

TINJAUAN MATA KULIAH

Mata Kuliah Konsep Dasar Biologi merupakan mata kuliah yang akan membekali mahasiswa-mahasiswa tentang berbagai struktur dan fungsi pada makhluk hidup serta berbagai kegiatan dan dampak yang dihasilkannya, yang dijabarkan dalam materi : sel sebagai satuan struktural dan fungsional makhluk hidup, reproduksi dan metabolisme sel, keanekaragaman makhluk hidup1, keanekaragaman makhluk hidup 2, berbagai fungsi pada tumbuhan 1, berbagai fungsi pada tumbuhan 2, berbagai fungsi pada hewan 1, berbagai fungsi pada hewan 2, makhluk hidup dan lingkungan 1, makhluk hidup dan lingkungan 2, kependudukan dan pemeliharaan kesehatan.

Tujuan secara umum dari mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan berbagai struktur dan fungsi serta berbagai kegiatan dan dampak yang diakibatkannya, dan tujuan secara khususnya adalah agar mahasiswa dapat :

Menjelaskan sel sebagai satuan struktural dan fungsional makhluk hidup.

Menjelaskan reproduksi dan metabolisme sel.

Menjelaskan keanekaragaman makhluk hidup 1 dan 2.

Menjelaskan berbagai fungsi pada tumbuhan 1 dan 2.

Menjelaskan berbagai fungsi pada hewan 1 dan 2.

Menjelaskan makhluk hidup dan lingkungan 1 dan 2

Menjelaskan tentang kependudukan

Menjelaskan tentang pemeliharaan kesehatan.

Manfaat dari mata kuliah ini adalah dapat menambah wawasan bagi mahasiswa tentang berbagai struktur dan fungsi pada makhluk hidup serta berbagai kegiatan dan dampak yang diakibatkannya.

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai serta bobot SKS mata kuliah konsep dasar biologi, materi kuliah ini disajikan dalam 12 Bahan Belajar Mandiri (BBM) yang terdiri dari :

BBM 1 : Sel Sebagai Satuan Struktural Dan Fungsional Dari Makhluk Hidup.

BBM 2 : Reproduksi dan Metabolisme Sel.

BBM 3 : Keanekaragaman Makhluk Hidup 1.

BBM 4 : Keanekaragaman Makhluk Hidup 2
BBM 5 : Berbagai Fungsi Pada Tumbuhan. 1.
BBM 6 : Berbagai Fungsi Pada Tumbuhan 2.
BBM 7 : Berbagai Fungsi Pada Hewan 1.
BBM 8 : Berbagai Fungsi Pada Hewan 2.
BBM 9 : Makhluk Hidup Dan Lingkungan 1
BBM 10 : Makhluk Hidup Dan Lingkungan 2
BBM 11 : Kependudukan
BBM 12 : Pemeliharaan Kesehatan.

Dengan mempelajari setiap BBM secara cermat sesuai dengan petunjuk yang ada pada setiap modul serta dengan mengerjakan semua tugas dan latihan serta tes yang diberikan, mahasiswa akan berhasil dalam menguasai tujuan-tujuan yang telah ditetapkan.

BBM 1

SEL SEBAGAI SATUAN STRUKTURAL DAN FUNGSIONAL TERKECIL MAHKLUK HIDUP

PENDAHULUAN

Modul ini merupakan modul pertama dari mata kuliah Konsep Dasar Biologi, dalam modul ini Anda diajak untuk menerapkan konsep-konsep yang ada di dalamnya dalam pembelajaran di SD.

Secara umum modul ini menjelaskan tentang : Cara mempelajari sel; Penggunaan Mikroskop; Manfaat mempelajari sel; Sifat dan keragaman sel; Ukuran berbagai macam sel; Struktur dan fungsi permukaan sel; serta Struktur dan Fungsi organel-organel sel.

Sebelum mempelajari berbagai jenis makhluk hidup serta berbagai proses yang terjadi di dalamnya, Anda dapat mempelajari unit terkecil dari makhluk hidup baik secara struktural maupun fungsional yang kita kenal sebagai sel. Dalam hal ini Anda diharapkan memiliki kemampuan menjelaskan konsep-konsep yang berkaitan dengan struktur dan fungsi sel. Secara lebih khusus lagi, Anda diharapkan dapat :

1. menjelaskan cara mempelajari sel
2. membedakan macam-macam mikroskop
3. terampil dan dapat menjelaskan cara menggunakan mikroskop cahaya
4. menjelaskan perbedaan sel prokariotik dengan sel eukariotik
5. menjelaskan perbedaan antara sel hewan dengan sel tumbuhan
6. menjelaskan adanya berbagai macam bentuk dan fungsi sel pada hewan dan tumbuhan
7. menjelaskan adanya perbedaan sambungan dan komunikasi antara sel
8. menjelaskan adanya perbedaan ukuran sel pada makhluk hidup
9. menjelaskan manfaat mempelajari sel

10. menjelaskan struktur dan fungsi permukaan sel
11. menjelaskan struktur dan fungsi organel-organel sel.

Kemampuan tersebut sangat penting untuk semua guru kelas, karena dengan memahami materi tentang sel tersebut maka Anda dapat menjelaskan hal-hal yang berkaitan dengan makhluk hidup uniseluler maupun multiseluler yang ada di muka bumi ini. Selain itu Anda dapat tampil di depan kelas lebih percaya diri. Dengan menguasai materi secara mantap, para siswa akan merasa senang dan bersemangat belajar bersama Anda.

Untuk membantu Anda mencapai tujuan tersebut, BBM ini diorganisasikan menjadi tiga kebiatan belajar (KB), sebagai berikut :

KB 1 : Cara Mempelajari Sel

KB 2 : Perbedaan Struktur Sel Pada Makhluk Hidup

KB 3 : Struktur Dan Fungsi Permukaan Sel Dan Organel-Organel Sel.

Untuk membantu Anda dalam mempelajari BBM ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini:

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai Anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa dan bagaimana mempelajari bahan belajar ini.
2. Bacalah sepiantas bagian demi bagian, dan temukan kata-kata kunci dan kata-kata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata kunci tersebut dalam kamus yang Anda miliki dan dalam bagian glosarium BBM ini.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda.
4. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk internet.
5. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.

6. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal-soal yang dituliskan dalam setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan bahan belajar ini.

Selamat Belajar!

CARA MEMPELAJARI SEL

PENGANTAR

Tahukah anda bahwa sesungguhnya tubuh anda terdiri dari banyak sel (poliseluler) ? Tubuh manusia dibangun oleh ratusan trilyun sel atau lebih. Kita memiliki satu juta sel pada setiap inci persegi kulit, sekitar 30 milyar sel pada otak, dan kira-kira 20 trilyun sel darah merah dalam darah kita. Sedangkan bakteri dan organisme mikroskopik lainnya hanya terdiri dari satu sel tunggal (monoseluler)

Sel berukuran kecil dan kompleks. Sulit untuk melihat strukturnya, menemukan komposisi molekulernya, dan sulit untuk mengetahui berbagai fungsi bagaian-bagiannya. Bagaimana kita dapat mempelajari tentang sel bergantung pada alat yang digunakan, dan berbagai metode serta teknik baru yang digunakan untuk mengamati sel tersebut.

A. Cara mempelajari Sel

Pada tahun 1655, Robert Hooke seorang ahli fisika dan botani amatir menggunakan bagian-bagian mikroskop untuk menggambarkan pori kecil pada irisan gabus, yang disebut sel. Antoni van Leewenhoek pada tahun 1674 membuat dan menggunakan mikroskop cahaya sederhana dan melaporkan penemuan protozoa, serta sembilan tahun kemudian menemukan bakteri untuk pertama kalinya. Pada tahun 1838, Schleiden dan Schwann mengusulkan teori sel, pernyataannya bahwa sel bernukleus merupakan unit struktur dan fungsi pada tumbuhan dan hewan. Perkembangan teori sel terjadi setelah 20 tahun kemudian, ketika Rudolph Virchow, ahli Patologi Jerman mempublikasikan penemuannya bahwa “ Dimana adanya sebuah sel, harus berasal dari sel sebelumnya, hewan berasal dari seekor hewan dan tumbuhan berasal dari tumbuhan. Teori ini dikenal dengan “ *Omnis cellula e cellula*” yang artinya semua sel berasal dari sel sebelumnya. Sel pada saat ini diidentifikasi sebagai

unit kehidupan paling sederhana, unit yang membentuk dasar semua struktur, fungsi, pertumbuhan dan reproduksi.

Sel hewan memiliki diameter 10-20 μm , atau sekitar lima kali lebih kecil dari partikel terkecil yang dapat dilihat oleh mata biasa. Sel tersebut tidak dapat dilihat, sebelum mikroskop cahaya yang baik tersedia pada awal abad ke-19 ketika semua sel hewan dan tumbuhan ditemukan sebagai kumpulan dari sel-sel individu. Penemuan ini, diusulkan sebagai '*Cell doctrine*' oleh Schleiden dan Schwann pada tahun 1838, sebagai tanda lahirnya biologi sel.

Sel hewan tidak hanya tipis, tetapi juga tidak berwarna dan dapat ditembus cahaya. Akibatnya, penemuan gambaran bagian dalam sel bergantung pada berbagai teknik pewarnaan pada akhir abad ke-19, yang cukup tersedia untuk melihat sel dengan jelas. Selanjutnya, pengenalan mikroskop elektron lebih jauh pada awal tahun 1940an, memerlukan perkembangan teknik baru untuk mengawetkan dan mewarnai sebelum kompleksitas struktur internal sel dapat timbul. Saat ini, mikroskop bergantung pada berbagai teknik untuk mempersiapkan bahan pemeriksaan yang dapat tampil baik pada mikroskop cahaya maupun mikroskop elektron.

Metode lain yang digunakan untuk mempelajari sel meliputi : fraksinasi (pemisahan bagian-bagian sel), pemberian label isotop radioaktif (^{14}C dan ^3H).

B. Penggunaan Mikroskop

Kemampuan mikroskop adalah untuk memperbesar suatu obyek yang akan diamati sehingga menjadi dapat dilihat dengan mata, tetapi bukan hanya kemampuan memperbesar obyek. Sifat lain suatu alat untuk memperbesar adalah kemampuan untuk memisahkan secara jelas bagian-bagian suatu gambar, kualitas ini disebut kekuatan pemusatan (*resolving power*). Mata manusia mampu membedakan dua titik yang berbeda jika masing-masing titik terpisah paling tidak 0,1 mm. Sebuah mikroskop yang efektif tidak hanya harus memperbesar ukuran gambar sehingga dapat dilihat oleh mata manusia, tetapi juga harus mampu memusatkan seluk beluk atau rincian gambar.

Gambar 1-1. (a). Bagian-bagian mikroskop cahaya : 1. Lensa okuler; 2. Tabung ; 3. Alat penyetel (knob) kasar; 4. Knob halus; 5. Lensa obyektif; 6. Lengan mikroskop; 7. Meja preparat; 8. Kondensor; 9. Pengungkit; 10. Cermin; dan 11. Kaki mikroskop. (b). Gambar sel-sel darah manusia yang dilihat dengan mikroskop cahaya.

Mikroskop cahaya selama bertahun-tahun digunakan untuk mempelajari struktur sel, tetapi kekuatan pemusatannya tidak cukup untuk mengungkapkan rincian struktur sel. Panjang gelombang cahaya terlalu panjang untuk pemusatan dua obyek dengan jarak $0,2 \mu\text{m}$ (mikrometer), atau 200 nm (nanometer). Bakteri terkecil dapat dilihat dengan mikroskop cahaya terbaik, tetapi struktur internal sel, atau organel-organelnya tidak dapat dilihat dengan mikroskop cahaya.

Mikroskop lain yang sering digunakan adalah berbagai mikroskop elektron antara lain :

(1). *Transmission Electron Microscope (TEM)* menggunakan aliran elektron, lebih baik dari cahaya dan memusatkan aliran melalui penggunaan elektromagnet yang terletak di dalam lensa kaca. Kekuatan pemusatan dan perbesaran TEM 400 kali lebih besar dari mikroskop cahaya. Pada TEM,

sumber elektron menghasilkan aliran elektron yang dipusatkan melalui serangkaian lensa kondensor magnetik; lensa ini setara dengan lensa kaca pembesar pada mikroskop cahaya. Aliran elektron mengalir melalui spesimen yang sedang diamati dan dipusatkan di atas kasa fluoresen. Obyek yang diperbesar dapat diamati melalui mikroskop-stereoskopik, dan bagian tertentu dapat difoto untuk mendapatkan mikrograf elektron;

Gambar 1-2. (a). Mikroskop elektron *TEM* : 1. Sumber elektron; 2. Lensa pemusat magnetik pertama; 3. tempat obyek; 4. Lensa pemusat magnetik kedua; 5. Kasa fluoresen; dan 6. Mikroskop stereoskopik. (b). Mikroskop elektron *SEM*: 1. Sumber elektron; 2. Lensa pemusat magnetik; 3. Deflektor (pembelok) aliran elektron; 4. Tempat obyek; 5. Detektor aliran elektron; dan 6. Kasa penampil sinar katoda.

(2). *Scanning Electron Microscope (SEM)*, pada mikroskop elektron ini lensa magnetik memusatkan aliran elektron dari sumbernya dan secara cepat menyapu dengan lembut melintasi permukaan obyek yang diamati. Molekul obyek ditingkatkan menjadi tingkatan energi tinggi oleh aliran elektron; akibatnya molekul obyek melepaskan elektron sekunder. Elektron sekunder tersebut ditangkap melalui detektor dan diperbanyak dan selanjutnya diproyeksikan di atas kasa penampil sinar katoda, tempat dimana gambar dapat dilihat dan difoto.

Gambar 1-3. (a). Foto virus pada bakteri kolon diwarnai dengan Uranium Oksida, dan (b). Sel pankreas manusia, keduanya dihasilkan oleh mikroskop elektron *TEM*, (c). Sel darah merah manusia yang dihasilkan oleh mikroskop elektron *SEM*.

C. Manfaat Mempelajari Sel

Pernahkan anda melihat tampilan sel dalam mikroskop ? Menampilkan sel melalui sebuah mikroskop merupakan cara yang baik untuk mengamati strukturnya, tetapi memahami fungsi sel hidup membutuhkan alat dan teknik yang lain. Salah satu metoda yang penting untuk menentukan fungsinya adalah melalui fraksinasi sel, yaitu memecahkan sel dan selanjutnya menganalisis kandungannya. Dengan teknik fraksinasi sel, pertama sentrifus memisahkan bagian-bagian dan organel sel, selanjutnya peneliti dapat mempelajari enzim yang aktif pada satu organel dan tidak aktif pada organel lainnya.

Gambar 1-4. Teknik Fraksinasi Sel; memisahkan bagian-bagian sel.

Prosedur lainnya yaitu memberi tanda isotop radioaktif pada ion penting, molekul, dan reaksi kimia pada sel dan organisme. Sebagai contoh, peneliti dapat memberi tanda suatu asam amino dengan isotop radioaktif Karbon (^{14}C) atau Hidrogen (^3H) pada tempat atom C dan H yang normal. Dalam beberapa menit atau detik akan memasuki sebuah sel, asam amino yang diberi tanda dapat membangun sebuah protein seluler baru, dan jalur protein selanjutnya dapat dilacak melalui pengukuran radioaktifitas dari berbagai fraksi (bagian-bagian sel).

LATIHAN 1

Untuk lebih memantapkan pemahaman Anda terhadap materi yang sudah dipelajari, maka lakukanlah latihan berikut ini :

1. Sel berukuran kecil, untuk mempelajarinya dibutuhkan berbagai macam cara. Berdasarkan pemahaman terhadap materi di atas, coba jelaskan cara apa saja yang dapat digunakan untuk mengamati berbagai sel tersebut!
2. Lakukan pengamatan sel hewan dan tumbuhan dengan menggunakan mikroskop cahaya.
 - a. Untuk mengamati macam-macam hewan dan tumbuhan bersel tunggal (uniseluler), siapkan air kolam yang berwarna hijau dalam botol, teteskan dengan pipet tetes satu tetes air kolam pada kaca obyek dan tutup dengan kaca penutup, kemudian simpan pada meja mikroskop, gunakan lensa obyektif perbesaran 10x dan lensa okuler perbesaran 5-10x, hadapkan cermin ke arah datangnya cahaya, atur diafragma agar cahaya terfokus pada obyek yang akan diamati. Putar kob atau pengatur penglihatan yang kasar dan halus sampai obyek benar-benar terlihat. Catat dan gambarkan apa yang Anda lihat.
 - b. Untuk mengamati sel tumbuhan , siapkan satu batang pohon yang tidak berkayu (agar mudah disayat) misalnya pohon bayam. Iris melintang batangnya setipis mungkin dengan menggunakan silet yang tajam, simpan irisan batang bayam pada kaca obyek dan tutup dengan kaca

penutup, dan simpan pada meja mikroskop cahaya, dengan cara yang sama amati, catat dan gambarkan apa yang Anda lihat.

3. Apa manfaat yang Anda peroleh setelah mempelajari sel, jika ada bagaimana cara menerapkannya dalam pembelajaran di SD?.

Untuk dapat menjawab latihan secara lengkap. Carilah buku-buku dan bahan bacaan lain yang memuat tentang sel, dan Anda dapat mengacu pada rambu-rambu pengerjaan latihan berikut :

1. Ukuran sel berbeda-beda sehingga alat yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan dan bergantung pada apa yang akan kita amati, apakah sel tersebut berukuran nm seperti virus, atau μm seperti bakteri, dan mm pada hewan bersel tunggal. Sel juga bersifat tembus cahaya jadi untuk mempelajarinya membutuhkan teknik tertentu. Untuk mempelajari bagian-bagian sel, maka sel tersebut harus dipecahkan dan isinya dapat dipisahkan berdasarkan beratnya dengan menggunakan sentrifuse.
2. Hewan-hewan uniseluler dapat ditemukan dalam air kolam, air sungai ataupun air laut yang relatif belum tercemar. Pada air yang baru diambil dapat ditemukan berbagai macam hewan uniseluler tersebut misalnya Paramecium (pada permukaan selnya banyak silia), Euglena yang berbentuk lonjong dan berflagel, serta bermacam hewan lain. Tumbuhan bersel tunggal juga dapat ditemukan pada air kolam, misalnya ganggang hijau, keemasan bersel satu. Hal ini dapat dibedakan dari warna pada permukaan selnya.
3. Sel disusun oleh berbagai makromolekul seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Untuk membangun sel berbagai makromolekul tersebut akan selalu dibutuhkan, karena setiap hari sel dibentuk dan tumbuh untuk pertumbuhan makhluk hidup, mengganti sel-sel yang rusak dan untuk kekebalan tubuh. Berbagai protein juga dibentuk dalam sel, baik protein struktural (pembangun sel) maupun protein fungsional (misalnya, enzim) yang berguna untuk proses metabolisme dalam tubuh. Jika asupan makromolekul tersebut tidak terpenuhi maka akibatnya dapat dibayangkan bagaimana sel itu dapat dibentuk.

RANGKUMAN

Sel merupakan unit terkecil baik secara struktural maupun fungsional dari makhluk hidup. Sel dapat dipelajari setelah ditemukan mikroskop oleh Antoni van Leuwenhoek.

Ukuran sel sangat kecil mulai nm (nanometer = 10^{-9}) sampai dengan μm (mikrometer = 10^{-6}), dan dapat tembus cahaya maka untuk mempelajarinya secara jelas dibutuhkan teknik pewarnaan dan menggunakan mikroskop. Mikroskop yang digunakan antara lain mikroskop cahaya atau mikroskop elektron, bergantung ukuran dan bagian sel yang akan diamati.

Fraaksinasi merupakan cara pemisahan bagian-bagian sel dengan menggunakan sentrifus, setiap bagian atau organel sel dapat mengendap secara bertahap berdasarkan beratnya. Unsur radioaktif dapat digunakan sebagai penanda pada berbagai kegiatan molekul yang akan diteliti dalam sel.

Dengan mempelajari sel, kita dapat memahami struktur dan fungsi bagian-bagian sel sebagai unit terkecil dari makhluk hidup.

TES FORMATIF 1

- Petunjuk :** Pilihlah
- A. Jika jawaban (1), (2), dan (3) benar
 - B. Jika jawaban (1), dan (3) benar
 - C. Jika jawaban (2), dan (4) benar
 - D. Jika jawaban (4) saja yang benar

1. Untuk mempelajari sel dengan cermat dibutuhkan berbagai teknik dan metode, diantaranya adalah :
 - (1). Pewarnaan
 - (2). Penggunaan mikroskop
 - (3). Fraaksinasi
 - (4). Pencampuran
2. Cara memisahkan bagian atau organel sel dapat digunakan alat sebagai berikut :
 - (1). Mixer

- (2). Blender
 - (3). Fraksiner
 - (4). Sentrifuse
3. Mikroskop manakah yang dapat digunakan untuk mengamati sel hidup :
- (1). Mikroskop cahaya dan Mikroskop elektron TEM
 - (2). Mikroskop elektron TEM
 - (3). Mikroskop elektron SEM
 - (4). Mikroskop cahaya
4. Mikroskop digunakan untuk pengamatan sel atau bagian-bagian makhluk hidup yang berukuran sangat kecil, karena mikroskop memiliki kelebihan yaitu :
- (1). Memperbesar obyek
 - (2). Mewarnai obyek
 - (3). Membedakan dua titik yang berdekatan
 - (4). Mengawetkan obyek
5. Unsur radioaktif yang sering digunakan sebagai penanda untuk kegiatan berbagai molekul dalam sel adalah :
- (1). ^{14}C
 - (2). ^3H
 - (3). ^{14}I
 - (4). ^{14}C
6. Virus berukuran sangat kecil (nm), pengamatannya dapat dilakukan dengan menggunakan :
- 1). Mikroskop cahaya
 - (2). Mikroskop elektron TEM
 - (3). Mikroskop elektron SEM
 - (4). Mikroskop TEM dan Mikroskop elektron SEM
7. Kelebihan mikroskop elektron dari mikroskop cahaya secara umum adalah :
- 1). Perbesaran obyek mikroskop elektron lebih baik
 - (2). Mikroskop elektron mampu mengamati sel hidup

- (3). Kekuatan pemusatan mikroskop elektron lebih tinggi
 - (4). Mikroskop cahaya dapat mengamati Virus
8. Pada mikroskop cahaya, bagian mikroskop yang berfungsi untuk memperbesar obyek yang diamati adalah :
- (1). Lensa obyektif
 - (2). Knob kasar
 - (3). Lensa okuler
 - (4). Knob halus
9. Pada mikroskop elektron , obyek yang diamati dapat terlihat karena :
- (1). Adanya sumber elektron
 - (2). Diwarnai
 - (3). Diawetkan
 - (4). Adanya sumber cahaya
10. Manfaat yang diperoleh setelah mempelajari sel adalah :
- (1). Memahami struktur dan fungsi sel
 - (2). Memahami teknik dan metode untuk mempelajari sel
 - (3). Memahami kegiatan sel
 - (4). Mewarnai sel

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, bandingkan dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jumlah jawaban yang benar, selanjutnya hitung tingkat penguasaan Anda terhadap materi di atas dengan menggunakan rumus :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

90% - 100% = baik sekali

80% - 89% = baik
70% - 79% = cukup
< 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan untuk mempelajari Kegiatan belajar 2. **Bagus!** Akan tetapi, bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi mempelajari materi di atas terutama bagian yang belum Anda kuasai.

PERBEDAAN STRUKTUR SEL PADA MAKHLUK HIDUP

PENGANTAR

Dapatkah anda membedakan struktur sel pada berbagai makhluk hidup mulai dari yang bersel satu sampai yang bersel banyak ? perhatikan penjelasan berikut ini. Setelah ditemukannya mikroskop elektron pada tahun 1940an, perbedaan struktur sel dapat ditemukan pada berbagai makhluk hidup. Dengan menggunakan berbagai teknik dan metode masing-masing bagian sel pada bakteri, alga, maupun sel hewan dan tumbuhan dapat diamati strukturnya, oleh karena itu kita dapat meneliti aktifitasnya dari masing-masing bagian sel serta dapat memahami fungsinya.

Struktur utama yang terlihat berbeda adalah adanya sel yang memiliki dan tidak memiliki membran inti (membran nukleus), kemudian adanya perbedaan struktur permukaan maupun bagian dalam pada sel tumbuhan dan sel hewan. Selain itu, masing-masing individu hewan maupun tumbuhan dibangun oleh berbagai sel yang berbeda bentuk dan fungsinya.

A. Sifat dan Keragaman Sel

Pada makhluk hidup terdapat dua golongan tipe sel yang utama. Pertama disebut **prokariotik**, sel yang tidak memiliki membran nukleus (membran inti), terdapat pada bakteri, cyanobakteria, dan alga hijau-biru. Kedua disebut **eukariotik**, sel ini memiliki membran nukleus. Eukariotik berbeda dari prokariotik dalam berbagai hal. Pada kenyataannya perbedaan di antara organisme eukariot dan prokariot sangat jelas, dan dipercaya sebagai salah satu yang mewakili evolusi utama dalam sejarah kehidupan di muka bumi.

Sedangkan berdasarkan struktur dan fungsinya, sel hewan juga dapat dibedakan dari sel tumbuhan. Untuk lebih jelasnya , perhatikan gambar sel hewan dan sel tumbuhan di bawah ini.

Gambar 1-5. (a). Sel Hewan, (b) Sel Tumbuhan serta organel-organelnya.

Berbeda dari individu uniseluler, tumbuhan maupun hewan multiseluler disusun oleh milyaran sel, sel-sel yang sama akan membentuk jaringan, selanjutnya jaringan-jaringan yang berbeda akan membentuk organ, dan organ-organ yang mempunyai struktur dan fungsi yang saling berhubungan akan membentuk sistem organ (misalnya : organ-organ pencernaan seperti mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, poros usus dan anus, membentuk sistem pencernaan), dan semua sistem organ akan membentuk suatu organisme (individu).

Sel-sel terdeferensiasi pada hewan tersusun menjadi jaringan. Setiap jaringan biasanya terdiri atas beberapa tipe sel-sel terdiferensiasi. Macam jaringan berikut ini terdapat pada hewan vertebrata :

1. **Jaringan epitel** : jaringan epitel dibuat dari sel-sel memadat yang tersusun dalam lapisan pipih. Jaringan ini melapisi berbagai rongga dan tabung pada tubuh. Jaringan ini juga membentuk kulit yang membungkus tubuh.

Jaringan epitel menjalankan berbagai fungsi. Dalam setiap kasus fungsi-fungsi ini mencerminkan kenyataan bahwa epitel selalu terdapat di perbatasan antara massa sel dan rongga atau ruang. Epitelium kulit melindungi jaringan di bawahnya terhadap kerusakan karena gesekan mekanis, radiasi ultraviolet dan serangan bakteri.

Epitel juga berfungsi mengangkut bahan-bahan dari dan ke jaringan dan rongga yang dipisahkannya. Epitel memiliki tiga bentuk yaitu pipih (*squamous*), misalnya terdapat pada permukaan rongga mulut, pada permukaan dalam pembuluh darah, bentuk silindris (*kolumnar*), misalnya terdapat pada permukaan rongga usus yang berfungsi mengeluarkan enzim-enzim pencernaan dan menyerap produk akhir pencernaan dan pada saluran pernapasan mengeluarkan lendir untuk melindungi terhadap kekeringan dan untuk menangkap partikel-partikel debu yang terhirup. Banyak sel-selnya mempunyai silia di permukaannya. dan epitel bentuk kubus (*kuboidal*), misalnya terdapat pada dinding saluran ginjal, dinding kelenjar dan lain-lain.

2. **Jaringan konektif**, masing-masing sel terbenam dalam sejumlah besar bahan ekstraseluler (matriks). Matriks ini disekresi oleh sel. Jaringan konektif dapat dibedakan menjadi :
 - a). **konektif penunjang (tulak kompak dan rawan)**. Jaringan konektif penunjang digunakan untuk memberi kekuatan, bantuan, dan perlindungan bagi bagian-bagian tubuh yang lemah. Jaringan tulang kompak dan rawan merupakan jaringan konektif penunjang yang terdapat pada manusia. Matriks pada tulang rawan adalah campuran protein dan polisakarida yang disebut kondrin, tulang rawan terdapat pada telinga bagian luar. Matriks pada tulang keras berisi serat dan kolagen protein serta bahan utamanya terdiri dari kalsium karbonat, fosfat, ion-ion magnesium, dan fluorida.
 - b). **konektif pengikat**. Jaringan konektif pengikat berfungsi untuk mengikat bagian-bagian tubuh. **Tendon** berfungsi menghubungkan tulang dengan otot. Matriks dasarnya adalah kolagen protein dan serat sejajar satu sama lain. Hal ini memberikan kekuatan besar pada jaringan, akan tetapi tendon tidak lentur (elastis). **Ligamen** mengaitkan satu tulang dengan yang

lainnya. Selain serat kolagen, ligamen mengandung elastin protein. Protein yang memungkinkan ligamen dapat meregang atau melar.

c). **konektif berserat**. Terdapat merata di seluruh tubuh. Berfungsi sebagai bahan pengemas atau pengikat bagi sebagian besar organ manusia. Juga menjadi lintasan bagi pembuluh darah dari saraf. Matriksnya mengandung kolagen dan protein lainnya. Selaput otot (fasia) adalah jaringan konektif berserat yang mengikat otot-otot menjadi satu dan mengikat kulit pada struktur di bawahnya, selain itu jaringan adiposa merupakan jaringan konektif berserat yang sel-selnya berisi penuh dengan minyak.

d). **jaringan hematopoietik**, merupakan sumber semua sel yang ada dalam darah. Termasuk sel darah merah, darah putih dan trombosit (platelet/keping darah). Sel darah merah mengangkut oksigen dan karbondioksida. Sel darah putih melindungi tubuh terhadap serbuan benda asing (misalnya, infeksi virus, bakteri). Trombosit memulai proses pembekuan darah. Sumsum tulang ialah jaringan hematopoietik yang di dalamnya terbentuk semua sel darah. Dua macam sel darah putih (limfosit dan monosit) juga dibentuk dalam simpul limfa yaitu limfa kecil dan timus.

3. **Jaringan otot**. Pada manusia terdapat tiga macam jaringan otot. (1). **Otot rangka** terdiri dari serat-serat panjang dan memiliki garis melintang, kontraksinya secara sadar;(2). **Otot polos** atau tidak memiliki serat melintang, terdapat pada dinding organ dalam (misalnya usus dan pembuluh darah), kontraksinya tanpa disadari; dan (3). **Otot jantung**, otot yang memiliki serat melintang dan percabangan, terletak pada jantung, kontraksinya tanpa disadari.
4. **Jaringan saraf**. Jaringan saraf terutama dibangun oleh **neuron**, yaitu sel-sel yang berfungsi menghantarkan impuls saraf elektrokimia. Setiap neuron terdiri atas badan sel, dendrit, akson. Sel-sel ini saling berhubungan mulai dari otak dan sumsum tulang belakang, kemudian bersambung ke saraf tepi di seluruh bagian tubuh..

Gambar 1-6. Berbagai sel dan jaringan pada hewan.

Jika kita memeriksa tumbuhan berpembuluh yang matang, terdapat beberapa tipe sel yang dapat dibedakan secara nyata. Terdiri dari beberapa macam sel antara lain :

1. **Meristematik.** Fungsi utama sel-sel meristematik ialah melakukan pembelahan sel (secara mitosis). Sel-selnya kecil dan berdinding tipis, tanpa vakuola tengah dan tidak ada ciri-ciri khusus. Jaringan meristem terdapat pada titik tumbuh (ujung) akar dan batang. Pada beberapa tumbuhan lingkaran meristem terdapat pada batang, disebut **kambium**. Mitosis pada meristem menghasilkan sel-sel untuk pertumbuhan tanaman, dan sel-sel itu segera terdiferensiasi (berubah bentuk dan fungsi) menjadi beberapa macam sel.
2. **Epidermis (protektif/pelindung).** Sel-sel ini berfungsi melindungi sel yang ada dibawahnya. Jaringan pelindung dijumpai pada permukaan akar, batang dan daun. Sel-selnya berbentuk pipih dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar, tetapi sisinya dapat tersusun tidak beraturan.
3. **Parenkim.** Sel-sel parenkim terdapat di seluruh tubuh tumbuhan. Ukurannya besar-besar, berdinding tipis dan biasanya memiliki vakuola tengah. Seringkali terpisah-pisah sebagian dan terdapat ruang antar sel yang

berisi gas. Fungsi utama sel-sel parenkim ialah menyimpan cadangan makanan, sebagian besar mengandung plastida dan pada sisi yang terkena cahaya matahari banyak mengandung kloroplas yang berfungsi untuk fotosintesis.

4. **Kolenkim.** Sel-sel kolenkim berdinding tebal, yang secara khusus dikembangkan di sudut-sudut sel. Sel-sel ini berfungsi sebagai penunjang bagi tumbuhan, dan biasanya terdapat pada bagian tumbuhan yang tumbuh dengan cepat dan perlu diperkuat. Tangkai biasanya diperkuat dengan sel-sel kolenkim.
5. **Sklerenkim.** Sel-sel sklerenkim merupakan sel penunjang yang lebih umum. Dinding selnya sangat tebal, dan sel-sel sklerenkim dapat bergabung dengan sel lain untuk memberi tunjangan mekanis. Seringkali protoplas sel sklerenkim mati setelah dinding sel terbentuk seluruhnya. Sel sklerenkim terdapat pada batang dan juga bergabung dengan tulang daun. Sel-sel itu merupakan komponen yang amat penting pada penutup luar biji keras dan buah keras.
6. **Xilem.** Xilem merupakan “jaringan campuran” yang terdiri atas beberapa tipe sel. Yang paling khas dan penting di antaranya ialah pembuluh xilem dan trakeid xilem (xilem paku-pakuan dan tusam (pinus) hanya mengandung trakeid). Pembuluh xilem mempunyai dinding sel tebal. Dindingnya tidak dalam lapisan seragam tetapi biasanya menebal dalam pola berkas-berkas spiral. Bila berkembang sepenuhnya, dinding ujung pembuluh xilem melarut dan protoplasmanya mati. Hal ini membentuk tabung panjang. Trakeid berbeda dengan pembuluh karena sel-selnya tidak mempunyai berkas spiral dan ujung-ujungnya meruncing. Ujung-ujung meruncing ini saling menutupi dan saling berhubungan dengan noktah-noktah. Baik trakeid maupun pembuluh digunakan untuk mengalirkan air dan mineral dari akar ke daun. Pada tumbuhan berpembuluh, xilem tua berhenti berperan serta dalam pengangkutan dan hanya berfungsi memberi kekuatan kepada batang pokok tumbuhan yang tumbuh. Bila gelang tahunan sebatang pohon dihitung, maka yang dihitung itu ialah gelang-gelang xilem.

7. **Floem.** Inipun merupakan jaringan campuran . Sel-sel terpenting di dalamnya ialah tabung tapis. Diberi nama demikian karena dinding-ujungnya berlubang-lubang. Hal ini memungkinkan hubungan sitoplasmik di antara sel-sel. Mungkin inilah yang membantu sel-sel melakukan fungsi utamanya untuk mengangkut makanan dan hormon ke seluruh tubuh tumbuhan. Pada saat matang, tabung tapis tidak mempunyai nukleus. Berdekatan dengan sel-sel ini terdapat sel-sel bernukleus dan dinamakan “sel tetangga” yang dapat mengambil alih pengendalian umum sel-sel tabung tapis tersebut. Sel sklerenkim seringkali terdapat pada jaringan floem dan memberikan kekuatan kepadanya.

Berbagai jaringan tumbuhan itu ditata dalam pola tertentu. Kelompok jaringan terorganisasi ini menjadikan organ-organ pada tumbuhan. Akar, batang, dan daun merupakan organ utama tumbuhan tingkat tinggi. Fungsi yang sesuai bergantung kepada penataan dan koordinasi yang sesuai dari jaringan yang mendirikannya.

Gambar 1-7. Berbagai sel dan jaringan pada tumbuhan.

B. Sambungan dan Komunikasi Antar Sel

Pada banyak jaringan, misalnya jaringan konektif, terdapat lapisan ekstraseluler atau matriks yang memisahkan membran sel dalam jaringan tersebut. Akan tetapi pada jaringan tertentu, misalnya epitelium yang melapisi intestin, membran antara dua sel yang berdekatan terdapat titik tertentu sebagai sambungan atau hubungan antar sel.

Sel memiliki struktur khusus pada permukaannya yang menyebabkan sel-sel tersebut bergabung bersama-sama menjadi jaringan, memungkinkan sel dapat berkomunikasi satu dengan lainnya, dan dengan lingkungannya, dan mencegah hilangnya cairan dari jaringan tertentu.

Beberapa tipe hubungan yang menggabungkan sel dan menyediakan saluran untuk komunikasi interseluler adalah :

- (1). **Sambung erat (*Tight junctions*)** : Sambung erat mempererat sel-sel epitelium yang berdekatan dalam pita sempit tepat dibawah permukaan sel, dapat membuat berbagai bentuk, tetapi semuanya berfungsi sebagai pembatas untuk mencegah perembesan substansi ke daerah diantara sel. Contohnya pada sel-sel epitel dekat kandung kemih, berfungsi mencegah kembalinya urin ke daerah jaringan tubuh.
- (2). **Sambung Renggang (*Gap junctions*)** : Sambung renggang berfungsi sebagai tempat pertukaran materi di antara sel dengan sel, dimana dua sel yang berhubungan membentuk celah.
- (3). **Sambung lekat (*Desmosome*)** : *Desmosome* sama dengan tempat atau daerah yang menyatukan, pemancang, kancing di antara dua sel. Sesuai namanya, sambung lekat menggabungkan secara kuat antara dua sel yang berdekatan. Desmosom banyak terdapat pada jaringan yang mengalami tekanan mekanis seperti lapisan luar kulit manusia dan leher rahim. Zonula pada desmosom berfungsi mengendalikan bentuk sel dan tempat menyisipkan filamen sitoskeleton (rangka sel).

Gambar 1-8. Sambungan seluler

C. Ukuran Sel

Pada awalnya diperkirakan bahwa suatu organisme yang berukuran besar dibangun oleh sel-sel yang besar, dan organisme yang berukuran kecil juga dibangun oleh sel-sel yang kecil. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa perbedaan antara paus dengan tikus karena perbedaan jumlah keseluruhan sel-sel yang menyusunnya bukan ukuran selnya. Ukuran sel bervariasi dapat dibandingkan pada beberapa organisme berikut ini dibandingkan dengan ukuran molekul, antara lain :

1. Sel bakteri Tifoid panjangnya mulai dari $0,2 \mu\text{m}$ - $0,5 \mu\text{m}$;
2. Sel darah merah $7\mu\text{m}$
3. Sel hati $20\mu\text{m}$
4. Sel Amoeba $\pm 100 \mu\text{m}$; Ukuran sebagian besar sel tunggal biasanya tidak melebihi $35 \mu\text{m}$;
5. Sel telur manusia berdiameter $0,1 \text{ mm}$ ($100 \mu\text{m}$);
6. Molekul hemoglobin $\pm 0,007\mu\text{m}$.

Gambar 1-9. Macam-macam sel dengan ukuran yang berbeda

LATIHAN 2

1. Amati struktur sel hewan dengan sel tumbuhan. Buat tabel untuk membedakan bagian sel atau organel-organel yang terdapat pada sel hewan dan tidak terdapat pada sel tumbuhan ataupun sebaliknya, kemudian beri tanda (√) jika terdapat, dan tanda (-) jika tidak terdapat.

No	Bagian/organel sel	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
1.	Dinding sel	-	√
2.	Glikokaliks		
3.	Plastida		

2. Amati dan peganglah hidung Anda, mengapa ada bagian yang keras dan ada kenyal? Jelaskan!
3. Jaringan apa dari tumbuhan yang sering digunakan untuk membuat alat-alat rumah tangga seperti kursi, meja, jendela dan pintu!. Mengapa?.
4. Pernahkah Anda mencangkok tanaman atau pohon buah-buahan? Amati bagian tumbuhan yang dicangkok tempat jaringan tumbuh akar? Jelaskan mengapa bisa demikian!
5. Mengapa diantara sel dengan sel harus ada sambungan dengan berbagai bentuk dan fungsi?
6. Gambarkan dengan skala benar antara sel bakteri bulat, sel Amoeba dan sel telur manusia!

Untuk dapat menjawab latihan secara lengkap. Carilah buku-buku dan bahan bacaan lain yang memuat tentang sel, dan Anda dapat mengacu pada rambu-rambu pengerjaan latihan berikut :

1. Tumbuhan bersifat kaku karena sel-selnya memiliki dinding, sedangkan sel hewan bersifat elastis. Sel hewan tidak memiliki dinding atau pelindung yang kaku, sehingga mudah bergerak dan plastis. Sel hewan memiliki molekul glikolipid dan glikoprotein dan keduanya dikenal sebagai glikokaliks atau 'selaput gula'. Plastida merupakan organel yang berfungsi untuk fotosintesis pada tumbuhan.
2. Jaringan tulang pada manusia terdiri dari tulang keras dan rawan, dimana masing-masing komponen utama pembentuk kedua jaringan tersebut berbeda-beda.
3. Perhatikan pohon berkayu yang dipotong melintang, bagian luar atau jaringan kulit kayu yang tipis akan mengelupas, bagian dalam yang berbentuk lingkaran besar, berwarna lebih terang, disebut jaringan xilem.
4. Jaringan xilem berfungsi mengalirkan mineral dan air dari tanah ke seluruh tubuh tumbuhan, sedangkan jaringan floem berfungsi mengalirkan makanan, dan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.
5. Adanya sambungan antara sel dengan sel dibutuhkan untuk berbagai kepentingan, dimana terdapat tiga macam bentuk sambungan.
6. Lihat ukuran berbagai macam sel dan molekul, kemudian gunakan kertas berkotak-kotak dengan ukuran 5 milimeter untuk menggambar berbagai ukuran sel dengan skala tertentu..

RANGKUMAN

Beberapa sel dapat hidup bebas, sebagai organisme sel tunggal. Sel prokariotik tidak memiliki membran nukleus, sedangkan sel eukariotik memiliki membran nukleus.

Sel tumbuhan bersifat kaku karena memiliki dinding, sedangkan fungsi fotosintesis dilakukan oleh plastida. Sel hewan tidak memiliki dinding atau pelindung yang kaku, sehingga mudah bergerak dan plastis. Sel hewan memiliki molekul glikolipid dan glikoprotein dan keduanya dikenal sebagai glikokaliks atau 'selaput gula'.

Tumbuhan dibangun oleh berbagai macam sel yaitu : meristematik, pelindung, parenkim, kolenkim, sklerenkim, xilem dan floem. Sedangkan sel-sel yang membangun tubuh hewan adalah : epitel, tulang, rawan, darah,

lemak, otot dan saraf.

Sambungan antara sel dengan sel dibedakan menjadi : sambung erat, sambung renggang dan sambung lekat.

Ukuran sel pada makhluk hidup dibatasi oleh perbandingan permukaan terhadap volume.

TES FORMATIF 2

- Petunjuk :** Pilihlah
- A. Jika jawaban (1), (2), dan (3) benar
 - B. Jika jawaban (1), dan (3) benar
 - C. Jika jawaban (2), dan (4) benar
 - D. Jika jawaban (4) saja yang benar

1. Sel prokariotik dibedakan dari sel eukariotik karena perbedaan kepemilikan struktur :
 - (1). Glikokaliks
 - (2). membran sel
 - (3). Plastida
 - (4). Membran inti
2. Sel tumbuhan berbeda dari sel hewan, bagian sel yang dimiliki sel tumbuhan tetapi tidak dimiliki sel hewan adalah :
 - (1). Membran sel
 - (2). Dinding sel
 - (3). Glikokaliks
 - (4). Plastida
3. Sel dan jaringan hewan yang berfungsi sebagai penghubung (konektif) adalah :
 - (1). Tulang
 - (2). Rawan
 - (3). Ligamen
 - (4). Otot
4. Jaringan tumbuhan yang berfungsi mengalirkan unsur hara , air dan hasil fotosintesis dan hormon, adalah :

- (1). Kolenkim
 - (2). Xilem
 - (3). Sklerenkim
 - (4). Floem
5. Jaringan meristematik pada tumbuhan biasa terdapat pada :
- (1). Kambium
 - (2). Ujung akar
 - (3). Ujung batang
 - (4). Kolenkim
6. Sel dan jaringan otot pada manusia yang memiliki serat lintang terletak pada :
- (1). Usus halus
 - (2). Jantung
 - (3). Lambung
 - (4). Rangka
7. Ukuran sel dan mikroorganisme yang benar mulai dari yang paling besar ke yang paling kecil adalah :
- (1). Virus, Bakteri, Amoeba
 - (2). Amoeba, Bakteri, Virus
 - (3). Protozoa, Bakteri, Sel telur manusia
 - (4). Amoeba, Sel hati, Bakteri
8. Sambung Renggang (*Gap junctions*) di antara dua sel berfungsi untuk :
- (1). Mencegah perembesan materi
 - (2). Mengendalikan bentuk sel
 - (3). Tempat menancapkan filamen
 - (4). Tempat pertukaran materi
9. Pada tumbuhan, jaringan yang berfungsi sebagai penunjang adalah :
- (1). Kolenkim
 - (2). Parenkim
 - (3). Sklerenkim
 - (4). Meristematik
10. Jaringan rawan pada hewan terdapat pada :

- (1). Hidung
- (2). Telinga luar
- (3). Antara ruas tulang belakang
- (4). Tulang Lengan

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, bandingkan dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jumlah jawaban yang benar, selanjutnya hitung tingkat penguasaan Anda terhadap materi di atas dengan menggunakan rumus :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

- 90% - 100% = baik sekali
- 80% - 89% = baik
- 70% - 79% = cukup
- < 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan untuk mempelajari Kegiatan belajar 3. **Bagus!** Akan tetapi, bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi mempelajari materi di atas terutama bagian yang belum Anda kuasai.

STRUKTUR DAN FUNGSI PERMUKAAN SEL DAN ORGANEL- ORGANEL SEL.

PENGANTAR

Materi ini dipelajari untuk memahami struktur dan fungsi bagian permukaan sel dan organel sel serta berbagai kegiatan yang dilakukan oleh organel sel sebagai satuan struktural dan fungsional terkecil pada makhluk hidup.

Semua kegiatan makhluk hidup dimulai dari kegiatan bagian-bagian sel tersebut, seperti tumbuh, berkembang, reproduksi, metabolisme dan sebagainya.

Struktur sel dapat dibedakan antara struktur permukaan dan organel-organel sel, berfungsi menjalankan berbagai kegiatan yang mendukung keberlangsungan kehidupan suatu organisme hidup.

A. Struktur dan Fungsi Permukaan Sel

1. Membran plasma (membran sel)

Membran plasma terletak mengelilingi cairan sel atau sitoplasma dan organel-organel sel. Terdiri dari dwi-lapis molekul fosfolipid. Mengandung lebih dari 100 lipid yang berbeda. Tempat perpindahan materi dari dan ke dalam sel. Terdapat tiga macam proses keluar dan masuknya substansi melalui membran plasma yaitu :

- (1). Difusi sederhana (proses pasif);
- (2). Difusi berfasilitas, keluar masuknya ion atau molekul : a). Dengan perantara pori yang dibentuk oleh protein; b). Dengan berdifusi secara langsung melalui fase lipid membran [urea, etanol]; c). Ditangkap oleh ionofor [contoh, Ca^{2+}]; dan d). Diikat oleh *carrier* atau *transporter*, protein yang merubah konformasi dan melepaskan muatannya [contoh, Cl^-] ke arah yang berlawanan.

(3). Transport aktif : pemindahan ion melalui membran plasma, membutuhkan energi, khususnya terjadi ketika perpindahan ion melawan gradien konsentrasi (dari rendah ke tinggi). Protein carrier mengikat muatannya, berubah bentuk dan melepaskan muatannya. Siklus tersebut memerlukan ATP. Enzim yang mengkatalisa proses tersebut adalah ATPase. (contoh, pemompaan Na^+ keluar dan K^+ ke dalam sel melibatkan kompleks Na. K. ATPase).

Gambar 1-10. Beberapa jalur substansi ketika melintasi membran plasma

Osmosis Dan Keutuhan Sel.

Difusi merupakan transport ion dan molekul melintasi membran, pergerakan air dari dan ke suatu sel. Difusi air tersebut melalui membran semipermeabel (contohnya membran sel) dinamakan **osmosis**. Osmosis merupakan proses sederhana akan tetapi berperan penting dalam kehidupan, karena jika osmosis gagal terjadi maka sel akan menggelembung dan pecah atau menyusut dan mati.

Jika konsentrasi garam dalam sel lebih tinggi daripada di luar sel, maka air cenderung melintasi membran sel masuk ke dalam sel, dan pada saat yang bersamaan garam dalam sel cenderung keluar dari sel, akibat masuknya air

maka sel akan menggelembung dan ada tekanan pada permukaan sel, tekanan ke arah luar ini disebut **tekanan osmotik**.

Pada sel tumbuhan dan bakteri terdapat dinding sel yang kaku yang mengijinkan sel menggelembung hanya pada tahap membran dapat menekan kebalikannya. Tekanan balik dari dinding sel disebut **tekanan turgor**, hal ini memberi alasan mengapa tumbuhan berair dapat tegak lurus dan kencang.

Jika konsentrasi garam di luar dan dalam sel hewan atau tumbuhan seimbang, maka cairan ekstraseluler disebut **isotonik** (tidak ada pergerakan air).

Jika konsentrasi garam diluar sel lebih rendah dibanding di dalam sel, maka cairan ekstraseluler disebut **hipotonik**. Air cenderung masuk kedalam sel, sehingga sel menggelembung, pada sel tumbuhan dan bakteri pengelembungan dibatasi oleh dinding sel, sedangkan pada sel hewan tidak terbatas sehingga sel dapat pecah.

Sebaliknya jika konsentrasi garam diluar sel lebih tinggi dibanding di dalam sel, maka cairan ekstraseluler disebut **hipertonik**. Dalam situasi ini, air cenderung keluar dari sel sehingga sel menyusut dan mati.

Beberapa sel mengandung protein dan molekul lain yang tidak mudah melalui membran semipermeabel, molekul tersebut menarik air dan menimbulkan tekanan osmotik. Keadaan ini cenderung menyebabkan air masuk secara terus-menerus ke dalam sel dan mengganggu kehidupannya. Bagaimana cara sel mencegah pengelembungan, overhidrasi, dan larutnya komponen sel. Enzim membran khusus akan memompa ion keluar dari sel. Contohnya pompa natrium, suatu sistem enzim yang terus-menerus memompa ion Na^+ keluar untuk menurunkan kandungan total ion di dalam dan meningkatkan konsentrasi ion di luar, dan menurunkan kecenderungan aliran air ke dalam. Tetapi enzim dalam pompa tersebut memecah molekul atp setiap kali ion natrium dikeluarkan. Selanjutnya suplai atp harus terus dipenuhi melalui proses metabolisme. Racun sianida menghentikan produksi ATP, pompa natrium berhenti, sehingga sel menggelembung dan mati.

2. Dinding sel

Dinding sel yang kaku pada tumbuhan, bakteri dan beberapa fungi, berfungsi sebagai penguat dan pelindung. Pada sebagian besar tumbuhan disusun oleh selulosa (polisakarida dengan Berat Molekul tinggi) tersusun beberapa lapis di atas membran sel.

Dinding sel tumbuhan terdiri dari tiga bagian : lamela tengah, dinding primer dan dinding sekunder. Lamela tengah merupakan lapisan pertama yang terbentuk ketika sel membelah menjadi dua bagian. Dinding primer terbentuk disamping lamela tengah pada sel tumbuhan yang baru tumbuh dan matur. Dinding sekunder terbentuk pada bagian samping dalam dinding primer setelah sel tumbuh dan suatu formasi sel baru berhenti disini.

Molekul selulosa membentuk mikrofibril mirip-tali tipis yang dilekatkan bersama dengan substansi yang mengeras yang disebut hemiselulosa.

Lignin merupakan substansi mengandung-karbon yang mengencangkan dinding sekunder.

Dinding sel bakteri mengandung polisakarida, lipid, dan peptidoglikan (rantai pendek asam amino dan gula), yang menyebabkan bakteri mampu memasuki organisme lain dan bertahan dari kondisi lingkungan yang dapat membunuh sel hewan tertentu.

Dinding sel fungi merupakan kompleks campuran selulosa, khitin dan polimer polisakarida glukosa lainnya. Khitin terbuat dari glukosamin (gula mengandung nitrogen) yang juga merupakan bahan pembentuk rangka luar lobster, laba-laba, lalat rumah, dan sebangsanya.

3. Glikokaliks

Sel hewan tidak memiliki dinding atau pelindung yang kaku, sehingga mudah bergerak dan plastis. Sel hewan memiliki molekul glikolipid dan glikoprotein dan keduanya dikenal sebagai glikokaliks atau 'selaput gula'. Molekul glikokaliks mirip-perekat membantu adhesi satu sel ke sel lain dan struktur eksternal, seperti serat kolagen yang dua kali lebih kuat melalui

jaringan ikat kebanyakan organ. Penyusunan dan pembentukan kelompok molekul gula yang berbeda pada glikokaliks berperan sebagai 'sidik jari' molekul untuk setiap tipe sel yang dilibatkan dalam pengenalan sel dan koordinasi respon sel dalam jaringan dan organ.

Berbagai glikokaliks ditemukan pada permukaan epitel. Setiap lembaran epitel dilekatkan kepada lamina basal (suatu lapisan yang mengandung glikoprotein tinggi dan serat kolagen tipe khusus). Kebanyakan sel hewan multiseluler dilekatkan pada permukaan seperti lamina basal, serat kolagen, atau sel lain. Kontak dan adhesi bersifat penting jika sel membentuk sitoskeleton internal yang berperan dalam membuat pergerakan, pembelahan dan bentuk khusus.

Gambar 1-11. Struktur permukaan sel (a).dinding sel; (b) membran sel; (c) glikokaliks.

B. Struktur dan Fungsi Organel-organel Sel

1. Sitoplasma

Sebagian besar masa sel prokariot dan eukariot terdiri dari sitoplasma, senyawa semicair yang dikelilingi oleh membran plasma. Di dalamnya terlarut

nutrien, ion-ion, dan materi kasar lainnya yang dibutuhkan untuk berjalannya proses dalam sel.

2. Nukleus

Nukleus (inti sel) dibatasi oleh sepasang membran. Selubung yang terbentuk tersebut tidak sinambung, tetapi mengandung pori-pori yang berfungsi untuk lewatnya berbagai bahan dari dan ke nukleus. Merupakan ruang kontrol untuk keberlangsungan sel eukariot. Merupakan organel terbesar, merupakan struktur tempat terdapatnya kromosom atau lilitan untai panjang DNA dan protein yang mengandung gen sebagai dasar '*blueprint*' (pola utama) untuk protein. Semua sel bergantung pada protein untuk metabolisme, bentuk, fungsi khusus, pembelahan sel, dan proses lainnya.

Gen tidak pernah langsung digunakan sebagai pola untuk produksi protein. Dalam hal ini, pada semua sel, sandi genetik dicetak pada molekul perantara yang disebut *messenger rna (m rna)*. Pada sel eukariotik *messenger rna (m rna)* memuat sandi genetik tersebut bergerak keluar nukleus menuju sitoplasma, tempat terjadinya sintesis protein.

3. Ribosom

Ribosom merupakan struktur yang terkecil yang tersuspensi di dalam sitoplasma, berbentuk agak bulat. Merupakan tempat asam amino disusun menjadi protein, jumlahnya dihubungkan dengan kepentingannya dalam fungsi dan kecepatan sel dalam menghasilkan protein. Struktur lengkap ribosom berukuran mikroskopis ± 25 nm, beratnya kira-kira 100-150 molekul protein. Molekul yang disusun oleh 2 unit globuler dengan ukuran dan fungsi yang berbeda. Setiap subunit mengandung banyak molekul RNA struktural dan beberapa protein struktural. Ketika mRNA meninggalkan nukleus, subunit besar dan kecil bergabung. Sekali bergabung ribosom tersebut akan bergerak sepanjang mRNA, membaca instruksi RNA yang dikirim dari nukleus dan menerjemahkan instruksi tersebut menjadi suatu protein. Sesuai dengan instruksi pada setiap molekul mRNA, asam amino spesifik diikatkan pada ujung rantai protein melalui ikatan peptida. Sejumlah ribosom dapat bergerak sepanjang molekul mRNA tunggal dalam waktu yang bersamaan. Satu molekul mRNA dengan beberapa ribosom disebut **polisom**.

4. Retikulum Endoplasma

Kesatuan vesikel, saluran dan kantung membran dalam sitoplasma. Artinya jaringan intraseluler atau jaringan kerja ('network'). Pada preparat irisan sel dengan mikroskop elektron tampak membran berpasang-pasangan, meliputi rongga dan tabung pipih.

Terdapat dua macam retikulum endoplasma : 1). R.E. kasar (*rough endoplasmic reticulum/rer*), pada bagian luar permukaannya terdapat bintik-bintik polisom, masing-masing terdiri dari molekul mrna yang dipenuhi berbagai jumlah ribosom. Protein disintesis pada ikatan polisom tersebut, perpanjangan rantai polipeptida melalui saluran atau *cisternae*, diantara membran *rer*. Sekali protein diproduksi dari *rer* ini, protein akan bergerak ke organel lain untuk dikemas, disimpan, dikeluarkan atau dimodifikasi.

Sebagian besar protein yang disiapkan untuk dikirim atau disisipkan pada membran dari protein seluler yang terlarut dalam sitoplasma. Protein yang

dikirim selanjutnya bergerak melalui sel menuju bagian luar jaringan organisme, darah atau sekresi. 2). R.E. halus (*smooth endoplasmic reticulum/ser*), terdiri dari satu set tubula atau kantung tanpa ribosom karenanya terlihat halus. **Ser** dan enzim-enzim terkait berperan dalam berbagai tugas termasuk transportasi, sintesis, dan perubahan senyawa kimia dari molekul kecil.

5. Badan/Aparat Golgi

Badan/aparat golgi dijumpai pada hampir semua sel hewan dan tumbuhan. Terdiri dari setumpuk saku pipih yang dibatasi membran. Terutama amat penting dalam sel-sel yang secara aktif terlibat dalam sekresi. Terlihat sebagai struktur stabil yang menerima molekul yang dibawa dalam vesikula transpor kecil dari *rer* atau *ser*. Disana, molekul tersebut diubah oleh enzim golgi. Gula, lipid, gugus fosfat, atau gugus sulfat dapat ditambahkan atau dilepas, atau struktur dasar molekul dapat diganti.

Pada hewan, molekul yang berubah tersebut biasanya protein, lemak, atau steroid. Pada tumbuhan, molekul tersebut berupa protein, atau karbohidrat kompleks, seperti selulosa yang digabung menjadi dinding sel.

Gambar 1-13. Struktur badan golgi dan lisosom.

6. Vakuola

Vakuola ialah organel tempat pemrosesan dan penyimpanan makanan dan cairan. Melaksanakan sintesis, transport, mengemas dan mengirim molekul ke organel lain dengan fungsi yang analog dengan memakan, meminum, mencerna, dan mengekskresikan. Walaupun vakuola terlihat sebagai kantung kosong, tetapi sebenarnya merupakan pelipatan ke dalam dan pencubitan membran sel (endositosis), yang penuh dengan cairan dan molekul terlarut, dan berperan dalam berbagai tugas. Pada organisme sel tunggal seperti amoeba terdapat vakuola kontraktil, kantung membran yang berulang kali mengakumulasi cairan sitoplasma, selanjutnya berkontraksi dan mengeluarkannya. Pada tumbuhan vakuola tempat menyimpan gula, protein, dan pigmen yang menyebabkan bunga dan buah menjadi berwarna. Cairan dalam vakuola juga membantu turgor yang menjaga ketegangan sel. Kantung vakuola bermembran yang berisi makanan dan menangkapnya dari organel pemakan tersebut biasanya disebut *gulolets*.

Vakuola pemakan ini melakukan **fagositosis**, seperti penelanan partikel oleh sel hewan. Khususnya dilakukan oleh sel darah putih yang menelan bakteri dengan cara fagositosis. Jika yang ditelan berupa cairan prosesnya disebut **pinositosis**. Vakuola makanan ini selanjutnya menerima enzim digestif dari badan golgi, dan menghancurkan makanan menjadi komponen asam amino, lipid dan nutrien lain.

7. Vesikel Berselaput (Perantara asupan dan transport)

Organel yang berperan memindahkan molekul seperti hormon dan protein besar, yang terlalu besar untuk melewati membran. Vesikel berselaput merupakan lekukan penangkap kantung tipis. Jalur pengiriman molekul besar adalah: molekul → tempat reseptor bergerak → lekukan/parit berselaput → vesikel berselaput → badan golgi, retikulum endoplasma, atau lisosom.

Endositosis berperantara-reseptor ini sangat menguntungkan karena hanya senyawa yang dapat berikatan dengan reseptor membran yang memicu masuknya senyawa ke dalam sel.

8. Lisosom

Lisosom adalah struktur yang agak bulat yang dibatasi oleh membran tunggal. Memiliki diameter sekitar 1,5 μm , walaupun kadang-kadang ditemukan dengan ukuran 0,05 μm . Lisosom dihasilkan oleh badan golgi yang penuh dengan protein. Pemecahan senyawa yang ditelan lisosom dibantu oleh badan golgi. Terdapat 50 enzim digestif atau enzim hidrolitik yang dapat dibentuk dalam *rer* atau *ser*, yang selanjutnya dikemas oleh badan golgi menjadi kantung bermembran bulat yang disebut **lisosom**.

Lisosom juga berperan penting dalam matinya sel-sel. Bila sel luka atau mati, lisosom membantu dalam menghancurkannya. Hal ini sangat bermanfaat, sehingga sel sehat dapat menggantikan sel yang rusak atau mati tersebut. Kematian sel merupakan tingkatan yang penting dalam daur hidup beberapa organisme. Sebagai contoh, pada waktu kecebong berubah menjadi katak, ekornya secara bertahap diserap. Sel-sel ekornya, yang kaya akan lisosom, mati dan hasil penghancurannya digunakan dalam pertumbuhan sel-sel baru pada katak yang berkembang.

9. Peroxisom

Peroxisom besarnya hampir sama dengan lisosom (0,3-1,5 μm) dan, seperti halnya lisosom, peroxisom juga dibatasi oleh membran tunggal. Juga mirip lisosom karena penuh berisi enzim dan paling khas ialah katalase. Enzim ini mengkatalisis perombakan hidrogen peroksida (H_2O_2), produk yang berpotensi bahaya bagi metabolisme sel. Peroxisom dapat juga berperan dalam perubahan lemak menjadi karbohidrat dan pada perubahan purin dalam sel.

Pada hewan, peroxisom ternyata terkurung dalam sel-sel hati dan ginjal. Pada tumbuhan, terdapat dalam berbagai tipe sel. Peroxisom sel-sel tumbuhan seringkali mengandung bahan-bahan yang terkristalisasi. Baik pada tumbuhan maupun pada hewan, mungkin peroxisom dihasilkan oleh retikulum endoplasma.

10. Mitokondria

Mitokondria adalah benda-benda bulat atau berbentuk tongkat yang ukurannya antara 0,2 μm sampai 5 μm . Jumlahnya dalam sel beragam tetapi sel-sel aktif (misalnya sel hati) dapat mengandung seribu buah.

Walaupun mitokondria yang lebih besar dapat dilihat dengan mikroskop cahaya, tetapi struktur dasarnya hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Mikrograf elektron menunjukkan bahwa setiap mitokondria dibatasi oleh membran ganda. Membran luar merupakan batas halus tidak putus-putus bagi mitokondria tersebut. Membran dalam berulang-ulang diperluas menjadi lipatan-lipatan yang masuk ke dalam ruang dalam mitokondria tersebut. Lipatan dalam yang seperti rak ini disebut **krista**.

Membran pada mitokondria ternyata sama dengan membran sel, yaitu mengandung fosfolipid dan protein. Beberapa proteinnya ekstrinsik sedangkan sebagian besar protein tersebut intrinsik artinya terbenam dalam dwilapis lipid.

Fungsi mitokondria adalah tempat terjadinya reaksi kimia yang menghasilkan energi dari molekul makanan dan menghasilkan energi tinggi seperti ATP yang dapat digunakan langsung untuk kebutuhan energi sel. Jadi mitokondria mengubah energi potensial berbagai bahan makanan menjadi energi potensial yang disimpan dalam ATP. ATP ini digunakan oleh sel untuk berbagai kegiatannya, maka tidak mengherankan jika mitokondria cenderung berada dalam daerah sel yang paling aktif. Sel saraf, sel otot, dan sel sekretori semuanya mengandung banyak mitokondria yang terdapat di daerah-daerah sel yang masing-masing paling aktif terlibat dalam transmisi impuls listrik, kontraksi dan sekresi.

11. Plastida

Plastida terdapat dalam sel tumbuhan dan ganggang tertentu yang menggunakan energi cahaya untuk membuat senyawa karbon kaya-energi, seperti gula dari bahan anorganik sederhana (CO_2 , H_2O , dan mineral). Gula disimpan dalam bentuk pati.

Terdapat dua tipe plastida, yaitu :

- 1). **Leukoplas** (tanpa pigmen), tempat menyimpan pati, protein, atau minyak yang dapat digunakan oleh tumbuhan jika dibutuhkan; dan
- 2). **Kromoplas** (mengandung berbagai pigmen), termasuk karotinoid molekul berwarna pada buah dan bunga. Kromoplas terpenting adalah **kloroplas** atau organel mengandung **klorofil** hijau tempat terjadinya **fotosintesis**. Kloroplas pada sel tumbuhan biasanya dijumpai dalam bentuk cakram dengan diameter 5-8 μm dan tebal 2-4 μm , dan dapat menyimpan 50 mitokondria. Kloroplas dibatasi oleh membran ganda, di dalamnya terdapat membran interval yang terbenam dalam matriks fluida yang disebut **stroma**. Membran dalam ini kaya akan fosfolipid dan protein.

12. Sitoskeleton

Sitoskeleton sel eukariotik terdiri dari :

- (1). **Mikrofilamen** adalah serat tipis panjang dengan diameter 5-6 nm. Terdiri dari protein yang disebut aktin. Banyak mikrofilamen membentuk kumpulan atau jaring pada berbagai tempat dalam sel. Adanya mikrofilamen digabungkan dengangerak sel. Bila sel hewan membelah menjadi dua, terbentuklah seberkas mikrofilamen dan memisahkan kedua sel anak tersebut.

Pada banyak sel, sitoplasmanya bergerak-gerak dan fenomena ini dinamakan aliran sitoplasmik. Geraknya bergantung pada adanya mikrofilamen. Mikrofilamen ini juga merupakan ciri yang sangat penting dalam sel yang berpindah-pindah dan berubah-ubah bentuknya. Hal ini tidak saja bagi sel yang bergerak bebas seperti amoeba, tetapi juga bagi kebanyakan sel hewan selama pembentukan embrio. Endositosis pada membran sel juga bergantung pada daya kontraktif mikrofilamen.

(2). **Filamen intermediat** adalah serat sitoplasmik yang panjang, berdiameter sekitar 10 nm. Disebut intermediat karena diameternya lebih besar dari diameter mikrofilamen (6 nm) dan lebih kecil dari diameter mikrotubula (25 nm) dan filamen “tebal” (15 nm) pada serat otot kerangka.

Telah dibedakan lima macam filamen intermediat. Masing-masing dibangun oleh satu atau lebih protein yang amat khas bagi tipe filamen tersebut. Walau kimianya beragam, tetapi semua filamen intermediat memainkan peranan yang sama dalam sel, yaitu untuk mengadakan kerangka penunjang di dalam sel. Sebagai contoh, nukleus sel epitelium (misanya sel kulit) tetap letaknya karena jaring berbentuk keranjang dari filamen intermediat dibuat dari keratin.

Filamen intermediat terdapat dalam semua tipe sel otot yang fungsinya mengikat bagian –bagian kontraktif sel pada tempat yang tetap. Sel saraf mempunyai sambungan yang panjang, dinamakan akson, yang menjadi jalan bagi impuls saraf. Akson beberapa sel saraf berjuta-juta kali lebih panjang dari diameternya. Walau bentuknya yang lemah ini, akson tidak mudah dicabik-cabik, karena kekuatan yang diberikan oleh filamen intermediat yang memadat di dalam sitoplasmanya.

(3). **Mikrotubula** adalah silinder protein yang terdapat pada kebanyakan sel hewan dan tumbuhan. Diameter luarnya sekitar 25 nm; diameter lumennya sekitar 15 nm. Panjangnya bervariasi, tetapi tidak jarang adanya mikrotubul yang panjangnya 1000 kali tebalnya (yaitu 25 μ m panjangnya).

Protein yang membentuk mikrotubula disebut tubulin. Ada dua macam, α -tubulin dan β -tubulin. Keduanya mempunyai ukuran yang hampir sama, masing-masing dengan berat molekul sekitar 55.000 dalton. Dua molekul, satu dari tipe masing-masing, bergabung (secara nonkovalen) untuk membentuk dimer. Dimer ini (suatu contoh struktur kuartern protein) adalah blok bangunan untuk mendirikan mikrotubula. Ternyata dimer itu secara satu demi satu membentuk dinding silinder dalam bentuk heliks (pilinan). Penambahan 13 dimer lengkap satu putaran penuh. Jadi, pada irisan melintang tampak dinding mikrotubula itu rakitan dari 13 “protofilamen”.

Mikrotubula ternyata bersifat kaku, dan diduga menyebabkan kekakuan pada bagian-bagian sel tempat terdapat struktur tersebut. Jadi mikrotubula bersama-sama filamen intermediat menentukan bentuk struktur pada sitoplasma. Bila seluruh isi suatu sel dibuang kecuali tiga kategori serat tadi, maka bentuk dasar sel tersebut tetap ada. Jelaslah bahwa sitoplasma sel bukan hanya setetes fluida melainkan suatu sistem yang sangat terorganisasi dari mikrofilamen, filamen intermediat dan mikrotubula yang saling berhubungan.

Mikrotubula juga memainkan peranan yang sangat penting dalam pembelahan sel. Pembelahan sel yang berhasil memerlukan distribusi tepat kromosomnya ke setiap sel anak. Setiap kromosom bergerak ke tujuannya terakhir yang terikat pada seikat mikrotubula. Seluruh barisan mikrotubula yang berperan serta dalam proses itu disebut **gelendong**. Mikrotubula juga digunakan dalam pembentukan sentriol, benda basal dan flagela.

Gambar 1-15. Struktur berbagai sitoskeleton

13. Sentriol

Sel hewan, sel beberapa mikroorganisme dan tumbuhan tingkat rendah mengandung dua sentriol yang terdapat dalam sitoplasma di dekat

permukaan sebelah luar nukleusnya. Setiap sentriol terdiri atas sebaris silinder sebanyak sembilan mikrotubula.

Sesaat sebelum sel membelah diri, sentriol berduplikasi (membuat duplikat) dan satu pasang berpindah ke sisi berlawanan pada nukleus. Gelendong (barisan mikrotubula) kemudian terbentuk di antaranya.

Pada beberapa sel, sentriol berduplikasi untuk membentuk benda basal silia dan flagela.

Gambar 1-16. Struktur silia (a) dan sentriol (b).

14. Silia dan Flagela

Banyak sel memiliki perpanjangan seperti cemeti (pecut), baik yang pendek (silia), maupun yang panjang (flagela). Pada mikroorganisme, silia dan flagela digunakan untuk bergerak. Akan tetapi banyak hewan mempunyai sel-sel bersilia, misalnya pada saluran pernapasan (trakea) berfungsi menghalau bahan-bahan yang tidak diinginkan.

Asal dan struktur silia nampaknya sama. Masing-masing tumbuh dari membran basal. Strukturnya sama dengan sentriol dan dibentuk olehnya.

Silia dan flagela tidak hanya mempunyai cincin luar dengan sembilan mikrotubula, tetapi dilengkapi dengan dua fibril tengah yang konstruksinya sama dengan mikrotubula. Perakitan silia dan flagela secara keseluruhan merupakan perpanjangan membran sel.

LATIHAN 3

1. Apa perbedaan Dinding sel, glikokaliks dan membran sel?. Yang mana dari ketiga bagian sel tersebut yang dapat Anda “gunakan” sebagai jashujan? Mengapa?
2. Bagaimana Anda dapat menjelaskan bahwa ukuran sel sangat kecil, dengan membandingkan berbagai organisme yang ada di muka bumi ini?.
3. Gambarkan macam-macam ion yang dapat masuk melalui membran plasma!. Mana yang membutuhkan energi dan mana yang tidak? Mengapa?

Untuk dapat menjawab latihan secara lengkap. Carilah buku-buku dan bahan bacaan lain yang memuat tentang sel, dan Anda dapat mengacu pada rambu-rambu pengerjaan latihan berikut :

1. Materi penyusun dinding sel, glikokaliks dan membran sel berbeda-beda. Membran sel memiliki dwi-lapis lipid yang hanya dapat dilalui oleh molekul tertentu, mengandung lebih dari 100 lipid yang berbeda. Dinding sel pada sebagian besar tumbuhan disusun oleh selulosa (polisakarida dengan B.M tinggi) tersusun beberapa lapis di atas membran sel. Glikokaliks atau ‘selaput gula’ pada sel hewan memiliki molekul glikolipid dan glikoprotein.
2. Mata manusia memiliki keterbatasan dalam melihat benda-benda yang jauh maupun yang kecil. Untuk melihat benda-benda yang jauh dan kecil diperlukan alat-alat khusus.
3. Macam-macam ion yang dapat masuk melalui membran plasma, dengan tiga cara yaitu : difusi, difusi berfasilitas dan tranport aktif.

RANGKUMAN

Struktur dan fungsi bagian-bagian sel dapat dibedakan menjadi struktur permukaan dan organel-organel sel. Struktur permukaan terdiri dari : membran sel, dinding sel dan glikokaliks. Yang termasuk organel : sitoplasma, nukleus, ribosom, retikulum endoplasma, badan golgi, vakuola, vesikel berselaput, lisosom, peroksisom, mitokondria, plastida, sitoskeleton, sentriol, silia dan flagela.

Sitoplasma merupakan substansi semicair dilindungi oleh membran plasma, mengandung organel-organel dan molekul yang bertanggung jawab pada metabolisme dan beberapa fungsi sel.

Nukleus sel eukariotik dibatasi oleh sampul nukleus dua-lapis, menyimpan materi genetik (DNA) yang ditempatkan pada kromosom, nukleoli merupakan tempat pembuatan ribosom dalam nukleus. Sel prokariotik tidak memiliki membran nukleus, materi genetik ditemukan pada daerah nukleoid.

Ribosom disusun oleh dua subunit RNA an protein struktural, tempat terjadinya sintesis protein. Satu molekul mRNA dan sejumlah ribosom disebut polisom.

Retikulum endoplasma (RE) terdiri dari RE kasar dan RE halus. RE kasar tempat terjadinya sintesis, modifikasi dan trasport protein. RE halus tanpa ribosom dilibatkan dalam transpor dan sintesis lemak, steroid dan detoksifikasi.

Badan golgi merupakan tempat molekul dibuat dalam RE, dimodifikasi dan dikemas untuk dikirim ke sitoplasma.

Vakuola dapat menyimpan cairan, nutrisi, dan cairan tidak bermuatan, juga limbah. Vakuola makanan merupakan suatu bentuk fagositosis, ketika mengambil cairan disebut pinositosis, mengambil benda padat disebut endositosis, dan mengeluarkan benda padat disebut eksositosis.

Lisosom mengandung bermacam enzim penghancur dan pencerna bahan-bahan dan sisa-sisa sel.

Mitokondria merupakan organel yang mereplikasi diri, ditemukan dalam semua sel eukariotik. Memiliki membran luar dan membran dalam yang berlipat-lipat dan disebut krista tempat dibentuknya ATP, dan merupakan daerah pusat matriks.

Plastida merupakan tempat fotosintesis pada sel tumbuhan, atau tempat penyimpanan bermacam nutrisi dan pigmen(kloroplas berwarna hijau dan leukoplas tidak berbaerna) dibentuk dari proplastid, mengandung DNA, dan dapat mereplikasi diri.

Sitoskeleton terdiri dari mikrofibril, mikrofilamen, dan filamen intermediat. Organel ini berfungsi mendukung bentuk sel dan pergerakan permukaan sel.

Silia dan flagela membantu pergerakan sel, terutama untuk organisme sel tunggal, keduanya memiliki struktur internal yang sama dan berasal dari membran basal.

Macam-macam ion dapat masuk melalui membran plasma, dengan tiga

cara yaitu : difusi, difusi berfasilitas dan tranport aktif.

TES FORMATIF 3

- Petunjuk :** Pilihlah
- A. Jika jawaban (1), (2), dan (3) benar
 - B. Jika jawaban (1), dan (3) benar
 - C. Jika jawaban (2), dan (4) benar
 - D. Jika jawaban (4) saja yang benar

1. Macam-macam ion dapat masuk melalui membran plasma, dengan beberapa cara yaitu :
 - (1). Difusi
 - (2). Difusi berfsilitas
 - (3). Transport aktif
 - (4). Osmosa
2. Nukleus (inti sel) merupakan tempat penyimpanan berbagai materi penting, diantaranya adalah :
 - (1). Sisa metabolisme
 - (2). DNA
 - (3). Klorofil
 - (4). Kromosom
3. Glikokaliks atau “selaput gula” memiliki beberapa macam molekul diantaranya :
 - (1). Glikolipid
 - (2). Dwi-lapis lipid
 - (3). Glikoprotein
 - (4). Protein
4. Struktur permukaan sel tumbuhan terdiri dari :
 - (1). Membran sel
 - (2). Glikokaliks
 - (3). Dinding sel
 - (4). Selulosa

5. Transport ion dari dan keluar sel tanpa membutuhkan energi dapat terjadi melalui :
 - (1). Transport aktif
 - (2). Difusi berfasilitas
 - (3). Osmosa
 - (4). Difusi

6. Organel sel yang berfungsi untuk mendukung bentuk sel dan pergerakan sel, adalah :
 - (1). Mikrofibril
 - (2). Mikrofilamen
 - (3). Filamen intermediat
 - (4). Mitokondria

7. Organel sel yang dapat mereplikasi dirinya sendiri adalah :
 - (1). Plastida
 - (2). Lisosom
 - (3). Mitokondria
 - (4). Ribosom

8. Lisosom mengandung beberapa enzim, diantaranya berfungsi untuk :
 - (1). Penyusun materi
 - (2). Pencerna materi
 - (3). Pembuat materi
 - (4). Penghancur materi

9. Organel yang berfungsi menghasilkan energi berupa ATP adalah :
 - (1). Plastida
 - (2). Lisosom
 - (3). Ribosom
 - (4). Mitokondria

10. Sintesis protein terjadi pada organel sel, yaitu :
 - (1). Plastida
 - (2). Lisosom

- (3). Mitokondria
- (4). Ribosom

BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, bandingkan dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jumlah jawaban yang benar, selanjutnya hitung tingkat penguasaan Anda terhadap materi di atas dengan menggunakan rumus :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

- 90% - 100% = baik sekali
- 80% - 89% = baik
- 70% - 79% = cukup
- < 69% = kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat menguasai Kegiatan belajar 3 **Bagus!** Akan tetapi, bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi mempelajari materi di atas terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

No	Tes Formatif 1	Tes Formatif 2	Tes Formatif 3
1.	A	D	A
2.	D	C	C
3.	D	A	B

4.	B	C	B
5.	C	A	C
6.	D	C	A
7.	B	C	B
8.	B	D	C
9.	A	B	D
10.	A	A	D

GLOSARIUM

Adiposa : sel yang mengandung lemak atau minyak.

Asam amino : molekul organik yang mengandung sebuah atom karbon pusat, sebuah gugus amin (-NH₂), sebuah gugus karboksil (-COOH) dan sebuah rantai samping yang berbeda-beda (R). Asam amino merupakan monomer pembentuk rantai protein.

Asam lemak : suatu molekul yang terdiri dari rantai panjang atom karbon yang berikatan kepada gugus karboksil asam (-COOH). Asam lemak merupakan unit dasar dari lemak dan minyak.

ATP (*Adenosine TriPhosphat*) : molekul penyimpan-energi primer dalam sel.

Carrier : pembawa

Desmosom : suatu sambungan sel, yang melekatkan membran plasma dengan sel didekatnya.

Diferensiasi : selama perkembangan, pematangan struktur dan fungsi

DNA : Deoxyribonucleic Acid (asam deoksiribonukleat)

Difusi : proses berpindahnya substansi terlarut melalui suatu cairan

Enzim : Kelompok protein tertentu (dan RNA tertentu) yang mengkatalisis reaksi kimia.

Fluoresensi : pemancaran cahaya oleh substansi setelah menyerap sinar dengan panjang gelombang yang berlainan.

Fosfolipid : molekul lipid (lemak,minyak) yang terikat fosfat

Fraksinasi : teknik pemecahan sel untuk memisahkan bagian-bagiannya.

Gen : unit dasar dari hereditas (sifat keturunan) terletak pada kromosom. Gen tersusun dari nukleotida dan tersedia sebagai “blue print” atau cetakan untuk semua RNA dan protein sel.

Glikolipid : lipid yang terikat gula / polisakarida

Glikoprotein : protein yang terikat gula / polisakarida yang terikat secara kovalen

Hematopoietik : jaringan pembentuk sel darah, terdapat pada sumsum tulang merah

Hemoglobin : protein yang memberi warna merah pada darah, berfungsi mengangkut O₂ dan CO₂.

Hidrofilik : Bahan yang menyukai air. Senyawa hidrifilik cenderung membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga terlarut dalam air.

Hidrofobik : Bahan yang tidak menyukai air. Senyawa hidrofobik memiliki ikatan kovalen nonpolar dengan hidrogen dan perlekatanan secara elektrik terhadap molekul air, sehingga cenderung tidak larut dalam air.

Hidrolisis : proses pemisahan molekul yang lebih besar menjadi dua monomer dengan penambahan dari bagian molekul air

Ikatan kovalen : Suatu ikatan kimia diantara atom-atom, yang sifatnya menggunakan elektron bersama.

Isotop : suatu atom dari sebuah unsur yang mengandung jumlah proton normal, tetapi jumlah neutron yang berbeda. Jadi isotop sebuah unsur memiliki berat atom yang berbeda.

Lensa : struktur yang disusun oleh sel-sel khusus pada mata vertebrata, gurita dan beberapa hewan untuk memusatkan cahaya yang terlihat.

Ligamen : Serabut kolagen yang fleksibel dan kuat, menghubungkan tulang-tulang.

Lipid : kelompok senyawa organik, termasuk di dalamnya lemak, minyak, lilin, dan sejenisnya.

Meristem : pada tumbuhan, suatu pusat terorganisasi yang tidak terdiferensiasi, zona pembentukan sel yang secara aktif membelah, dimana organ baru dapat dihasilkan selama kehidupan tumbuhan.

Meristematik areal (bagian meristematik) : bagian utama pertumbuhan dan perkembangan pada akar dan batang tumbuhan, ujung dimana sel memperpanjang dan menyebabkan pertumbuhan primer.

Mikrograf : gambar atau foto yang dihasilkan melalui mikroskop.

Molekul reseptor : molekul penerima molekul lain, biasanya terdapat pada permukaan membran sel.

Multiseluler : bersel banyak.

Protein integral : molekul protein yang menyisip ke dalam lipid dwilapis pada membran plasma sel.

Protozoa : hewan bersel satu / tunggal.

RNA : Ribonucleic Acid (asam ribonukleat).

Selulosa : matri struktural berserat pada sel tumbuhan dan kayu, polisakarida dengan berat molekul tinggi disusun oleh rantai panjang unit glukosa.

Sitokinesis : pemisahan sitoplasma pada sel yang sedang membelah, menjadi dua sel anak.

Sitoplasma : substansi semicair yang selain nukleus pada sel eukariot, dan selain nukleoid pada sel prokariot.

Sitoskeleton : struktur tiga-dimensi mirip jaring yang mengisi sitoplasma suatu sel.

Spesimen : preparat atau obyek yang disiapkan untuk pengamatan.

Tifoid : bakteri penyebab tifus.

Transpor aktif : berperantara-carrier, pergerakan material bergantung-energi masuk atau keluar sel, khususnya melawan gradien konsentrasi. Transpor aktif berbeda dari difusi, karena disini membutuhkan energi dari ATP.

Transporter : pengangkut

Uniseluler : bersel satu / tunggal.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrett James M., Peter Abramoff, A.Krishna Kumaran, William F. Millington., 1986. Biology. New Jersey : Prentice-Hall, a division of Simon & Schuster, Inc.
- Hopson Janet L and Norman K. Wessells., 1990. Essentials of Biology. San Francisco : Mcgraw-Hill Publishing Company.
- Kimball John W, 1989. Biologi. Edisi ke-5. Jakarta : Erlangga.

