

## **BAB II SEL SEBAGAI SATUAN UNIT FUNGSI**

### **A. STANDAR KOMPETENSI**

Setelah anda selesai mempelajari Bab ini, anda diharapkan dapat mengetahui teori sel, struktur sel, fungsi sel, pembelahan sel dan cara sel mendapatkan nutrient.

### **B. KOMPETENSI DASAR**

1. Mahasiswa dapat menerangkan sejarah penemuan-penemuan mengenai sel.
2. Mahasiswa dapat menjelaskan teori sel secara umum.
3. Mahasiswa dapat menerangkan fungsi bagian-bagian sel.
4. Mahasiswa dapat menyebutkan dan menunjukkan organel-organel sel.
5. Mahasiswa dapat membuat gambar siklus sel.
6. Mahasiswa dapat menyebutkan perbedaan antara pembelahan mitosis dengan meiosis.
7. Mahasiswa dapat menjelaskan bagaimana sel mendapatkan nutrient.

### **C. URAIAN MATERI**

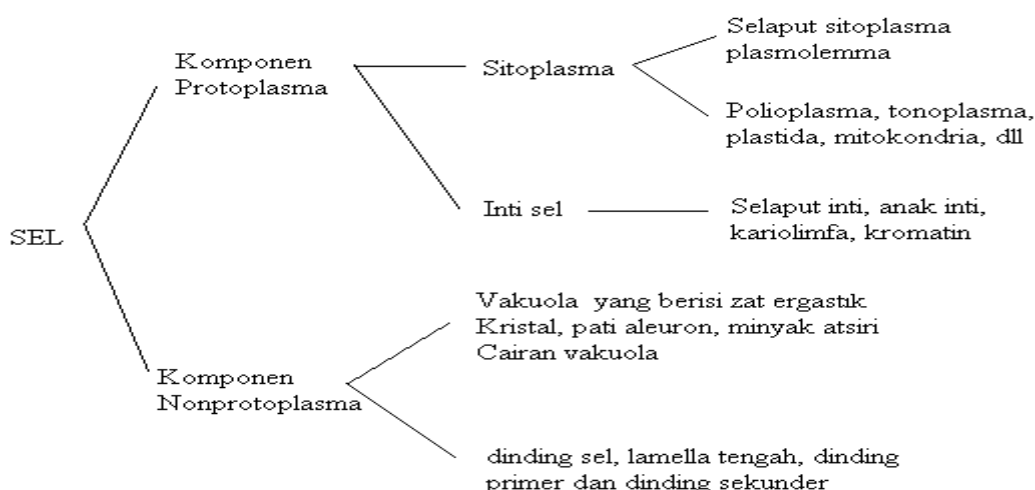
#### **1. Sejarah Sel dan Teori Sel**

- ◇ Perkembangan pengetahuan tentang sel didahului oleh ditemukannya mikroskop oleh Zacharin Jansen dan Antonie van Leuwenhocke (1632-1723) dari Belanda.
- ◇ Robert Hooke 1635-1703 dari Inggris menemukan sel yang pertama. Ia membuat preparat gabus dan terlihat struktur kecil berbentuk kotak yang merupakan dinding sel mati.
- ◇ Marcello Malpighi dengan bukunya *Anatomi of Plant* (1642-1712) dan Nehemia Grew (1641-1702) menulis mengenai sistematika dan sifat-sifat sel tumbuhan.
- ◇ Robert Brown merupakan orang pertama yang menemukan nukleus sel tumbuhan
- ◇ Corti (1772) yang pertama melihat plasma sel. Selanjutnya penemuan dalam biologi sel semakin meningkat.
- ◇ Mathias Schleiden ahli botani dari Jerman penyusun teori sel
- ◇ Theodor Schultze selanjutnya memperbaiki teori sel yang mengatakan bahwa protoplasma merupakan basis fisik dari hewan dan tumbuhan. Selanjutnya beliau mendefinisikan *sel sebagai satuan fungsi fisiologis yang terkecil dari semua organisme hidup*.
- ◇ Hanstein membedakan bagian yang hidup dalam sel yang disebut protoplasma dan bagian yang mati disebut metaplasma.

Perkembangan penemuan sel ini sejalan dengan perbaikan/penemuan perangkat mikroskop, demikian juga penemuan tehnik pewarnaan yang dari waktu ke waktu semakin diperbaiki.

## 2. Sel Sebagai Dasar Kehidupan

Tidaklah berlebihan jika dikatakan sel merupakan miniatur mikro pabrik bermacam zat kimia mulai dari senyawa sederhana sampai pada senyawa kompleks. Dalam hal hidup, pengambilan nutrisi, transportasi zat, respirasi, eksresi, sintesis serta regulasi dapat berlangsung dengan sifat-sifat fisik dan kimia protoplasma. Struktur sel tumbuhan maupun sel hewan tersusun atas komponen-komponen seperti yang diperlihatkan pada skema berikut:



Gambar 2.1 Skema komponen sel berdasarkan materi plasma dan nonplasma

## 3. Bahan Penyusun Protoplasma

Hasil analisa abu dari tumbuhan ditemukan unsur-unsur kimia dengan kadar relatif tinggi terdapat dalam protoplasma. Reaksi ionisasi, reaksi enzimatik, serta mineral memberikan kepekaan pada protoplasma sehingga difusi dan osmosis dapat berlangsung. Difusi dan osmosis merupakan suatu cara transportasi zat dari lingkungan ke dalam sel. Mineral juga merupakan komponen suatu enzim misalnya enzim sitokrom yang bekerja pada respirasi sel. Kekurangan Fe pada makanan dapat menimbulkan anemia, pada tanaman hijau akan menyebabkan daun menjadi pucat. Pada tanaman, Fe berperan sebagai katalisator pada pembentukan klorofil. Molekul karbohidrat, lemak, dan protein sebagai sumber energi yang dibebaskan pada proses respirasi dapat dimanfaatkan untuk melakukan proses-proses kehidupan.

## 4. *Komponen Protoplasma*

*Sitoplasma dibedakan atas:*

- a. Plasmolemma = plasmoderma = ektoplasma

- b. Polioplasma adalah sitoplasma bagian tengah yang mengandung butir-butir halus.
- c. Tonoplasma adalah bagian sitoplasma yang berbatasan dengan vakuola
- d. Inti terdiri atas ; membran inti, anak inti, rangka inti (kromatin), kariolimpa. Pada *Paramecium sp* dijumpai dua macam inti yaitu yang besar khusus mengatur kehidupan disebut makro inti, yang kecil mengatur reproduksi disebut mikro inti. Inti yang mempunyai membran inti dan kromosom disebut inti sejati (eukarion). Pada protista inti belum memperlihatkan adanya membran dan kromosomnya disebut inti semu (prokarion) inti memegang peranan penting dalam sel yaitu mengatur proses-proses hidup protoplasma dan sebagian membawa sifat-sifat yang dapat diturunkan kegenerasi berikutnya.
- e. Mitokondria, besarnya 0.2-5.0 mikrometer, mengandung enzim-enzim respirasi, berselubung rangkap dua, membran sebelah dalam membentuk kristal dan sebelah luarnya elastis memungkinkan respirasi lebih lancar dan kuat.
- f. Ribosoma merupakan partikel-partikel DNA, berperan membantu inti dalam mensintesis protein dan asam amino.
- g. Ribosoma pada sel hewan berperan tempat sintesa enzim-enzim dan menyimpannya.
- h. Badan golgi, berlapis-lapis, membran halus, terletak di luar inti sel, di dalamnya terdapat dua sentriol. Jika sel membelah kedua sentriol ini memisah.
- i. Plastida hanya dijumpai pada tumbuhan dan beberapa sel hewan yang bersel tunggal (protozoa), ukurannya kedua setelah inti, berwarna, bentuk bulat memanjang, spiral atau bintang.

**Plastida dapat dibedakan atas :**

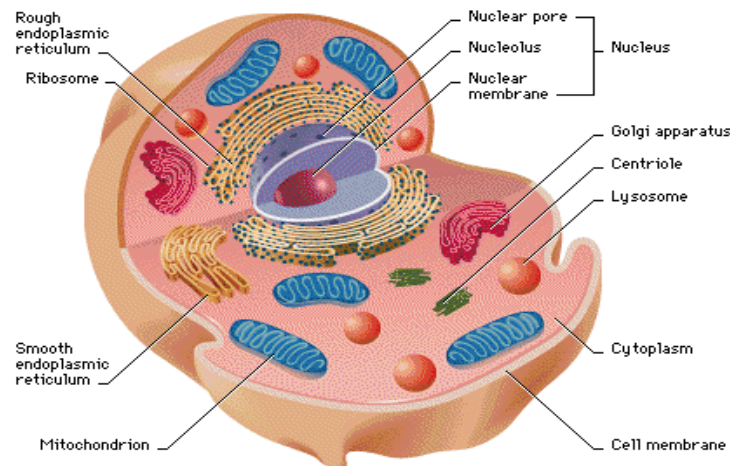
- leukoplas : plastida yang tidak berwarna, terdapat pada bagian tumbuhan yang masih muda yang tidak terkena sinar matahari.
- Klorofil a dengan rumus kimia  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$  warnanya hijau tua
- Klorofil b dengan rumus kimia :  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$  warna hijau muda.
- Kromoplas, umumnya berwarna kuning atau jingga mengandung karetonoid terdapat pada wortel.
- j. Reticulum endoplisma : adalah saluran kecil yang dibatasi oleh membran, berstruktur sebagai anyaman, berkelok-kelok di dalam sitoplasma membran ini juga berhubungan dengan membran sel. Pada RE terdapat partikel-partikel RNA yang disebut ribosom.

## 5. Komponen Non Protoplasma

- a. *Vakuola*, Pada sel tumbuhan yang masih muda jumlah vakuolanya banyak tersebar, berisi cairan. Pada sel tua jumlahnya lebih sedikit dan lebih besar. Secara umum peranan vakuola adalah mengatur tekanan osmosa sel dengan mengatur kepadatan plasma sel. Pada sel hewan, vakuola berperan menimbun dan memindahkan senyawa, kadang-kadang berisi cairan yang di dalamnya terdapat beberapa sel antara lain pigmen. Pada

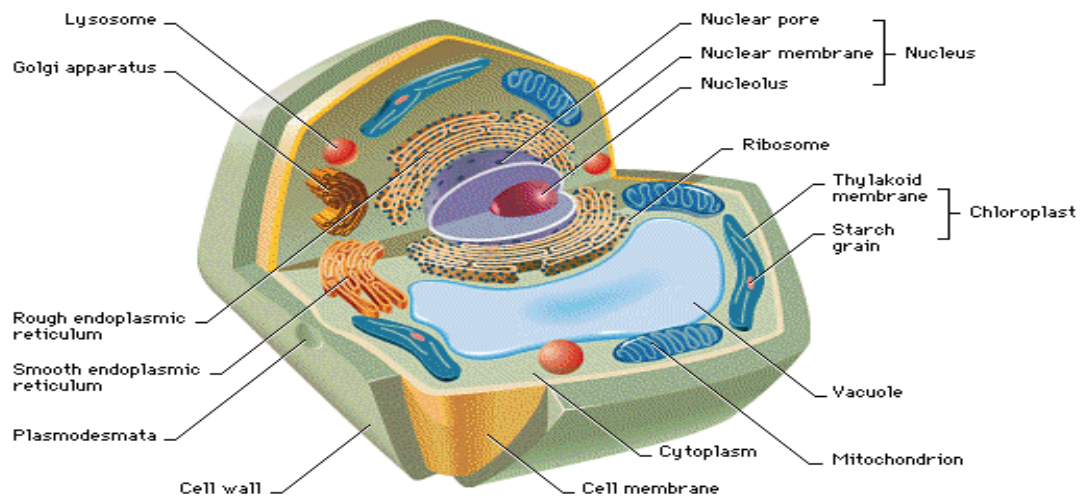
hewan tertentu membran sel membentuk kantung yang mengelilingi partikel makanan, kemudian akan membentuk vakuola makanan yang berperan mencerna makanan. Pada hewan dapat menampung kelebihan air dan akan dibuang secara teratur bersama sisa-sisa metabolisme, vakuola kontraktil. Pada sel tumbuhan vakuola ini berisi cairan yang di dalamnya terlarut zat-zat koloid, minyak atsiri dan antosian (pada bunga).

- b. *Dinding sel*, Pada waktu sel selesai membelah dinding selnya sangat tipis, zat penyusunnya adalah pektin atau protopektin. Dengan pertumbuhan pengembangan plasma, dinding sel dari dalam dipertebal oleh plasma dengan zat selulosa.
- c. *Plasmodesmata dan noktah*, Dinding sel pada waktu masih muda dan tipis tertembus oleh benang-benang plasma (plasmodesmata). Plasmodesmata memungkinkan adanya pertukaran zat antar sel, distribusi makanan dan meneruskan rangsangan. Setelah penebalan dinding sel berlangsung, tempat plasmodesmata tetap dipertahankan.



### ANIMAL CELL

An animal cell typically contains several types of membrane-bound organs, or *organelles*. The nucleus controls the cell's activities and stores the genetic information that is carried from generation to generation. The mitochondria generate energy for the cell. Proteins are manufactured by the ribosomes that sit on the rough endoplasmic reticulum. The Golgi apparatus packages, distributes, and exports lipids and proteins, while lysosomes store enzymes for digesting food. The entire cell is wrapped in a lipid membrane that selectively permits materials to pass in and out of the cytoplasm



PLANT CELL

Plant cells contain a variety of membrane-bound structures called organelles. These include a nucleus that carries genetic material; mitochondria that generate energy; ribosomes and rough endoplasmic reticulum that manufacture proteins; smooth endoplasmic reticulum that manufactures lipids used for making membranes and storing energy; and a thin lipid membrane that surrounds the cell. Plant cells also contain chloroplasts that capture energy from sunlight and a single fluid-filled vacuole that stores compounds and helps in plant growth. Plant cells are surrounded by a rigid cell wall that protects the cell and maintains its shape.

## 6. Cara Sel Memperoleh Nutrient

- a. *Difusi*. Yaitu penyebaran zat padat, zat cair atau gas sampai mencapai konsentrasi yang seimbang pada suatu ruang. Penyebaran itu ditimbulkan oleh suatu gaya yang identik dengan energi kinetik. Baik zat cair, gas dan zat padat molekul-molekulnya mempunyai kecenderungan untuk menyebar kesegala arah, sampai mencapai konsentrasi yang sama. Dari ketiga zat tersebut, gaslah yang mudah berdifusi.
- b. *Osmosis*, Pada hakikatnya osmosis adalah suatu proses difusi. Osmosis adalah difusi dari tiap pelarut melalui suatu selaput yang permeable secara

diferensial. Air merupakan pelarut universal. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa osmosis adalah difusi air melalui selaput yang semipermeabel secara diferensial dari suatu tempat berkonsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi.

- c. *Transport aktif*, Kemampuan sel untuk mengangkut secara aktif ion dan molekul ke dan dari cairan ekstra sel terdapat dimana-mana. Sel-sel yang melapisi usus dapat mengangkut glukosa secara aktif dari konsentrasi yang lebih rendah dalam diri usus ke dalam konsentrasi yang lebih tinggi di dalam darah.

Mekanisme sebenarnya dari transpor aktif ini, masih menjadi bahan penelitian yang intensif. Yang jelas ialah proses transpor aktif ini memerlukan energi. Juga memerlukan enzim yang terdapat dalam membran sel, yang berguna dalam memindahkan molekul dan ion dari tempat konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi.

Salah satu enzim transport yang paling banyak dikenal dan paling banyak diteliti adalah enzim yang berperan dalam memompa ion natrium keluar dan ion kalium ke dalam. Agar suatu enzim dapat berfungsi sebagai pompa, maka enzim itu harus mempunyai beberapa sifat.

**Pertama**, enzim harus mempunyai suatu tempat dimana ia dapat mengikat ion yang

akan diangkut.

**Kedua**, enzim itu harus mampu mengangkut ion-ion dari suatu sisi membran ke sisi

yang lain.

**Ketiga**, ikatan ion pada enzim ditempat dimana ia mengambil ion itu harus lebih kuat

daripada ditempat dimana ion itu dilepaskan.

**Yang terakhir**, harus tersedia energi yang diperlukan untuk proses ini yaitu dari

ATP.

- d. *Endositosis*, Suatu mekanisme yang lain dimana sel mengangkut bahan dari cairan ekstra sel ke dalam sel, ialah dengan membungkus bahan tersebut dengan cara melekkukan sebagian dari membran sel kearah dalam. Kantung yang terbentuk kemudian melepaskan diri dari bagian luar membran membentuk vakuola di dalam protoplasma. Pada beberapa sel, partikel-partikel padat seperti bakteri dapat dibungkus dengan cara ini. Amuba mendapatkan makanan dengan membungkus mikroorganisme yang kecil dengan cara ini. Sel-sel darah putih mempunyai fungsi yang sangat penting dalam pembungkusan partikel, seperti bakteri, yang mungkin masuk ke dalam tubuh hewan atau manusia peristiwa ini disebut fagositosis.

Endositosis memungkinkan makromolekul seperti protein yang terlalu besar dan terlalu hidrofilik untuk difusi sederhana, untuk masuk ke dalam sel, lekukan kecil membran sel dapat dilihat dengan jelas. Kebanyakan dari lekukan itu membungkus cairan ekstra sel dari ruang jaringan, tetapi

beberapa diantaranya terdapat disebelah luar dari dinding dan tampaknya seperti membungkus cairan dari dalam kapiler.

e. *Eksositosis*, Eksositosis adalah kebalikan dari endositosis. Pada sel-sel yang mengeluarkan protein dalam jumlah yang besar, protein tersebut pertama-tama berkumpul di dalam sebuah kantung yang dilapisi membran di dalam aparat golgi, yang kemudian bergerak ke permukaan sel di mana membrannya lalu melekat pada membran sel dan mengosongkan isinya keluar sel. Sel-sel yang melapisi usus kita, mensintesis butir-butir lemak dan mengeluarkannya dengan eksositosis. Ada kemungkinan bahwa beberapa vakuola hanya mengeluarkan bahan buangan dengan cara eksositosis dan tidak didahului oleh endositosis.

## 7. Pembelahan Sel

Anak biasanya mirip dengan orang tuanya. Namun selalu ada perbedaan yang menarik. Sifat-sifat orang tua atau induk, bukan hanya sifat-sifat fisiknya saja, akan tetapi juga ciri-ciri kepribadian, temperamen, kemampuan mental akan nampak dalam kombinasi yang khas pada tiap-tiap anak. Ini bukan hal yang kebetulan. Sifat-sifat herediter akan muncul, menghilang dan muncul kembali dari suatu generasi ke generasi selanjutnya sebagai akibat dari proses yang teratur dan bukan hal yang kebetulan.

## 8. Dasar-Dasar Seluler Herediter

Karena ciri-ciri fisik seperti tinggi badan, warna rambut dan warna mata serta bentuk hidung merupakan sifat herediter yang paling menonjol yang sering kita lupa bahwa sebenarnya hereditas adalah sifat sel. Mungkin kebenaran dari pernyataan ini akan lebih nampak bila kita melihat bahwa kehidupan kita bermula dari sel tunggal, telur yang dibuahi yang dihasilkan dari penggabungan dari sperma jantan. Apa yang terjadi selanjutnya sebagian besar ditentukan oleh warisan genetik yang terdapat pada telur yang dibuahi tersebut.

Telur yang dibuahi menerima setengah dari informasi herediter dari tiap sel kelamin yang membentuknya. Sementara mengalami pertumbuhan, telur yang telah dibuahi ini akan menduplikasi material genetiknya sehingga pada saat membelah akan menghasilkan sel-sel baru yang identik secara genetik. Tentu saja berjuta-juta sel yang akhirnya menyusun tubuh individu dalam beberapa hal akan berbeda satu sama lain.

Variasi diantara sel-sel tubuh disebabkan oleh banya faktor, termasuk interaksi sel yang menyebabkan perbedaan ekspresi sifat-sifat herediter. Walaupun pembelahan sel menghasilkan sel-sel anak yang memiliki informasi genetik yang sama akan tetapi dapat memiliki perbedaan tertentu. Misalnya, sel-sel dapat berbeda dalam hal jumlah sitoplasma yang diterimanya. Setiap sel yang baru terbentuk tidak hanya memiliki satu sel lengkap instruksi herediter akan tetapi memiliki juga perangkat dalam menginterpretasikan

instruksi tersebut. Ini meliputi mitokondria ribosom dan terutama enzim yang menghasilkan proses-proses metabolik. Produk zat ini merupakan aktifitas sel utama.

Mitosis, Mitosis adalah salah satu bentuk pembelahan sel yang menjamin bahwa sel-sel anak secara genetik akan identik dengan sel-sel induknya. Ini melibatkan empat fase, yakni : profase, metaphase, anaphase dan telofase. Interfase adalah bagian siklus sel saat mana mitosis tidak terjadi dan selama fase ini sel akan tumbuh dengan mensintesa molekul-molekul nutrient. Karena interfase merupakan bagian terpanjang dari siklus sel, maka kebanyakan sel yang diteliti secara mikroskopis adalah sel-sel interfase. Inti sel-sel yang sedang istirahat ini mengandung inti yang padat yang dikelilingi oleh material yang lebih besar yang disebut kromatin. Adanya material ini akan meningkatkan afinitas zat warna tertentu. Adapun fase-fase pembelahan sel itu adalah sebagai berikut :

Profase, Pada awal fase mitosis kromosom perlahan-lahan menebal dan sudah terlihat rangkap terikat bersama pada pada satu daerah lekukan yang disebut sentromer. Juga selama Profase, membran ini mulai berdisintegrasi dan anak inti (nucleolus) tidak tampak. Pada saat yang sama berkembang spindle mitosis yang tersusun dari mikrotubul-mikrotubul panjang diantara sepasang sentriol yang terletak berlawanan. Tiap sentromer kromosom rangkap mulai bergerak menuju tengah-tengah spindle mitosis dan menempatkan diri pada sudut-sudut kanan terhadap aksis panjang spindle.

Metafase, Saat kromosom telah mencapai bidang ekuator, sel dikatakan dalam tahap metaphase. Metafase ini berlangsung sangat singkat, yang tersingkat dari semua fase. Pada akhir metaphase, sentromer memisah sehingga tiap kromatid memiliki satu sentromer.

Anafase, Mulai anafase ditandai dengan pemisahan kromosom. Anggota pasangan bergerak dalam arah yang berlawanan, menjauhi garis tengah sel. Pada saat ini tiap kromatid dapat disebut kromosom. Dalam studi mikroskop dapat disimpulkan bahwa pengikatan pengikatan serabut spindle pada kromosom sangat diperlukan untuk gerakan ini. Walaupun mekanismenya belum diketahui, serabut spindle tampaknya menarik sentromer dengan lengan kromosom mengikuti dibelakangnya.

Telofase, Anafase dinyatakan selesai bila kromosom telah mencapai kutub yang berlawanan. Segera kromosom akan menghilang dari pandangan dan mulai lagi kondisi interfase. Perlu diperhatikan bahwa pembelahan sitoplasma hanya sekedar pemisahan menjadi dua bagian yang sama. Beberapa organel dalam sitoplasma dapat menduplikasi diri atau terbentuk dari struktur sitoplasma itu sendiri. Pada banyak kasus, pembagian sitoplasma yang tidak sama merupakan langkah awal diferensiasi sel.

*(untuk membantu mahasiswa memahami pembelahan sel ini dapat dibantu dari gambar pada buku karangan Kimbal Jhon W. Terjemahan, halaman 199 dan 200 atau buku yang relevan)*



Meiosis, Mitosis menjamin bahwa sel-sel anak akan menerima jumlah kromosom yang sama dengan sel induknya. Sel-sel tubuh yang tidak dihasilkan dengan cara ini hanya sel telur dan sel spermatozoa. Sel kelamin tidak memiliki jumlah kromosom yang diploid, sebab kalau terjadi demikian penggabungannya akan menghasilkan telur fertil dengan empat kopi pada tiap kromosom. Setiap sel telur dan sperma mengandung jumlah kromosom haploid, yakni setengah jumlah kromosom yang dijumpai pada sel-sel tubuh.

Pengurangan jumlah kromosom menjadi setengahnya merupakan tahapan esensial dalam produksi sel-sel kelamin manusia, melibatkan tipe pembelahan yang khas yang disebut meiosis. Perilaku kromosom selama meiosis menentukan pola pewarisan gen pada kromosom ini. Karenanya pengertian mengenai meiosis merupakan dasar mempelajari cara pewarisan sifat.

Sel – sel tubuh mengandung dua perangkat kromosom yang dapat ditandai dengan satu perangkat untuk kromosom maternal dan pasangannya disebut kromosom paternal. Jadi spermatogenesis pada laki-laki melibatkan kromosom maternal dan paternal demikian juga oogenesis pada wanita.

Setiap proses meiosis memerlukan dua kali proses pembelahan.

#### 1. Meiosis I

- Profase I

Peristiwa-peristiwa yang terjadi di dalam sitoplasma selama profase I menyerupai apa yang terjadi pada mitosis, membran inti tak tampak dan sentriol mengorganisasi membentuk spindle. Sintesis DNA juga sempurna pada awal profase pada saat nampaknya kromosom rangkap. Akan tetapi berbeda dengan perilaku kromosom mitosis, pada meiosis dua kromosom pada pasangan mengelompok dalam suatu pola gen yang sangat spesifik.

Karena tiap kromosom dalam pasangan itu terdiri dari dua kromatid, maka tiap pasangan mengandung empat set material genetik, 2 maternal dan 2 paternal.

Pasangan kromosom semacam ini membentuk tetrad. Selama pasangan yang berdekatan ini (sinapsis), terjadi patahan dan berkombinasi maka akan dihasilkan pindah silang (cross over) ini akan membawa keuntungan dalam variabilitas genetik. Hal inilah yang disebut proses evolusi. Pada akhir profase I pasangan kromosom tersebut (sinapsis) akan bergerak ketengah-tengah spindle sel.

- Metafase I

Susunan tetrad yang tepat pada metafase merupakan kunci pemilihan kromosom pada sel-sel yang dihasilkan dari meiosis. Posisi dari tiap tetrad ditentukan secara acak. Kromosom maternal suatu tetrad terletak menghadap kesatu kutub spindle. Kromosom paternalnya menghadap ke kutub yang lain.

- Anafase I

Pada anafase 2 kromosom tetrad memisah. Satu anggota pasangan bermigrasi menuju ke satu kutub sedang pasangan yang lain menuju ke kutub berlawanan. Perlu diperhatikan bahwa sentromer tidak memisah pada meiosis I, berbeda dengan prilakunya pada mitosis. Sebagai ganti, satu kromosom rangkap pada tiap pasangan bermigrasi ke satu kutub spindle, sedang kromosom rangkap yang lain ke kutub yang berlawanan.

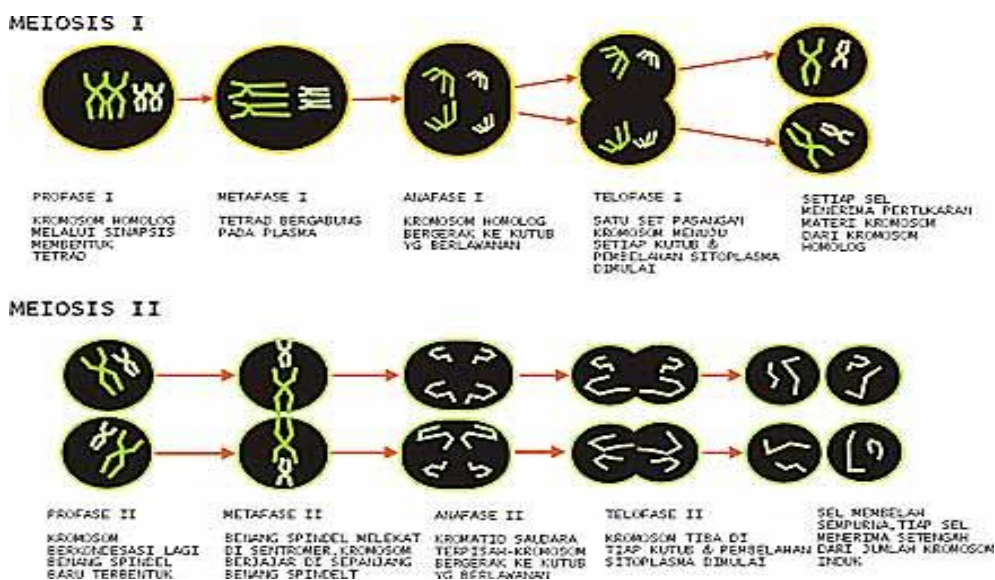
- **Telofase I**

Pada telofase I Kromosom telah mencapai kutub masing-masing. Sitoplasma sekarang membelah, menghasilkan 2 sel anak. Pemisahan ini merupakan akhir dari meiosis I.

## 2. Meiosis II

Periode antara telofase I dan profase II sangat singkat. Kromosom dua sel anak tak perlu berduplikasi sebab masing-masing sudah rangkap. Pada profase II, masing-masing sel anak membentuk spindle yang lain dan pada metaphase II kromosom rangkap tersusun pada spindle tersebut. Tahapan ini berbeda dengan metaphase mitosis yang mana saat ini hanya ada satu pasang kromosom pada tiap sel, walaupun tiap kromosom mengandung 2 kromatid. Sentromer kromosom-kromosom ini segera akan memisah dan kromosom anak yang baru akan bermigrasi ke kutub. Pada telofase II sitoplasma akan membelah dan akan nampak kembali struktur inti interfase seperti biasanya. Masing-masing dari 4 sel baru yang dihasilkan dari meiosis adalah gamet haploid.

Dibawah ini dipaparkan Gambar proses pembelahan sel dan fase – fasenya.



## PERBEDAAN ANTARA MITOSIS DENGAN MEIOSIS

Aspek yang dibedakan	Mitosis	Meiosis
Hasil pembelahan	Untuk Pertumbuhan	Sifat mempertahankan diploid
	2 sel anak	4 sel anak
Sifat sel anak	Diploid (2n)	haploid (n)
Tempat terjadinya	Sel Somatis	sel gonad

Pada hewan dikenal adanya peristiwa meiosis dalam pembentukan gamet, yaitu Oogenesis dan Spermatogenesis. Sedangkan pada tumbuhan dikenal Makrosporogenesis (Megasporogenesis) dan Mikrosporogenesis.

### 3. Spermatogenesis dan Oogenesis

Pada testis, yakni organ reproduksi jantan, sel-sel yang disebut spermatogonia membelah dengan cara mitosis untuk menghasilkan spermatis primer. Sel-sel ini melangsungkan pembelahan meiosis pertama, masing-masing menghasilkan spermatis sekunder yang ukurannya hampir sama. Spermatis sekunder ini kemudian melangsungkan pembelahan meiosis ke-2. Dengan cara ini tiap spermatis sekunder akan menjadi 2 spermatid yang ukurannya sama yang akan berkembang menjadi spermatozoa.

Situasinya agak berbeda pada ovarium. Disini oosit primer membelah pada meiosis pertama menjadi dua bagian yang tak sama. Tiap oosit primer akan menghasilkan oosit sekunder yang besar dan yang satu lagi ukurannya jauh lebih kecil yang disebut badan polar. Badan polar pertama dan oosit sekunder melangsungkan lagi pembelahan meiosis yang kedua. Lagi-lagi oosit akan membelah menjadi dua bagian yang tak sama. Disini dihasilkan satu oosit yang besar dan badan polar yang lain. Jadi satu oosit primer akan menjadi tiga badan polar ( yang nanti akan terdisintegrasi) dan satu oosit, yang akan berkembang menjadi satu ovum (sel telur).

Kalau spermatogenesis pada manusia dimulai saat pubertas dan berlanjut sampai tua, tidak demikian halnya dengan oogenesis. Oosit primer dihasilkan sebelum anak dilahirkan dan tetap diam dalam tahap profase I hingga pubertas. Setiap bulannya setelah pubertas oosit primer tertentu distimulasi untuk memulai meiosis. Pembelahan meiosis 2 hanya sampai metafase dan akan berhenti kecuali kalau telur dibuahi, pembelahan akan berlanjut sampai selesai.

#### SOAL LATIHAN

1. Ilmu apa yang mendasari sehingga perkembangan penemuan sel semakin pesat?
2. Tanpa air kehidupan tidak akan berlanjut. Mengapa air sangat penting bagi kehidupan?
3. Mengapa jumlah kromosom makhluk hidup cenderung selalu sama (2n)?
4. Apa perbedaan antara sel tumbuhan dengan sel hewan?
5. Mengapa anak relatif mirip pada salah satu orang tuanya atau perpaduan keduanya.

