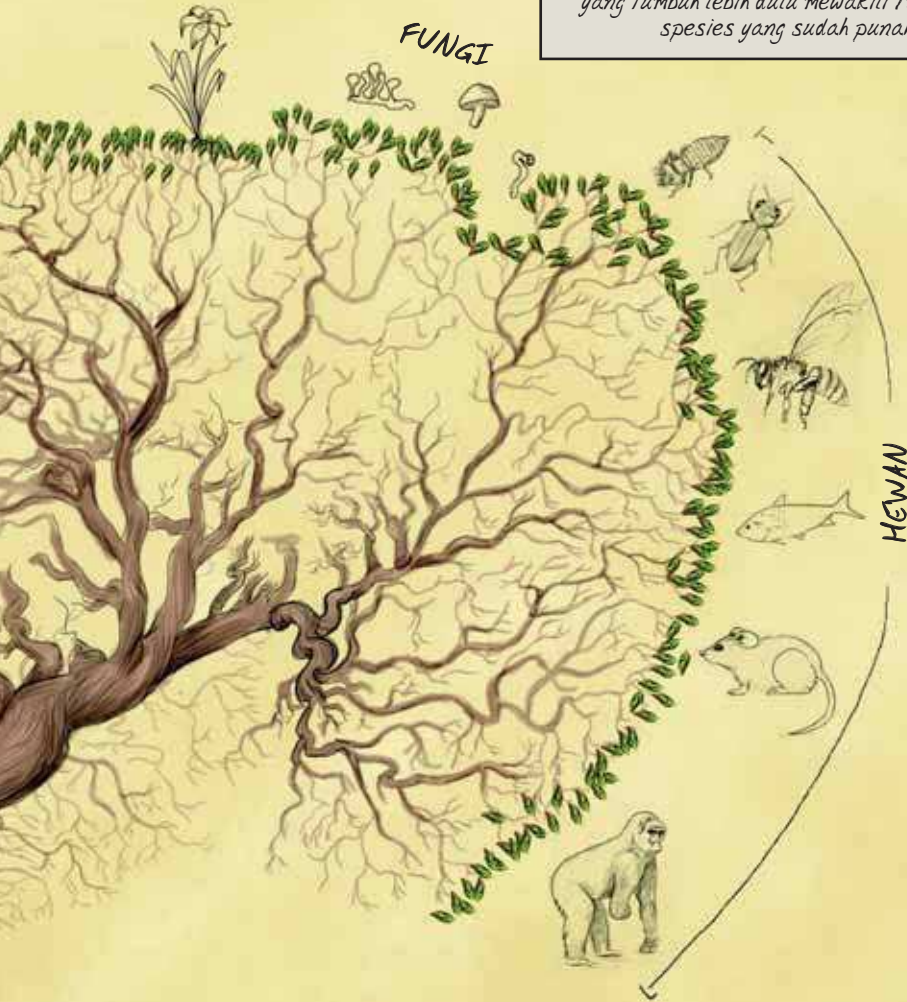
EUKARIOTA
SEL TUNGGAL

Hubungan kekerabatan semua makhluk dalam satu kelompok kadang digambarkan sebagai pohon besar.

TUMBUHAN

FUNGI

Ranting-ranting hijau yang subur mewakili spesies yang ada sekarang, dan ranting-ranting yang tumbuh lebih dulu mewakili rangkaian spesies yang sudah punah.



Selagi tunas-tunas baru tumbuh dan, bila mampu, bercabang dan mengalahkan ranting-ranting lain yang lebih lemah di segala sisi, maka saya percaya seperti itu pulalah adanya pada Pohon Silsilah Kehidupan, ranting-rantingnya yang mati dan patah mengisi kerak Bumi, sedangkan ranting-rantingnya yang subur terus tumbuh meliputi permukaan Bumi.

BAB 5

HUKUM-HUKUM VARIASI

PADA ZAMAN SAYA, KITA BELUM TAHU MENGENAI MEKANISME DASAR YANG MENIMBULKAN VARIASI, TAPI DAPAT SAYA LIHAT BAHWA ADA HUKUM YANG BERLAKU MENGATUR KISARAN BENTUK YANG TERSEDIA BAGI INDIVIDU. SAYA JUGA MEMPERHATIKAN BAHWA SELEKSI ALAM KIRANYA BERPERAN LEBIH BESAR PADA PERKEMBANGAN SEBAGIAN STRUKTUR TUBUH DAN TIDAK BERPERAN PADA PERKEMBANGAN SEBAGIAN LAINNYA.

Ketidaktahuan kita akan hukum-hukum variasi sungguh besar.



Diketahui oleh para perajin kulit-bulu bahwa pada satu spesies hewan, individu yang hidup di daerah lebih ke utara berambut lebih tebal dan bagus; tapi adakah yang tahu seberapa banyak perbedaan yang disebabkan individu-individu yang memiliki pembungkus tubuh paling hangat menjadi unggul dan lestari selama beberapa generasi, dan seberapa banyak yang disebabkan pengaruh iklim yang keras?

Di segala kasus [VARIASI] ada dua faktor, yaitu sifat organisme (faktor yang lebih penting) dan sifat kondisi yang dihadapi.



Di alam bebas, kita tak punya standar perbandingan untuk menakar pengaruh penggunaan atau pengabaian (use or disuse) selama jangka panjang, karena kita tak mengetahui bentuk leluhur; tapi banyak hewan memiliki struktur yang paling pas dijelaskan sebagai akibat pengabaian.

Burung unta menghuni benua, dan menghadapi bahaya yang tak bisa dihindari dengan terbang,

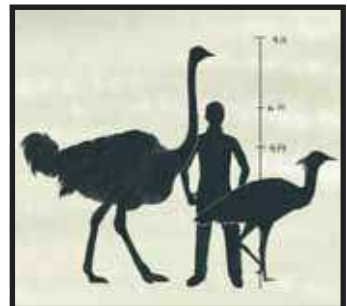
BURUNG UNTA AFRIKA UTARA
(STRUTHIO CAMELUS CAMELUS)

KECEPATAN LARINYA BISA MENCAPAI 70 KM
PER JAM—HEWAN BERKAKI DUA TERCEPAT



tapi burung unta bisa membela diri dengan menendang musuh, tendangannya seampuh tendangan banyak hewan berkaki empat.

Boleh kita percaya bahwa leluhur genus burung unta punya kebiasaan seperti bangau, dan selagi ukuran dan berat tubuhnya meningkat selama beberapa generasi, tungkainya makin sering digunakan sementara sayapnya makin tidak terpakai, sampai akhirnya burung tersebut tak lagi bisa terbang.



Di beberapa kasus, bisa kita kaitkan modifikasi struktur yang tak digunakan kepada seleksi alam, secara keseluruhan atau sebagian besarnya.

**KEPULAUAN MADEIRA—
SAMUDRA ATLANTIK, SEBELAH
BARAT AFRICA**



Kata Wollaston: Saya tak pernah menyadari prinsip tersebut sepenuhnya sebelum ke Madeira, di mana hampir semua [kumbang] yang biasa saya dapati bersayap di tempat lain praktis tak punya sayap di sana. Bila Anda mau menerima dasar pemikiran saya, bahwa suatu organ (betapun pentingnya) bisa beragam (artinya, dapat berkembang sesuai kebutuhan)...

Tn. Wollaston telah menemukan fakta menakjubkan bahwa dari 550 spesies kumbang penghuni Madeira, 200 punya sayap yang tak berkembang sehingga tidak bisa terbang.



Diketahui... bahwa kumbang di berbagai bagian dunia sering terbawa angin ke laut dan mati.



Kumbang di Madeira, seperti diamati Tn. Wollaston, bersembunyi sampai angin reda dan matahari bersinar.



Proporsi kumbang tak bersayap di [Kepulauan] Desertas [di dekatnya] yang terbuka lebih banyak daripada di Madeira.

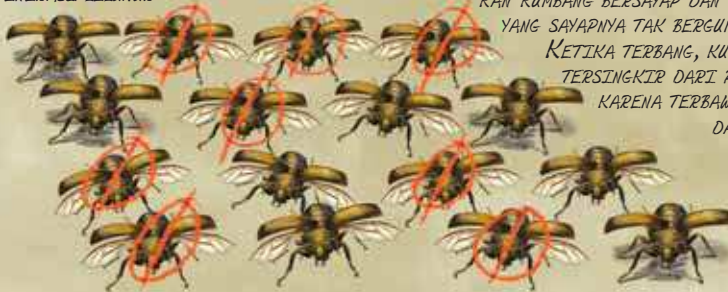
Berbagai pertimbangan itu membuat saya percaya bahwa hilangnya sayap pada banyak kumbang Madeira sebagian besar disebabkan seleksi alam, dipadu dengan pengabaian, seperti pada burung unta.



KUMBANG
BERSAYAP
VARIETAS
MUTAN TAK
BERSAYAP
TERLEMPAR
KE LAUT
DAN MATI

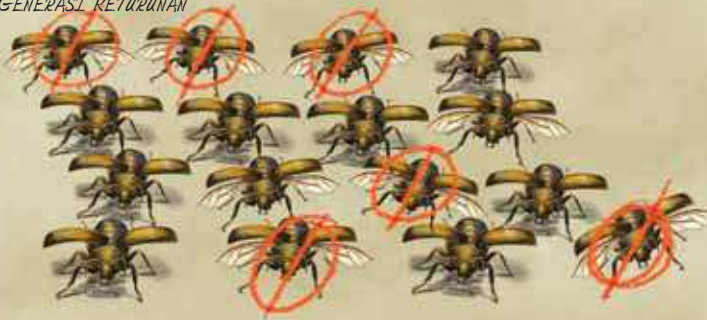
Karena selama bergenerasi-generasi kumbang-kumbang yang paling sedikit terbang, baik karena sayapnya kurang berkembang sempurna atau punya kebiasaan lamban, akan berpeluang paling besar untuk lestari karena tidak terbawa angin ke laut; di pihak lain, kumbang-kumbang yang paling sering terbang juga paling sering terbawa angin ke laut dan mati.

GENERASI LELUHUR



VARIASI ACAK PADA POPULASI KUMBANG MENGHASILKAN KUMBANG BERSAYAP DAN VARIETAS MUTAN YANG SAYAPNYA TAK BERGUNA ATAU TAK ADA. KETIKA TERBANG, KUMBANG BERSAYAP TERSINGKIR DARI POPULASI PEMBIAK KARENA TERBWA ANGIN KE LAUT DAN MATI.

GENERASI KETURUNAN



GENERASI KETURUNAN BERIKUTNYA



KARENA DIUNTINGKAN DALAM SELEKSI OLEH LINGKUNGAN BERANGIN TEMPAT MEREKA HIDUP, KUMBANG TAK BERSAYAP MENJADI MAKIN BANYAK DALAM POPULASI.

Apapun penyebab tiap perbedaan antara keturunan dan induk—dan harus ada penyebab untuk tiap perbedaan—Kita punya alasan untuk percaya bahwa pengumpulan keragaman yang menguntungkanlah yang telah menimbulkan segala modifikasi penting struktur sehubungan dengan kebiasaan tiap spesies.

CATATAN PENUNTING: PARA AHLI BIOLOGI TAK LAGI PERCAYA BAHWA PENGGUNAAN DAN PENGABAIAN BAGIAN TUBUH BERPENGARUH KEPADA GEN-GEN YANG MEMBUAT BAGIAN TUBUH TERSEBUT, DAN PENGARUH PENGGUNAAN ATAU PENGABA- IAN TAK DIWARISKAN.

Adakah yang lebih luar biasa daripada hubungan antara warna putih dan ketulian pada kucing...?



Sukar membayangkan bahwa mata, walau tak terpakai, bisa merugikan dalam cara apapun bagi hewan yang hidup dalam gelap; hilangnya mata pada hewan tersebut bisa dikaitkan dengan pengabaian.



Variasi terkorrelasi—maksud saya dengan istilah itu adalah bahwa susunan seluruh tubuh begitu terkait erat pada waktu tumbuh-kembang, sehingga bila variasi pada satu bagian muncul, dan terkumpul lewat seleksi alam, maka bagian lain ikut berubah.



CATATAN PENYUNTING: CONTOH-CONTOH DI ATAS SEKARANG DIKETAHUI SEBAGAI HASIL PLEIOTROPI, YAITU KETIKA SATU GEN MENGENDALIKAN BERBAGAI CIRI FISIK ATAU BIOKIMIA ORGANISME. SEKALI LAGI, EFEK PENGABAIAN TIDAK DIWARISKAN.

SPESES-SPESES BERBEDA MENUNJUKKAN VARIASI ANALOG, SEHINGGA VARIETAS SATU SPESES SERING MENUNJUKKAN CIRI SPESES LAIN YANG BERKERABAT, ATAU KEMBALI KE CIRI LELUHUR.

Pernyataan tersebut akan paling mudah dipahami dengan mengamati hewan domestik.

Pada merpati bisa kita lihat contohnya.



Pada semua ras merpati, sekali-sekali muncul burung berwarna biru-kelabu. Karena warna biru-kelabu adalah ciri merpati karang leluhur mereka, maka saya kira tidak ada yang meragukan bahwa kemunculan itu adalah contoh kasus pembalikan ke ciri leluhur, bukan kemunculan variasi baru pada berbagai ras.

Menurut pandangan biasa, bahwa setiap spesies diciptakan secara terpisah, seharusnya kemiripan itu tidak kita kaitkan... dengan penyebab utama berupa kesamaan leluhur dan kecenderungan beragam ke arah yang sama, tapi dengan tiga tindakan penciptaan yang terpisah namun saling berhubungan.



Di kasus ini, tidak ada kondisi hidup yang menyebabkan kemunculan kembali warna biru-kelabu berikut tanda-tanda khasnya, selain pengaruh tindakan persilangan berdasarkan hukum pewarisan sifat.

Apapun penyebab tiap perbedaan kecil antara keturunan dan induk—dan penyebab itu pasti ada—pengumpulan perbedaan-perbedaan yang menguntungkan melalui seleksi alam menghasilkan semua modifikasi struktur penting, yang digunakan semua makhluk di Bumi untuk bersaing dengan yang lain, dan yang paling unggul penyesuaiannya akan bertahan hidup.

BAB 6 + 7

MASALAH YANG DIHADAPI TEORI, DAN BERBAGAI SANGGAHAN

DI SINI SAYA MENJAWAB SEBAGIAN KRITIK SERIUS TERHADAP TEORI SAYA DAN MENGUNAKANNYA UNTUK MENUNJUKKAN BAGAIMANA PENURUNAN DENGAN MODIFIKASI DAN SELEKSI ALAM MEMBERI KERANGKA TERBAIK UNTUK MENGETI CARA KERJA ALAM.

Lama sebelum pembaca sampai di bagian ini dalam buku saya, sejumlah keberatan telah dirasakannya. Sebagian di antaranya begitu serius sehingga saya tak bisa memikirkan mereka tanpa gundah; tapi, hemat saya, sebagian besarnya hanya kelihatannya saja sukar, dan keberatan-keberatan yang nyata pun menurut saya tak fatal bagi teori saya.



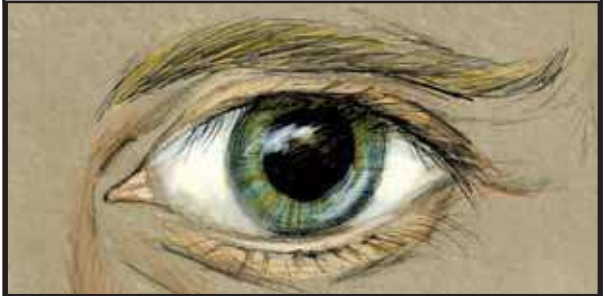
Bila semua spesies adalah keturunan spesies lain dan mengalami perubahan berangsur-angsur, maka mengapa kita tak melihat banyak bentuk transisi di mana-mana?



Yang kedua, mungkinkah hewan yang, misalnya, punya struktur dan kebiasaan seperti kelelawar dapat terbentuk dari modifikasi hewan lain dengan struktur dan kebiasaan yang amat berbeda?



Bisakah kita percaya bahwa seleksi alam bisa menghasilkan, di satu sisi, organ yang tidak begitu penting, seperti ekor jerapah yang berfungsi sebagai pengusir lalat, dan di sisi lain, organ yang sehebat mata?

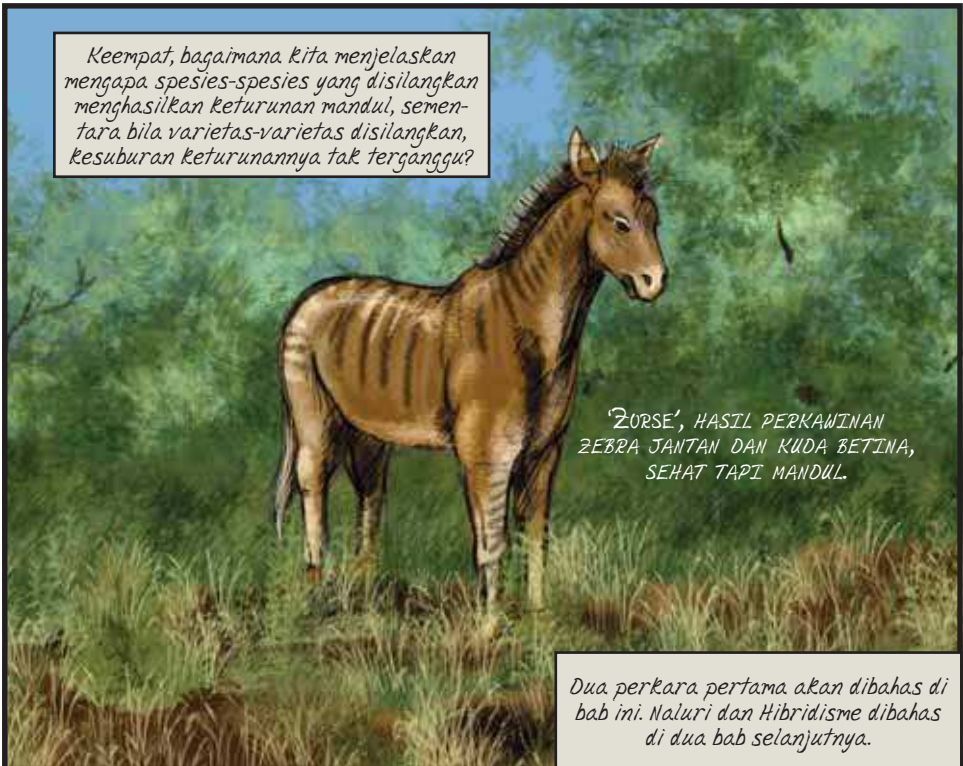


Ketiga, bisakah naluri diperoleh dan dimodifikasi lewat seleksi alam?



Bagaimana dengan naluri yang sangat menakjubkan seperti yang mendorong lebah membuat sarang dengan bentuk sedemikian, yang praktis mendahului penemuan para ahli matematika?

Keempat, bagaimana kita menjelaskan mengapa spesies-spesies yang disilangkan menghasilkan keturunan mandul, sementara bila varietas-varietas disilangkan, kesuburan keturunannya tak terganggu?



'ZORSE', HASIL PERKAWINAN ZEBRA JANTAN DAN KUDA BETINA, SEHAT TAPI MANDUL.

Dua perkara pertama akan dibahas di bab ini. Naluri dan Hibridisme dibahas di dua bab selanjutnya.

SEKARANG SUDAH BANYAK DITEMUKAN BENTUK FOSIL TRANSISI. BERIKUT ADALAH SEBAGIAN DI ANTARAINYA.



Karena seleksi alam hanya melestarikan modifikasi yang menguntungkan, maka di tempat yang berpenghuni padat, tiap bentuk baru akan cenderung mengambil tempat dan menyingkirkan bentuk leluhurnya yang kurang unggul dan bentuk-bentuk lain yang kalah bersaing dengannya.



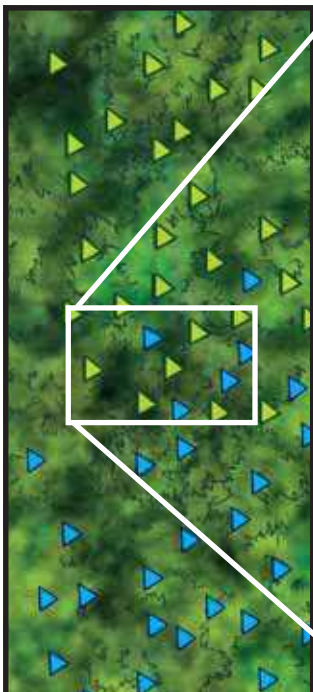
Oleh karena itu, bila kita memandang tiap spesies sebagai keturunan spesies lain yang bentuknya belum diketahui, maka leluhurnya dan semua bentuk antara sebelumnya biasanya telah musnah akibat proses pembentukan dan penyempurnaan bentuk baru itu sendiri.

DI MANAKAH ADANYA BENTUK TRANSISI YANG
BEGITU BANYAK?

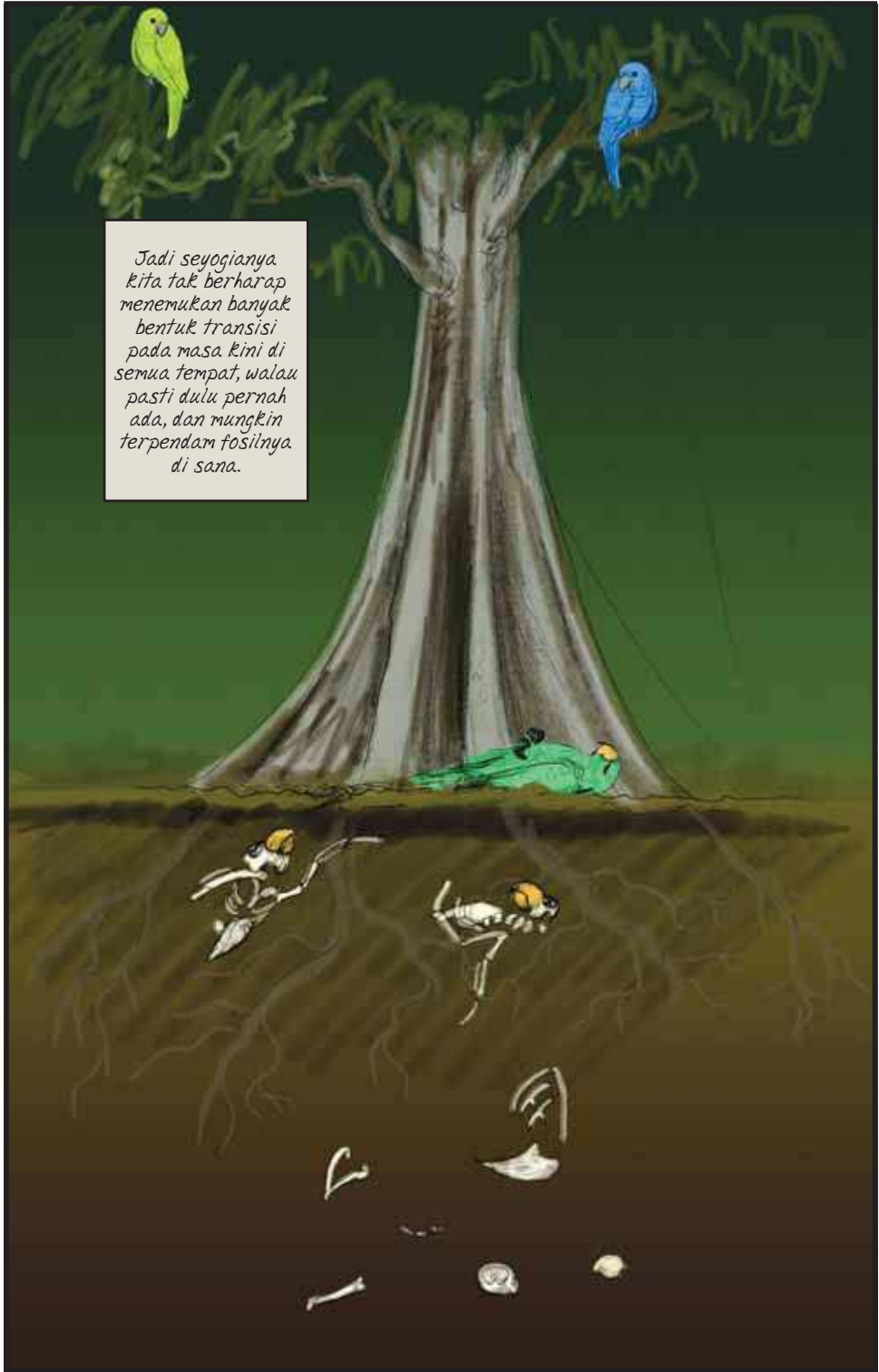
Bisa dikatakan bahwa bila beberapa
spesies yang berkerabat dekat
mendiami daerah yang sama, maka
kita pasti menemukan banyak bentuk
transisi sekarang.



Jika kita bandingkan spesies-spesies itu di
tempat mereka hidup berdampingan, maka
biasanya mereka sangat jelas berbeda satu
sama lain pada tiap rincian strukturnya
seperti spesimen yang diambil dari daerah
persebaran utama masing-masing spesies.



Menurut teori saya, spesies-spesies yang berkerabat itu adalah keturunan leluhur yang sama, dan selama proses modifikasi, tiap spesies telah menyesuaikan diri dengan kondisi hidup di wilayahnya masing-masing, dan telah menggantikan serta menyingkirkan bentuk leluhurnya dan semua varietas transisi antara bentuknya pada masa lalu dan masa kini.



*Jadi seyogiannya
kita tak berharap
menemukan banyak
bentuk transisi
pada masa kini di
semua tempat, walau
pasti dulu pernah
ada, dan mungkin
terpendam fosilnya
di sana.*

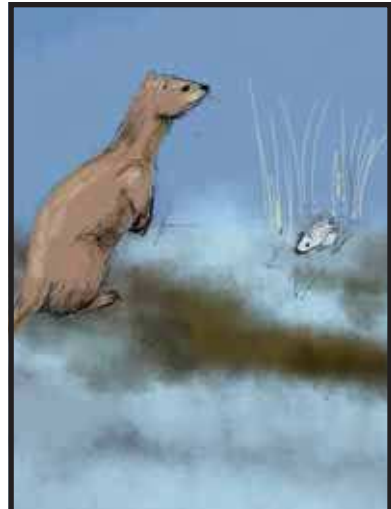
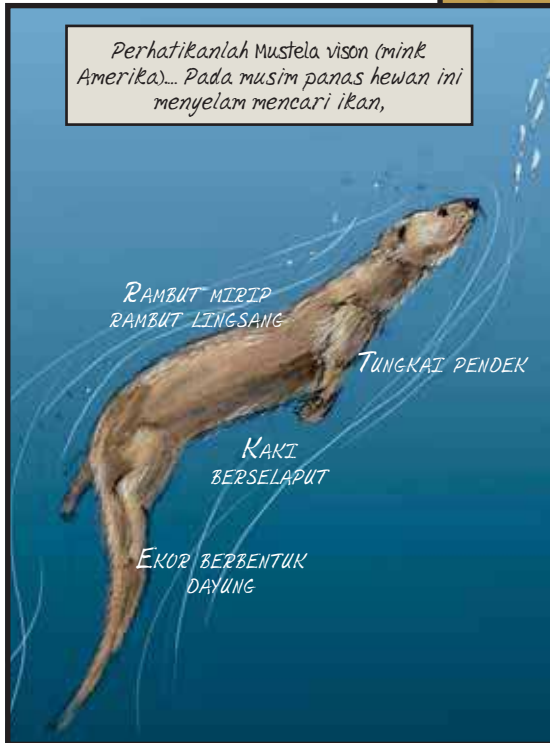
Anda bilang, menurut teori Anda bentuk-bentuk transisi antara makhluk-makhluk yang sangat berbeda harus ada. Bila benar demikian, Tuan, maka mohon jelaskan kepada kami bagaimana satu hewan darat, misalnya sejenis pemakan daging, bisa berubah menjadi hewan air.

CONTOH ADAPTASI KHUSUS



Sesungguhnya mudah saja menunjukkan satu hewan yang memperlihatkan tahap antara kehidupan darat dan air.

Perhatikanlah *Mustela vison* (mink Amerika)... Pada musim panas hewan ini menyelam mencari ikan,



tapi selama musim dingin yang panjang, mink Amerika meninggalkan perairan yang beku, dan sebagaimana jenis musang lainnya, memangsa tikus dan hewan darat lain.

Dan bagaimana dengan kehidupan di udara, Tuan? Dengan cara apakah mamalia bisa terbang?



Perubahan hewan pemakan serangga berkaki empat menjadi kelelawar yang bisa terbang itu pertanyaan yang sukar dijawab, Tuan. Tapi kesukarannya tidak berat.

Lihatlah famili bajing; di antara bajing kita dapati suatu kisaran, dari bajing yang ekornya hanya sedikit melebar, sampai, seperti yang dikatakan Sir J. Richardson, bajing yang bagian belakang tubuhnya melebar dan di sisi tubuhnya terentang kulit, yaitu yang disebut bajing terbang.



Anggota gerak dan bahkan pangkal ekor bajing terbang dihubungkan lembaran kulit, yang berfungsi sebagai parasut dan membuat bajing terbang bisa melayang menembus udara, melewati jarak cukup jauh dari pohon ke pohon.

Tak bisa kita ragukan bahwa tiap struktur berguna bagi setiap jenis bajing di tempat tinggalnya sendiri,



dengan memudahkannya menghindari burung buas dan hewan pemangsa lain,



mengumpulkan makanan lebih cepat,

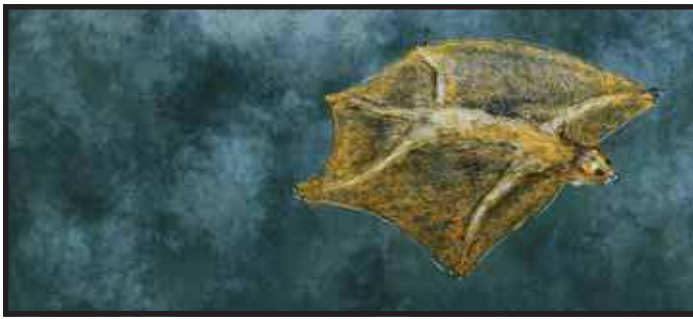


atau, karena ada alasan untuk memercayainya, mengurangi bahaya akibat jatuh.



Sekarang lihatlah Galeopithecus atau lemur terbang, yang dulu digolongkan sebagai keelawar.

Saya tak melihat adanya halangan yang tak dapat dilalui untuk memercayai bahwa jemari dan lengan bawah Galeopithecus yang berselaput bisa diperpanjang lagi lewat seleksi alam.

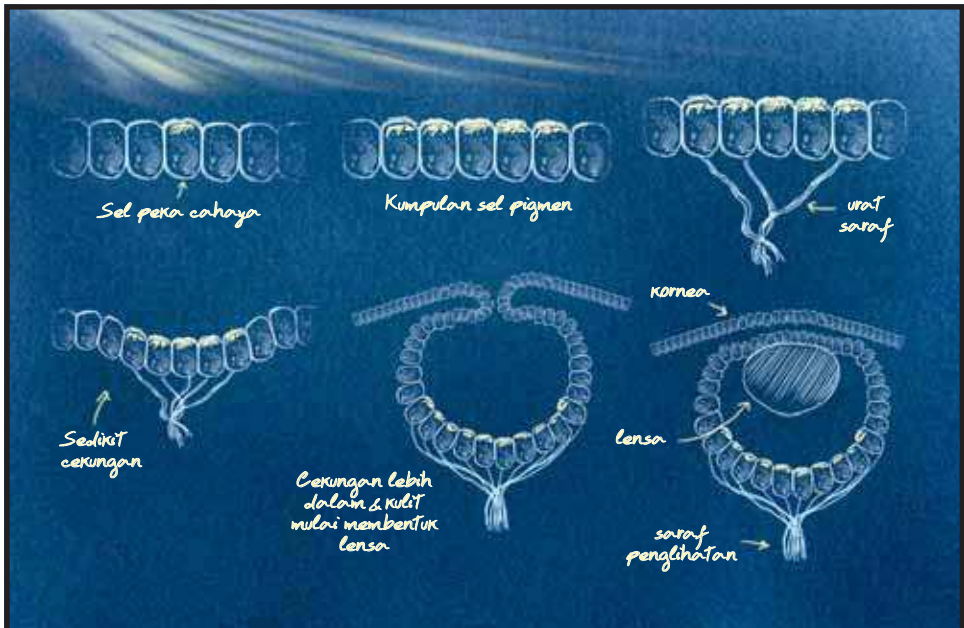
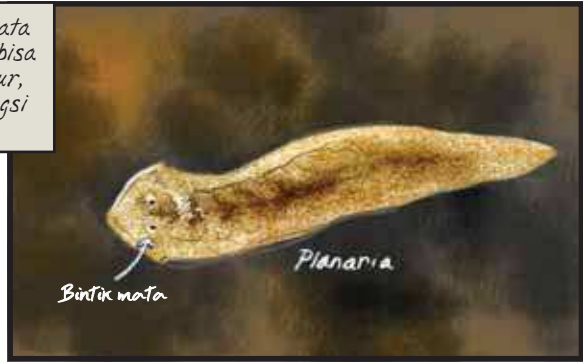


Dalam hal alat terbang, perubahan itu bakal membuat Galeopithecus menjadi keelawar. Pada keelawar tertentu yang selaput sayapnya merentang dari puncak bahu sampai ekor dan tungkai belakang, barangkali bisa kita lihat bekas alat yang aslinya digunakan untuk melayang, bukan terbang.

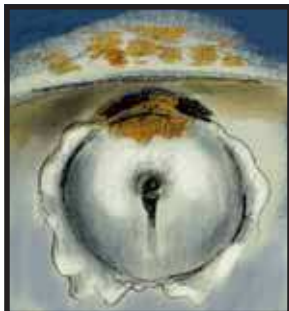


Dan bagaimana dengan kerumitan mata manusia? Mungkinkah mata manusia bisa berevolusi secara berangsur-angsur, apabila keseluruhannya tak berfungsi kalau ada bagian yang hilang?

Dapat kita temui kumpulan sel pigmen, yang rupanya bertindak sebagai organ penglihatan, tanpa saraf. Sel-sel itu tidak dapat melihat dengan jelas, dan hanya bisa membedakan terang dan gelap.



Organ paling sederhana yang bisa disebut mata terdiri atas satu saraf penglihatan, dikelilingi sel pigmen dan ditutup kulit tembus cahaya, tanpa lensa atau bagian pembias lain. Hadirnya fungsi pengumpulan sinar merupakan langkah pertama dan terpenting menuju mata sempurna yang bisa menangkap bentuk; karena kita tinggal menempatkan ujung saraf penglihatan pada jarak yang tepat dari peralatan pengumpul, dan gambar akan terbentuk di atasnya.



Harus kita anggap bahwa ada kekuatan, diwakili seleksi alam atau kelestarian bagi yang paling sesuai, yang selalu memperhatikan setiap perubahan kecil pada lapisan tembus cahaya; dan dengan saksama mempertahankan setiap perubahan yang dalam berbagai kondisi, dengan cara dan kadar apapun, cenderung menghasilkan gambar yang lebih jelas.





Keadaan organ yang sama di berbagai kelompok boleh jadi memberi petunjuk tentang tahap-tahap penyempurnaannya.



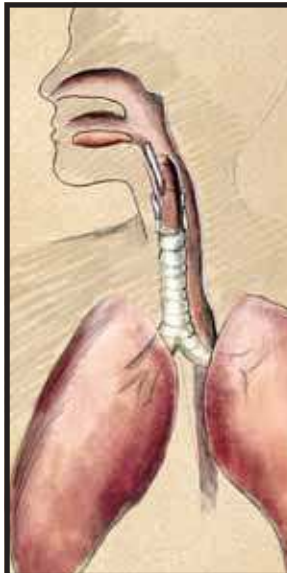
Dua organ berbeda, atau organ yang sama dengan bentuk berbeda, bisa melakukan fungsi yang sama pada waktu bersamaan di satu individu, dan keadaan itu adalah sarana perubahan yang luarbiasa penting.



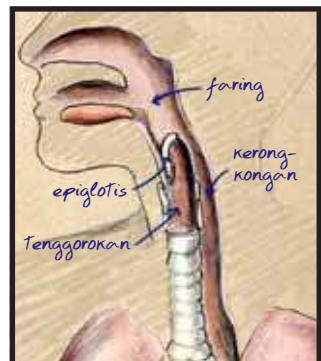
Gelembung renang ikan adalah contoh yang baik, karena menunjukkan fakta amat penting bahwa satu organ yang aslinya terbentuk untuk satu tujuan, yaitu untuk membantu mengapung,



bisa berubah menjadi organ untuk tujuan lain, yaitu pernapasan. Tidak ada alasan meragukan bahwa gelembung renang telah berubah menjadi paru-paru, atau suatu organ yang hanya digunakan untuk bernapas.



Jadi, sebagaimana saya simpulkan dari deskripsi menarik ahli anatomi Richard Owen mengenai saluran pernapasan, kita bisa memahami fakta ganjil bahwa semua makanan dan minuman yang kita telan harus melewati lubang tenggorokan, dan berisiko jatuh ke dalam paru-paru, biarpun ada sistem penjaganya yang sangat baik berupa glotis (celah suara) yang bisa membuka-tutup.



Karena seleksi alam bekerja melibatkan kehidupan dan kematian dengan melestarikan yang paling sesuai, dan memusnahkan individu-individu yang kurang sesuai,



Tak cukup cahaya matahari bagi pertumbuhan tumbuhan lain

PEPOHONAN SECARA PASIF MENGHALANGI ATAU MENGURANGI GIZI DARI CALON PESAINGNYA DAN SEBAGIAN POHON MENGEKSKANSI ZAT KIMIA UNTUK MENCEGAH PERSAINGAN DAN PEMANGSAAN-PERTAHANAN AKTIF YANG DISEBUT ALELOPATI.



DAUN TUMBUHAN PEMAKAN SERANGGA EMBUN MATAHARI YANG BERTENTAKEL DAN BERLUMUR CAIRAN PENCERNA MEMBUNGKUS SERANGGA YANG MENDARAT DI ATASNYA.

terkadang saya rasakan kesulitan besar dalam memahami asal-usul atau pembentukan bagian-bagian yang kurang penting.

Ekor jerapah tampak seperti pemukul lalat buatan, dan awalnya terkesan ajaib bahwa organ itu dapat tersesuaikan untuk kegunaannya sekarang melalui serangkaian perubahan kecil,



makin lama makin cocok untuk tujuan yang sangat remeh yakni mengusir lalat.

Tapi seharusnya kita berhenti sejenak sebelum menyimpulkan dalam kasus tersebut, karena kita tahu bahwa penyebaran dan keberadaan sapi ternak dan hewan lain... sangat bergantung pada kemampuan mereka menghalau serangan serangga,



PEMBARUAN LALAT TSETSE



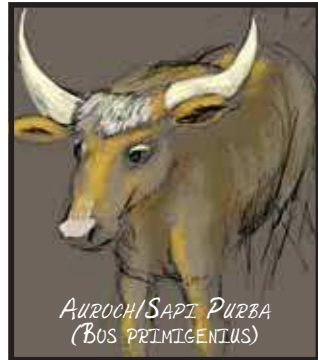
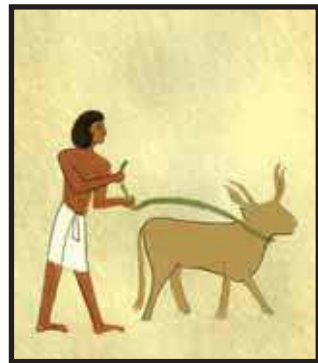
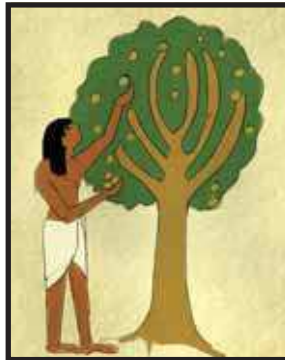
sehingga individu-individu yang dengan cara apapun dapat membela diri dari musuh-musuh kecil itu bakal mampu menyebar ke padang rumput baru dan karena itu mendapat keuntungan besar.

BEBERAPA SPESIES TAMPAK TAK BERUBAH



Telah dinyatakan bahwa karena tidak ada hewan atau tumbuhan zaman Mesir kuno yang kita ketahui telah berubah selama tiga-empat ribu tahun terakhir, maka mungkin demikian pula adanya di semua bagian dunia lainnya.

Semua ahli alam mengakui bahwa ras-ras hewan dan tumbuhan telah dihasilkan melalui modifikasi bentuk asli.



Sejauh pengetahuan kita, di Mesir selama beberapa ribu tahun terakhir kondisi hidup tetap seragam.

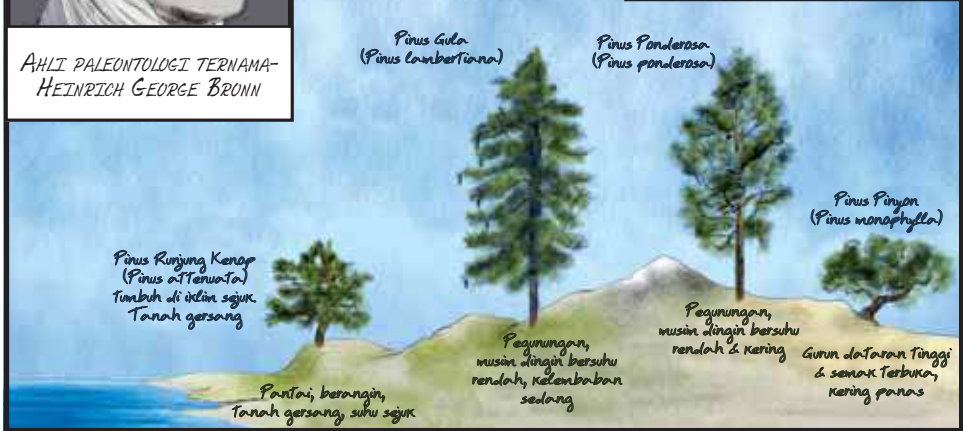




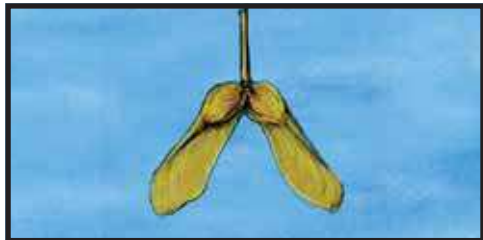
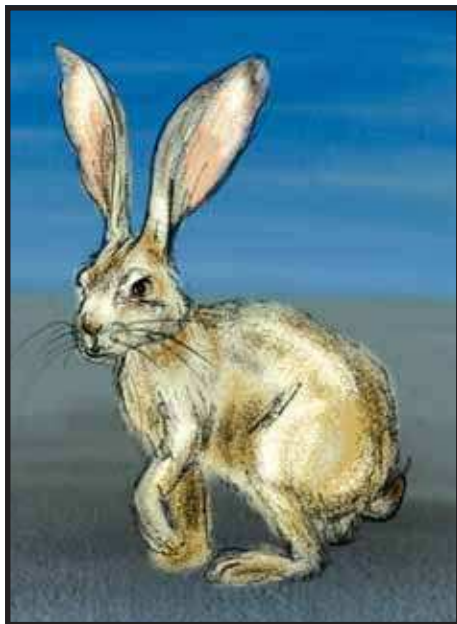
AHLI PALEONTOLOGI TERKENAL
HEINRICH GEORGE BRONN

Tapi, mengingat kaidah seleksi alam, bagaimana mungkin suatu varietas hidup berdampingan dengan spesies induknya?

Bila keduanya telah menjadi sesuai terhadap kebiasaan atau kondisi hidup yang agak berbeda, maka mereka bisa hidup berdampingan; dan varietas yang lebih permanen, sejauh yang saya dapat, umumnya ditemukan menghuni tempat-tempat tertentu—seperti dataran tinggi atau rendah, tempat kering atau lembap.



Keberatan yang jauh lebih serius telah diajukan oleh Bronn, dan sesudahnya oleh Broca, yaitu bahwa banyak ciri tampak tak memiliki kegunaan apapun bagi pemiliknya, dan karena itu tak bisa dipengaruhi seleksi alam.

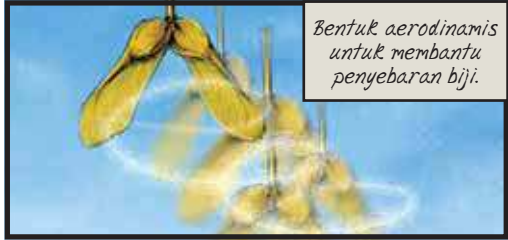


Keberatan tersebut lumayan kuat.

Saraf dalam telinga yang besar adalah organ indra yang sangat peka.



Di iklim panas, telinga besar membantu mendinginkan darah yang mengalirinya.



Bentuk aerodinamis untuk membantu penyebaran biji.

Beberapa hewan menggunakan ekor untuk pengungkit, sementara yang lain menggunakannya untuk membantu kestabilan atau genggaman.



Namun kita harus berhati-hati sekali sejak awal dalam mencoba menentukan struktur apa yang sekarang atau dulu berguna bagi tiap spesies.



Sebagaimana yang cenderung saya percayai, perbedaan morfologis yang kita anggap penting—seperti susunan daun, pembagian bunga atau putik, posisi bakal biji, dan lain-lain—pertama kali muncul di banyak kasus sebagai variasi yang tak tetap, dan kemudian menjadi tetap karena sifat organisme dan kondisi sekeliling, juga persilangan antar-individu berbeda,



tapi tak melalui seleksi alam; karena ciri-ciri morfologi tersebut tak memengaruhi kesejahteraan spesies, maka penyimpangan apapun pada mereka tak dapat diatur atau dikumpulkan melalui seleksi alam.

Karena mampu mencapai pasokan pangan yang tak tersentuh hewan bertelapak lain setelah setiap pertambahan tinggi tubuh, maka pasti leluhur jerapah telah memperoleh keuntungan. Tak bisa diabaikan juga bahwa ukuran yang makin besar kiranya menjadi perlindungan terhadap semua hewan pemangsa kecuali singa.



Sanggahan ahli biologi St. George Mivart: Peningkatan ukuran tubuh jerapah jelas bakal menuntut peningkatan pasokan pangan. Saya anggap itu bermasalah, karena dalam masa paceklik kerugian yang disebabkan bisa saja mengalahkan keuntungan yang didapat dari peningkatan ukuran tubuh.

Bila seleksi alam memang begitu kuat, dan bila kemampuan mencari makan di puncak pohon sangat menguntungkan, maka mengapa tidak ada hewan bertelapak lain yang mengembangkan leher panjang dan tubuh jangkung selain jerapah?

hubungan penangsa/mangsa

+

persaingan

+

jenis makanan

+

iklim

+

medan

+

seleksi seksual

+

parasit & penyakit

=

perubahan struktural?



Kita tak tahu-menahu aneka kondisi yang menentukan jumlah individu dan persebaran tiap spesies; dan kita bahkan tak bisa menerka perubahan struktur apa yang kiranya mendukung peningkatan jumlahnya di suatu tempat baru.

rusuk tulang leher memanjang
pembuluh darah lebih tebal
jantung lebih besar



Agar suatu hewan mendapat struktur tertentu yang sangat berkembang, hampir bisa dipastikan beberapa bagian lain harus ikut termodifikasi dan tersesuaikan. Walau tiap bagian tubuh dapat beragam, itu tak berarti bahwa bagian-bagian yang diperlukan harus selalu berubah ke arah dan dalam kadar yang tepat.

BAB 8

NALURI

DI SINI KITA LIHAT BEBERAPA CONTOH MENAKJUBKAN PERILAKU HEWAN, DAN KITA COBA PAHAMI APAKAH SELEKSI ALAM DAPAT MEMPERTAHANKAN PERILAKU ITU DARI GENERASI KE GENERASI.

Banyak naluri yang amat menakjubkan sehingga perkembangannya bisa dianggap pembaca sebagai kesukaran yang cukup besar dan mampu menjatuhkan teori saya.





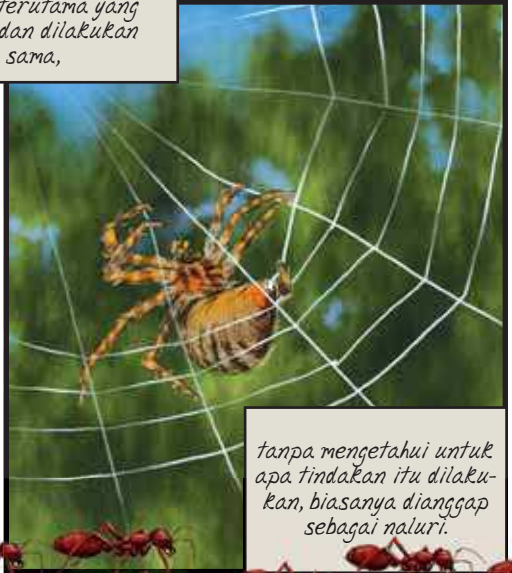
Saya ingin nyatakan bahwa di sini saya tak mengurus asal-usul kemampuan mental,



sama seperti saya tak mengurus asal-usul kehidupan.

BUMI SEBELUM KEHIDUPAN ADA

Suatu tindakan, yang kita sendiri baru bisa lakukan setelah berpengalaman, apabila dilakukan hewan, terutama yang masih amat muda dan tak berpengalaman, dan dilakukan banyak individu dengan cara yang sama,

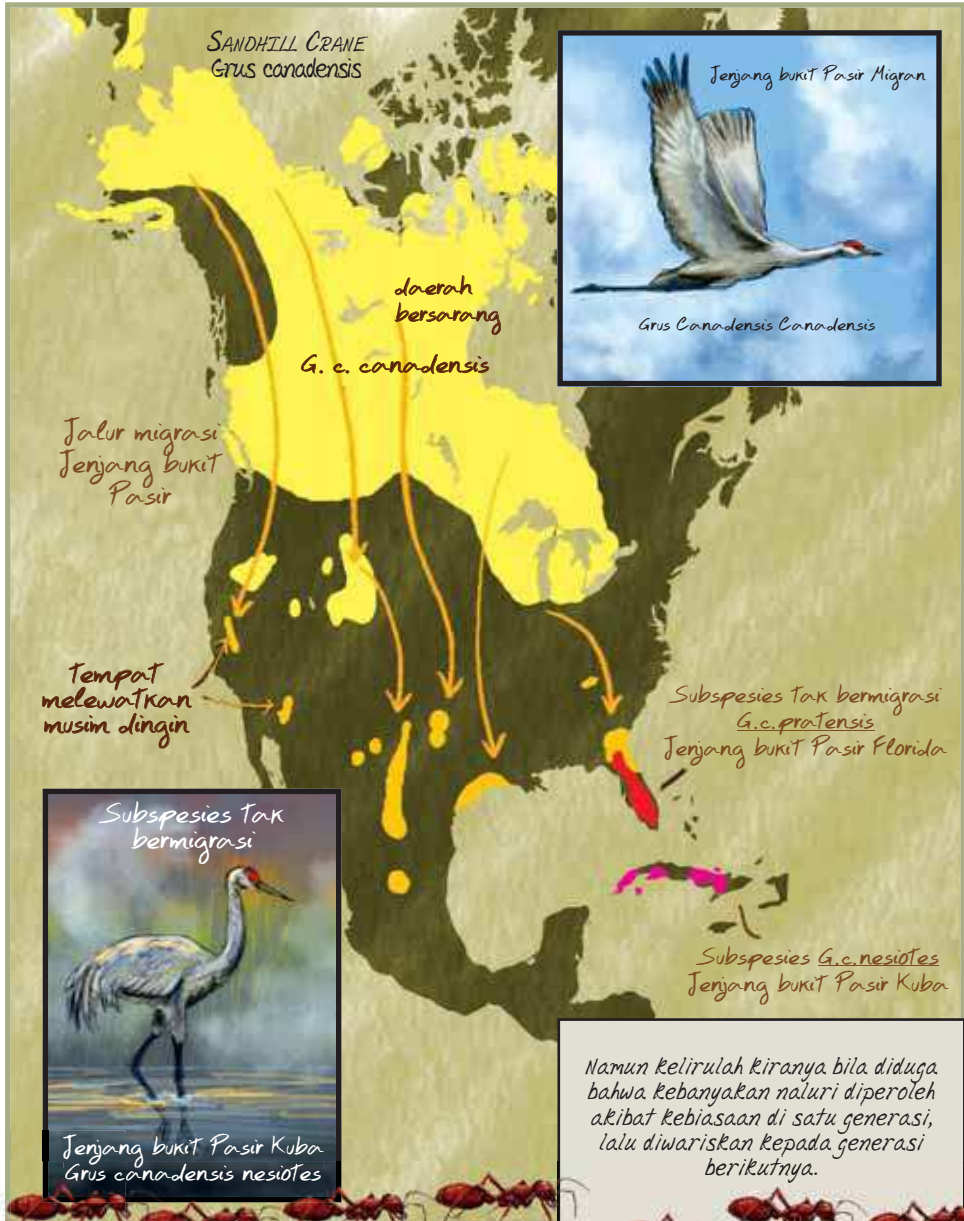


tanpa mengetahui untuk apa tindakan itu dilakukan, biasanya dianggap sebagai naluri.





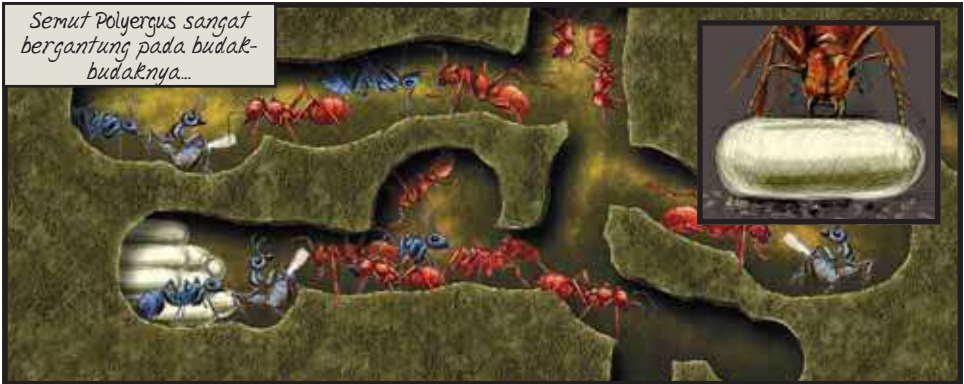
Saya hanya dapat tegaskan bahwa naluri jelas bisa beragam—contohnya, naluri bermigrasi, baik dalam jarak maupun arahnya, serta kemungkinan naluri tersebut hilang.



Bisa ditunjukkan dengan jelas bahwa naluri terhebat yang kita ketahui, yaitu naluri lebah pembuat sarang dan berbagai jenis semut, tak mungkin diperoleh dari kebiasaan belaka.



Semut Polyergus sangat bergantung pada budak-budaknya...



Walau sangat giat dan berani dalam menangkap budak,



Budak memberi makan majikan





Ketika Huber mengurung 30 semut pemilik budak tanpa satu pun budak, dengan menyediakan banyak makanan yang mereka suka, dan dengan adanya larva serta kepompong untuk merangsang mereka bekerja, semut-semut pemilik budak tetap tak berbuat apa-apa; mereka bahkan tak bisa makan sendiri dan mati kelaparan.

Tanpa bantuan budak, spesies tersebut pasti bakal punah dalam satu tahun saja.



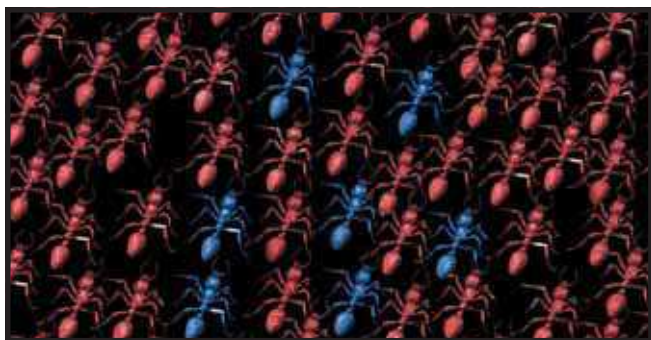
Seperti telah saya amati, semut lain yang bukan pemilik budak biasa mengambil kepompong semut spesies lain yang ada di dekat sarang mereka;



mungkin kepompong yang awalnya disimpan sebagai bahan makanan itu tumbuh menjadi semut dewasa,

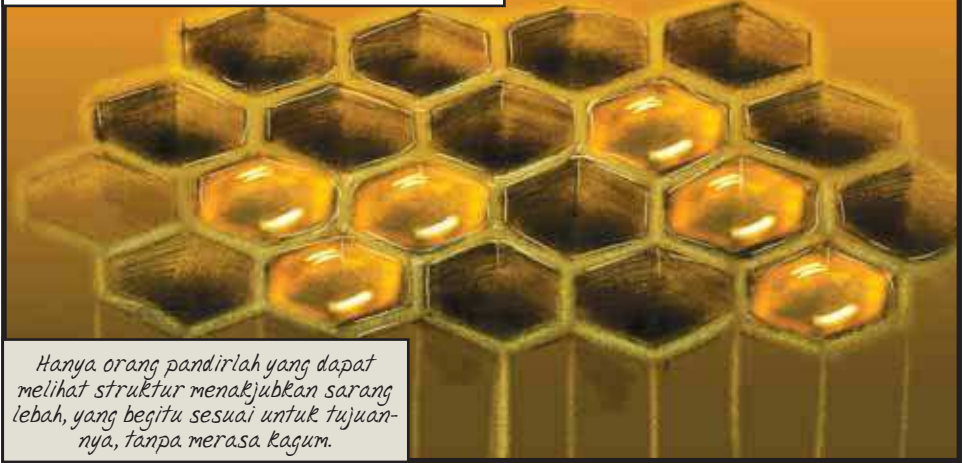


lalu semut-semut asing yang dipelihara tanpa sengaja itu bakal menuruti naluri biasa mereka dan bekerja.

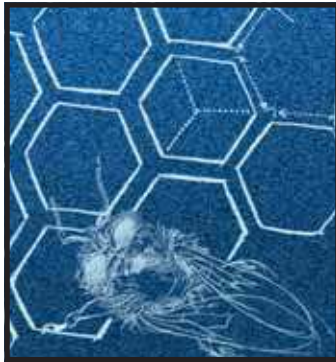


Bila bagi spesies semut itu menangkap pekerja lebih menguntungkan daripada membiakkan pekerja, maka kebiasaan mengumpulkan kepompong, yang awalnya dilakukan untuk menimbun makanan, mungkin oleh seleksi alam diperkuat dan dijadikan permanen untuk tujuan lain yaitu membiakkan budak.

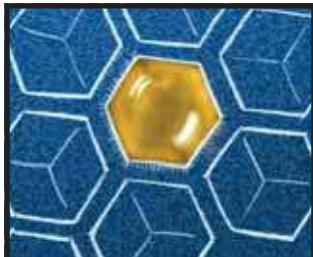
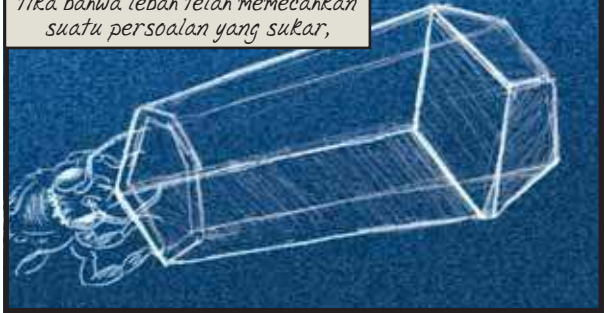
NALURI MEMBUAT SEL SARANG PADA LEBAH



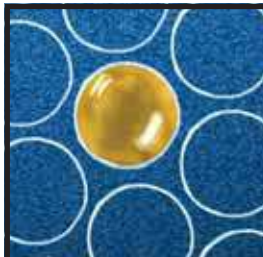
Hanya orang pandirlah yang dapat melihat struktur menakjubkan sarang lebah, yang begitu sesuai untuk tujuannya, tanpa merasa kagum.



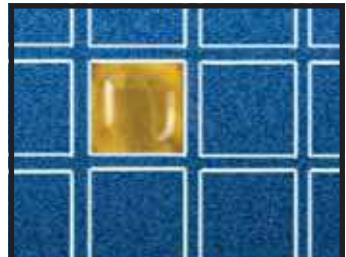
Kita dengar dari para ahli matematika bahwa lebah telah memecahkan suatu persoalan yang sukar,



RUANG TERLUAS UNTUK MENAMPUNG MADU, PENGGUNAAN MALAM PALING EFISIEN



PENGGUNAAN RUANG KURANG EFISIEN



PENGGUNAAN MALAM KURANG EFISIEN

...karena lebah telah membuat sel sarang dengan bentuk yang pas untuk menampung sebanyak mungkin madu, menggunakan sesedikit mungkin malam (wax) yang berharga untuk konstruksinya... prisma segi enam yang ujung belakangnya miring sehingga membentuk limas...

...dan pembuatannya dilakukan sekumpulan lebah yang bekerja dalam sarang gelap.

Kalaupun sejak awal lebah dianggap sudah punya naluri tertentu, awalnya tampak tidak dapat dibayangkan bagaimana lebah bisa menyusun semua sudut dan sisi yang diperlukan



atau mengetahui bahwa pembangunannya sudah benar.



Bentuk satu sel berhubungan dengan keberadaan sel-sel di sebelahnya.

Awalnya tampak makin sulit memahami bagaimana sel sarang terbentuk, ketika ada banyak lebah yang bekerja berbarengan,



LEBAH MADU KECIL, APIS FLOREA

satu lebah, setelah bekerja sebentar di satu sel, pindah ke sel lain, sehingga, seperti telah dinyatakan Huber, pada pembuatan sel pertama pun sudah banyak individu yang mengerjakannya.



Pekerjaan konstruksinya tampaknya melibatkan keseimbangan antara banyak lebah, masing-masing secara naluriiah berada di jarak tertentu dari lebah lain, semua mencoba membuat bola sempurna, lalu membangun atau membiarkan titik-titik pertemuan antarbola.

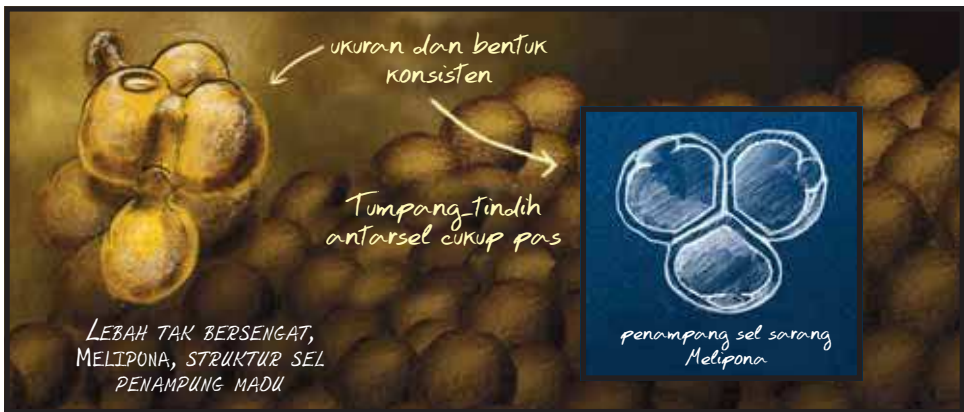
Karena seleksi alam hanya bertindak melalui pengumpulan modifikasi kecil pada struktur atau naluri yang menguntungkan bagi individu dalam kondisi hidupnya, maka masuk akal jika ditanyakan bagaimana serangkaian panjang perubahan naluri arsitektural yang berangsur-angsur, menuju rencana konstruksi sempurna yang ada sekarang, dapat menguntungkan leluhur lebah pembuat sarang. Saya pikir jawabannya tak sukar: sel-sel yang dibuat seperti sel sarang lebah dan tawon lebih kuat, hemat ruang dan tenaga, serta hemat bahan.

Mari kita simak kaidah besar gradasi, dan lihat apakah Alam menunjukkan cara kerjanya kepada kita.



LEBAH MADU KECIL
(APIS FLOREA)

sel bulat,
ukuran dan bentuk
Tak seragam

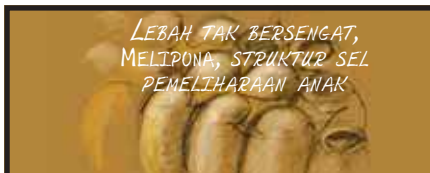


ukuran dan bentuk
konsisten

Tumpang-tindih
antarsel cukup pas

LEBAH TAK BERSENGAT,
MELIPONA, STRUKTUR SEL
PENAMPUNG MADU

penampang sel sarang
Melipona



LEBAH TAK BERSENGAT,
MELIPONA, STRUKTUR SEL
PEMELIHARAAN ANAK



LEBAH MADU, APIS MELLIFERA,
STRUKTUR SEL SARANG

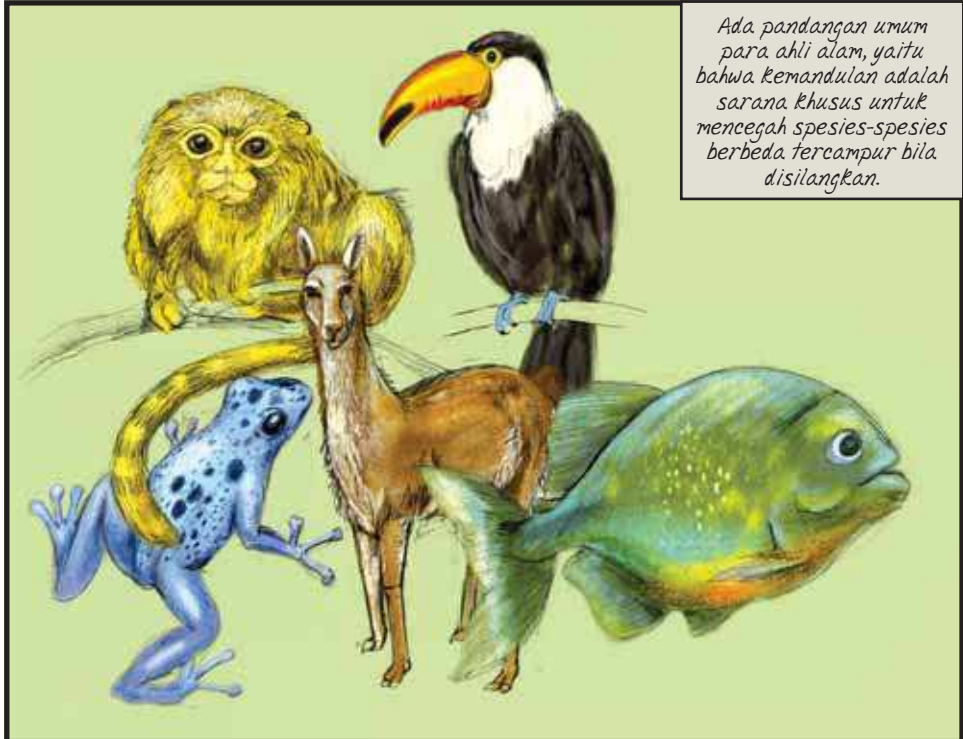
Boleh kita simpulkan bahwa bila kita dapat mengubah sedikit naluri yang sudah dimiliki Melipona, yang masih bisa dibalang belum sempurna, maka lebah jenis ini bakal membuat sarang sesempurna sarang lebah madu.

Terakhir... jauh lebih memuaskan menganggap naluri seperti itu... bukan sebagai sesuatu yang dianugerahkan atau diciptakan khusus, melainkan konsekuensi kecil satu hukum umum yang menyebabkan kemajuan segala makhluk hidup—yaitu, berbiak, beragam, biarlah yang terkuat hidup dan terlemah mati.

BAB 9

HIBRIDISME

DI SINI SAYA MEMBAHAS MASALAH-MASALAH YANG BERKAITAN DENGAN PERKAWINAN ANGGOTA-ANGGOTA SPESIES BERBEDA, DARI KETIDAKMAMPUAN KAWIN SAMPAI CACAT ATAU KEMANDULAN PADA KETURUNAN.



Ada pandangan umum para ahli alam, yaitu bahwa kemandulan adalah sarana khusus untuk mencegah spesies-spesies berbeda bercampur bila disilangkan.

Pandangan itu sekilas jelas terkesan sangat masuk akal, karena spesies-spesies yang hidup berdampingan tak bisa terus berbeda. Kalau bisa saling kawin tanpa halangan.

ALAM PUNYA MACAM-MACAM CARA UNTUK MENJAGA SPESIES TETAP TERPISAH.



Jejak feromon untuk menarik betina spesies yang sama

BANYAK SERANGGA MENEMUKAN PASANGAN DENGAN MENGIKUTI JEJAK AROMA FEROMON YANG KHAS UNTUK TIAP SPESIES.

BANYAK BURUNG DAN AMFIBI MENGENAL CALON PASANGAN DENGAN PANGGILAN DAN LAGU PERKAWINAN YANG KHAS BAGI TIAP SPESIES.



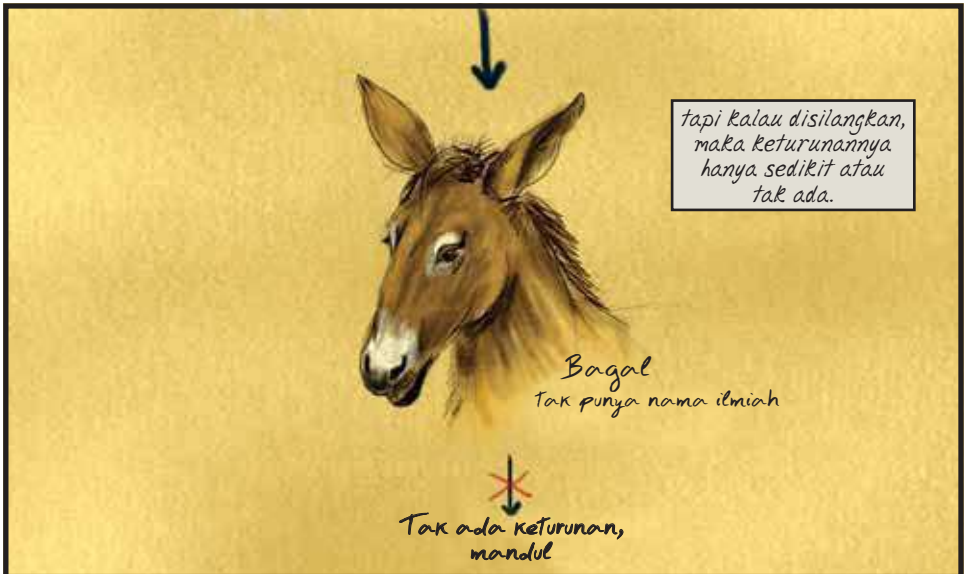
panggilan perkawinan katak—Tinggi dan panjang nada



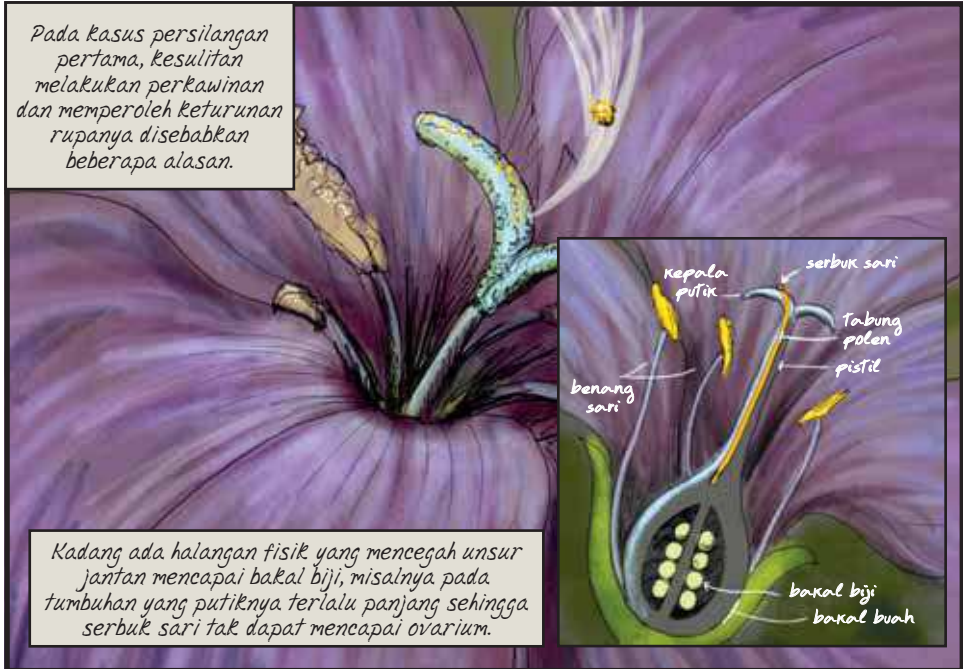
SUB-POPULASI KATAK POHON MATA HIJAU TAK LAGI MENGENAL LAGU DARI SUB-POPULASI LAIN.

CATATAN PENYUNTING: DATA KATAK BERDASARKAN RISET YANG DILAPORKAN DI NATURE 437 (2005) OLEH C.J. HOSKIN DKKY

Spesies murni tentu punya organ reproduksi yang sempurna,



Pada kasus persilangan pertama, kesulitan melakukan perkawinan dan memperoleh keturunan rupanya disebabkan beberapa alasan.

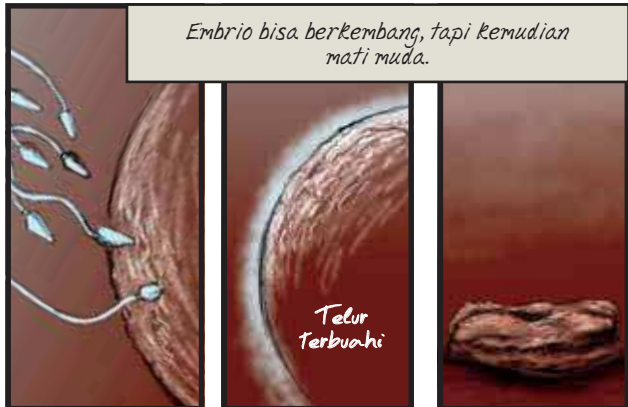


Kadang ada halangan fisik yang mencegah unsur jantan mencapai bakal biji, misalnya pada tumbuhan yang putiknya terlalu panjang sehingga serbuk sari tak dapat mencapai ovarium.

Unsur jantan mungkin bisa mencapai unsur betina tapi tak mampu menghasilkan embrio.



Embrio bisa berkembang, tapi kemudian mati muda.



Hasil pengamatan terhadap 500 telur yang dihasilkan dari berbagai persilangan antara tiga spesies Gallus (ayam) dan hibrida-hybridanya... Pada sebagian besar telur, embrionya mati sebelum berkembang sempurna, atau telah jadi anak ayam yang hampir sempurna, tapi tidak mampu menembus kulit telur.



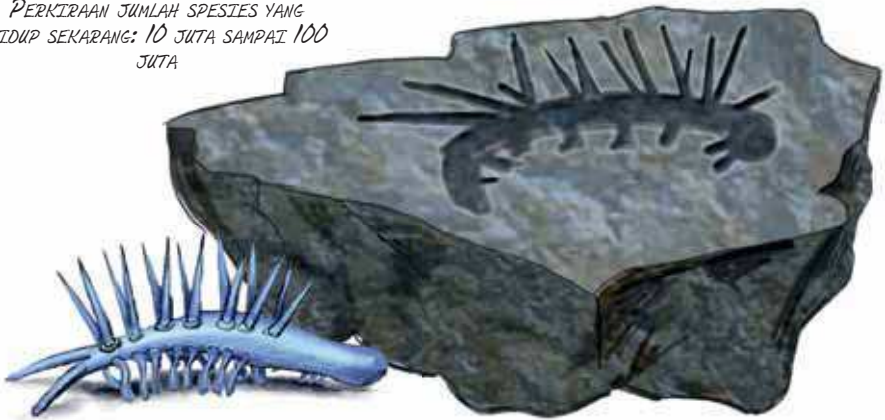
HYBRIDISME JARANG TERJADI TANPA CAMPUR TANGAN MANUSIA.

BAB 10

MENGENAI KETIDAKSEMPURNAAN BUKTI GEOLOGIS

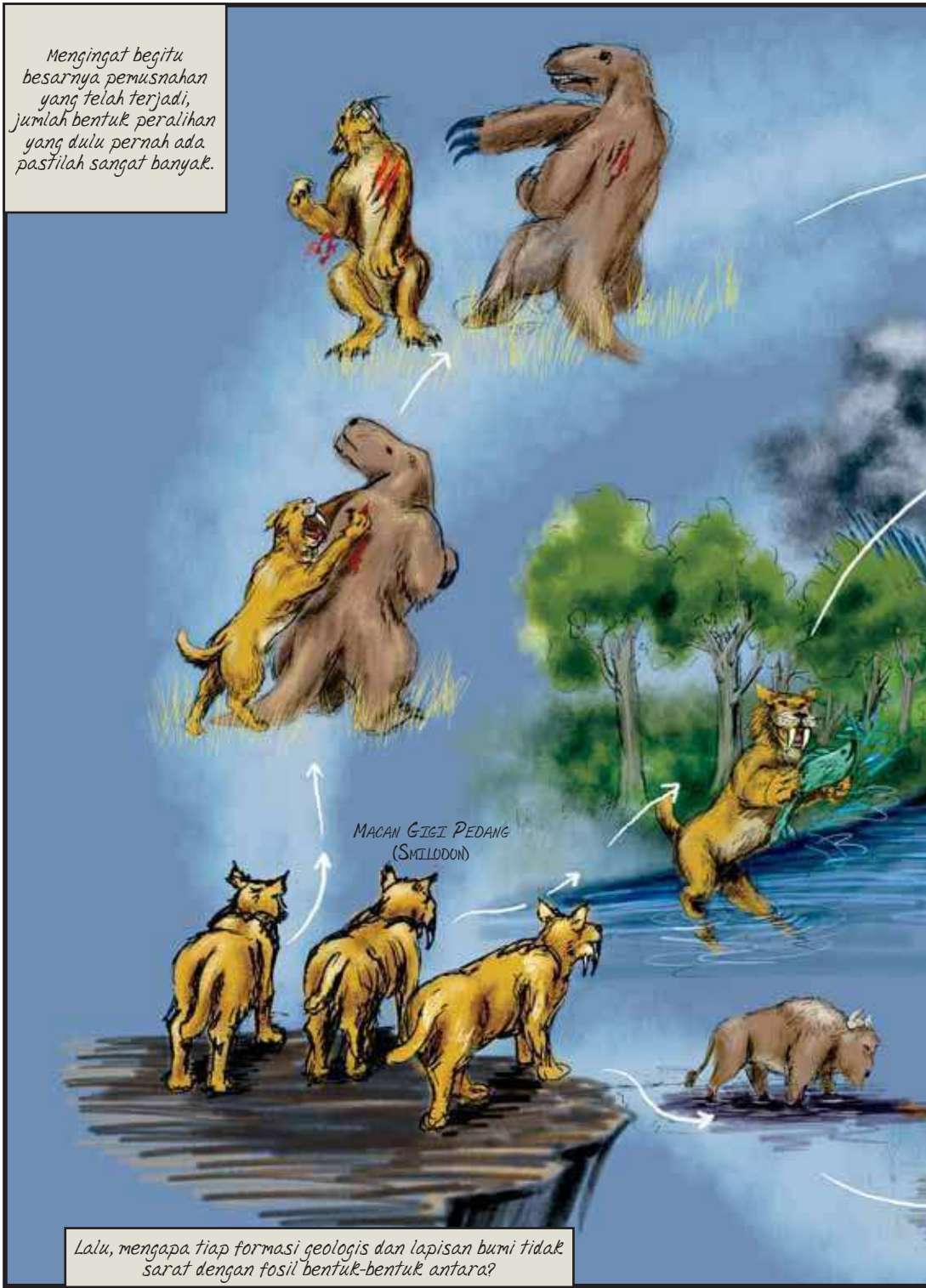
DI SINI SAYA MENJELASKAN BAHWA PANJANGNYA UMUR BUMI MENYEDIKAN CUKUP WAKTU UNTUK PERUBAHAN DAN PENINGKATAN KERAGAMAN SPESIES. SAYA JUGA MENCOBA MENJELASKAN TAK LENGKAPNYA BUKTI FOSIL DENGAN MENUNJUKKAN RUMITNYA PROSES PERUBAHAN TULANG MENJADI FOSIL DAN HANGURNYA FOSIL AKIBAT PERISTIWA-PERISTIWA GEOLOGIS.

PERKIRAAN JUMLAH SPESIES YANG
HIDUP SEKARANG: 10 JUTA SAMPAI 100
JUTA



PERKIRAAN JUMLAH SPESIES YANG
PERNAH ADA SEJAK KEHIDUPAN PERTAMA
KALI ADA DI BUMI: 75 JUTA SAMPAI
2,5 MILIAR

Mengingat begitu besarnya pemusnahan yang telah terjadi, jumlah bentuk peralihan yang dulu pernah ada pastilah sangat banyak.



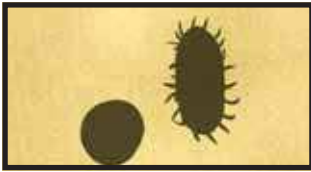
Lalu, mengapa tiap formasi geologis dan lapisan bumi tidak sarat dengan fosil bentuk-bentuk antara?



Saya percaya penjelasannya terletak pada ketidaksempurnaan bukti geologis.

Geologi jelas tak menyediakan rangkaian fosil makhluk hidup yang lengkap, dan mungkin itulah keberatan paling kentara dan serius yang bisa diajukan terhadap teori saya.

Selain tak ditemukannya fosil begitu banyak bentuk antara, bisa juga diajukan keberatan bahwa waktu yang telah berlalu tidak cukup untuk perubahan organik begitu banyak, yang terjadi dengan perlahan.



SEKITAR 3,5 MILIAR TAHUN LALU



SEKITAR 1,2 MILIAR TAHUN LALU



SEKITAR 524 JUTA TAHUN LALU



SEKITAR 225 JUTA TAHUN LALU



SEKITAR 200.000 TAHUN LALU



...agar dapat memahaminya panjangnya waktu yang telah berlalu, melalui peninggalannya di sekeliling kita.

Sekarang mari kita lihat museum-museum geologi terlengkap kita, dan saksikan betapa sedikitnya yang sudah kita temukan!



Ketidaksempurnaan koleksi geologis kita diakui semua orang.

Hanya sebagian kecil permukaan Bumi yang sudah diteliti secara geologis, dan itu pun belum cukup saksama,



sebagaimana dibuktikan dengan adanya penemuan besar di Eropa setiap tahun.



Cangkang dan tulang akan membusuk dan hilang kalau cuma tergeletak di dasar laut tanpa tertimbun endapan.



Sisa belulang yang terkubur dalam pasir atau kerikil, apabila berada di lapisan yang terangkat ke permukaan, biasanya akan larut karena rembesan air hujan yang mengandung asam karbonat.





Walau di lapisan-lapisan Bumi kita temukan banyak mata rantai antara spesies yang ada sekarang dan dahulu ada, kita tak menemukan rangkaian lengkap bentuk-antara yang menghubungkan mereka semua.

Kita bisa memperoleh wawasan mengenai waktu yang sudah berlalu dengan mengenali faktor-faktor yang telah bekerja, dan mempelajari seberapa jauh permukaan daratan telah tererosi.



Gelombang laut menggerus tebing pantai...



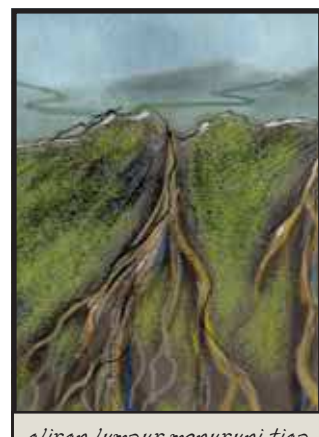
akhirnya bagian dasar tebing runtuh, pecahan-pecahan besar berjatuhan...



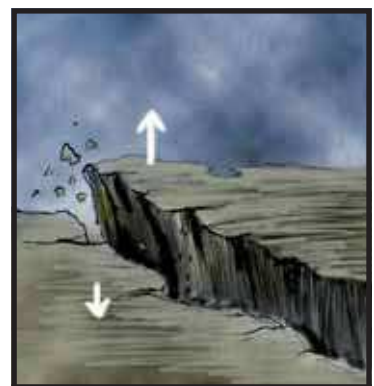
erosi... angin... menghancurkan pecahan-pecahan itu...



pembekuan...



aliran lumpur menurun tiap lereng...



patahan—di mana lapisan Bumi terangkat pada satu sisi...

lapisan tua yang terbentuk ketika permukaan Bumi bergerak turun... rusak berat karena pengundulan waktu terangkat lagi,



...hingga tak bersisa.



Mereka yang percaya bahwa catatan bukti geologis itu sempurna tak pelak lagi akan menolak teori saya.

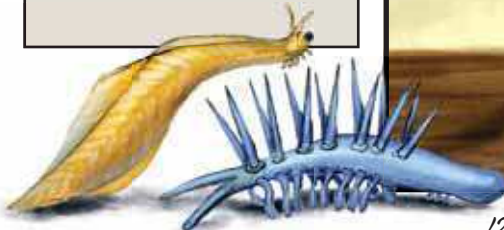
Saya memandang bukti geologis seperti buku catatan sejarah dunia yang tak ditulis dengan rajin, dan ditulis dalam bahasa yang berubah-ubah; dan kita hanya memiliki jilid terakhirnya.

Di buku itu, hanya tersisa satu-dua bab pendek di sana-sini; dan dari tiap halamannya

hanya ada beberapa baris di sana-sini.



Tiap kata dalam bahasa yang berubah pelan-pelan itu, yang berbeda sedikit dari bab ke bab, dapat mewakili bentuk-bentuk kehidupan yang terkubur dalam lapisan-lapisan bumi, seolah-olah muncul mendadak.



Fosil Hallucigenia dari Era Kambrium

BAB 11

URUT-URUTAN GEOLOGIS MAKHLUK HIDUP

DI SINI KITA AMATI SPESIES DINAMIS YANG BERJUANG UNTUK HIDUP DENGAN MENYESUAIKAN DIRI TERHADAP PERUBAHAN KUNDISI YANG MEREKA HADAPI. WALAU PERUBAHAN TERUS-MENERUS ITU MENYEBABKAN PERCABANGAN DI POHON SILSILAH KEHIDUPAN, KITA LIHAT PULA BAHWA TIDAK ADA TUJUAN DALAM PERUBAHAN SPESIES—PERCABANGAN POHON KEHIDUPAN HANYALAH KUMPULAN KELESTARIAN INDIVIDU-INDIVIDU YANG LEBIH SESUAI.



Tak seorang pun yang lebih kagum daripada saya terhadap kepunahan spesies. Ketika di La Plata saya temukan gigi kuda terkubur bersama sisa-sisa Mastodon, Megatherium, Toxodon, dan monster lainnya yang sudah punah, namun pada masa geologis belakangan semuanya pernah hidup bersama kerang-kerang yang sampai sekarang masih ada, saya sangat takjub.

Spesies baru telah bermunculan berangsur-angsur, satu demi satu, di darat dan di air.

Peningkatan jumlah spesies secara berangsur-angsur dalam satu kelompok sesuai dengan teori saya, karena spesies-spesies dalam satu genus, dan genus-genus dalam satu famili, hanya dapat bertambah secara pelan-pelan dan progresif; proses modifikasi dan pembentukan sejumlah bentuk berkerabat mesti merupakan proses lambat dan bertahap: awalnya satu spesies menghasilkan dua atau tiga varietas, yang kemudian pelan-pelan berubah menjadi spesies, lalu kemudian spesies-spesies baru itu juga pelan-pelan menghasilkan varietas baru, dan spesies baru, begitu seterusnya, seperti pertumbuhan cabang pohon besar dari satu batang, hingga akhirnya kelompok itu menjadi besar.

Perumput

6 JUTA TAHUN LALU

ASTROHIPPIUS

PLIOHIPPIUS

CALIXHIPPIUS

Pemakan daun

PARAHIPPIUS

Pemakan daun

40 JUTA TAHUN LALU

MESOHIPPIUS

MIOHIPPIUS

Pemakan daun

EPHIPPIUS

HAPLOHIPPIUS

OROHIPPIUS

PROPALAEOTHERIUM

55 JUTA TAHUN LALU

PROTOROHIPPIUS

PACHYNOLOPHUS

Perumput

HIPPIDION

EQUUS

ZAMAN SEKARANG



NEOHIPPARION

HIPPARION STYLOHIPPARION

CORMOHIPPARION

DINOHIPPIUS

PSEUDOHIPPARION

MERYCHIPPUS

SINOHIPPIUS

MEGAHIPPIUS

HYPOHIPPIUS

ANCHITHERIUM

ARCHEOHIPPIUS



PALEOTHERIUM



Meskipun mirip sekali dengan gigi kuda yang ada sekarang, gigi ini milik spesies yang sudah punah.

AHLI ANATOMI RICHARD OWEN

Mengenai apakah variasi atau keragaman individual bakal sedikit-banyak terkumpul lewat seleksi alam,

SEBELUM 1850, LUMUT KERAK MENUTUPI POHON-POHON DI INGGRIS.



POLUSI AKIBAT REVOLUSI INDUSTRI MENGELAPKAN PERMUKAAN POHON DAN MEMBUNUH LUMUT KERAK BERWARNA TERANG.

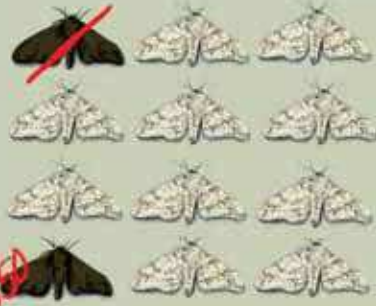


sehingga menyebabkan modifikasi permanen dengan kadar tertentu, akan tergantung kepada banyak faktor,

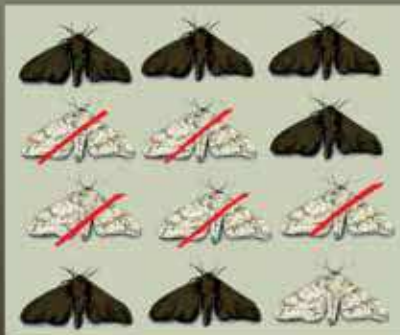
antara lain keuntungan yang didapat dari keragaman, kebebasan kawin silang, perubahan kondisi fisik tempat hidup, kedatangan individu baru untuk menetap, dan keadaan makhluk hidup lain yang menjadi pesaing spesies tersebut.

Sebelum 1850

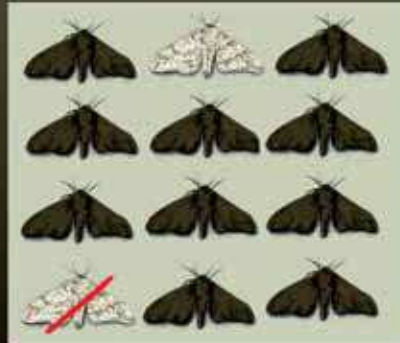
PERUBAHAN PROPORSI WARNA NGENGAT MERICA



1850

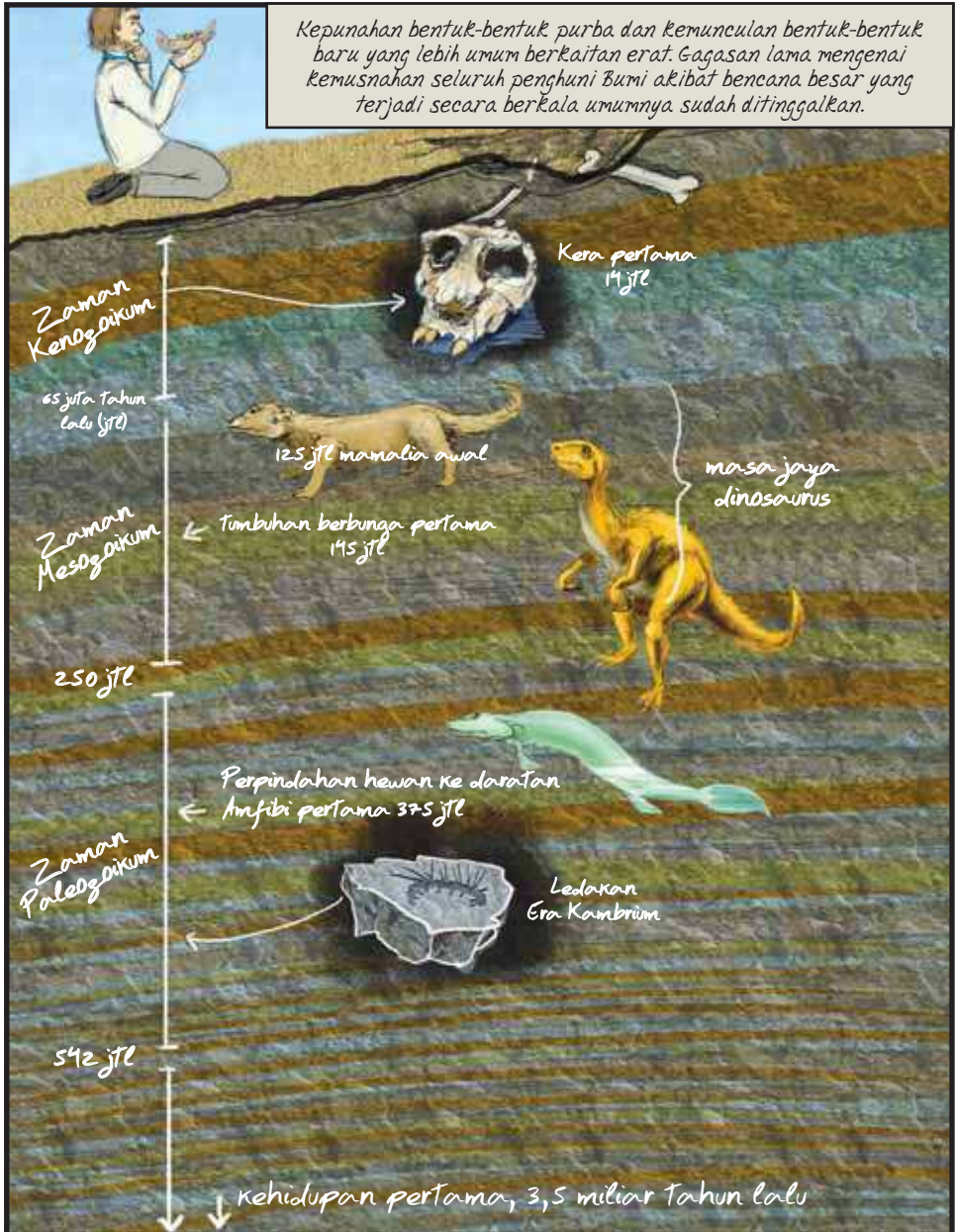


1900

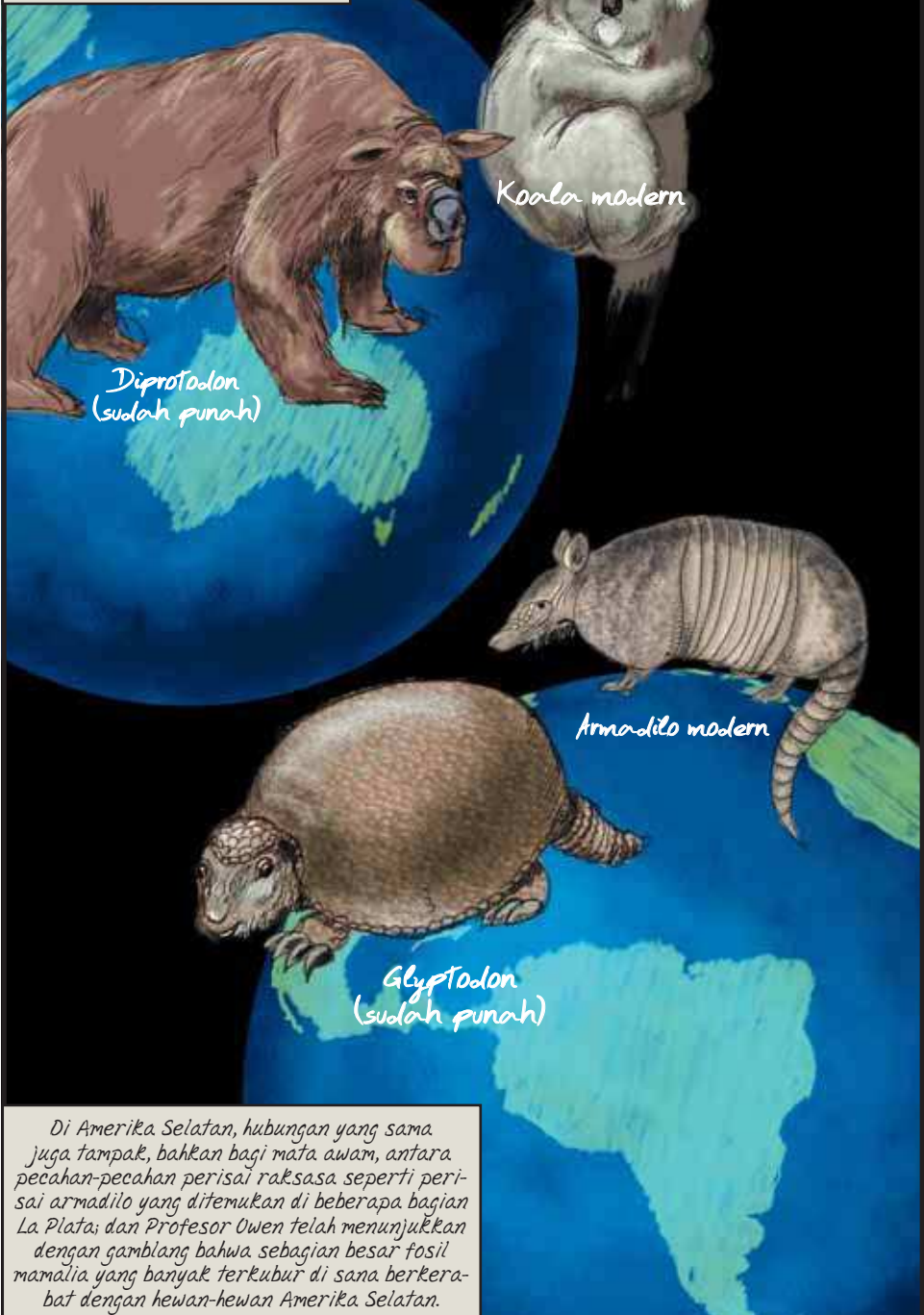


CATATAN PENYUNTING: VERSI BERWARNA TERANG TELAH MENJADI LAZIM LAGI KARENA POLUSI BERKURANG.

Bila perubahan sudah mencapai titik tertentu, menurut teori seleksi alam, tidak ada keharusan untuk melanjutkan lagi, walau pada tiap zaman makhluk hidup akan harus sedikit berubah untuk mempertahankan kedudukannya sehubungan perubahan lingkungan sekitar mereka.

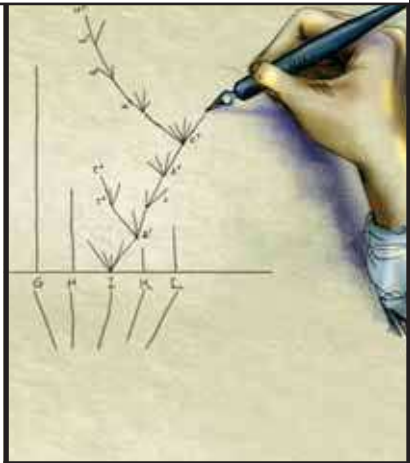


Bertahun-tahun lalu Tn. Clift menunjukkan bahwa fosil mamalia dari gua-gua Australia mirip dengan mamalia berkantong yang masih hidup di benua tersebut.



Di Amerika Selatan, hubungan yang sama juga tampak, bahkan bagi mata awam, antara pecahan-pecahan perisai raksasa seperti perisai armadillo yang ditemukan di beberapa bagian La Plata; dan Profesor Owen telah menunjukkan dengan gamblang bahwa sebagian besar fosil mamalia yang banyak terkubur di sana berkera-
bat dengan hewan-hewan Amerika Selatan.

HUKUM URUTAN BENTUK



...adanya "hukum urutan bentuk"—pada "hubungan menakjubkan antara yang sudah mati dan yang masih hidup di benua yang sama."

Penduduk dunia pada tiap zaman telah mengalahkan pendahulunya dalam perlombaan kehidupan.



Urutan tipe struktur yang sama di daerah yang sama melalui periode-periode geologis menjadi tak lagi misterius, dan bisa dijelaskan berdasarkan kaidah pewarisan sifat.



BAB 12 + 13

PERSEBARAN GEOGRAFIS

DI SINI KITA MENNELIDIKI TEMPAT-TEMPAT DITEMUKANNYA BERBAGAI SPESIES ORGANISME. KITA DAPATI BAHWA CARA PERSEBARAN BISA DIJELASKAN DENGAN POLA MIGRASI MENJAUH DARI TEMPAT ASAL, BUKAN PENCIPTAAN KHUSUS TIAP SPESIES DI TEMPAT DITEMUKANNYA.



Satu pembagian paling mendasar pada persebaran geografis makhluk hidup adalah antara Dunia Baru dan Dunia Lama;

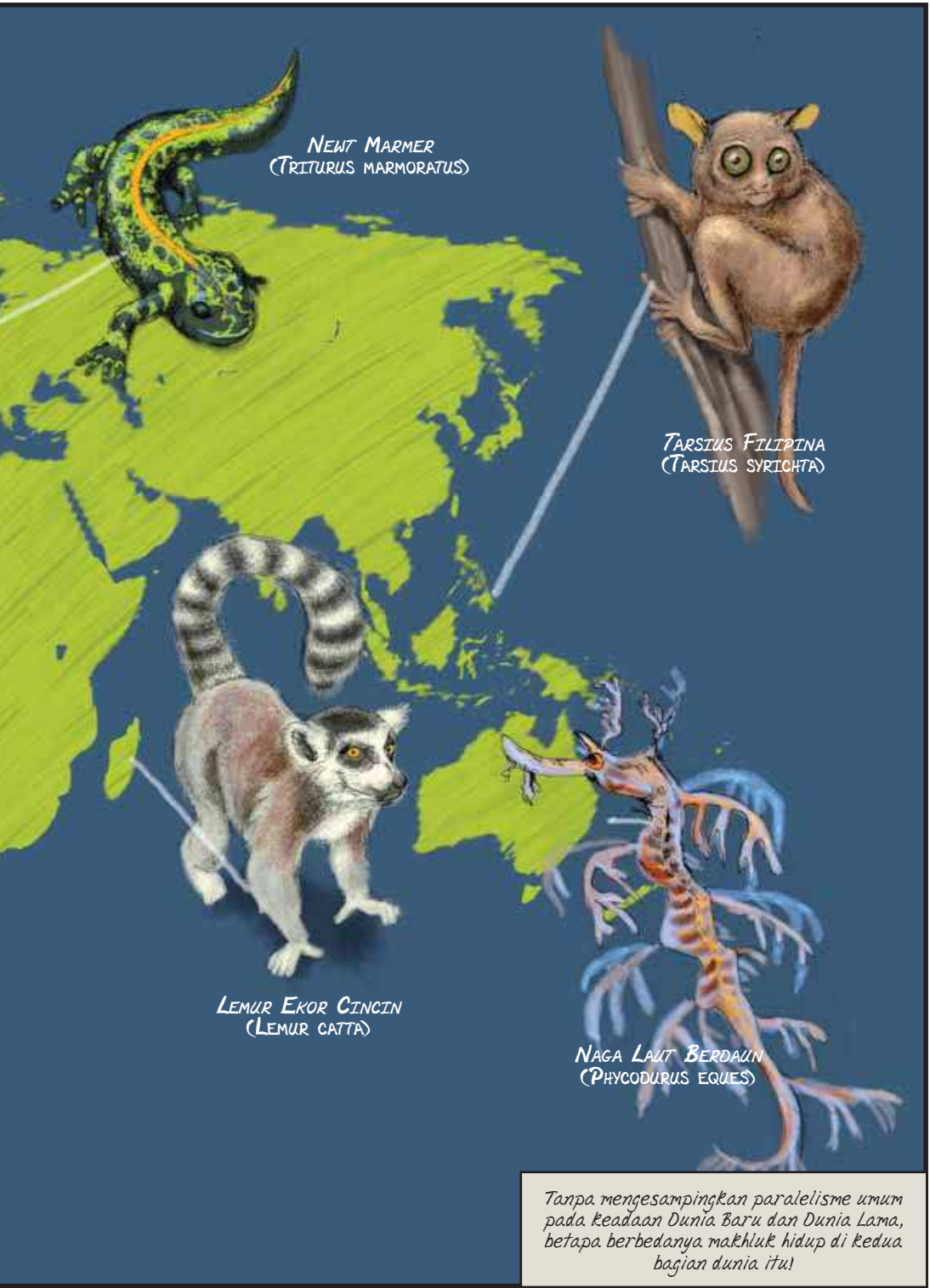


*BURUNG HANTU
BERBINTIK
(STRIX OCCIDENTALIS)*

namun bila kita menjelajahi benua Amerika yang luas, dari bagian tengah Amerika Serikat sampai ujung paling selatannya, maka kita temukan bentang alam yang sangat beragam.



*KATAK PANAH RACUN BIRU
(DENDROBATES AZUREUS)*



*NEWT MARMER
(TRITURUS MARMORATUS)*

*TARSIUS FILIPINA
(TARSIUS SYRICHTA)*

*LEMUR EKOR CINCIN
(LEMUR CATTI)*

*NAGA LAUT BERDAUN
(PHYCODURUS EQUUS)*

Tanpa mengesampingkan paralelisme umum pada keadaan Dunia Baru dan Dunia Lama, betapa berbedanya makhluk hidup di kedua bagian dunia itu!

**BANYAK SPESIES DAN VARIETAS BERKERABAT
HIDUP DI DAERAH LUAS YANG TAK BERPEMBATAS**



Boleh kita bandingkan makhluk hidup Amerika Selatan di selatan garis lintang 35° dan di utara 25°, yang terpisahkan sepuluh derajat garis lintang, dan menghadapi kondisi yang lumayan beda,

**BILA ADA HALANGAN YANG MENGHAMBAT MIGRASI, MAKA SERINGKALI SPESIES-SPESIES YANG TAK BERKERABAT
MENGISI RELUNG YANG SAMA**

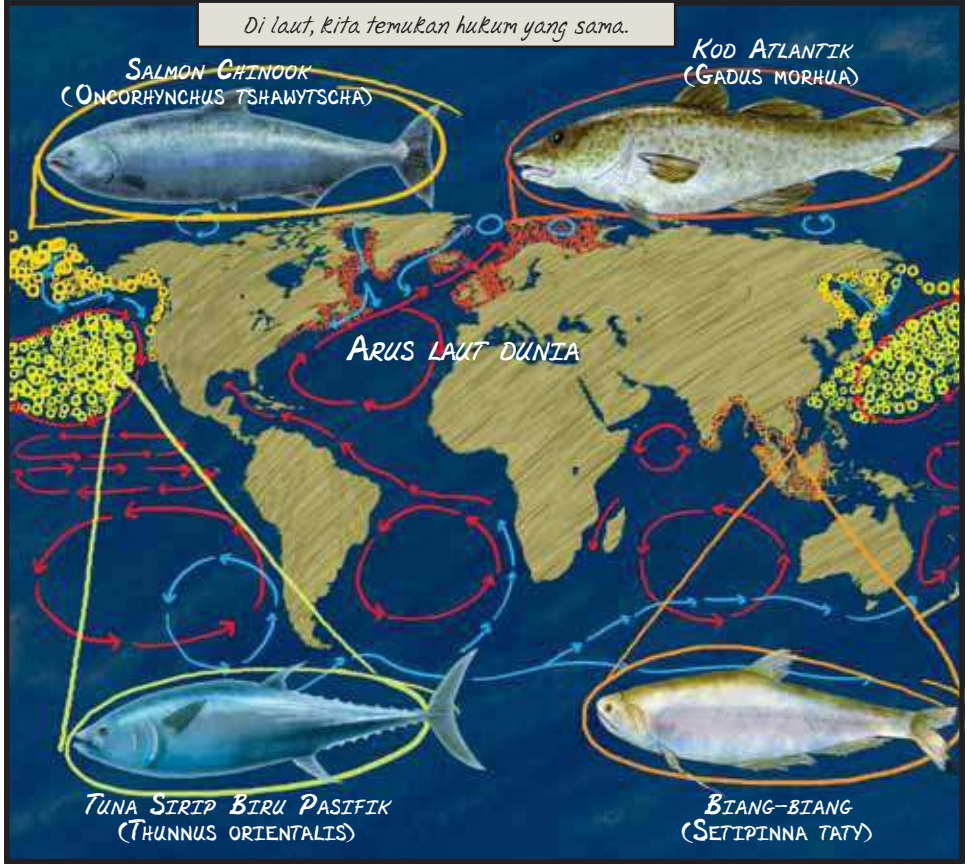


namun mereka jauh lebih dekat kekerabatannya satu sama lain daripada makhluk hidup Australia atau Afrika dalam iklim yang hampir sama.

Rintangan macam apapun, yang menghalangi migrasi bebas, berkaitan erat dengan perbedaan makhluk hidup di berbagai daerah. Kita bisa amati itu pada perbedaan besar di hampir semua makhluk hidup darat Dunia Baru dan Dunia Lama.



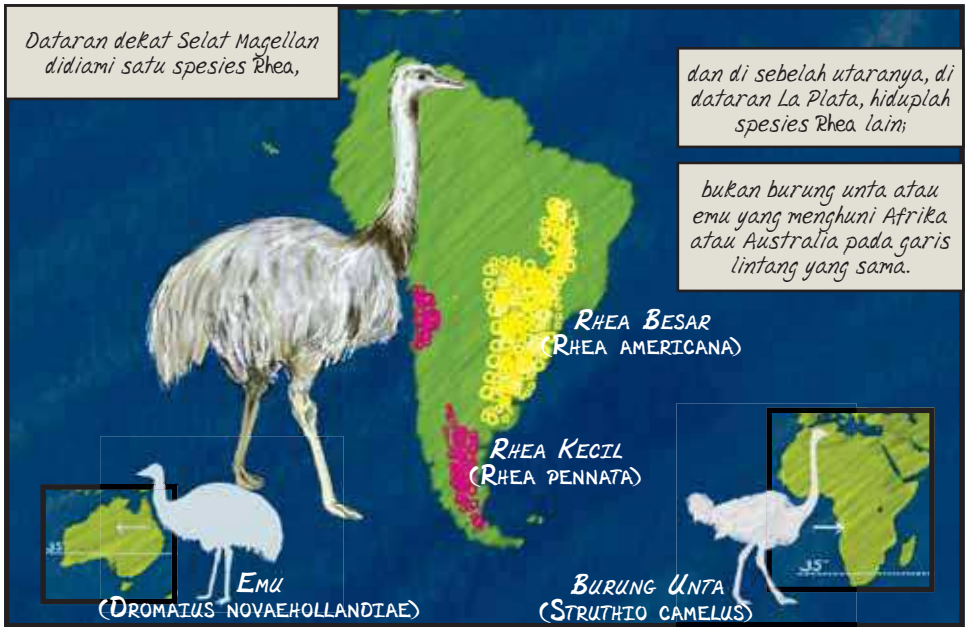
Di laut, kita temukan hukum yang sama.



Dataran dekat Selat Magellan didiami satu spesies Rhea,

dan di sebelah utaranya, di dataran La Plata, hiduplah spesies Rhea lain;

bukan burung unta atau emu yang menghuni Afrika atau Australia pada garis lintang yang sama.





Ikatan itu adalah garis keturunan, satu-satunya penyebab yang kita ketahui menghasilkan makhluk-makhluk hidup yang mirip satu sama lain, atau pada kasus varietas, hampir mirip satu sama lain.

KEPULAUAN GALAPAGOS

Misalnya, suatu pulau gunung api yang terangkat dan terbentuk pada jarak beberapa ratus kilometer dari benua barangkali seiring waktu bakal menerima pendatang dari benua,

GRASSQUIT BIRU-HITAM
(VOLATINIA JACARINA)

TERSEBAR DI SELURUH AMERIKA SELATAN, DI BAWAH KETINGGIAN 1.500 METER

FINCH TANAH BESAR
(GEOSPIZA MAGNIROSTRIS)

KEPULAUAN GALAPAGOS

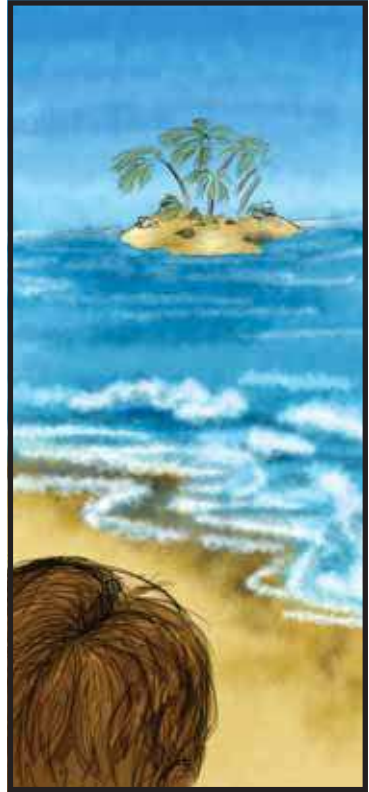
GRASSQUIT BIRU-HITAM
(VOLATINIA JACARINA)

FINCH KAKTUS BIASA
(GEOSPIZA SCANDENS)

FINCH POHON KECIL
(CAMARHYNCHUS PARVULUS)

dan keturunan para pendatang, walau telah berubah, bakal tetap terhubung silsilah kekerabatan dengan penghuni benua. Di rumah baru, mereka akan menghadapi kondisi baru, dan seringkali mengalami perubahan dan perbaikan lebih lanjut, sehingga menjadi makin unggul dan menghasilkan keturunan yang makin jauh berubah.

CARA-CARA MIGRASI



Dengan demikian, keberadaan rintangan menjadi amat penting karena dapat menghalangi migrasi.



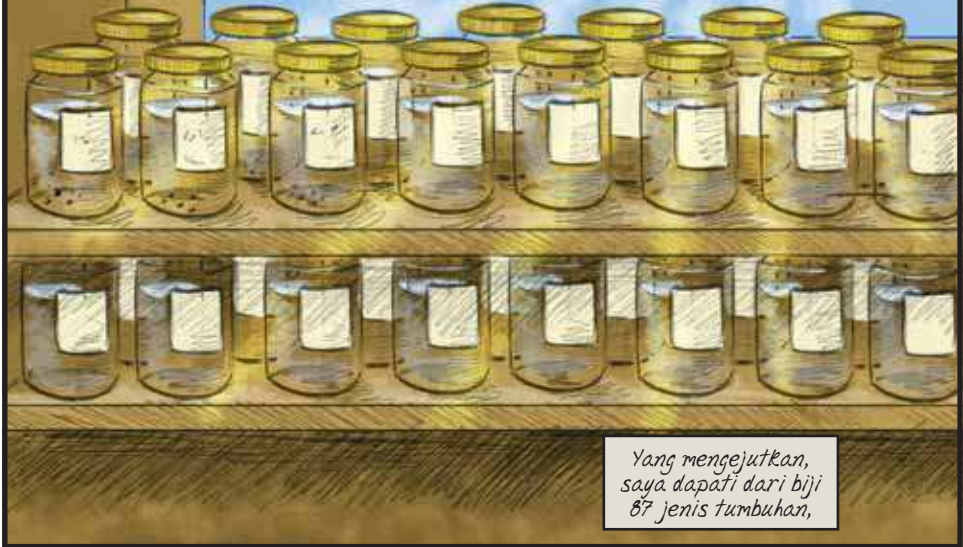
Kepada: J. Henslow,

28 Maret 1837

...Kapan-kapan saya ingin mencari tahu jumlah spesies tumbuhan di Kepulauan Galapagos dan Keeling, dan di Keeling saya ingin meneliti apakah biji tumbuhan bisa tidak rusak setelah mengapung di air garam...

Oleh sebab itu, menurut saya dan banyak ahli alam lain, pandangan bahwa tiap spesies terbentuk di satu daerah saja, dan sesudahnya bermigrasi dari tempat itu sejauh dimungkinkan kemampuannya bermigrasi dan bertahan hidup dalam kondisi masa lalu dan masa kini, adalah yang paling masuk akal.

Sebelum saya melakukan beberapa percobaan dengan dibantu Tn. Berkeley, tidak diketahui sejauh mana biji tumbuhan bisa menahan kerusakan akibat terendam air laut.



Yang mengejutkan, saya dapati dari biji 87 jenis tumbuhan,



64 bisa tumbuh setelah direndam 28 hari, dan segelintir bahkan tetap hidup setelah direndam 137 hari.



Kecepatan rata-rata arus Samudra Atlantik adalah 50 kilometer per hari (sebagian arus berkecepatan sampai 97 kilometer per hari).



Berdasarkan kecepatan rata-rata itu, biji 141.100 tumbuhan penghuni satu tempat bisa terhanyut melewati 1.500 kilometer di laut, dan bila mendarat dan terbawa ke tempat yang memungkinkan, mereka bisa tumbuh.

Biji kadang-kadang bisa terbawa jauh dengan cara lain.



Burung selalu bisa menjadi pembawa biji yang efektif.



Dalam dua bulan, di Kebun saya temukan 12 jenis biji dalam kotoran burung-burung kecil dalam keadaan tidak rusak, dan sebagiannya bisa tumbuh ketika ditanam.

Walau paruh dan kaki burung biasanya bersih, terkadang ada tanah menempel.

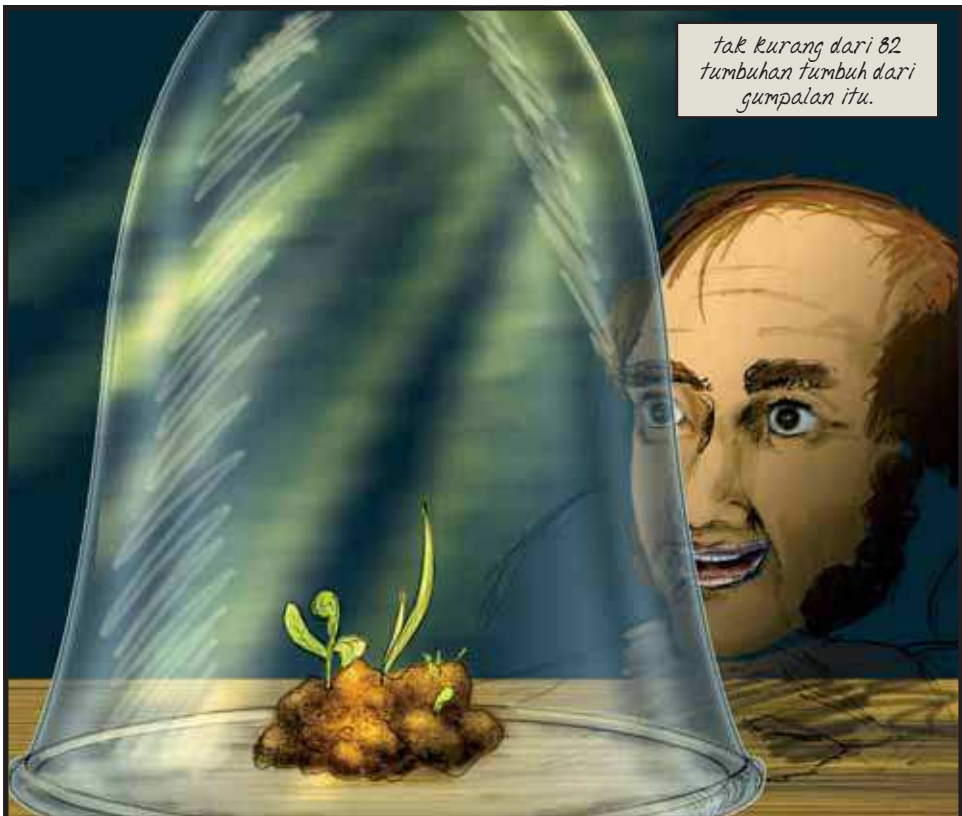




Prof. Newton mengirim saya kaki Puyuh Berkaki Merah... yang ditemplei segumpal tanah, seberat enam setengah ons.



Gumpalan tanahnya disimpan selama tiga tahun, namun ketika dipecah, dibasahi, dan ditaruh di bejana kaca...



tak kurang dari 82 tumbuhan tumbuh dari gumpalan itu.

Ketika pertama kali mengumpulkan hewan di perairan tawar Brazil, saya ingat merasakan sangat terkejut karena serangga dan keong air tawarnya sangat mirip dengan yang ada di Britania, sementara hewan darat lainnya sangat tak mirip.



Karena danau dan sungai saling terpisahkan daratan, maka boleh jadi terpikir bahwa makhluk air tawar tak bakal menyebar luas dalam daerah yang sama,

SELANDIA BARU



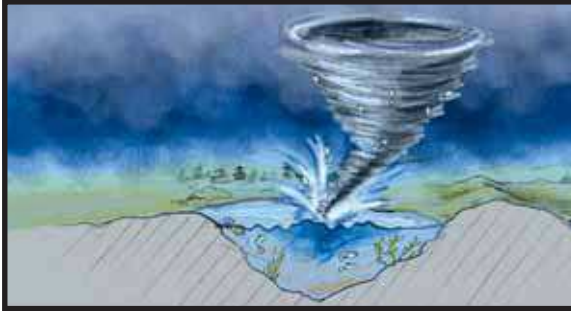
dan karena laut merupakan rintangan yang jauh lebih besar, kiranya makhluk air tak mampu menyebar jauh ke seberang lautan.

Tapi Dr. Gunther baru-baru ini menunjukkan bahwa ikan air tawar Galaxias attenuatus menghuni Tasmania, Selandia Baru, Kepulauan Falkland, dan benua Amerika Selatan. Dulu dipercaya bahwa spesies air tawar yang sama tidak pernah ada di dua benua yang berjauhan.

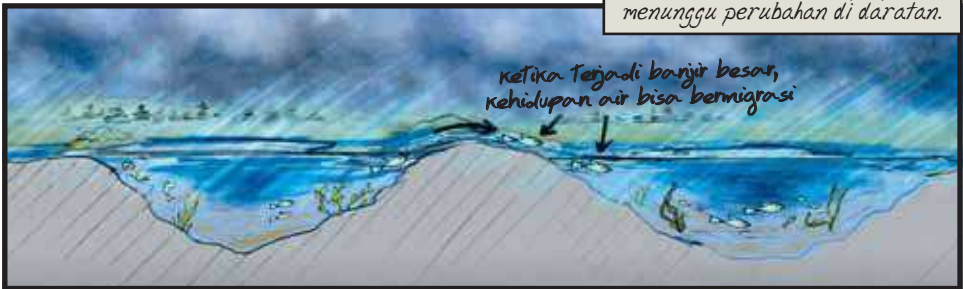
Mungkin saja makhluk-makhluk air tawar itu berpindah secara tidak disengaja.



Kadang-kadang angin puting beliung bisa membawa ikan hidup yang kemudian dijatuhkan di tempat-tempat yang jauh.

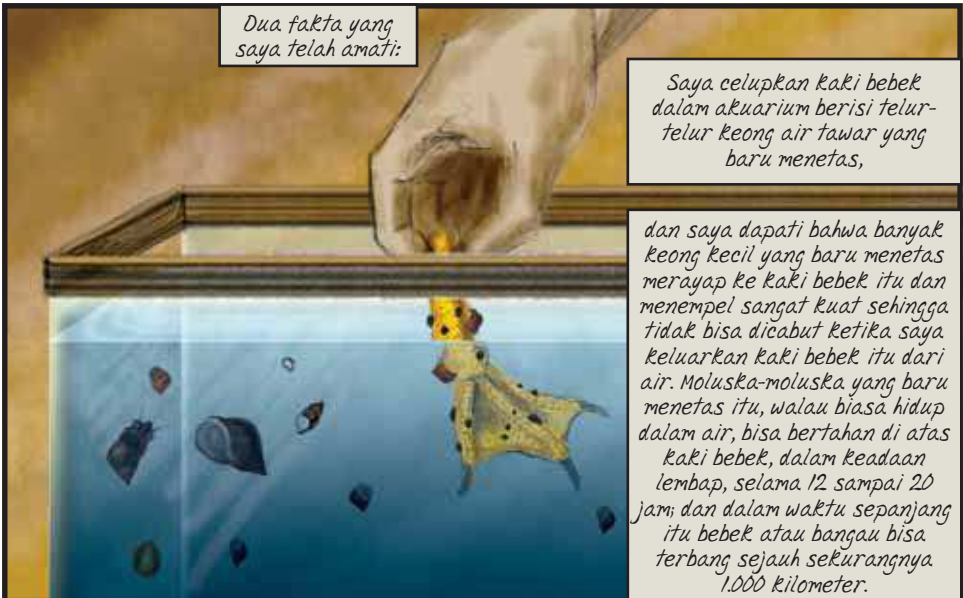


Tapi persebaran mereka utamanya bisa diterangkan sehubungan dengan perubahan tinggi daratan, sehingga aliran sungai berubah dan saling menyatu. Banjir juga dapat menyebarkan makhluk air tawar, tanpa perlu menunggu perubahan di daratan.



ketika terjadi banjir besar, kehilangan air bisa bermigrasi

Dua fakta yang saya telah amati:



Saya celupkan kaki bebek dalam akuarium berisi telur-telur keong air tawar yang baru menetas,

dan saya dapati bahwa banyak keong kecil yang baru menetas merayap ke kaki bebek itu dan menempel sangat kuat sehingga tidak bisa dicabut ketika saya keluarkan kaki bebek itu dari air. Moluska-moluska yang baru menetas itu, walau biasa hidup dalam air, bisa bertahan di atas kaki bebek, dalam keadaan lembap, selama 12 sampai 20 jam; dan dalam waktu sepanjang itu bebek atau bangau bisa terbang sejauh sekurangnya 1.000 kilometer.

Terkait ketiadaan ordo-ordo hewan tertentu di pulau-pulau samudra,

BARON JEAN BAPTISTE
GENEVÈVE MARCELLIN
BORY DE SAINT-
VINCENT, AHLI ALAM
PRANCIS

PULAU REUNION

Baron St. Vincent dulu mengatakan bahwa amfibi (katak, kodok, newt) tak pernah ditemukan di pulau-pulau yang tersebar di samudra.

Saya telah bersusah-payah memeriksa kebenarannya, dan menemukan bahwa pernyataan itu memang berlaku, dengan pengecualian Selandia Baru, Kaledonia Baru, Kepulauan Andaman, dan mungkin Kepulauan Solomon serta Seychelles.

KEPULAUAN GALAPAGOS

Ketiadaan katak, kodok, dan newt di banyak pulau samudra tak bisa dijelaskan sehubungan dengan keadaan fisik alam: malah pulau-pulau itu terkesan cocok bagi hewan-hewan tersebut,

karena katak telah didatangkan ke pulau-pulau Madeira, Azores, dan Mauritius, lalu berkembangbiak tanpa batas di sana sehingga menjadi hama.

TELUR KATAK
SEHAT DALAM
AIR TAWAR

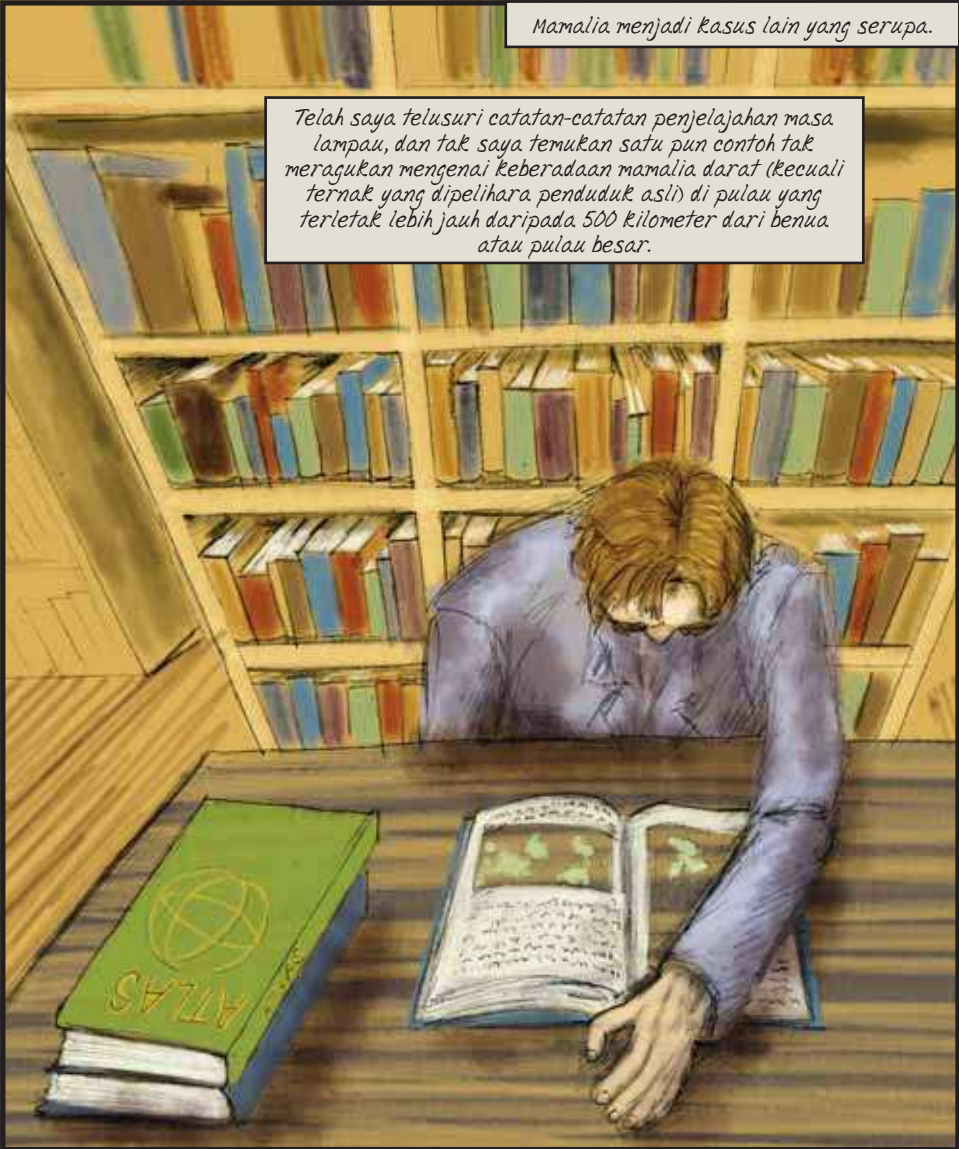
TELUR KATAK
DALAM AIR
GARAM

TELUR KATAK
DI LUAR AIR

Tapi karena hewan-hewan tersebut berikut telurnya langsung mati kalau masuk ke air laut (dengan pengecualian satu spesies India), kiranya sukar bagi mereka menyeberangi laut, dan sebab itu kita bisa pahami mengapa mereka tak ada di pulau-pulau samudra.

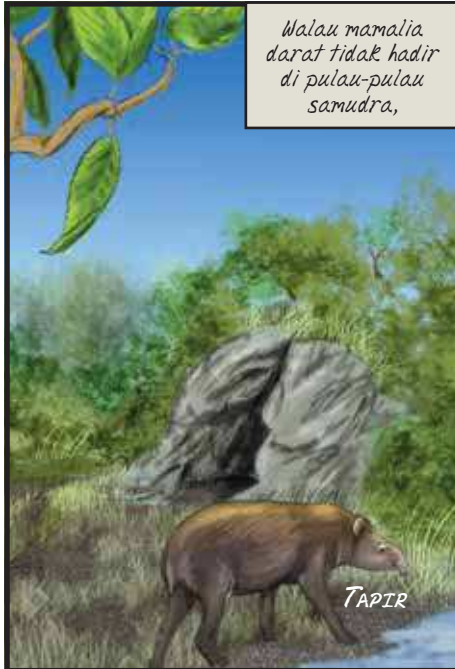


Tapi, berdasarkan teori penciptaan, kiranya amat sulit menjelaskan mengapa katak dan kodok tidak diciptakan di pulau-pulau itu.



Mamalia menjadi kasus lain yang serupa.

Telah saya telusuri catatan-catatan penjelajahan masa lampau, dan tak saya temukan satu pun contoh tak meragukan mengenai keberadaan mamalia darat (kecuali ternak yang dipelihara penduduk asli) di pulau yang terletak lebih jauh daripada 500 kilometer dari benua atau pulau besar.



Walau mamalia darat tidak hadir di pulau-pulau samudra,

TAPIR



mamalia penerbang justru ada di hampir tiap pulau.

Boleh ditanyakan, mengapa kekuatan pencipta hanya menciptakan kelelawar dan bukan mamalia lain di pulau-pulau terpencil?

Selandia Baru memiliki dua spesies kelelawar yang tak ditemukan di tempat lain di dunia: Kepulauan Norfolk, Viti, Bonin, Caroline, Marianne, dan Mauritius masing-masing punya spesies kelelawar khas.



Berdasarkan pandangan saya, pertanyaan itu bisa dijawab dengan mudah:



karena tidak ada mamalia darat yang mampu menyeberangi laut yang cukup lebar,



tapi kelelawar bisa terbang melewatinya.

Kesamaan tumbuhan dan hewan di puncak-puncak gunung, yang satu sama lain terpisah ratusan kilometer dataran rendah yang tak bisa dihuni spesies gunung, adalah contoh kasus paling mencolok mengenai spesies yang sama hidup di tempat-tempat yang berjauhan, dan seolah tidak ada kemungkinan mereka bermigrasi dari satu titik ke titik lain.



Memang sungguh menakjubkan dapat melihat banyak sekali spesies tumbuhan yang sama hidup di daerah bersalju Pegunungan Alpen atau Pirenea, dan di Eropa paling utara.



Tapi yang jauh lebih menakjubkan adalah bahwa tetumbuhan di White Mountains, Amerika Serikat, sama dengan tetumbuhan di Labrador, dan menurut Asa Gray hampir sama dengan tetumbuhan di gunung-gunung tertinggi Eropa.



Ada segala macam bukti, organik dan anorganik, bahwa dalam periode geologis yang belum lama lewat,

New York
13.000
Tahun lalu

Eropa tengah dan Amerika utara mengalami iklim kutub.

135.000 TAHUN LALU

IKLIM MIRIP SEKARANG



Selagi iklim dingin datang, dan makin banyak daerah selatan yang menjadi cocok untuk penghuni utara, maka penghuni utara pun mengambil tempat para mantan penghuni zona iklim sedang.

21.000 TAHUN LALU



Pada waktu yang sama, penghuni zona iklim sedang berpindah makin ke selatan; apabila bertemu rintangan, mereka punah. Gunung-gunung kiranya tertutup salju dan es, dan penghuni puncaknya turun ke dataran rendah. Ketika iklim dingin mencapai titik puncak, kiranya fauna dan flora kutub telah tersebar ke Eropa tengah, terus ke selatan sampai Pegunungan Alpen dan Pirenea, bahkan sampai Spanyol.

SEKARANG

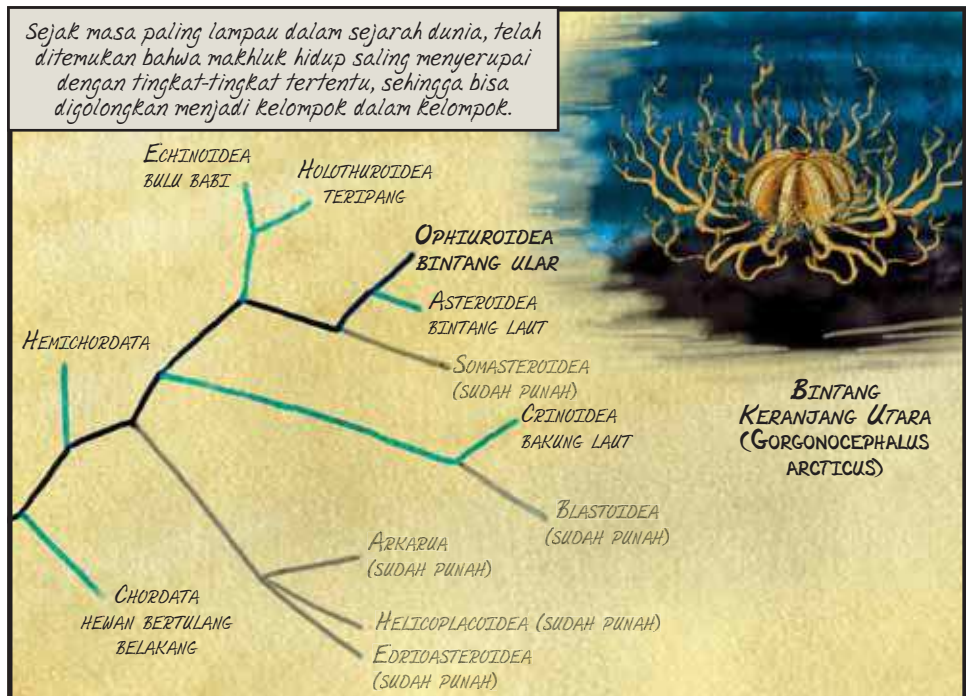


Dan selagi salju meleleh di kaki gunung, makhluk hidup kutub bakal mengikuti tanah yang baru bebas beku, naik ke puncak, selagi iklim makin hangat dan salju mundur ke puncak gunung, sementara saudara-saudara mereka kembali ke utara. Sebab itu, ketika iklim hangat telah kembali, spesies yang sama, yang sebelumnya tersebar di dataran rendah Eropa dan Amerika, bakal kembali ditemukan di daerah arktik Dunia Lama dan Dunia Baru, serta di banyak puncak gunung yang berjauhan.

BAB 14

KEKERABATAN ANTAR MAKHLUK HIDUP: MORFOLOGI: EMBRIOLOGI: ORGAN SISA

DI SINI SAYA HENDAK MENARIK PERHATIAN ANDA KE BERBAGAI BIDANG YANG MEMILIKI BUKTI SEJARAH KESAMAAN SILSILAH SEMUA ORGANISME, DAN PENTINGNYA PERAN SELEKSI ALAM DALAM MENCIPTAKAN CABANG-CABANG BARU DI POHON SILSILAH KEHIDUPAN.



Klasifikasi tersebut tak bersifat manasuka seperti pengelompokan bintang dalam rasi.



Pengelompokan makhluk hidup kiranya bakal jadi urusan sederhana...



Satu kelompok hanya makan daging, yang lain makan tumbuhan, dan seterusnya.

...bila satu kelompok hanya sesuai untuk menghuni daratan...

...dan kelompok lain menghuni perairan.

Tapi kenyataannya amat berbeda,



ENSATINA
ESCHSCHOLTZII
SUBSPESIES
OREGONENSIS

Karena sudah lazim diketahui bagaimana anggota-anggota kelompok yang sama pun bisa punya beragam perilaku.

SALAMANDER ENSATINA ESCHSCHOLTZII, SUBSPESIES OREGONENSIS, MENYEBAR KE SELATAN,



E. E. PICOTA

MEMISAH MENGHINDARI LEMBAH TENGAH CALIFORNIA YANG KERING.



E. E. PLATENSIS

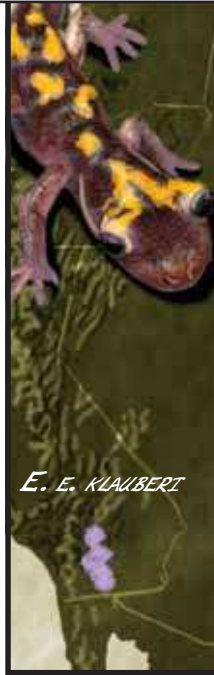
DAN PECAHAN POPULASINYA TERTISOLASI JAJARAN PEGUNUNGAN CALIFORNIA.



E. E. KANTHOPTICA



E. E. ESCHSCHOLTZEI



E. E. KLAUBERTI



E. E. CROCEATER

MENUJU SPESIASI



Varietas atau calon spesies yang muncul dengan cara demikian ujung-ujungnya berubah menjadi spesies baru yang terpisah; dan spesies-spesies baru, berdasarkan kaidah pewarisan sifat, cenderung menghasilkan lagi spesies baru yang unggul... Ciri-cirinya cenderung terus berubah.

SESUDAH TERTISOLASI JAJARAN PEGUNUNGAN, SEBAGIAN SPESIES *ENSATINA* TAK LAGI BISA SALING KAWIN DI ALAM, BIARPUN DAERAH PERSEBARAN MEREKA TUMPANG-TINDIH.

Tak diragukan lagi bahwa sistem pengelompokan yang demikian itu memang cocok dan berguna.

Tapi banyak ahli alam yang berpikir bahwa ada makna lain dalam Sistem Alam; mereka percaya bahwa Sistem Alam mengungkap rencana Sang Pencipta; kecuali kalau dijelaskan apakah keteraturan dalam waktu atau ruang, atau hal lain, dianggap sebagai rencana Sang Pencipta, bagi saya tampaknya pendapat demikian tak menambah apa-apa bagi pengetahuan kita.

Kupu-kupu Raja Afrika
(*Danaus chrysippus*)

Kupu-kupu Peniru
(*Papilio dardanus form lamborni*)

Anjing domestik
(*Canis lupus familiaris*)

Serigala Tasmania yang sudah punah
(*Thylacinus cynocephalus*)

Sistem Alam didasarkan kepada penurunan dengan modifikasi; ciri-ciri yang oleh ahli alam dianggap menunjukkan kekerabatan sejati antara dua spesies atau lebih adalah yang diwarisi dari satu leluhur bersama, karena seluruh klasifikasi sejati bersitat genealogis; kesamaan silsilah itulah ikatan tersembunyi yang telah dicari tanpa disadari oleh para ahli alam, bukan semacam rencana penciptaan yang belum diketahui.

Barangkali pada kasus-kasus tersebut kaidah yang dulu disebut variasi analog seringkali berlaku; yaitu, anggota-anggota kelompok yang sama, biarpun kekerabatannya tak dekat, mewarisi begitu banyak persamaan ciri tubuh sehingga ketika mengalami keadaan yang sama mereka cenderung berubah dengan cara yang sama; dan kiranya itu bakal membantu munculnya bagian-bagian tubuh atau organ-organ yang sangat mirip satu sama lain lewat seleksi alam, yang tidak diwarisi dari leluhur bersama.

KEMIRIPAN ANALOG



Satu contoh bagus ditunjukkan kemiripan rahang anjing dan rahang serigala Tasmania atau *Thylacinus*—hewan-hewan yang jauh jaraknya dalam sistem alam. Tapi kemiripan itu hanya pada tampilan umum saja, seperti pada taring besar dan geraham yang berbentuk pemotong.

Gigi anjing dan gigi serigala Tasmania sebenarnya banyak bedanya: pada anjing, di tiap sisi rahang atas ada empat geraham depan dan dua geraham; sementara *Thylacinus* punya tiga geraham depan dan empat geraham.

Kupu-kupu tertentu meniru spesies lain yang berbeda, seperti pertama kali dijabarkan Tn. Bates. Ketika peniru dan yang ditiru ditangkap dan dibandingkan, maka didapati bahwa struktur dasarnya berbeda.

TAK ENAK DIMAKAN

PENIRU



PAPILIO POLYMNESTOR



P. MEMNON POLYMNESTOROIDES



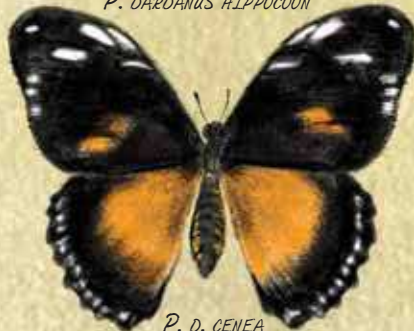
AMAURIS NIAVIUS



P. DARDANUS HIPPOCOON



AMAURIS ECHERIA



P. D. CENEA



DANAUS CHRYSIPPUS



P. D. LAMBERTI

Peniru dan yang ditiru selalu menghuni daerah yang sama; tak pernah kita temukan peniru hidup terpisah dari bentuk yang ditirunya.



SERTIWANG
AFRIKA
(TERPSIPHONA
VIRIDIS)

Para ahli alam pun
keheranan; mengapa alam
perlu menggunakan tipuan
seni panggung?



Namun boleh ditanyakan,
mengapa bentuk-bentuk
tertentu ditiru dan bentuk-
bentuk lain meniru?

DANAUS CHRYSIPPUS

P. D. LAMBORNI

Bentuk-bentuk yang ditiru, yang selalu
berjumlah besar, pasti telah sering meng-
hindari kemusnahan, kalau tidak, mustahil
mereka ada dalam jumlah besar;



dan sekarang sudah terkumpul banyak bukti yang
menunjukkan bahwa mereka tidak enak bagi burung
dan hewan pemakan serangga lain.



P. D. LAMBORNI

KEMIRIPAN ANATOMI



Profesor Haeckel... baru-baru ini berbagi pengetahuan untuk menjelaskan apa yang dia sebut filogeni, atau garis keturunan semua makhluk hidup. Dalam menyusun silsilah makhluk hidup, dia utamanya mengandalkan ciri embriologis, namun dibantu pula organ homolog dan rudimenter (tak berkembang sempurna), juga urutan kemunculan berbagai bentuk kehidupan untuk pertama kali di lapisan-lapisan bumi...

Telah kita lihat bahwa anggota-anggota kelompok yang sama, tanpa memandang kebiasaan hidup mereka, mirip satu sama lain pada rancangan umum tubuhnya. Kemiripan itu sering disebut dengan istilah "kesatuan tipe" (unity of type); atau dengan menyatakan bahwa berbagai bagian dan organ di berbagai spesies bersifat homolog... Itu salah satu cabang sejarah alam yang paling menarik, dan nyaris bisa dikatakan sebagai jiwanya.



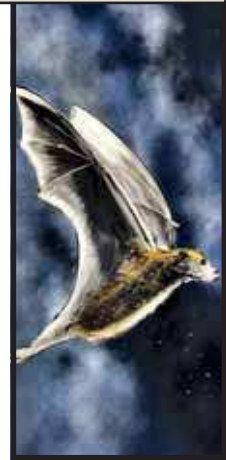
TIKUS MONDOK



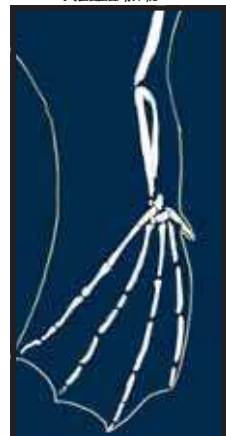
MANUSIA



PAUS PEMBUNUH

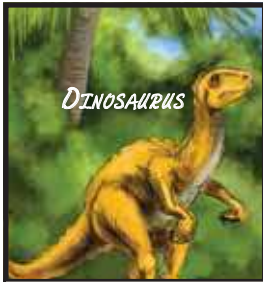


KELELAWAR



Mungkinkah ada yang bisa lebih membuat penasaran daripada tangan manusia yang berguna untuk menggenggam; tangan tikus mondok untuk menggali; kaki depan kuda, sirip depan paus, dan sayap kelelawar, yang semuanya dibangun berdasarkan pola yang sama, dan terdiri atas tulang-tulang yang sama, di posisi relatif yang sama?...

Geoffroy St. Hilaire telah menegaskan amat pentingnya posisi relatif atau hubungan antarbagian pada organ homolog; bagian-bagiannya boleh berbeda bentuk dan ukuran sebanyak apapun, tapi tetap saling terhubung dengan cara yang sama, tak berubah. Contohnya, tak pernah kita temukan tulang lengan atas dan lengan bawah, atau tulang paha dan betis, yang tertukar posisinya....



DINOSAURUS



DUYUNG



KATAK



GORILA

Kita lihat hukum umum yang sama pada rancang bangun mulut serangga: apa yang bisa lebih beragam daripada belalai spiral panjang ngengat sphinx, belalai lipát lebah dan kutu, atau rahang besar kumbang? Namun segala organ tersebut, yang melakukan beragam fungsi, dibentuk dari modifikasi bibir atas, rahang bawah, dan dua pasang rahang atas.



TAWON



NGENGAT



LALAT

Mengapa otak mesti terlindungi kotak yang terdiri atas banyak keping tulang berbentuk ganjil, yang kelihatan menyerupai ruas tulang belakang?...

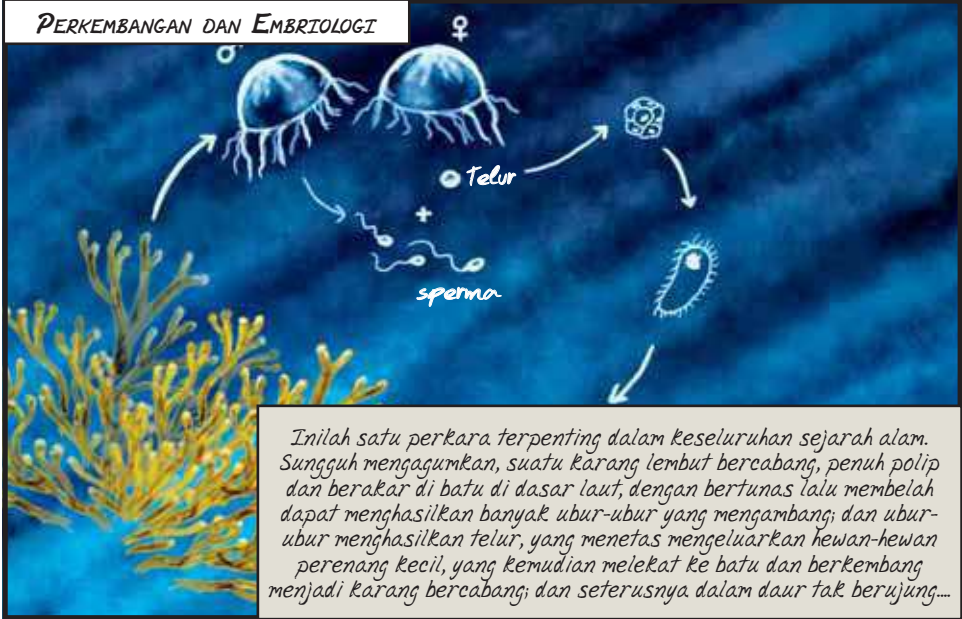


Mengapa tulang-tulang yang sama diciptakan untuk membentuk sayap dan kaki kelelawar, yang digunakan untuk tujuan amat berbeda yaitu terbang dan berjalan?...

Mengapa kelopak, mahkota, benang sari, dan putik bunga, yang masing-masing punya kegunaan berbeda, dibangun berdasarkan pola yang sama?

Berdasarkan pandangan biasa yaitu penciptaan terpisah tiap makhluk, kita hanya bisa mengatakan bahwa demikianlah adanya; bahwa Sang Pencipta berkenan membentuk semua hewan dan tumbuhan dalam tiap kelompok besar menurut rancangan yang seragam; tapi itu bukan penjelasan ilmiah.

PERKEMBANGAN DAN EMBRIOLOGI



Inilah satu perkara terpenting dalam keseluruhan sejarah alam. Sungguh mengagumkan, suatu karang lembut bercabang, penuh polip dan berakar di batu di dasar laut, dengan bertunas lalu membelah dapat menghasilkan banyak ubur-ubur yang mengambang; dan ubur-ubur menghasilkan telur, yang menetas mengeluarkan hewan-hewan perenang kecil, yang kemudian melekat ke batu dan berkembang menjadi karang bercabang; dan seterusnya dalam daur tak berujung...

Telah dinyatakan bahwa berbagai bagian di satu individu, yang mirip satu sama lain pada awal masa embrionik, berubah menjadi sangat beragam dan melakukan berbagai fungsi setelah dewasa.



Juga telah ditunjukkan bahwa biasanya embrio spesies-spesies berbeda yang termasuk satu kelompok sangat mirip satu sama lain, tapi ketika sudah berkembang sempurna menjadi amat berbeda.

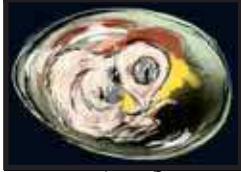


Tak ada bukti lebih baik daripada pernyataan Von Baer bahwa "embrio mamalia, burung, kadal, dan ular, mungkin juga kura-kura, pada tahap awal sangat mirip satu sama lain, baik secara keseluruhan maupun dalam cara perkembangan bagian-bagiannya..."

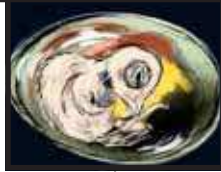


Saya punya dua embrio yang diawetkan dalam alkohol... mungkin keduanya embrio kadal atau burung kecil, atau mamalia; [embrio hewan-hewan itu] mirip sekali dalam hal pembentukan kepala dan batang tubuh..."

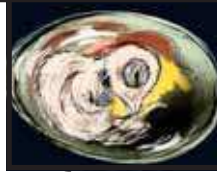
Ada contoh hukum kemiripan embrionik yang kadang-kadang bertahan sampai tahap cukup dewasa: bulu anak burung-burung satu genus seringkali mirip, seperti kita lihat pada bulu berbintik anak burung kelompok anis (genus *Turdus*).



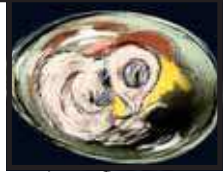
ANIS PEINYANGI



ANIS HITAM



ROBIN MERAH



ANIS JELAGA



ORGAN SISA, TER-ATROFI, DAN BATAL TUMBUH



Organ atau bagian tubuh dalam keadaan aneh seperti ini, yang menunjukkan ketidakbergunaan, amat lazim di seluruh alam...



Pada mamalia, misalnya, pejantan punya puting yang tak berfungsi;



pada ular, sebelah paru-parunya tak berkembang...



Adakah yang lebih mengherankan daripada keberadaan gigi pada janin paus, yang setelah tumbuh jadi dewasa tak punya satu pun gigi di dalam kepalanya?...

Organ-organ sisa seringkali masih bisa berguna: kadang-kadang puting mamalia jantan bisa berkembang dan mengeluarkan susu.



LAKI-LAKI
PENGHASIL SUSU



Sayap penguin amat berguna sebagai alat berenang; sebab itu, mungkin saja sayap penguin menyerupai keadaan sayap purba... tapi lebih mungkin apabila sayap penguin adalah organ yang tereduksi, dan berubah untuk fungsi baru;



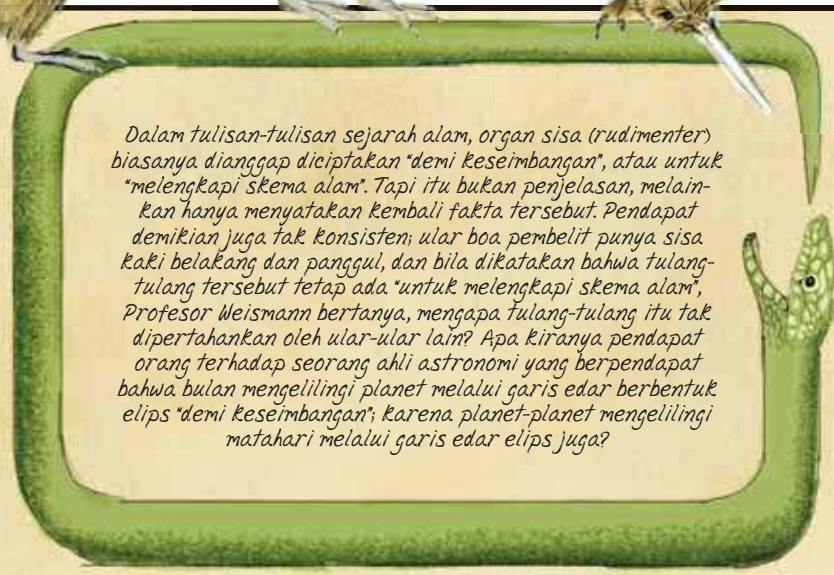
Di pihak lain, sayap Kiwi (Apteryx), benar-benar tak berguna dan sungguh-sungguh merupakan organ sisa.



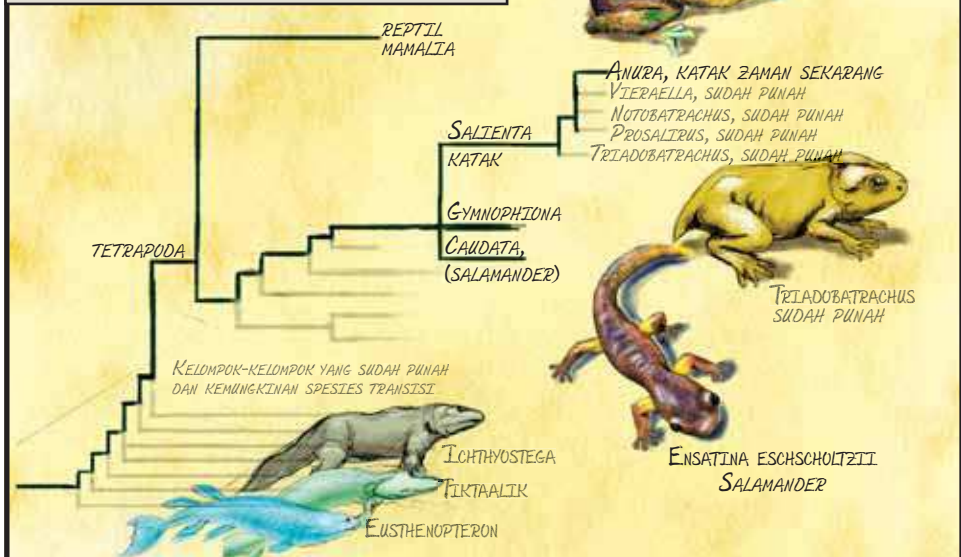
APTERYX



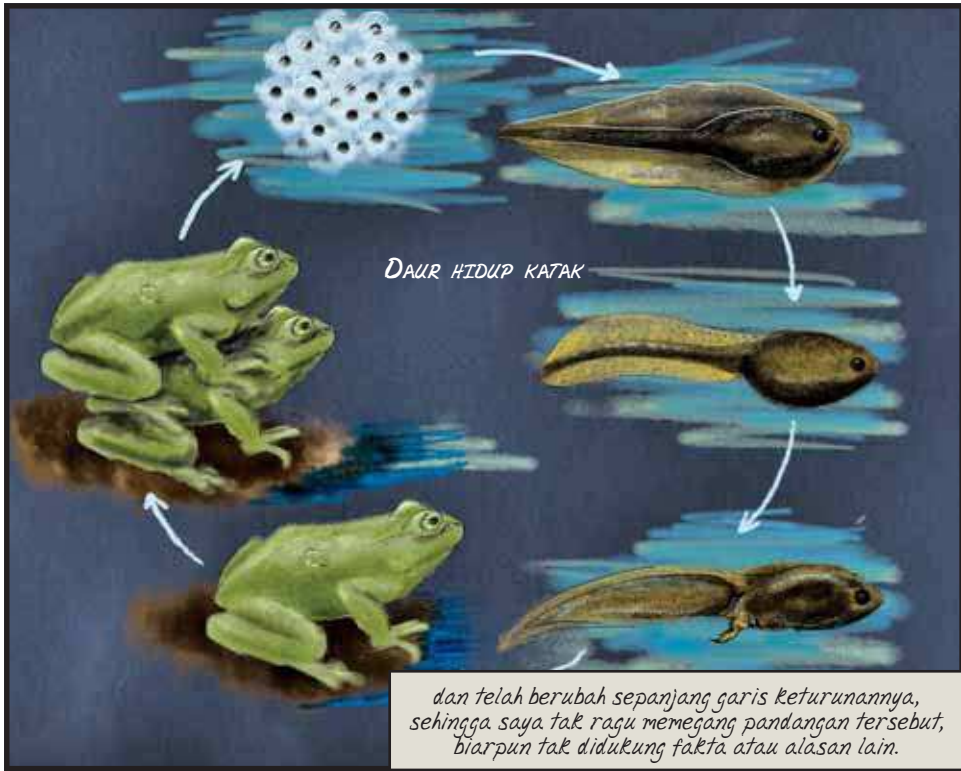
Dalam tulisan-tulisan sejarah alam, organ sisa (rudimenter) biasanya dianggap diciptakan " demi keseimbangan", atau untuk "melengkapi skema alam". Tapi itu bukan penjelasan, melainkan hanya menyatakan kembali fakta tersebut. Pendapat demikian juga tak konsisten; ular boa pembelit punya sisa kaki belakang dan panggul, dan bila dikatakan bahwa tulang-tulang tersebut tetap ada " untuk melengkapi skema alam", Profesor Weismann bertanya, mengapa tulang-tulang itu tak dipertahankan oleh ular-ular lain? Apa kiranya pendapat orang terhadap seorang ahli astronomi yang berpendapat bahwa bulan mengelilingi planet melalui garis edar berbentuk elips " demi keseimbangan"; karena planet-planet mengelilingi matahari melalui garis edar elips juga?



Beberapa kelompok fakta [morfologi, perkembangan dan embriologi, serta organ sisa] saya anggap menunjukkan dengan gamblang



bahwa begitu banyak spesies, genus, dan famili yang memenuhi dunia ini, dalam tiap kelompoknya, adalah keturunan leluhur bersama,



dan telah berubah sepanjang garis keturunannya, sehingga saya tak ragu memegang pandangan tersebut, biarpun tak didukung fakta atau alasan lain.

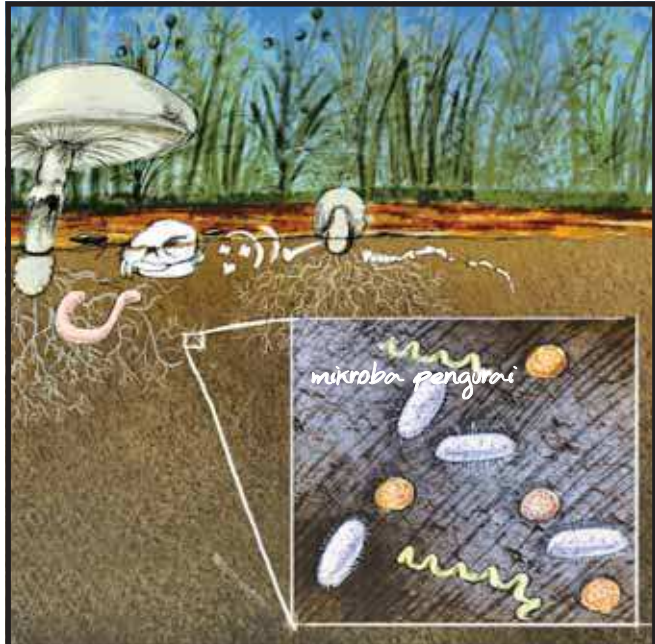
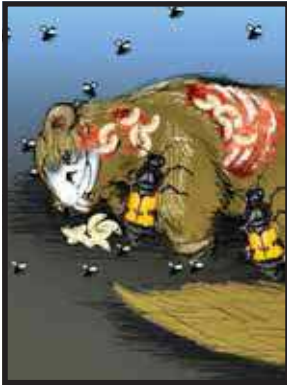
BAB 15

RANGKUMAN DAN KESIMPULAN

DI SINI, SETELAH MENYAJIKAN SEBANYAK MUNGKIN HASIL PENGAMATAN SAYA UNTUK MENOPANG PERKARA EVOLUSI, SAYA AKHIRI SATU ARGUMEN PANJANG MENGUSUNG PENURUNAN DENGAN MODIFIKASI DAN SELEKSI ALAM SEBAGAI KEKUATAN PENGGERAK EVOLUSI.



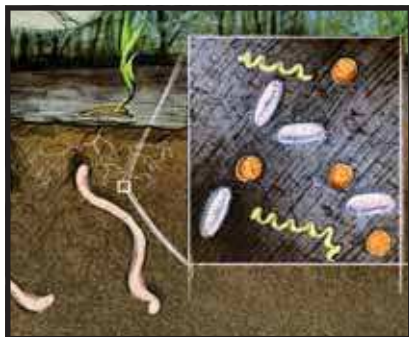
Sungguh menarik merenungkan suatu belukar kusut, tertutup berbagai jenis tumbuhan, dengan burung-burung yang bernyanyi di semak-semak, serangga berterbangan, dan cacing menggeliat menembus tanah lembap,



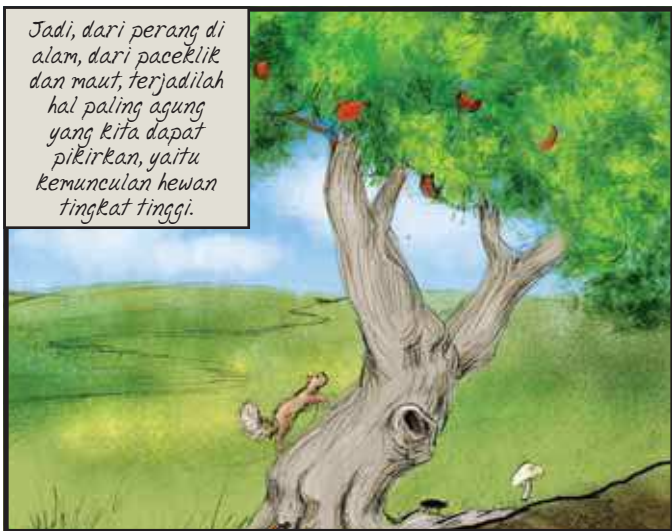
dan berpikir bahwa semua makhluk yang berbentuk apik itu, yang sangat beragam, dan saling tergantung dalam berbagai cara nan rumit, semuanya merupakan hasil berbagai hukum-hukum yang berlaku di sekeliling kita.



Hukum-hukum tersebut, secara garis besar, adalah Pertumbuhan dan Pembiaan; Pewarisan Sifat yang terkait dengan pembiakan; Keragaman akibat pengaruh langsung maupun tak langsung kondisi hidup, maupun karena penggunaan dan pengabaian: Laju Pertambahan yang tinggi sekali sehingga menimbulkan Perjuangan untuk Hidup, dan selanjutnya Seleksi Alam, yang menyebabkan Perubahan Ciri dan Kepunahan bentuk-bentuk yang kurang sesuai.



Jadi, dari perang di alam, dari pakeklik dan maut, terjadilah hal paling agung yang kita dapat pikirkan, yaitu kemunculan hewan tingkat tinggi.

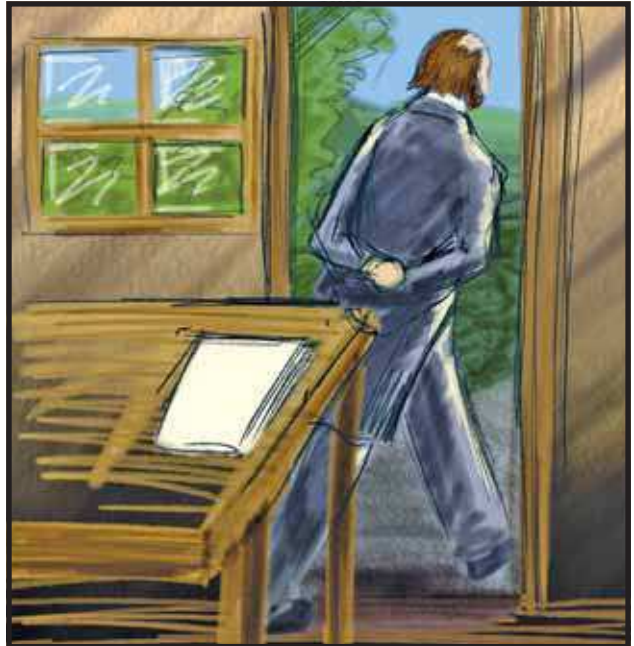
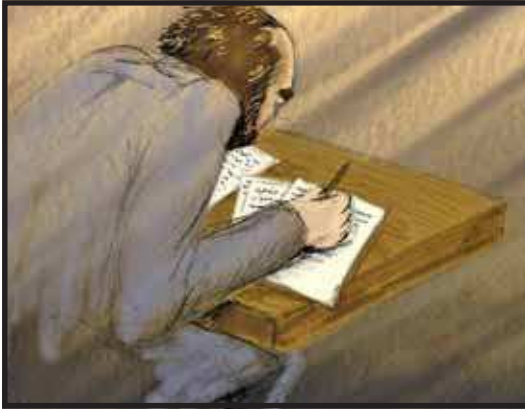




Ada keagungan dalam pandangan demikian terhadap kehidupan, lengkap dengan berbagai kehebatannya, yang awalnya telah diembuskan ke dalam satu atau beberapa bentuk oleh Sang Pencipta;



dan bahwa ketika planet ini terus berputar menurut hukum gravitasi, dari awal yang begitu bersahaja, tak terhitung bentuk kehidupan paling indah dan menakjubkan yang telah dan sedang berevolusi.





Bagian 3

Penutup

30 JUNI 1860

...Dan demikianlah, teori Darwin, apabila diuji dengan kaidah-kaidah sains induktif, runtuh. Fakta-fakta yang diajukan tidak mendukung teori itu. Kesimpulan-kesimpulan Tn. Darwin baru hipotesis, yang secara tak filosofis diangkat menjadi setingkat teori sebab-akibat.

TUJUH BULAN SESUDAH ASAL-USUL SPESIES TERBIT, TERJADI PERDEBATAN TERKENAL ANTARA PEMUKA AGAMA, YANG DIWAKILI USKUP OXFORD SAMUEL WILBERFORCE, DAN SAINS, YANG DIWAKILI T. H. HUXLEY DAN SIR JOSEPH HOOKER. CHARLES DARWIN SAKIT DAN TAK BISA HADIR.

Apakah Tn. Huxley, sebagai pakar anatomi perbandingan yang diakui, kiranya mau menanggapi Uskup Wilberforce?

Saya jelas-jelas hendak membela sains, tapi saya belum mendengar serangan terhadap sains!

Kalau ada orang yang mau menelusuri garis silsilahnya sampai menemukan kera sebagai kakeknya, mau tidak dia menelusuri garis silsilah neneknya sampai ke kera juga?

Tuan, kalau boleh...

Apapun yang dipercaya sebagian orang, saya tak akan memandangi monyet di kebun binatang sebagai leluhur saya, Tuan!



Kalau ditanya, apakah saya lebih suka punya kakek kera daripada manusia yang mendapat banyak anugerah bakat alami dan memiliki pengaruh tapi menggunakan bakat dan pengaruh itu untuk bercanda dan mengotok-otok dalam diskusi sains serius, maka saya tanpa ragu lebih suka jadi keturunan kera, Tuan!

Dengan adanya ASAL-USUL SPESIES, sekarang kita punya kerangka untuk memahami alam! Itulah kerangka untuk dapat membuka kunci misteri terdalam kehidupan dengan kekuatan akal kita!

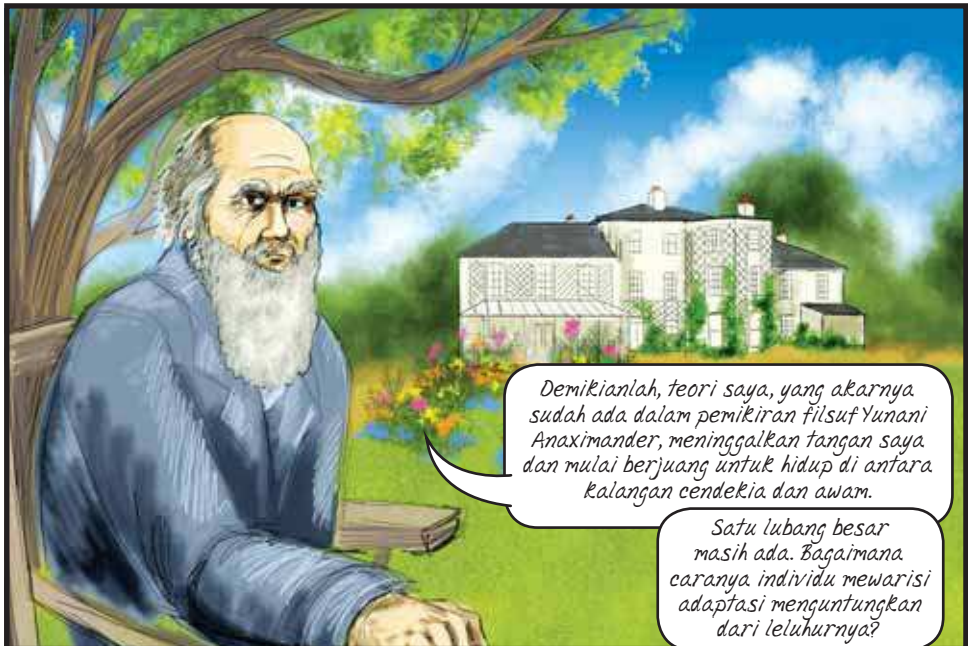


Saya juga lebih suka dianggap keturunan kera, Tuan!



Ya Tuhan!

Lady Brewster!



Demikianlah, teori saya, yang akarnya sudah ada dalam pemikiran filsuf Yunani Anaximander, meninggalkan tangan saya dan mulai berjuang untuk hidup di antara kalangan cendekia dan awam.

Satu lubang besar masih ada. Bagaimana caranya individu mewarisi adaptasi menguntungkan dari leluhurnya?

1865

RAHIB AUSTRIA
GREGOR MENDEL



Genius! Mengapa itu tak terpikirkan olehku?!



Ah, sudahlah!



Memang mengherankan! Penelitian saya, dengan ribuan tanaman kacang, tampak menunjukkan suatu hukum umum pewarisan sifat dari induk ke keturunan, yang sekarang belum dikenal.

Sebagaimana bakal dimengerti para ilmuwan kelak, Tn. Gregor Mendel memang telah menemukan hukum umum pewarisan sifat. Saya telah memahami proses evolusi. Dia, dengan percobaannya yang saksama, menunjukkan kepada kita bagaimana memahami pewarisan sifat sebagai wahana yang menggerakkan evolusi.

Pemahaman kita atas evolusi terus berkembang dan berbuah sesudahnya. Ribuan ilmuwan sedunia telah menyumbang kepada perkembangannya, begitu pula beberapa jenius, memperluas cahaya pengetahuan ke dalam kegelapan. Saya pergi meninggalkan banyak pekerjaan. Saya harus melihat sekilas masa depan.



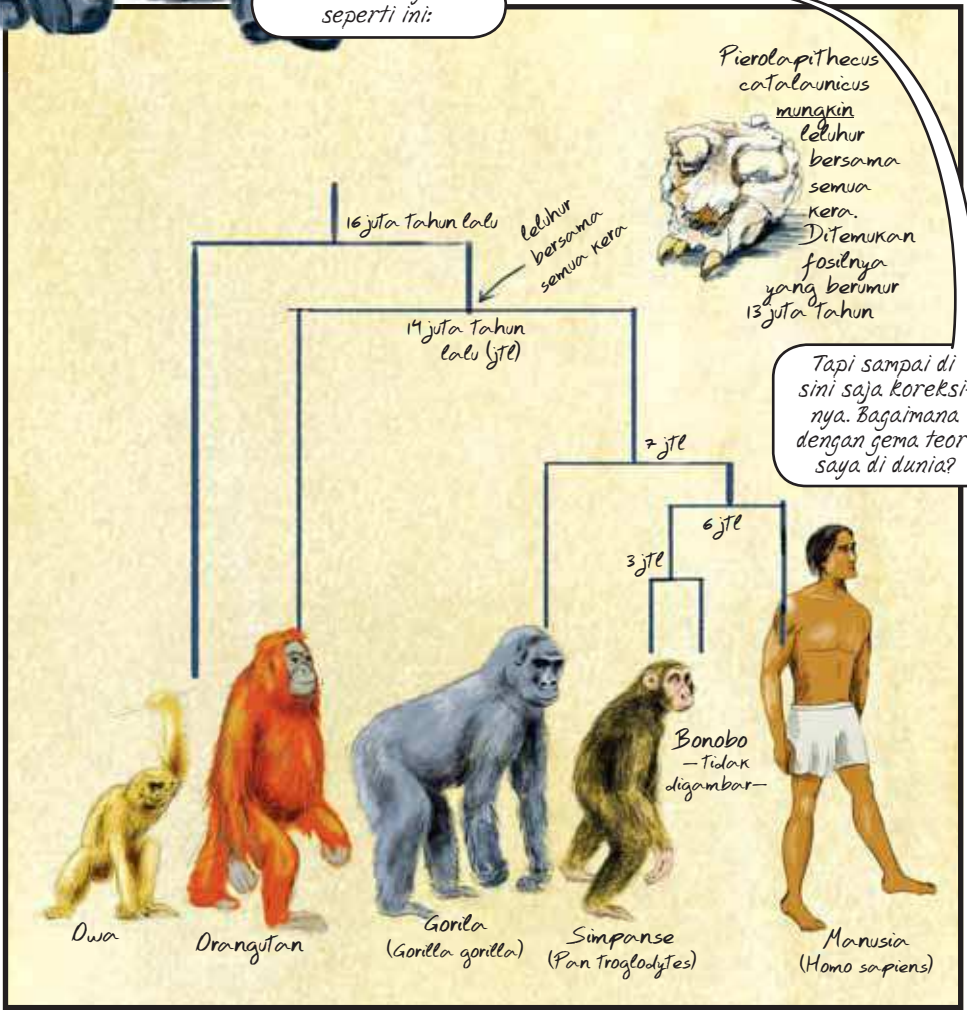
Sejumlah bukti baru akan segera berdatangan, untuk menghapus keraguan terhadap teori saya. Dan untuk sementara teori-teori baru akan bangkit menantang peran utama seleksi alam dalam penurunan dengan modifikasi.

Saya menyimpan semua kartun saya. Sudah lihat yang dimuat di Hornet ini?



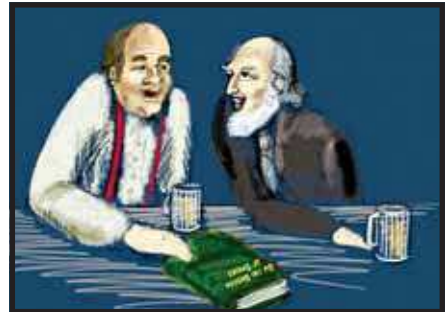
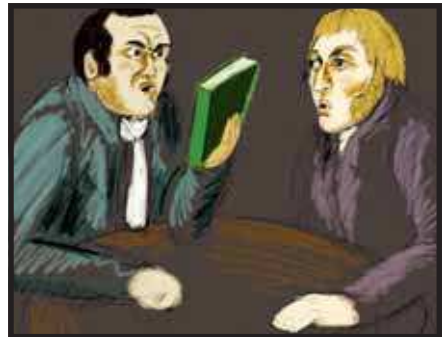
Kartun ini mengarah ke sesuatu yang tak pernah saya ajukan dalam teori saya, yakni bahwa manusia adalah keturunan langsung kera modern. Primata yang ada sekarang adalah produk evolusi dari leluhur yang hidup zaman dulu, sebagaimana kita. Kita bukan keturunan monyet zaman sekarang; kita semua keturunan satu leluhur bersama.

Sebenarnya seperti ini:





ARGUMEN PANJANG SAYA LANGSUNG TERJUAL HABIS KETIKA PERTAMA KALI TERBIT PADA NOVEMBER 1859, TERUS-MENERUS DICETAK ULANG, DAN MELALUI BEBERAPA EDISI BARU. TAPI GAGASANNYA TETAP SAMA: SEMUA MAKHLUK HIDUP BERASAL DARI SATU ATAU BEBERAPA LELUHUR BERSAMA PADA MASA LALU. SELANGI WAKTU BERLALU, SELEKSI ALAM MELESTARIKAN VARIASI PALING MENGUNTUNGAN DALAM SATU SPESIES SETIAP GENERASI. PENGUMPULAN CIRI UNGGUL MENGHASILKAN SPESIES BARU.



ASAL-USUL SPESIES TERBIT

1859

1859

GARIS WALLACE

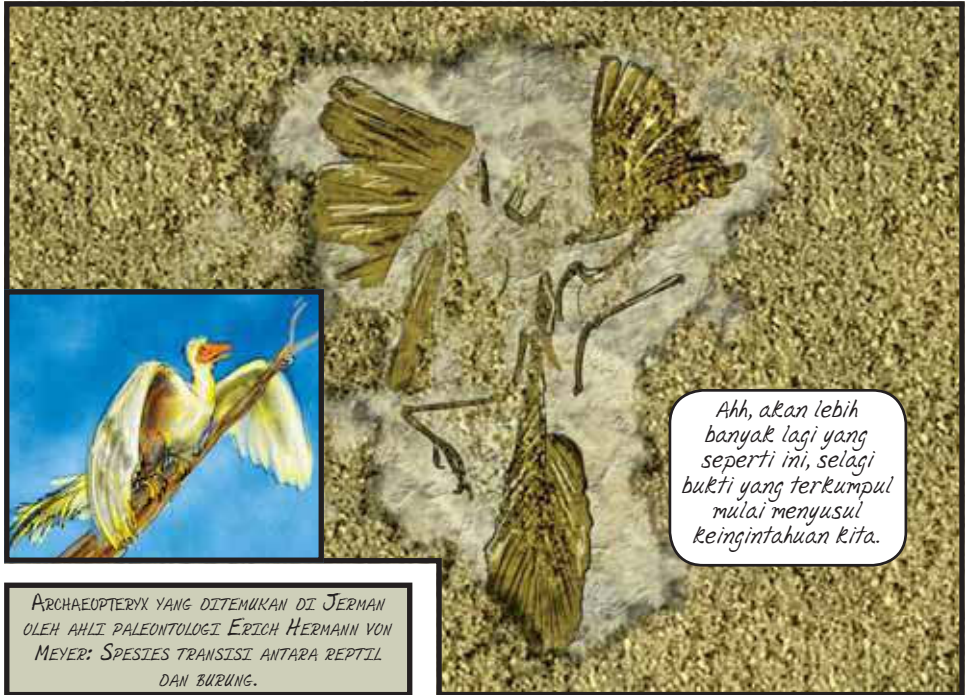


ALFRED RUSSEL WALLACE MENJABARKAN GARIS BATAS ANTARA FAUNA ASIA DAN AUSTRALIA, YANG KELAK DISEBUT GARIS WALLACE. GARIS WALLACE MEMBELAH KEPULAUAN NUSANTARA, YANG TERLETAK DI ANTARA DUA BENUA.



Penemuan menarik dari sahabat baik saya, Wallace. Itulah salah satu pengamatan utama yang merintis biogeografi, studi atas persebaran makhluk hidup di dunia.





Ahh, akan lebih banyak lagi yang seperti ini, selagi bukti yang terkumpul mulai menyusul keingintahuan kita.

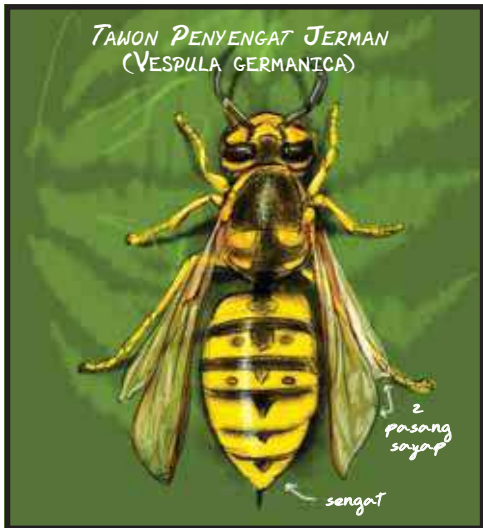
ARCHAEOPTERYX YANG DITEMUKAN DI JERMAN OLEH AHLI PALEONTOLOGI ERICH HERMANN VON MEYER: SPESIES TRANSISI ANTARA REPTIL DAN BURUNG.

FOSIL ARCHAEOPTERYX LITHOGRAPHICA

1861

1861

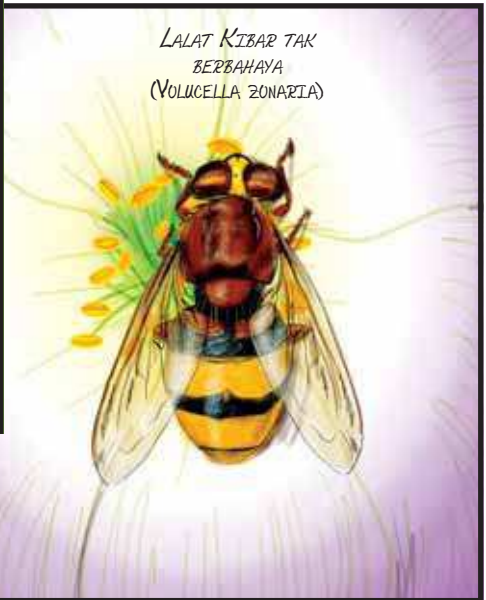
MIMIKRI BATESIAN



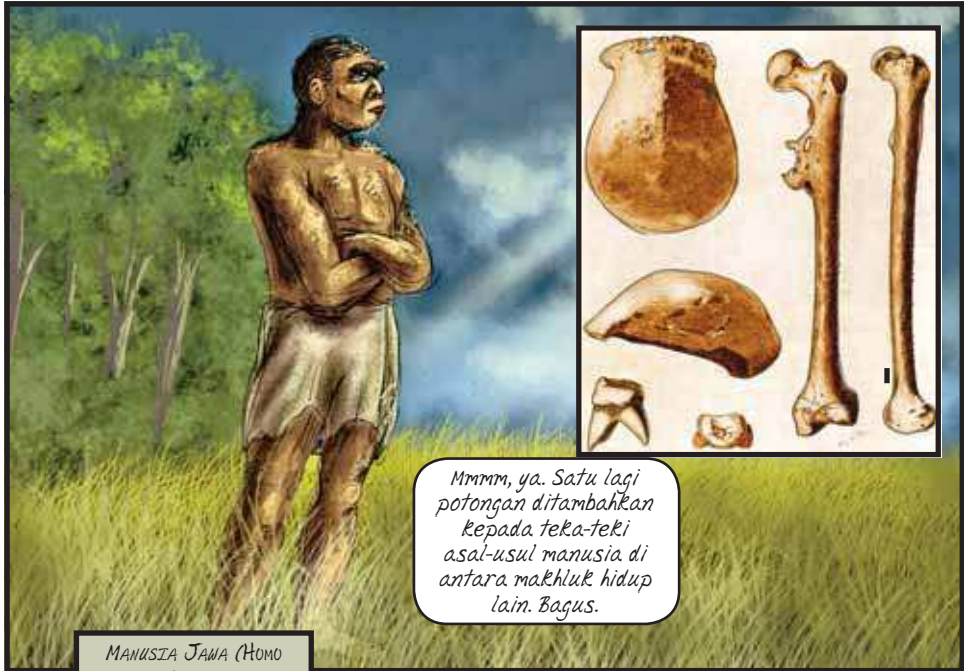
TAWON PENYENGAT JERMAN (VESPULA GERMANICA)

Sungguh subjek yang mengherankan. Betapa kerasnya alam bekerja apabila terancam sakitnya kematian!

HENRY WALTER BATES MENGUMUMKAN TEORI MIMIKRI-NYA, YAITU SATU SPESIES MENIRU PENAMPILAN SPESIES LAIN DEMI MELINDUNGI DIRI.



LALAT KIBAR TAK BERBAHAYA (VOLUCELLA ZONARIA)



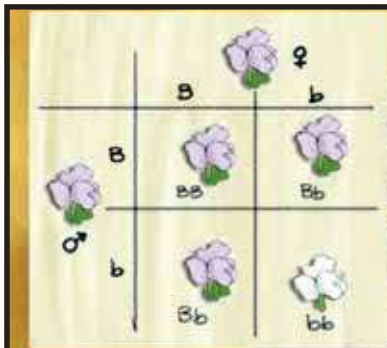
MANUSIA JAWA (HOMO ERECTUS) DITEMUKAN

FOSIL MANUSIA PURBA PERTAMA

1891

1900

GENETIKA MENDELIAN



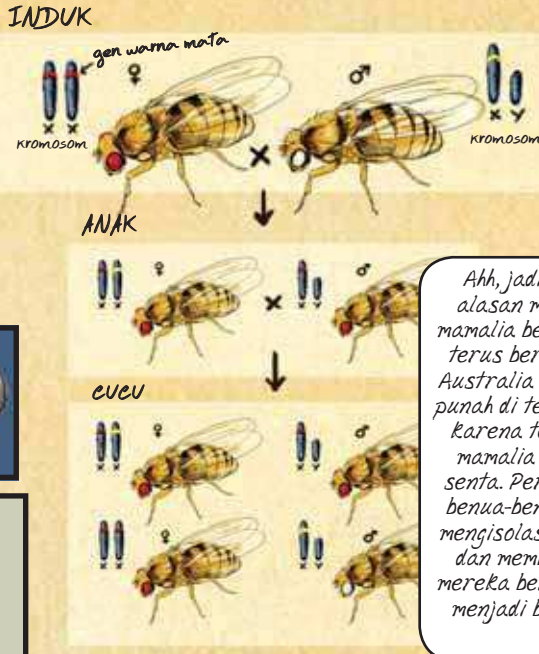
PERCOBAAN PEWARISAN SIFAT GREGOR MENDEL DENGAN TANAMAN KACANG DITEMUKAN KEMBALI. MENDEL MENEMUKAN BAHWA Keturunan tak memiliki campuran sifat kedua induknya, melainkan mewarisi ciri dominan dan resesif dengan nisbah tetap 3 BANDING 1. PENELITIAN MENDEL MENUNJUKKAN BAHWA CIRI MAKLUK HIDUP DIWARISKAN LEWAT PERANTARA TERTENTU YANG KHAS DAN UTUH.

Memang diperlukan keberanian untuk melakukan pekerjaan berjangkauan amat jauh; tapi tampaknya itulah cara yang benar untuk mendapat jawaban suatu pertanyaan yang tak bisa dianggap enteng dalam sejarah evolusi makhluk hidup. Pewarisan sifat mengikuti suatu hukum konstan, yang didasarkan kepada kandungan material dan susunan unsur yang bertemu di sel dalam penyatuan yang memberi kehidupan.

Di sini kita punya kromosom seks yang mengandung sifat mata merah dominan dan sifat mata putih resesif. Makin kuat bukti yang menunjukkan bahwa kromosom adalah unsur struktural sel yang menggandakan diri pada tiap pembelahan sel.



THOMAS HUNT MORGAN MENEMUKAN BAHWA KROMOSOM DALAM INTI SEL ADALAH PEMBAWA INFORMASI GENETIS UNTUK PEWARISAN SIFAT, DAN BAHWA SEBAGIAN INFORMASI GENETIS TERKAIT DENGAN JENIS KELAMIN ORGANISME.



Ahh, jadi itulah alasan mengapa mamalia berkantong terus bertahan di Australia meskipun punah di tempat lain karena terdesak mamalia berplacenta. Pergerakan benua-benua telah mengisolasi mereka dan membiarkan mereka berjaya dan menjadi beragam.

KROMOSOM SEBAGAI PEMBAWA SIFAT

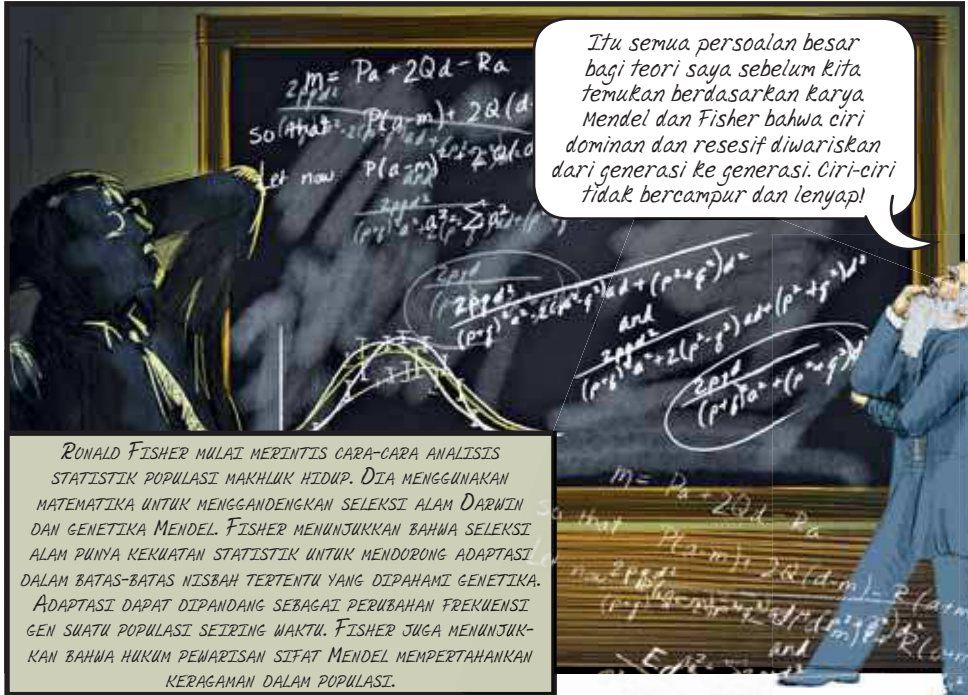
1911

1915

PERGESERAN BENUA



BUKU THE ORIGINS OF CONTINENTS AND OCEANS KARYA ALFRED WEGENER MENJABARKAN PERGESERAN BENUA. SEMUA BENUA DI DUNIA DULU TERGABUNG DALAM SATU MAHABENUA 225 JUTA TAHUN LALU. PERGERAKAN LEMPENG KERAK BUMI MENYEBABKAN MAHABENUA ITU TERBELAH DAN BELAHANNYA BERGERAK KE SELURUH PERMUKAAN BUMI. FOSIL YANG SAMA DI BENUA YANG BERBEDA DAN PERSEBARAN MAKHLUK HIDUP MASA KINI MENUNJUKKAN BAHWA SEMUA DARATAN DULU PERNAH BERSATU.



RONALD FISHER MULAI MERINTIS CARA-CARA ANALISIS STATISTIK POPULASI MAHLUK HIDUP. DIA MENGGUNAKAN MATEMATIKA UNTUK MENGGANDENGKAN SELEKSI ALAM DARWIN DAN GENETIKA MENDEL. FISHER MENUNJUKKAN BAHWA SELEKSI ALAM PUNYA KEKUATAN STATISTIK UNTUK MENDORONG ADAPTASI DALAM BATAS-BATAS NISBAH TERTENTU YANG DIPAHAMI GENETIKA. ADAPTASI DAPAT DIPANDANG SEBAGAI PERUBAHAN FREKUENSI GEN SUATU POPULASI SEIRING WAKTU. FISHER JUGA MENUNJUKKAN BAHWA HUKUM PEWARISAN SIFAT MENDEL MEMPERTAHAKAN KERAGAMAN DALAM POPULASI.

BIOLOGI POPULASI

1924

1918

BIOLOGI POPULASI



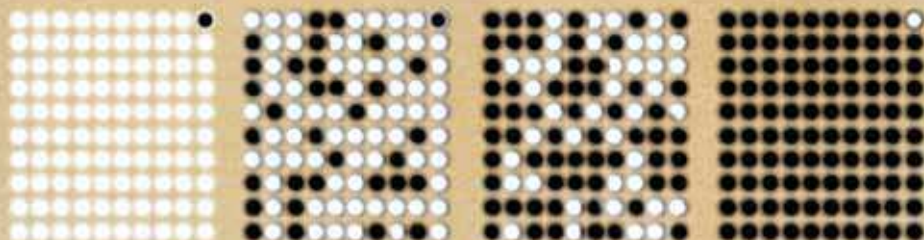
J. B. S. HALDANE MULAI MENERBITKAN MAKALAH-MAKALAH YANG MENJABARKAN SECARA KUANTITATIF BAGAIMANA SELEKSI MENGUBAH POPULASI SEIRING WAKTU.



Ketiga orang ini, Fisher, Haldane, dan Wright, menciptakan ilmu genetika populasi modern, yang memandang evolusi populasi lewat perubahan frekuensi kemunculan gen. Yang lebih penting, karya mereka membuktikan kebenaran dasar teoritis efek pengumpul seleksi alam seiring waktu.

$$p_{n+1} = p_n(1 - r_n) \quad 180$$

PERUBAHAN SEIRING WAKTU—
SELEKSI BERALIH MENGUNGGULKAN HITAM



Generasi ke-1
1% populasi
hitam, 99%
populasi putih

8 generasi
Hitam meningkat
menjadi separo
populasi

13 generasi
Hitam menjadi
mayoritas

48 generasi
1% populasi putih,
99% populasi hitam

1931: SEWALL WRIGHT MEMPERKENALKAN KONSEP PERGESERAN GENETIS, YANG MENYATAKAN BAHWA PERISTIWA-PERISTIWA ACAK MENYEBABKAN PERUBAHAN PADA SUSUNAN GENETIS SATU POPULASI MAHLUK HIDUP. PEMANGSA YANG MEMAKAN SEMUA KETURUNAN SEPASANG INDUK, ANGIN RIBUT YANG MEMUSNAHKAN SEBAGIAN BESAR ANGGOTA SATU KELOMPOK TERISOLASI, ATAU PERISTIWA ACAK LAZIMNYA BISA MENJADI SUMBER PERUBAHAN GENETIS PENTING DALAM POPULASI SEBAGAIMANA SELEKSI ALAM, YANG MENGUBAH SUSUNAN GENETIS SUATU KELOMPOK DENGAN MENGUMPULKAN KEBERHASILAN ADAPTIF DAN REPRODUKTIF.

BIOLOGI POPULASI

1931

SINTESIS EVOLUSIONER MODERN

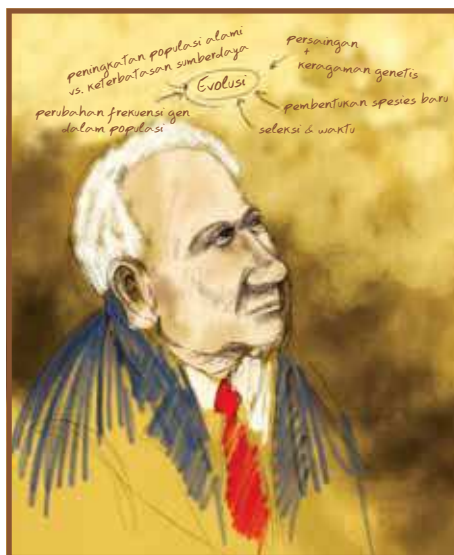
1931

REKOMBINASI GENETIS

1937

1931: BARBARA MCCLINTOCK DAN HARRIET CREIGHTON MEMBUKTIKAN BAHWA KROMOSOM-KROMOSOM YANG BERBEDA SALING BERTUKAR INFORMASI DALAM PROSES YANG DISEBUT REKOMBINASI GENETIS. PROSES TERSEBUT MENCAMPURKAN KOMBINASI CIRI YANG MUNCUL PADA INDIVIDU, MENINGKATKAN KERAGAMAN FISIK DAN BIOKIMIA SPESIES.

THEODOSIUS DOBZHANSKY MENYANDINGKAN BIOLOGI EVOLUSI DAN GENETIKA DALAM SATU SINTESIS MODERN DENGAN MENERJEMAHKAN PROSES SELEKSI ALAM, PERGESERAN GENETIS, DAN MUTASI KE DALAM BAHASA GENETIKA.





Ini juga satu masalah yang mempersulit upaya penjelasan. Apa itu spesies? Bagaimana spesies baru terbentuk dari spesies lama? Mayr punya pandangan yang berbobot ketika dia menjabarkan spesies sebagai populasi individu yang bisa saling kawin dan terisolasi dari individu-individu lain yang tak bisa kawin dengan mereka.

ERNST MAYR MENJABARKAN BAGAIMANA SPESIES BARU BEREVOLUSI AKIBAT TERISOLASINYA SEBAGIAN POPULASI DARI KESELURUHAN HIMPUNAN GEN. ISOLASI REPRODUKTIF BERKELANJUTAN PADA SUB-POPULASI ITU, BERPADU DENGAN SELEKSI ALAM, PERGESERAN GENETIS, DAN MUTASI, BISA MENYEBABKAN PEMISAHAN DARI POPULASI INDUK DAN PEMBENTUKAN SPESIES BARU.



*Sub-populasi *Ensatina eschscholtzii* yang terisolasi*

Sub-populasi klauberi

SPESIASI

1944

1942

1942

DNA

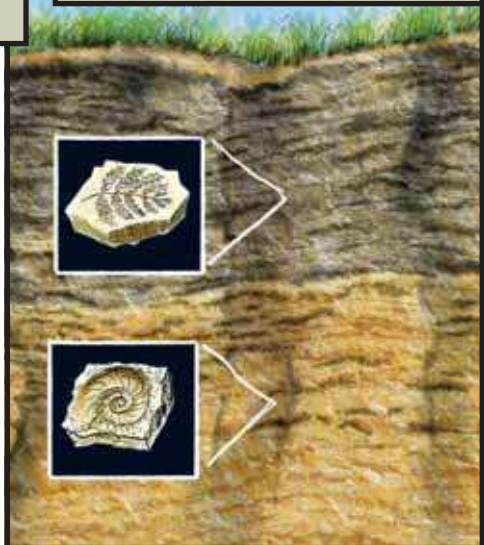
EVOLUSI KUANTUM

OSWALD AVERY, COLIN MACLEOD, DAN MACLYN MCCARTY MENERBITKAN HASIL RISET YANG MENUNJUKKAN BAHWA ASAM DEOKSIRIBONUKLEAT (DNA) ADALAH ZAT KIMIA YANG MENYUSUN GEN DAN KROMOSOM, SERTA MENJADI SUMBER INFORMASI YANG DAPAT DIWARISKAN.

GEORGE GAYLORD SIMPSON MENGGUNAKAN KONSEP PERGESERAN GENETIS WRIGHT UNTUK MENGAGAS EVOLUSI KUANTUM, YANG HENDAK MENJELASKAN PANJANGNYA MASA STABIL DAN SINGKATNYA MASA PERUBAHAN DALAM CATATAN FOSIL.



*YA AMPUN!
Inikah zat misterius yang menyimpan keberhasilan leluhur dalam tubuh kita?!*

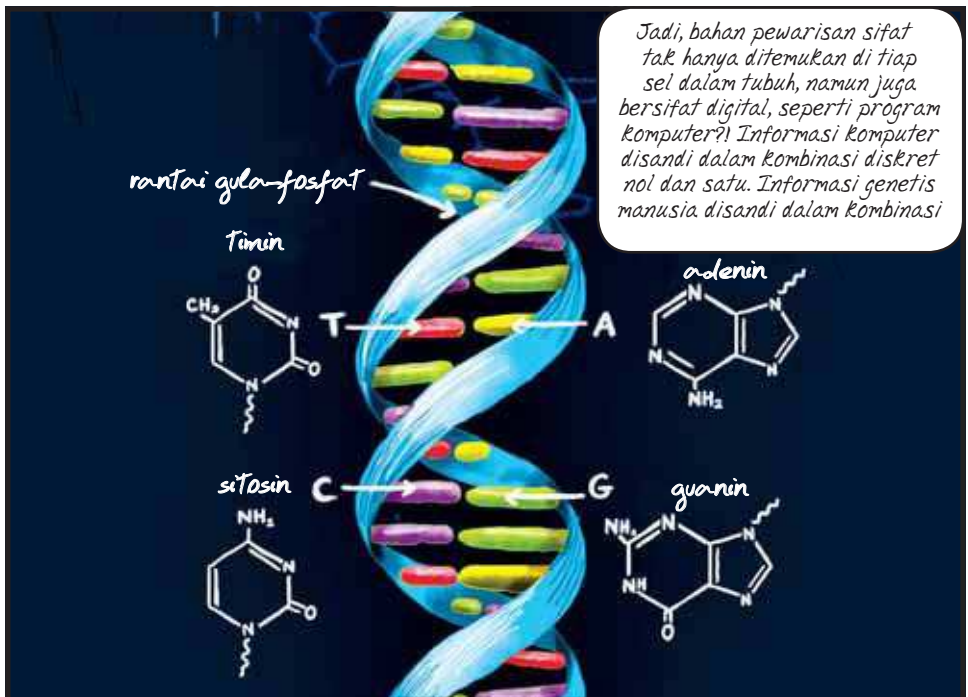




JAMES WATSON, FRANCIS CRICK, MAURICE WILKINS, DAN ROSALIND FRANKLIN MENEMUKAN STRUKTUR HELIKS GANDA DNA. MEREKA MENYATAKAN BAHWA INFORMASI DASAR UNTUK PEWARISAN SIFAT DITEMUKAN DALAM MOLEKUL-MOLEKUL ASAM NUKLEAT YANG MENYAMBUNGAN KEDUA UTASNYA.

STRUKTUR DNA

1953



Jadi, bahan pewarisan sifat tak hanya ditemukan di tiap sel dalam tubuh, namun juga bersifat digital, seperti program komputer?! Informasi komputer disandi dalam kombinasi diskret nol dan satu. Informasi genetik manusia disandi dalam kombinasi

Kesetimbangan Tersela Sentakan

Waktu

perubahan pesat dalam waktu singkat

masa panjang tanpa perubahan

← Perubahan →

Stephen Jay Gould

Niles Eldredge

Hmm, barangkali perubahan dalam populasi tidak terjadi secara ajek, melainkan ada masa perubahan pesat singkat yang diikuti masa perubahan lambat yang panjang. Saya harus renungkan itu!

NILES ELDRIDGE DAN STEPHEN JAY GOULD MENGAJUKAN KESETIMBANGAN TERSELA SENTAKAN (PUNCTUATED EQUILIBRIUM). TEORI MEREKA MENCOBA MENJELASKAN "LEDAKAN SPESIASI" DALAM CATATAN FOSSIL DENGAN MEMPERLIHATKAN ADANYA MASA PANJANG TANPA ATAU DENGAN SEDIKIT PERUBAHAN—KESETIMBANGAN—DAN PERUBAHAN PESAT YANG TERJADI DALAM MASA SINGKAT SECARA GEOLOGIS—SENTAKAN.

PUNCTUATED EQUILIBRIUM

1973

1972

TEORI PERMAINAN DAN PERILAKU HEWAN

JOHN MAYNARD SMITH DAN GEORGE PRICE MENGGUNAKAN MATEMATIKA TERAPAN DALAM TEORI PERMAINAN (GAME THEORY) UNTUK MULAI MEMAHAMI PERILAKU HEWAN, MISALNYA ALASAN PEJANTAN YANG BERSAING TAK SALING BUNUH KETIKA ADU KEGAGAHAN.

PILIHAN 1
BERKELAHI SAMPAI MATI. KEMUNGKINAN HASIL: SATU HIDUP, SATU MATI. KEDUANYA MATI (RUGI-RUGI)

PILIHAN 2
BERSAING BEREbut KEUNGGULAN DAN SESUDAHNYA BERDAMAI. KEMUNGKINAN HASIL: KEDUANYA HIDUP. SATU BERKESEMPATAN KAWIN, LAINNYA TETAP HIDUP DAN BISA BERSAING LAGI (UNTUNG-UNTUNG). STABIL SECARA EVOLUSIONER.

PILIHAN 3
KABUR. KEMUNGKINAN HASIL: PEMENANG BERKESEMPATAN KAWIN. YANG SELALU KABUR RUGI. (UNTUNG-RUGI)

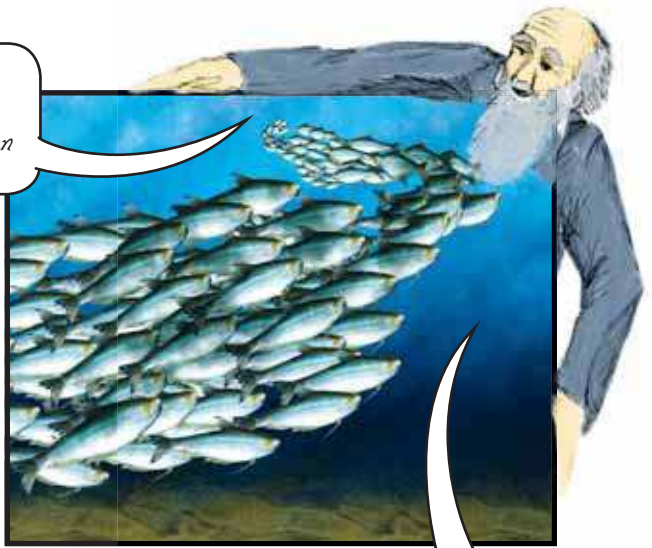
Saya juga sangat tertarik mempelajari anggota-anggota terpenting dunia kehidupan. Saya menganggap perilaku hewan sebagai hasil proses evolusi.



BUKU SOCIOBIOLOGY KARYA E.O. WILSON MENGGUNCAH MASYARAKAT DENGAN MENYATAKAN BAHWA SEMUA PERILAKU HEWAN BISA PALING BAIK DIPAHAMI SECARA MEKANISTIK SEBAGAI HASIL BIOLOGI MOLEKULER DAN EVOLUSI.

SOSIOBIOLOGI

1975

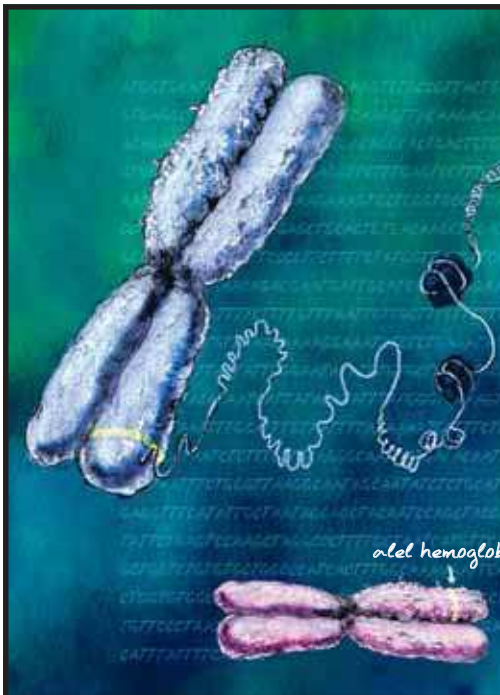


Penelitian seperti yang dilakukan Wilson membantu meningkatkan minat terhadap fenomena yang disebut emergensi (emergence), ketika tindakan-tindakan sederhana individu menghasilkan sistem rumit teratur. Bisa kita lihat juga susunan emergen di kerja otak dan ketika sistem cahaya terbentuk dari kondisi atmosfer yang tak teratur. Sungguh bidang yang mengagumkan.

1976

GEN EGOIS

RICHARD DAWKINS MEMPOPULERKAN GAGASAN KONTRONVERSIAL BAHWA UNIT SELEKSI ALAM ADALAH GEN, BUKAN ORGANISME ATAU KELOMPOK SEBAGAIMANA SEBELUMNYA DIYAKINI. GEN EGOIS (SELFISH GENE) BERTINDAK DEMI KELESTARIANNYA SENDIRI, SEMENTARA ORGANISME ADALAH KENDARAANNYA.



```

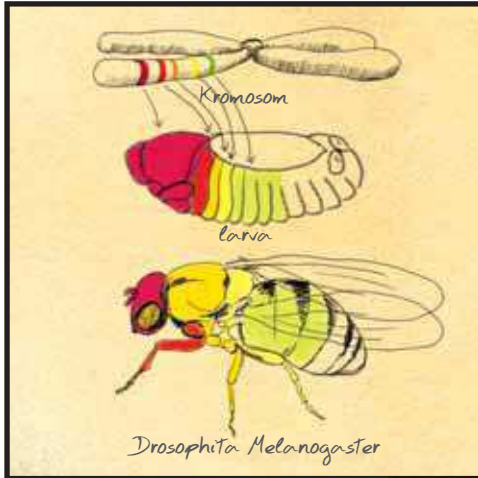
ATGGTGCATCTGACTCCTGAGGAGAAGT
CTGCGGTFACTGCCCCGTGGGCGAGGGTG
AACGTGGATGAAGTTGGTGGTGAAGGCC
TGGCCAGGCTTGGTATCAAGGTACA
  
```

bagian gen hemoglobin

ALEL-SATU DARI BEBERAPA BENTUK ALTERNATIF YANG MENENTUKAN BAGAIMANA SUATU GEN DIEKSPRESIKAN PADA INDIVIDU.

alel hemoglobin

alel hemoglobin, variasi penyebab anemia sel sabit

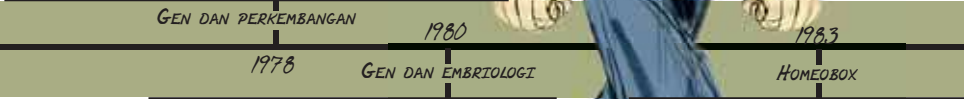


Jadi di sini kita temukan bahwa ada "saklar pusat" yang menentukan aturan paling dasar perkembangan, misalnya orientasi. Saya selalu bertanya-tanya tentang itu. Dan kita mulai memahami bahwa segelintir saklar utama tersebut memicu serangkaian peristiwa biokimiawi yang menyebabkan perkembangan organ-organ tertentu dan semacamnya. Keragaman struktur biologis bukan berasal dari banyak sekali perintah berbeda, tapi dari nyala-matinya beberapa saklar pusat di berbagai tempat dalam makhluk hidup yang sedang tumbuh? Tak terbayangkan.

EDWARD B. LEWIS MENEMUKAN SATU SET GEN YANG MENGENDALIKAN PEMBANGUNAN RUAS-RUAS TUBUH DAN ORGAN PADA EMBRIO YANG BERKEMBANG. GEN-GEN TERSEBUT TERLETAK BERURUTAN, SAMA SEPERTI RUAS TUBUH YANG MEREKA KENDALIKAN. MUTASI PADA GEN-GEN TERSEBUT DAPAT MENYEBABKAN CACAT ATAU TUMBUHNYA ORGAN DAN RUAS TUBUH TAMBAHAN.

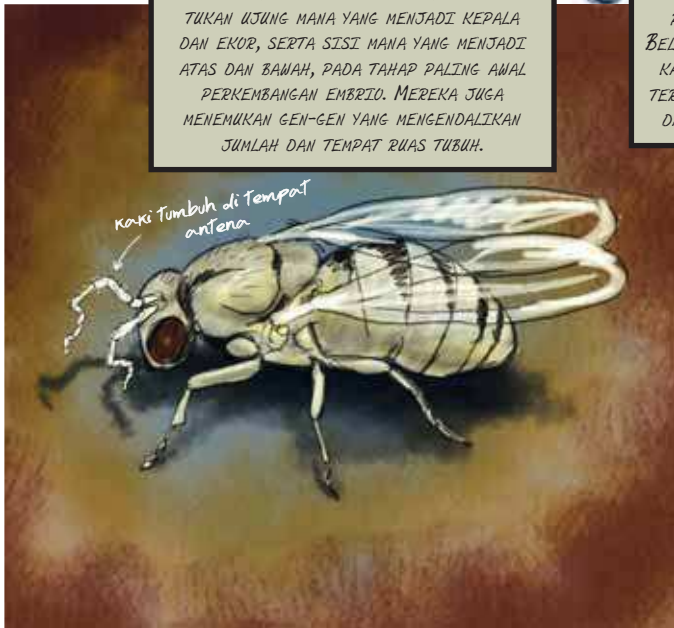


Akhirnya, embriologi dan perkembangan hadir kembali untuk memunculkan sebagian hasil paling meyakinkan dalam biologi evolusi.



MENGGUNAKAN LALAT BUAH, CHRISTIANE NÜSSLEIN-VOLHARD & ERIC F. WIESCHAUS MENEMUKAN SEGELINTIR GEN YANG MENENTUKAN UJUNG MANA YANG MENJADI KEPALA DAN EKOR, SERTA SISI MANA YANG MENJADI ATAS DAN BAWAH, PADA TAHAP PALING AWAL PERKEMBANGAN EMBRIO. MEREKA JUGA MENEMUKAN GEN-GEN YANG MENGENDALIKAN JUMLAH DAN TEMPAT RUAS TUBUH.

PARA ILMUWAN MENEMUKAN KEBERADAAN HOMEBOX, RUAS DNA YANG MENJADI RENCANA DASAR PERKEMBANGAN MAKLUK HIDUP. BELAKANGAN PARA PENELITI MENEMUKAN GEN-GEN HOMEBOX YANG SAMA TERDAPAT DI SELURUH DUNIA HEWAN, DARI SERANGGA SAMPAI MANUSIA.



Berbagai tipe homeobox memicu perkembangan berbagai struktur dari sel-sel yang sama pada satu organisme. Satu tipe memicu perkembangan mata, lainnya menumbuhkan antena. Gen homeobox yang memicu perkembangan mata ditemukan di seantero dunia hewan, dari lalat sampai tikus dan kita. Penemuan itu menambah bukti bahwa kita semua keturunan satu leluhur bersama.



Siapa sangka, dari awal yang begitu bersahaja, jalan kita untuk memahami kehidupan di Bumi bakal mengarah ke penemuan bahwa segenap sejarah kita tertulis dan tersalin dalam tiap sel kita?

TIM PENELITI ANTARBANGSA TELAH BERHASIL MEMETAKAN 2,85 MILIAR POTONGAN INFORMASI DALAM GENOM MANUSIA, MEMBUKA AWAL ZAMAN BARU SAINS DAN PENGUBATAN. PERGESEBAN PARADIGMA DALAM STUDI DAN PENERAPAN BIOTEKNOLOGI PUN DIMULAI.

GENOM MANUSIA

2000

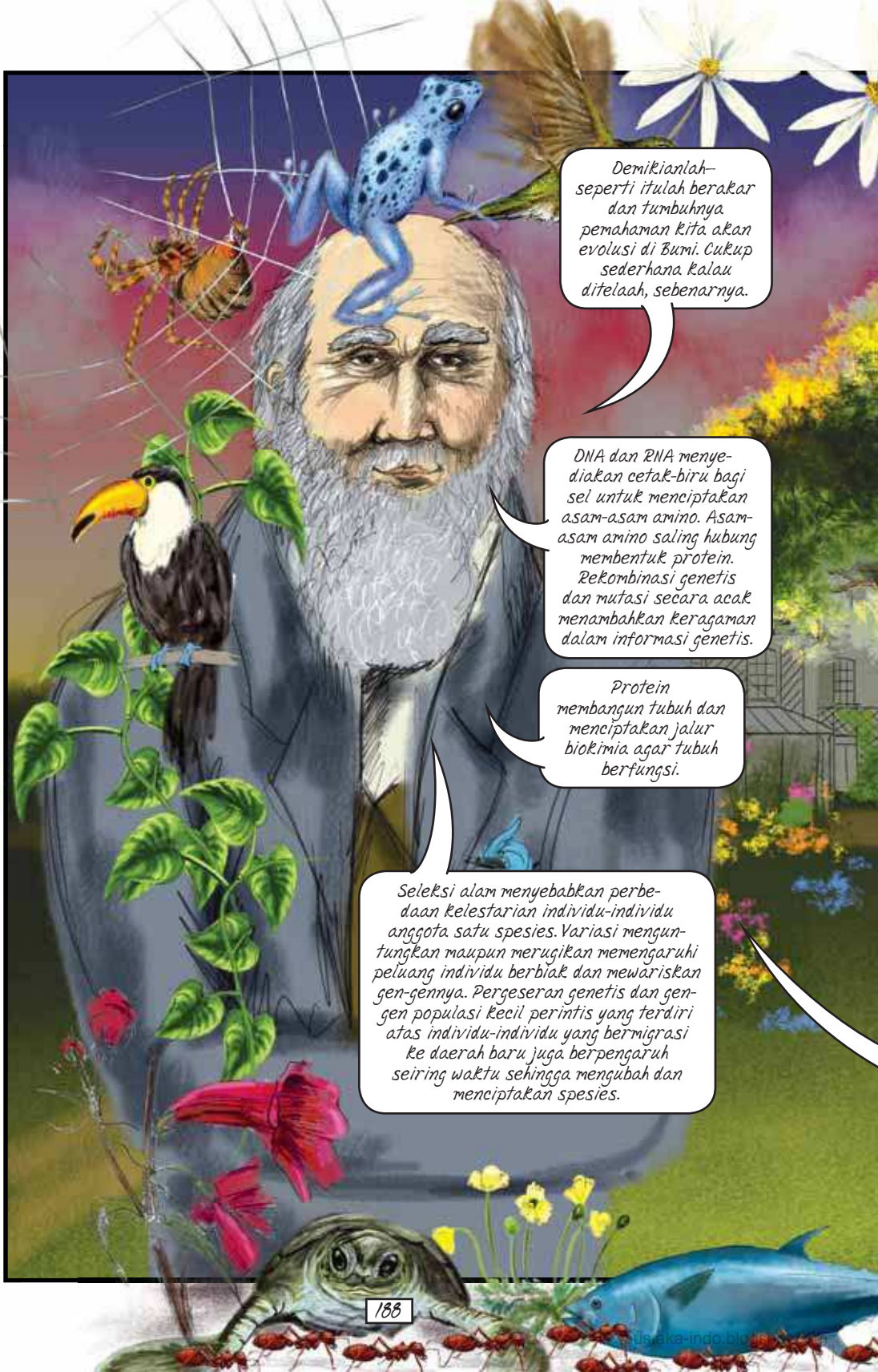
2006

KERAGAMAN GENETIS MIKROBA



CRAIG VENTER SELESAI MENGLILINGI DUNIA LEWAT LAUT, MENGANALISIS KERAGAMAN GENETIS MIKROBA LAUT SEDUNIA, MENEMUKAN BENTUK-BENTUK KEHIDUPAN BARU DI TEMPAT-TEMPAT TAK TERDUGA DI SAMUDRA. TAHUN BERIKUTNYA, VENTER MENJADI MANUSIA PERTAMA YANG SELURUH GENOM-NYA TELAH TERBACA.

Kita terus mempertajam fokus, melihat dunia dengan makin jelas. Makin lama makin tampak bahwa jejaring kehidupan yang luarbiasa rumit di planet ini lebih cantik dan elegan daripada yang dapat saya bayangkan.

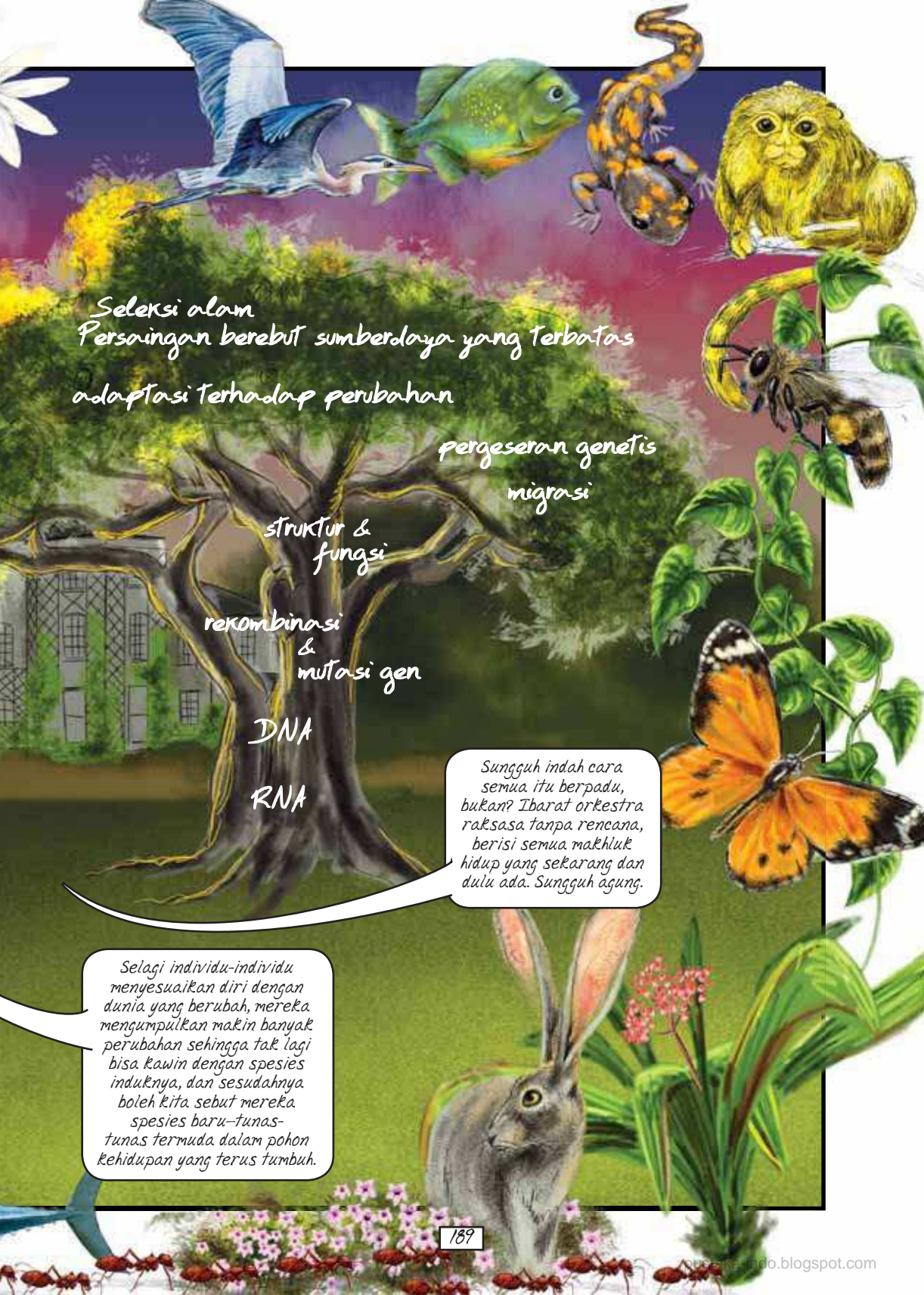


Demikianlah—
seperti itulah berakar
dan tumbuhnya
pemahaman kita akan
evolusi di Bumi. Cukup
sederhana kalau
ditelaah, sebenarnya.

DNA dan RNA menye-
diakan cetak-biru bagi
sel untuk menciptakan
asam-asam amino. Asam-
asam amino saling hubung
membentuk protein.
Rekombinasi genetik
dan mutasi secara acak
menambahkan keragaman
dalam informasi genetik.

Protein
membangun tubuh dan
menciptakan jalur
biokimia agar tubuh
bertungsi.

Seleksi alam menyebabkan perbe-
daan kelestarian individu-individu
anggota satu spesies. Variasi mengun-
tungkan maupun merugikan memengaruhi
peluang individu berbiak dan mewariskan
gen-gennya. Pergeseran genetik dan gen-
gen populasi kecil perintis yang terdiri
atas individu-individu yang bermigrasi
ke daerah baru juga berpengaruh
seiring waktu sehingga mengubah dan
menciptakan spesies.



Seleksi alam
Persaingan berebut sumberdaya yang Terbatas
adaptasi terhadap perubahan

pergeseran genetik
migrasi

struktur &
fungsi

rekombinasi
&
mutasi gen

DNA

RNA

Sungguh indah cara semua itu berpadu, bukan? Ibarat orkestra raksasa tanpa rencana, berisi semua makhluk hidup yang sekarang dan dulu ada. Sungguh agung.

Selagi individu-individu menyesuaikan diri dengan dunia yang berubah, mereka mengumpulkan makin banyak perubahan sehingga tak lagi bisa kawin dengan spesies induknya, dan sesudahnya boleh kita sebut mereka spesies baru-tunas termuda dalam pohon kehidupan yang terus tumbuh.



Ucapan Terimakasih

Beberapa surat Darwin disajikan ulang dalam buku ini. Para penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Cambridge University dan Darwin Correspondence Project yang telah menyediakan surat-surat Darwin untuk publik. Surat-surat Darwin bisa dibaca online di www.darwinproject.ac.uk atau dalam buku *Correspondence of Charles Darwin*, Cambridge University Press.

Para penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Janet Browne, seorang cendekiawati hebat yang membantu kami mengenal Darwin, serta para ilmuwan yang mengabdikan hidup untuk mengungkap keindahan mekanisme alam. Terakhir, para penulis ingin berterimakasih kepada para agen, Frank dan Richard di *Venture Literary*, yang menggagas kemungkinan penulisan karya ini.

Michael Keller mempersembahkan buku ini kepada teman-teman dan keluarga yang telah memberinya naungan, kenyamanan, persahabatan, bimbingan, dan bantuan selama bertahun-tahun. Dia terutama berterimakasih kepada Mom dan Dad, Zola dan Ave Keller, atas dukungan mereka yang tak tergoyahkan dan cinta mereka yang tanpa syarat bahkan dalam masa-masa paling berat. Dia bersyukur bisa memiliki mereka berdua. Terimakasih juga kepada Genese dan Bill Fine, teman-teman yang tidak meminta imbalan apa-apa selain resep gumbo setelah mereka meminjamkan rumah selama penulisan buku ini.

Nicolle Rager Fuller berterimakasih kepada keluarga dan kawan yang terus memercayai dia selama ini, dan akhir-akhir ini menenggang ketidakhadirannya karena sibuk bekerja. Dia terutama ingin berterimakasih kepada suaminya, Jason, atas kesabaran, cinta, ketajaman pandangan, dan masakan lezat; juga ibunya, ayahnya, serta saudara-saudaranya, Matthew dan Adam, atas dukungan kuat mereka dan contoh antusiasme seumur hidup untuk belajar.





Adaptasi grafis yang memukau tentang salah satu buku yang paling terkenal, paling kontroversial, dan paling penting sepanjang masa. Hanya segelintir buku yang kontroversial sekaligus punya nilai historis yang luar biasa, salah satunya adalah buku karya Charles Darwin

On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. Sejak buku tersebut beredar di pasaran pada tanggal 24 November 1859, mahakarya Darwin ini dipuji-puji atas perannya mengubah arah sains dan dikutuk karena dianggap menantang agama.

Dalam buku ini, Michael Keller dan ilustrator Nicolle Rager Fuller menyajikan teks asli karya Darwin. Mereka juga menggambarkan riset awal Darwin, reaksi publik ketika buku ini terbit, surat-menyurat Darwin dengan cendekia-cendekia terkemuka zaman itu, dan juga terobosan-terobosan terbaru masa kini dalam teori evolusi. Buku yang amat indah dan memikat ini membawa angin segar bagi karya Darwin yang tetap berpengaruh hingga hari ini.

MICHAEL KELLER adalah wartawan dan penulis pemenang penghargaan.

Ia meraih gelar sarjana sains dalam bidang ekologi alam bebas dari University of Florida dan meraih gelar master dalam bidang jurnalisme dari Columbia University.

NICOLLE RAGER FULLER adalah ilustrator profesional dengan gelar sarjana seni dalam bidang biokimia dari Lewis and Clark College dan sarjana ilustrasi sains dari University of California-Santa Cruz. Ia tinggal di Washington, DC, bersama suaminya.



Penerbit
PT Gramedia Pustaka Utama
Kompas Gramedia Building
Blok I, Lantai 4-5
Jl. Palmerah Barat 29-37
Jakarta 10270
www.gramedia.com