



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,  
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS  
2020



Modul Pembelajaran SMA

# BIOLOGI



KELAS  
**XII**



**PEMBELAHAN SEL  
BIOLOGI KELAS XII**

**PENYUSUN**

**Susi Nurul Fitri, M.Pd.**

**SMAN 1 Sidomulyo**

**Lampung Selatan**

## DAFTAR ISI

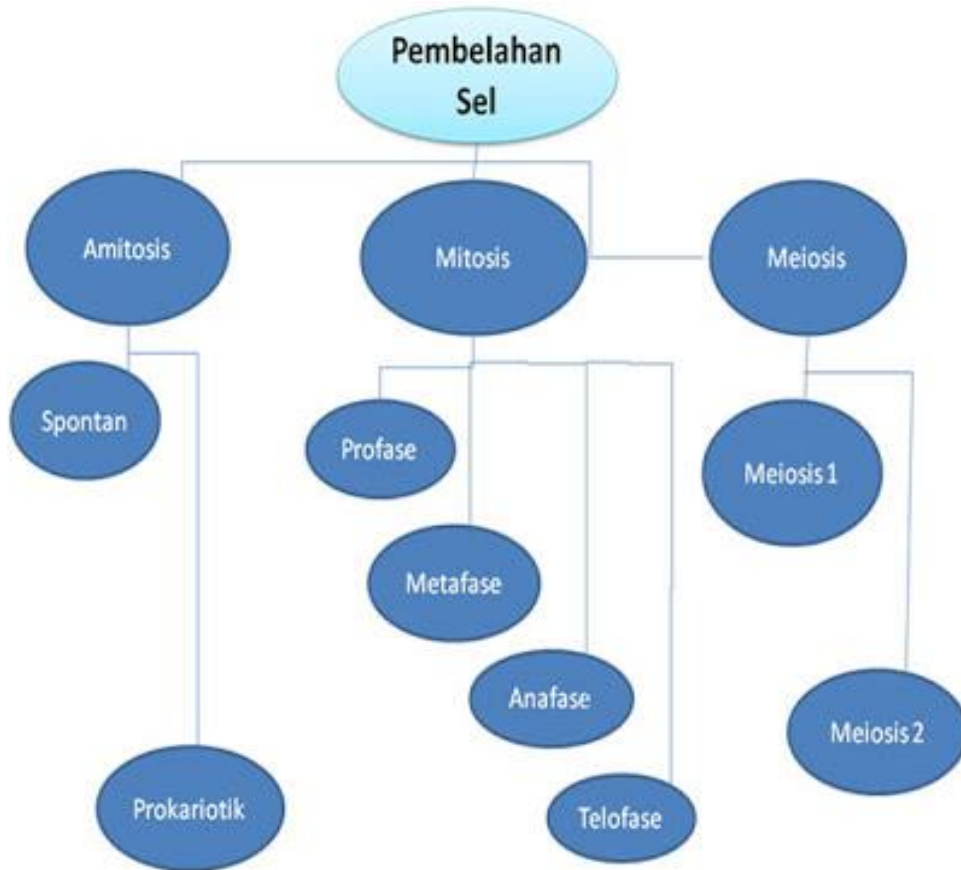
PENYUSUN.....	2
DAFTAR ISI.....	3
GLOSARIUM.....	4
PETA KONSEP .....	6
PENDAHULUAN.....	7
A. Identitas Modul .....	7
B. Kompetensi Dasar.....	7
C. Deskripsi Singkat Materi .....	7
D. Petunjuk Penggunaan Modul .....	7
E. Materi Pembelajaran .....	8
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....	9
PEMBELAHAN SEL ( AMITOSIS, MITOSIS DAN MEIOSIS ).....	9
A. Tujuan Pembelajaran .....	9
B. Uraian Materi.....	9
C. Rangkuman .....	13
D. Penugasan Mandiri .....	13
E. Latihan Soal .....	14
F. Penilaian Diri .....	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 .....	16
GAMETOGENESIS.....	17
A. Tujuan Pembelajaran .....	17
B. Uraian Materi.....	17
C. Rangkuman .....	20
D. Penugasan Mandiri .....	20
E. Latihan Soal .....	21
F. Penilaian Diri .....	22
EVALUASI.....	23
DAFTAR PUSTAKA.....	25

## GLOSARIUM

<b>Amitosis</b>	: Pembelahan sel yang terjadi secara spontan tanpa melalui tahap-tahap pembelahan sel.
<b>Bidang equator</b>	: Pertengahan dari sel, garis horisontal.
<b>Crossing over</b>	: Pindah silang, peristiwa pertukaran gen-gen suatu kromatid dengan gen-gen kromatid homolognya.
<b>Diploid</b>	: Keadaan sel yang kromosomnya berpasangan (2n)
<b>Fase gap-1 (G1)</b>	: Salah satu fase pada interfase yaitu saat sel belum mengadakan replikasi DNA, sehingga DNA masih berjumlah satu salinan DNA yang diploid (1c, 2n)
<b>Fase gap-2 (G2)</b>	: Salah satu fase pada interfase yaitu saat replikasi DNA telah selesai dan sel bersiap-siap mengadakan pembelahan.
<b>Fase sintesis (S)</b>	: Salah satu fase pada interfase yaitu saat DNA dalam inti mengalami replikasi ( penggandaan jumlah salinan ), sehingga menghasilkan 2 salinan DNA yang diploid (2c, 2n)
<b>Gamet</b>	: Sel kelamin.
<b>Gametogenesis</b>	: Proses pembentukan gamet/sel kelamin.
<b>Gelendong pembelahan</b>	: Struktur berbentuk seperti benang – benang yang disebut juga benang spindel, yang menghubungkan kutub – kutub pembelahan.
<b>Haploid</b>	: Sifat kromosom yang tidak berpasangan (n)
<b>Interfase</b>	: sel dalam keadaan istirahat dari proses pembelahan, namun mempersiapkan pembelahan dengan mengadakan replikasi DNA.
<b>Interkinesis</b>	: Tahap di antara dua pembelahan meiosis.
<b>Kariokinesis</b>	: Pembagian inti.
<b>Karioteka</b>	: Membran pembungkus inti sel.
<b>Kromatin</b>	: Benang-benang halus penyusun kromosom, yang memiliki kemampuan menyerap zat warna.
<b>Kromatid</b>	: Belahan kromosom yang terjadi karena adanya duplikasi
<b>Kromosom</b>	: Suatu struktur padat yang terdiri dari dua komponen molekul, yaitu protein dan DNA, pembawa sifat menurun, terdapat di dalam nukleus, perkembangan dari kromatin, tampak saat sel membelah.
<b>Kromosom homolog</b>	: Dua kromosom yang berpasangan dan memiliki bentuk, ukuran serta jumlah gen yang sama.
<b>Meiosis</b>	: Pembelahan sel yang menghasilkan empat sel anakan yang masing-masing sel anakan mengandung separuh kromosom dari kromosom induknya.
<b>Mitosis</b>	: Pembelahan sel yang menghasilkan dua sel anakan dan setiap sel anakan mengandung jumlah kromosom yang sama dengan kromosom induknya.
<b>Oogenesis</b>	: Proses pembentukan ovum.
<b>Reduksi</b>	: Terjadinya pengurangan atau penyusutan jumlah kromosom.
<b>Sel somatis</b>	: Sel-sel penyusun tubuh, selain sel kelamin.
<b>Sentromer</b>	: Bagian kromosom yang merupakan tempat perlekatan serabut gelendong pembelahan/ benang spindel selama pembelahan inti dan merupakan tempat melekatnya lengan kromosom.

- Sitokinesis** : Pembelahan sitoplasma, diikuti dengan pembentukan sekat yang memisahkan dua inti menjadi dua sel anakan.
- Spermatogenesis** : Proses pembentukan sperma.
- Tetrad** : Bentuk ikatan dari kromatid karena kromosom homolog mengganda, terdiri dari empat kromatid pada satu sentromer.

## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 4 X 45 Menit
Judul Modul	: Pembelahan Sel

### B. Kompetensi Dasar

- 3.4 Menganalisis proses pembelahan sel sebagai dasar penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.
- 4.4 Menyajikan hasil pengamatan pembelahan sel pada sel hewan maupun tumbuhan.

### C. Deskripsi Singkat Materi

Dalam rangka pertumbuhan, tubuh kita bertambah besar dan tinggi. Begitu pula dengan hewan dan tumbuhan. Mengapa pada makhluk hidup dapat tumbuhan besar dan tinggi? Sel-sel penyusun tubuh mengalami pembelahan sehingga bertambah banyak. Pertambahan sel inilah yang menyebabkan tubuh semakin besar dan tinggi. Pembelahan sel juga terjadi tidak hanya pada saat terjadi pertumbuhan melainkan ketika sel-sel dalam jaringan tubuh kita rusak sel-sel dalam jaringan tersebut akan melakukan pembelahan untuk memperbaiki jaringan yang rusak.

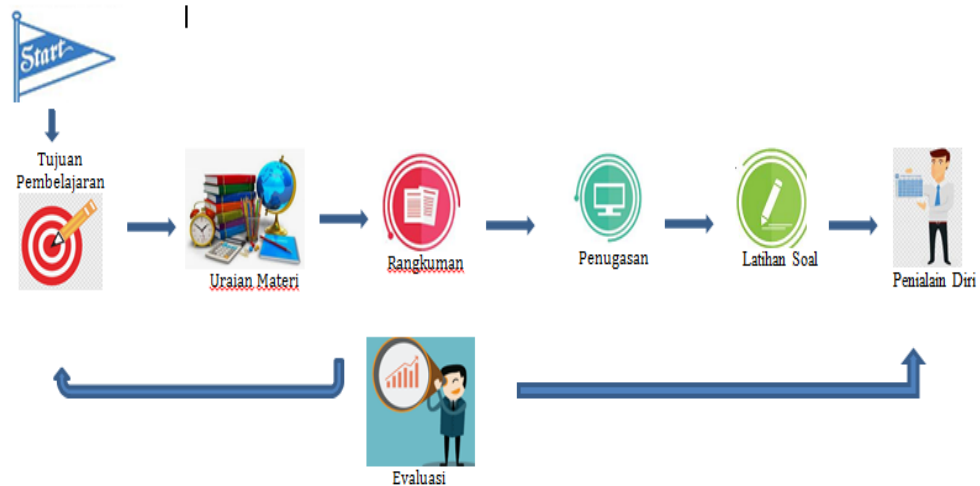
Sel-sel yang membelah disebut sebagai sel induk dan keturunannya dinamakan sel anakan. Sel induk memiliki sejumlah kromosom yang berisi informasi genetik yang terdapat di dalam kromosom dan akan diturunkan kepada sel anakan yang menjadi sel generasi berikutnya. Sifat-sifat yang tampak merupakan penurunan dari sel induk. Oleh karena itu, pembelahan sel merupakan faktor penting dalam hidup kita. Setiap sel dapat memperbanyak diri dengan membentuk sel-sel baru melalui proses yang disebut pembelahan sel atau reproduksi sel. Pada organisme uniseluler pembelahan terjadi secara amitosis, seperti bakteri dan protozoa. Pada makhluk hidup multiseluler, pembelahan sel mengakibatkan bertambahnya sel-sel tubuh. Oleh karena itu terjadilah proses pertumbuhan pada makhluk hidup. Pembelahan sel juga berlangsung pada sel kelamin atau sel gamet yang bertanggung jawab dalam proses perkawinan antar individu. Setelah dewasa, sel kelenjar kelamin pada tubuh manusia membelah membentuk sel-sel kelamin.

### D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam mempelajari modul ini, maka ikuti petunjuk – petunjuk berikut :

1. Pelajari daftar isi dengan cermat dan teliti karena dalam modul ini akan tampak kedudukan modul yang sedang anda pelajari.
2. Pahami setiap materi yang diuraikan dalam modul ini, sehingga memudahkan anda untuk mengerjakan tugas dan penilaian dengan hasil yang maksimal

3. Jawablah latihan soal dengan baik, kemudian cocokkanlah hasil jawaban kamu dengan kunci jawaban
4. Apabila jawaban anda sudah mencapai 85% anda bisa melanjutkan ke kegiatan berikutnya
5. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik
6. Catatlah kesulitan kesulitan yang anda temui dalam modul ini untuk dikonsultasikan ke guru mata pelajaran.
7. Untuk keberhasilan anda dalam menggunakan modul ini, anda bisa mengikuti alur berikut ini :



## E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Materi pokok yang dibahas dalam modul ini terdiri dari:

- Pertama : Pembelahan Sel ( Amitosis, Mitosis dan Meiosis )  
 Kedua : Gametogenesis



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### PEMBELAHAN SEL ( AMITOSIS, MITOSIS DAN MEIOSIS )

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan siswa dapat:

1. Menganalisis proses pembelahan mitosis.
2. Menganalisis proses pembelahan meiosis.
3. Membedakan proses pembelahan mitosis dengan meiosis.

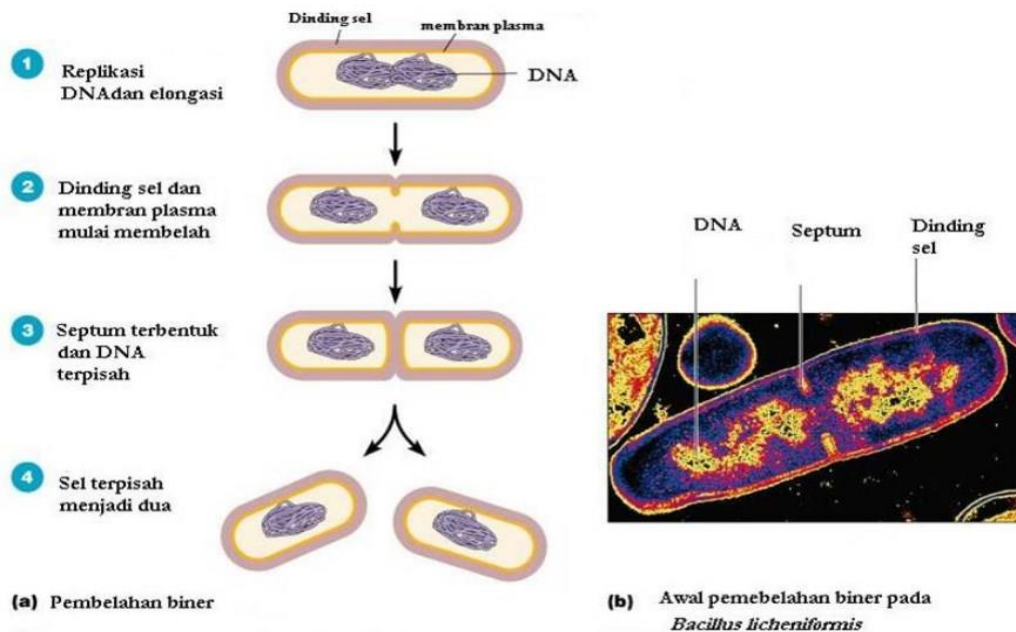
#### B. Uraian Materi

Kita mengenal ada tiga jenis reproduksi sel, yaitu Amitosis, Mitosis dan Meiosis (pembelahan reduksi).

##### a) Amitosis

Amitosis adalah reproduksi sel di mana sel membelah diri secara langsung tanpa melalui tahap – tahap pembelahan sel. Pembelahan cara ini banyak dijumpai pada sel – sel yang bersifat prokariotik, misalnya bakteri dan ganggang biru.

Perhatikan gambar tentang pembelahan amitosis berikut ini!



Gambar 1. Pembelahan sel secara Amitosis  
 Sumber: <https://www.seputarpengetahuan.co.id>

##### b) Mitosis

Mitosis adalah cara reproduksi sel dimana sel membelah melalui tahap-tahap yang teratur, yaitu Profase-Metafase-Anafase-Telofase. Antara tahap telofase ke tahap profase berikutnya terdapat masa istirahat sel yang dinamakan Interfase (tahap ini tidak termasuk tahap pembelahan sel). Pada tahap interfase inti sel melakukan sintesis bahan-bahan inti.

Mitosis terdiri atas 4 fase yang terjadi secara berurutan yaitu:

**1) Profase**

Memasuki profase kromatin mengalami kondensasi membentuk kromosom. Kromosom cepat memendek dan menjadi lebih tebal. Tiap kromosom terdiri atas 2 kromatid yang dihubungkan oleh sebuah sentromer. Nukleolus dan membran inti menghilang. Akhir profase terbentuklah spindle.

**2) Metafase**

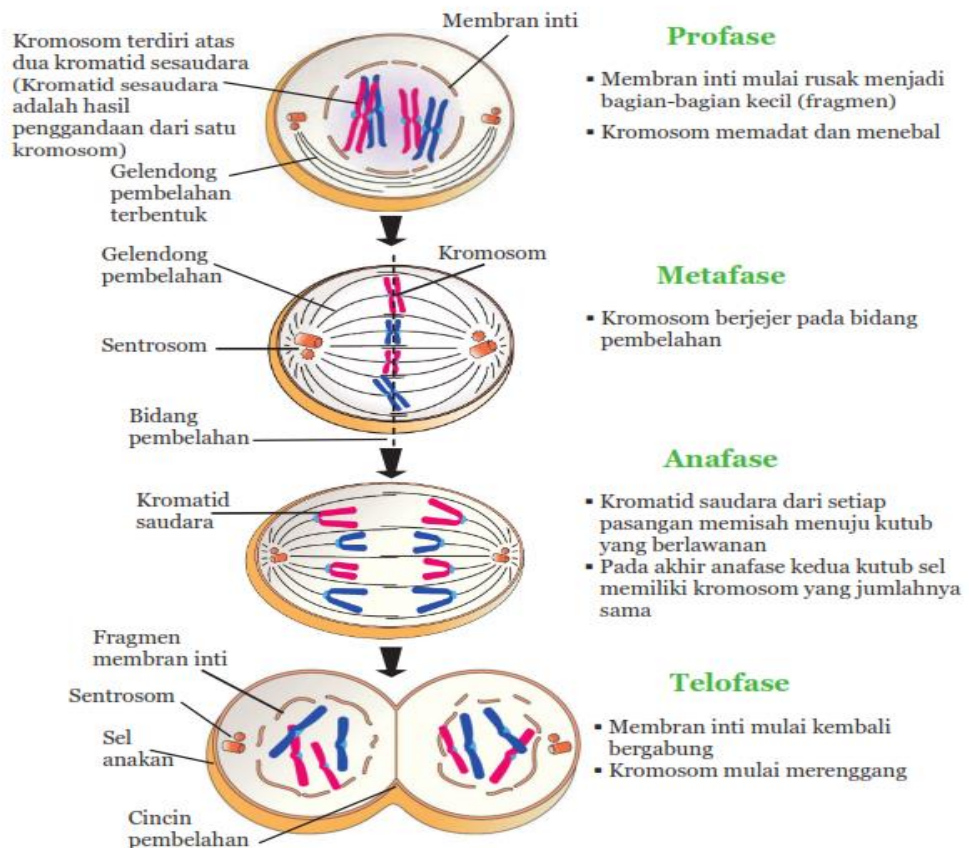
Kedua kromatid dalam satu kromosom (sering disebut kromatid kakak beradik) masih dihubungkan oleh satu sentromer dan terletak di bidang ekuator sel. kromosom berada ditengah bidang equator.

**3) Anafase**

Kedua kromatid memisahkan diri dan masing - masing bergerak sebagai kromosom anakan menuju kutub dari spindle yang berlawanan letaknya. Proses ini didahului oleh membelahnya sentromer menjadi dua bagian. Fase ini menyelesaikan pembagian jumlah kromosom secara kuantitatif sama ke dalam sel anakan. Kecuali itu juga berlangsung pembagian bahan genetik secara kualitatif sama.

**4) Telofase**

Datangnya kromosom anakan di kutub spindle merupakan tanda dimulainya telofase. Terbentuknya membran inti baru, anak inti baru dan menghilangnya spindle terjadi selama fase ini. Dengan terbentuknya dua buah inti baru, maka di tengah sel terbentuk dinding yang baru. Berlangsunglah sitokinesis (pembelahan sitoplasma).



**Gambar 2. Pembelahan sel secara mitosis**  
 Sumber: <https://www.seputarpengetahuan.co.id/>

### c) Meiosis

Meiosis merupakan pembelahan sel yang berlangsung dengan dua kali pembelahan yang menghasilkan empat sel anak, yang masing-masing memiliki separuh dari jumlah kromosom sel induk. Meiosis terjadi waktu pembentukan gamet-gamet saja. Pada pembelahan ini berlangsung melalui dua tahap yaitu meiosis I dan meiosis II tanpa melalui interfase. Interfase terjadi sebelum atau sesudah meiosis.

#### 1) Meiosis I

##### a) Fase Profase I

Perbedaan penting antara mitosis dan meiosis terutama pada profase. Pada meiosis Profase 1 dibedakan menjadi beberapa tahap yaitu:

##### 1. *Leptoten*

Kromatin dari inti sel induk nampak seperti benang-benang panjang yang halus dan melingkar-lingkar.

##### 2. *Zygoten*

Benang-benang kromatin berubah bentuknya dan menjadi batang-batang kromosom. asing-masing kromosom mencari pasangannya sendiri yang sama dan sebangun atau yang serupa (*kromosom homolog*). Proses berpasangan ini disebut sinapsis.

##### 3. *Pachyten*

Benang - benang kromosom menjadi lebih tebal dan jelas. Tiap benang tampak double. Masing - masing kromosom dari sepasang kromosom homolog terdiri dari dua kromatid. Pada profase mitosis, kromosom - kromosom terpisah dan tidak saling berhubungan. Dalam profase I meiosis, kromosom - kromosom homolog berpasangan sebagai bivalen dan inilah yang dijumpai sebagai haploid. Pachyten merupakan stadia yang sangat penting yaitu pindah silang (*crossing over*). Proses ini akan nampak jelas pada fase berikutnya.

##### 4. *Diploten*

Fase ini ditandai dengan mulai memisahkannya kromatid - kromatid yang semula berpasangan membentuk bivalen. Memisahkannya kromatid - kromatid paling kuat terjadi pada bagian sentromer. Tetapi pada bagian-bagian tertentu dari kromosom homolog tetap berdekatan dan bagian itu disebut kiasma. Kiasma merupakan bentuk persilangan dua dari empat kromatid suatu kromosom dengan pasangan kromosom homolognya. Di tempat persilangan (*kiasma*) itu kromatid - kromatid tak serupa (*nonsister chromatids*) putus. Ujung - ujung dari kromatid yang putus tadi bersambungan secara resiprok. Proses pertukaran segmen kromatid tak serupa dengan pasangan homolog beserta gen - gen yang berangkai secara resiprok ini dinamakan pindah silang. Peristiwa ini merupakan salah satu penyumbang keanekaragaman individu makhluk hidup.

##### 5. *Diakinesis*

Terbentuk benang - benang spindel dari pergerakan dua sentriol (hasil pembelahan) ke arah kutub yang berlawanan. Diakinesis diakhiri dengan hilangnya nukleolus dan membran nukleus serta tetrad mulai bergerak ke bidang equator.

##### b) Fase Metafase I

Tetrad kromosom berada di bidang equator. Pada bidang equator, benang spindel (*mikrotubula*) melekatkan diri pada setiap sentromer kromosom. Ujung benang spindel yang lain membentang melekat di kedua kutub pembelahan yang berlawanan.

**c) Fase Anafase I**

Tiap kromosom homolog (yang berisi dua kromatid kembarannya) masing - masing ditarik oleh benang spindel menuju ke kutub yang berlawanan. Tujuan anafase I adalah membagi isi kromosom diploid menjadi haploid.

**d) Fase Telofase I**

Kromosom - kromosom homolog sudah mencapai kutub pembelahan.

- Sitokinesis I : setiap kromosom homolog dipisahkan oleh sekat sehingga sitokinesis menghasilkan dua sel, masing - masing berisi kromosom dengan kromatid kembarannya.
- Interkinesis : tahap di antara dua pembelahan meiosis. Tidak terjadi perbanyakan(replikasi). DNA. Hasil pembelahan meiosis I menghasilkan dua sel anakan yang haploid. Meskipun demikian perlu diingat bahwa kromosom tersebut masih berisi sepasang kromatid, yang berarti kandungan DNA nya masih rangkap (2n).

**2) Meiosis II**

Tujuan meiosis II membagi kedua salinan tersebut pada sel anakan baru. Pada tahap Meiosis II terjadi tahap - tahap serupa pada meiosis I.

**a) Fase Profase II :**

Kromatid kembar masih melekat pada tiap sentromer kromosom.

**b) Fase Metafase II :**

Setiap kromosom (yang berisi dua kromatid) merentang pada bidang equator. Terbentuk benang - benang spindel, satu ujung melekat pada sentromer dan ujung lain membentang menuju ke kutub pembelahan yang berlawanan.

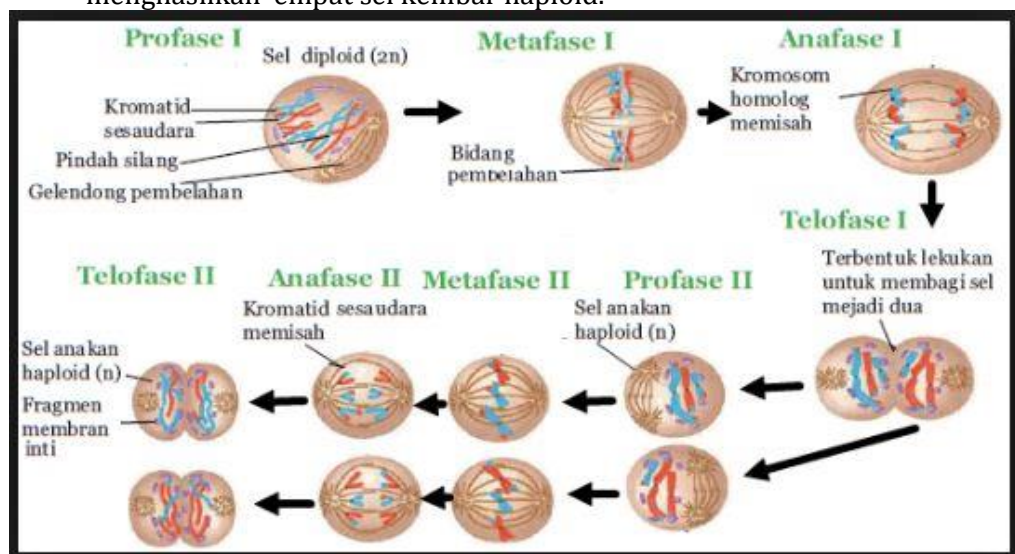
**c) Anafase II :**

Benang - benang spindel mulai menarik kromatid menuju ke kutub yang berlawanan.akibatnya kromosom memisahkan kedua kromatidnya dan bergerak menuju kutub yang berbeda. Kromatid yang terpisah ini kini disebut kromosom.

**d) Telofase II :**

Kromosom telah mencapai kutub pembelahan. Hasil akhir akan terbentuk empat inti yang mengandung setengah pasang kromosom (haploid) dan satu salinan DNA .

- Sitokinesis II : tiap inti mulai dipisahkan oleh sekat sel dan akhirnya menghasilkan empat sel kembar haploid.



Gambar 3. Pembelahan sel secara Meiosis  
 Sumber: <https://www.seputarpengetahuan.co.id>

Untuk lebih jelas perbedaan antara pembelahan mitosis dan meiosis dapat dilihat pada berikut ini!

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

Tabel 2. Perbedaan Pembelahan sel secara Mitosis dan meiosis  
Sum<https://www.pustakabelajar.com>

### C. Rangkuman

1. Pada organisme bersel satu, pembelahan sel merupakan cara perkembangbiakan sedangkan pada organisme multiseluler pembelahan merupakan cara untuk pertumbuhan.
2. Ada dua cara pembelahan sel yaitu mitosis dan meiosis. Persamaan kedua adalah tahapan - tahapan atau fase pembelahan, sedangkan perbedaannya dalam hal tujuan dan hasilnya.
3. Mitosis bertujuan untuk memperbanyak jumlah sel, berhubungan dengan pertumbuhan dan perbaikan sel - sel rusak, terjadi pada sel somatis. Hasil satu kali mitosis dari satu sel induk menghasilkan dua sel anakan yang memiliki ciri yang sama dengan induknya.
4. Meiosis bertujuan untuk mengurangi jumlah kromosom sel induk. Meiosis terjadi pada pembentukan sel kelamin
5. Tahapan mitosis : profase, metafase, anafase dan telofase.
6. Tahapan meiosis terdiri dari dua kali pembelahan yaitu meiosis I dan meiosis II.

### D. Penugasan Mandiri

Buatlah bagan pembelahan mitosis dan meiosis pada kertas karton lalu berilah warna sehingga menjadi lebih menarik. Selanjutnya diskusikan dengan teman kelompokmu lalu presentasikan di depan kelas !

## E. Latihan Soal

1. Interfase dalam siklus sel mempunyai peranan penting sebagai persiapan pembelahan. Identifikasikan proses yang terjadi selama interfase dan peranannya dalam pembelahan sel!
2. Pada saat pembelahan sel terjadi dua proses, yaitu kariokinesis dan sitokinesis. Apakah perbedaan antara kariokinesis dan sitokinesis?
3. Jelaskan perbedaan mitosis dengan meiosis!
4. Tuliskan tahap pada pembelahan mitosis!
5. Jelaskan ciri tahap metaphase pada mitosis!

**Rubrik jawaban dan penskoran**

No	Jawaban	Skor
1.	Sel - sel belum mengadakan replikasi DNA, sehingga DNA masih berjumlah 1 salinan ( 1c = 1 copy = salinan) dan diploid (2n) - Fase sintesis (S) : DNA dalam inti mengalami replikasi (penggandaan jumlah salinan) sehingga pada fase S akhirnya menghasilkan 2 salinan DNA dan diploid - Fase G-2 : Replikasi telah selesai, sel bersiap mengadakan pembelahan.	2
2.	<b>Kariokinesis</b> adalah tahap pembelahan inti sel terdiri dari empat fase yaitu profase, metafase, anafase dan telofase. <b>Sitokinesis</b> adalah pembelahan sitoplasma yang diikuti dengan pembentukan sekat sel yang baru. Sekat memisahkan dua inti menjadi dua sel anakan. Sitokinesis dimulai pada tahap telofase akhir.	2
3.	- Mitosis bertujuan untuk memperbanyak jumlah sel, berhubungan dengan pertumbuhan dan perbaikan sel – sel rusak, terjadi pada sel somatis. Hasil satu kali mitosis dari satu sel induk menghasilkan dua sel anakan yang memiliki ciri yang sama dengan induknya. - Meiosis bertujuan untuk mengurangi jumlah kromosom sel induk. Meiosis terjadi pada pembentukan sel kelamin.	2
4.	Tahapan mitosis : profase, metafase, anafase dan telofase.	2
5.	Kedua kromatid dalam satu kromosom (sering disebut kromatid kakak beradik) masih dihubungkan oleh satu sentromer dan terletak di bidang ekuator sel. kromosom berada ditengah bidang equator.	2
Jumlah Skor		10

**Keterangan :** 
$$nilai\ yang\ didapat = \frac{jumlah\ skor}{10} \times 100$$

**F. Penilaian Diri**

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab !

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat menjelaskan pembelahan amitosis?		
2.	Apakah Anda dapat menjelaskan tahapan pembelahan sel pada pembelahan mitosis ?		

3.	Apakah Anda dapat menjelaskan setiap tahapan pembelahan sel pada pembelahan meiosis?		
4.	Apakah Anda dapat membedakan perbedaan ciri pembelahan mitosis dan meiosis?		
5.	Apakah Anda dapat memberikan contoh dalam kehidupan yang berkaitan dengan pembelahan mitosis dan meiosis?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### GAMETOGENESIS

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan siswa dapat :  
Menganalisis proses pembentukan gamet (Gametogenesis) sebagai dasar penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.

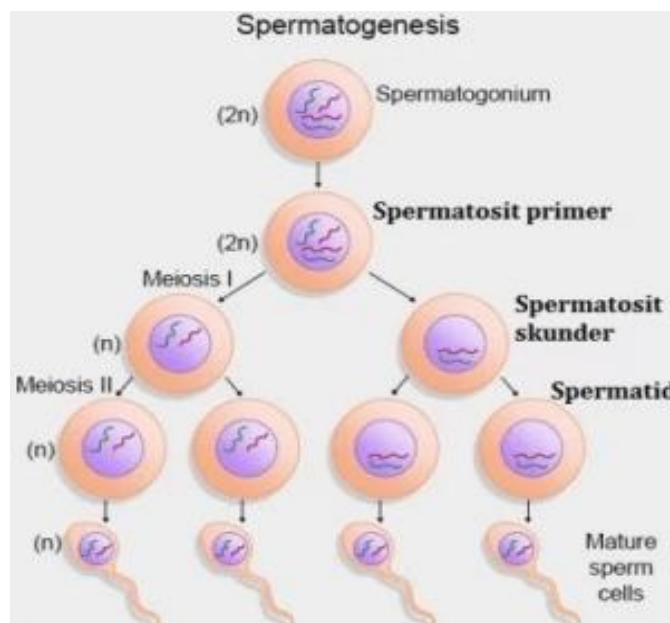
#### B. Uraian Materi

##### 1. Gametogenesis pada hewan

Gametogenesis adalah perkembangan sel germinal diploid ( $2n$ ) menjadi kelamin (ovum dan spermatozoa) haploid ( $n$ ) (oogenesis dan spermatogenesis). Proses pembentukan ovum disebut Oogenesis. Sedangkan Proses pembentukan spermatozoa disebut spermatogenesis.

##### a. Spermatogenesis

**Spermatogenesis** adalah proses dimana sel-sel germinal primer laki-laki mengalami pembelahan dan menghasilkan jumlah sel disebut **spermatogonium**, yang darinya spermatisit primer berasal. Setiap spermatisit primer membelah menjadi dua spermatisit sekunder, dan masing-masing spermatisit sekunder spermatid menjadi dua atau spermatozoa muda. Ini berkembang menjadi spermatozoa matang, juga dikenal sebagai sel sperma. Oleh karena itu, spermatisit primer menimbulkan dua sel, spermatisit sekunder, dan dua spermatisit sekunder dengan subdivisi mereka menghasilkan empat spermatozoa. Spermatozoa adalah gamet jantan matang dalam banyak organisme bereproduksi secara seksual.

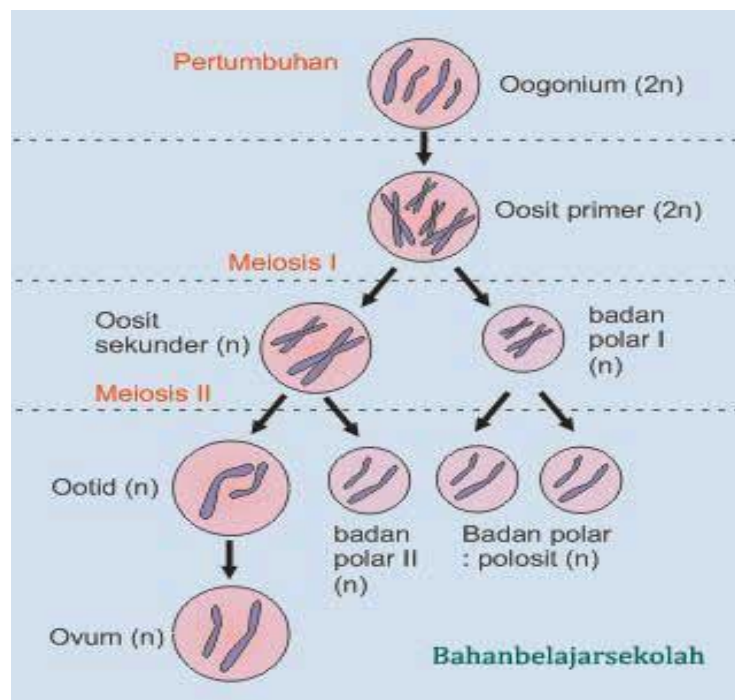


Gambar 4. Spermatogenesis

Sumber: <https://hisham.id>

## b. Oogenesis

Oogenesis adalah proses pembentukan sel telur. sel induk telur (oogonium) menjadi besar sebelum membelah secara meiosis. Sel ini disebut oosit primer. Berbeda dengan spermatogenesis, sel oosit primer jauh lebih besar karena mengandung komponen sitoplasmik lebih banyak. Dua oosit sekunder (hasil pembelahan meiosis I) berbeda ukuran dan fungsi. Satu oosit sekunder memiliki ukuran yang lebih besar akan melakukan meiosis II dan menghasilkan satu sel telur yang fungsional dan satu badan kutub yang berdegenerasi. Satu sel oosit sekunder lain yang berukuran lebih kecil (badan kutub pertama) juga mengalami degenerasi (mati). Dengan demikian oogenesis menghasilkan empat sel haploid, tetapi hanya satu sel yang fungsional menjadi sel telur dan tiga badan polar yang berdegenerasi.



Gambar 5. Spermatogenesis

Sumber: <https://hisham.id>

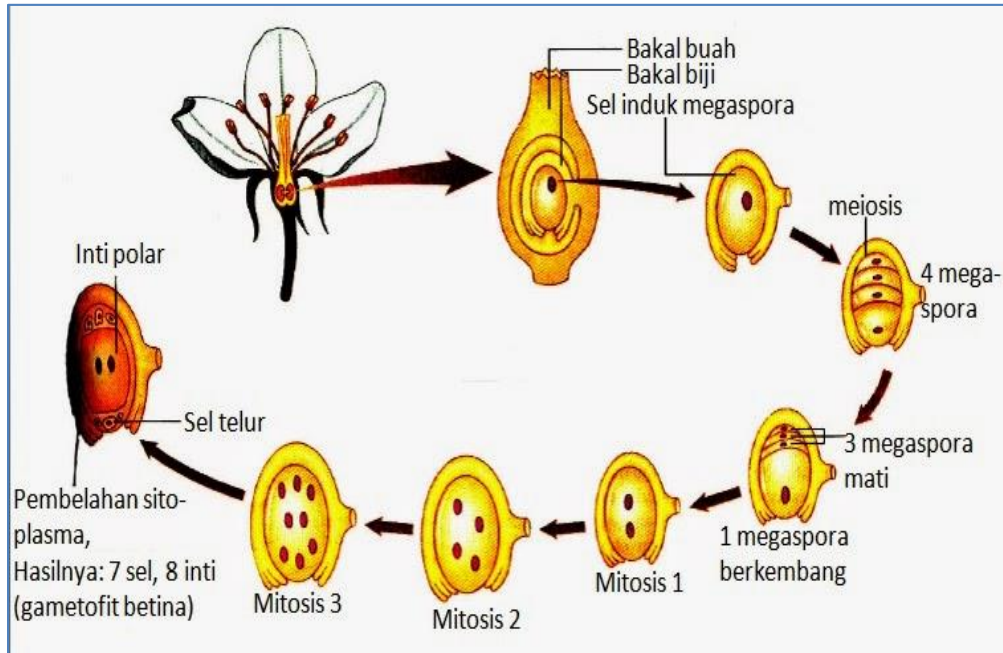
## 2. Gametogenesis pada Tumbuhan

Mikrosporogenesis dimulai dari sel induk mikrospora yang membelah melalui meiosis I dan meiosis II, serta menghasilkan empat mikrospora yang dinamakan tetrad (karena keempat mikrospora menempel menjadi satu). Masing-masing mikrospora akan berkecambah terpisah satu sama lain menjadi butir serbuk sari (polen). Pada tiap serbuk sari, intinya mengadakan pembelahan mitosis menjadi inti vegetatif dan inti generatif. Pada tumbuhan Angiospermae (berbiji tertutup), inti generatif membelah sekali lagi membentuk dua inti generatif setelah terjadi penyerbukan. Gametofit jantan yang lengkap terjadi saat serbuk sari berkecambah, yaitu mengandung satu inti vegetatif dan dua inti generatif. Kedua inti generatif inilah yang siap membuahi sel-sel gamet betina.

### a. Megasporogenesis

Gametogenesis pada alat kelamin betina dinamakan megasporogenesis. Megasporogenesis merupakan proses pembentukan megaspora. Proses megasporogenesis dimulai dari pembelahan meiosis I dan meiosis II sel induk megaspora diploid, menghasilkan empat sel megaspora yang haploid. Pada

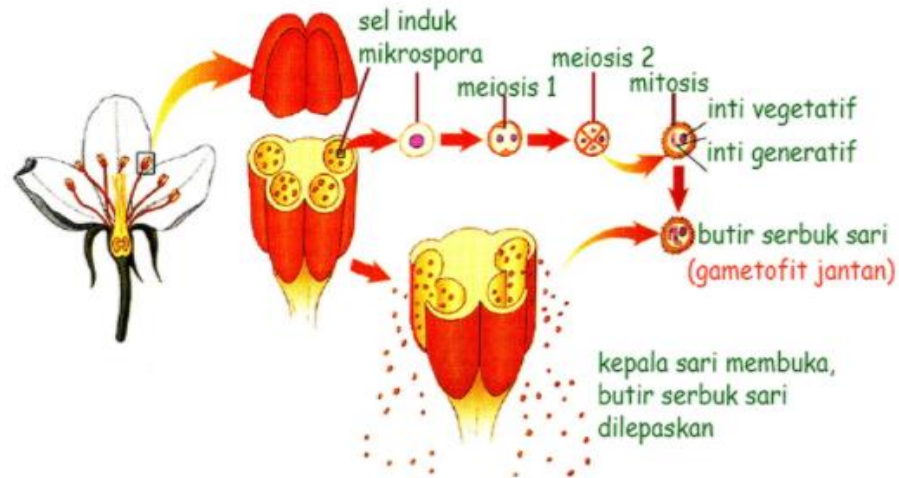
tumbuhan Angiospermae hanya satu megaspora saja yang fungsional, sedangkan tiga lainnya mengalami degenerasi. Selanjutnya satu sel megaspora yang haploid mengalami tiga kali pembelahan mitosis berturut-turut menghasilkan 8 sel megaspora di dalam gametofit betina. Delapan sel tersebut selanjutnya tersusun menjadi tiga sel antipoda, dua inti kutub, satu sel telur (ovum), dan dua sel sinergid.



Gambar 6. Megasporogenesis  
 Sumber : <https://www.edubio.info>

**b. Mikrosporogenesis**

Mikrosporogenesis merupakan proses pembentukan gamet jantan. Terjadi di dalam kepala sari. Di dalam kepala sari, terdapat kantung serbuk sari yang di dalamnya ada berbagai sel-sel induk serbuk sari (mikrospora) yang diploid. Supaya *nggak* bingung, perhatikan *deh* gambar di bawah ini.



Gambar 7. Mikrosporogenesis  
 Sumber : <https://www.edubio.info>

Tahapan pembentukan mikrosporogenesis secara lengkap adalah sebagai berikut:

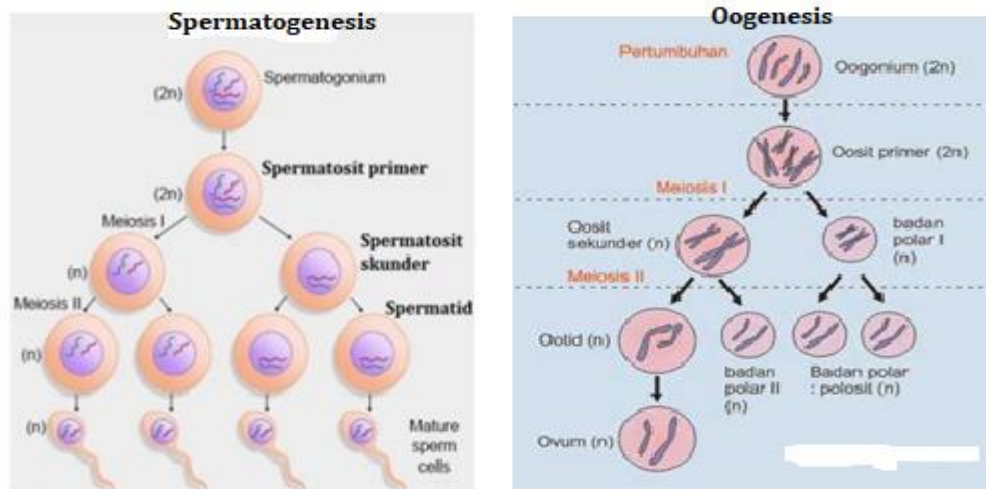
- 1) Sel induk mikrospora melakukan pembelahan meiosis I dan menghasilkan sepasang sel haploid.
- 2) Sepasang sel haploid membelah meiosis II menghasilkan 4 mikrospora haploid yang berkelompok menjadi satu (tetrad).
- 3) Setiap mikrospora mengalami pembelahan kariokinesis sehingga menghasilkan 2 inti haploid. Yaitu inti vegetatif (inti saluran serbuk sari) dan inti generatif.
- 4) Inti generatif membelah secara mitosis sehingga membentuk dua inti sperma yang dikenal dengan inti generatif I dan inti generatif II.

### C. Rangkuman

1. Gametogenesis adalah proses pembentukan gamet yang mencakup peristiwa pembelahan meiosis I dan meiosis II, diikuti dengan pemasakan sel haploid menjadi sel gamet.
2. Gametogenesis pada hewan jantan disebut dengan spermatogenesis. Spermatogenesis menghasilkan empat sperma yang haploid. Gametogenesis pada hewan betina disebut oogenesis. Oogenesis menghasilkan satu ovum yang bersifat haploid dan fertil serta tiga badan kutub polar yang steril.
3. Gametogenesis pada tumbuhan tingkat tinggi terbagi menjadi mikrosporogenesis untuk tumbuhan jantan dan megasporogenesis pada tumbuhan betina. Mikrosporogenesis menghasilkan empat mikrospora yang haploid yang selanjutnya 2 mikrospora berfusi menjadi intivegetatif dan 2 mikrospora menjadi inti generatif 1 dan inti generatif 2. Megasporogenesis menghasilkan delapan megaspora yang haploid yang selanjutnya menjadi 3 inti antipoda, 2 inti melebur menjadi inti kandung lembaga sekunder, dan 2 inti sinergida, dan 1 inti ovum.

### D. Penugasan Mandiri

Amati gambar di bawah ini, selanjutnya jawablah pertanyaannya dengan benar!



Apakah perbedaan proses oogenesis dan spermatogenesis ?

## E. Latihan Soal

1. Jelaskan pengertian gametogenesis ?
2. Di manakah tempat terjadinya gametogenesis pada Pria? Berapakah sel gamet yang dihasilkan pada proses spermatogenesis?
3. Apakah perbedaan proses oogenesis dan spermatogenesis?
4. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan Mikrosporogenesis

**Rubrik jawaban dan penskoran**

No.	Jawaban	Skor
1.	Gametogenesis adalah perkembangan sel germinal diploid (2n) menjadi kelamin (ovum dan spermatozoa) haploid (n) (oogenesis dan spermatogenesis).	2
2.	a. alat kelamin jantan ( testis )	1
	b. empat sel sperma yang fungsional	1
3.	- Spermatogenesis adalah proses dimana sel- germinal primer laki-laki mengalami pembelahan dan menghasilkan jumlah sel disebut spermatogonium, yang darinya spermatosit primer berasal. - Oogenesis adalah proses pembentukan sel telur.sel induk telur (oogonium) menjadi besar sebelum membelah secara meiosis.	4
4.	Mikrosporogenesis adalah proses pembentukan mikrospora atau serbuk sari.	2
Jumlah Skor		10

**Keterangan :**  $nilai\ yang\ didapat = \frac{jumlah\ skor}{10} \times 100$

**F. Penilaian Diri**

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab !

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat menganalisis proses spermatogenesis ?		
2.	Apakah Anda dapat menganalisis proses oogenesis ?		
3.	Apakah Anda dapat membedakan spermatogenesis dengan oogenesis ?		
4.	Apakah Anda dapat menganalisis pembentukan mikrosporogenesis dan makrosporogenesis ?		
5.	Apakah Anda dapat membedakan hasil akhir pada mikrosporogenesis dan megasporogenesis?		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

## EVALUASI

1. Pernyataan berikut ada hubungannya dengan pembelahan sel:
  - 1) Terjadi pada sel tubuh
  - 2) Jumlah kromosom sel anak separuh dari sel induk
  - 3) Jumlah kromosom anak sama dengan kromosom induk
  - 4) Terjadi dalam pembentukan sel kelamin
  - 5) Pembelahan berlangsung 2 kaliCiri khas mitosis adalah....
  - A. 1 dan 2
  - B. 1 dan 3
  - C. 2 dan 5
  - D. 3 dan 4
  - E. 3 dan 5
2. Berikut ini adalah ciri - ciri yang ditunjukkan pada saat sel membelah :
  - 1) Kromosom mengganda
  - 2) Membran nukleus menghilang
  - 3) Benang spindel terbentuk
  - 4) Membran inti terbentuk
  - 5) Kromosom menuju kutub
  - 6) Sentriol menuju kutub
  - 7) Kromosom berjajar di kutub equatorManakah hubungan yang tepat antara fase pembelahan sel dan ciri - cirinya ?
  - A. Profase, 2 dan 6
  - B. Metafase, 5 dan 6
  - C. Anafase, 5 dan 6
  - D. Profase, 1 dan 7
  - E. Telofase, 1 dan 4
3. Seorang siswa mengamati sel ujung akar bawang merah yang sedang aktif membelah. Siswa menemukan sebuah sel yang kromosomnya menebal, membran intinya tidak tampak, memiliki dua sentriol yang tampak menuju kutub yang berbeda. Keadaan ini menunjukkan bahwa sel sedang dalam proses pembelahan pada fase ....
  - A. Interfase
  - B. profase
  - C. telophase
  - D. anafase
  - E. metaphase
4. Pernyataan yang benar tentang pembelahan meiosis adalah ....
  - A. menghasilkan empat sel anak dengan kromosom tereduksi
  - B. menghasilkan dua sel anak dengan kromosom diploid
  - C. sel induk haploid dan sel anak diploid
  - D. kromosom terbentuk pada tahap telofase
  - E. tidak terjadi perubahan - perubahan pada inti sel
5. Metafase II pembelahan meiosis ditandai dengan ....
  - A. kromosom homolog berpisah menuju kutub masing - masing
  - B. pemisahan kromatid saudara
  - C. kromosom homolog berjajar di bidang equator
  - D. kromatid sister berjajar di bidang equator

- E. benang - benang spindel melekat pada sentromer kromosom homolog
6. Meiosis yang terjadi pada tumbuhan jagung dapat diamati pada proses ....
- perpanjangan pada ujung batang dan pembentukan biji
  - pembentukan biji dan perpanjangan ujung akar
  - perpanjangan ujung akar dan pembentukan tepung sari
  - pembentukan biji dan pembentukan tepung sari
  - perpanjangan ujung akar dan perpanjangan ujung batang.
7. Pada tumbuhan, pembelahan reduksi terjadi pada ....
- lingkaran kambium
  - Alat berkembang biak
  - Pucuk batang
  - Jaringan meristem
  - ujung akar
8. Spermatogenesis pada hewan jantan berlangsung dalam tahapan seperti di bawah ini  
Berdiferensiasi menjadi spermatosit primer
- Epitel germinal tubulus seminiferus membelah secara mitosis menjadi
  - spermatogonium
  - Membelah secara meiosis menjadi spermatosit sekunder
  - Mengalami pematangan menjadi spermatozoa
  - Membelah secara meiosis menjadi spermatid
- Urutan tahapan yang menggambarkan peristiwa spermatogenesis yang benar adalah ....
- 1 - 3 - 2 - 5 - 4
  - 1 - 3 - 5 - 2 - 4
  - 2 - 1 - 3 - 5 - 4
  - 2 - 1 - 5 - 3 - 4
  - 5 - 1 - 3 - 2 - 4
9. Dari pernyataan berikut ini, manakah yang paling benar mengenai gametogenesis pada manusia?
- Spermatogenesis terjadi di tubulus seminiferus sejak janin dalam kandungan
  - Sel gamet yang dihasilkan merupakan sel - sel diploid
  - Pada proses oogenesis dihasilkan 4 sel telur yang fungsional
  - Pada proses oogenesis dihasilkan 1 buah sel telur yang fungsional dan 3 badan polar
  - Spermatogenesis menghasilkan 3 sel yang fungsional dan 1 sel yang steril
10. Sel - sel yang mengalami meiosis dalam tubulus seminiferous pada proses spermatogenesis adalah ....
- spermatid
  - spermatogonium
  - spermatozoa
  - spermatosit primer
  - spermatosit sekunder



**KUNCI JAWABAN DAN PEDOMAN PENILAIAN**

Nomor soal	Kunci jawaban	Nomor soal	Kunci jawaban
1.	B	6.	D
2.	C	7.	B
3.	E	8.	C
4.	A	9.	D
5.	C	10.	B

Setiap jawaban benar diberi skor = 1

**Keterangan :**  $nilai\ yang\ didapat = \frac{jumlah\ skor}{10} \times 100$

## DAFTAR PUSTAKA

Endah Sulistiyowati,dkk. 2016. *Buku Siswa : Biologi untuk SMA/MA kelas XII*, Klaten : Intan Pariwara

Cambell, Neil. 2012. *Biologi Edisi 8 jilid 1*.Jakarta : Erlangga.

D.A. Pratiwi,dkk. 2013. *Biologi untuk SMA kelas XII*. Jakarta : Erlangga

Dyah Aryulina.2007.*Biologi 3 untuk SMA/MA untuk kelas XII*. Jakarta : Esis

Elrod,Susan L dan William D Stansfield.2007.*Genetika*.Jakarta : Erlangga