



BIOLOGI

SEL I

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, kamu diharapkan memiliki kemampuan berikut.

1. Memahami beberapa teori tentang sel.
2. Memahami tipe-tipe sel dan strukturnya.
3. Memahami komponen kimiawi sel.
4. Memahami struktur dinding sel, membran sel, inti sel, dan sitoplasma.
5. Memahami struktur organel sel yang meliputi mitokondria dan plastida.

A. Teori Sel

Sel pertama kali ditemukan oleh **Robert Hooke**, seorang ilmuwan asal Inggris pada tahun 1665. Hooke menemukan sel setelah mengamati sel gabus pada dinding sel tumbuhan dengan menggunakan mikroskop sederhana. Penemuan tentang sel kemudian berkembang cepat setelah ditemukannya mikroskop berlensa tunggal oleh **Antonie van Leeuwenhoek** pada tahun 1668. Mikroskop berlensa tunggal ini kemudian digunakan untuk mengamati sel hidup dari alga *Spirogyra* dan bakteri pada tahun 1674.

Teori tentang sel terus berkembang seiring dilakukannya penelitian-penelitian oleh para ilmuwan. Beberapa ilmuwan biologi yang mengemukakan teori tentang sel adalah sebagai berikut.

1. **Jean Baptiste de Lamarck** menyatakan bahwa setiap badan hidup merupakan kumpulan sel.
2. **Ludoph Christian Treviranus** dan **Johann Jacob Paul Moldenhawer** menyatakan bahwa individu merupakan kesatuan dari sel-sel.

3. **Henri Dutrochet** menyatakan bahwa sel merupakan elemen fundamental dari organisme.
4. **Mathias Schleiden** dan **Theodor Schwann** menyatakan bahwa setiap makhluk hidup tersusun oleh sel. Kedua ilmuwan ini kemudian merumuskan teori tentang sel. Teori tersebut menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan struktural kehidupan.
5. **Max Schultze** dan **Thomas Huxley** menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan fungsional kehidupan. Hal ini dikarenakan aktivitas yang berlangsung dalam tubuh makhluk hidup tercermin dari aktivitas di dalam sel.
6. **Rudolf Virchow** menyatakan bahwa sel berasal dari sel (*omnis cellula e cellula*). Oleh karena itu, Virchow kemudian merumuskan teori tentang sel. Teori tersebut menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan pertumbuhan.
7. **Walther Flemming** dan **Eduard Strasburger** mengamati pembelahan sel pada proses reproduksi sel dan mengemukakan teori sel yang baru. Teori tersebut menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan reproduksi dari makhluk hidup.
8. **Felix Dujardin** menyatakan bahwa bagian terpenting dari sel hidup adalah cairan atau *sarcode* yang selalu terdapat di dalam sel hidup.
9. **Johannes Purkinje** memperkenalkan istilah protoplasma yang merupakan cairan di dalam sel.
10. **Robert Brown** menemukan inti sel dan berpendapat bahwa inti sel memiliki arti penting bagi sel karena mengatur seluruh aktivitas di dalam sel.
11. **R. Strasburger** menyatakan bahwa setiap inti sel berasal dari inti sel sebelumnya yang terbentuk melalui proses pembelahan.
12. **C. Bernard** menyatakan bahwa inti sel merupakan struktur terpenting dari sel yang mengatur seluruh pekerjaan sel.

B. Kisaran Ukuran Sel

Sel memiliki ukuran yang berbeda-beda. Sebagian besar sel memiliki diameter 1–100 mikrometer (μm) dengan volume 1–1000 μm^3 . Kisaran ukuran beberapa sel makhluk hidup adalah sebagai berikut.

1. Sel hewan berdiameter sekitar 20 μm .
2. Sel tumbuhan berdiameter sekitar 40 μm .
3. Sel amoeba berdiameter 90–800 μm .
4. Sel alga yang besar berdiameter 50 mm.

Umumnya sel berukuran kecil sehingga tidak dapat diamati dengan mata telanjang. Sel hanya dapat diamati dengan bantuan mikroskop. Ada dua jenis mikroskop untuk mengamati sel, yaitu mikroskop cahaya dan mikroskop elektron. Mikroskop cahaya lebih

sesuai digunakan untuk mengamati spesimen sel hidup, sedangkan mikroskop elektron lebih sesuai digunakan untuk mengamati spesimen sel mati. Saat ini, ada dua jenis mikroskop elektron, yaitu mikroskop elektron transmisi (TEM) dan mikroskop elektron payar (SEM). Jenis TEM digunakan untuk mengkaji struktur ultra internal sel, sedangkan jenis SEM digunakan untuk mengamati permukaan spesimen.

C. Tipe-Tipe Sel

Secara struktural, terdapat dua tipe sel, yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik.

1. **Sel prokariotik** merupakan sel yang belum memiliki membran inti, sehingga materi genetik pada inti sel belum terpisah dengan bagian sel lainnya. Organisme yang memiliki sel prokariotik adalah Archaeobacteria, Eubacteria, dan Cyanobacteria. Sel prokariotik umumnya berdiameter 0,1–10 μm .

Pada sel prokariotik, materi genetik yang berupa DNA terkonsentrasi pada suatu tempat yang disebut **nukleoid**. Sementara itu, materi genetik yang berupa RNA hampir semuanya terdapat di sitoplasma. Bagian-bagian sel yang umumnya dimiliki oleh sel prokariotik selain inti sel adalah sebagai berikut.

- a. Dinding sel merupakan struktur terluar sel yang dilapisi kapsul seperti gel.
 - b. Membran plasma yang berfungsi sebagai pelindung sel terletak di sebelah dalam dinding sel.
 - c. Ribosom yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya sintesis protein.
 - d. Plasmid atau DNA berbentuk sirkuler (cincin).
 - e. Organel pergerakan berupa flagel dan organel perlekatan berupa pili.
2. **Sel eukariotik** merupakan sel yang memiliki nukleus sebenarnya. Hal ini dikarenakan materi genetik yang berupa DNA dan RNA sudah terbungkus oleh membran inti dan terpisah dari bagian-bagian sel lainnya. Di daerah antara nukleus dan membran sel terdapat medium semicair yang disebut **sitosol**. Selain itu, terdapat juga organel-organel sel yang sebagian besar tidak terdapat pada sel prokariotik. Sel eukariotik umumnya berdiameter 10–100 μm . Organisme yang memiliki sel eukariotik adalah Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia.

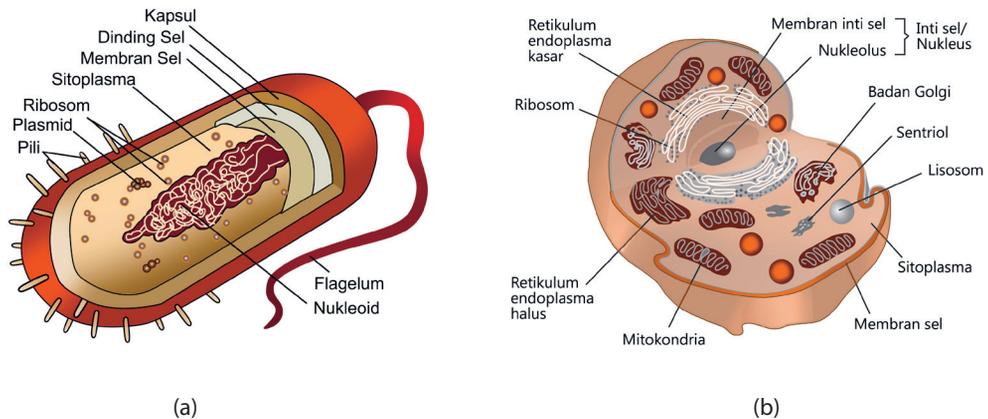
● SUPER, Solusi Quipper ●

Untuk mempermudah mengingat tipe-tipe sel, gunakan SUPER "Solusi Quipper" berikut.

PROBLEM - EKA

Maksudnya: **Prokariotik** - **eukariotik**

Berikut ini adalah gambar sel prokariotik dan sel eukariotik.



Gambar 1. (a) Sel prokariotik dan (b) sel eukariotik

▶ Contoh Soal 1

Teori tentang sel yang dikemukakan oleh Rudolf Virchow adalah

- A. Sel merupakan kesatuan reproduksi dari makhluk hidup.
- B. Sel merupakan kesatuan pertumbuhan.
- C. Bagian terpenting dari sel hidup adalah cairan yang selalu terdapat di dalam sel hidup.
- D. Sel merupakan kesatuan struktural kehidupan.
- E. Sel merupakan kesatuan fungsional kehidupan.

Jawaban : B

Penjelasan:

Menurut Rudolf Virchow, sel berasal dari sel (*omnis cellula e cellula*). Oleh sebab itu, Virchow kemudian menyusun teori tentang sel. Teori tersebut menyatakan bahwa sel merupakan kesatuan pertumbuhan.

▶ Contoh Soal 2

Sel prokariotik berbeda dengan sel eukariotik, sebab pada sel prokariotik

- A. materi genetik terpisah dari bagian sel lainnya
- B. terdapat membran sel sebagai pelindung sel
- C. materi genetik belum terpisah dari bagian sel lainnya

- D. terdapat ribosom
- E. terdapat mitokondria

Jawaban : C

Penjelasan:

Sel prokariotik berbeda dengan sel eukariotik, terutama karena belum adanya membran inti. Oleh sebab itu, materi genetik pada sel prokariotik belum terpisah dari bagian sel lainnya. Selain itu, sel prokariotik juga belum memiliki sebagian besar organel-organel yang dimiliki oleh sel eukariotik, salah satunya adalah mitokondria.

D. Komponen Kimiawi Sel

Senyawa kimia penyusun sel disebut **protoplasma**, yaitu bagian hidup dari sebuah sel yang dikelilingi oleh membran plasma. Protoplasma merupakan istilah umum dari sitoplasma yang mengelilingi nukleus. Kandungan utama protoplasma adalah senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik berupa karbohidrat, protein, lemak (lipid), dan asam nukleat. Jika semua senyawa organik diuraikan menjadi unsur-unsurnya, akan ada empat unsur utama atau unsur makro yang menyusun protoplasma, yaitu karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen (C, H, O, dan N).

Pada sel hewan dan sel tumbuhan, protoplasma mengandung 75–85% air, 10–20% protein, 2–3% lemak, 1% karbohidrat, dan 1% zat-zat anorganik lainnya. Dari data tersebut, tampak bahwa komponen terbesar penyusun protoplasma pada sel hewan dan sel tumbuhan adalah air.

1. Komponen Protoplasma

- a. Komponen Anorganik
 - 1.) Air

Di dalam sel, air terdapat dalam dua bentuk, yaitu bentuk bebas dan bentuk terikat. Air dalam bentuk bebas mencakup 95% dari total air di dalam sel, sedangkan air dalam bentuk terikat mencakup 4–5% saja.

Fungsi air sebagai komponen terbesar penyusun protoplasma adalah sebagai berikut.

- Pelarut berbagai zat organik dan zat anorganik, misalnya glukosa, sukrosa, asam amino, serta berbagai jenis vitamin dan ion-ion.
- Bahan penyuspensi zat organik bermolekul besar seperti pati, protein, dan lipid.
- Media transportasi berbagai zat yang terlarut untuk berdifusi atau bergerak dari bagian sel yang satu ke bagian sel lainnya.

- Menyerap panas dan mencegah perubahan suhu yang drastis atau mendadak di dalam sel.
- Media berbagai proses reaksi enzimatik yang berlangsung di dalam sel.
- Bahan baku untuk reaksi hidrolisis dan sintesis karbohidat, misalnya dalam proses fotosintesis.

2.) Garam mineral

Kandungan garam-garam mineral pada berbagai tipe sel sangat bervariasi dan dapat mengalami disosiasi menjadi anion dan kation. Garam-garam mineral ini memiliki dua fungsi, yaitu sebagai berikut.

- Fungsi osmosis yang berarti bahwa konsentrasi total garam-garam terlarut berpengaruh terhadap transportasi air yang melintasi membran sel.
- Fungsi yang lebih spesifik, yaitu peran setiap ion terhadap struktur dan fungsi dari partikel-partikel seluler dan makromolekul.

Garam mineral memiliki beberapa peranan penting, yaitu sebagai berikut.

- Garam-garam mineral sangat penting untuk kelangsungan aktivitas metabolisme sel. Sebagai contoh, ion Na^+ dan K^+ berperan dalam memelihara tekanan osmosis dan keseimbangan asam-basa cairan sel.
- Beberapa ion anorganik berperan sebagai kofaktor dalam aktivitas enzim, misalnya ion magnesium dan besi.
- Fosfat anorganik digunakan dalam sintesis ATP yang menyuplai energi kimia untuk kehidupan sel melalui proses fosforilasi oksidatif.
- Ion-ion kalsium dijumpai dalam sirkulasi darah dan di dalam sel. Selain itu, ion-ion kalsium juga terdapat di dalam tulang. Ion-ion kalsium yang berkombinasi dengan ion-ion fosfat dan karbonat akan membentuk kristalin.

3.) Gas-gas

Di dalam sel juga terkandung berbagai jenis gas yang berasal dari lingkungan atau dihasilkan oleh metabolisme sel. Contoh gas yang berasal dari lingkungan adalah oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), dan gas nitrogen (N_2). Selain berasal dari lingkungan, karbon dioksida juga dihasilkan dari oksidasi bahan makanan sebagai hasil sampingan. Umumnya, karbon dioksida di dalam sel berada dalam bentuk bikarbonat atau karbonat.

b. Komponen Organik

1.) Protein

Protein merupakan makromolekul yang tersusun dari asam amino yang saling berikatan. Asam amino memiliki gugus amino dan gugus karboksil. Gugus amino ini menyebabkan asam amino bersifat basa, sedangkan gugus karboksil menyebabkan asam amino bersifat asam. Akibatnya, asam amino bersifat amfoter.

Ada dua peran protein, yaitu peran katalitik dan peran mekanik.

- **Peran katalitik** merupakan peran protein dalam bentuk enzim sebagai katalisator reaksi-reaksi kimia dalam sel hidup.
- **Peran mekanik** merupakan peran protein sebagai pembangun (struktural) sel dan peran kontraktile seperti pada protein otot. Gerakan otot disebabkan oleh serabut protein sel otot yang berkontraksi.

Secara umum, protein memiliki beberapa sifat, yaitu sebagai berikut.

- **Membentuk ion**
Protein dalam air mampu membentuk ion positif dan ion negatif. Ion positif dibentuk dalam suasana asam, sedangkan ion negatif dibentuk dalam suasana basa.
- **Denaturasi**
Denaturasi adalah perubahan konformasi alamiah menjadi suatu konformasi yang tidak menentu. Hal ini dapat terjadi karena perubahan suhu, perubahan pH, atau karena suatu reaksi dengan senyawa-senyawa lain, misalnya ion-ion logam.

Berdasarkan fungsinya, protein digolongkan menjadi kelompok berikut.

- **Protein enzim** yang mempercepat reaksi-reaksi biokimia.
- **Protein transpor** yang mengangkut substansi-substansi penting.
- **Protein struktural** yang membentuk struktur-struktur biologis.
- **Protein pertahanan** yang melindungi tubuh dari invasi benda-benda asing.

Berdasarkan strukturnya, protein digolongkan menjadi kelompok berikut.

- **Protein globuler**
Protein ini memiliki lipatan-lipatan yang kompleks dan struktur tersier dengan bentuk yang tidak teratur. Rantai polipeptida protein ini juga

mengandung banyak lipatan dan lilitan. Contohnya adalah insulin, albumin, globulin plasma, dan sebagian besar enzim.

- **Protein serabut**

Protein serabut (protein fibrosa) memiliki struktur memanjang dengan lipatan sederhana. Protein serabut umumnya dijumpai pada protein struktural. Rantai polipeptida protein ini berbentuk spiral atau heliks yang dihubungkan oleh ikatan disulfida dan hidrogen. Sebagai contoh, keratin dan miosin.

Berdasarkan komposisi kimianya, protein digolongkan menjadi kelompok berikut.

- **Protein sederhana** adalah protein yang jika dihidrolisis hanya akan menghasilkan asam amino. Contohnya albumin dan globulin.
- **Protein gabungan** adalah protein yang jika dihidrolisis akan menghasilkan asam amino dan senyawa lain. Contohnya adalah sebagai berikut.
 - o Glikoprotein, mengandung protein dan karbohidrat.
 - o Nukleoprotein, mengandung protein dan asam nukleat.
 - o Lipoprotein, mengandung protein dan lipid.
 - o Kromoprotein, mengandung protein dan bahan zat warna (hemoglobin atau hemosianin).

2.) Lemak (lipid)

Lemak tersusun atas senyawa gliserol dan asam lemak. Lemak mempunyai sifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti eter, kloroform, dan alkohol. Dalam sel hidup, lemak berfungsi sebagai komponen membran plasma, hormon, dan vitamin.

Lemak terdapat dalam bentuk lemak sederhana, lemak gabungan, atau turunan lemak.

- **Lemak sederhana** adalah lemak yang dibangun oleh satu gliserol dan tiga asam lemak (trigliserida). Asam lemak penyusun lemak dapat berupa asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. **Asam lemak jenuh** adalah jenis asam lemak yang molekulnya tersusun dari rangkaian atom-atom karbon yang memiliki ikatan tunggal, misalnya asam stearat dan asam palmitat. **Asam lemak tak jenuh** adalah jenis asam lemak yang molekulnya tersusun dari rangkaian atom-atom karbon yang memiliki ikatan ganda, misalnya asam oleat dan asam linoleat.

- **Lemak gabungan** adalah ester asam lemak yang jika dihidrolisis menghasilkan asam lemak, alkohol, dan zat-zat lain. Lemak gabungan merupakan komponen struktural yang terpenting pada membran sel. Contoh lemak gabungan adalah sebagai berikut.
 - o **Fosfolipid** adalah lipid yang mengandung gugus ester fosfat. Sfingolipid yang terdapat pada selubung mielin sel saraf merupakan contoh fosfolipid yang mengandung amino, alkohol, dan ester fosfat.
 - o **Glikolipid** adalah senyawa yang mengandung molekul karbohidrat dan lipid. Protoplasma sel hewan mengandung dua macam glikolipid, yaitu serebrosida dan gangliosida. **Serebrosida** adalah komponen lemak pada sel otak dan selubung mielin yang mengandung molekul sfingosin, asam lemak, dan glukosa. **Gangliosida** adalah komponen lemak pada bagian otak yang berwarna kelabu dan pada membran eritrosit. Gangliosida mengandung sfingosin, asam lemak, dan satu atau lebih glukosa, laktosa, galaktosamin, dan asam neurominik.
 - o **Lipoprotein** adalah lipid yang mengandung protein, misalnya kolesterol dengan alfa dan beta globulin.
 - o **Karotenoid** adalah lipid gabungan berpigmen yang terdapat pada sel tumbuhan dan sel hewan. Contohnya hemoglobin (Hb) dan klorofil.
- Turunan lemak misalnya steroid. Steroid terdapat pada protoplasma sel hewan, yaitu hormon kelamin (progesteron dan testosteron), vitamin D, kolesterol, dan estradiol. **Steroid** merupakan senyawa turunan lemak dengan rantai hidrokarbon berbentuk cincin (siklik).

3.) Karbohidrat

Karbohidrat tersusun atas unsur karbon (C), oksigen (O), dan hidrogen dengan rumus empiris $C_n(H_2O)_n$. Pada tumbuhan, karbohidrat dibentuk oleh sel-sel berklorofil melalui proses fotosintesis.

Berdasarkan fungsinya, karbohidrat dapat digolongkan menjadi kelompok berikut.

- Karbohidrat sederhana sebagai sumber energi.
- Karbohidrat rantai panjang sebagai cadangan energi.
- Karbohidrat rantai panjang sebagai komponen struktural organel dan bagian sel lainnya.

Berdasarkan jumlah sakarida yang dikandungnya, karbohidrat digolongkan menjadi tiga, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida.

- **Monosakarida** adalah karbohidrat sederhana yang tidak dapat dihidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana lagi. Monosakarida hanya memiliki beberapa atom C saja dengan rantai karbon berikatan tunggal dan tidak bercabang. Pada struktur monosakarida, satu di antara atom karbon berikatan ganda membentuk gugus karbonil dengan suatu atom oksigen. Sementara itu, masing-masing atom karbon lainnya berikatan dengan gugus hidroksil. Jika gugus karbonil berada pada ujung rantai karbon, monosakarida tersebut adalah suatu **aldosa**. Namun, jika gugus karbonil berada pada posisi yang lain, monosakarida tersebut adalah suatu **ketosa**. Contoh monosakarida yang umum dikenal adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

Berdasarkan jumlah atom C pada molekulnya, monosakarida digolongkan menjadi kelompok berikut.

- o **Triosa ($C_3H_6O_3$)** adalah monosakarida yang memiliki 3 atom C. Triosa merupakan pecahan dari heksosa yang memainkan peranan penting pada metabolisme otot. Triosa dijumpai pada sel tumbuhan dan sel hewan. Triosa dibedakan menjadi aldotriosa dan ketotriosa.
 - ♦ **Aldotriosa** adalah triosa yang mengandung gugus aldehid, misalnya gliseraldehid.
 - ♦ **Ketotriosa** adalah triosa yang mengandung gugus keton, misalnya dihidroksi aseton.
- o **Tetrosa ($C_4H_8O_4$)** adalah monosakarida yang memiliki 4 atom C. Tetrosa dibedakan menjadi aldotetrosa dan ketotetrosa.
 - ♦ **Aldotetrosa** adalah tetrosa yang mengandung gugus aldehid, misalnya D-eritrosa dan D-treosa.
 - ♦ **Ketotetrosa** adalah tetrosa yang mengandung gugus keton, misalnya D-eritrolosa.
- o **Pentosa ($C_5H_{10}O_5$)** adalah monosakarida yang memiliki 5 atom C. Pentosa terdapat pada asam nukleat (DNA dan RNA) serta beberapa koenzim. Pentosa dibedakan menjadi aldopentosa dan ketopentosa.
 - ♦ **Aldopentosa** adalah pentosa yang mengandung gugus aldehid, misalnya ribosa, deoksiribosa, arabinosa, lixosa, dan xilosa. Ribosa merupakan penyusun RNA, sedangkan deoksiribosa merupakan penyusun DNA.

- ♦ **Ketopentosa** adalah pentosa yang mengandung gugus keton, misalnya xilulosa.
- o **Heksosa (C₆H₁₂O₆)** adalah monosakarida yang memiliki 6 atom C. Heksosa dibedakan menjadi aldoheksosa dan ketoheksosa.
 - ♦ **Aldoheksosa** adalah heksosa yang mengandung gugus aldehyd, misalnya glukosa, galaktosa, dan manosa. **Glukosa** merupakan monosakarida yang paling banyak ditemukan di alam. Glukosa umumnya terdapat di dalam buah-buahan masak, madu, dan juga darah manusia. **Galaktosa** merupakan monosakarida yang selalu terikat dengan molekul lain. Galaktosa dibutuhkan untuk menyintesis laktosa dalam kelenjar susu dan merupakan komponen penting pada glikolipida yang terdapat di dalam otak dan selaput mielin saraf. **Manosa** merupakan monosakarida yang banyak ditemukan bebas di alam, terikat pada tumbuhan, dan terikat pada hewan. Manosa berperan penting dalam metabolisme manusia, terutama glikosilasi dari beberapa protein.
 - ♦ **Ketoheksosa** adalah heksosa yang mengandung gugus keton, misalnya fruktosa. **Fruktosa** merupakan gula yang rasanya paling manis. Fruktosa bersama-sama dengan glukosa merupakan komponen utama dari madu yang dapat dibuat dengan menghidrolisis sukrosa (gula tebu) atau inulin.
- **Disakarida** adalah karbohidrat yang jika dihidrolisis akan menghasilkan dua molekul monosakarida yang sama atau berbeda. Pada kebanyakan disakarida, ikatan kimia yang menggabungkan kedua unit monosakarida disebut **ikatan glikosidik**. Disakarida terbentuk jika gugus hidroksil salah satu gula bereaksi dengan karbon pada gula yang kedua. Disakarida memiliki beberapa variasi sifat antara lain adalah dapat mengkristal, berasa manis dan lengket, dan terkadang dapat larut dalam air. Ada dua jenis disakarida, yaitu sebagai berikut.
 - o **Disakarida reduktor** merupakan disakarida yang salah satu monosakarida penyusunnya adalah gula reduktor. **Gula reduktor** adalah gula yang memiliki satu gugus hidroksil bebas, sehingga bersifat reduktif, misalnya selobiosa, laktosa, dan maltosa.
 - o **Disakarida nonreduktor** adalah disakarida yang tidak memiliki monosakarida dengan gugus hidroksil bebas, sehingga tidak bersifat reduktif. Contohnya sukrosa dan trehalosa.

Berikut ini merupakan contoh-contoh karbohidrat yang tergolong disakarida.

- o **Maltosa** adalah disakarida yang jika dihidrolisis akan menghasilkan 2 molekul glukosa. Maltosa sering disebut sebagai gula malt.
 - o **Laktosa** adalah disakarida yang jika dihidrolisis akan menghasilkan 1 molekul glukosa dan 1 molekul galaktosa. Laktosa ditemukan dalam susu sehingga disebut juga gula susu. Laktosa memiliki struktur molekul yang kompleks, sehingga beberapa orang tidak mampu mencernanya dengan baik.
 - o **Sukrosa** adalah disakarida yang jika dihidrolisis akan menghasilkan 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa. Sukrosa disebut juga gula tebu atau gula bit. Sukrosa berwujud kristal putih yang tidak berbau dan berasa manis.
 - o **Trehalosa** adalah disakarida yang terbentuk dari ikatan dalam unit-unit glukosa. Trehalosa dikenal sebagai mikosa atau tremalosa yang berfungsi sebagai antioksidan.
 - o **Selobiosa** adalah disakarida yang berasal dari kondensasi dua molekul glukosa.
- **Polisakarida** adalah karbohidrat yang merupakan polimer dari ratusan hingga ribuan monosakarida. Monosakarida-monosakarida ini dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Polisakarida memiliki rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$. Berdasarkan tipe monosakarida penyusunnya, polisakarida dibagi menjadi homopolisakarida dan heteropolisakarida.
 - o **Homopolisakarida** adalah polisakarida yang tersusun dari monosakarida sejenis. Contoh homopolisakarida antara lain adalah sebagai berikut.
 - ♦ **Amilum** (zat pati), merupakan hasil fotosintesis yang termasuk polisakarida jenis heksosan.
 - ♦ **Glikogen**, merupakan pati yang dapat larut dalam air. Glikogen terdapat di dalam sel-sel hati dan sel-sel otot. Glikogen yang terdapat di dalam sel-sel hati merupakan cadangan energi yang sewaktu-waktu dapat dipecah menjadi glukosa.
 - ♦ **Inulin**, terdapat pada sel akar tumbuhan tertentu sebagai cadangan makanan.
 - ♦ **Lignin**, terdapat pada sel xilem.

- ♦ **Selulosa**, terdapat pada dinding sel tumbuhan tingkat tinggi yang berfungsi sebagai pelindung sel.
- ♦ **Pektin**, merupakan polimer dari asam d-galakturonat yang dihubungkan dengan ikatan β -(1,4)-glukosida. Asam galakturonat merupakan turunan dari galaktosa. Pektin umumnya terdapat pada dinding sel primer tumbuhan.
- o **Heteropolisakarida** adalah polisakarida yang tersusun dari bermacam-macam monosakarida, nitrogen-amino, dan sulfur. Contoh heteropolisakarida antara lain adalah sebagai berikut.
 - ♦ **Kitin**, terdapat pada kulit Arthropoda seperti jangkrik, kumbang, dan belalang.
 - ♦ **Heparin**, terdapat di dalam sel hati, sel paru-paru, dan sel dinding arteri sebagai zat antikoagulasi.
 - ♦ **Hemiselulosa**, terdiri dari selulosa dan senyawa lain yang larut dalam alkali, tetapi sukar larut dalam asam. Unit pembentuk hemiselulosa yang utama adalah d-xilosa, pentosa, dan heksosa lain. Hemiselulosa merupakan salah satu komponen pembentuk jaringan tumbuhan.

4.) Asam nukleat

Asam nukleat merupakan materi inti sel. Ada dua macam asam nukleat, yaitu DNA (*deoxyribonucleic acid*) dan RNA (*ribonucleic acid*). Asam nukleat berfungsi untuk mengontrol aktivitas sel dan membawa informasi genetik.

Asam nukleat yang merupakan polimer nukleotida tersusun atas komponen-komponen berikut.

- Fosfat (P).
- Gula pentosa, yaitu ribosa dan deoksiribosa.
- Basa nitrogen, terdiri atas basa purin dan basa pirimidin. Basa purin, baik pada DNA maupun RNA terdiri atas adenin (A) dan guanin (G). Basa pirimidin pada DNA terdiri atas sitosin (C) dan timin (T), sedangkan pada RNA, timin (T) digantikan oleh urasil (U).

Selain DNA dan RNA, pada protoplasma juga terdapat nukleotida lain yang berperan dalam proses biologis, di antaranya adalah sebagai berikut.

- Adenosin monofosfat (AMP)
- Adenosin difosfat (ADP)

- Adenosin trifosfat (ATP)
- Guanosin trifosfat (GTP)
- Timidin trifosfat (TTP)
- Uridin trifosfat (UTP)
- Sitidin trifosfat (CTP)

Pada sel makhluk hidup juga terdapat turunan nukleotida yang berfungsi sebagai koenzim, yaitu sebagai berikut.

- Nikotinamid adenin dinukleotida (NAD⁺)
- Nikotinamid adenin dinukleotida fosfat (NADP⁺)
- Flavin mononukleotida (FMN)
- Flavin adenin dinukleotida (FAD)
- Koenzim A

● SUPER "Solusi Quipper" ●

Untuk mempermudah mengingat komponen organik protoplasma, gunakan SUPER "Solusi Quipper" berikut.

PAK LEMAN

Maksudnya: **P**rotein, **k**arbohidrat, **l**emak, dan **a**sam **n**ukleat.

2. Sifat Fisika dan Kimia Protoplasma

a. Sifat Fisika

Protoplasma memiliki sifat-sifat fisika sebagai berikut.

- 1.) Cairannya bersifat koloid dengan ukuran partikel 0,001–0,1 μm .
- 2.) Cairannya dapat menghantarkan arus listrik karena mengandung garam-garam elektrolit yang dapat terionisasi.
- 3.) **Efek Tyndall**, yaitu kemampuan menghamburkan cahaya bila arah datangnya sinar tepat mengenai sistem koloid.
- 4.) **Gerak Brown**, yaitu gerak partikel-partikel protoplasma yang tidak beraturan karena adanya molekul air. Partikel-partikel pada sistem koloid protoplasma bergerak secara zig-zag. Gerak Brown ini biasanya terjadi dalam larutan koloidal

dan gerakannya tergantung pada temperatur serta ukuran partikel. Adanya gerak Brown menyebabkan berpecahnya partikel-partikel koloid ke seluruh bagian sel sehingga transportasi zat-zat dapat terjadi.

- 5.) **Viskositas**, yaitu tegangan permukaan yang terjadi karena adanya tarikan antara partikel-partikel di permukaan matriks protoplasma dan partikel-partikel yang ada di bawahnya. Tegangan permukaan berubah-ubah tergantung dari kekentalan cairan dan suhu. Pada suhu tinggi, protoplasma mempunyai viskositas yang rendah.
- 6.) **Koagulasi**, yaitu penggumpalan partikel koloid sehingga terbentuk endapan. Koagulasi dapat terjadi secara fisik melalui pemanasan, pendinginan, dan pengadukan. Koagulasi juga dapat terjadi secara kimia melalui penambahan elektrolit dan pencampuran koloid yang berbeda muatan.

b. Sifat Kimia

Sifat-sifat kimia yang dimiliki oleh protoplasma adalah sebagai berikut.

- 1.) Terdiri dari senyawa-senyawa organik dan anorganik.
- 2.) Mengandung enzim sebagai biokatalisator.
- 3.) Mempunyai pH netral, berkisar 6,8–7,2.

Contoh Soal 3

Senyawa organik yang menyusun protoplasma adalah

- A. lipid, protein, air, dan garam mineral
- B. karbohidrat, asam nukleat, lipid, dan air
- C. karbohidrat, protein, lipid, dan garam mineral
- D. lipid, protein, CO₂, dan N₂
- E. lipid, protein, karbohidrat, dan asam nukleat

Jawaban : E

Penjelasan:

Protoplasma tersusun atas senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik penyusun protoplasma adalah lipid, protein, karbohidrat, dan asam nukleat. Sementara itu, senyawa anorganik penyusun protoplasma adalah air, garam mineral, dan gas-gas.

Contoh Soal 4

Protoplasma memiliki beberapa sifat fisika dan sifat kimia. Berikut ini yang *bukan* merupakan sifat fisika protoplasma adalah

- A. efek Tyndall
- B. gerak Brown
- C. dapat mengalami perubahan kekentalan (viskositas)
- D. tersusun dari senyawa organik dan anorganik
- E. merupakan sistem koloid

Jawaban : D

Penjelasan:

Sifat-sifat fisika protoplasma adalah sebagai berikut.

- Merupakan sistem koloid.
- Efek Tyndall, yaitu kemampuan menghamburkan cahaya bila arah datangnya sinar tepat mengenai sistem koloid.
- Gerak Brown, yaitu gerak partikel-partikel protoplasma yang tidak beraturan (gerak zig-zag) karena adanya molekul air.
- Dapat mengalami perubahan kekentalan (viskositas).
- Dapat mengalami koagulasi (penggumpalan).
- Dapat menghantarkan listrik karena mengandung garam-garam elektrolit yang dapat terionisasi.

Sementara itu, sifat-sifat kimia protoplasma adalah sebagai berikut.

- Tersusun dari senyawa organik dan senyawa anorganik.
- Mengandung enzim sebagai biokatalisator.
- Mempunyai pH netral, berkisar 6,8–7,2.

Jadi, yang *bukan* merupakan sifat fisika protoplasma adalah tersusun dari senyawa organik dan anorganik.

E. Dinding Sel

Dinding sel adalah lapisan kaku yang mengelilingi bagian luar membran sel. Dinding sel hanya terdapat pada tumbuhan dan beberapa organisme lain, seperti jamur, bakteri, dan alga.

1. Fungsi Dinding Sel

Dinding sel memiliki beberapa fungsi, di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Memberi struktur dan bentuk yang tetap pada sel.
- b. Memberi dukungan struktural pada sel.
- c. Memberi perlindungan terhadap infeksi dan tekanan mekanik.
- d. Memungkinkan transportasi zat dan informasi dari bagian dalam sel ke eksterior.
- e. Mencegah kehilangan air.
- f. Mencegah agar sel tidak pecah karena tekanan turgor.
- g. Membantu difusi gas yang keluar masuk sel.
- h. Memisahkan bagian dalam sel dari lingkungan luar.
- i. Membantu dalam regulasi osmotik.
- j. Memberikan perlindungan mekanik dari serangga dan patogen.
- k. Kegiatan fisiologis dan biokimia dari dinding sel berperan dalam komunikasi antarsel.

2. Struktur Dinding Sel

Komponen penyusun dinding sel pada setiap spesies bervariasi. Berikut ini adalah bahan penyusun dinding sel pada beberapa spesies.

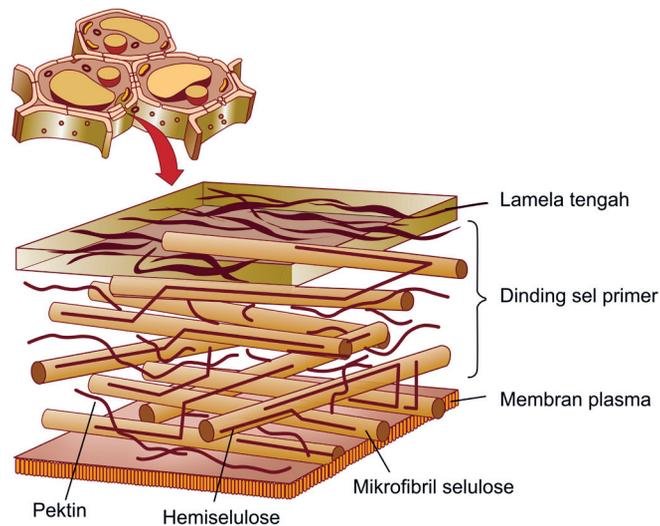
- a. Bakteri, tersusun atas peptidoglikan.
- b. Arkaean (Archaeobacteria), tersusun atas glikoprotein dan polisakarida.
- c. Jamur, tersusun atas glukosamin dan kitin.
- d. Alga, tersusun atas glikoprotein dan polisakarida.

Dinding sel tumbuhan terdiri dari tiga lapisan, yaitu lamela tengah, dinding sel primer, dan dinding sel sekunder.

- a. **Lamela tengah** adalah lapisan pertama yang terbentuk selama pembelahan sel. Lapisan ini tersusun dari senyawa pektin.
- b. **Dinding sel primer** adalah lapisan yang terbentuk setelah lamela tengah, bersifat fleksibel dan tipis. Dinding sel primer tersusun dari senyawa pektin, hemiselulosa, dan glikoprotein. Dinding sel primer juga terdiri dari kerangka selulosa mikrofibril dalam matriks gel.
- c. **Dinding sel sekunder** adalah lapisan yang terbentuk di dalam dinding sel primer, bersifat sangat kaku dan memberikan kekuatan. Dinding sel sekunder tersusun dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Pada dinding sel tumbuhan terdapat bagian yang tidak menebal, yaitu bagian yang disebut **noktah**. Melalui noktah ini terjadi hubungan antara plasma sel satu dan sel lainnya yang disebut **plasmodesma**. Plasmodesmata berupa juluran plasma yang berfungsi membantu keluar dan masuknya zat.

Berikut ini adalah gambar dinding sel tumbuhan.



Gambar 2. Dinding sel tumbuhan

F. Membran Sel

Membran sel atau **membran plasma** adalah bagian sel paling luar yang membatasi isi sel dan sekitarnya, terutama pada sel yang tidak memiliki dinding sel seperti sel hewan. Membran sel terdiri dari dua lapisan, yaitu fosfolipid dan lipoprotein.

1. Fungsi Membran Sel

Membran sel memiliki beberapa fungsi, di antaranya adalah sebagai berikut.

- Memperkokoh sel, karena berfungsi sebagai penahan sitoskeleton.
- Mencegah sel agar tidak pecah.
- Menjaga komponen-komponen sel agar tetap terisolasi dari lingkungan luar.
- Sebagai reseptor rangsangan yang datang dari luar sel.
- Sebagai tempat pertukaran zat atau transportasi molekul.
- Sebagai media berlangsungnya reaksi-reaksi kimia.
- Penyedia berbagai fungsi enzim, karena protein yang menyusun strukturnya dapat menjadi katalisator dalam reaksi tertentu.

- h. Berfungsi seperti filter yang mencegah organisme patogen seperti virus masuk ke dalam sel.
- i. Sebagai pembatas antara isi sel dan bagian luar sel.
- j. Melindungi bagian sel yang terletak lebih dalam.

2. Sifat Membran Sel

Membran sel memiliki beberapa sifat, di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. **Hidrofilik**, yaitu dapat mengikat air. Sifat ini terjadi pada bagian yang mengandung senyawa fosfat dan protein.
- b. **Hidrofobik**, yaitu tidak dapat mengikat air. Sifat ini terjadi pada bagian yang mengandung senyawa lemak.
- c. **Semipermeabel**, yaitu membran sel hanya dapat dilewati oleh zat cair berupa air yang masuk ke dalam tubuh.
- d. **Selektif permeabel**, yaitu membran sel hanya dapat dilalui oleh zat-zat atau ion-ion tertentu, sehingga tidak semuanya bisa melewati membran sel.
- e. **Dialisis**, yaitu membran sel berfungsi sebagai penyaring karena mampu memisahkan molekul kecil dari molekul yang lebih besar.

3. Komponen Penyusun Membran Sel

Membran sel tersusun atas beberapa komponen, yaitu lipid, protein, dan karbohidrat

a. Lipid

Ada tiga macam lipid penyusun membran sel, yaitu fosfolipid, glikolipid, dan kolesterol. Fosfolipid tersusun membentuk dua lapisan.

b. Protein

Komponen membran sel sebagian besar adalah protein, yaitu sekitar 50% dari volume membran. Protein penting bagi sel karena bertanggung jawab untuk berbagai kegiatan biologis. Ada dua macam protein penyusun membran sel, yaitu sebagai berikut.

- 1.) **Protein ekstrinsik** atau **protein perifer**, merupakan protein yang letaknya tidak tertanam dalam *bilayer* lipid. Namun, terikat longgar pada permukaan membran sehingga mudah dihilangkan. Protein perifer umumnya bersifat hidrofilik.
- 2.) **Protein intrinsik** atau **protein integral**, merupakan protein yang letaknya tenggelam di antara lapisan fosfolipid. Protein ini bersifat **amfipatik**, yaitu memiliki bagian yang bersifat hidrofilik (suka air) dan bagian yang bersifat hidrofobik (tidak suka air). Bagian hidrofilik mencuat ke permukaan, sedangkan

bagian hidrofobik tertanam di dalam. Protein integral juga berfungsi untuk memasukkan zat-zat yang berukuran besar.

c. Karbohidrat

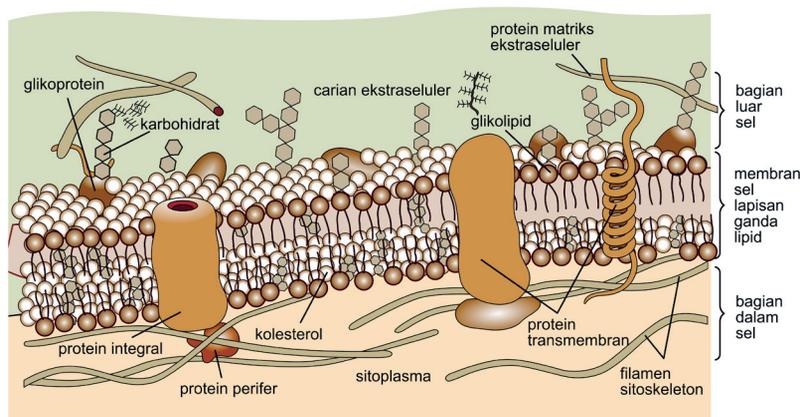
Pada membran sel, karbohidrat biasanya berupa rantai oligosakarida yang sebagian besar terikat pada protein membran membentuk **glikoprotein**. Sementara itu, sebagian kecil terikat pada lipid membentuk **glikolipid**. Pada semua membran sel organisme hidup, molekul karbohidrat selalu berada pada permukaan membran sel yang tidak berhadapan dengan sitoplasma.

4. Struktur Membran Sel

Ada beberapa teori yang mengemukakan tentang struktur membran sel, yaitu sebagai berikut.

- Teori lembaran (*leaflet theory*)** menyatakan bahwa membran sel tersusun atas lapisan-lapisan.
- Teori bola-bola (*globular theory*)** menyatakan bahwa komponen lipid-protein yang berbentuk bola-bola tersusun membentuk lembaran.
- Teori dinamis** menyatakan bahwa struktur membran sel dapat berbentuk lembaran berlapis dan dapat berubah menjadi susunan bola-bola mengikuti keadaan dan kebutuhan.
- Teori mozaik fluida** menyatakan bahwa membran sel terdiri atas protein yang tersusun seperti mozaik (tersebar) dan masing-masing protein tersisip di antara dua lapis fosfolipid. Teori mozaik fluida yang dikemukakan oleh **Seymour Jonathan Singer** dan **Garth Nicholson** pada tahun 1972 ini merupakan teori yang diakui hingga sekarang.

Berikut ini adalah gambar struktur membran sel.



Gambar 3. Struktur membran sel

Contoh Soal 5

Membran sel bersifat selektif permeabel, artinya

- A. hanya dapat dilalui oleh air saja
- B. dapat dilalui oleh air dan semua zat terlarut
- C. tidak dapat dilalui oleh air dan zat terlarut
- D. tidak dapat dilalui oleh semua zat
- E. dapat memilih zat apa yang dapat lewat dan zat yang perlu ditahan

Jawaban : E

Penjelasan:

Salah satu sifat dari membran sel adalah selektif permeabel, yaitu dapat memilih zat apa yang dapat lewat dan zat yang perlu ditahan. Selain itu, membran sel juga memiliki sifat-sifat berikut.

- Hidrofilik, yaitu dapat mengikat air. Sifat ini terjadi pada bagian yang mengandung senyawa fosfat dan protein.
- Hidrofobik, yaitu tidak dapat mengikat air. Sifat ini terjadi pada bagian yang mengandung senyawa lemak.
- Semipermeabel, yaitu membran sel hanya dapat dilewati oleh zat cair berupa air yang masuk ke dalam tubuh.
- Dialisis, yaitu membran sel berfungsi sebagai penyaring karena mampu memisahkan molekul kecil dari molekul yang lebih besar.

Contoh Soal 6

Pada dinding sel tumbuhan, terdapat bagian yang tidak menebal. Melalui bagian ini, plasma sel yang satu dapat berhubungan dengan sel yang lain melalui juluran plasma yang disebut

- A. plasmalema
- B. plasmolisis
- C. plasmodesmata
- D. noktah
- E. miofibril

Jawaban : C

Penjelasan:

- Plasmodesmata adalah juluran plasma yang berfungsi membantu keluar dan masuknya zat melewati noktah.
 - Plasmolisis adalah peristiwa lepasnya membran sel dari dinding sel di dalam lingkungan yang hipertonis.
 - Plasmalema adalah sebutan lain dari membran sel.
 - Noktah adalah lubang-lubang kecil pada dinding sel yang menjadi tempat lewatnya plasmodesmata.
 - Miofibril adalah serat-serat dalam otot yang menyebabkan otot dapat berkontraksi.
- Jadi, jawaban yang benar adalah plasmodesmata.

G. Inti Sel

Inti sel adalah salah satu bagian yang paling penting bagi sel, karena berperan mengendalikan seluruh kegiatan sel. Inti sel ditemukan pada sel eukariotik (sel yang intinya memiliki membran inti) dan sel prokariotik (sel yang intinya tidak memiliki membran inti). Inti sel merupakan salah satu organel sel terbesar dan menonjol di dalam sel. Inti sel menyumbang sekitar 10 persen volume sel dan diselubungi oleh membran ganda (membran luar dan membran dalam).

Berdasarkan jumlah intinya, sel dibedakan menjadi dua, yaitu sel mononukleat dan sel multinukleat. **Sel mononukleat** adalah sel yang hanya memiliki satu inti sel, misalnya sel otot polos. **Sel multinukleat** adalah sel yang memiliki lebih dari satu inti sel. Jika sel memiliki dua inti disebut **sel binukleat**, misalnya *Paramecium*. Jika sel memiliki lebih dari dua inti disebut **sel polinukleat**, misalnya jamur lendir, sel otot lurik, dan sebagainya.

1. Fungsi Inti Sel

Inti sel memiliki beberapa fungsi, di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Mengendalikan seluruh kegiatan sel.
- b. Sebagai tempat penyimpanan protein dan RNA.
- c. Sebagai pembawa materi genetik, yaitu kromatin.
- d. Berperan penting dalam proses sintesis protein.
- e. Sebagai penghasil protein pada nukleolus.
- f. Berperan dalam transportasi selektif melalui pori-pori pada membran inti.
- g. Mengatur pertukaran molekul antara inti dan bagian sel lainnya.

2. Struktur Inti Sel

Secara garis besar, inti sel tersusun atas empat bagian utama, yaitu membran inti, nukleolus, nukleoplasma, dan materi genetik berupa butiran kromatin.

a. Membran inti

Membran inti merupakan selaput terluar yang membungkus inti sel. Sama dengan membran sel, membran inti juga berfungsi untuk melindungi inti sel. Selain itu, membran ini juga berperan dalam pertukaran zat antara sitoplasma dan nukleoplasma. Membran inti tersusun dari bahan lipid dan protein. Di sekeliling membran inti terdapat pori-pori berdiameter 100 nm yang berfungsi mengatur keluar masuknya makromolekul dari nukleus. Pada bibir pori-pori, membran dalam dan membran luar tampak menyatu.

b. Nukleolus

Nukleolus atau disebut juga anak inti terdapat di dalam inti sel. Nukleolus berbentuk bola yang berwarna pekat dan menempel pada kromatin. Jumlah nukleolus bervariasi, dapat berjumlah dua atau lebih. Nukleolus berperan penting dalam sintesis RNA yang digunakan dalam perakitan ribosom.

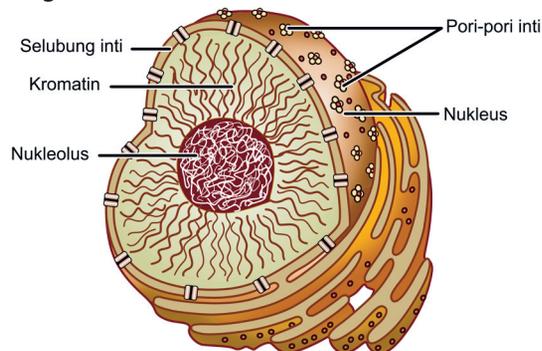
c. Nukleoplasma

Nukleoplasma merupakan cairan inti yang mengandung kromatin, senyawa kompleks, granula, dan protein inti.

d. Butiran kromatin

Butiran kromatin terdapat pada nukleoplasma dan tampak jelas pada saat sel sedang tidak membelah. Pada saat sel membelah, butiran kromatin akan menebal menjadi struktur seperti benang yang disebut **kromosom**. Kromosom mengandung DNA (asam deoksiribonukleat) yang berfungsi menyampaikan informasi genetik melalui sintesis protein.

Berikut ini adalah gambar struktur inti sel.



Gambar 4. Struktur inti sel

H. Sitoplasma

Sitoplasma merupakan bagian yang terletak di antara inti sel dan membran sel. Pada sitoplasma terdapat sitoskeleton, berbagai organel, vesikula, dan sitosol yang berupa cairan tempat organel melayang-layang di dalamnya. Sitosol mengisi ruang sel yang tidak ditempati oleh organel dan vesikula. Sitosol menjadi tempat berlangsungnya banyak reaksi biokimiawi, serta perantara transfer bahan dari luar sel ke organel atau inti sel.

Sitoplasma terbagi menjadi dua bagian, yaitu ektoplasma dan endoplasma. **Ektoplasma** adalah sitoplasma yang terletak di bagian luar dan berbatasan dengan membran sel. Sementara itu, **endoplasma** adalah sitoplasma yang terletak di bagian dalam. Ektoplasma bersifat lebih jernih dan padat. Pada sel hewan, ektoplasma merupakan membran sel itu sendiri. Endoplasma pada sel tumbuhan banyak mengandung plastida.

1. Fungsi Sitoplasma

Secara umum, sitoplasma memiliki fungsi sebagai berikut.

- a. Sebagai tempat untuk organel-organel sel.
- b. Melindungi organel sel dari benturan.
- c. Berperan penting dalam biosintesis dan biogenetik, seperti sintesis protein, sintesis asam lemak, dan sebagainya.
- d. Menjamin berlangsungnya pertukaran zat agar metabolisme berjalan dengan baik.
- e. Sebagai tempat penyimpanan bahan-bahan kimia yang penting untuk proses metabolisme.
- f. Menjaga bentuk dan konsistensi sel.
- g. Mengisi ruang sel yang tidak ditempati oleh organel dan vesikula.
- h. Sebagai perantara transfer bahan atau zat dari luar sel ke organel-organel sel.
- i. Sebagai pelarut protein dan senyawa-senyawa lainnya.
- j. Membantu pergerakan unsur atau zat dari satu bagian sel ke bagian sel yang lain.

2. Struktur Sitoplasma

Secara garis besar, sitoplasma terdiri atas tiga bagian utama, yaitu matriks, organel, dan inklusio.

- a. Matriks sitoplasma

Matriks sitoplasma merupakan cairan homogen yang bersifat koloid dan dapat berubah dari fase sol ke fase gel dan sebaliknya. Matriks sitoplasma tersusun atas oksigen 62%, karbon 20%, hidrogen 10%, dan nitrogen 3% yang terdapat dalam senyawa organik dan anorganik. Unsur-unsur lain yang terkandung dalam matriks

sitoplasma adalah Ca 2,5%; P 1,14%; Cl 0,16%; S 0,14%; K 0,11%; Na 0,10%; Mg 0,07%; I 0,014%; Fe 0,10%; dan unsur-unsur lain dalam jumlah yang sangat kecil.

Beberapa karakteristik yang dimiliki oleh matriks sitoplasma adalah sebagai berikut.

- 1.) Dapat berubah fase.
 - 2.) Dapat menghamburkan cahaya atau disebut dengan efek Tyndall.
 - 3.) Partikel penyusun larutan koloid dapat bergerak secara zig-zag mengikuti gerak Brown.
 - 4.) Dapat bergerak seperti arus melingkar atau siklosis.
 - 5.) Berperan sebagai larutan penyangga (*buffer*).
 - 6.) Memiliki tegangan permukaan.
 - 7.) Bersifat elektrolit atau dapat menghantarkan listrik.
 - 8.) Sensitif terhadap rangsang (iritabilitas).
 - 9.) Bersifat konduktif, yaitu mampu meneruskan rangsang (konduktivitas).
- b. Organel sitoplasma
- Organel-organel yang terdapat di dalam sitoplasma adalah sebagai berikut.
- 1.) Retikulum endoplasma
 - 2.) Ribosom
 - 3.) Mitokondria
 - 4.) Badan Golgi
 - 5.) Lisosom
 - 6.) Sentriol
 - 7.) Plastida
 - 8.) Vakuola
 - 9.) Mikrobodi
 - 10.) Sitoskeleton
- c. Inklusio sitoplasma
- Inklusio sitoplasma** merupakan bagian sitoplasma yang tidak hidup. Inklusio disebut juga dentoplasma atau paraplasma. Inklusio dapat berupa butiran lemak, minyak, glikogen, dan sebagainya.

Contoh Soal 7

Berikut ini yang *bukan* fungsi dari inti sel adalah

- A. mengendalikan seluruh kegiatan sel
- B. berperan penting dalam proses sintesis protein
- C. sebagai tempat penyimpanan materi hereditas, yaitu kromatin
- D. melindungi organel dari benturan
- E. sebagai tempat penyimpanan protein dan RNA

Jawaban : D

Penjelasan:

Fungsi dari inti sel antara lain adalah sebagai berikut.

- Mengendalikan seluruh kegiatan sel.
- Berperan penting dalam proses sintesis protein.
- Sebagai tempat penyimpanan materi hereditas, yaitu kromatin.
- Sebagai tempat penyimpanan protein dan RNA.
- Berperan dalam transportasi selektif melalui pori-pori pada membran inti.
- Mengatur pertukaran molekul antara inti dan bagian sel lainnya.

Sementara itu, bagian sel yang berfungsi melindungi organel dari benturan adalah sitoplasma.

Contoh Soal 8

Di dalam sitoplasma, terdapat bagian yang tidak hidup atau disebut inklusio. Berikut ini yang termasuk inklusio adalah

- A. matriks sitoplasma
- B. vakuola
- C. glikogen
- D. mitokondria
- E. lisosom

Jawaban : C

Penjelasan:

Inklusio merupakan bagian yang tidak hidup di dalam sitoplasma. Inklusio disebut juga dentoplasma atau paraplasma. Contohnya adalah butiran lemak, glikogen, minyak, dan sebagainya. Sementara itu, organel seperti mitokondria, vakuola, dan lisosom merupakan bagian sitoplasma yang hidup.

I. Mitokondria

Mitokondria merupakan organel tempat berlangsungnya respirasi sel pada makhluk hidup. Organel ini berbentuk silinder dengan panjang 1–10 μm dan diselubungi oleh dua lapis membran, yaitu membran luar dan membran dalam. Mitokondria banyak ditemukan pada sel-sel yang aktif dan memiliki metabolisme tinggi, seperti sel otot jantung.

1. Fungsi Mitokondria

Mitokondria memiliki beberapa fungsi, di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. Tempat berlangsungnya respirasi sel pada makhluk hidup, sehingga dihasilkan energi berupa ATP (adenosin trifosfat).
- b. Membantu keseimbangan konsentrasi ion kalsium.
- c. Membantu pembangunan bagian-bagian tertentu dari darah dan hormon, seperti testosteron dan estrogen.
- d. Mitokondria pada sel-sel hati memiliki enzim yang dapat mendetoksifikasi amonia.
- e. Menjadi tempat metabolisme asam lemak.
- f. Berperan penting dalam proses kematian sel terprogram. Sel yang tidak diinginkan dan kelebihan akan dipangkas selama perkembangan organisme. Proses ini dikenal sebagai **apoptosis**.

2. Struktur Mitokondria

Mitokondria tersusun atas fosfolipid dan protein. Mitokondria berbentuk silinder dan memiliki membran rangkap, yaitu membran luar dan membran dalam. Di antara kedua membran terdapat ruang antarmembran. Berikut ini adalah bagian-bagian dari mitokondria.

a. Membran luar

Membran luar pada mitokondria memiliki permukaan yang halus dan memiliki fosfolipid yang jumlahnya hampir sama dengan jumlah protein. Membran luar mengandung protein porin yang menyebabkan membran ini bersifat permeabel terhadap molekul-molekul kecil yang berukuran 6000 Dalton. Membran luar juga mengandung enzim yang diperlukan dalam biosintesis lipid. Selain itu, terdapat juga enzim yang berperan dalam proses transpor lipid ke matriks untuk menjalani β -oksidasi menghasilkan asetil-KoA.

b. Membran dalam

Membran dalam pada mitokondria tersusun atas 20% lipid dan 80% protein. Membran ini bersifat kurang permeabel dibandingkan dengan membran luar.

Membran dalam memiliki permukaan yang berlekuk-lekuk, disebut **krista**. Adanya krista menyebabkan membran dalam memiliki permukaan yang luas, sehingga dapat menjadi tempat utama pembentukan ATP. Membran dalam mengandung protein yang terlibat dalam reaksi fosforilasi oksidatif yang berfungsi membentuk ATP pada matriks mitokondria. Selain itu, membran dalam juga mengandung protein transpor yang mengatur keluar masuknya metabolit dari matriks melewati membran dalam.

c. Ruang antarmembran

Ruang antarmembran merupakan ruangan di antara membran luar dan membran dalam.

d. Matriks mitokondria

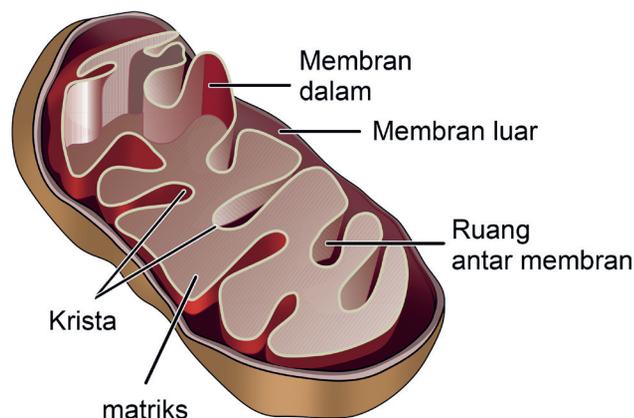
Matriks mitokondria merupakan ruang yang diselubungi oleh membran dalam mitokondria. Matriks mitokondria mengandung enzim yang berperan dalam siklus Krebs dan oksidasi asam lemak. Oleh karena itu, matriks ini menjadi tempat berlangsungnya tahapan metabolisme seperti siklus Krebs, oksidasi asam lemak, dan oksidasi asam amino.

Di dalam matriks mitokondria juga terdapat protein, DNA, RNA, dan ribosom, sehingga mitokondria dapat menyintesis proteinnya sendiri. Perbedaan antara DNA mitokondria dan DNA nukleus adalah sebagai berikut.

- 1.) **DNA mitokondria** merupakan sandi untuk protein dan enzim yang bekerja pada membran dalam.
- 2.) **DNA nukleus** merupakan sandi untuk protein matriks dan membran dalam.

Mitokondria disebut **organel semiotonom** karena memiliki DNA yang dapat mengatur sintesis protein yang dilakukan oleh ribosom dalam organel tersebut.

Berikut ini adalah gambar struktur mitokondria.



Gambar 5. Struktur mitokondria

J. Plastida

Plastida adalah organel yang hanya terdapat pada sel tumbuhan. Ada tiga macam plastida, yaitu kromoplas, leukoplas, dan kloroplas. Ketiga macam plastida ini memiliki membran rangkap, yaitu membran luar dan membran dalam.

1. Kromoplas

Kromoplas adalah plastida berwarna yang mengandung pigmen selain klorofil. Contohnya fikoeritrin (merah), fikosianin (biru), fikosantin (cokelat), karoten (jingga), dan xantofil (kuning). Kromoplas terdapat pada sel bunga, buah-buahan yang masak, dan daun-daun yang mengalami penuaan.

2. Leukoplas

Leukoplas adalah plastida yang tidak berwarna. Ada beberapa macam leukoplas, yaitu sebagai berikut.

- a. **Amiloplas** adalah leukoplas yang berfungsi untuk menyimpan amilum. Plastida ini banyak terdapat pada sel-sel umbi-umbian.
- b. **Elaioplas** adalah leukoplas yang berfungsi untuk menyimpan lemak atau minyak. Plastida ini banyak terdapat pada sel-sel biji.
- c. **Aleuropas** atau **proteoplas**, adalah leukoplas yang berfungsi untuk menyimpan protein. Plastida ini banyak terdapat pada sel-sel biji.

3. Kloroplas

Kloroplas adalah plastida yang mengandung klorofil. Kloroplas memiliki bentuk seperti lensa, berukuran $2\ \mu\text{m} \times 5\ \mu\text{m}$, dan terdapat pada sel-sel yang melakukan fotosintesis, misalnya sel daun. Di dalam kloroplas, terdapat kantong-kantong pipih yang disebut **tilakoid**. Pada tilakoid terdapat unit fotosintesis yang berisi molekul pigmen seperti klorofil a, klorofil b, karoten, dan xantofil. Tilakoid yang bertumpuk-tumpuk disebut **granum**. Granum dihubungkan satu sama lain oleh tubula tipis di antara tilakoid. Di luar tilakoid terdapat cairan atau matriks yang disebut **stroma**. Analisis kimia dari kloroplas menunjukkan bahwa kloroplas terdiri dari protein, fosfolipid, pigmen hijau dan kuning, DNA, serta RNA. Kloroplas merupakan organel semiotonom karena memiliki DNA dan ribosom.

Pada tanaman C_3 , misalnya padi dan gandum, kloroplas terdapat pada sel-sel mesofil daun. Sementara itu, pada tanaman C_4 , misalnya jagung, kloroplas terdapat pada sel-sel mesofil daun dan sel seludang berkas pengangkut.

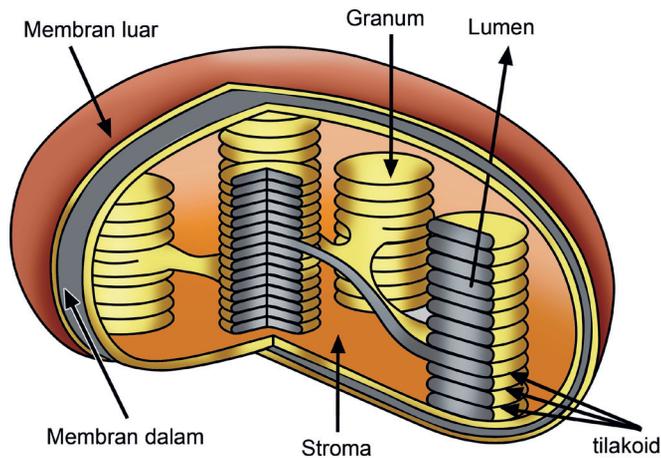
• SUPER "Solusi Quipper" •

Untuk mengingat jenis-jenis plastida, gunakan SUPER "Solusi Quipper" berikut.

KRU LEMPAR KLARINET

Maksudnya: **K**romoplas, **l**eukoplas, dan **k**loroplas.

Berikut ini adalah gambar struktur kloroplas.



Gambar 6. Struktur kloroplas

▶ Contoh Soal 9

Organel sel yang bersifat semiotonom karena memiliki DNA dan ribosom adalah

- A. kloroplas dan lisosom
- B. mitokondria dan kloroplas
- C. retikulum endoplasma dan mitokondria
- D. lisosom dan mitokondria
- E. kloroplas dan retikulum endoplasma

Jawaban : B

Penjelasan:

Mitokondria dan kloroplas adalah dua organel sel yang bersifat semiotonom karena memiliki DNA dan ribosom. Adanya DNA dan ribosom memungkinkan kedua organel tersebut membentuk proteinnya sendiri.

Contoh Soal 10

Bagian dari mitokondria yang menjadi tempat berlangsungnya siklus Krebs adalah

- A. membran luar
- B. membran dalam
- C. ruang antarmembran
- D. matriks mitokondria
- E. DNA mitokondria

Jawaban : D

Penjelasan:

Tempat berlangsungnya siklus Krebs adalah di dalam matriks mitokondria. Hal ini dikarenakan di dalam matriks tersebut terdapat enzim-enzim yang diperlukan untuk reaksi kimia dalam siklus Krebs. Selain itu, di dalam matriks mitokondria juga terjadi proses oksidasi asam lemak dan oksidasi asam amino.