

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.

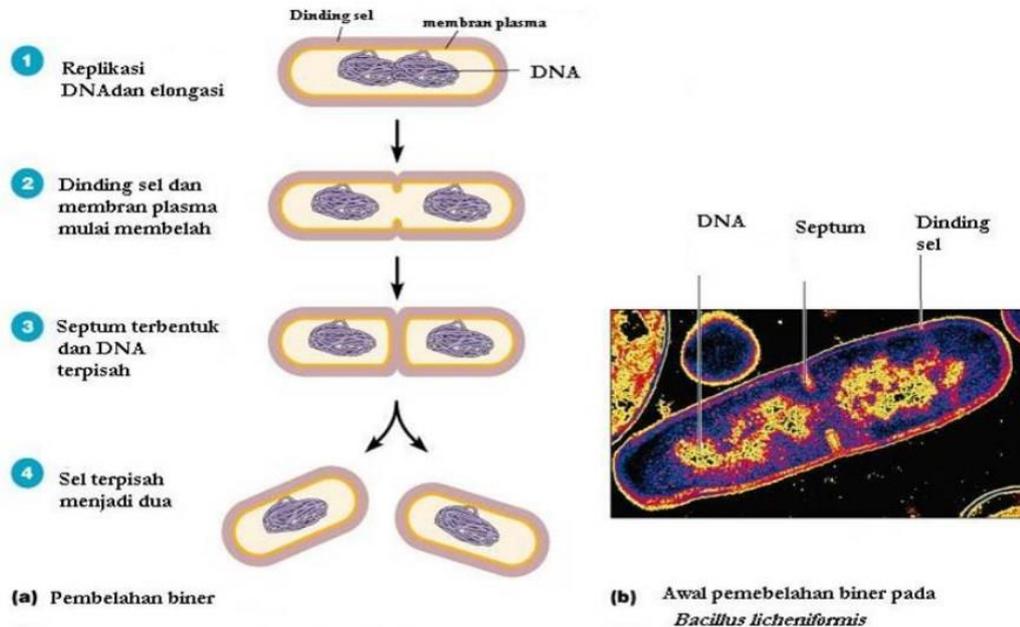
B. Uraian Materi

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

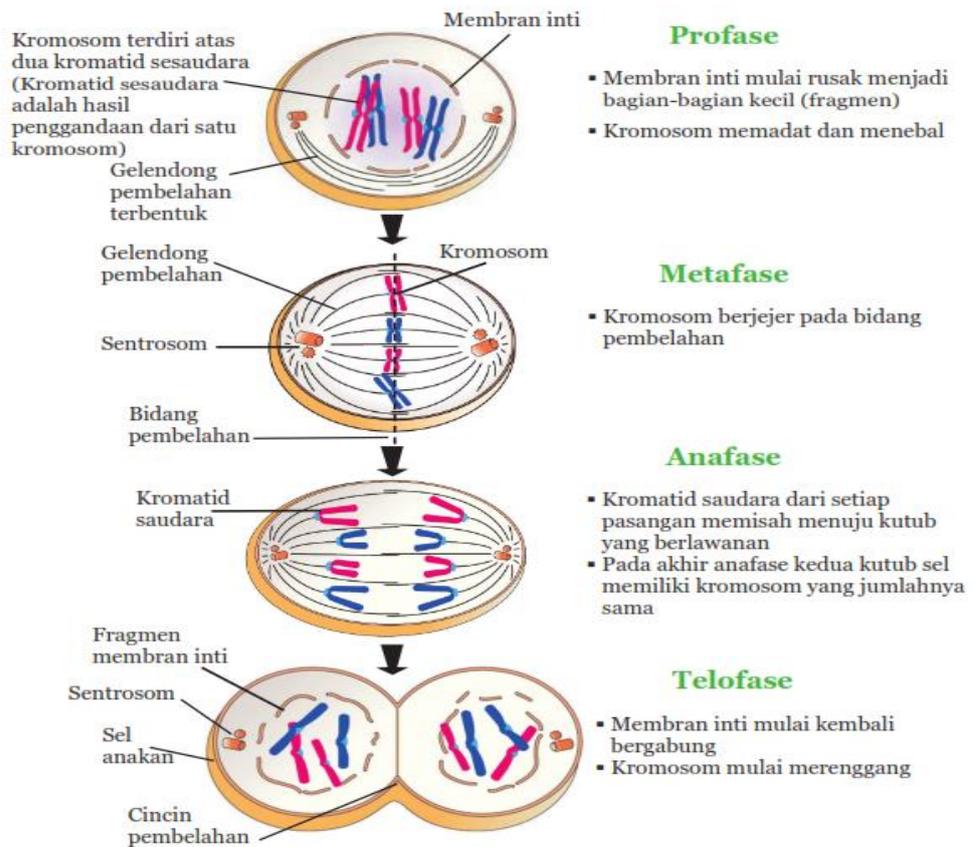
Kedua kromatid dalam satu kromosom (sering disebut kromatid kakak beradik) masih dihubungkan oleh satu sentromer dan terletak di bidang ekuator sel. kromosom berada ditengah bidang equator.

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.seputarpengertian.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 serupadengan 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.

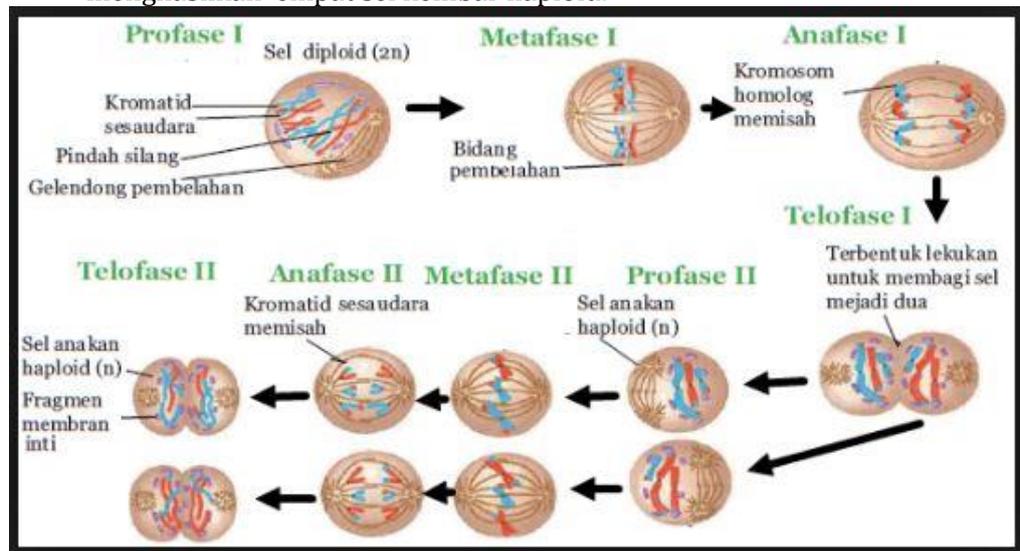
c) Anafase II :

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!

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.

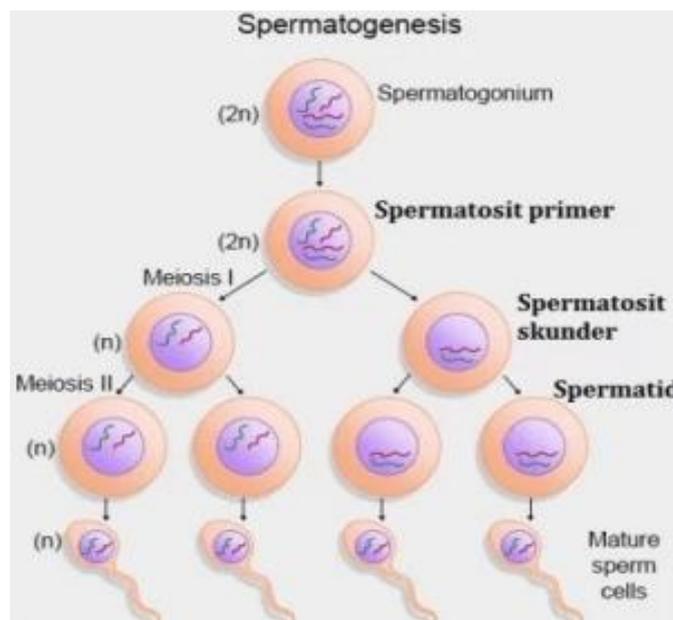
B. Uraian Materi

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

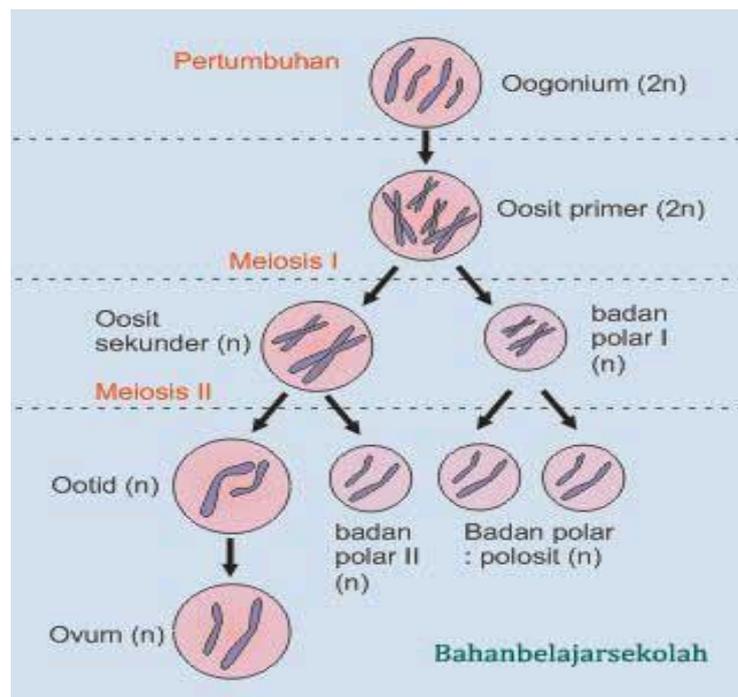
Spermatogenesis adalah proses dimana sel-sel germinal primer laki-laki mengalami pembelahan dan menghasilkan jumlah sel disebut **spermatogonium**, yang darinya spermatisit primer berasal. Setiap spermatisit primer membelah menjadi dua spermatisit sekunder, dan masing-masing spermatisit sekunder spermatid 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>

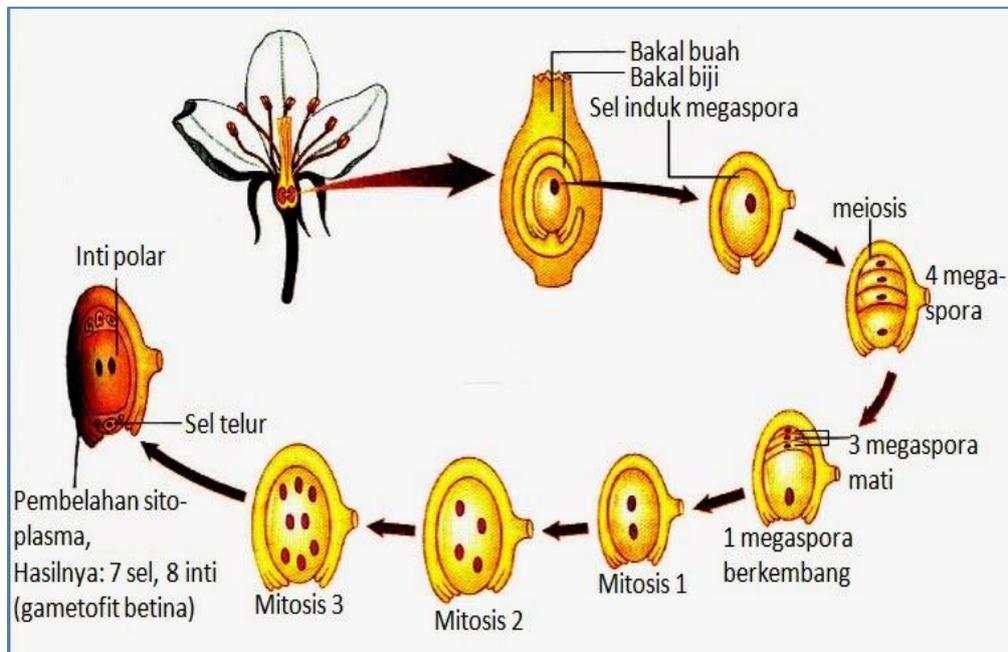
2. Gametogenesis pada Tumbuhan

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

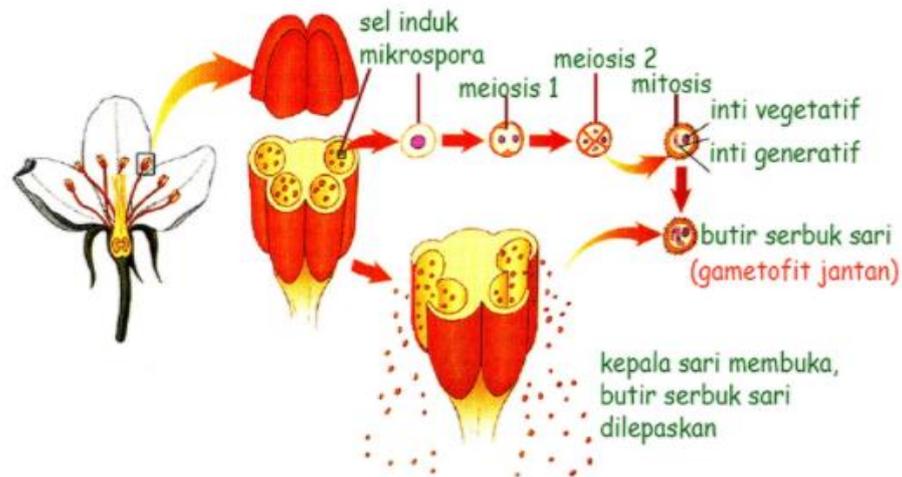
tumbuhan Angiospermae hanya satu megaspora saja yang fungsional, sedangkan tiga lainnya mengalami degenerasi. Selanjutnya satu sel megaspora yang haploid mengalami tiga kali pembelahan mitosis berturut-turut menghasilkan 8 sel megaspora di dalam gametofit betina. Delapan sel tersebut selanjutnya tersusun 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:

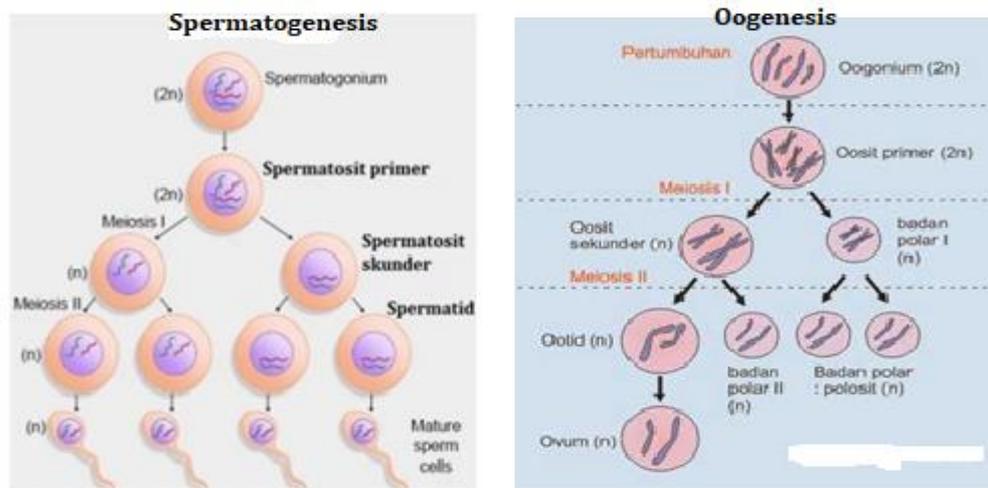
- 1) Sel induk mikrospora melakukan pembelahan meiosis I dan menghasilkan sepasang sel haploid.
- 2) Sepasang sel haploid membelah meiosis II menghasilkan 4 mikrospora haploid yang berkelompok menjadi satu (tetrad).
- 3) Setiap mikrospora mengalami pembelahan kariokinesis sehingga menghasilkan 2 inti 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