



MODUL BIOLOGI
(KES 102, SESI KJ 010)

Topik :
Pembelahan Sel (Mitosis dan Meiosis)

DISUSUN OLEH :
Dr. TITTA NOVIANTI, S.Si., M.Biomed.

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2018

A. Kompetensi Dasar

1. Mampu menjelaskan tujuan dari proses pembelahan sel
2. Mampu menjelaskan proses pembelahan sel
3. Mampu membedakan antara proses mitosis dan meiosis

B. Kemampuan Akhir Yang diharapkan

1. Mahasiswa mampu mengaitkan proses pertumbuhan manusia dengan ilmu gizi
2. Mamasiswa mampu mengaplikan ilmu gizi bagi proses tumbuh kembang manusia

C. Topik Perkuliahan

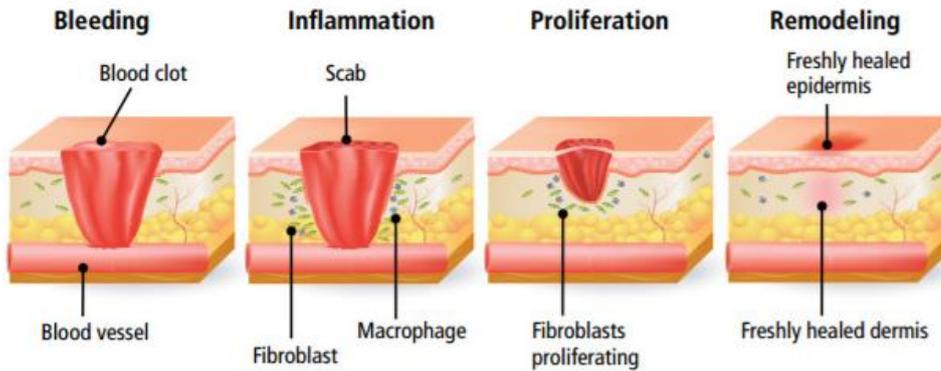
1. Pendahuluan

Seluruh makhluk hidup memerlukan proses tumbuh dan berkembang untuk mempertahankan keberlangsungan hidupnya. Tidak hanya manusia, bakteri, hewan bersel satu, tanaman bersel satu, memerlukan proses pertumbuhan dan perkembangan. Proses pertumbuhan meliputi proses pembelahan sel yang akan membentuk berbagai sel baru serta jaringan baru bagi makhluk hisup bersel banyak (multiseluler).

Proses pertumbuhan sel terjadi melalui proses pembelahan sel yang akan membelah dari satu sel menjadi dua sel, empat sel, delapan sel, enambelas sel dan seterusnya. Pertambahan banyaknya sel terjadi saat manusia tumbuh atau saat terjadinya regenerasi jaringan saat mengalami luka. Maka proses pembelahan sel ini menjadi sangat penting bagi kehidupan dan mempertahankan kehidupan



Gambar 1. Pertumbuhan pada manusia yang terjadi karena adanya pembelahan sel

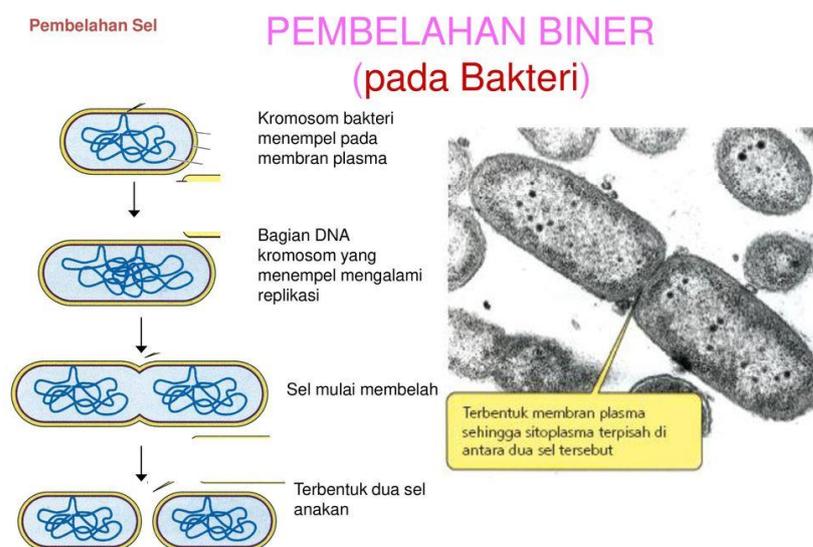


Gambar 2. Proses penyembuhan luka dengan melibatkan proses pembelahan sel pada kulit

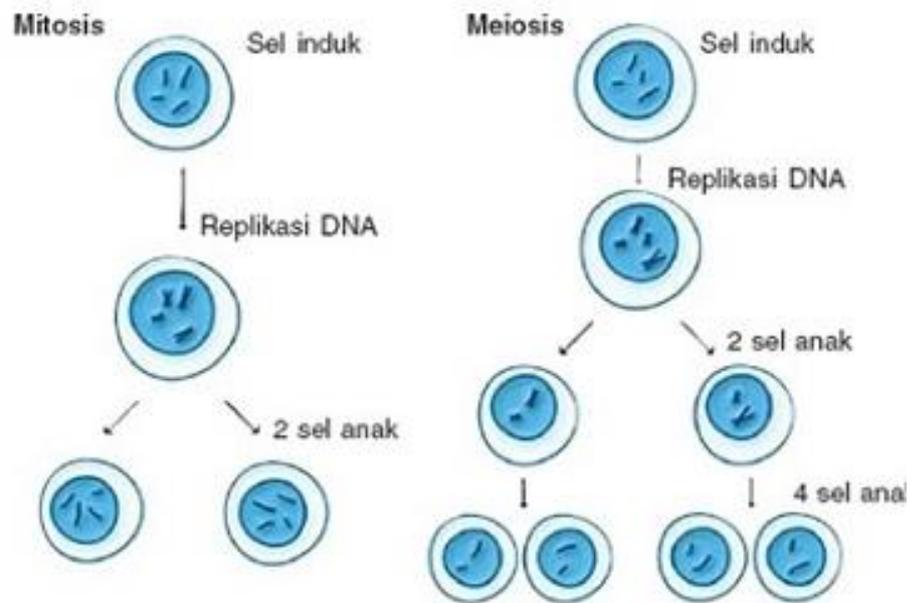
Proses pertumbuhan makhluk hidup dan prpses regenerasi saat organ mengalami luka tidak hanya melibatkan proses pembelahan sel tetapi juga melibatkan proses diferensiasi sel yang akan membentuk morfologi sel sesuai dengan fungsinya. Sehingga diharapkan hasil proses pertumbuhan makhluk hidup dan regenerasi jaringan saat luka akan menghasilkan berbagai sel yang berbeda sesuai dengan fungsinya.

2. Jenis-jenis Pembelahan Sel

Pembelahan sel pada makhluk hidup terbagi tiga jenis yaitu amitosis, mitosis dan meiosis. Amitosis adalah pembelahan pembelahan langsung, tanpa melalui tahapan pembelahan sel, biasanya terjadi di bakteri. Pembelahan mitosis terjadi pada sel tubuh makhluk hidup multiseluler sedangkan pembelahan meiosis terjadi pada sel gamet (sel telur dan sperma) pada makhluk hidup multiseluler.. Sedangkan pembelahan mitosis dan meiosis yang meliputi beberapa tahapan pembelahan sehingga memerlukan waktu yang relatif lebih lama dan memerlukan energy yang relative lebih besar.



Gambar 3. Pembelahan amitosis pada bakteri

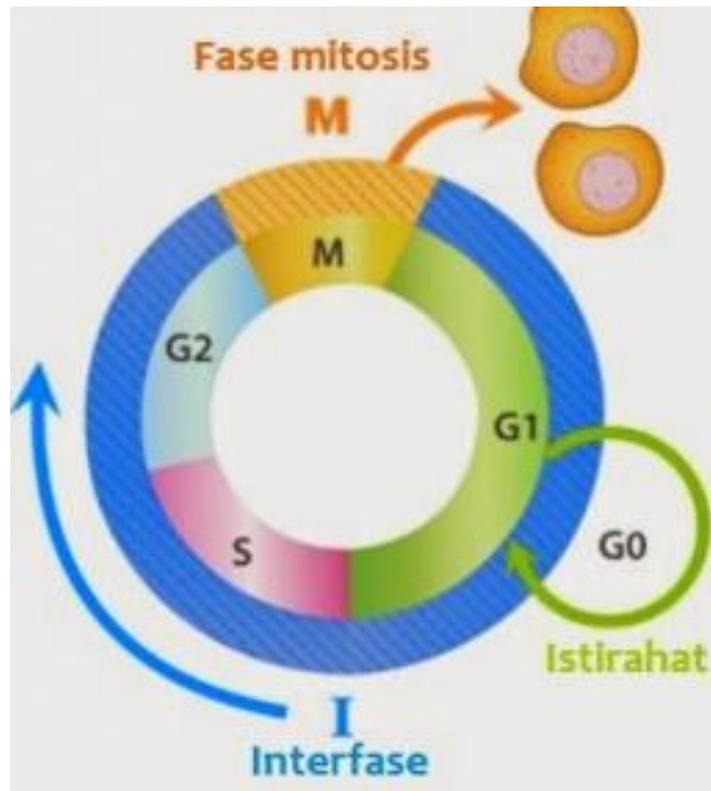


Gambar 4. Pembelahan sel secara mitosis dan meiosis

Pembelahan sel biasanya terjadi pada saat sel melakukan pertumbuhan dan sel melakukan regenerasi jaringan saat luka. Namun, pada sel dewasa yang tidak lagi tumbuh, maka pembelahan sel tidak lagi terjadi. Sel pada organ yang tidak tumbuh lagi masuk ke dalam fase diam sel. Tapi pada tubuh manusia terdapat beberapa sel yang senantiasa melakukan pembelahan sel sepanjang hidupnya, yaitu sel epitel basal lamina, Sel basal lamina pada kuku, sel folikel rambut, sel darah, dan sel gamet. Sel-sel pada organ tersebut mengalami fase pembelahan sel, fase pertumbuhan dan fase istirahat sel. Pergantian fase ini dikenal dengan istilah siklus sel. Sel yang sudah tua akan mati dengan sendirinya, digantikan oleh sel yang baru terbentuk.

3. Siklus Sel

Siklus sel merupakan masa pergantian fase sel dalam kehidupannya yang meliputi fase pembelahan sel (M), fase pertumbuhan hasil pembelahan sel (G1), fase sintesis DNA (S), dan fase pertumbuhan organel dalam persiapan pembelahan sel selanjutnya (G2). Jika dalam satu siklus sel ini berlangsung selama 24 jam, maka fase mitosis hanya berlangsung 1 jam, fase G1 berlangsung selama 12 jam, fase S berlangsung selama 6 jam, dan sisanya adalah fase G2 berlangsung 5 jam. Fase G0 adalah fase diam sel yang terjadi pada sel yang tidak lagi mengalami pembelahan sel. Fase G1, S dan fase G2 merupakan fase interfase, merupakan fase yang terjadi di luar fase M. Fase interfase merupakan fase istirahat sel, setelah melakukan pembelahan dan akan melakukan lagi pembelahan. Fase ini merupakan fase istirahat karena tidak banyak energy yang dibutuhkan pada fase ini, lain halnya dengan fase M yang memerlukan banyak energy.



Gambar 4. Siklus sel yang terdiri dari fase M, G₂, S, G₁. Fase G₀ terjadi pada sel yang tidak lagi melakukan pembelahan sel.

Siklus sel terbagi menjadi dua fase fungsional, fase S dan M, dan fase persiapan, G₁ dan G₂

1. Fasa S (sintesis)

Terjadi replikasi kromosom yang utuh, sebagai persiapan menghadapi fase M. Terjadi rangkaian menduplikasi secara akurat sejumlah besar DNA di dalam kromosom, sehingga terjadi dua sel baru yang identik.

2. Fasa M (mitosis)

fase M kurang lebih terjadi selama 1 jam. Tahap di mana terjadi pembelahan sel yang melalui tahapan-tahapan:

- Profase: terjadi kondensasi kromosom, pada saat ini kromosom terlihat di dalam sitoplasma.
- Prometafase: pada fase ini inti sel terlarut dan kromosom yang mengandung 2 kromatid mulai bermigrasi menuju bidang ekuatorial
- Metafase: terjadi kondensasi kromosom pada bidang ekuatorial
- Anafase. tiap sentromer mulai terpisah dan tiap kromatid dari masing-masing kromosom tertarik menuju kutub.
- Telofase: kromosom pada tiap kutub mulai mengalami dekonkondensasi, diikuti dengan terbentuknya kembali membran inti sel dan sitoplasma perlahan mulai membelah
- Sitokinesis: pembelahan sitoplasma terjadi sempurna dan menghasilkan dua sel anak yang identik.

3. Fasa Growth

Fasa 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 G_1 sangat bervariasi antara 6 jam hingga beberapa hari. Sel yang tidak lagi membelah akan masuk ke dalam fase G_0 atau fase diam. Pada fase ini, sel tetap menjalankan fungsi metabolisnya dengan aktif, tetapi tidak lagi melakukan proliferasi secara aktif. Sebuah sel yang berada pada fase G_0 dapat memasuki siklus sel kembali, atau tetap pada fase tersebut hingga terjadi apoptosis.

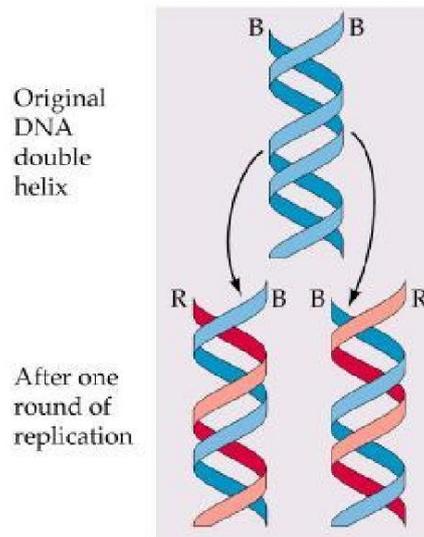
Pada umumnya, sel pada orang dewasa berada pada fase G_0 . Sel tersebut dapat masuk kembali ke fase G_1 oleh stimulasi antara lain berupa: perubahan kepadatan sel, mitogen atau faktor pertumbuhan, atau asupan nutrisi.

Merupakan sebuah jeda panjang antara satu mitosis dengan yang lain. Jeda tersebut termasuk fase G_1 , S, G_2 .

Siklus sel yang berlangsung kontinu dan berulang sehingga terjadi proliferasi (perbanyak) sel. Dalam siklus sel terjadi transisi antara fase sel serta pergantian teratur dari satu fase lainnya dalam satu siklus sel. Pergantian setiap fase sel dikendalikan oleh enzim yang disebut cekpoin, sebagai respon terhadap kondisi di luar sel (ekstrinsik).

Aktivitas seluler yang terjadi pada cekpoin, tidak dapat berlangsung tanpa enzim intraselular yang disebut CDK. Enzim CDK aktif jika terdiri dari sub-unit katalitik dan sub-unit siklin. Siklin disintesis pada setiap tahap dari fase siklus sel. Sebagai contoh, siklin E disintesis pada akhir fase G_1 hingga awal fase S, sedangkan siklin A disintesis sepanjang interval fase S dan G_2 , dan siklin B disintesis sepanjang fase G_2 dan M. Oleh sebab itu, sub-unit katalitik tidak dapat teraktivasi, hingga siklin yang diperlukan selesai disintesis. Regulasi terhadap CDK di atas menentukan kecepatan terpicunya transisi fase dalam siklus sel, setelah CDK teraktivasi, transisi ke fase berikutnya akan segera terjadi, walaupun jenjang reaksi pada fase berlangsung, belum selesai.

Pada transisi G_1 ke G_0 terjadi hambatan sintesis enzim yang berperan mensintesis DNA, sehingga sel tidak dapat memasuki fase S, dan sel teta bertahan di fase G_0 . Sebaliknya jika sel akan memasuki fase S, maka terjadi sintesis enzim yang berperan mensintesis DNA sehingga terjadi duplikasi DNA. Pada titik replikasi, rantai ganda DNA memisahkan diri menjadi dua untai tunggal, sehingga tampak seperti garpu. Pada tiap untai, terjadi sintesis untai DNA yang baru, dengan dimulai oleh molekul primer, atau molekul oligonukleotida pendek, dan diikuti oleh molekul-molekul lain dengan enzim DNA polimerase, membentuk rantai ganda DNA yang baru.



Gambar 5. Sintesis DNA yang terjadi dengan terbentuknya untai DNA baru yang berpasangan dengan untai DNA lama

Pembelahan Sel Secara Mitosis

Pembelahan sel secara mitosis adalah proses pembelahan sel yang terjadi pada bagian-bagian sel somatis (pada bagian sel-sel yang berfungsi sebagai penyusun tubuh) pada makhluk hidup eukariotik. Pembelahan sel secara mitosis terjadi pada setiap sel-sel induk yang mempunyai sifat diploid (biasa disebut $2n$), kromosomnya berpasangan dan akan menghasilkan dua sel anakan yang bersifat diploid juga. Jumlah kromosom sel anakan sama dengan jumlah kromosom pada sel induk.

Pada makhluk hidup seperti halnya hewan dan manusia, proses pembelahan sel secara mitosis terjadi pada bagian sel-sel meristem somatis (bagian-bagian dari sel tubuh yang relatif masih muda) yang akan mengalami suatu proses pertumbuhan dan perkembangan. Sel-sel pada embrio akan terus bermitosis sehingga menambah jumlah sel, tumbuh dan berkembang.

Pada proses pembelahan sel secara mitosis, sel-sel tidak bisa langsung melakukan proses pembelahan menjadi dua buah, melainkan melewati beberapa fase atau tahapan-tahapan pembelahan sel yang meliputi tahap profase, tahap metafase, tahap anafase, dan telofase. Pada saat sel siap untuk melakukan proses pembelahan, maka akan langsung terjadi tahap interfase.

Tahapan Interfase ditandai dengan inti sel yang terlihat keruh dan secara lambat laun akan terlihat benang-benang kromatin yang sangat halus. Dan juga pada fase ini, sel-sel dalam kondisi yang dinamis, bagian sel-sel yang masih aktif akan mengadakan proses sintesis zat dan melakukan proses pengumpulan energi sebagai suatu proses persiapan untuk melakukan proses pembelahan sel secara mitosis.

Maka akibatnya akan terjadi suatu proses penimbunan zat dan juga energi yang bisa menyebabkan masa maupun volume yang bertambah menjadi semakin besar, sehingga akan terjadi ketidak seimbangan dengan bagian luar dari sel. Pada akhirnya kondisi ini, akan mendorong sel-sel untuk melakukan proses pembelahan sel secara mitosis. Setelah tahap interfase pada proses pembelahan sel secara mitosis memasuki fase yang dinamakan mitotic yang akan terurai sebagai berikut, tahap profase, tahap metafase, tahap anafase dan juga tahap telofase.

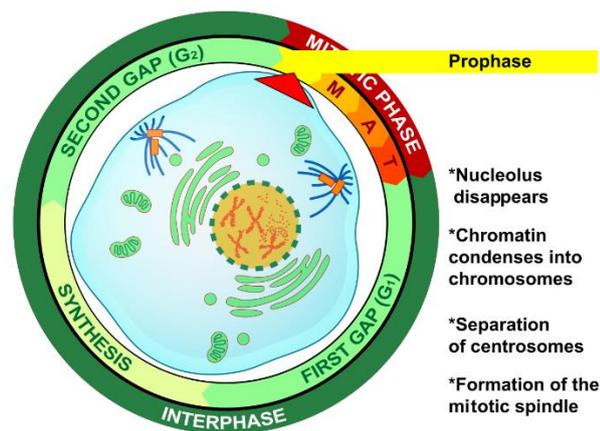
Tahap Tahap Pembelahan Mitosis

1. Tahap Profase

Pada tahap-tahap profase ini, benang-benang kromatin akan memendek dan juga menebal dan membentuk kromosom. Kemudian, pada setiap bagian kromosom akan melakukan proses membelah dan juga memanjang menjadi dua bagian, yakni pada masing-masing anak dari kromosom yang sering disebut dengan kromatid, dan pada bagian dinding inti akan mulai melakukan proses melebur.

Ciri-ciri yang dimiliki oleh tahap profase adalah sebagai berikut:

1. nukleolus akan menghilang
2. terjadi duplikasi kromosom dan menjadi kromatid
3. kromatid akan melekat pelekatan pada bagian dari sentromer.
4. terlihat dua pasang sentriol (ini biasanya terjadi khusus pada sel hewan saja) yang kemudian dikelilingi oleh aster, yang terbentuk menjadi sentrosom.
5. sentriol akan mengalami pergerakan menuju ke bagian kutub yang mempunyai arah berlawanan karena aster.
6. Benang-benang spindel tersebut akan melakukan proses pengikatan kromosom-kromosom pada bagian konetokor pada sebuah sentrosom.



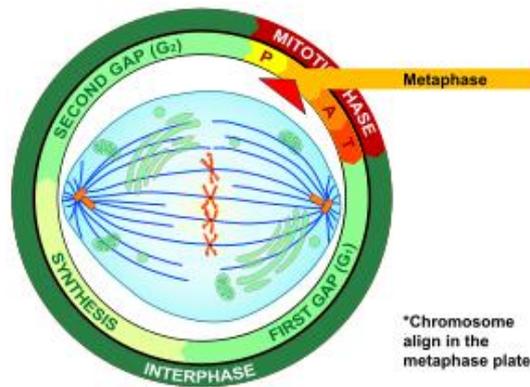
Gambar 6 Tahap Profase

2. Tahap Metafase

Pada tahap-tahap metafase sepasang kromatid yang akan menuju ke tengah sel langsung menempatkan dirinya pada bagian bidang tengah dari sel-sel tersebut, yaitu bidang ekuator. Bidang ekuator merupakan suatu bidang tempat terjadinya proses pembelahan sel.

Ciri-ciri yang dimiliki oleh tahap metafase adalah sebagai berikut :

1. Terjadi suatu proses peleburan karioteka (membran inti) secara sempurna.
2. Benang-benang spindel akan menempati daerah-daerah bekas inti.
3. Kromatid akan melakukan pergerakan menuju ke arah bidang ekuator atau disebut dengan bidang pembelahan dan kemudian sentromernya akan terikat dengan benang-benang spindel.
4. Kromatid akan berjajar di sepanjang bidang ekuator atau bidang pembelahan.



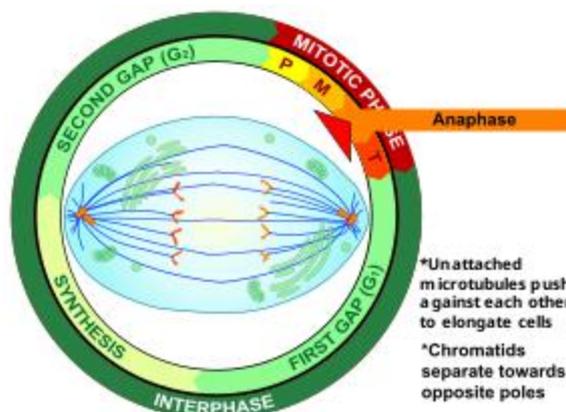
Gambar 7. Tahap metaphase

3. Tahap Anafase

Pada tahap-tahap anafase kedua bagian kromatid akan memisahkan dirinya dari pasangannya dan akan melakukan pergerakan menuju ke bagian ujung atau bagian kutub yang mempunyai arah saling berlawanan. Mulai pada waktu tersebut, pada bagian kromatid akan berlaku sebagai kromosom yang baru.

Ciri-ciri yang dimiliki oleh tahap anafase adalah sebagai berikut :

1. Bagian sentromer akan membelah menjadi dua bagian dan bagian kromatid akan berpisah.
2. Pada Benang-benang spindel antar bagian kromosom dan juga bagian sentriol akan memendek sehingga masing-masing kromosom akan tertarik ke bagian kutub yang mempunyai arah berlawanan.
3. Tarikan pada benang-benang spindel pada bagian kromosom adalah sebagai akibat dari proses kontraksi pada bagian mikrotubulus.
4. Kromosom sudah sampai pada masing-masing bagian kutubnya.
5. Serat-serat antara kromosom akan mengalami perenggangan sehingga bagian sel akan menjadi memanjang. (baca juga : cara menjaga keseimbangan ekosistem)



Gambar 8. Fase Anafase

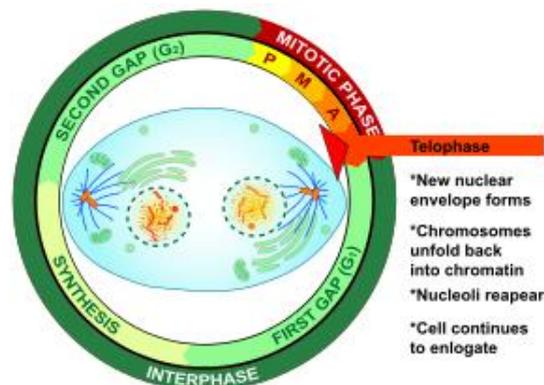
4. Tahap Telofase

Pada tahap-tahap telofase ini, pada setiap bagian dari kutub akan terbentuk kromosom-kromosom yang memiliki sifat identik. Maka bagian dari dinding inti sel-sel akan mengalami proses pembentukan kembali. Pada bagian dari plasma sel yang akan terbagi menjadi dua bagian yang sama biasa disebut dengan tahap sitokinesis. Tahap sitokinesis yang terjadi pada sel hewan, biasanya ditandai dengan proses

melekuknya bagian dari sel-sel ke dalam dan juga ditandai dengan proses terbentuknya bagian dari membran sel. Sedangkan tahap sitokinesis yang terjadi pada pada sel tumbuhan, biasanya ditandai dengan proses terbentuknya bagian dari dinding sel dan tentunya juga ditandai dengan terbentuknya membran sel yang baru di bagian tengah-tengah sel.

Ciri-ciri yang dimiliki oleh tahap telofase adalah sebagai berikut :

1. Pada bagian benang-benang spindel yang memiliki fungsi sebagai pengantung kromosom akan hilang (aster akan menghilang).
2. Pada bagian karioteka (membran inti) akan terbentuk kembali pada setiap bagian-bagian kutub dari sel dan juga akan melingkupi pada bagian kromosom.
3. Kromosom akan mengalami sebuah proses yang dinamakan dekondensasi yang menjadi kromatin.
4. Bagian nukleolus akan mengalami pembentukan kembali.
5. Bagian matrik pada sitoplasma akan kembali dalam kondisi yang jernih.
6. Terjadi suatu proses penebalan pada bagian dari plasma (proses ini biasa disebut sebagai plasmakinesis) pada bagian-bagian bidang ekuator yang memiliki peran sebagai langkah awal dalam proses sitokinesis.
7. Terbentuk selaput-selaput pemisah pada bagian-bagian bidang ekuator / bidang pembelahan (sebagai proses sitokinesis) dan juga akan terbentuk dua buah sel-sel anak yang baru.



Gambar 9. Tahap Telofase

5. Pembelahan Secara Meiosis

Pembelahan meiosis berasal dari kata *meioun* yang artinya pengurangan. Sejarah penemuan pembelahan secara meiosis dijelaskan oleh Edouard van Beneden tahun 1883 dengan meneliti telur cacing *Ascaris* sp. yang mengandung kromosom yang hanya separuh dari jumlah kromosom yang terdapat di sel somatis.

Pembelahan meiosis adalah proses pembelahan bersifat reduksi yang bertujuan untuk menghasilkan gamet. Pembelahan meiosis merupakan pembelahan reduksi, karena terjadi pengurangan jumlah kromosom diploid ($2n$) menjadi haploid (n). Pembelahan meiosis terjadi pada sel penghasil gamet pada organ kelamin jantan dan betina. Namun sel pada organ kelamin jantan atau betina itu sendiri mengalami pembelahan secara mitosis. Misal, ovarium dan testes tidak mengalami meiosis

tetapi mengalami pembelahan secara mitosis. Namun sel gamet dalam ovarium dan testes mengalami pembelahan secara meiosis.

Meiosis dibagi menjadi dua tahap pembelahan, yaitu meiosis I dan meiosis II. Pada setiap tahap meiosis I dan meiosis II terjadi fase pembelahan profase 1, metaphase 1, anafase 1, dan telofase 1, demikian pula pada meiosis II terjadi profase 2, metaphase 2, anaphase 2 dan telofase 2. Perbedaan Meiosis 1 dan Meiosis 2 yang paling menonjol adalah adanya pindah silang dan penggandaan kromosom. Pembelahan meiosis membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan pembelahan mitosis serta proses pembelahan yang lebih kompleks.

Pembelahan meiosis bertujuan untuk menghasilkan gamet, mengurangi separuh jumlah kromosom (sehingga saat fertilisasi antara ovum dan sperma, jumlah kromosom individu yang dihasilkan kromosomnya tidak berubah), meningkatkan variabilitas genetik pada gamet, dan mempertahankan jenis spesies. Bisa kita bayangkan, jika sel gamet tidak mengalami pembelahan secara reduksi, maka gamet yang dihasilkan diploid. Pada saat fertilisasi terjadi penggabungan kromosom sel telur dan sel sperma, maka akan dihasilkan individu dengan jumlah kromosom dua kali jumlahnya kromosom orang tuanya. Dalam ilmu Biologi, jika dua individu jumlah set kromosomnya berbeda maka berbeda spesies. Oleh karena itu reduksi jumlah kromosom pada sel gamet akan mempertahankan spesies makhluk hidup.

Tahapan pembelahan Meiosis

Pembelahan meiosis dapat dibagi menjadi meiosis I dan meiosis II. Tahapannya terdiri dari profase I, metafase I, anafase I, telofase I, profase II, metafase II, anafase II, dan telofase II. Tahapan pada meiosis II (profase II hingga telofase II) memiliki kemiripan dengan tahapan pada mitosis.

MEIOSIS I

1. Profase 1

Profase 1 pada meiosis I waktunya lebih lama serta lebih kompleks dibandingkan dengan profase pada mitosis. Tahapan ini terdiri dari beberapa tahap antara lain:

a. Leptonema

Leptonema / Leptoten adalah tahapan terjadinya **penggandaan** kromosom menjadi **kromatid kembar (*sister chromatids*)**. Namun, dalam pengamatan mikroskop bentuknya masih seperti benang tunggal tipis yang memanjang.

b. Zigonema

Zigonema / Zigoten adalah tahapan terjadinya tiap kromosom homolog berpasangan membentuk struktur bivalen yang dinamakan **sinapsis**. Tiap kromosom mengalami penggandaan menjadi dua kromatid kembar yang mana tiap bivalen terdapat empat kromatid kembar. Kompleks empat kromatid tersebut dinamakan tetrad.

c. Pakinema

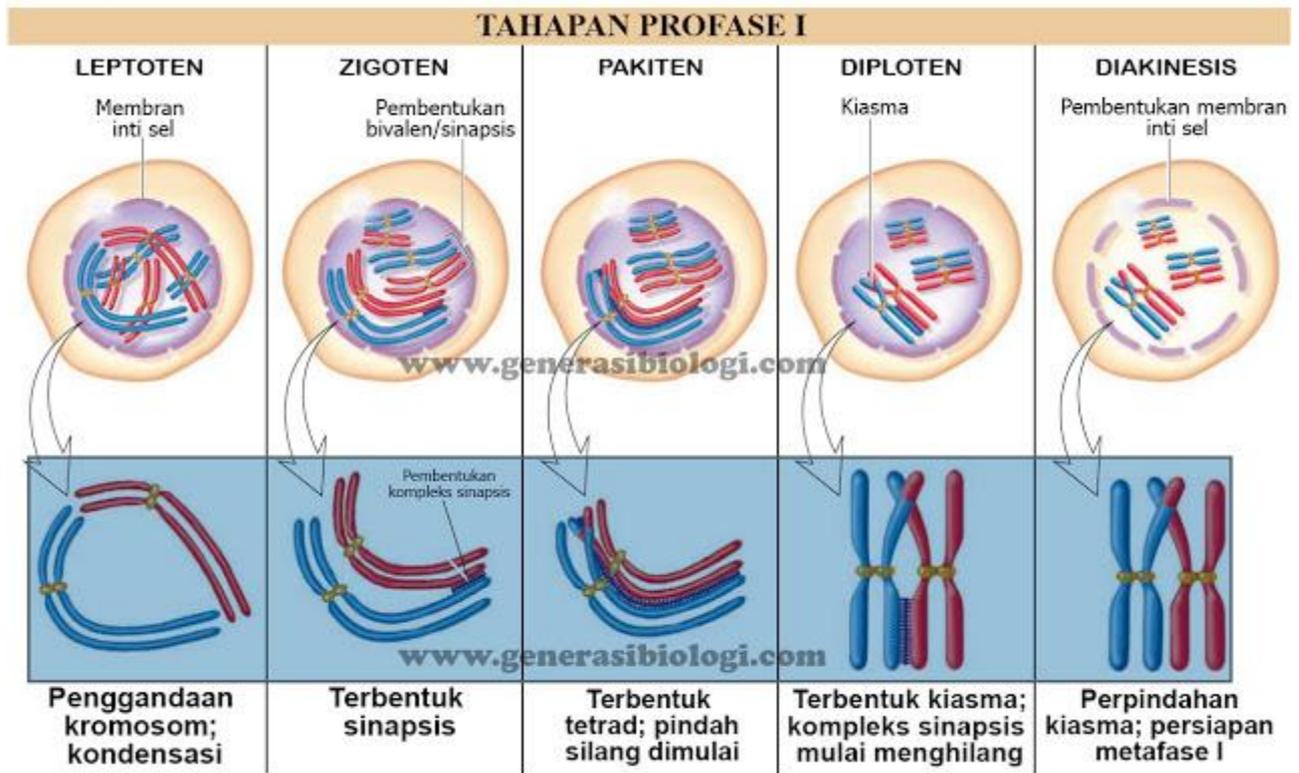
Pakinema / Pakiten adalah tahapan terjadinya penampakan visual pertama kalinya struktur **tetrad**. Tahapan ini juga mulai terjadi pindah silang (*crossing over*), yakni pertukaran materi genetik antara kromatid paternal dengan kromatid maternal.

d. Diplonema

Diplonema / Diploten adalah tahapan terjadinya penampakan secara visual tempat terjadinya pindah silang yang disebut **kiasma** (jamak = kiasmata).

e. Diakinesis

Diakinesis adalah tahapan terjadinya **perpindahan kiasma** bergeser ke ujung kromosom. Tiap kromatid anggota tetrad semakin pendek, menebal, dan bergerak ke arah bidang ekuator sel. Nukleolus dan membran nukleus menghilang. Mikrotubulus / benang spindel yang keluar dari sentriol semakin memanjang dan menempel pada kinetokor.



Gambar 9. Profase 1 Pada Meiosis I

2. Metafase1

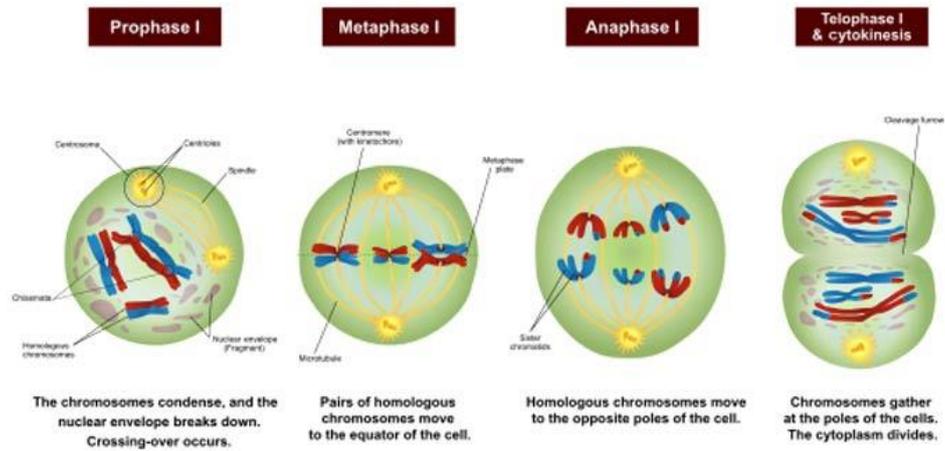
Pada tahapan ini tetrad kromosom berada pada bidang tengah sel (ekuator). Pada tahapan ini susunan kromosom meiosis dapat dibedakan dengan kromosom mitosis yakni tidak adanya struktur tetrad pada kromosom mitosis.

3. Anafase1

Tahapan ini tiap kromosom homolog yang masing-masing terdiri atas dua kromatid kembar bergerak ke kutub sel yang berlawanan.

4. Telofase I

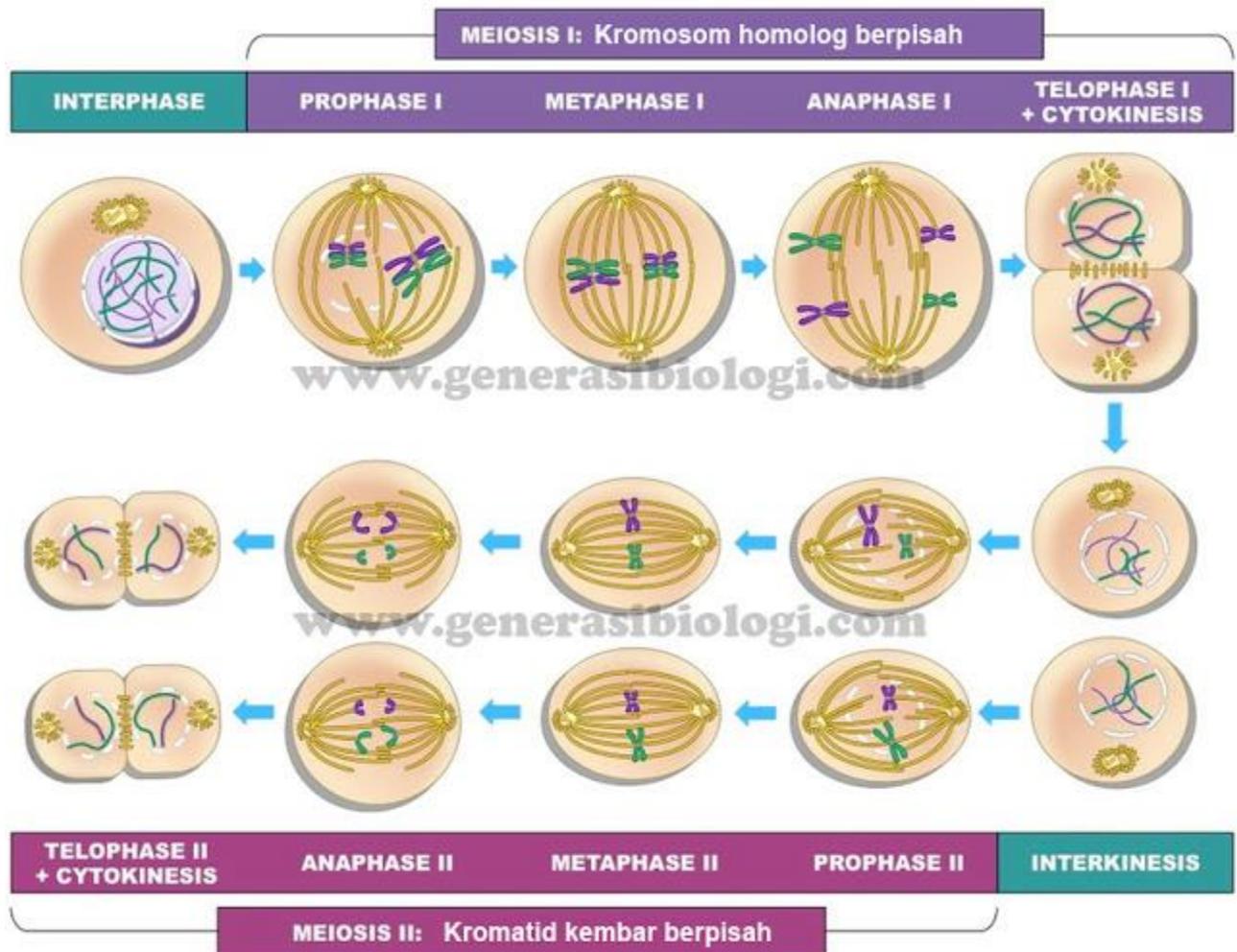
Masing-masing kromosom homolog telah mencapai kutub sel yang berlawanan. Pada tahapan ini diikuti sitokinesis dan interfase singkat yang langsung ke proses meiosis II.



Gambar 10. Tahapan pembelahan Meiosis I

MEIOSIS II

1. Profase2
Kromatid kembar masih melekat pada sentromer
2. Metafase2
Tiap kromatid kembar berjejer di bidang ekuator pembelahan. Terbentuk benang spindel yang menempel pada sentromer ke arah berlawanan di kutub sel.
3. Anafase2
Benang spindel menarik kromatid menuju kutub pembelahan sel sehingga menyebabkan kromatid kembar berpisah.
4. Telofase 2
Kromosom berada di kutub pembelahan yang kemudian dilanjutkan dengan sitokinesis menjadi 4 sel yang masing-masing sel terdiri dari kromosom haploid (setengah dari jumlah kromosom induk).



Gambar 11. Tahapan Pembelahan Meiosis II

6. Perbedaan Mitosis dan Meiosis

Pada dasarnya mitosis dan meiosis dapat dibedakan berdasarkan berbagai aspek antara lain; aspek tujuan prosesnya, jumlah pembelahan sel, tempat pembelahan dan sifat sel anaknya.

Mitosis : Terjadi pada semua sel tubuh (autosom) yang sedang memperbanyak diri.

1. Hanya terdapat satu tahap pembelahan dalam satu siklus pembelahan sel.
2. Tidak terdapat pasangan kromosom homolog, yang berpisah adalah kromatid-kromatid yang bergerak menuju kutub yang berbeda.
3. Tidak terjadi pertukaran segmen kromosom.
4. Terjadi di sel somatik.
5. Tahapan mitosis : "profase-metafase-anafase dan telofase diselingi oleh interfase".
6. Tujuan prosesnya adalah untuk masa pertumbuhan seseorang.
7. Sifat sel anak berupa diploid atau $2n$.

8. Sel baru yang dihasilkan dari suatu mitosis akan mempunyai struktur genetik yang sama dengan sel awal.
9. Pembelahan sel waktunya berlangsung singkat.
10. Jumlah kromosom per nukleus tetap dipertahankan pada sel anak.
11. Hasil akhir dari pembelahan satu sel adalah dua sel baru yang sama.

Meiosis :

1. Hanya terjadi pada sel gonad pada saat pembentukan gamet.
2. Terdapat dua tahap pembelahan, yaitu meiosis I dan meiosis II.
3. Terdapat pasangan kromosom homolog pada meiosis I, kemudian setiap anggota pasangan kromosom akan bermigrasi menuju kutub yang berbeda. pada meiosis II baru terjadi pemisahan kromatid seperti pada mitosis.
4. Terjadi pindah silang antara kromosom homolog yang berpasangan.
5. Terjadi pada sel gonad di dalam tubuh.
6. Tahapan meiosis: “profase I – metafase I – anafase I – telofase I – profase II – metafase II – anafase II – telofase II tanpa interfase”.
7. Bertujuan untuk mempertahankan adanya diploid.
8. Sifat sel anak berupa haploid atau n.
9. Sel yang dihasilkan melalui proses meiosis akan mempunyai jumlah kromosom separuh dari sel semula.
10. Pembelahan sel waktunya berlangsung cepat.
11. Jumlah kromosom setengah dari nukleus semula.
12. Hasil akhir dari pembelahan satu sel adalah empat sel baru yang mempunyai jumlah kromosom separuh dari sel induk.

Tabel Perbedaan Mitosis dan Meiosis

Untuk memudahkan dalam memahami perbedaan mitosis dan meiosis dengan lebih mudah, berikut ini kami sajikan perbedaan keduanya dalam bentuk tabel,

Perbedaan	Mitosis	Meiosis
Jumlah Pembelahan	Hanya satu pembelahan	Biasanya dua pembelahan dan lebih bertahap
Tujuan	Untuk reproduksi aseksual, pertumbuhan dan reparasi sel. Juga Untuk perkembangbiakan organisme eukariotik uniseluler.	Membutuhkan rekombinan dan proses reproduksi seksual. Juga untuk mengurangi jumlah kromosom.
Isi Duplikasi	Konten berupa kromosom dan material sitoplasma.	Tidak diplikasi kromosom dan sitoplasma pada pembelahan pertama. pembelahan kedua sama dengan mitosis dan jumlah kromosom tidak berkurang

Persilangan	Tidak terjadi persilangan	Terjadi proses persilangan (Cross over)
Sentromer	Sentromer terpisah pada fase anafase	Sentromer tidak terpisah pada fase anafase I, tetapi pada anafase II meiosis
Sitokinesis	Sitokinesis terjadi hanya sekali	Sitokinesis terjadi dua kali, yaitu pada fase telofase I dan telofase II.
Jumlah Sel Anak	2 sel	4 sel
Sifat Sel Anakan	Identik dengan sel induk	Tidak identik dengan sel induk (terjadi kombinasi gen)
Sifat kromosom sel anak hasil pembelahan dari sel induk diploid (2n)	Diploid (2n)	Haploid (n)
Peranan bagi organisme eukariotik multiseluler	Menghasilkan sel somatik	Menghasilkan sel-sel gamet
Interkinesis	Tidak ada	Ada, antara meiosis I dengan meiosis II
Metafase	Kromosom berjajar di bidang ekuatorial dalam 1 baris	Metafase II : kromosom berjajar di bidang ekuatorial dalam 1 baris
Duplikasi kromosom (kromatid saudara)	Pada awal profase	Para pertengahan profase I (fase pakiten)
Sinapsis kromosom homolog	Tidak terjadi	Terjadi pada profase I

Pindah silang (crossing over) gen pada kromosom	Tidak ada	Ada
Sentromer saat anafase	Terbagi 2 sehingga kromatid memisah saat anafase	Pada anafase I, sentromer belum memisah. Sentromer memisah saat anafase II
Anafase	Memisahkan kromatid saudara	Anafase I : memisahkan pasangan kromosom homolog, Anafase II : memisahkan kromatid saudara

Daftar Pustaka

1. Freeman, Scott (2011). *Biological Science (6th ed.)*. Hoboken, NY: Pearson. p. 210.
2. Letunic, I; Bork, P (2006). "[Interactive Tree of Life](#)". Retrieved 23 July 2011.
3. Bernstein H, Bernstein C, Michod RE (2011). "Meiosis as an evolutionary adaptation for DNA repair." In "DNA Repair", Intech Publ (Inna Kruman, editor), Chapter 19: 357-382 DOI: 10.5772/1751 [ISBN 978-953-307-697-3](#) Available online from: <http://www.intechopen.com/books/dna-repair/meiosis-as-an-evolutionary-adaptation-for-dna-repair>
4. Bernstein H, Bernstein C (2010). "Evolutionary origin of recombination during meiosis". *BioScience*. **60** (7): 498–505. doi:10.1525/bio.2010.60.7.5.
5. LODÉ T (2011). "Sex is not a solution for reproduction: the libertine bubble theory". *BioEssays*. **33** (6): 419–422. doi:10.1002/bies.201000125. PMID 21472739.
6. Hassold, Terry; Hunt, Patricia (1 April 2001). "To err (meiotically) is human: the genesis of human aneuploidy". *Nature Reviews Genetics*. **2** (4): 280–291. doi:10.1038/35066065. PMID 11283700.
7. J.B. Farmer and J.E.S. Moore, *Quarterly Journal of Microscopic Science* **48**:489 (1905) as quoted in the [Oxford English Dictionary](#), Third Edition, June 2001, [s.v.](#)
8. Battaglia E. (1985). Meiosis and mitosis: a terminological criticism. *Ann Bot (Rome)* **43**: 101–140. [link](#).