

Daftar Isi Rinci

Tentang Penulis

Daftar Isi Rinci

Prakata

Ucapan Terima Kasih

v

vi

xvi

xix

1 Pengantar: Biologi Kini

2

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Gairah Bawaan akan Kehidupan

3

Sains yang Mempelajari Kehidupan

4

Proses Sains

4

Sains Temuan

4

Sains yang Dilandasi Hipotesis

5

Teori dalam Sains

7

Sifat Alami Kehidupan

7

Ciri-ciri Kehidupan

7

Beraneka Ragam Wujud Kehidupan

8

Tema Utama dalam Biologi

10

Evolusi: Evolusi

10

Struktur/Fungsi: Hubungan Struktur dengan Fungsi

14

Aliran Informasi: Aliran Informasi

14

Transformasi Energi: Jalur yang Mentransformasi

15

Energi dan Materi

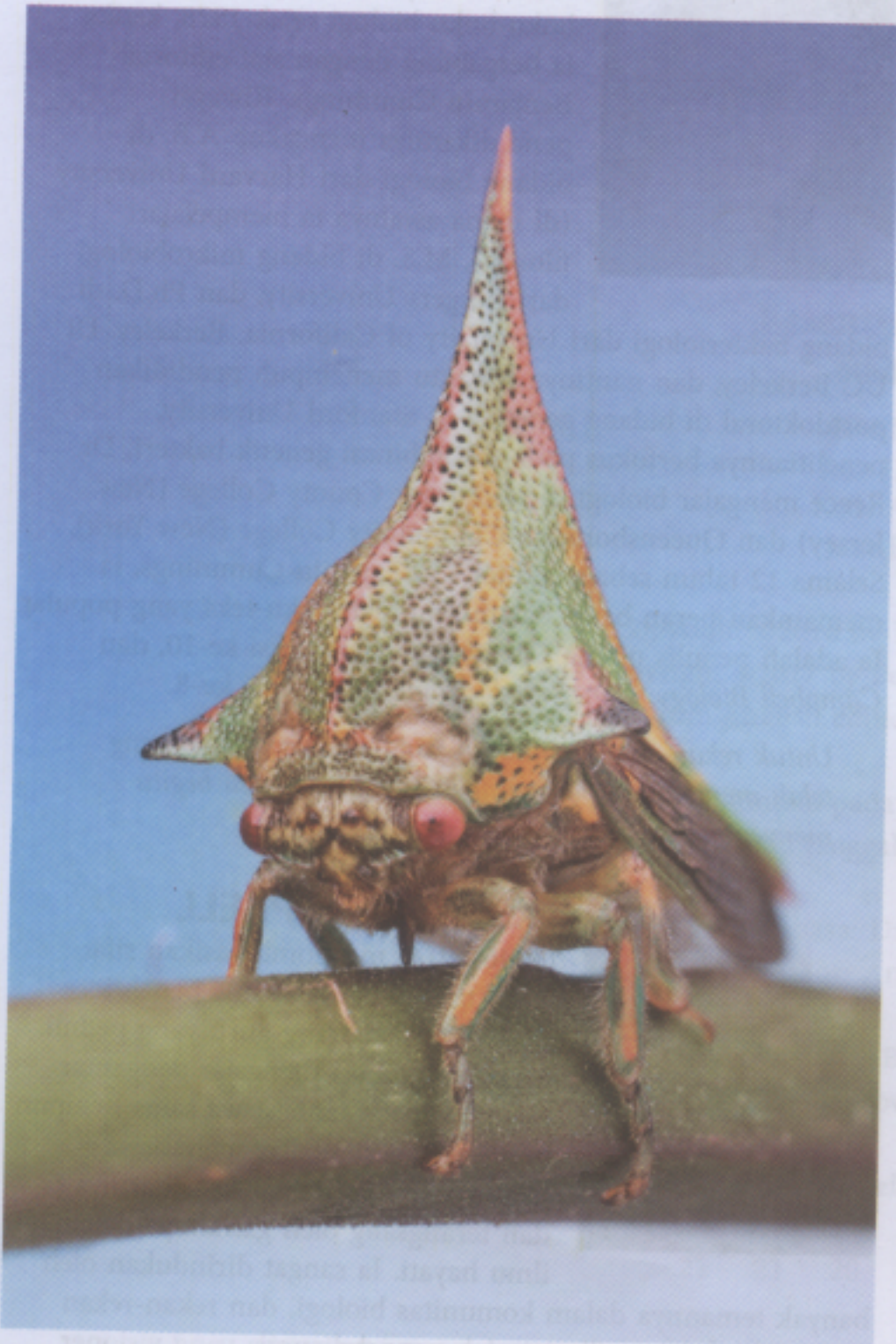
15

Interkoneksi dalam Sistem: Interkoneksi dalam

16

Sistem Biologis

16



UNIT 1 Sel

2 Intisari Kimia untuk Biologi

► UTAS BAB: RADIOAKTIVITAS

• BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Radiasi dan Kesehatan 22

Kimia Dasar 24

Materi: Unsur dan Senyawa 24

Atom 25

• PROSES SAINS

Dapatkah Perunut Radioaktif Mengidentifikasi Penyakit Otak? 26

Pembentukan Ikatan Kimia dan Molekul 27

Reaksi Kimia 28

Air dan Kehidupan 29

Struktur/Fungsi: Air 29

Asam, Basa, dan pH 31

• KONEKSI EVOLUSI

Radioaktivitas sebagai Jam Evolusioner 33

3 Molekul Kehidupan

► UTAS BAB: INTOLERANSI LAKTOSA

• BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Mengonsumsi Laktosa? 37

Senyawa Organik 38

Kimia Karbon 38

Molekul Raksasa dari Balok Pembangun yang Lebih Kecil 39

Molekul Biologis Besar 40

Karbohidrat 40

Lipid 43

Protein 46

Struktur/Fungsi: Bentuk Protein 47

Asam Nukleat 49

• PROSES SAINS

Apakah Intoleransi Laktosa Memiliki Dasar Genetik? 51

• KONEKSI EVOLUSI

Evolusi Intoleransi Laktosa pada Manusia 51

4 Menjelajahi Sel

► UTAS BAB: MANUSIA VERSUS BAKTERI

54

• BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Antibiotik: Obat-obatan yang Menyerang Sel Bakteri 55

Dunia Mikroskopik Sel 56

Dua Kategori Utama Sel 57

Gambaran Umum Sel Eukariotik 58

Struktur Membran 60

Struktur/Fungsi: Membran Plasma 60

• PROSES SAINS

Apa yang Memunculkan Kuman Super? 61

Permukaan Sel 61

Nukleus dan Ribosom: Kontrol Genetik pada Sel 62

Nukleus 62

Ribosom 63

Bagaimana DNA Mengarahkan Produksi Protein 63

Sistem Endomembran: Pembuatan dan

Pendistribusian Produk Selular 64

Retikulum Endoplasma 64

Badan Golgi 65

Lisosom 66

Vakuola 67

Transformasi Energi: Kloroplas dan Mitokondria 68

Kloroplas 68

Mitokondria 68

Sitoskeleton: Bentuk dan Pergerakan Sel 69

Mempertahankan Bentuk Sel 69

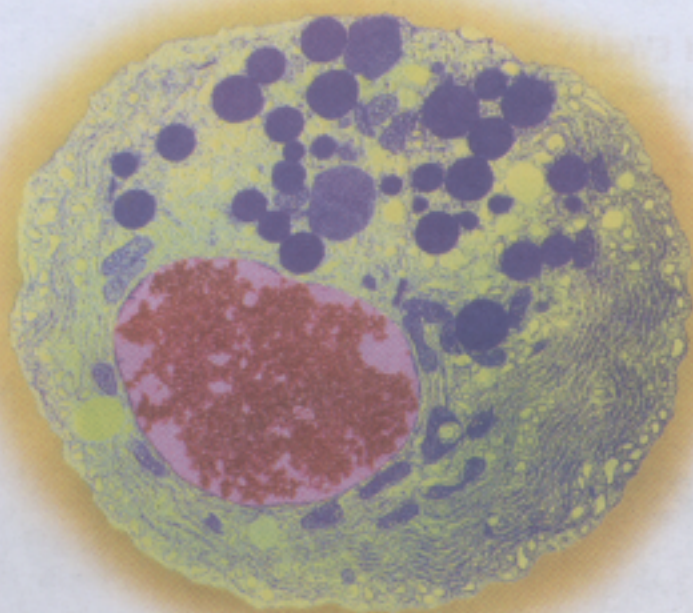
Silia dan Flagela 70

• KONEKSI EVOLUSI

Evolusi Resistensi Bakterial pada Manusia 71



5 Sel yang Bekerja	74
► UTAS BAB: NANOTEKNOLOGI	
• BIOLOGI DAN MASYARAKAT	
Memfaatkan Struktur Selular	75
Beberapa Konsep Energi Dasar	76
Kekekalan Energi	76
Panas	77
Energi Kimia	77
Kalori Makanan	78
Transformasi Energi: ATP dan Kerja Selular	79
Struktur ATP	79
Transfer Fosfat	79
Siklus ATP	80
Enzim	80
Energi Aktivasi	80
• PROSES SAINS	
Bisakah Enzim Direkayasa?	81
Struktur/Fungsi: Aktivitas Enzim	82
Inhibitor Enzim	82
Fungsi Membran	83
Transpor Pasif: Difusi Melintasi Membran	83
Osmosis dan Keseimbangan Air	84
Transpor Aktif: Pemompaan Molekul Melintasi Membran	86
Eksositosis dan Endositosis: Lalu-lintas Molekul Besar	86
• KONEKSI EVOLUSI	
Asal-Mula Membran	87



6 Respirasi Selular: Memperoleh Energi dari Makanan	90
► UTAS BAB: SAINS OLAH RAGA	
• BIOLOGI DAN MASYARAKAT	
Memaksimalkan Penggunaan Otot Kita	91
Aliran Energi dan Siklus Kimia di Biosfer	92
Produsen dan Konsumen	92
Siklus Kimia antara Fotosintesis dan Respirasi Selular	92
Respirasi Selular: Panen Energi Makanan secara Aerobik	94
Transformasi Energi: Gambaran Umum Respirasi Selular	94
Tiga Tahap Respirasi Selular	96
Hasil Respirasi Selular	100
Fermentasi: Panen Energi Makanan secara Anaerobik	101
Fermentasi dalam Sel Otot Manusia	101
• PROSES SAINS	
Apa yang Menyebabkan Nyeri Otot?	102
Fermentasi dalam Mikroorganisme	102
• KONEKSI EVOLUSI	
Arti Penting Oksigen	103



7 Fotosintesis: Menggunakan Sinar untuk Membuat Makanan

106

► UTAS BAB: BAHAN BAKAR HAYATI

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Gelombang Kejahatan yang Licin

107

Dasar-dasar Fotosintesis

108

Kloroplas: Tempat Fotosintesis

108

Transformasi Energi: Gambaran Umum Fotosintesis

109

Reaksi Terang: Mengonversi Energi Surya Menjadi Energi Kimia

110

Sifat Sinar Matahari

110

● PROSES SAINS

Warna Sinar Mana yang Mendorong Fotosintesis?

111

Pigmen Kloroplas

111

Bagaimana Fotosistem Memanen Energi Sinar

112

Bagaimana Reaksi Terang Membangkitkan ATP dan NADPH

113

Siklus Calvin: Membuat Gula dari Karbon Dioksida

115

● KONEKSI EVOLUSI

Menciptakan Pabrik Bahan Bakar Hayati yang Lebih Baik

115



UNIT 2 Genetika

8 Reproduksi Selular: Sel dari Sel

120

► UTAS BAB: KEHIDUPAN DENGAN DAN TANPA SEKS

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Kelahiran Naga dari Perawan

121

Apa yang Dicapai Reproduksi Selular

122

Siklus Sel dan Mitosis

123

Kromosom Eukariotik

123

Aliran Informasi: Duplikasi Kromosom

125

Siklus Sel

125

Mitosis dan Sitokinesis

126

Sel Kanker: Pembelahan Lepas Kontrol

128

Meiosis, Dasar Reproduksi Seksual

130

Kromosom Homolog

130

Gamet dan Siklus Hidup Organisme-Seksual

131

Proses Meiosis

132

Ulasan: Membandingkan Mitosis dan Meiosis

134

Asal-Mula Variasi Genetik

135

● PROSES SAINS

Apakah Semua Hewan Berhubungan Seks?

137

Ketika Meiosis Kacau

138

● KONEKSI EVOLUSI

Keunggulan Seks

140



9

Pola Pewarisan Sifat

► UTAS BAB: PEMBIAKAN ANJING

144

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Percobaan Genetik yang Berlangsung Paling Lama

145

Genetika dan Hereditas

146

Di Kebun sebuah Biara

146

Hukum Mendel tentang Segregasi

147

Hukum Mendel tentang Pemilahan Bebas

150

Menggunakan Uji Silang untuk Menentukan Genotipe yang Tidak Diketahui

152

Aturan Probabilitas

152

Silsilah Keluarga

153

Kelainan Manusia yang Dikontrol oleh Gen Tunggal

154

● PROSES SAINS

Apa Dasar Genetik bagi Variasi Bulu pada Anjing?

156

Variasi Hukum Mendel

158

Dominansi Tak-Sempurna pada Tumbuhan dan Manusia

158

Golongan Darah ABO: Contoh Alel Majemuk dan Kodominansi

159

Struktur/Fungsi: Pleiotropi dan Penyakit Sel-Sabit

160

Pewarisan Poligenik

160

Epigenetika dan Peran Lingkungan

161

Dasar Kromosomal Pewarisan Sifat

162

Gen-gen Tertaut

162

Penentuan Jenis Kelamin pada Manusia

163

Gen Tertaut Jenis Kelamin

163

● KONEKSI EVOLUSI

Menggonggongi Pohon Evolusi

165



10

Struktur dan Fungsi DNA

170

► UNTAI BAB: VIRUS PALING MEMATIKAN

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Pandemi Pertama di Abad ke-21

171

DNA: Struktur dan Replikasi

172

Struktur DNA dan RNA

172

Temuan Watson dan Crick tentang Heliks Ganda

173

Struktur/Fungsi: Replikasi DNA

175

Aliran Informasi: Dari DNA ke RNA ke Protein

176

Bagaimana Genotipe Organisme Menentukan Fenotipenya

176

Dari Nukleotida ke Asam Amino: Gambaran Umum

177

Kode Genetik

178

Transkripsi: Dari DNA ke RNA

179

Pemrosesan RNA Eukariotik

180

Translasi: Sang Pemain

180

Translasi: Prosesnya

182

Ulasan: DNA → RNA → Protein

183

Mutasi

184

Virus dan Agen Infeksi Nonselular Lainnya

186

Bakteriofag

186

Virus Tumbuhan

188

Virus Hewan

188

● PROSES SAINS

Apakah Vaksin Flu Melindungi Orang Lansia?

190

HIV, si Virus AIDS

190

Viroid dan Prion

192

● KONEKSI EVOLUSI

Virus Emergen

192



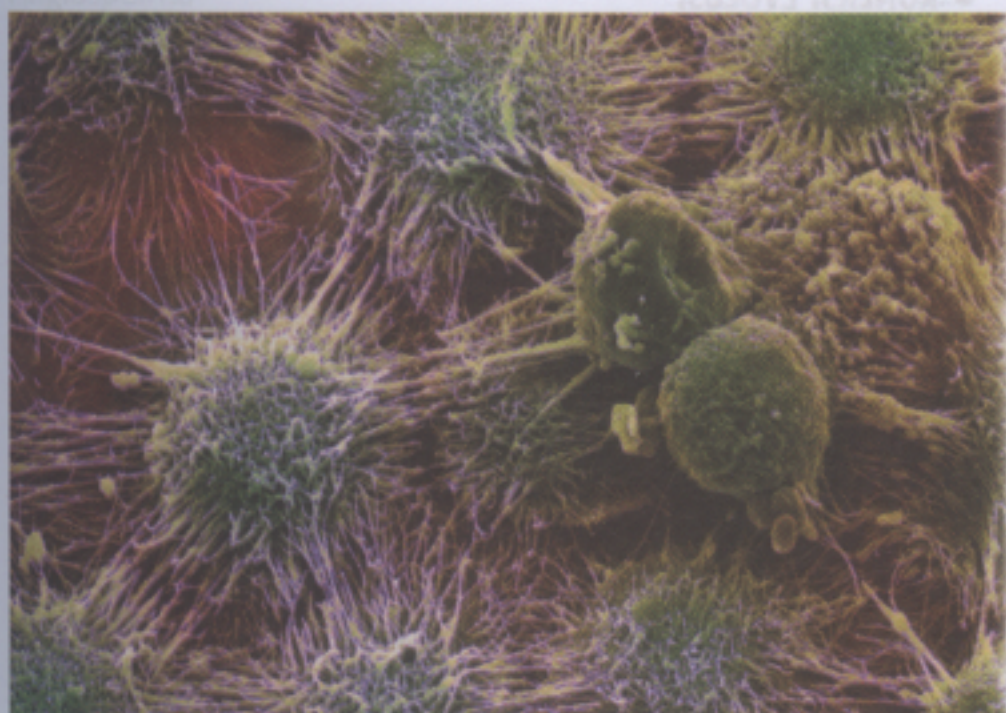
11

Bagaimana Gen Dikontrol

196

► UTAS BAB: KANKER

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT	
Pistol-Berasap Tembakau	197
Bagaimana dan Mengapa Gen Diregulasi	198
Regulasi Gen pada Bakteri	198
Regulasi Gen pada Sel Eukariotik	200
Aliran Informasi: Persinyalan Sel	203
Gen Homeotik	203
Microarray DNA: Memvisualisasikan Ekspresi Gen	204
Mengklona Tumbuhan dan Hewan	205
Potensi Genetik Sel	205
Pengklonaan Reproduksi pada Hewan	206
Pengklonaan Terapeutik dan Sel Punca	208
Dasar Genetik Kanker	209
Gen yang Menyebabkan Kanker	209
● PROSES SAINS	
Apakah Tumor Masa Anak-anak Berbeda?	210
Risiko dan Pencegahan Kanker	212
● KONEKSI EVOLUSI	
Evolusi Kanker dalam Tubuh	213



12

Teknologi DNA

216

► UTAS BAB: PROFILING DNA

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT	
Menggunakan DNA untuk Memastikan Bersalah atau Tidak	217
Rekayasa Genetik	218
Teknik DNA Rekombinan	218
Aplikasi di Bidang Farmasi	221
Organisme Hasil Modifikasi Genetik dalam Agrikultur	222
Terapi Gen Manusia	224
Profiling DNA dan Sains Forensik	225
Teknik Profiling DNA	225
Menyelidiki Pembunuhan, Paternitas, dan DNA Purba	228
Bioinformatika	229
Sekuensing DNA	229
Genomika	229
Teknik Pemetaan Genom	230
Genom Manusia	230
● PROSES SAINS	
Dapatkah Genomika Menyembuhkan Kanker?	232
Aplikasi Genomika	232
Interkoneksi dalam Sistem: Biologi Sistem	233
Isu Keamanan dan Isu Etis	234
Kontroversi Mengenai Makanan Hasil Modifikasi Genetik	235
Pertanyaan Etis yang Dimunculkan	
Teknologi DNA Manusia	236
● KONEKSI EVOLUSI	
Kromosom Y sebagai Jendela Sejarah	237



3 UNIT

Evolusi dan Keanekaragaman

13 Bagaimana Populasi Berevolusi 242

► **UTAS BAB: EVOLUSI DI MASA LALU, MASA KINI, DAN MASA DEPAN**

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Evolusi Kini 243

Keanekaragaman Kehidupan 244

Menamai dan Mengklasifikasikan Keanekaragaman Kehidupan 244

Menjelaskan Keanekaragaman Kehidupan 245

Charles Darwin dan *The Origin of Species* 246

Perjalanan Darwin 246

Evolusi: Teori Darwin 245

Bukti Evolusi 248

Bukti dari Fosil 248

● PROSES SAINS

Apakah Paus Berevolusi dari Mamalia Darat? 250

Bukti dari Homologi 250

Pohon Evolusi 252

Seleksi Alam sebagai Mekanisme Evolusi 253

Seleksi Alam Sedang Bekerja 254

Poin-poin Kunci Mengenai Seleksi Alam 255

Evolusi Populasi 255

Sumber Variasi Genetik 255

Populasi sebagai Satuan Evolusi 257

Menganalisis Lungkang Gen 258

Genetika Populasi dan Sains Kesehatan 259

Mikroevolusi sebagai Perubahan dalam Lungkang Gen 259

Mekanisme yang Mengubah Frekuensi Alel dalam Populasi 259

Hanyutan Genetik 259

Aliran Gen 262

Seleksi Alam: Pandangan dari Dekat 262

● KONEKSI EVOLUSI

Meningkatnya Ancaman Resistensi terhadap Antibiotik 264

14 Bagaimana Keanekaragaman Hayati Berevolusi 268

► **UTAS BAB: KEPUNAHAN MASSAL**

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Kepunahan Massal Keenam 269

Asal-Mula Spesies 270

Apa Itu Spesies? 271

Sawar Reproduksi Antarspesies 272

Evolusi: Mekanisme Spesiasi 274

Riwayat Bumi dan Makroevolusi 278

Rekam Fosil 278

Tektonika Lempeng dan Biogeografi 280

Kepunahan Massal dan Diversifikasi Eksplosif Kehidupan 282

● PROSES SAINS

Apakah Meteor Membunuh Dinosaur? 282

Mekanisme Makroevolusi 283

Efek Besar dari Perubahan Genetik Kecil 283

Evolusi Kekinian Biologis 284

Mengklasifikasikan Keanekaragaman Kehidupan 286

Klasifikasi dan Filogeni 286

Klasifikasi: Karya yang Belum Selesai 288

● KONEKSI EVOLUSI

Munculnya Mamalia 289

15 Evolusi Mikroba 292

► **UTAS BAB: MIKROBIOTA MANUSIA**

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Penghuni Tak Kasat Mata pada Tubuh Kita 293

Episode-episode Besar dalam Riwayat Kehidupan 294

Asal-Mula Kehidupan 296

Hipotesis Empat-Tahap untuk Asal-Mula Kehidupan 296

Dari Evolusi Kimia sampai Evolusi Darwinian 298



Prokariota	299
Prokariota Ada di Mana-mana!	299
Struktur/Fungsi: Prokariota	299
Dampak Ekologis Prokariota	303
Dua Cabang Utama Evolusi Prokariotik: Bakteri dan Arkea	304

● PROSES SAINS

Apakah Obesitas Disebabkan oleh Mikrobiota Usus?	306
--	-----

Protista

Protozoa	307
Jamur Lendir	308
Alga Uniselular dan Kolonial	309
Rumput Laut	310

● KONEKSI EVOLUSI

Hidup Manis <i>Streptococcus mutans</i>	311
---	-----

16 Evolusi Tumbuhan dan Fungi

► UTAS BAB: INTERAKSI TUMBUHAN-FUNGI

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Berlian Dapur	315
---------------	-----

Kolonisasi Daratan

Adaptasi Terestrial pada Tumbuhan	316
Asal-Mula Tumbuhan dari Alga Hijau	318

Keanekaragaman Tumbuhan

Sekilas Evolusi Tumbuhan	318
Briofita	318
Paku-Pakuan	319
Gymnosperma	322
Angiosperma	324
Keanekaragaman Tumbuhan sebagai Sumberdaya Tidak Terbarukan	327

Fungi

Struktur/Fungi: Karakteristik Fungi	328
Dampak Ekologis Fungi	329

● PROSES SAINS

Apakah Perburuan Penyihir di Salem Disebabkan oleh Sejenis Fungi?	331
---	-----

Kegunaan Komersial Fungi	331
--------------------------	-----

● KONEKSI EVOLUSI

Simbiosis yang Sama-sama Menguntungkan	332
--	-----

17 Evolusi Hewan

► UTAS BAB: EVOLUSI MANUSIA

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Ditemukannya Manusia Hobbit	337
-----------------------------	-----

Asal-Mula Keanekaragaman Hewan

Apa Itu Hewan?	338
Hewan Awal dan Ledakan Kambrium	339
Evolusi: Filogeni Hewan	340

Filum Utama Invertebrata

Spons	341
Knidaria	342
Moluska	343
Cacing Pipih	344
Anelida	345
Cacing Gilig	346
Artropoda	347
Ekinodermata	353

Evolusi dan Keanekaragaman Vertebrata

Karakteristik Kordata	354
Ikan	356
Amfibia	357
Reptil	358
Mamalia	360

Garis Keturunan Manusia

Evolusi Primata	361
Munculnya Manusia	363

● PROSES SAINS

Siapaakah Manusia Hobbit Itu?	365
-------------------------------	-----

● KONEKSI EVOLUSI

Masihkah Kita Berevolusi?	367
---------------------------	-----



UNIT

Ekologi

18 Pengantar Ekologi dan Biosfer 372

► UTAS BAB: PERUBAHAN IKLIM GLOBAL

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Penguin, Beruang Kutub, dan Manusia Terancam Bahaya 373

Gambaran Umum Ekologi 374

Ekologi dan Environmentalisme 374

Interkoneksi dalam sistem: Hierarki Interaksi 375

Hidup di Lingkungan Bumi yang Beraneka Ragam 376

Faktor Abiotik pada Biosfer 376

Sumber Energi 376

Adaptasi Evolusioner pada Organisme 378

Penyesuaian terhadap Lingkungan yang Berubah-ubah 378

Bioma 380

Bioma Air Tawar 380

Bioma Laut 382

Bagaimana Iklim Memengaruhi Sebaran Bioma Terrestrial 385

Bioma Terrestrial 385

Interkoneksi dalam sistem: Siklus Air 391

Dampak Manusia terhadap Bioma 392

Hutan 392

Perubahan Iklim Global 394

Efek Rumah Kaca dan Pemanasan Global 394

Akumulasi Gas Rumah Kaca 395

● PROSES SAINS

Bagaimanakah Perubahan Iklim Memengaruhi Sebaran Spesies? 396

Efek Perubahan Iklim terhadap Ekosistem 397

Menengok Masa Depan Kita 398

● KONEKSI EVOLUSI

Perubahan Iklim sebagai Agen Seleksi Alam 399



19 Ekologi Populasi 402

► UTAS BAB: INVASI BIOLOGIS

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Invasi Ikan Lepu 403

Gambaran Umum Ekologi Populasi 404

Kepadatan Populasi 405

Struktur Usia Populasi 405

Tabel Kehidupan dan Kurva Kepenyintasan 406

Evolusi: Sifat Riwayat Kehidupan sebagai Adaptasi 406

Model Pertumbuhan Populasi 408

Model Pertumbuhan-Populasi Eksponensial:

Gambaran Ideal berupa Lingkungan yang Tak Terbatas 408

Model Pertumbuhan-Populasi Logistik:

Realitas berupa Lingkungan yang Terbatas 409

Regulasi Pertumbuhan Populasi 410

Aplikasi Ekologi Populasi 412

Konservasi Spesies Genting 412

Pengelolaan Sumberdaya yang Berkelanjutan 412

Spesies Invasif 413

Kontrol Biologis pada Hama 414

● PROSES SAINS

Bisakah Kontrol Biologis Mengalahkan Kudzu? 415

Pengelolaan Hama Terpadu 416

Pertumbuhan Populasi Manusia 417

Riwayat Pertumbuhan Populasi Manusia 417

Struktur Usia 418

Jejak Kaki Ekologis Kita 419

● KONEKSI EVOLUSI

Manusia sebagai Spesies Invasif 421



20 Komunitas dan Ekosistem 424

► **UTAS BAB: MEROSOTNYA KEANEKARAGAMAN HAYATI**

● BIOLOGI DAN MASYARAKAT

Mengapa Keanekaragaman Hayati Penting 425

Hilangnya Keanekaragaman Hayati 426

Keanekaragaman Genetik 426

Keanekaragaman Spesies 426

Keanekaragaman Ekosistem 427

Penyebab Kemerosotan Keanekaragaman Hayati 427

Ekologi Komunitas 428

Interaksi Antarspesies 432

Struktur Trofik 432

Keanekaragaman Spesies dalam Komunitas 435

Gangguan dalam Komunitas 436

Suksesi Ekologis 436

Ekologi Ekosistem 437

Transformasi Energi: Aliran Energi dalam Ekosistem 438

Interkoneksi dalam Sistem: Siklus Kimia dalam Ekosistem 440

Biologi Konservasi dan Biologi Restorasi 444

"Titik Panas" Keanekaragaman Hayati 444

Konservasi pada Tingkat Ekosistem 445

● PROSES SAINS

Bagaimanakah Fragmentasi Hutan Tropis Memengaruhi Keanekaragaman Hayati? 446

Merestorasi Ekosistem 447

Tujuan Pembangunan Berkelanjutan 448

● KONEKSI EVOLUSI

Bisakah Biofilia Menyelamatkan Keanekaragaman Hayati? 449



Apendiks

A: Tabel Konversi Metrik A-453

B: Tabel Periodik A-455

C: Sumber Foto A-457

D: Jawaban Kuis-Mandiri A-461

Glosarium G-465

Indeks I-481