

# BIOLOGI

Nissa Anggastya Fentami, M.Farm, Apt



# REPRODUKSI SEL

# Introduction

Semua makhluk hidup utk perkembangannya setiap sel



akan membelah diri

Tujuan pembelahan sel :

- organisme multiseluler : untuk tumbuh, berkembang dan memperbaiki sel-sel yang rusak
- organisme uniseluler (misal : bakteri, ganggang, jamur) : untuk mempertahankan keberadaan jenisnya

Ada kalanya sel membelah dan ada kalanya sel beristirahat.



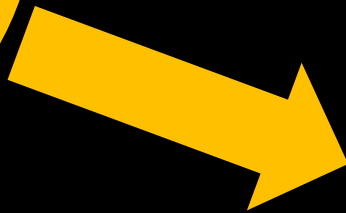
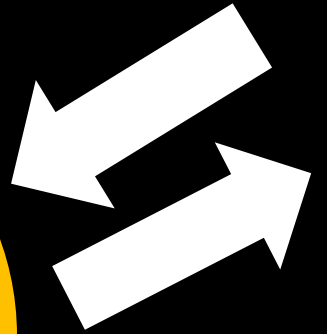
Pergantian fase tersebut terjadi dalam **siklus sel**



Pembelahan sel dikendalikan oleh materi genetik berupa **kromosom**, yang akan terbagi ke dalam sel-sel anaknya



Pembelahan sel juga melibatkan **inti sel, sentrosom** serta **sitoplasma**



Semua makhluk multiseluler yg berkembang scr seksual akan bergantung pd pembelahan sel



- Pembelahan sel scr lengkap t.d:
  - Pembelahan inti sel (kariokinesis)
  - Pembelahan sitoplasma (sitokinesis)
- Ada 2 macam pembelahan inti :
  - Pembelahan mitosis
  - Pembelahan meiosis (reduksi)

Siklus sel bervariasi → pada organisme dan sel yang berbeda maka siklusnya akan berbeda



- ✓ Lamanya 1 siklus sel bervariasi menurut jenis selnya:
  - *Drosophila* : punya siklus sel yang pendek (1 siklus sel = 8 menit),
  - Sel hati manusia = 1 siklus sel = 1 tahun
  
- ✓ Peristiwa universal yg terjadi pd siklus sel
  - Replikasi DNA diikuti oleh replikasi kromosom
  - Pada umumnya dlm 1 siklus sel juga menduplikasikan masa sel yg terdiri sitosol dan organel sel

Berdasarkan mekanisme

# Pembelahan Sel

Amitosis

Mitosis

Meiosis



# Interfase

Interfase meliputi 3 tahap : G1, S, G2

---

## ■ Fase G1 :

- ✓ Fase G1 adalah interval antara akhir mitosis (M) dan permulaan sintesis DNA (S)
- ✓ Tjd pengumpulan bahan genetik utk persiapan pembelahan,
- ✓ Memerlukan waktu 25 jam

## ■ Fase S :

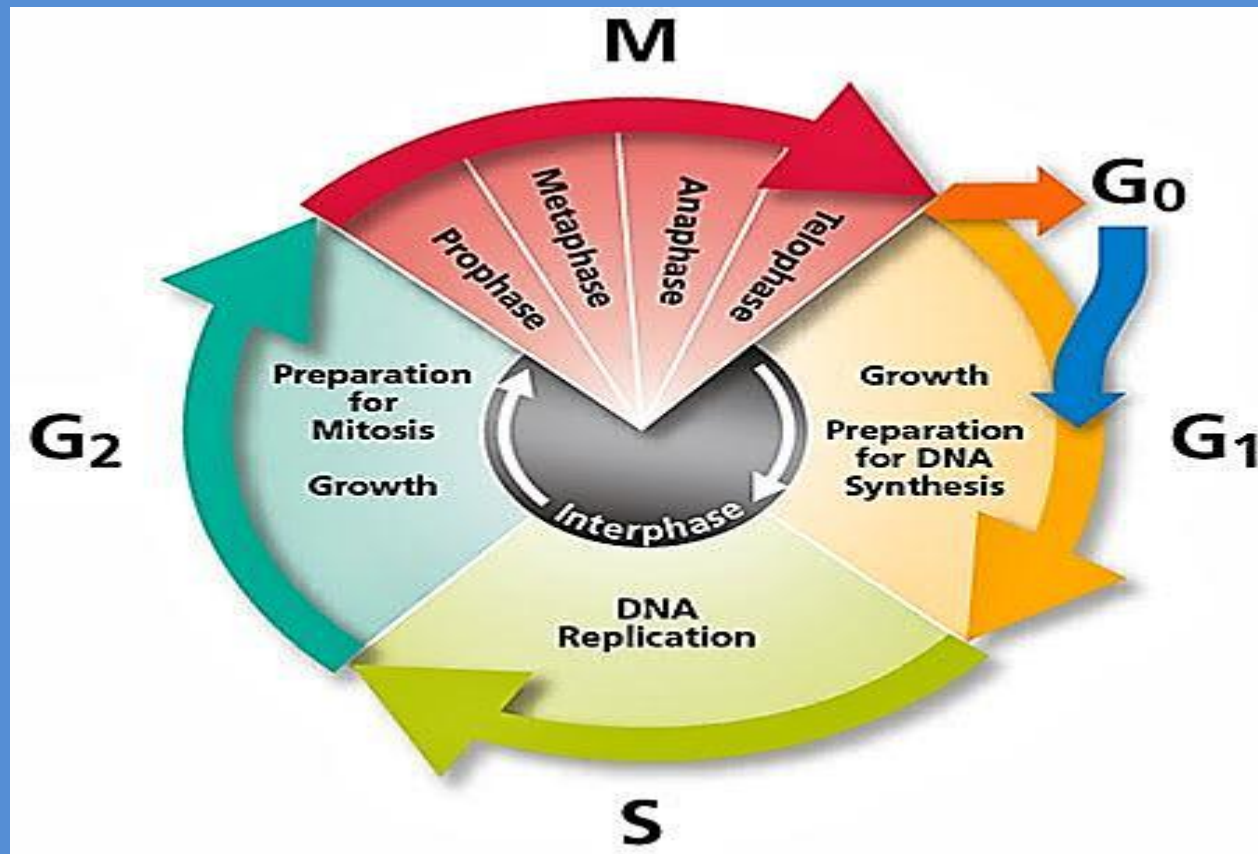
- ✓ Fase ini berlangsung 7-8 jam
- ✓ Tjd sintesa DNA yi diikatnya basa<sup>2</sup> dlm nukleotida serta pembentukan histon dan sintesa RNA
- ✓ Pada akhir fase S → sel mengalami replikasi DNA
- ✓ DNA dlm nukleus menjadi doubling (2 kromatid)

## ■ Fase G2 :

- ✓ Sel mempersiapkan diri utk membelah (menjelang pembelahan mitosis)
- ✓ Pd saat ini aktif tjd sintesa RNA
- ✓ Fase ini berlangsung 2-3 jam

- ✓ Fase  $G_2$  dimulai → setelah jumlah DNA meningkat 2 x lipat & berakhir pd awal mitosis
- ✓ Fungsi  $G_2$  : mempersiapkan mitosis
- ✓ Pada akhir fase  $G_2$ : tjd aktivasi enzim kinase utk katalisator fosforolasi → membran inti melarut pd awal mitosis





$G_0$  = periode laten di luar siklus sel (sel tdk beraktivitas)

$G_1$  = fase sel mempersiapkan diri untuk memasuki fase S, terjadi aktivasi enzim

S = replikasi DNA , DNA nukleus menjadi 2 x lipat lebih banyak

$G_2$  = persiapan sel untuk memasuki fase mitosis

# AMITOSIS

---

- ✓ Amitosis tjd pd orgm prokariotik
- ✓ Inti membelah tanpa melibatkan pembentukan/pembelahan kromosom
- ✓ Pembelahan sel diawali dg memanjangnya sel dan inti yg diikuti oleh pengecilan bgn tengah smp putus  
→ mengakibatkan terpisahnya sitoplasma & inti mjd 2 bgn → terbentuk 2 sel baru
- ✓ Kdg2 pembelahan inti tdk diikuti oleh pemisahan sitoplasma
- ✓ Amitosis tdk menjamin bahwa unsur2 genetik dlm sel akan terbagi sama rata dlm anak selnya

# MITOSIS

---

- ✓ Mitosis butuh waktu 1 jam
- ✓ Bahan inti akan terbagi sedemikian rupa shg dihasilkan 2 sel anakan yang masing-masing memiliki sifat-sifat genetik yang sama
- ✓ Tahap<sup>2</sup> mitosis
  1. Profase
  2. Metafase
  3. Anafase
  4. Telofase

- Fase ini berakhir dg pembelahan nukleus & sitoplasma
- Pada tingkat molekular : fase M diawali dg fosforilasi protein → fosforilasi berperan penting pd perubahan struktur sel pd wkt mitosis



Seperti:

- Kondensasi kromosom
- Lisis membran nukleus
- Fragmentasi retikulum endoplasmik
- Berkurangnya daya adhesi sel ke sel lain atau matrik ekstra sel di sekitarnya
- Transformasi sitoskeleton yg akan mensegregasikan kromosom & pemisahan sel

## ▪ Peristiwa penting pada fase M

- ✓ Kondensasi kromosom
- ✓ Transformasi/pembentukan spindel
- ✓ Pembentukan cincin kontraktile: akan memisahkan sel menjadi 2 bagian

## ▪ Kondensasi kromosom :

- ✓ Ditandai oleh perubahan kromatin interfase menjadi kromosom yg lebih pendek & tebal
- ✓ Pd awal fase M, setiap kromosom bereplikasi mjd 2 sister kromatid, keduanya berhubungan dari ujung ke ujung.
- ✓ Kromatid punya daerah yg menyempit disebut sentromer

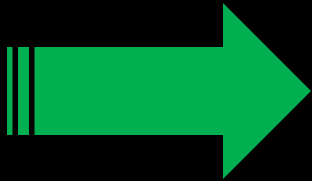
## ▪ Perlengkapan mitosis tdd:

- ✓ Bangunan sbg bintang (aster) dan spindle yg tersusun oleh serabut<sup>2</sup> kromosom



# 1. Profase

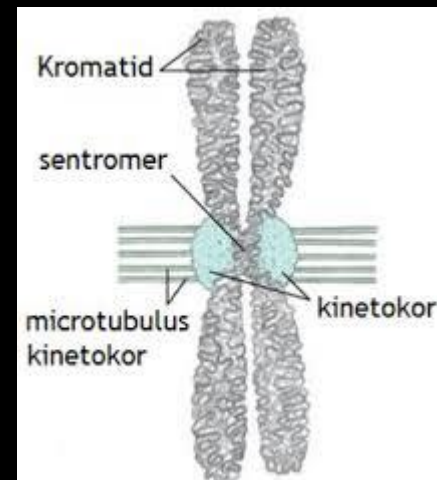
- Berlangsung 1,5 - 2,5 jam → fase terpanjang
- Sebelum profase : telah terdpt 2 sentriol → yg dg segera tiap pasanganya akan bergerak ke kutub masing<sup>2</sup>
- Pd awal profase: selubung inti masih dpt dibedakan, lalu akan segera terpecah & lenyap
- Dg hilangnya selubung inti, muncul bangunan spt benang (awal tampaknya kromosom)
- Akhir profase: kromosom makin nyata & makin tebal & sentriol telah smp ke masing<sup>2</sup> kutub sel
- Nukleolus akan menghilang dan diikuti dg munculnya bangunan seperti benang karena kondensasi kromatid membentuk kromosom (kromosom mjd pendek dan menebal)
- Pada akhir fase ini selubung nukleus tdk nampak



- Sentrosom mereplikasi → 2 sentrosom → bermigrasi ke sisi berlawanan dengan inti ~ mikrotubul muncul diantara 2 sentrosom membentuk benang2 spindle ~kromosom teramati jelas (2 kromatid) identik terbentuk pada interfase)

## 2. Metafase

- Sentromer2 mempunyai 2 kinetokor → dihubungkan ke 1 sentrosom oleh serabut kinetokor. Kromatid2 bergerak kebagian tengah inti membentuk keping metafase.



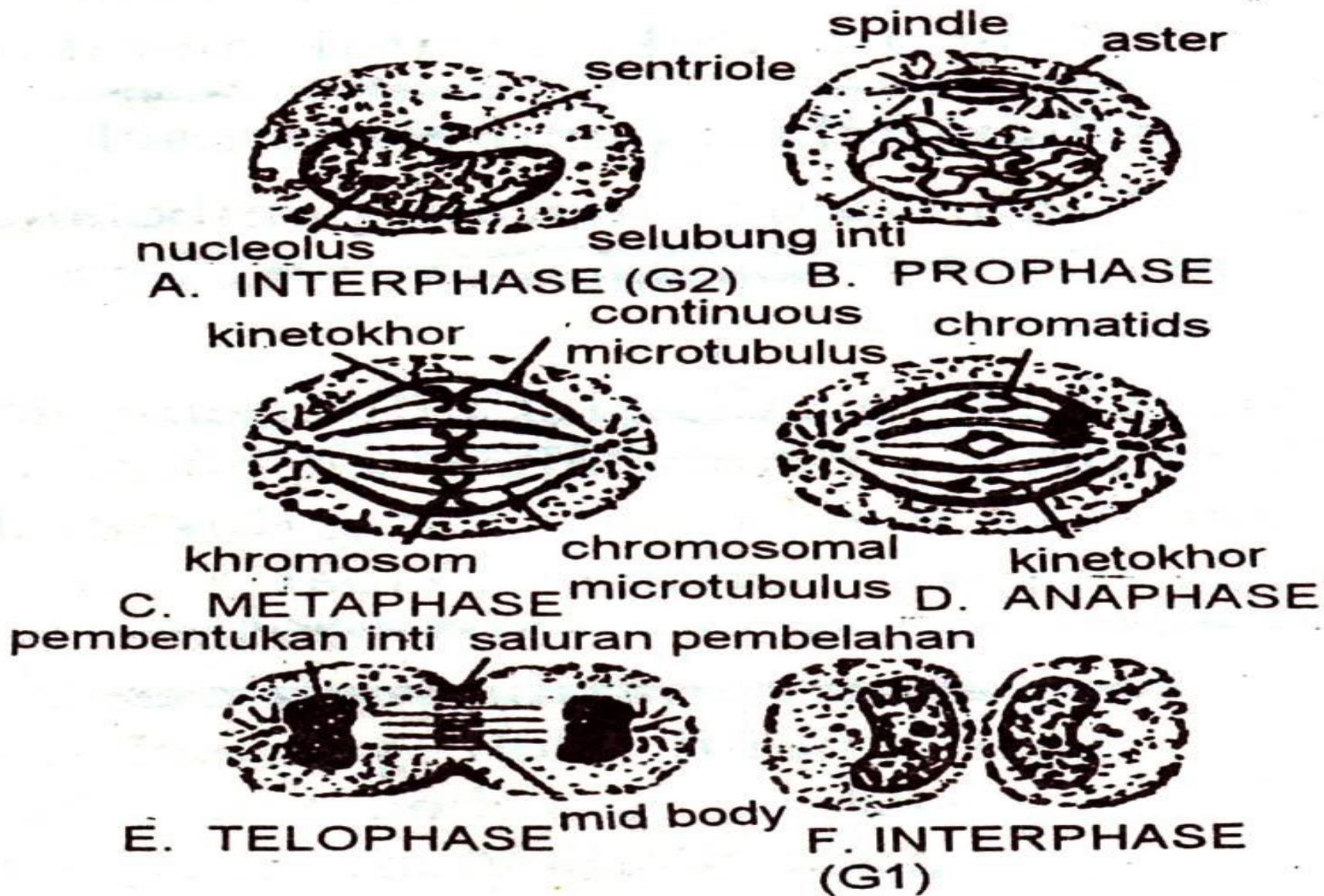
# 3. Anafase

Ditandai dg 2 peristiwa :

- Sentromer membelah sehingga kromatid dari kromosom benar<sup>2</sup> terpisah
- Setelah pemisahan: masing<sup>2</sup> kromatid akan bergerak menuju kutub sel masing<sup>2</sup>.

# 4. Telofase

- Pembelahan telah selesai → bersamaan dg terurainya gelungan kromosom, pd fase ini tjd sitokinesis
- Selama sitokinesis akan tjd penyempitan didaerah ekuator dan distribusi komponen<sup>2</sup> yg terdpt didlm sitoplasma
- Akhir tahap ini: mulai tampak selubung inti dan hilangnya kromosom, disusul munculnya butir<sup>2</sup> kromatin & anak inti
- Sel telah terbagi mjd 2 sel anakan yg masing<sup>2</sup> mgd jumlah kromosom yg sama dg induknya.

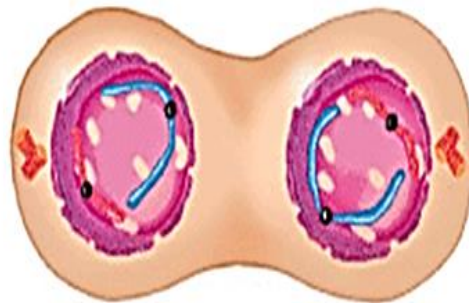
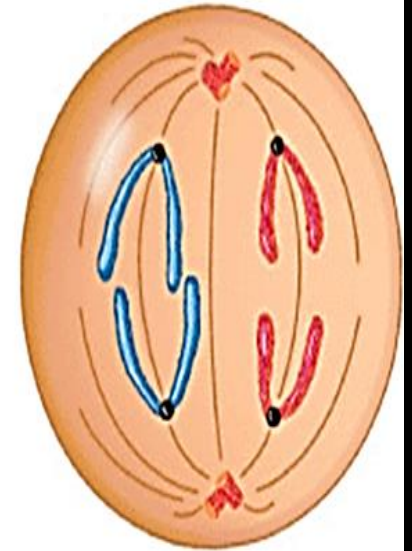
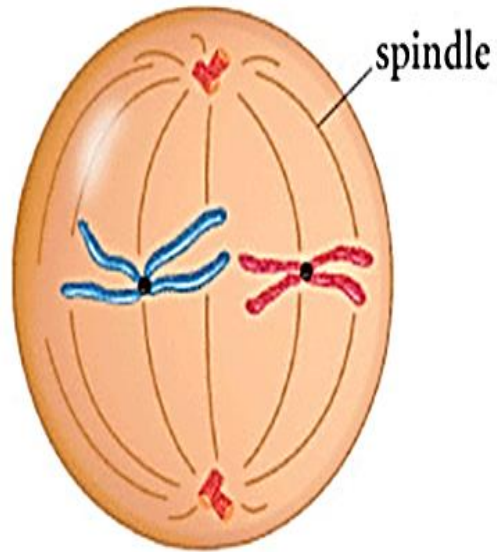
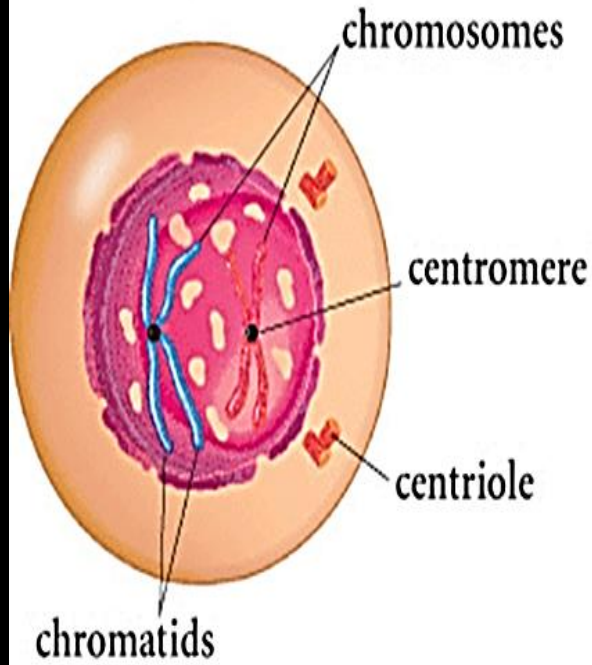


Gambar 8 - 16. Bagan mitosis.

PROPHASE

METAPHASE

ANAPHASE



TELOPHASE



INTERPHASE

# Meiosis

## (pembelahan reduksi)

---

- Agar generasi berikutnya mempunyai jumlah kromosom yg sama dg induk, maka sebelum terjadi pembiakan sel kelamin harus berbentuk haploid
- Meiosis → sekali duplikasi kromosom yg diikuti oleh 2 kali pembelahan → yg akan dihasilkan sel 2 haploid
- Hanya tjd pd sel kelamin dr organisme yg mengadakan reproduksi scr generatif



# Pembelahan Meiosis I

# Profase

- Ditandai dg masa profase yg lama → tjd proses berpasang-pasangannya kromosom yg homolog & pertukaran bahan genetik
- Dibagi mjd
  1. Proleptonema : ditandai dg kromosom yg sgt tipis hy kromosom seks yg tampak menonjol
  2. Leptonema : kromosom mulai tampak jelas sbg benang panjang dg penebalan pd bbrp tempat.

3. Zygonema : Kromosom homolog akan berpasang-pasangan dg rapi shg setiap kromomer yg homolog akan berdampingan dg hanya dipisahkan oleh jarak sekitar 0.2 mikron
4. Pachynema : Pasangan kromosom sdh sempurna kmd diikuti oleh kontraksi shg kromosom memendek dan tampak lebih tebal, kromatid mulai tampak, nukleus tampak scr keseluruhan dan memiliki  $\frac{1}{2}$  jumlah kromosom semula. Masing2 kromosom memiliki 2 buah sentromer

- Tjd crossing over (pertukaran segmen kromatid dari kromosom homolog)
- Pachynema mrpk fase yang plg lama (berhari<sup>2</sup>, berminggu<sup>2</sup> atau bertahun<sup>2</sup>) sdgkan fase yg lain hy bbrp jam

## 5. Diplonema

- Tjd pemisahan kromosom homolog (yg tdnya menempel rapat) ttp pemisahan ini blm sempurna krn msh tdpt perlekatan pd khiasmata (tempat tjdnya crossing over)

- Kromatid dlm tiap kromosom sudah terlihat dg mikroskop chy.
- Diplonema dpt berlangsung lama, co : pd fetus berumur 5 bl sdh terbentuk oosit dlm tahap diplonema dan akan berkembang ketahap berikutnya bertahun<sup>2</sup> kmd.

## 6. Diakinesis

- Kromosom mengalami pemendekan (shg tampak lbh jelas), tersebar diseluruh nukleus & nukleolus menghilang.
- Tjd gerakan khiasmata menjauhi sentromer menuju ujung<sup>2</sup> kromosom

# Prometafase I

- Kromosom tampak makin jelas & mencapai puncak kepadatan
- Selubung inti mulai larut
- Terjadi perlekatan mikrotubul pada sentromer

# Metafase I

- Kromosom tersusun pada bidang ekuator
- Sentromer mulai melepaskan diri krn tertarik oleh benang<sup>2</sup> spindle.

# Anafase I

- Kromatid tiap kromosom homolog yg msh tetap disatukan oleh sentromernya bergerak menuju kutubnya masing<sup>2</sup>
- Pergerakan tgt pd pj pendeknya kromosom ybs. Kromosom pendek berlangsung lebih cepat drpd kromosom yg panjang.

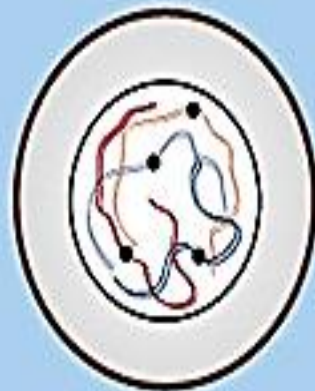
# Telofase I

- Kromosom telah berkumpul pd kutubnya masing<sup>2</sup>.
- Hsl akhir meiosis I adl terbentuknya sel dg nukleus yg disebut sbg spermatosit II (jantan) dan oosit II dg badan polar I (betina)
- Diantara 2 meiosis tjd interfase pendek tanpa berlangsung replikasi kromosom shg nukleus tetap haploid walaupun mgd 2 kromatid dlm tiap kromosomnya.



## II. MEIOSIS

### Meiosis I



(a)



(b)



(c)



(d)

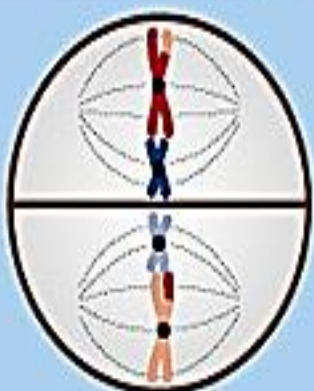


(e)

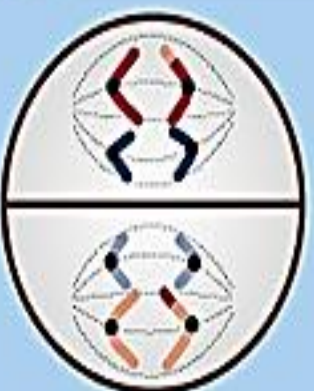
### Meiosis II



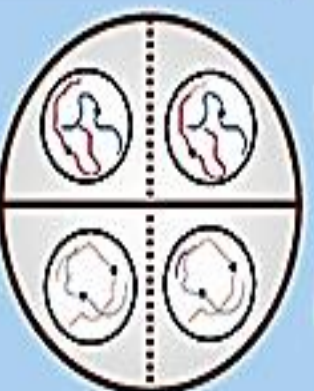
(f)



(g)



(h)



(i)



(j)

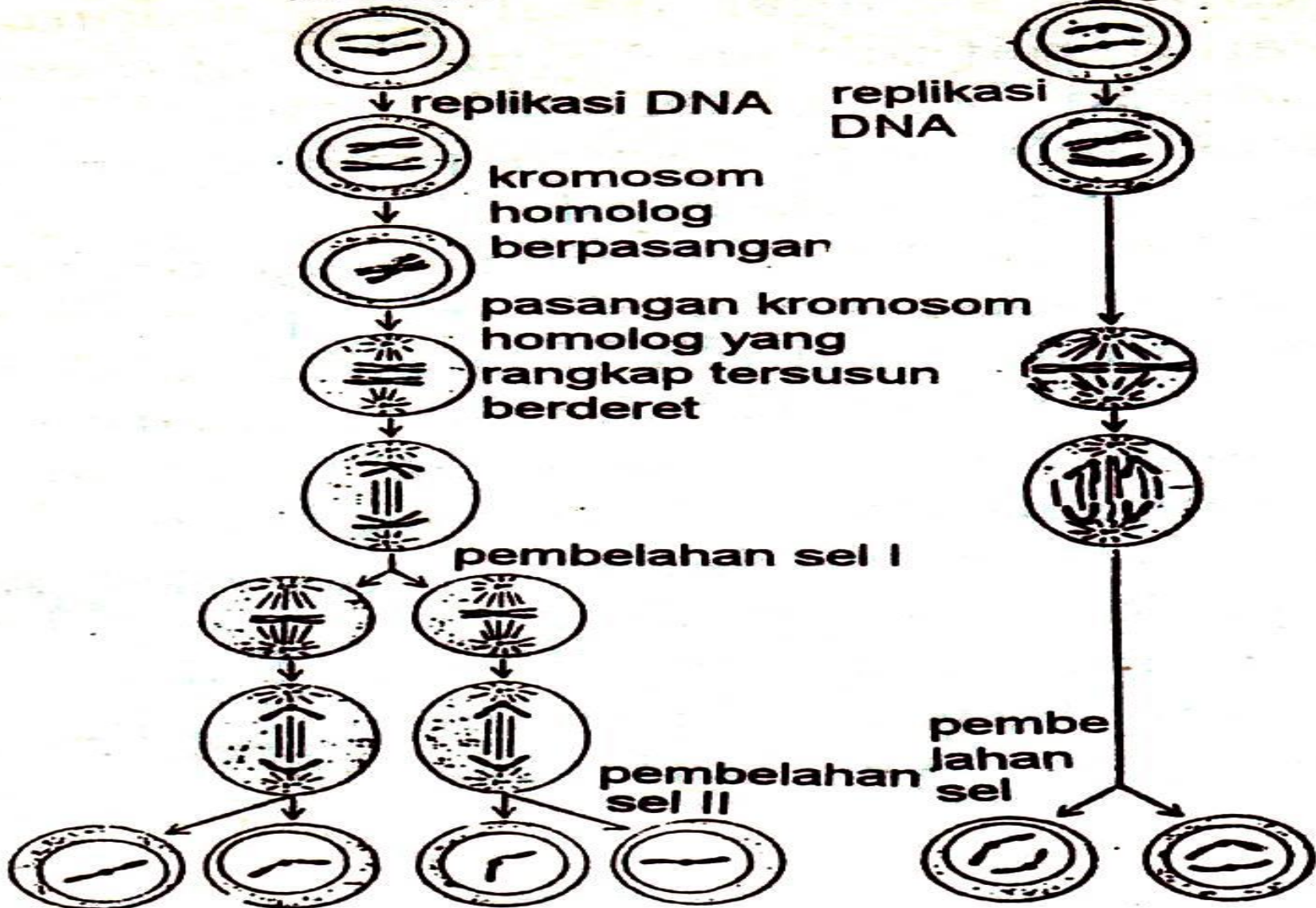
# Pembelahan Meiosis II

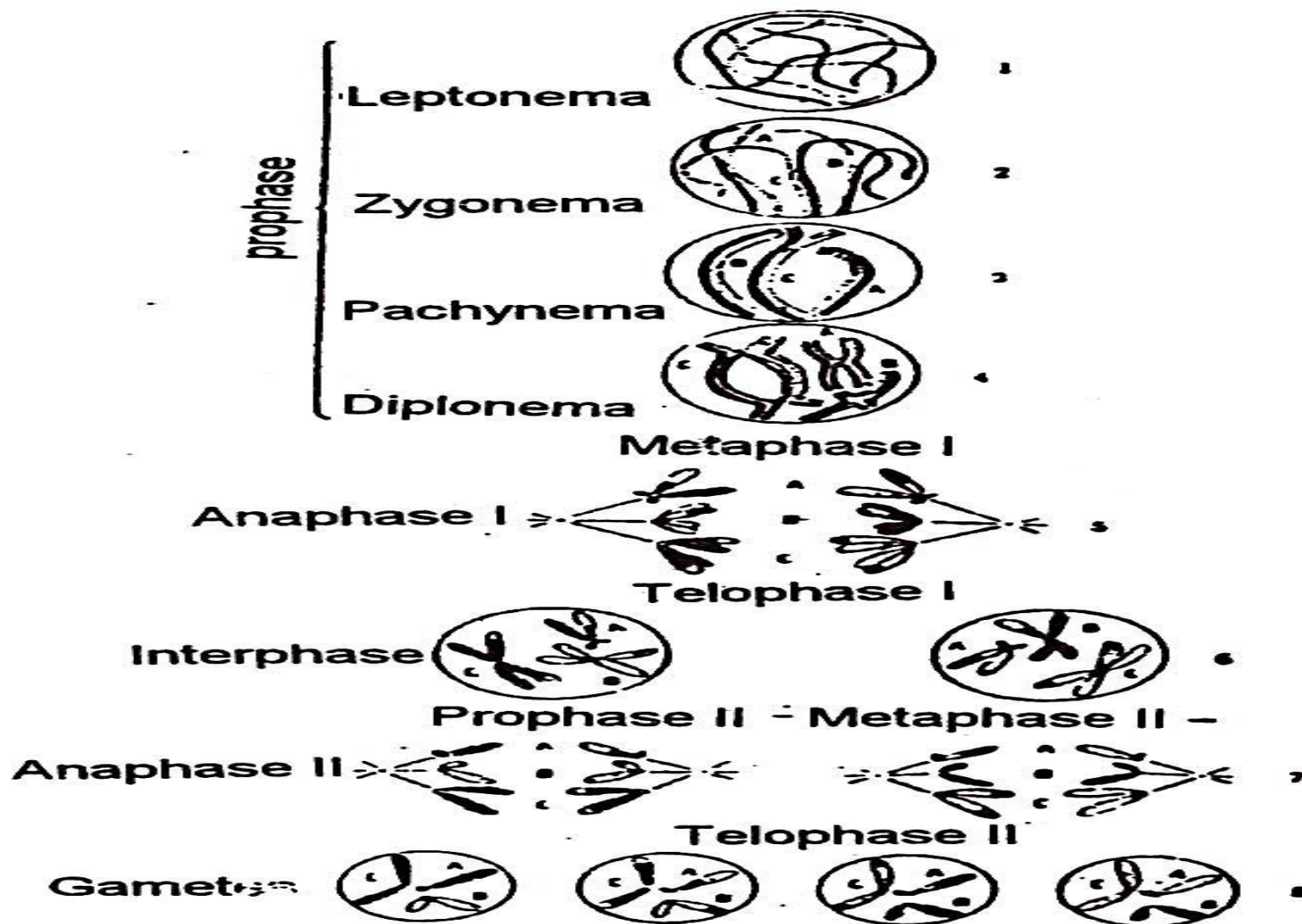
# Meiosis II

- Profase II : waktunya singkat, mulai terbentuk bangunan spindle dlm sitoplasma
- Metafase II : kromosom terkumpul pd bidang ekuator yg diikuti pemisahan sentromernya
- Anafase II : Kromatid bergerak menuju kutub sel
- Telofase II : kromatid telah berkumpul pd masing<sup>2</sup> kutub dan mjd kromosom
- Terbentuk 4 buah sel dg masing<sup>2</sup> inti yg mgd kromosom yg haploid

# MEOSIS

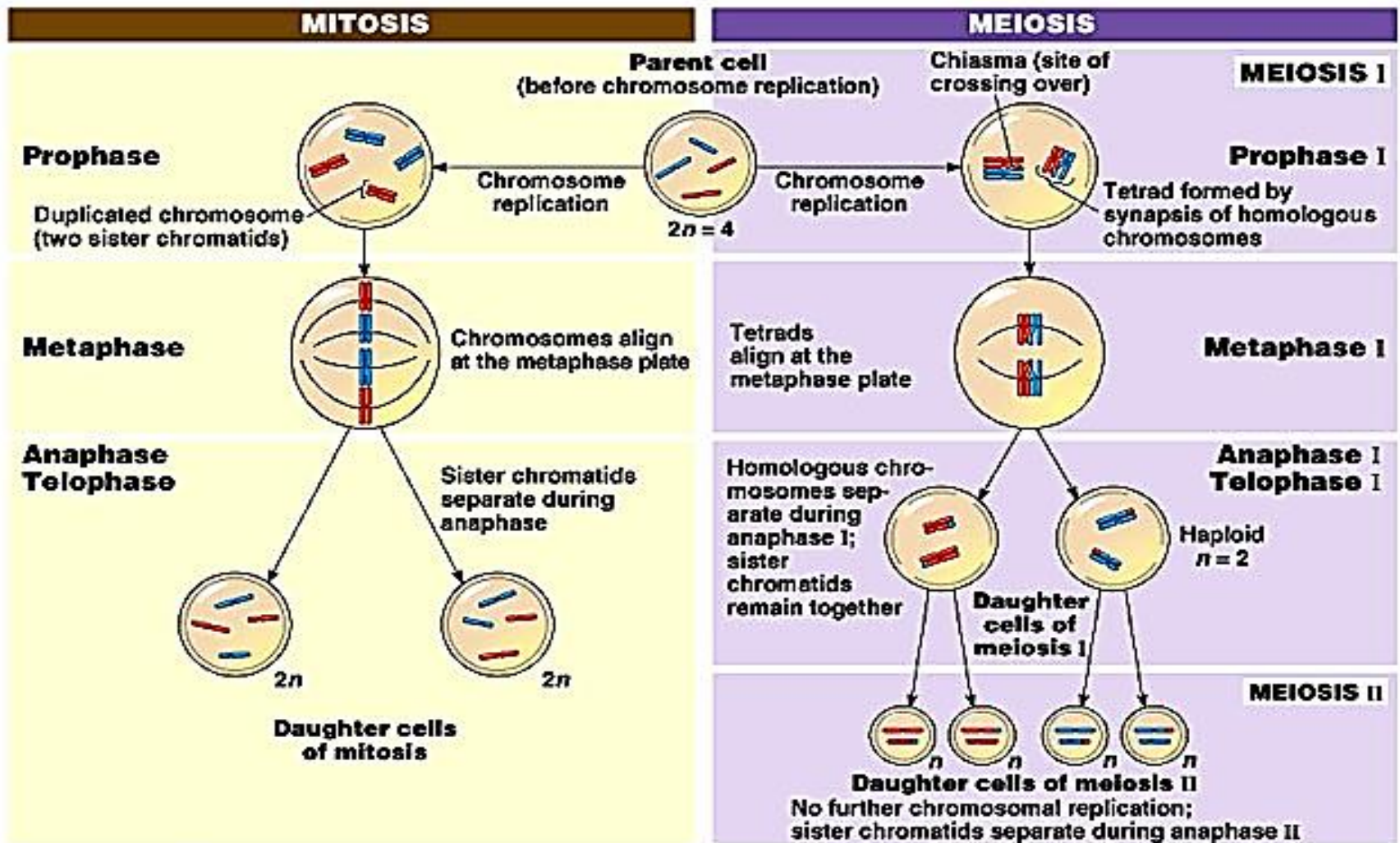
# MITOSIS





Gambar 10 - 5. Bagan proses meiosis.

# Perbedaan Mitosis Dan Meiosis



# Perbedaan Mitosis Dan Meiosis

## Mitosis

1. lokasi: sel-sel tubuh (soomatis) dan sel gonad
2. Jumlah: 1 kali
3. Jumlah sel anak: 2 sel anak
4. Jumlah kromosom anak: Diploid ( $2n$ ) dan Diploid ( $2n$ )
5. Pindah silang: -
6. Komponen genetik: sama dgn induk
7. Tujuan: pertumbuhan dan regenerasi

## Meiosis

1. lokasi: sel gonad/ sel kelamin
2. Jumlah: 2 kali
3. Jumlah sel anak: 4 sel anak
4. Jumlah kromosom anak: Diploid ( $2n$ ) dan Haploid ( $n$ )
5. Pindah silang: terjadi pada profase I
6. Komponen genetik: berbeda dgn induk
7. Tujuan: reduksi kromosom, dan pembentukan gamet

See you next  
week..

