

## *Lampiran Materi Pembelajaran*

### **A. Komponen Kimiawi Sel**

Sel merupakan struktur dasar dan unit fungsional dari makhluk hidup. Sel hidup memiliki komponen kimiawi yang dihasilkan dari aktivitas sel, disebut biomolekul. Komponen kimia sel di antaranya air, karbon, dan makromolekul. Makromolekul merupakan molekul besar yang terdiri atas banyak atom atau blok penyusun. Sel hidup memiliki empat makromolekul yang merupakan senyawa organik, di antaranya:

#### 1. Karbohidrat

Karbohidrat adalah molekul yang disusun oleh karbon, hidrogen dan oksigen dengan rumus dasar  $\text{CH}_2\text{O}$ . Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi dan bahan pembangun struktur kehidupan.

#### 2. Lipid

Lipid adalah senyawa organik yang sangat sukar larut dalam air. Hal ini disebabkan karena struktur molekul yang dimilikinya. Sebagian besar lipid tersusun atas hidrokarbon walaupun lipid memiliki beberapa ikatan polar yang berasosiasi dengan oksigen. Lipid memiliki bentuk dan fungsi yang beragam. Adapun kelompok yang terpenting dari lipid antara lain, lemak, fosfolipid, dan steroid.

#### 3. Protein

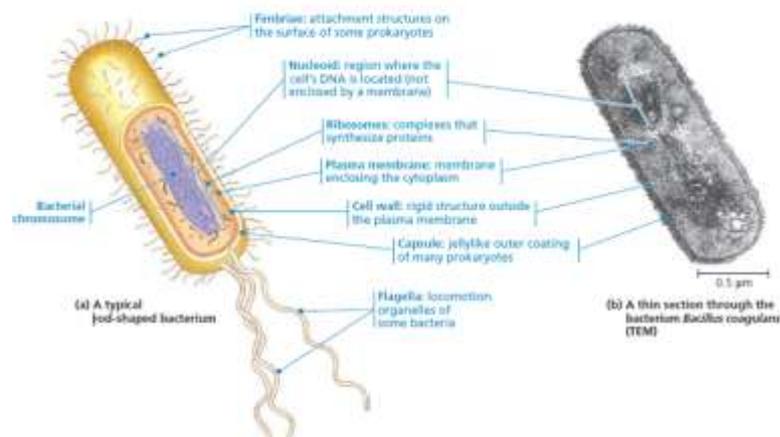
Protein membentuk 50% dari berat kering sel dan merupakan komponen penting dalam hampir seluruh kegiatan makhluk hidup. Protein digunakan sebagai struktur penyokong, sebagai senyawa yang menyampaikan informasi ke bagian lain, untuk membantu pergerakan, dan juga untuk pertahanan dalam menghadapi benda asing.

#### 4. Asam Nukleat

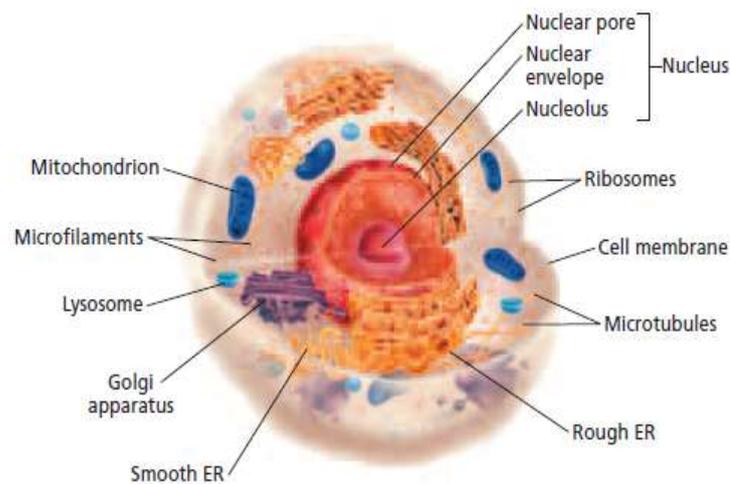
Asam nukleat adalah polimer nukleotida panjang yang berperan besar dalam proses penurunan sifat dan pembentukan berbagai protein. Terdapat dua macam asam nukleat penting yaitu *deoxyribonucleic acid* (DNA) dan *ribonucleic acid* (RNA). Nukleotida merupakan molekul kompleks yang tersusun dari basa nitrogen—sebuah gula yang mengandung lima karbon, serta gugus fosfat.

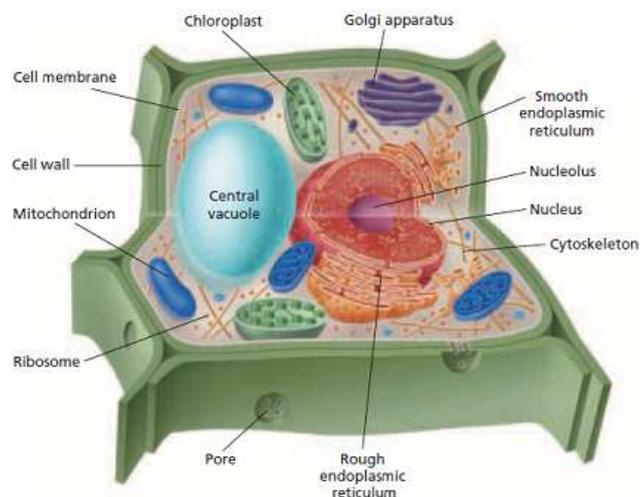
## B. Struktur dan Fungsi Sel

Secara struktural dan fungsional sel, terdapat dua tipe sel, yaitu prokariot dan eukariot. Sel prokariot merupakan jenis sel yang tidak memiliki selubung atau membran inti, sehingga bahan inti khususnya materi genetik berupa DNA terkonsentrasi di wilayah yang disebut nukleoid. Hanya organisme dari domain Bacteria dan Achaea yang terdiri dari sel-sel prokariot.



Berbeda dengan sel prokariot, sel eukariot sebagian besar DNA berada di dalam organel yang disebut nukleus, yang dibatasi oleh membran ganda. Protista, fungsi, hewan dan tumbuhan termasuk ke dalam tipe sel eukariot. Ini merupakan salah satu contoh perbedaan kompleksitas struktural antara dua tipe sel.





### Perbedaan Sel Prokariot dan Eukariot

Komponen	Prokariot	Eukariot
Selubung inti	-	+
Ukuran sel	< 1-2 × 1-4 μ	> 5 μ
DNA	Telanjang	Dengan protein
Kromosom	Tunggal	Ganda
Nukleolus	-	+
Pembelahan	Amitosis	Mitosis/meiosis
Ribosom plasma	70s (50s + 30s)	80s (60s + 40s)
Ribosom organenl	-	70s
Organela membran	-	+
Retikulum endoplasma	-	+
Aparatus golgi	-	+
Kloroplas	-	- / +
Mitokondria	-	+

Sumber: Subowo, (2007: 34); Suharsono & Nuryadin, (2017: 12)

Pengamatan sel secara ultrastruktur dapat membedakan adanya struktur sel, seperti organel (organ sel) dan kandungan sel lainnya.

#### 1. Dinding Sel

Dinding sel adalah struktur ekstraselular sel tumbuhan yang membedakan sel tersebut dari sel hewan. Dinding sel juga terdapat pada jamur, alga, serta sel prokariot. Pada tumbuhan dinding sel mengandung noktah atau bagian dinding yang tidak menebal, sehingga memungkinkan terjadinya hubungan antarplasma sel yang berbentuk juluran disebut plasmodesmata. Adapun fungsi dinding sel

adalah untuk melindungi sel, mempertahankan bentuk sel, dan mencegah penyerapan air yang berlebihan.

## 2. Membran Plasma

Disebut juga plasmalema atau membran sel, yaitu selaput tipis sel, tebalnya 7,5 – 10 nm (Yatim, 2003: 1). Membran plasma berfungsi sebagai perintang selektif yang memungkinkan lalu-lintas oksigen, nutrien, dan zat buangan yang cukup untuk melayani keseluruhan sel (Campbell & Reece, 2010: 107).

Membran sel bersifat selektif permeabel atau semipermeabel karena hanya dapat dilewati oleh ion, molekul, dan senyawa-senyawa tertentu. Pada sel hewan dan manusia, membran sel terletak di bagian terluar, sedangkan pada tumbuhan membran sel dikelilingi dinding sel. Membran plasma tersusun dari bahan lipid (fosfolipid kandungan terbanyak, kolestrol, dan glikolipid), protein, dan karbohidrat.

## 3. Nukleus

Nukleus (inti sel) mengandung sebagian besar gen dalam sel eukariot (sebagian gen berada di mitokondria dan kloroplas). Di dalam nukleus terdapat nukleoplasma (plasma inti), nukleolus (anak inti), dan materi genetik (DNA) berupa benang-benang kromatin.

Adapun fungsi nukleus yaitu sebagai berikut:

- a) Berisi bahan genetik atau hereditas yang akan diwariskan kepada keturunannya;
- b) Mengontrol sintesis protein dengan cara menyintesis m-RNA sesuai dengan perintah DNA;
- c) Mengendalikan dan menghasilkan zat yang diperlukan untuk metabolisme.

## 4. Sitoplasma

Sitoplasma atau cairan sel sebenarnya merupakan benda setengah cair yang terdiri atas matriks atau sitosol yang berada di bagian dalam membran plasma tetapi di luar nukleus, yang merupakan tempat terbenamnya organel dan inklusio.

Adapun fungsi sitoplasma sebagai berikut:

- a) Sebagai tempat organel dan inklusio;
- b) Memungkinkan terjadinya pergerakan organel sel oleh aliran sitoplasma;
- c) Tempat terjadinya proses kimiawi di dalam sel;
- d) Tempat penyimpanan molekul-molekul organik, misalnya karbohidrat, lemak, protein dan enzim.

#### 5. Ribosom

Ribosom merupakan sebuah organel yang dalam pengamatan pada sitoplasma dapat terlihat seperti granula yang berbentuk butiran kecil dengan diameter 20-22 nm. Ribosom merupakan kompleks yang terbuat dari RNA ribosom dan protein, merupakan komponen selular yang melaksanakan sintesis protein (Campbell & Reece, 2010: 112).

Di dalam sitoplasma ribosom terdapat dalam dua bentuk, yaitu ribosom bebas yang tersebar bebas dalam matriks sitoplasma dan ribosom terikat yang menempel pada dinding/membran retikulum endoplasma (Juwono & Juniarto, 2012: 36). Ribosom yang terdapat bebas dalam sitoplasma berfungsi untuk mengadakan sintesis protein yang akan digunakan sendiri oleh sel yang nantinya akan digunakan untuk pertumbuhan sel dan pembelahan sel. Ribosom yang menempel pada retikulum endoplasma berfungsi untuk mengadakan sintesis protein yang akan dikeluarkan dari sel melalui organel yang mempunyai fungsi ekskresi.

#### 6. Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma (RE) merupakan sistem bermembran yang terdiri dari tubulus-tubulus dan kantong-kantong pipih atau sisterna yang bersambung-sambung juga bersambungan dengan selaput nukleus. RE ada yang tampak bergranula atau terdapat ribosom yang menempel di permukaan luarnya, RE ini disebut dengan RE kasar. Ada pula RE yang tidak bergranula yang tidak terdapat ribosom pada permukaan luarnya dapat disebut dengan RE halus.

#### 7. Aparatus Golgi (Badan Golgi)

Aparatus golgi merupakan organel yang ditemukan oleh Camilio Golgi pada tahun 1898 di dalam sel kelenjar pada jaringan saraf otak. Aparatus golgi dengan menggunakan mikroskop akan tampak seperti gelembung-gelembung

berdinding membran dengan bagian yang terdiri dari sisterna (*saccula*) dan vesikel sekretoris. Fungsi dan kegiatan aparatus golgi di antaranya adalah untuk transportasi protein keluar sel, memelihara membran plasma. Aparatus golgi juga berhubungan erat dengan RE kasar dalam penyusunan molekul lipoprotein, biasanya terjadi pada sel-sel hati.

#### 8. Lisosom

Lisosom adalah kantong bermembran yang berisi enzim-enzim hidrolitik yang digunakan oleh sel hewan untuk mencerna makromolekul, contohnya enzim nuklease menghidrolisis asam nukleat, enzim protease menghidrolisis protein, dan enzim lipase menghidrolisis lipid. Lisosom berfungsi dalam pencernaan intraseluler dalam berbagai situasi.

#### 9. Mitokondria

Di dalam sel eukariot, mitokondria merupakan organel yang mengubah energi menjadi bentuk yang dapat digunakan untuk kerja oleh sel. Mitokondria merupakan tempat yang berfungsi dalam respirasi selular, proses metabolik yang menghasilkan ATP dengan cara mengambil energi dari gula, lemak, dan bahan bakar lain dengan bantuan oksigen (Campbell & Reece, 2010: 118).

#### 10. Plastida

Plastida adalah organel penyimpan materi yang diselubungi oleh membran ganda. Antara membran dalam dan luar, dipisahkan ruang sempit intermembran. Plastida dapat ditemukan pada sel tumbuhan dan alga.

#### 11. Vakuola

Vakuola adalah vesikel yang dibatasi membran dengan fungsi berbeda-beda pada jenis sel yang berbeda-beda. Vakuola berbentuk bulat atau oval dengan ukuran yang bervariasi dan di dalamnya mengandung bahan-bahan tertentu. Vakuola makanan yang terbentuk melalui fagositosis berfungsi untuk mencerna serta mengedarkan hasil pencernaan ke seluruh bagian sel. Vakuola kontraktil yang memompa kelebihan air keluar dari sel, sehingga mempertahankan konsentrasi ion dan molekul yang sesuai dengan di dalam sel.

#### 12. Peroxisom dan Glioksisom

Peroksisom merupakan organel yang menyerupai kantung berbentuk agak bulat, mengandung butiran krista, dan diselubungi membran tunggal. Peroksisom mengandung enzim oksidase dan enzim katalase. Pada hewan peroksisom ditemukan pada sel hati dan ginjal, yang berfungsi dalam menetralkan racun dan senyawa berbahaya lainnya.

Glioksisom adalah sejenis peroksisom yang ditemukan pada jaringan penyimpan lemak dari biji tumbuhan. Glioksisom berfungsi untuk menghasilkan enzim yang dapat mengubah asam lemak menjadi gula, yang akan digunakan sebagai sumber energi pada biji sedang berkecambah.

### 13. Sentrosom dan Sentriol

Sentrosom merupakan wilayah yang sering terletak di dekat nukleus. Dalam sentrosom terdapat sepasang sentriol yang merupakan organel yang tidak aktif dalam metabolisme sel, tetapi memegang peran penting dalam proses pembelahan sel.

### 14. Sitoskeleton

Sitoskeleton merupakan kerangka sel yang berfungsi dalam memberikan sokongan mekanis kepada sel dan mempertahankan bentuknya. Komponen sitoskeleton dibedakan berdasarkan bentuknya menjadi tiga tipe; mikrotubulus, merupakan serat yang paling tebal di antara ketiga tipe serat; mikrofilamen (disebut juga filamen aktin) adalah serat yang paling tipis; sedangkan filamen intermediet merupakan serat dengan diameter pada kisaran menengah (Campbell & Reece, 2010: 121).

## C. Bioproses dalam Sel

### 1. Transpor Trans Membran

Interaksi sel, baik dengan sel lainnya maupun dengan lingkungannya, sangat dibutuhkan untuk mempertahankan kelangsungan hidup sel tersebut. Interaksi tersebut dilakukan dengan cara transpor melalui membran plasma. Transpor melalui membran dapat dibedakan menjadi dua jenis, di antaranya:

#### a. Transpor pasif

Transpor sel yang dilakukan melalui membran tanpa membutuhkan energi. Transpor pasif terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi antar zat yang berada

didalam sel dengan zat yang berada di luar sel. Transpor pasif meliputi difusi, difusi terfasilitasi, dan osmosis.

1) Difusi

Difusi adalah proses pergerakan partikel, molekul, ion, gas, atau cairan dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah hingga tercapai suatu keseimbangan.

2) Difusi terfasilitasi

Difusi dapat dipermudah oleh protein spesifik yang membentuk saluran protein dan protein transpor pada membran sel.

3) Osmosis

Osmosis adalah pergerakan molekul air dari larutan dengan konsentrasi zat terlarut lebih rendah (larutan hipotonik) ke larutan dengan konsentrasi zat terlarut tinggi (larutan hipertonik) melalui membran selektif permeabel.

b. Transpor aktif

Transpor aktif merupakan proses transpor molekul yang membutuhkan energi dari dalam sel untuk melawan gradien konsentrasi. Energi yang dibutuhkan dalam transpor aktif berupa adenosin trifosfat (ATP). Transpor aktif membran sel meliputi pompa ion kotranspor, dan endositosis-eksositosis.

1) Pompa ion

Pompa ion adalah transpor ion melalui membran dengan cara melakukan pertukaran ion dari dalam dengan ion di luar sel. Contoh pompa ion yaitu, pompa ion natrium-kalium pada sel hewan.

2) Kotranspor

Kotranspor adalah transpor aktif dari zat tertentu yang dapat menginisiasi transpor zat terlarut lainnya. Kotranspor dilakukan oleh dua protein transpor dengan energi berupa ATP. Contoh kotranspor, yaitu pompa proton yang menggerakkan transpor sukrosa pada sel tumbuhan.

3) Endositosis-Eksositosis

Endositosis adalah proses masuknya zat dari luar sel ke dalam sel. Endositosis ada dua jenis, yaitu fagositosis dan pinositosis. Fagositosis merupakan proses masuknya zat padat atau sel lainnya ke dalam sel. Sedangkan pinositosis merupakan proses masuknya zat yang berupa cairan ke dalam sel. Adapun yang

dimaksud dengan eksositosis merupakan proses yang berkebalikan dengan endositosis, yaitu proses keluarnya zat-zat dari dalam sel.

## 2. Reproduksi Sel

Reproduksi sel ada yang terjadi secara amitosis, mitosis dan meiosis. Amitosis merupakan reproduksi sel di mana sel membelah diri secara langsung tanpa melalui tahap-tahap pembelahan sel. Contohnya terjadi pada pembelahan sel bakteri. Mitosis merupakan pembelahan sel dari sel tunggal menjadi dua sel yang identik, pembelahan sel ini terjadi pada sel somatis. Pembelahan sel mitosis dapat dicontohkan salah satunya pada proses regenerasi kulit manusia. Sedangkan meiosis merupakan proses pembelahan sel yang terjadi pada sel gonad (sel kelamin).

## 3. Sintesis Protein

Sintesis protein adalah proses pembentukan asam amino melalui kode gen yang dibuat DNA. Tahap sintesis protein terdiri dari tahap transkripsi dan translasi. Transkripsi merupakan sintesis RNA dari salah satu rantai DNA. Proses transkripsi terdiri dari tiga tahap, yaitu inisiasi, elongasi, dan terminasi. Hasil dari proses transkripsi kemudian akan ditranslasikan di dalam ribosom.