

PEMBELAHAN SEL

A. PENGERTIAN

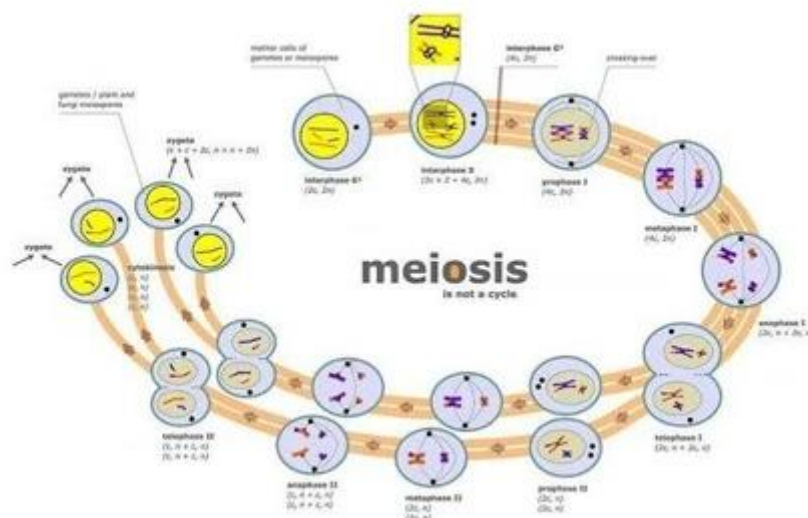
Sel adalah bagian terkecil yang menyusun tubuh makhluk hidup. Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup berhubungan erat dengan proses pembelahan sel ini. Namun begitu fungsi pembelahan sel pada makhluk hidup multiseluler dan uni seluler sangat berbeda meski bertujuan sama yaitu memperbanyak diri. Pembelahan sel adalah peristiwa dimana sebuah sel akan membelah menjadi dua atau lebih sel baru. Pembelahan sel merupakan cara sel untuk memperbanyak diri atau yang disebut dengan proses reproduksi sel.

B. FUNGSI

Pembelahan sel pada makhluk hidup ber sel satu dan multiseluler mempunyai fungsi yang berbeda yaitu:

1. Makhluk hidup Uniseluler atau bersel tunggal adalah sebagai cara untuk berkembang biak. Contoh makhluk hidup yang berkembang biak dengan membelah diri seperti Protozoa, Amoeba, dll.
2. Fungsi pembelahan sel pada makhluk hidup multiseluler atau makhluk hidup bersel banyak adalah sebagai cara untuk memperbanyak sel tubuh sehingga makhluk hidup yang bersangkutan dapat tumbuh dan berkembang.

Proses pembelahan sel merupakan cara agar sel dapat tumbuh dan berkembang. Sel yang membelah diri disebut sel induk, sedangkan sel hasil pembelahan diri disebut sel anak. Pada dasarnya proses pembelahan sel terbagi menjadi 2, yaitu: pembelahan sel secara langsung dan pembelahan sel secara tidak langsung. Perbedaan antara pembelahan sel secara langsung dan tidak langsung adalah bahwa pada pembelahan sel secara tidak langsung adalah pembelahan yang melalui tahapan-tahapan tertentu. Pembelahan ini melalui tahapan-tahapan (fase-fase) tertentu dan terjadi pada sel-sel eukariotik baik pada tumbuhan, hewan, maupun manusia. Pembelahan secara tidak langsung dapat melalui dua cara, yaitu mitosis dan meiosis. Sedangkan pembelahan sel secara langsung atau sering disebut amitosis adalah proses pembelahan sel yang tidak melalui tahap-tahap pembelahan. Pembelahan ini terjadi pada organisme yang masih prokariotik. Umumnya, pembelahan dilakukan secara pembelahan biner sehingga menghasilkan dua organisme baru yang identik sama. Misalnya pada Amoeba dan Paramecium.

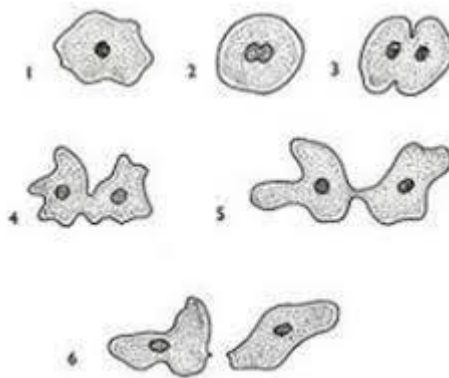


Gambar. 3.1 Pembelahan Sel Tidak Langsung Meiosis

C. PEMBELAHAN SEL LANGSUNG/AMITOSIS

Pembelahan amitosis, secara etimologi (secara bahasa) berasal dari penggabungan kata a dan mitos. Dimana A = tidak dan Mitos = benang, jadi pembelahan amitosis adalah pembelahan sel secara langsung atau disebut juga dengan pembelahan sederhana yang didahului dengan pembelahan inti tanpa didahului pembentukan benang spindel, penampakan kromosom, peleburan membran inti dan ciri lainnya. Pembelahan secara langsung ini, biasanya terjadi pada makhluk hidup bersel satu (uniseluler) atau pada prokariota misalnya pada Amoeba, Paramecium, Alga biru dan lain-lain. Pada pembelahan ini, sel anak mewarisi sifat induknya sehingga pembelahan amitosis menghasilkan turunan yang sifat sel anaknya identik dengan sel induknya.

Pada proses pembelahan amitosis, inti terbelah dahulu menjadi dua bagian, yang mana inti tersebut langsung didistribusikan pada sel anak, dan kemudian diikuti dengan pembelahan pada sitoplasmanya dan membran sel. Untuk lebih jelasnya, coba perhatikan Gambar 3.2. dibawah ini secara seksama.



Gambar. 3.2. Pembelahan Sel Amitosis

Pembelahan Amitosis bertujuan untuk reproduksi atau memperbanyak diri, dimana antara sel induk dan sel anak mempunyai kesamaan sifat. Pembelahan Amitosis mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

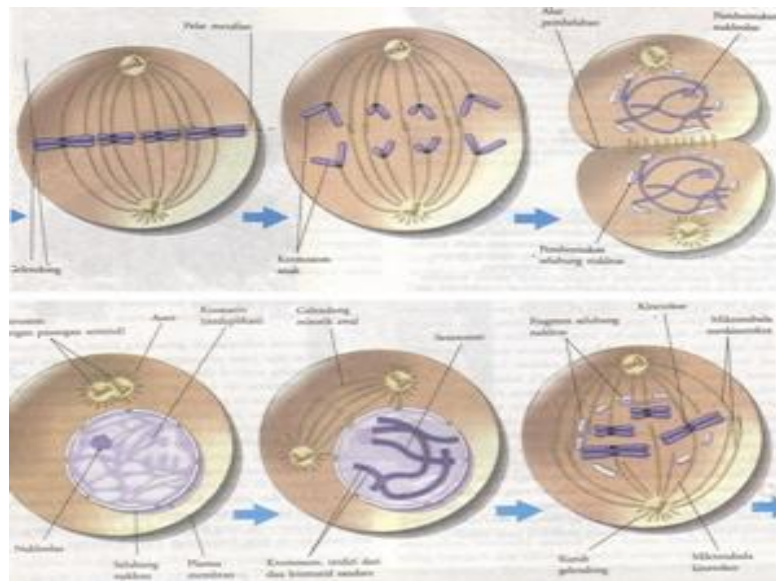
1. sel induk akan membelah menjadi dua sel anakan.
2. Terjadi pada organisme uniseluler/bersel tunggal seperti pada Amoeba, Paramecium, alga biru, dan lain-lain.

D. PEMBELAHAN SEL TIDAK LANGSUNG

1. Mitosis

Pembelahan mitosis termasuk kedalam pembelahan sel secara tidak langsung, karena pembelahan inti (nukleus) didahului oleh pembentukan benang-benang kumparan sperma (kromosom). Biasanya terjadi pada sel-sel tubuh (sel somatik) dan sel nutfah. Pembelahan secara mitosis akan menghasilkan dua sel anakan yang masing-masing sel anak tersebut, mempunyai sifat dan jumlah kromosom yang sama dengan induknya. Sel-sel tersebut memiliki perbedaan kemampuan dalam kecepatan membelah, ada yang cepat dan ada pula yang lambat. Contohnya pada sel-sel germinatikum pada kulit yang mampu melakukan pembelahan secara cepat untuk menggantikan sel-sel yang rusak atau sel-sel yang sudah mati. Pada hati, proses pembelahannya berlangsung lama, yaitu dalam waktu tahunan. Dalam proses pembelahan sel secara tidak langsung dikenal istilah Siklus sel yaitu urutan-urutan tertentu dalam mekanisme pembelahan sel hingga pembelahan sel lagi untuk membentuk sel anakan. Dan siklus ini terbagi menjadi dua fase yaitu interfase dan fase mitotik. Mitosis adalah proses pembelahan sel yang

menghasilkan dua sel anak yang masing-masing memiliki sifat dan jumlah kromosom yang sama dengan sel induknya.



Gambar. 3.3. Pembelahan Sel Mitosis

a. *Tujuan Pembelahan Mitosis*

- Mengganti atau memperbaiki jaringan tubuh yang sudah rusak atau aus.
- Pertumbuhan (perbanyakkan sel sehingga baik kuantitas dan kualitasnya bertambah).
- Membentuk jaringan karena produk pembelahan ini kromosom/sifat induk sama dengan sifat anaknya, artinya karena membentuk jaringan baik sel baru dan lama sama.

b. *Tahapan Pembelahan Mitosis*

- Interfase (Fase Istirahat), merupakan fase istirahat dalam pembelahan sel. dimana pada fase ini, sel melakukan berbagai persiapan untuk melakukan pembelahan selanjutnya dan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan fase mitotik (fase pembelahan). Merupakan sebuah jeda panjang antara satu mitosis dengan yang lain. Jeda tersebut termasuk fase G₁, S, G₂. Kegiatan yang terjadi dari satu pembelahan sel ke pembelahan berikutnya disebut siklus sel atau daur sel. Siklus sel mencakup dua fase yaitu interfase dan fase mitosis atau fase pembelahan. Interfase terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap G₁ dimana terjadi aktivitas biosintesis yang tinggi, tahap S yaitu merupakan tahap replikasi dan transkripsi DNA, tahap G₂ merupakan tahap persiapan diri sel untuk membelah. Fase mitosis atau fase pembelahan terdiri dari karyokinesis atau pembelahan nukleus dan sitokinesis atau pembelahan sitoplasma. Tahapan Interfase sebagai berikut yaitu:

- Fase G₁ (Fase Growth 1/Fase Pertumbuhan), fase G yang terdiri dari G₁ dan G₂ adalah fase sintesis zat yang diperlukan pada fase berikutnya. Pada sel mamalia, interval fase G₂ sekitar 2 jam, sedangkan interval fase G₁ sangat bervariasi antara 6 jam hingga beberapa hari. Sel yang berada pada fase G₁ terlalu lama, dikatakan berada pada fase G₀ atau “quiescent”. Pada fase ini, sel tetap menjalankan fungsi metabolisme dengan aktif, tetapi tidak lagi melakukan proliferasi secara aktif. Sebuah sel yang berada pada fase G₀ dapat memasuki siklus sel kembali, atau tetap pada fase tersebut hingga terjadi apoptosis. Pada umumnya, sel pada orang dewasa

berada pada fase G₀. Sel tersebut dapat masuk kembali ke fase G₁ oleh stimulasi antara lain berupa: perubahan kepadatan sel, mitogen atau factor pertumbuhan, atau asupan nutrisi. Fase G₁ atau fase pertumbuhan merupakan fase yang berlangsung selama 9 jam dan termasuk fase yang paling aktif. Pada fase G₁ ini sel mengadakan pertumbuhan dan perkembangan sehingga sel bertambah ukurannya dan volumenya.

- b. Fase S (Fase Sintesis), fase ini berlangsung selama 10 jam dan merupakan fase pembentukan (sintesis) DNA atau penggandaan kromosom. Merupakan tahap terjadinya replikasi DNA. Pada umumnya, sel tubuh manusia membutuhkan waktu sekitar 8 jam untuk menyelesaikan tahap ini. Hasil replikasi kromosom yang telah utuh, segera dipilah bersama dengan dua nuklei masing-masing guna proses mitosis pada fase M.
- c. Fase G₂ (Fase Growth 2/Fase Pertumbuhan 2), pada fase ini terjadi proses sintesis protein, dan pada fase ini sel siap untuk melakukan pembelahan.
- b. Mitosis (Fase Pembelahan), interval waktu fase M kurang lebih 1 jam. Tahap di mana terjadi pembelahan sel (baik pembelahan biner atau pembentukan tunas). Pada mitosis, sel membelah dirinya membentuk dua sel anak yang terpisah. Ciri-ciri pembelahan mitosis:
 - a. Prosesnya berlangsung pada sel somatik.
 - b. Menghasilkan dua sel anakan yang sifatnya identik dengan sel induknya.
 - c. Terjadi satu kali pembelahan dengan 4 fase yaitu : Profase, Metafase, Anaphase dan Telofase.
 - d. Antara satu pembelahan dengan pembelahan selanjutnya, terdapat suatu fase yang disebut interfase (fase istirahat).
 - e. Sel anak memiliki jumlah kromosom yang sama dengan jumlah kromosom induknya dan sel anak mampu untuk membelah lagi.
 - f. Pada usia muda, dewasa dan tua, pembelahan secara mitosis dapat terjadi.

Fase mitosis (fase terjadi pembelahan) tidak diawali oleh interfase, melainkan interfase merupakan fase antara mitosis dengan mitosis selanjutnya. Jadi antara mitosis dengan mitosis selanjutnya terdapat interfase, dimana pada interfase tersebut sel melakukan berbagai persiapan untuk proses mitosis selanjutnya. Pembelahan sel secara mitosis terbagi pula menjadi 2 fase yaitu kariokinesis dan sitokinesis.

c. *Kariokinesis pada Mitosis*

Kariokinesis adalah proses pembagian materi inti yang terdiri dari beberapa tahap di antaranya: profase, metafase serta telofase dan setiap fase-fase tersebut terdapat pula ciri-ciri yang berbeda di dalam tiap-tiap fase tersebut. Di antara beberapa aspek yang berbeda adalah pada kromosom, membran inti, mikro tubulus dan sentriol berikut fase pada kariokinesis beserta ciri-cirinya:

1. Profase

- 1. Hilangnya nukleus (inti) dan nukleolus (anak inti)
- 2. Benang-benang kromatin berubah menjadi kromosom dan selanjutnya, setiap kromosom membelah menjadi kromatid dengan 1 sentromer.
- 3. Pasangan sentriol yang berada dalam sentrosom berpisah dan bergerak menuju ke kutub yang berlawanan.
- 4. Benang-benang spindel atau disebut juga dengan serat-serat gelendong, terbentuk diantara 2 kutub pembelahan.

2. Metafase

Setiap kromosom yang terdiri atas satu pasang kromatid menuju ketengah sel dan berkumpul pada bidang ekuator (bidang pembelahan), dan kemudian menggantung pada benang spindle melalui sentromer atau kinetokor.

3. Anafase

Sentromer dari setiap kromosom, membelah sehingga menjadi dua bagian dengan masing-masing 1 kromatida. Selanjutnya setiap kromatida berpisah dengan pasangannya dan bergerak menuju ke kutub yang berlawanan. Dan pada akhir anaphase, semua kromatida sampai pada kutub masing-masing.

4. Telofase

Sentromer dari setiap kromosom, membelah sehingga menjadi dua bagian dengan masing-masing 1 kromatida. Selanjutnya setiap kromatida berpisah dengan pasangannya dan bergerak menuju ke kutub yang berlawanan. Dan pada akhir anaphase, semua kromatida sampai pada kutub masing-masing.

1. Kromatida yang berada pada kutub berubah kembali menjadi benang-benang kromatin.
2. Dinding inti terbentuk kembali dan nukleolus membentuk dua inti baru.
3. Benang-benang spindle menghilang
4. Terjadi sitokinesi (pembelahan sitoplasma) menjadi dua bagian, dan terbentuk membran plasma(membran sel) pemisah ditengah bidang ekuator (bidang pembelahan). Hasilnya terbentuklah 2 sel anak yang memiliki kromosom yang sama dengan kromosom induknya.

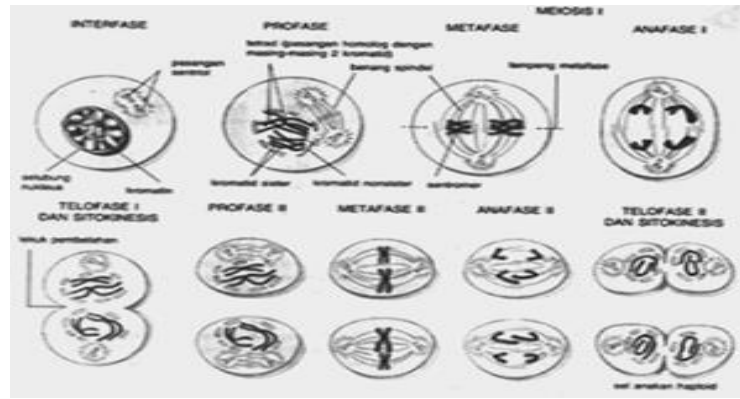
d. *Sitokinesis pada Mitosis*

Pada proses sitokinesis, sitoplasma sel hewan dibagi menjadi 2 melalui terbentuknya cincin kontraktile yang dibentuk oleh aktin dan miosin pada bagian tengah sel, dimana cincin kontraktile tersebut membentuk alur pembelahan yang akhirnya terbentuknya dua sel anak. Masing-masing sel anak yang terbentuk tersebut mengandung organel-organel sel dan inti sel. Hasil dari mitosis:

- a. Satu sel induk (diploid) menjadi dua sel anak yang masing-masing diploid
- b. Jumlah kromosom sel anak sama setelah pembelahan tadi, sama dengan jumlah kromosom sel induknya

2. Meiosis

Meiosis adalah proses pembelahan sel dengan dua kali pembelahan yang menghasilkan empat sel anak, yang masing-masing memiliki separuh dari jumlah kromosom sel induk. Pembelahan sel ini berlangsung melalui dua tahap melalui interfase, dikenal dengan meiosis I dan meiosis II. Pada meiosis terjadi dua kali pembelahan. Satu sel induk yang diploid ($2n$) menghasilkan empat sel anakan yang bersifat haploid (n). Meiosis disebut pula pembelahan reduksi yang berarti terjadi pengurangan jumlah kromosom. Pembelahan secara meiosis adalah pembelahan sel dimana setiap sel kromosomnya dibagi menjadi dua. Pembelahan meiosis disebut juga dengan pembelahan reduksi, karena menghasilkan sel anak yang mempunyai jumlah kromosom setengah dari kromosom sel induknya. Terjadi pada alat reproduksi/gametogonium pada saat gametogenesis (pembentukan gamet). Dalam proses pembelahan meiosis, pembelahan terjadi dua kali secara berturut-turut tanpa diselingi dengan interfase (fase istirahat).



Gambar. 3.4. Pembelahan Sel Meiosis

a. *Tujuan Pembelahan Meiosis*

1. Mereduksi kromosom (mengurangi jumlah kromosom)
2. Membentuk gonad/ gametogenesis
3. Tujuan dari reduksi adalah membentuk hasil zygot dari pertemuan sel gonad yang selalu sama dengan individu yang ada atau sebelumnya.

b. *Ciri Pembelahan Meiosis*

1. Berlangsung pada organa genitalia (organ reproduksi).
2. Menghasilkan empat sel anakan.
3. Terjadi dua kali pembelahan yaitu, Meiosis I dan Meiosis II.
4. Tidak diselingi dengan interfase (fase istirahat).
5. Sel anak mempunyai separuh jumlah kromosom dari jumlah kromosom induknya.
6. Sel anak tidak memiliki kemampuan untuk membelah lagi
7. Pembelahan meiosis mulai terjadi pada pubertas

c. *Tahapan Pembelahan Meiosis*

1. Meiosis I

Meiosis I terbagi empat (Profase I – Metafase I – Anafase I – Telofase I)

a. Profase I

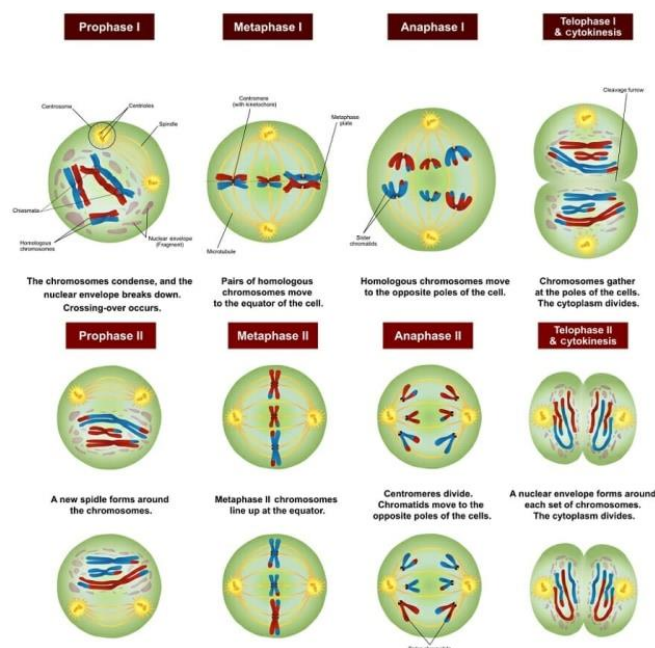
Profase I dibagi menjadi beberapa tahap, diantaranya :

- 1) Leptonema adalah benang-benang kromati menebal menjadi kromosom
- 2) Zygonema adalah tiap kromosom homolog bergandengan, dan tiap pasang kromosom homolog disebut dengan bivalen
- 3) Pakinema adalah tiap bagian dari kromosom homolog mengganda, tetapi masih dalam ikatan 1 sentromer sehingga membentuk tetrad
- 4) Diplonema adalah kromatid dari tiap belahan kromosom memendek dan membesar, serta tampak saling menjauhi tetapi tetap terikat bersama oleh kiasmata (terjadinya pindah silang (crossing over)).
- 5) Diakinesis adalah kromatid masih melanjutkan gerakan untuk saling menjauhi dan kiasmata mulai bergerak ke arah ujung-ujung kromosom, kemudian sentrosom membentuk 2 sentriol yang masing-masing membentuk benang spindle atau benang gelondong pembelahan. Satu sentriol bergerak ke arah kutub yang berlawanan sedangkan yang satunya lagi tetap pada posisi semula. Nukleoplasma (membran inti) dan nukleolus (anak inti) menghilang.

b. Metafase I

Setiap tetrad, berada pada bidang metaphase atau dataran metaphase

- c. Anafase I
Tiap-tiap tetrad memisahkan diri dari pasangannya, kemudian bergerak ke arah kutub yang berlawanan. Sentromer belum membelah.
 - d. Telofase I
Tiap-tiap tetrad makin mendekat ke kutub, membran inti dan nukleoplasma muncul kembali, terbentuknya bidang pembelahan pada bagian tengah sel, kromatid meregang dan membentuk benang-benang kromatin, serta terbentuknya dua sel anak yang jumlah kromosomnya sama dengan jumlah kromosom induknya.
2. Meiosis II
1. Profase II
 1. Sentrosom membentuk 2 sentriol yang letaknya berlawanan kutub, yang dihubungkan oleh benang spindle.
 2. Nukleoplasma dan nukleus hilang.
 3. Kromatin berubah kromosom yang dijerat oleh benang spindle atau benang gelendong.
 2. Metafase II
 1. Kromosom berada pada bidang equator
 2. Kromatid bergandengan (berkelompok) dua-dua
 3. Sentromer belum membelah
 3. Anafase II
Tiap-tiap tetrad memisahkan diri dari pasangannya, kemudian bergerak ke arah kutub yang berlawanan.
 4. Telofase II
Tiap-tiap tetrad memisahkan diri dari pasangannya, kemudian bergerak ke arah kutub yang berlawanan.
 1. Kromatid berkumpul pada kutub pembelahan, kemudian berubah menjadi kromatin
 2. Nukleoplasma dan nukleus terbentuk lagi
 3. Pada akhir pembelahan meiosis II, terbentuk empat sel yang masing-masing sel mengandung separuh dari kromosom induknya.



Gambar. 3.5. Pembelahan Sel Meiosis I dan II