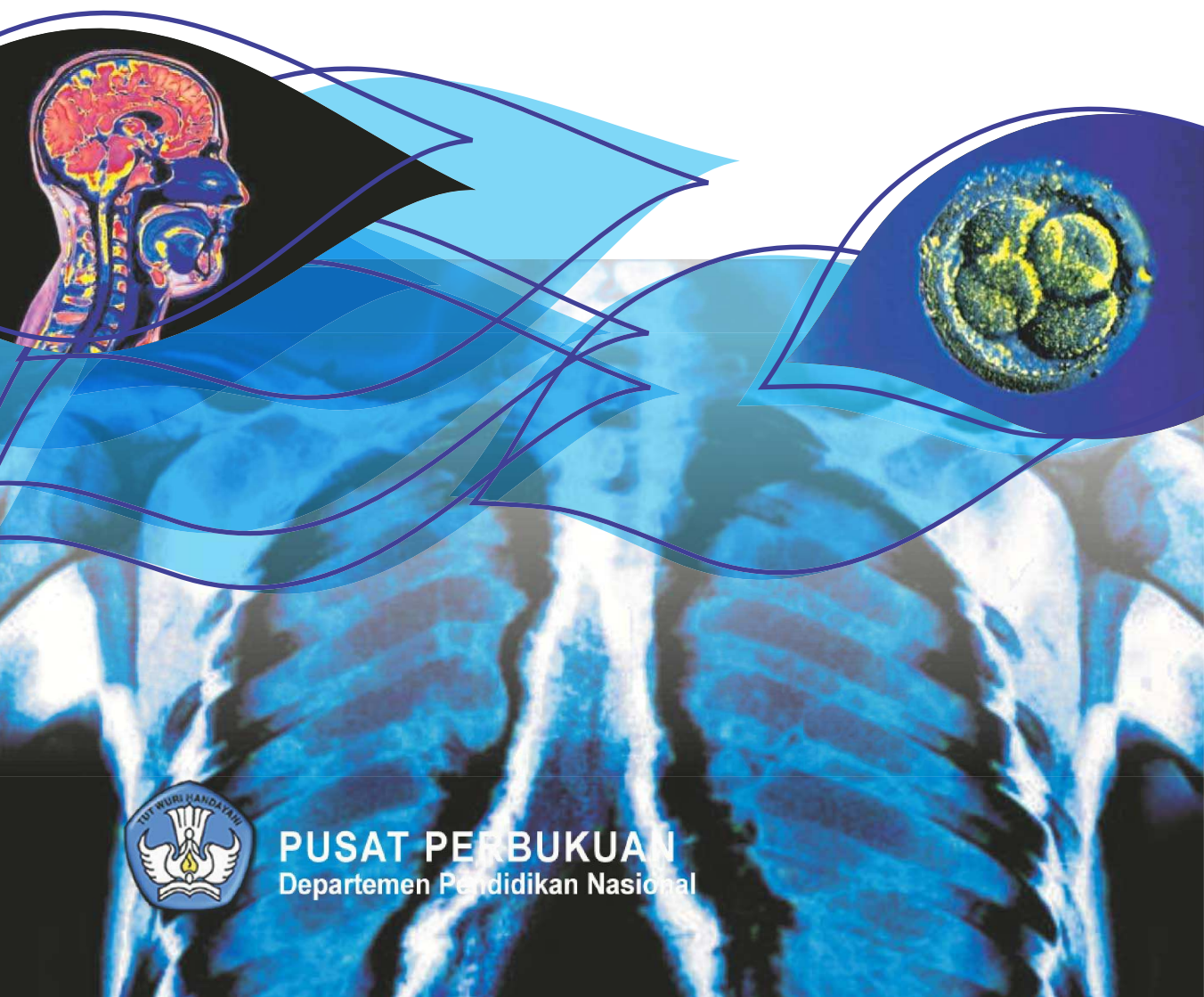


- Siti Nur Rochmah
- Sri Widayati
- Meirina Arif P.



BIOLOGI

SMA/MA Kelas XI

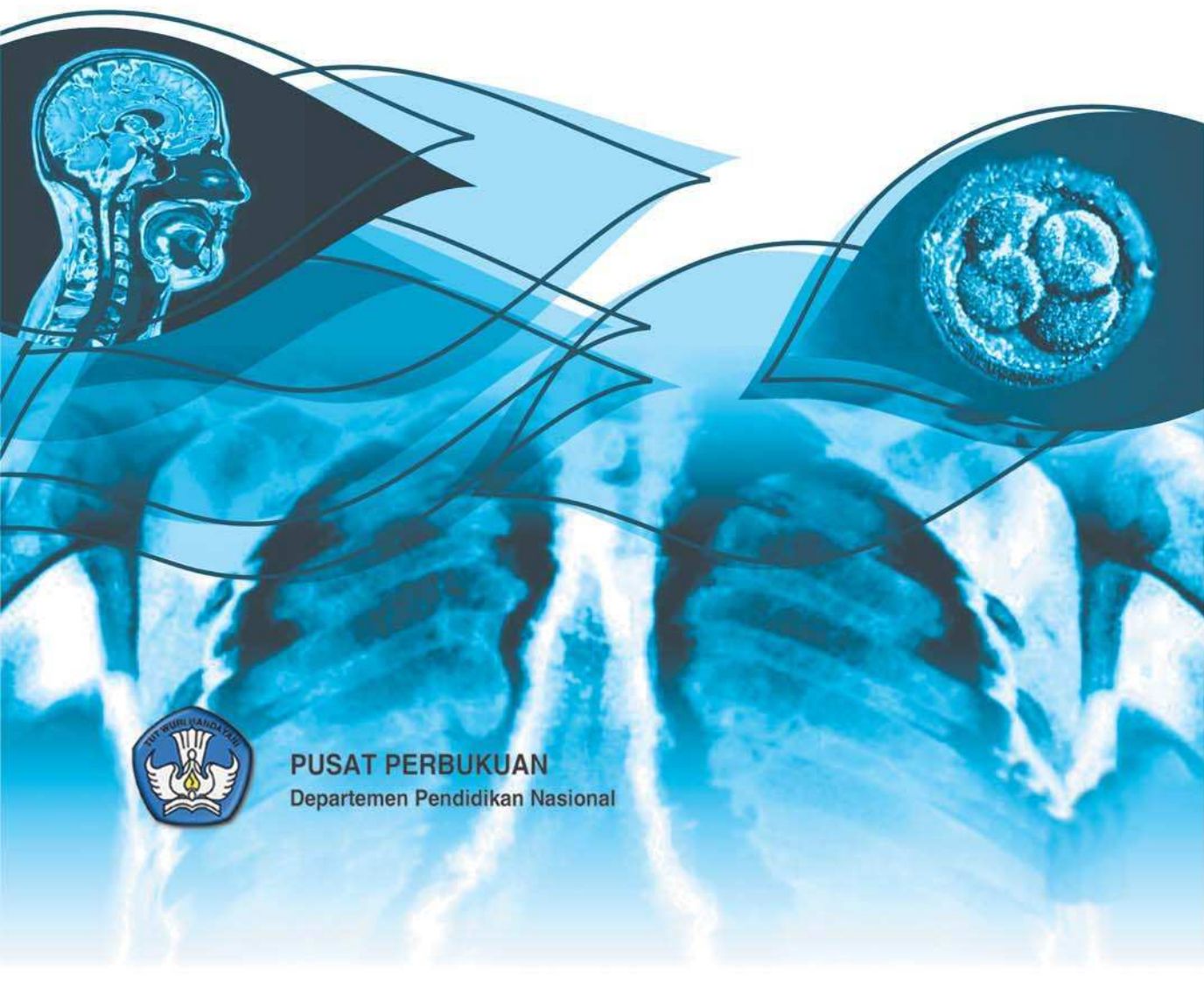


PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Siti Nur Rochmah
Sri Widayati
Meirina Arif P.

B I O L O G I

SMA/MA Kelas XI



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

Biologi SMA/MA Kelas XI

Penulis: Sri Widayati, Siti Nur Rochmah, Zubedi

Editor: Eti Arinastiti, Arif Kurniawan, Yunita Retnosari

Pembaca ahli: Maizer Said Nahdi

Desainer sampul: Aji Galarso Andoko

Desainer perwajahan: Sri Basuki

Ilustrator: Indradi Budi Santosa, Dwi Purwanto

Penata letak: Renita Fatmawati, Purwanto, Miftah Arifin

Pengarah artistik: Sudaryanto

574.07

SRI

SRI Widayati

b

Biologi : SMA dan MA Kelas XI /penulis, Sri Widiyati, Siti Nur Rochmah, Zubedi : editor, Eti Arinastiti, Yunita Retnosari, Arif Kurniawan ; ilustrator, Indradi Budi Santosa, Dwi Purwanto. -- Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.

viii, 346 hlm. : illus. ; 25 cm

Bibliografi : hlm. 344-346

Indeks

ISBN 978-979-068-831-5 (no jld lengkap)

ISBN 978-979-068-840-7

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1. Biologi-Studi dan Pengajaran | I. Judul |
| II. Siti Nur Rochmah | III. Zubedi |
| IV. Eri Arinastiti | |
| V. Yunita Retnosari | VI. Arif Kurniawan |
| VII. Indradi Budi Santosa | VIII. Dwi Purwanto |

Hak cipta buku ini telah dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit Pustaka Insan Madani

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2009

Diperbanyak oleh ...



Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 27 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juni 2009
Kepala Pusat Perbukuan

Kata Pengantar

Biologi adalah ilmu hafal-menghafal. Barangkali itulah yang tertanam dalam benak kalian selama ini. Maka, yang dikejar oleh kalian bukanlah pemahaman, namun bagaimana menghafal materi sebanyak mungkin. Nah, untuk menghentikan kondisi seperti itu, kami menghadirkan Seri Biologi SMA/MA ini. Melalui pendekatan kontekstual, diharapkan pembelajaran biologi terasa mengasyikkan, dan merangsang rasa ingin tahu.

Dalam buku ini, kami menyajikan beragam elemen dan rubrikasi antara lain: *Apersepsi*, berisi judul bab, gambar, serta keterangan gambar yang terkait dengan materi yang akan dipelajari. *Peta Konsep*, berupa konsep-konsep inti yang akan diberikan pada setiap bab. *Tujuan Pembelajaran*, yakni target yang ingin dicapai pada setiap bab. *Kata Kunci*, berisi kata-kata yang merupakan inti materi dalam bab terkait. *Telisisik*, yaitu rubrik berisi kegiatan siswa yang terkait dengan materi. *Percobaan*, yakni kegiatan siswa yang dilakukan di dalam kelas atau laboratorium, untuk membuktikan suatu teori yang terkait dengan materi. *Diskusi*, yaitu rubrik yang menyajikan suatu tema menarik untuk didiskusikan oleh siswa. *Galeri*, berisi aneka informasi tambahan. *Uji Kompetensi*, merupakan soal-soal akhir subbab. *Kilas*, berisi cuplikan informasi penting yang telah dipelajari oleh siswa pada materi ataupun kelas sebelumnya. *Senarai kata*, berisi penjelasan istilah-istilah penting dalam materi. *Ikhtisar*, yaitu rubrik khusus berisi ringkasan materi dalam satu bab. *Ulangan Harian*, berisi soal-soal tes di akhir bab, untuk menguji pemahaman siswa atas keseluruhan materi bab yang bersangkutan.

Selain rubrik-rubrik tersebut, masih ada ulangan blok yang meliputi *Latihan Ulangan Tengah Semester*, *Latihan Ulangan Akhir Semester*, dan *Latihan Ulangan Kenaikan Kelas*. Ketiganya berfungsi menguji ketercapaian kompetensi.

Demikianlah, buku ini telah kami upayakan agar dapat tampil maksimal. Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta, penerbit Pustaka Insan Madani, dan semua pihak atas berbagai bentuk dukungannya.

Yogyakarta, November 2006

Tim Penulis Biologi

Daftar Isi

Kata Sambutan | iii

Kata Pengantar | iv

Daftar Isi | v

Bab I Struktur dan Fungsi Sel

- A. Sel Penyusun Makhluk Hidup • 2
 - 1. Sejarah Penemuan Sel • 2
 - 2. Komponen Kimiawi Sel • 3
 - 3. Struktur dan Fungsi Sel • 4
 - 4. Perbandingan Sel Hewan dan Sel Tumbuhan • 17
- B. Perbandingan Transport Zat pada Membran • 20
 - 1. Transpor Pasif • 20
 - 2. Transpor Aktif • 26

Bab II Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

- A. Jenis-jenis Jaringan Tumbuhan • 32
 - 1. Jaringan Meristem • 32
 - 2. Jaringan Permanen • 34
 - 3. Sistem Jaringan pada Tumbuhan • 41
 - 4. Proses Pengangkutan Zat pada Tumbuhan • 42
- B. Organ Tumbuhan • 46
 - 1. Akar • 47
 - 2. Batang (*Stem*) • 51
 - 3. Daun (*Leaf*) • 55
- C. Sifat Totipotensi Sel Tumbuhan dan Kultur Jaringan • 59
 - 1. Sifat Totipotensi Sel Tumbuhan • 59
 - 2. Sifat Totipotensi Sebagai Dasar Kultur Jaringan • 60

Bab III Struktur dan Fungsi Jaringan Hewan

- A. Jaringan Hewan • 68
 - 1. Jaringan Epitel • 68
 - 2. Jaringan Ikat • 70
 - 3. Jaringan Saraf • 76
 - 4. Jaringan Otot • 77
 - B. Organ dan Sistem Organ • 80
 - 1. Organ • 80
 - 2. Sistem Organ • 81
 - 3. Transplantasi Organ • 83
- Latihan Ulangan Tengah Semester I • 89

Bab IV Sistem Gerak Manusia

- A. Sistem Gerak • 94
 - 1. Rangka • 94
 - 2. Otot • 109
- B. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak Manusia • 115
 - 1. Gangguan dan Kelainan pada Tulang atau Rangka • 115
 - 2. Produk Teknologi yang Berkaitan dengan Kelainan Tulang • 118
 - 3. Gangguan atau Kelainan pada Otot • 119
 - 4. Produk Teknologi yang Terkait dengan Kelainan Otot • 120

Bab V Sistem Peredaran Darah

- A. Sistem Peredaran Darah Manusia • 126
 - 1. Darah • 126
 - 2. Alat-alat Peredaran Darah • 141
 - 3. Macam Peredaran Darah • 147
 - 4. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Peredaran Darah • 148
- B. Sistem Peredaran Darah Hewan • 152
 - 1. Sistem Peredaran Darah Invertebrata • 152
 - 2. Sistem Peredaran Darah Vertebrata • 153

Latihan Ulangan Akhir Semester I • 163

Bab VI Sistem Pencernaan Makanan

- A. Makanan • 170
 - 1. Karbohidrat • 172
 - 2. Lemak • 175
 - 3. Protein • 177
 - 4. Vitamin • 180
 - 5. Mineral • 183
 - 6. Air • 186
- B. Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia • 188
 - 1. Proses Pencernaan pada Manusia • 189
 - 2. Gangguan atau Kelainan Sistem Pencernaan Manusia • 196
 - 3. Berbagai Teknologi yang Dapat Mencegah/Mengatasi Gangguan atau Kelainan Sistem Pencernaan Makanan • 198
- C. Sistem Pencernaan Makanan pada Hewan Ruminansia • 199

Bab VII Sistem Pernapasan

- A. Sistem Pernapasan Manusia • 206
 - 1. Struktur dan Fungsi Alat Pernapasan Manusia • 206
 - 2. Mekanisme Pertukaran Gas Oksigen (O₂) dan Karbondioksida (CO₂) • 210
 - 3. Mekanisme Pernapasan • 212
 - 4. Volume, Kapasitas, dan Frekuensi Paru-paru • 213
 - 5. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Pernapasan Manusia • 216
- B. Sistem Pernapasan Hewani • 219

Bab VIII Sistem Ekskresi

- A. Sistem Ekskresi Manusia • 230
 - 1. Alat-alat Ekskresi Manusia • 230
 - 2. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Ekskresi Manusia • 240

- B. Sistem Ekskresi Hewan • 242
 - 1. Sistem Ekskresi Cacing Pipih • 242
 - 2. Sistem Ekskresi Cacing Tanah • 242
 - 3. Sistem Ekskresi Serangga • 243
 - 4. Sistem Ekskresi Ikan • 244

Latihan Ulangan Tengah Semester II • 249

Bab IX Sistem Regulasi Manusia

- A. Sistem Saraf Manusia • 252
 - 1. Sel Saraf (Neuron) • 253
 - 2. Mekanisme Penghantaran Impuls Saraf • 254
 - 3. Mekanisme Terjadinya Gerak Refleks • 257
 - 4. Susunan Sistem Saraf • 258
 - 5. Gangguan atau Kelainan yang Terjadi pada Sistem Saraf • 266
- B. Sistem Hormon Manusia • 267
 - 1. Kelenjar Hipofisis (Pituitari) • 268
 - 2. Kelenjar Tiroid (Kelenjar Gondok) • 269
 - 3. Kelenjar Paratiroid (Anak Gondok) • 270
 - 4. Kelenjar Timus • 271
 - 5. Kelenjar Adrenal (Anak Ginjal) • 271
 - 6. Kelenjar Pankreas • 271
 - 7. Kelenjar Kelamin • 272
 - 8. Kelenjar Pencernaan • 273
- C. Sistem Indra • 273
 - 1. Indra Penglihat • 274
 - 2. Indra Peraba dan Perasa • 277
 - 3. Indra Pendengar • 279
 - 4. Indra Pembau • 283
 - 5. Indra Pengecap • 283

Bab X Sistem Reproduksi Manusia

- A. Sistem Reproduksi Pria • 292
 - 1. Alat-alat Reproduksi Pria • 292
 - 2. Proses Pembentukan Sperma (Spermatogenesis) • 295
 - 3. Kontrol Hormonal pada Sistem Reproduksi Pria • 296
- B. Sistem Reproduksi Wanita • 297
 - 1. Alat-alat Reproduksi Wanita • 297
 - 2. Oogenesis • 299
 - 3. Kontrol Hormonal pada Sistem Reproduksi Wanita • 300
 - 4. Siklus Menstruasi • 301
 - 5. Fertilisasi, Gestasi (Kehamilan), dan Persalinan • 302
 - 6. Air Susu Ibu (ASI) • 306
- C. Gangguan Sistem Reproduksi dan Teknologi Reproduksi Manusia • 307
 - 1. Gangguan atau Kelainan Sistem Reproduksi Manusia • 307
 - 2. Teknologi Reproduksi Manusia • 308
 - 3. Penyakit Menular Seksual (PMS) • 309

- A. Antigen dan Antibodi • 316
 - 1. Pengertian Antigen dan Antibodi • 316
 - 2. Struktur dan Fungsi Antibodi • 318
 - 3. Pembentukan Antigen dan Antibodi • 319
 - B. Mekanisme Pertahanan Tubuh • 322
 - 1. Ragam Mekanisme Pertahanan Tubuh • 322
 - 2. Kegagalan Mekanisme Pertahanan Tubuh • 324
- Latihan Ulangan Kenaikan Kelas • 329
- Kunci Jawaban • 335
- Indeks • 342
- Daftar Pustaka • 344

B a b I

Struktur dan Fungsi Sel



Dok. PIM

Sebuah rumah tersusun dari tembok, pintu, jendela, atap, dan lain-lain. Sebidang tembok, tersusun atas ribuan batu bata yang direkatkan satu sama lain. Tanpa batu bata, mustahil tembok dapat berdiri.

Ibarat batu bata yang tersusun membentuk tembok, demikian pula sel menyusun tubuh makhluk hidup. Lalu, apa yang dimaksud dengan sel? Apa fungsinya di dalam tubuh? Bahasan berikut akan menjelaskannya.

Kata Kunci

- Sel
- Protoplasma
- Membran sel
- Organel sel
- Osmosis
- Difusi
- Transpor aktif

Pada bab berikut, kita akan mempelajari struktur dan fungsi sel sekaligus komponen kimiawi yang menyusunnya. Selain itu, kita juga akan mengidentifikasi pelbagai organel sel penyusun tubuh tumbuhan dan hewan. Sementara itu, mekanisme transpor yang terjadi pada membran sel juga akan kita pelajari di bagian akhir bab ini.

Dengan mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu mengetahui struktur dan fungsi sel, baik sel hewan maupun sel tumbuhan. Sekaligus juga kalian diharapkan mampu membedakan struktur sel hewan dan struktur sel tumbuhan tersebut.

A. Sel Penyusun Makhluk Hidup

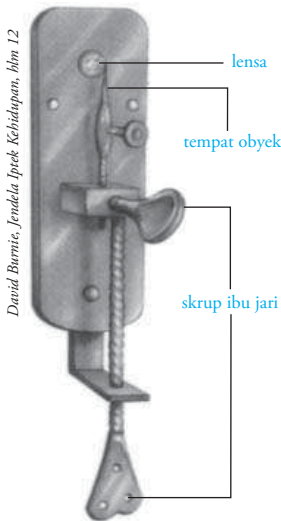
Saat terdengar kata “sel”, mungkin yang terbersit dalam benak adalah tempat untuk mengurung penjahat atau pelaku tindak kriminal. Pemahaman ini tidak seutuhnya salah, sebab sel diibaratkan sebuah kamar-kamar kecil yang tersebar di seluruh tubuh. Isi kamar tersebut berupa organel sel yang selalu beraktivitas. Karena itu, **sel** dapat diartikan sebagai unit terkecil penyusun makhluk hidup dan sebagai tempat berlangsungnya aktivitas kehidupan. Aktivitas kehidupan sel meliputi sintesis, pengangkutan zat, pernapasan, pengeluaran zat sisa, pertumbuhan dan perkembangan.

1. Sejarah Penemuan Sel

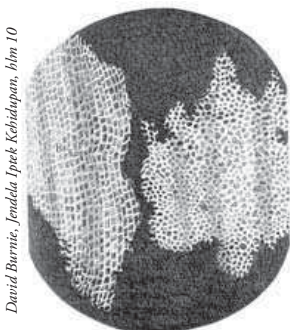
Penemuan sel pertama kali diawali dengan ditemukannya mikroskop oleh **Antoni von Leeuwenhoek**. Bentuk mikroskop tersebut dapat kalian ketahui dengan mencermati Gambar 1.1. Adanya penemuan mikroskop ini mengilhami ilmuwan Inggris, **Robert Hooke** (1635-1703), ahli pembuat mikroskop, melakukan pengamatan terhadap suatu obyek biologi. Saat itu ia mengamati irisan penampang melintang gabus batang tumbuhan. Irisan melintang tersebut tampak pada Gambar 1.2. Ia melihat bahwa di dalam irisan itu terdapat rongga segi enam yang kosong dan mati. Ia menyebut rongga tersebut dengan nama **sel**, yang berasal dari kata *cellula* yang berarti ‘kamar’.

Tahun 1838, dua ahli biologi Jerman, yakni **Mathias J. Schleiden** yang ahli botani dan **Theodor Schwann** yang ahli zoologi, membuktikan bahwa sel itu hidup dan bukanlah kamar kosong. Namun, di dalam sel tersebut terdapat sitoplasma yang berisi cairan. Oleh karena itu, muncullah teori terkait sel. Teori ini dinamakan **teori sel** yang berbunyi bahwa semua makhluk hidup tersusun atas sel. Sel merupakan bagian terkecil makhluk hidup yang memiliki aktivitas kehidupan. Sehingga hal ini menunjukkan bahwa sel merupakan penyusun dasar tubuh makhluk hidup.

Penelitian tentang sel kemudian dilanjutkan oleh **Felix Dujardin**. Ia menemukan bahwa sel terdiri atas dinding sel dan isi sel. Isi sel ini meliputi materi yang bersifat hidup dan termasuk bagian terpenting sel hidup. Isi sel tersebut dinamakan **protoplasma** dengan arti zat pertama yang dibentuk. Sebenarnya, istilah protoplasma sudah diperkenalkan



Gambar 1.1 Bentuk mikroskop yang ditemukan pertama kali



Gambar 1.2 Irisan melintang gabus batang tumbuhan yang diamati Hooke

pertama kali tahun 1839 oleh ahli fisiologi **J. Purkinje**. Protoplasma merupakan bagian sel yang berisi cairan menyerupai agar-agar.

Pada tahun 1858 **Rudolf Virchow** melengkapi teori tentang sel tersebut. Ia menemukan bahwa setiap sel berasal dari sel yang ada sebelumnya (*omnis cellula cellula*), sehingga muncul teori sel yang menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan pertumbuhan. Tahun 1880 **August Weismann** memberikan suatu kesimpulan bahwa sel yang ada saat ini dapat ditelusuri asal-usulnya hingga makhluk hidup yang paling awal.

Inilah sejarah penemuan sel dari awal hingga abad ke-19. Tentunya, pembahasan sel saat ini semakin berkembang. Untuk mengetahui lebih mendalam tentang sejarah penemuan sel, coba kalian lakukan kegiatan pada rubrik berikut.

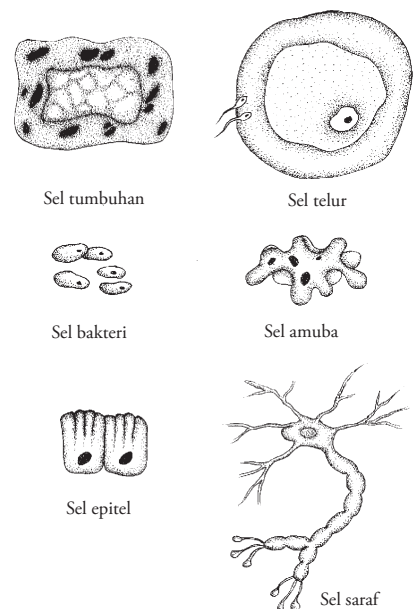
Telisisik

Bersama teman sebangku kalian, carilah artikel yang terkait perkembangan teori sel pada koran, majalah, internet, atau sumber lainnya. Kalian dapat mengumpulkan artikel tersebut dalam bentuk kliping. Hasilnya dapat dikumpulkan pada guru yang selanjutnya diberikan ke perpustakaan sebagai koleksi referensi.

Sel hidup memiliki berbagai ukuran dan bentuk, yakni bulat, oval, panjang, pendek, berekor, atau lainnya. Untuk mengetahui pelbagai bentuk sel pada makhluk hidup, perhatikan Gambar 1.3. Sekelompok sel yang memiliki bentuk dan fungsi sama akan membentuk sebuah **jaringan**. Sekelompok jaringan yang berbeda akan menyusun suatu **organ**. Kemudian, organ-organ yang berbeda bekerja bersama membentuk **sistem organ**. Berbagai sistem organ yang berbeda akan berkumpul sehingga terbentuk **individu**.

Seiring perkembangan teknologi mikroskop dan teknik pewarnaan, penemuan bagian sel pun mengalami kemajuan. Hal ini dibuktikan dengan adanya penemuan **organel sel** sebagai penyusun sel hidup. Alhasil, komponen sel yang diketahui semakin bertambah. Sel tidak hanya tersusun atas membran plasma, inti sel dan sitoplasma saja, namun juga organel sel. Bahkan, pada tahun 1944 telah ditemukan komponen sel yaitu DNA atau gen.

Selain sebagai unit terkecil dalam kehidupan, sel juga sebagai unit fungsional. Artinya, sel-sel yang menyusun tubuh makhluk hidup tersebut dapat melakukan fungsi atau kegiatan hidup. Selain itu, sel juga berperan sebagai unit hereditas (pewaris), yakni penurun sifat genetis dari satu generasi ke generasi berikutnya.



Gambar 1.3 Berbagai bentuk sel

2. Komponen Kimiawi Sel

Protoplasma adalah sejenis substansi kompleks seperti agar-agar yang tidak habis digunakan saat aktifitas kimiawi dalam menjaga kelangsungan hidup sel. Substansi kompleks sel tersebut merupakan campuran beberapa senyawa yang memiliki perbandingan sama. Seba-

gian besar komposisi protoplasma adalah air, yakni sekitar 70% sampai 90%. Di dalamnya terdapat garam mineral dan senyawa organik/senyawa karbon seperti karbohidrat, lemak, dan protein.

Komposisi protoplasma dalam setiap sel makhluk hidup berbeda. Sebab, protoplasma tersusun atas berbagai campuran zat. Oleh karena itu, kemungkinan protoplasma yang menyusun sel penyusun organ tubuh tertentu berbeda dengan sel penyusun organ tubuh yang lain. Sebagai contoh, protoplasma yang menyusun sel otot berbeda dengan protoplasma penyusun sel otak.

Berdasarkan asal bahannya, protoplasma memiliki dua bentuk, yakni bagian cair dan semi cair seperti gel. Kedua bentuk protoplasma ini amat bergantung pada bahan fisiologis sel.

Sekalipun para ilmuwan mengetahui berbagai jenis senyawa dalam protoplasma, namun tidak satupun yang mampu membuat sebuah campuran sehingga bisa disebut protoplasma. Kendalanya adalah sifat pasti dari protoplasma masih belum diketahui. Selain itu, para ilmuwan belum mampu menghasilkan kondisi lingkungan yang hidup dapat mulai. Ini membuktikan kuasa dari Tuhan Yang Maha Esa.

Protoplasma sebuah sel tersusun atas tiga bagian, antara lain membran sel, sitoplasma, dan organel sel (termasuk nukleus). Kalian dapat mempelajarinya pada bahasan berikutnya. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai bahasan komponen kimiawi sel, laksanakan tugas di rubrik *Telisik* berikut.

Telisik

Secara mandiri, coba kalian cari informasi yang terkait dengan komponen kimiawi sel dari internet atau buku referensi lainnya. Komunikasikan hasilnya dengan guru dan teman kalian.

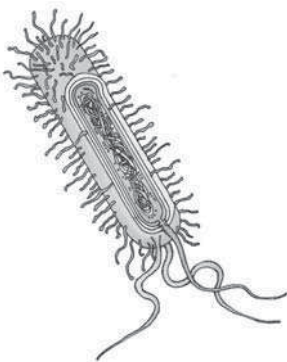
3. Struktur dan Fungsi Sel

Sebuah sel merupakan unit terkecil dalam kehidupan. Di dalamnya berisi suatu zat hidup yang dinamakan protoplasma. Protoplasma merupakan gabungan dua kata yang berasal dari Yunani, yakni *protos* artinya pertama dan *plasm* artinya bentuk.

Secara umum, struktur sel makhluk hidup terbagi dalam dua jenis, meliputi sel prokariotik dan sel eukariotik.

Prokariotik (*prokaryote*) berasal dari bahasa Yunani, yakni *pro* artinya 'sebelum' dan *karyon* artinya 'kernel' atau 'nukleus'. Berdasarkan asal kata tersebut, **sel prokariotik** diartikan sebagai sel makhluk hidup yang tidak bernukleus. Ciri-ciri sel prokariotik adalah materi genetiknya berada di dalam nukleoid; tidak bermembran; dan tidak memiliki beberapa organel khusus, seperti mitokondria, kloroplas, retikulum endoplasma, aparatus Golgi, lisosom, dan peroksisom.

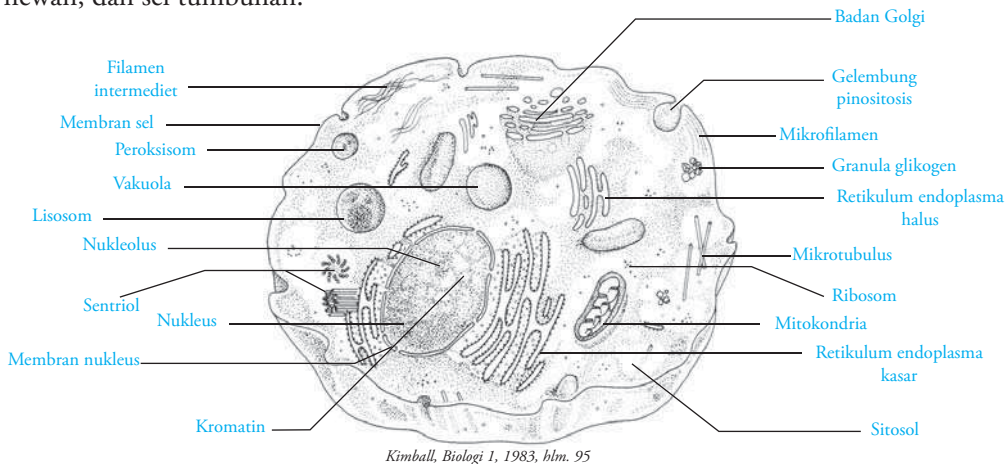
Di samping itu, sel prokariotik memiliki materi genetik seperti DNA dan RNA, DNA plasmid, dan beberapa organel sel, semisal ribosom, dinding sel, mesosom, dan kromatofor yang berfungsi sama



Gambar 1.4 Sel prokariotik bakteri *Bacillus coagulans*

dengan kloroplas dan mitokondria. Makhluk hidup yang berjenis sel prokariotik, misalnya bakteri dan alga hijau biru.

Sebaliknya, **sel eukariotik** (Yunani: *eu*, berarti sebenarnya) merupakan sel makhluk hidup bernukleus yang diselaputi membran. Di dalam membran ini terdapat cairan yang disebut sitoplasma. Contoh sel eukariotik adalah protozoa (seperti amoeba, flagellata, ciliata), sel hewan, dan sel tumbuhan.

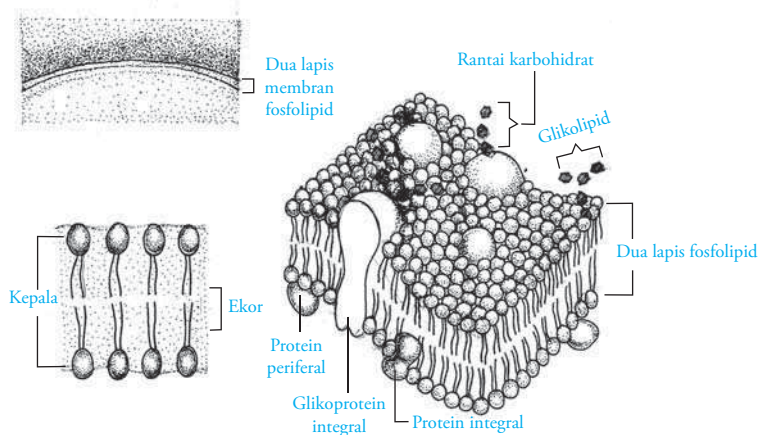


Gambar 1.5 Sel dan bagian-bagiannya

Telah disebutkan di depan bahwa protoplasma sel tersusun oleh membran sel, sitoplasma, dan organel sel. Kita dapat mengetahui struktur dan fungsinya dengan menyimak dan memahami uraian berikut.

a. Membran Sel

Membran sel disebut juga **membran plasma**. Membran sel merupakan bagian sel yang terletak pada bagian terluar. Sebagian besar bagian sel ini dimiliki oleh sel organisme eukariotik. Perhatikan Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Struktur membran sel

Membran sel merupakan pembatas antara bagian dalam sel dengan lingkungan luarnya. Fungsinya antara lain melindungi isi sel, pengatur keluar-masuknya molekul-molekul, dan juga reseptor rangsangan dari

Kilas

Pada bahasan sejarah penemuan sel, disebutkan bahwa protoplasma yang ditemukan Felix Dujardin adalah salah satu bagian sel yang berisi organela sel. Sel memiliki bagian berisi cairan yang disebut sitoplasma.

luar. Bagian khusus membran sel yang berfungsi sebagai reseptor adalah **glikoprotein**. Glikoprotein merupakan bagian membran sel yang tersusun atas karbohidrat dan protein. Selain itu, pada membran plasma terdapat glikolipid yang tersusun atas karbohidrat dan lemak.

Membran sel tersusun atas molekul yang disebut **lipoprotein**. Lipoprotein merupakan senyawa kimia yang terdiri atas lemak fosfolipid dan protein. Letak molekul lemak berada di tengah membran. Karena itu, membran ini dinamakan **fosfolipid lapis ganda** (*bilayer fosfolipid*).

Di sebelah luar dan sebelah dalam lapisan lemak pada membran sel terdapat dua lapisan protein, yakni protein integral dan **protein perifer**al. Protein membran yang terbenam di antara lapisan lemak disebut protein integral. Sementara, protein yang menempel pada lapisan lemak disebut **protein tepi** (**protein perifer**al).

Pada bagian luar membran plasma terdapat karbohidrat yang melekat pada protein. Di samping itu, karbohidrat juga melekat pada fosfolipid. Fosfolipid merupakan bagian membran plasma yang memiliki kepala dan ekor. Bagian kepala fosfolipid bersifat hidrofilik atau suka air, sedangkan bagian ekornya bersifat menolak air atau hidrofobik.

Membran sel berbentuk tak simetris. Walau demikian, berbagai zat yang masuk dan keluar dari sel dapat terseleksi dengan baik. Zat yang masuk melalui fosfolipid lapis ganda meliputi molekul-molekul hidrofobik. Sementara, zat yang tertolak misalnya saja ion Na^+ , K^+ , dan Cl^- . Kemampuan ini dimiliki karena membran sel bersifat **selektif permeabel**.

b. Sitoplasma

Sitoplasma merupakan cairan yang mengelilingi inti sel dengan membran sel sebagai batas luarnya. Dasar penyusunnya ialah sitosol yang bersifat koloid. Di dalam sitosol terdapat ion sederhana misalnya sodium, fosfat dan klorida, molekul organik seperti asam amino, ATP dan neuklotida, dan tempat penyimpanan bahan. Sitosol dapat berubah dari fase sol (cair) ke fase gel (semi-padat) atau juga sebaliknya. Cairan sitosol yang lebih pekat dan berbatasan dengan membran sel dinamakan ektoplasma.

Keberadaan sitoplasma bagi sel amatlah penting. Ini ditunjukkan dengan beragamnya fungsi yang dimiliki, antara lain: tempat penyimpanan bahan-bahan kimia yang berguna saat proses metabolisme sel (seperti enzim, protein, dan lemak); tempat berlangsungnya reaksi metabolisme; dan tempat organel-organel untuk bergerak dan bekerja sesuai fungsinya.

c. Organel Sel

Organel sel menyusun setiap sel makhluk hidup prokariotik dan eukariotik. Organel sel prokariotik telah kita singgung di depan, sementara sel eukariotik memiliki beberapa organel sel khusus. Organel sel eukariotik meliputi nukleus, retikulum endoplasma, mitokondria, plastida, aparatus Golgi/badan Golgi, lisosom, badan mikro, sentriol, kloroplas, mikrotubulus, dan mikrofilamen.