



Sumber: Biologi Discovering Life, 1991

4

B a b 4

Reproduksi Sel

Pada bab ini, Anda akan diajak untuk dapat memahami penerapan konsep dasar dan prinsip-prinsip hereditas serta penerapannya dalam kehidupan. Setelah mempelajari bab ini, Anda akan mampu menjelaskan keterkaitan antara proses pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat.

Pernahkah Anda merasakan bahwa kulit Anda terasa kering dan mengelupas? Atau pernahkah tangan Anda teriris pisau? Apakah yang terjadi? Tentu saja kulit yang terkelupas tersebut diganti oleh kulit baru sehingga luka di tangan Anda akan menutup dan sembuh. Kulit baru tersebut terbentuk dari sel-sel kulit yang membelah atau bereproduksi.

Anda tentu mengenal penyakit kanker. Penyakit ini disebabkan oleh pembelahan sel yang tidak terkendali. Pada sel normal, pembelahan akan berlangsung secara normal dan berhenti setelah keseimbangan jumlah sel terpenuhi.

Reproduksi sel merupakan salah satu ciri utama makhluk hidup. Pada makhluk hidup bersel satu (uniseluler), proses tersebut merupakan cara untuk menghindari dari kepunahan. Adapun pada makhluk hidup bersel banyak (multiseluler), reproduksi sel bertujuan memperbaiki jaringan tubuh yang rusak, pertumbuhan, dan perkembangan sel. Melalui pembentukan sel-sel gamet (sel kelamin), reproduksi sel merupakan cara makhluk hidup mewariskan sifat kepada keturunannya. Pewarisan sifat ini akan Anda pelajari pada bab berikutnya.

Bagaimanakah mekanisme reproduksi sel? Apakah manfaatnya? Setelah mempelajari bab ini, Anda diharapkan dapat memahami mekanisme reproduksi sel sebagai aturan yang ditetapkan Yang Mahakuasa.

- A. Mitosis**
- B. Meiosis**
- C. Pembentukan Gamet (Gametogenesis)**

Soal Pramateri

1. Menurut pendapat Anda, apakah perbedaan antara mitosis dan meiosis?
2. Apakah yang dimaksud dengan gametogenesis?



Sumber: Biologi Discovering Life, 1991

Gambar 4.1

Pembelahan pada sel prokariotik (bakteri) terjadi secara amitosis.

Gambar 4.2

Siklus sel merupakan rangkaian perkembangan sel. apakah pembelahan sel terjadi?

Kata Kunci

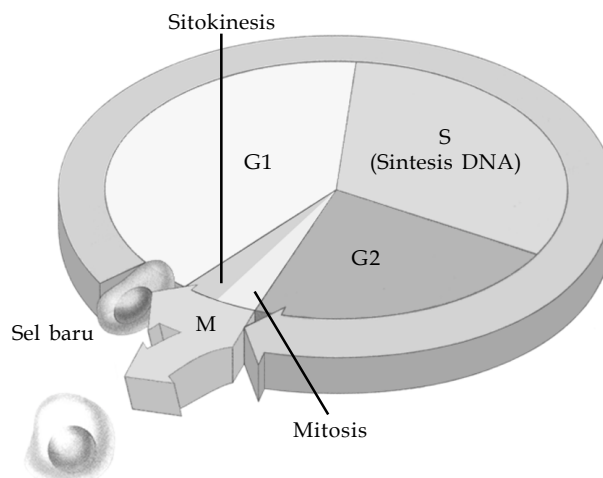
- Amitosis
- Mitosis
- Profase

A Mitosis

Reproduksi seksual maupun reproduksi aseksual bergantung pada **pembelahan sel**. Pembelahan sel dilakukan dengan bermacam-macam cara bergantung pada jenis sel dan makhluk hidupnya. Pada makhluk hidup yang inti selnya tidak memiliki selaput (**prokariot**), misalnya pada bakteri pembelahannya dilakukan secara langsung, tidak melalui tahapan-tahapan pembelahan. Pembelahan sel seperti ini dinamakan **amitosis (Gambar 4.1)**.

Pembelahan amitosis merupakan pembelahan yang umum terjadi pada semua tipe pembelahan, termasuk proses membelah diri pada *Amoeba*. Sifat keturunan yang dihasilkan akan mirip dengan induknya, mengapa? Adapun pada makhluk hidup yang inti selnya memiliki selaput (**eukariot**), pembelahan selnya dilakukan melalui tahapan-tahapan pembelahan. Pada sel tubuh (somatis), pembelahannya dilakukan secara mitosis, sedangkan pada sel kelamin (germinal) pembelahannya dilakukan secara meiosis. Apa perbedaan mitosis dan meiosis?

Seluruh materi genetik yang dimiliki oleh induk akan diduplikasi dan dibagikan sama rata pada anaknya. Terdapat beberapa tahapan dalam proses mitosis, yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase. Dalam siklus sel terjadi empat fase, yaitu fase G_1 (*first gap*), fase S (sintesis DNA), fase G_2 (*second gap*), dan fase M (mitosis). Fase G_1 , fase S, dan fase G_2 dinamakan **interfase**. Fase M merupakan fase **pembelahan (Gambar 4.2)**.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Interfase merupakan fase yang paling panjang dari siklus sel karena terdiri atas tiga fase, yaitu fase G_1 , fase S, dan fase G_2 . Pada fase G_1 , terjadi proses transkripsi RNA, tRNA, mRNA, dan sintesis berbagai jenis protein. Pada fase S, terjadi replikasi dan duplikasi DNA. Pada fase ini terjadi pembentukan penyusun sitoplasma berupa organel dan molekul makro (Campbell, *et al*, 2006: 129).

1. Profase

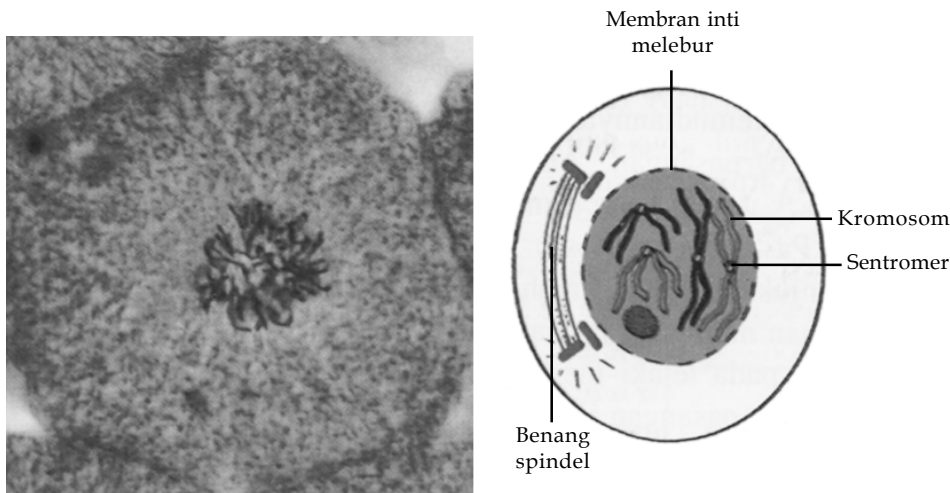
Tahap profase adalah tahap awal dimulainya pembelahan. Profase ditandai dengan mulai menghilangnya membran inti sel dan benang kromatin mulai mengalami penebalan dan pemendekan membentuk kromosom. Kromosom membentuk pasangan dari hasil duplikasinya membentuk kromatid. Pada tahap ini dengan menggunakan mikroskop cahaya, Anda dapat melihat dengan jelas bentuk kromosom.

Wawasan Biologi

Kanker merupakan kelaian siklus sel. Sel kanker tidak melakukan siklus pembelahan sel secara normal. Sel-sel kanker membelah diri secara berlebihan dan dapat menyerang sel tubuh lainnya. Umumnya sel kanker dapat direspons oleh sistem kekebalan tubuh dan dapat dihancurkan. Namun, jika sel kanker dapat bertahan, sel kanker dapat terus membelah dan membentuk kumpulan sel yang disebut tumor. Jika sel abnormal dapat menyebar ke jaringan atau bagian tubuh lain disebut tumor ganas.

Sumber: Biologi: The nity and Diversity of Life, 1995

Membran inti yang menghilang akan diikuti dengan terbentuknya benang gelendong yang berasal dari mikrotubula di sitoplasma. Benang spindel ini akan membentang dari kutub-kutub pembelahan sel dan memegang sentromer dari setiap kromosom. Bagian sentromer yang berikatan dengan spindel ini dinamakan **kinetokor** yang merupakan bagian dari protein sentromer. Benang spindel akan berusaha untuk menarik kromosom menuju bidang pembelahan (bidang ekuator). Perhatikan **Gambar 4.3**.



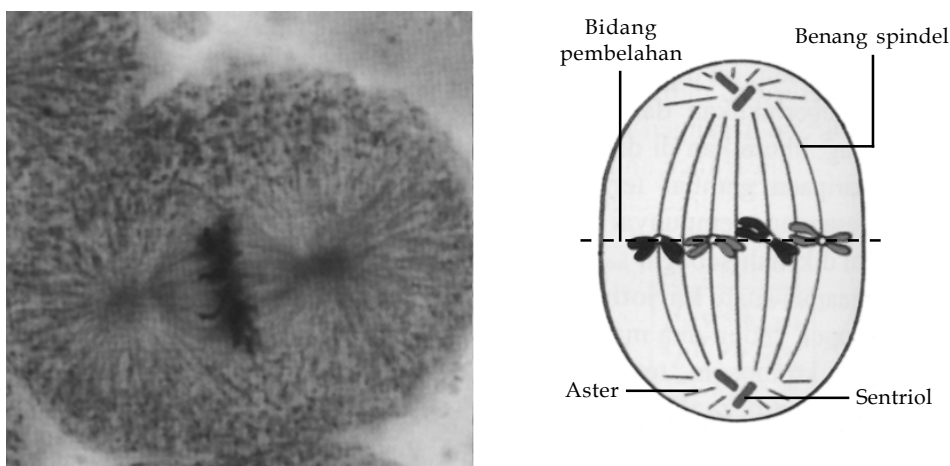
Sumber: Biologi: Evolusi epelebagaian dan Persekitaran, 1995

Gambar 4.3

Pada tahap profase, kromosom mulai terbentuk.

2. Metafase

Pada tahap metafase, pasangan kromatid bergerak ke arah bidang pembelahan. Kromatid terbentuk bergerak ke arah kutub yang berlawanan, namun tetap berikatan pada benang spindel. Kromatid akan membentuk garis hitam di sepanjang bidang pembelahan. Setelah kromatid tiba di bidang pembelahan, kinetokor akan memisah. Perhatikan **Gambar 4.4**.



Sumber: Biologi: Evolusi epelebagaian dan Persekitaran, 1995

Kata Kunci

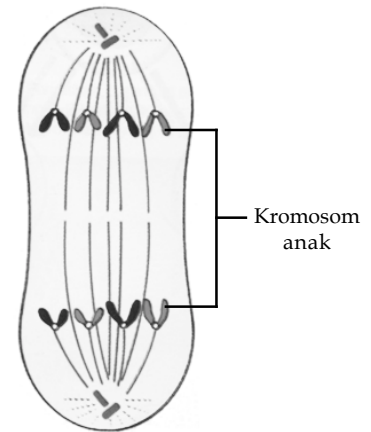
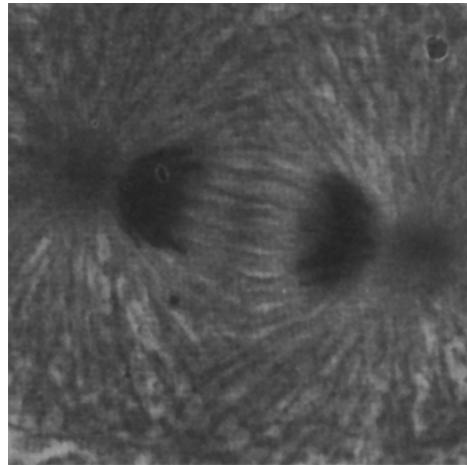
- Anafase
- Kinetokor
- Metafase

Gambar 4.4

Tahap metafase

3. Anafase

Pada tahap anafase, sentromer mulai berpisah dan bergerak ke arah berlawanan menuju kutub masing-masing. Benang spindel menggerakkan kedua kromosom yang berpisah ini menuju kutub berlawanan meninggalkan bidang pembelahan. Tahap ini diakhiri jika setiap kromosom yang berpisah telah mencapai kutub masing-masing. Perhatikan **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5

Tahap anafase

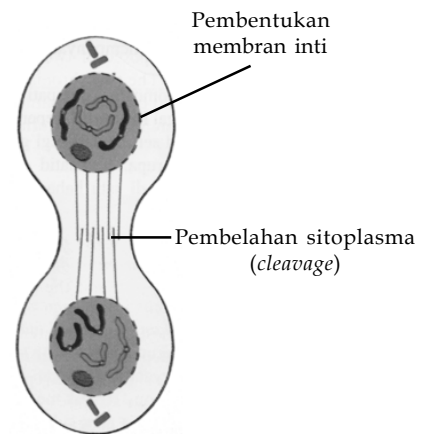
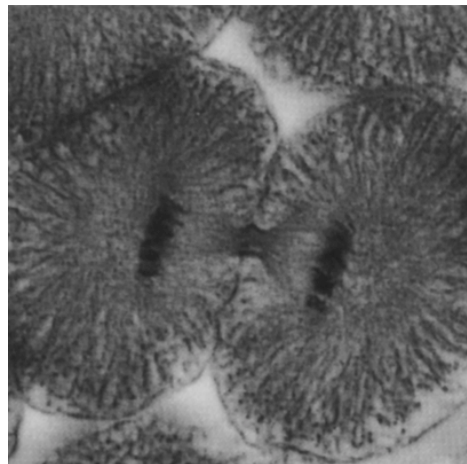
Sumber: Biologi: Evolusi, epelbagaian, dan Persekitaran, 1995

4. Telofase

Tahap telofase diawali dengan berhentinya gerakan kromosom menuju kutub pembelahan. Pada tahap ini, keadaan sel kembali normal. Membran inti kembali terbentuk dan benang spindel akan menghilang menjadi mikrotubula biasa. Pada bidang pembelahan akan terjadi penebalan plasma yang dilanjutkan dengan proses **sitokinesis** atau pembelahan sitoplasma sel. Perhatikan **Gambar 4.6**.

Kata Kunci

- Fragmaoplas
- Mikrotubula
- Sitokinesis
- Telofase



Gambar 4.6

Tahap telofase diawali dengan gerakan kromatid menuju kutub pembelahan.

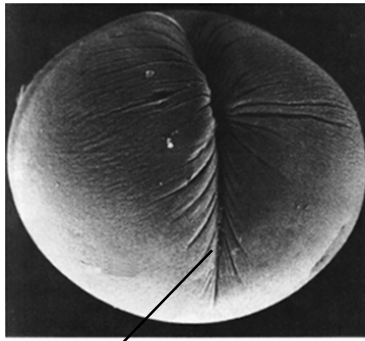
apakah sitokinesis terjadi?

Sumber: Biologi: Evolusi, epelbagaian, dan Persekitaran, 1995

Sitokinesis adalah proses pemisahan sitoplasma yang menghasilkan dua sel anak dengan terbentuknya membran baru. Di dalam proses sitokinesis termasuk pula pembagian organel-organel sel. Dua sel anak hasil mitosis akan memiliki sifat yang sama (identik) dengan induk dan dengan satu sama lainnya. Mengapa?

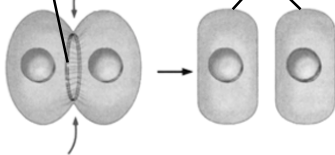
Pada sekitar bidang pembelahan terdapat mikrotubula yang keadaannya tidak terorganisir dan bercampur dengan gelembung yang disebut *mid body* (lapisan pemisah). Lapisan ini akan membentuk membran sel baru. Mekanisme pembelahan sitoplasma ini terjadi pada pembelahan (*cleavage*) sel hewan. Pada sel tumbuhan tidak terdapat *mid body*, tetapi terdapat **fragmaoplas** yang mengandung aparatus Golgi. Fragmaoplas berfungsi membentuk lempeng sel (*cell plate*) yang akan menjadi dinding sel. Perhatikan **Gambar 4.7**.

(a)

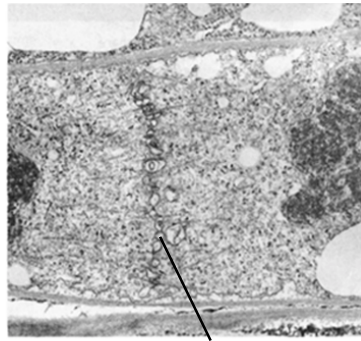


Pembelahan sitoplasma

Sel anak

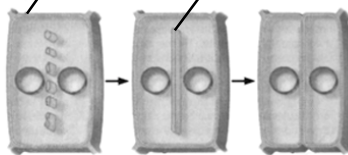


(b)



Dinding sel

Lempeng sel



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Gambar 4.7

Proses sitokinesis yang terjadi pada (a) hewan dan (b) tumbuhan. Apakah perbedaannya?

Kegiatan 4.1

Pembelahan Mitosis

Tujuan

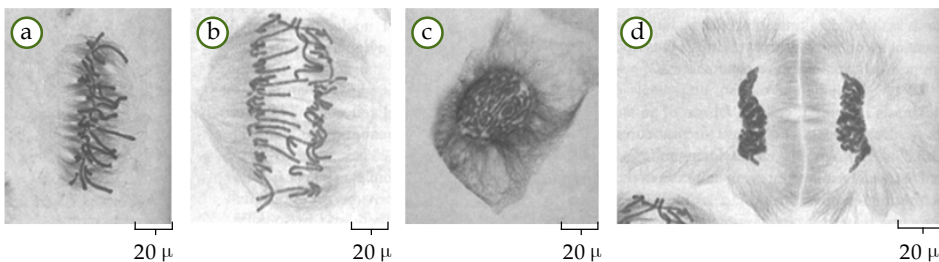
Membedakan fase reproduksi sel secara mitosis

Alat dan Bahan

Mikroskop dan preparat awetan akar bawang

Langkah Kerja

1. Dengan menggunakan mikroskop, amatilah fase pembelahan mitosis yang terjadi.
2. Gambarlah fase-fase pembelahan yang terjadi. Gunakan gambar berikut sebagai acuan.



Sumber: Biology, 1999

3. Diskusikan hasilnya dengan kelompok Anda dan buatlah laporannya. Presentasikan di depan kelas.

Jawablah pertanyaan berikut untuk menyimpulkan fakta.

1. Berdasarkan gambar tersebut, tentukan masing-masing fasenya.
2. Jelaskan setiap ciri tahapan (fase) mitosis tersebut.
3. Setelah fase apakah terjadinya sitokinesis?

Tugas Ilmiah 4.1

Penyakit kanker merupakan salah satu penyakit yang ditakuti masyarakat. Hingga kini penyebab pasti penyakit ini masih diteliti oleh para ilmuwan. Penyakit ini dimulai dengan adanya pertumbuhan sel-sel tubuh yang tidak terkendali. Tugas Anda sekarang, yaitu membuat sebuah karya tulis mengenai pembelahan sel kanker. Jika memungkinkan, carilah informasi mengenai pembelahan sel-sel kanker yang terjadi dan manfaat penggunaan sel kanker. Diskusikanlah hasil kerja Anda ketika proses belajar di kelas berlangsung.

Soal Penguasaan Materi 4.1

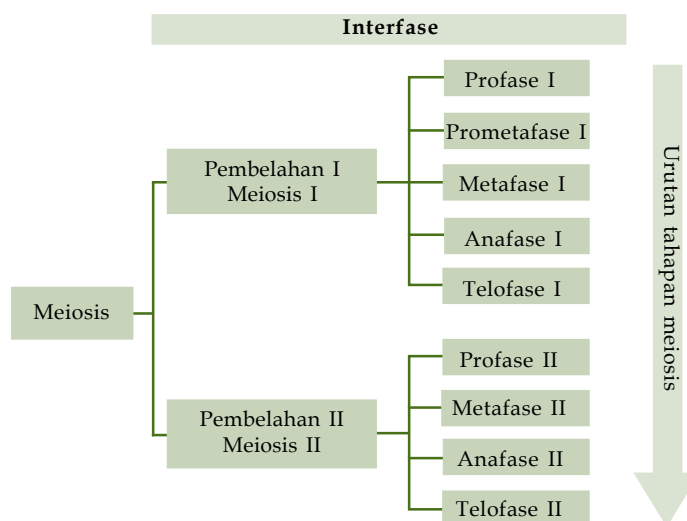
Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Apakah ciri yang membedakan antarfase dalam mitosis.
2. Apakah yang terjadi pada tahap interfase?
3. Jelaskan perbedaan antara proses sitokinesis pada hewan dan sitokinesis pada tumbuhan.

B Meiosis

Meiosis merupakan pembelahan sel yang menghasilkan sel anak dengan jumlah kromosom setengah dari induknya. Pembelahan meiosis disebut juga sebagai pembelahan reduksi karena dalam proses pembelahannya terjadi pengurangan atau reduksi jumlah kromosom akibat pembagian. Pengurangan jumlah kromosom tersebut bertujuan memelihara jumlah kromosom yang tetap dalam satu spesies.

Pada sel tumbuhan dan hewan, meiosis terjadi di dalam alat-alat reproduksi, yakni pada pembentukan sel kelamin atau sel gamet. Pada tumbuhan berbiji, meiosis terjadi pada putik dan kepala sari, sedangkan pada manusia dan hewan terjadi pada testis dan ovarium. Untuk mendapatkan gambaran tahapan selama meiosis, Anda dapat memerhatikan skema berikut (**Gambar 4.8**).



Gambar 4.8

Bagan pembelahan meiosis.
ase apakah yang terjadi
sebelum meiosis?

Pembelahan meiosis meliputi dua kali pembelahan secara lengkap dan menghasilkan 4 sel anak yang haploid (n). Pada manusia dengan 46 kromosom diploid akan dihasilkan 4 buah sel kelamin haploid dengan 23 kromosom.

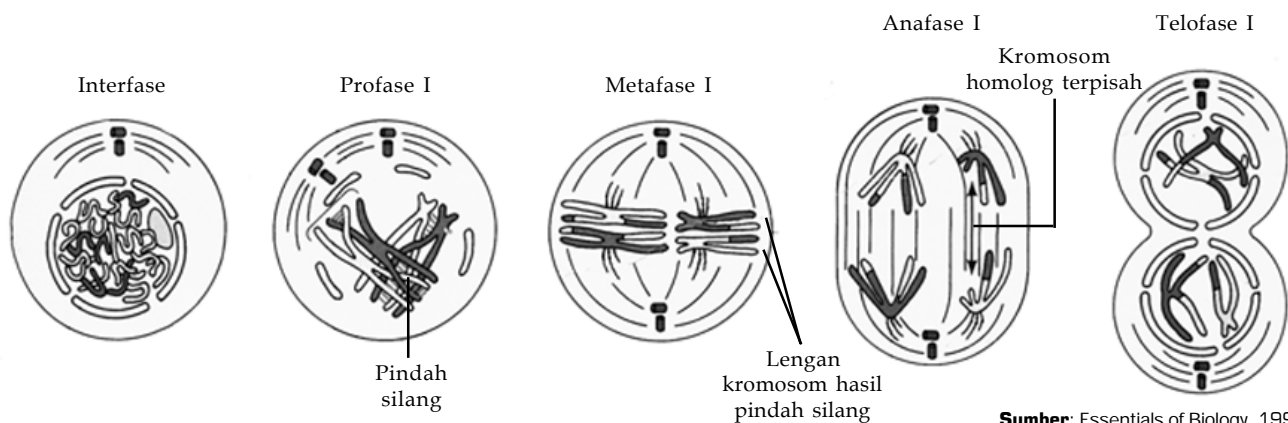
Pada pembelahan meiosis I, pembelahan disertai dengan profase yang cukup panjang dan terjadi pencampuran kromosom homolog. Pada pembelahan reduksi terjadi faktor hereditas menghasilkan dua sel anak yang haploid. Pada pembelahan meiosis II, sel haploid mengalami pembelahan secara mitosis dan dihasilkan 4 sel anak yang masing-masing haploid. Setiap sel anak ini akan memiliki sifat yang berbeda-beda, mengapa? perhatikan penjelasan berikut.

Kata Kunci

- Haploid
- Meiosis
- Sinapsis

1. Meiosis I

Pada awal pembelahan meiosis I (**Gambar 4.9**), nukleus membesar yang menyebabkan penyerapan air dari sitoplasma oleh inti sel meningkat sampai tiga kali lipat. Perubahan tersebut merupakan awal dari profase I.



Sumber: Essentials of Biology, 1990

a. Profase I

Pada tahap ini benang kromatin akan memendek dan menebal sehingga membentuk kromosom. Setiap kromosom yang terdiri atas dua kromatid akan bergabung dengan homolognya. Proses ini dinamakan dengan **sinapsis**. Pasangan-pasangan kromosom homolog ini tampak memiliki empat kromatid sehingga dinamakan **tetrad**. Pada saat pembentukan **tetrad**, pertukaran bagian dari kromatid dapat terjadi. Hal ini dinamakan dengan pindah silang atau *crossing over*. Inti kemudian akan menghilang dan benang spindel dibentuk. Benang spindel akan membawa tetrad menuju bidang pembelahan.

Peristiwa pindah silang pada profase I merupakan penyebab terjadinya perbedaan sifat pada sel-sel hasil meiosis. Hal tersebut menyebabkan tidak ada kromosom yang benar-benar mirip. Tentunya hal ini berpengaruh terhadap sifat sel-sel keturunannya. Perhatikan kembali **Gambar 4.9**. Peristiwa pindah silang akan Anda pelajari pada bab selanjutnya.

b. Metafase I

Metafase I dimulai dengan berjajarnya tetrad di bidang pembelahan dengan posisi saling berhadapan menuju kutub masing-masing. Namun, posisi kromatid masih tetap tertahan di sentromernya.

c. Anafase I

Pada tahap anafase I, tetrad (2 kromosom homolog) ini kemudian akan terpisah, namun kromatid masih melekat pada benang spindel di sentromer. Setiap anak kromosom akan bergerak menuju kutub yang berlawanan. Pada tahap ini terjadi pengurangan atau reduksi jumlah kromosom akibat pemisahan kromosom homolog.

d. Telofase I

Kromosom telah menuju kutub masing-masing pada tahap telofase I. Setiap kutub kini memiliki kromosom haploid dengan dua kromatid. Nukleolus tampak kembali dan dalam satu sel terbentuk 2 inti yang lengkap. Setelah itu, terjadi sitokinesis, yaitu pembentukan plasma membran untuk memisahkan sitoplasma sehingga terbentuk 2 sel anak yang haploid.

Setelah telofase I, pada beberapa organisme, kromosom terurai dan membran inti terbentuk kembali. Selanjutnya, terdapat interfase sebelum meiosis II dimulai. Pada beberapa spesies lainnya, sel-sel yang dihasilkan dari meiosis I segera melakukan persiapan untuk pembelahan meiosis II. Pada kedua cara tersebut tidak terjadi duplikasi kromosom pada proses antara telofase I dan awal meiosis II (Campbell *et al*, 2006: 139; Hopson & Wessells, 1990: 166)

Gambar 4.9

Meiosis I meliputi profase I, metafase I, anafase I, dan telofase I.

Di manakah terjadi peristiwa pindah silang?

Kata Kunci

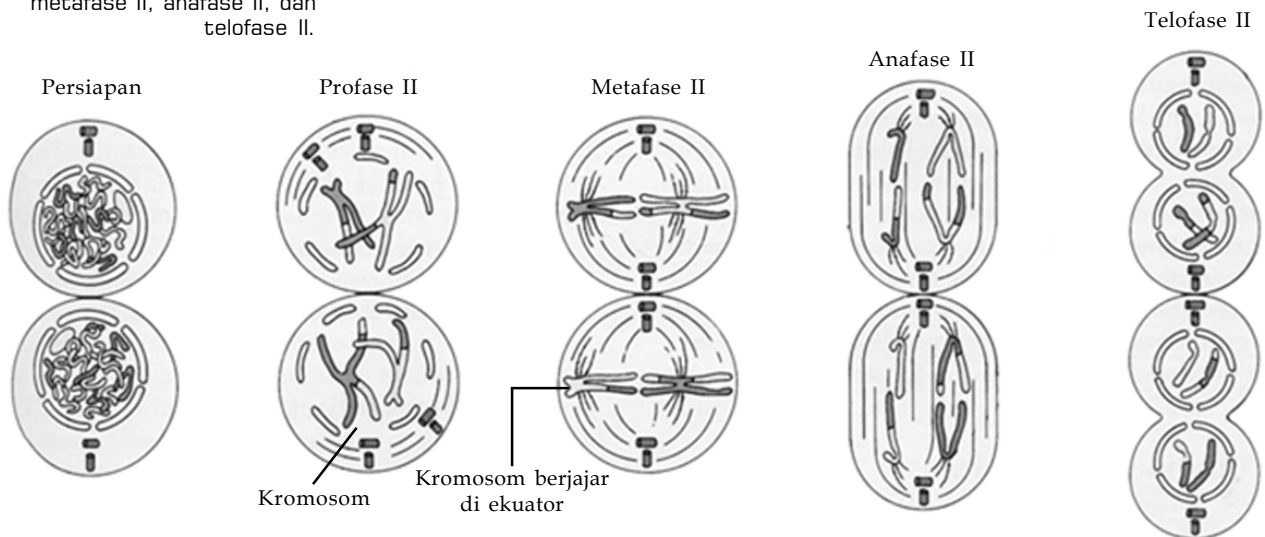
- Benang spindel
- Pindah silang
- Sinapsis



2. Meiosis II

Pembelahan meiosis II adalah pembelahan mitosis, yakni dari satu sel yang haploid menjadi 2 sel anak yang haploid (**Gambar 4.10**). Berbeda dengan meiosis I, pembelahan meiosis II diawali dengan sel anak yang haploid.

Gambar 4.10
Meiosis II meliputi profase II, metafase II, anafase II, dan telofase II.



Sumber: Essentials of Biology, 1990

Tokoh Biologi



**Rudolph Virchow
(1821–1902)**

Rudolph Virchow mempelajari leukemia dan pembekuan darah. Ia mengambil teori sel Schwan dan memasukkan proses pembelahan sel yang baru diamatinya. Virchow mengatakan bahwa semua sel berasal dari sel. Ia menunjukkan bahwa banyak penyakit yang dapat didiagnosis dan dijelaskan pada tingkat sel. Karya ini membuka jalan bagi kajian-kajian ilmiah di bidang patologi.

Sumber: endela ptek: ehidupan, 1997

a. Profase II

Profase II diawali dengan pembelahan dua buah sentriol menjadi 2 pasang sentriol baru. Setiap pasang sentriol akan bergerak menuju kutub yang berlawanan. Benang spindel dan membran inti dibentuk, sementara nukleus lenyap. Pada tahap ini kromosom berubah menjadi kromatid.

b. Metafase II

Pasangan kromatid dari kromosom haploid berada di bidang pembelahan. Kinetokor dari setiap kromatid ini akan menghadap kutub yang berlawanan. Benang spindel menghubungkan sentromer dengan kutub pembelah.

c. Anafase II

Sentromer akan membelah sehingga kromatid bergerak menuju kutub yang berlawanan.

d. Telofase II

Pada tahap ini, masing-masing kutub telah memiliki sebuah kromosom haploid. Benang spindel akan menghilang dan diikuti dengan sitokinesis menghasilkan 4 sel anak yang haploid.

Untuk lebih memahami tentang mitosis dan meiosis, perhatikan tabel perbandingan berikut ini.

Tabel 4.1 Perbandingan antara Mitosis dan Meiosis

Aspek Perbedaan	Mitosis	Meiosis
1. Tempat berlangsung	Sel somatik	Sel kelamin
2. Tujuan	Pertumbuhan serta penggantian sel rusak atau mati	Pembentukan gamet

3. Kandungan genetik pada sel-sel anak	Sama dengan sel induk	Berbeda dengan sel induk
4. Jumlah sel anak	4 sel	2 sel
5. Jumlah pembelahan	Satu kali	Dua kali
6. Jumlah kromosom pada sel anak	Sama dengan sel induk (diploid)	Setengah dari sel induk (haploid)
7. Pindah silang (<i>crossing over</i>)	Tidak terjadi	Terjadi pada akhir profase I

Kegiatan 4.2

Model Reproduksi Sel

Tujuan

Membuat model tiga dimensi reproduksi sel

Alat dan Bahan

Stereoform, gunting, lem, spidol warna

Langkah Kerja

1. Siswa dibagi menjadi 4 kelompok besar.
2. Setiap kelompok diberi pilihan untuk membuat model reproduksi sel. Kelompok 1 = Profase, Kelompok 2 = Metafase, Kelompok 3 = Anafase, Kelompok 4 = Telofase
3. Buatlah model reproduksi sel yang telah ditentukan dengan menggunakan stereoform.
4. Warnailah bagian-bagian sel dengan warna berbeda.

Soal Penguasaan Materi 4.2

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Bandingkan peristiwa yang terjadi pada meiosis I dan meiosis II.
2. Adakah perbedaan antara telofase I dan telofase II? Jelaskan.
3. Apa yang menjadi perbedaan dasar mitosis dan meiosis?

C Pembentukan Gamet (Gametogenesis)

Gametogenesis adalah proses pembentukan sel kelamin (gamet). Pembentukan gamet ini terjadi secara meiosis di dalam alat reproduksi. Gamet ini dibentuk pada individu yang telah dewasa.

1. Gametogenesis pada Hewan dan Manusia

Pada individu jantan dewasa, peristiwa pembentukan gamet jantan (spermatozoa) disebut **spermatogenesis**. Pada individu betina dewasa, pembentukan gamet betina (sel telur) disebut **oogenesis**.

a. Spermatogenesis

Sel induk sperma atau spermatogonium bersifat diploid. Satu sel spermatogonium mengalami diferensiasi menjadi spermatosit primer yang diploid. Spermatosit primer membelah menjadi 2 sel spermatosit sekunder yang haploid. Setiap sel spermatosit sekunder membelah secara meiosis membentuk 2 sel spermatid haploid. Jadi, 1 spermatosit primer akan menjadi 4 spermatid yang haploid.

Setiap spermatid mengalami perubahan inti dan terjadi pembentukan **akrosom**. Akrosom ini mengandung enzim proteinase dan hialuronidase yang

Kata Kunci

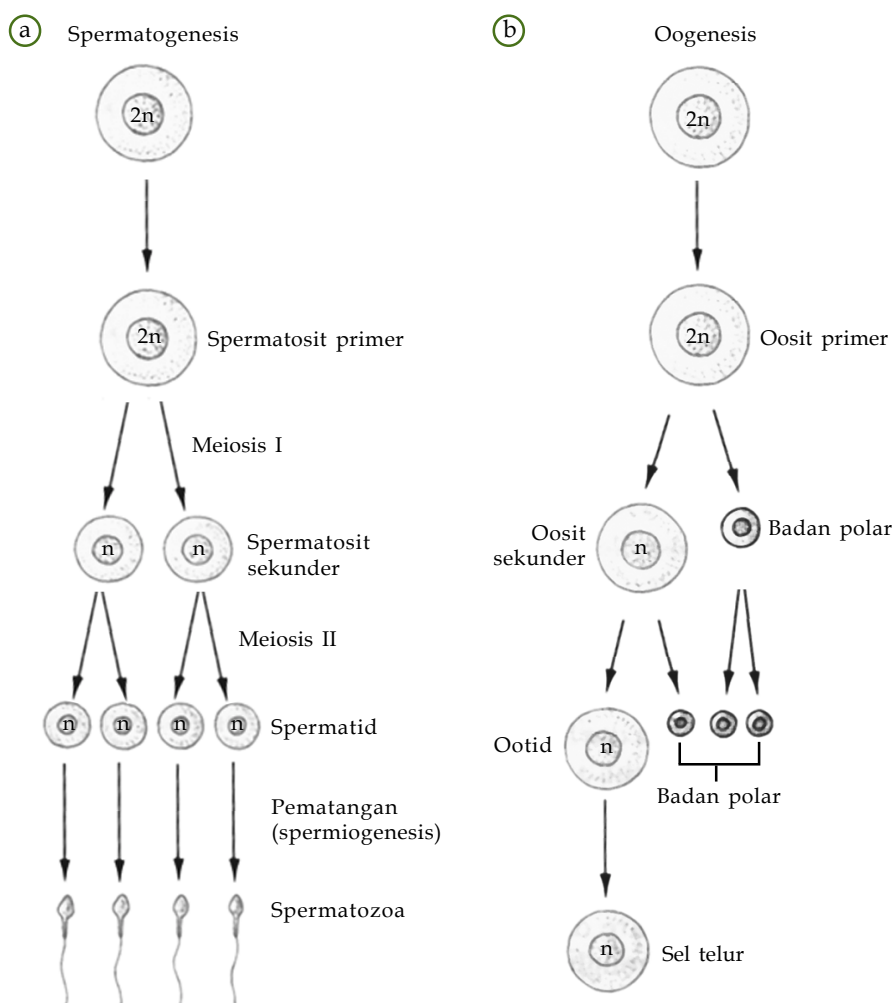
- Oogenesis
- Spermatogenesis

berperan untuk menembus lapisan pelindung sel telur. Dari salah satu sentriolnya dibentuk flagel. Peristiwa ini dinamakan **spermiogenesis**. Akhir dari spermatogenesis adalah dihasilkan 4 sel sperma matang (**Gambar 4.10a**).

b. Oogenesis

Oogenesis adalah proses pembentukan sel telur. Pembentukan sel telur dimulai ketika sel germinal primordial mengadakan pembelahan secara mitosis menjadi 4 sel oogonia ($2n$) (tunggal oogonium).

Pada banyak hewan betina, pembelahan mitosis ini terjadi pada awal perkembangan individu. Pada mamalia terjadi sebelum dilahirkan. Setiap satu sel oogonium akan mengalami pematangan menjadi oosit primer. Selanjutnya, oosit primer melakukan pembelahan meiosis I menjadi 1 oosit sekunder (n) dan 1 sel badan polar (n). Oosit sekunder dan sel badan polar mengalami pembelahan meiosis II. Oosit sekunder menjadi 1 ootid (n) dan 1 badan polar (n), 1 sel badan polar (n) akan membelah menjadi 2 sel badan polar (n). Secara keseluruhan dari 1 sel oogonium ($2n$), dihasilkan 1 ootid (n) dan 3 badan polar (n). Selanjutnya, ootid akan mengalami pematangan menjadi sel telur (ovum). Agar lebih memahaminya, perhatikan **Gambar 4.10b**.



Gambar 4.10
 (a) Spermatogenesis menghasilkan empat buah spermatozoa.
 (b) Pada peristiwa oogenesis akan dihasilkan satu buah sel telur.

Sumber: Essentials of Biology, 1990

Pada manusia (wanita), pematangan oosit primer terjadi hingga memasuki masa pubertas. Selanjutnya akan terjadi pematangan akhir, ovulasi, dan pembelahan meiosis I. Sekitar satu sel telur matang dan dilepaskan melalui ovulasi dalam satu bulan. Pola ovulasi ini terus berlangsung hingga

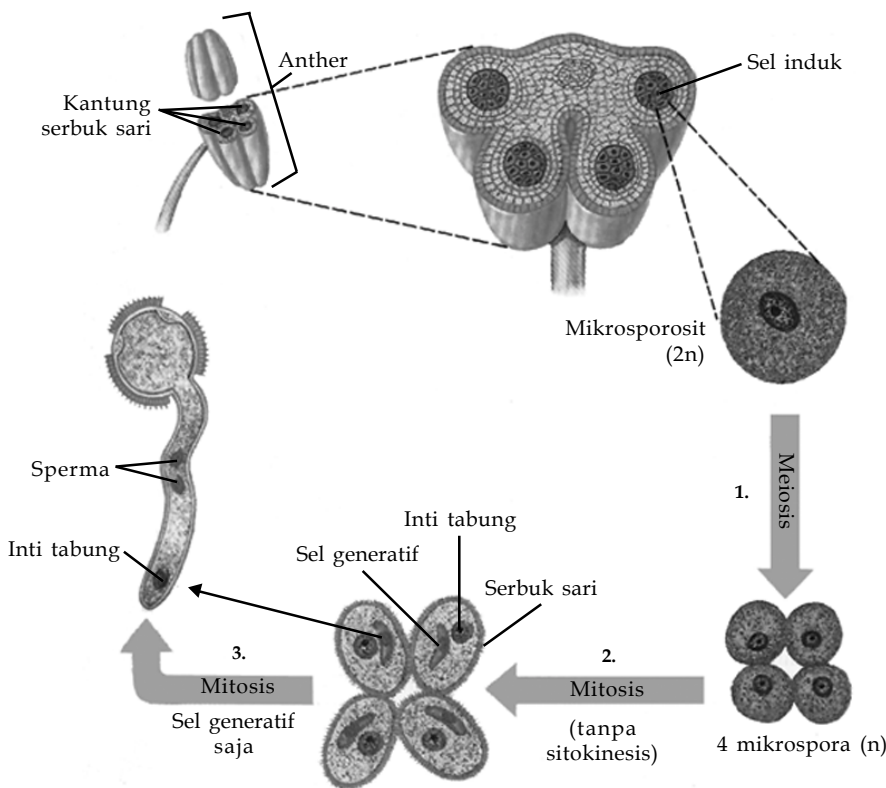
menopause, berhentinya siklus menstruasi. Jika pada sel telur yang diovulasikan terjadi fertilisasi, pembelahan meiosis II terjadi dan sel telur berkembang menjadi embrio.

2. Pembentukan Gamet pada Tumbuhan

Pembentukan gamet (gametogenesis) pada tumbuhan berlangsung pada jaringan khusus yang terletak pada alat reproduksi gamet jantan dibentuk pada **serbuk sari**, sedangkan gamet betina pada **bakal biji (ovul)**.

a. Pembentukan Gamet Jantan

Kepala sari (*anther*) memiliki empat kantung serbuk sari yang disebut *sporangium*. Di dalam sporangium terdapat sel-sel induk (**mikrosporosit**) yang diploid. Sel-sel induk tersebut akan mengalami meiosis membentuk empat **mikrospora** yang haploid. Kemudian, setiap mikrospora membelah secara mitosis menjadi dua sel, yakni sel generatif dan sel tabung. Pembelahan mitosis tersebut tanpa disertai sitokinesis. Sel generatif akan membelah secara mitosis untuk menghasilkan dua sperma dan terbentuklah serbuk sari. Perhatikan **Gambar 4.11**.



Gambar 3.11

Pembentukan gamet jantan pada tumbuhan

Sumber: Biological science, 1986

b. Pembentukan Gamet Betina

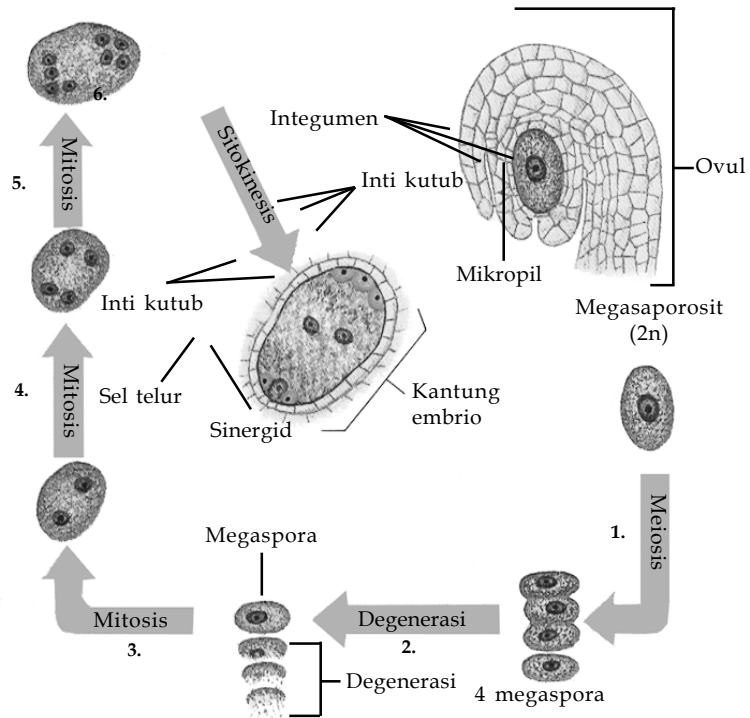
Gamet betina dibentuk di dalam bakal biji (**ovul**). Sel-sel terluar dari ovul membentuk lapisan pelindung (**integumen**) yang membentuk suatu bukaan (**mikrofil**).

Di dalam ovul terdapat sporangium yang mengandung sel-sel induk (**megasporosit**). Megasporosit tersebut akan membelah secara meiosis membentuk empat **megaspora** yang haploid. Dari empat megaspora tersebut, tiga di antaranya akan mengalami degenerasi dan mati. Satu megaspora yang tersisa mengalami pembelahan secara mitosis sebanyak tiga kali, tetapi tanpa diikuti pembelahan sitoplasma (sitokinesis). Sel megaspora tersebut menjadi besar karena memiliki delapan inti yang haploid.

Kata Kunci

- Megaspora
- Mikrospora

Dari delapan inti tersebut, tiga buah menuju **mikrofil** sehingga tersisa dua inti di tengah yang disebut **inti kutub**. Dua dari tiga inti yang berada dekat mikropil disebut **sinergid** dan satu inti lainnya disebut sel telur. Adapun inti kutub akan melebur menjadi **inti kandung lembaga sekunder**. Perhatikan **Gambar 4.12**.



Gambar 4.12

Pembentukan gamet betina pada tumbuhan

Sumber: Biologi Exploring Life, 1994

Soal Penguasaan Materi 4.3

Kerjakanlah di dalam buku latihan Anda.

1. Proses apakah yang terjadi pada pembentukan sel sperma dan sel telur pada hewan dan manusia?
2. Jelaskan proses pembentukan sel sperma dan sel telur pada hewan dan manusia.
3. Jelaskan proses pembentukan gamet pada tumbuhan.

Rangkuman

1. Reproduksi pada sel terjadi dalam dua cara, yaitu secara mitosis dan meiosis. Mitosis terjadi pada sel tubuh atau somatis, sedangkan meiosis terjadi pada sel kelamin.
2. Mitosis dan meiosis memiliki perbedaan pada sel anak yang dihasilkannya. Pada mitosis, sel anak yang dihasilkannya diploid ($2n$), sedangkan pada meiosis, sel anak yang dihasilkannya haploid (n).
3. Mitosis dan meiosis terjadi melalui beberapa tahap, yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase. Setelah telofase, terjadi pembelahan sel menjadi dua sel yang disebut sitokinesis.
4. Reproduksi sel secara mitosis menghasilkan sel yang mirip dengan induknya. Pada meiosis terjadi pengurangan jumlah kromosom sehingga kromosom yang dihasilkan berdifat haploid. Meiosis dapat dibedakan menjadi meiosis I dan meiosis II. Pada meiosis I terjadi profase I, metafase I, anafase I, dan telofase I. Jumlah kromosom sel tereduksi saat meiosis I. Pada meiosis II dimulai dengan sel anak yang haploid. Sebenarnya pembelahan meiosis II merupakan pembelahan mitosis, karena tidak terjadi lagi reduksi kromosom.
5. Gametogenesis adalah proses pembentukan sel gamet, baik itu gamet jantan (sel sperma) ataupun gamet betina (sel telur). Pembentukan sperma disebut spermatogenesis, sedangkan pembentukan gamet disebut gametogenesis.
6. Satu sel spermatosit primer akan membentuk 4 sel sperma matang. satu sel oosit primer akan membentuk satu sel telur dan 3 badan polar.

Peta Konsep



Kaji Diri

Setelah mempelajari materi dan peta konsep Bab Reproduksi Sel, Anda diharapkan dapat mendeskripsikan proses mitosis dan meiosis sebagai bagian pendukung kehidupan organisme. Dengan memahami meiosis, Anda telah

diajak untuk memahami mengenai spermatogenesis dan oogenesis. Rumuskanlah materi yang belum Anda pahami. Kemudian diskusikan dengan teman-teman atau guru Anda. Apakah manfaat setelah mempelajari bab ini?

Evaluasi Materi Bab 4

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan kerjakanlah pada buku latihan Anda.

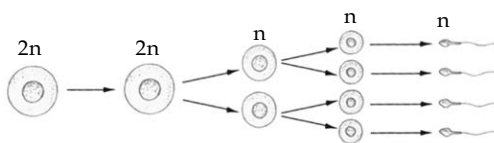
- Pada mitosis, pemisahan kromatid dari sentromer terjadi pada
 - interfase
 - profase
 - metafase
 - anafase
 - telofase
- Kromosom dapat diamati secara jelas pada tahap
 - interfase
 - profase
 - metafase
 - anafase
 - telofase
- Berikut adalah perbedaan mitosis dan meiosis, kecuali
 - mitosis berlangsung di somatik
 - meiosis terjadi dua kali fase pembelahan
 - pada meiosis terjadi mitosis
 - meiosis terjadi pengurangan jumlah kromosom
 - mitosis terjadi pada pembentukan gamet dalam testis dan ovarium
- Di bawah ini merupakan ciri-ciri pembelahan mitosis, kecuali
 - terjadi dalam sel germinal
 - tidak terjadi sinapsis
 - tidak terjadi pindah silang
 - sentromer langsung terjadi pemisahan
 - dari satu sel induk diploid menjadi 2 sel anak
- Hal-hal berikut *bukan* merupakan peranan mitosis bagi makhluk hidup, adalah
 - mengganti bagian tubuh yang rusak
 - pertumbuhan
 - pergantian sel tubuh
 - perkembangan
 - sel tubuh tetap diploid
- Fase S merupakan fase
 - istirahat
 - pembelahan
 - interfase
 - metafase
 - sintesis
- Proses pemisahan sitoplasma disebut
 - telofase
 - sitokinesis
 - profase
 - siklus reproduksi
 - anafase
- Setiap satu sel oogonia akan mengalami meiosis I menjadi
 - satu oosit sekunder dan satu sel badan polar
 - satu ootid dan satu oogonia
 - sel germinal primordial



- d. tubuh polar kedua
e. tubuh polar pertama
9. Berikut yang *bukan* merupakan ciri dari mitosis adalah
a. terjadi pada sel tubuh
b. berfungsi mengganti sel rusak
c. membelah satu kali
d. terjadi pindah silang
e. menghasilkan sel anak yang diploid
10. Siklus terpanjang pada siklus sel adalah
a. interfase d. fase G1
b. fase mitotik e. fase M
c. fase sintesis
11. Pindah silang dapat terjadi pada tahap
a. profase I d. metafase II
b. metafase I e. selofase II
c. anafase II
12. Proses transkripsi rRNA, tRNA, mRNA, dan sintesis berbagai jenis protein terdapat pada fase
a. G1 d. interfase
b. G2 e. mitosis
c. sintesis
13. Pada fase S (Sintesis) terjadi
a. pembentukan penyusun sitoplasma
b. proses transkripsi rRNA, tRNA, mRNA
c. terjadinya replikasi dan duplikasi DNA kromosom
d. pembentukan spindle
e. pembentukan inti
14. Fase yang paling lama dan membutuhkan energi paling banyak adalah
a. profase d. telofase
b. metafase e. prometafase
c. anafase
15. Pada pembelahan meiosis, kromosom menempatkan diri di bidang pembelahan, yaitu pada tahap
a. profase d. interfase
b. metafase e. telofase
c. anafase
16. Sitokinesis yang terjadi pada proses mitosis berlangsung pada tahap
a. anafase d. metafase
b. interfase e. telofase
c. profase
17. Bagian inti sel yang terlihat jelas pada saat pembelahan sel adalah
a. nukleolus d. komatin
b. membran inti e. nukleus
c. kromosom
18. Pada tumbuhan, pembelahan reduksi terjadi pada
a. ujung akar
b. meristem
c. pucuk
d. alat berkembang biak
e. lingkaran kambium
19. Perbedaan antara spermatogenesis dan oogenesis adalah
a. tipe pembelahan
b. fase pembelahan selnya
c. jumlah kromosomnya
d. jenis gamet yang dihasilkan
e. susunan kromosomnya
20. Pada spermatogenesis, meiosis I terjadi pada
a. spermatogenesis
b. sel primordial
c. spermatosit sekunder
d. spermatosit primer
e. spermatida

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar pada buku latihan Anda.

1. Apakah tujuan pembelahan mitosis pada makhluk hidup?
2. Berdasarkan gambar berikut, jelaskan proses spermatogenesis.
3. Apakah yang dimaksud dengan spermatid, badan polar, dan sitokinesis?
4. Jelaskan mengapa sel-sel zigot hasil fertilisasi bersifat diploid.
5. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: Essentials of Biology, 1990



Sumber: Essentials of Biology, 1990

Jelaskan apakah yang terjadi pada sel sewaktu fase interfase.

Soal Tantangan

Sel darah merah hanya hidup selama sekitar 120 hari. Penggantinya dilakukan melalui pembelahan sel sumsum tulang. Terdapat 5 juta sel darah per milimeter kubik (mm^3) darah. Orang dewasa rata-rata memiliki 5 L (5.000 cm^3) darah. Berapa jumlah total sel darah merah

di tubuh? Berapa rata-rata sel yang harus digantikan setiap hari jika semua sel darah merah digantikan dalam 120 hari? Berapa banyak pembelahan sel rata-rata yang harus terjadi setiap detik di sumsum tulang untuk mengganti sel darah merah?