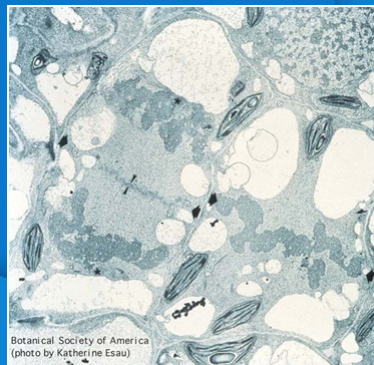


# SIKLUS SEL / REPLIKASI SEL



## Teori sel

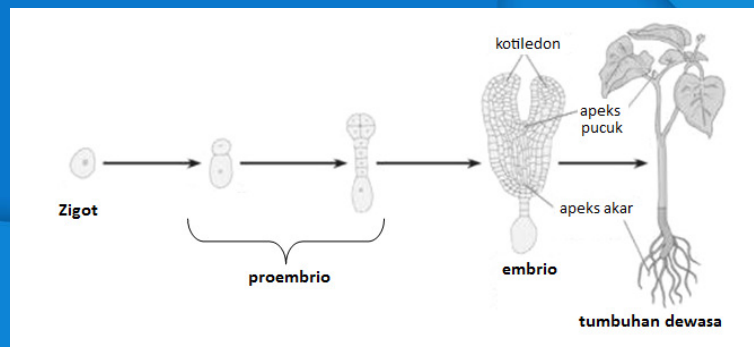
Semua sel berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya

→ Reproduksi seluler – pembelahan sel

Pembelahan sel

→ embrio tumbuh/berkembang menjadi organisme dewasa

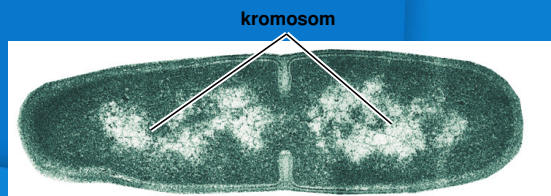
→ keberlangsungan generasi



## Reproduksi sel pada organisme prokariot

Sel prokariot membelah secara aseksual

- Sel memiliki kromosom tunggal
- Kromosom mengalami replikasi
- Sel membelah menjadi dua sel melalui pembelahan biner



## Pembelahan biner pada sel eukariot



## Organisme Eukariot

Pada organisme multiseluler terjadi

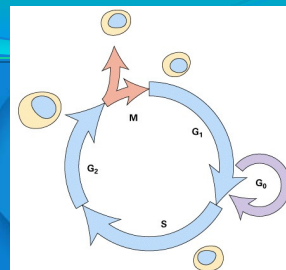
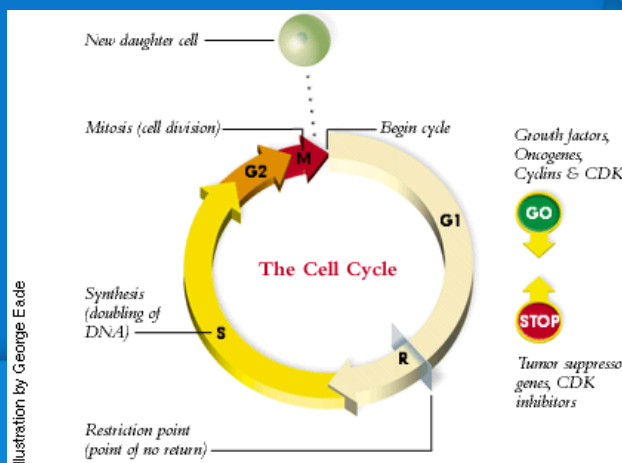
- perkembangan
- Reproduksi

Tipe sel pada eukariot multiseluler berdasarkan pada aktivitas pembelahan selnya :

1. sel yang sangat terspesialisasi dan tidak mengalami pembelahan pada individu dewasa  
→ misalnya jaringan xilem
2. sel yang secara normal tidak dapat membelah lagi, tetapi jika diinduksi maka akan terjadi pembelahan  
→ sel parenkim
3. sel yang memiliki aktivitas mitosis yang tinggi.  
→ Meristem, jaringan embrionik

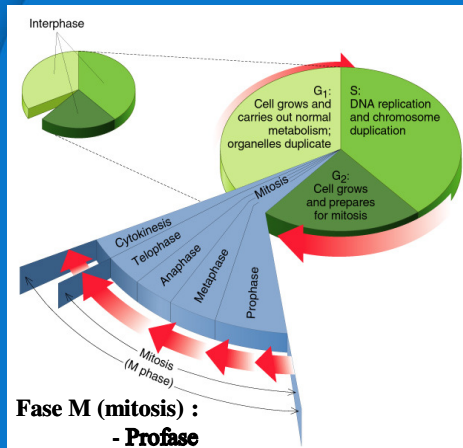
## SIKLUS SEL

- suatu seri peristiwa untuk menuju replikasi sel → 1 arah, irreversible



**Sel postmitotik**  
Sel-sel keluar dari siklus sel → masuk G<sub>0</sub> tidak berdiferensiasi lanjut dan atau masuk ke G<sub>0</sub> untuk berdiferensiasi → G<sub>1</sub>. Sel G<sub>0</sub> dapat masuk kembali ke siklus sel dan masuk ke fase G<sub>1</sub> → S.

# SIKLUS SEL EUKARIOT



Siklus sel dibagi menjadi 4 fase

- Fase S (sintesis)
- Fase G2
- Fase M (mitosis)
- Mitosis diikuti Sitokinesis
- Fase G1

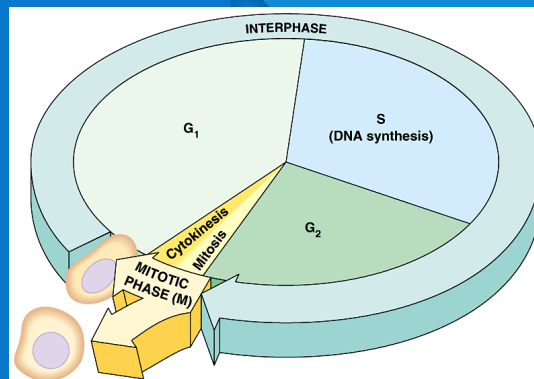
**Fase M (mitosis) :**

- **Profase**
- **Metafase**
- **Anafase**
- **Telofase**

# Siklus sel akan menggandakan sel

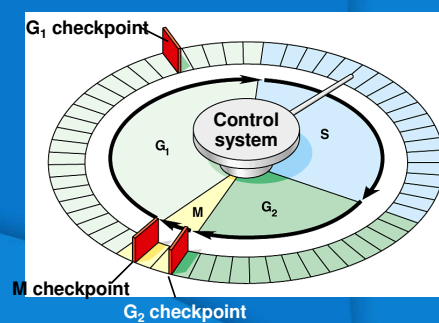
Siklus sel memiliki dua fase penting :

- a. Interfase
  - ❖ Pengandaan kromosom
  - ❖ Tumbuh
- b. M – Mitosis
  - ❖ Pembelahan sel

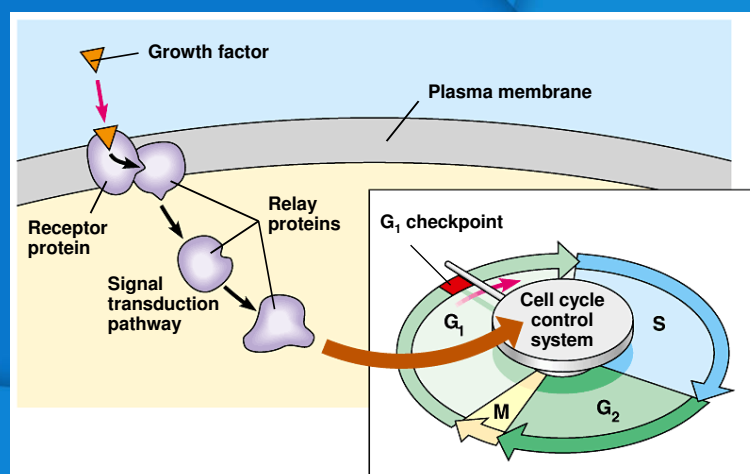


## Faktor tumbuh merupakan signal untuk sistem pengendalian siklus sel

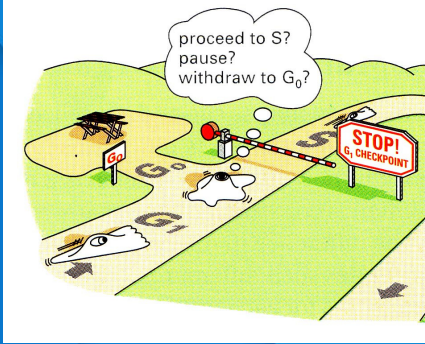
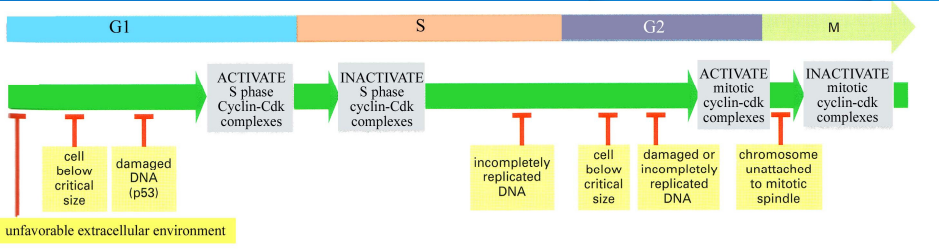
Protein di dalam sel akan mengendalikan siklus sel  
 Sinyal akan mempengaruhi 'critical checkpoints' untuk menentukan apakah sel akan masuk ke dalam siklus sel dan membelah



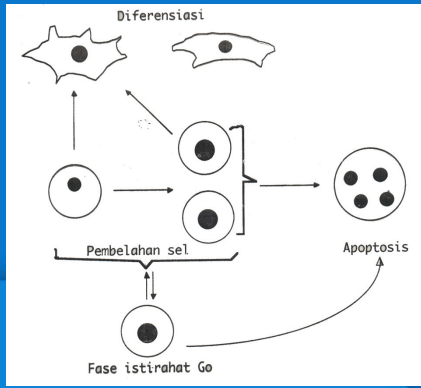
- Pengikatan faktor tumbuh ke reseptor yang spesifik pada membran sel umumnya dibutuhkan untuk pembelahan sel



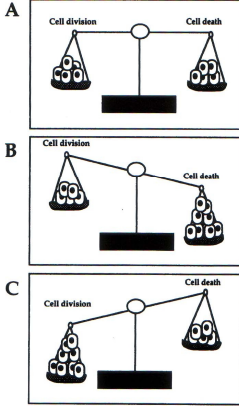
- Sistem pengontrol menentukan apakah sel terus melangsungkan siklusnya atau keluar dari siklus untuk masuk ke  $G_0 \rightarrow$  pada R
- Terdapat faktor eksternal dan internal yang menentukan siklus sel
- Gangguan pada siklus sel dapat menyebabkan sel masuk ke dalam tahapan kematian sel secara terprogram (Apoptosis)

- Dalam kondisi normal, apoptosis dan proliferasi sel harus berada dalam kondisi seimbang
- Terganggunya sistem pengontrolan siklus sel dapat menyebabkan sel tidak keluar dari siklus dan tidak berdiferensiasi dan terjadi proliferasi sel terus menerus sehingga terbentuk kanker



### Death and division: a balancing act



- A** Cell division = Cell death → population maintained at equilibrium
- B** Cell division < Cell death → population contraction
- C** Cell division > Cell death → population expansion



Kanker terbentuk akibat terjadinya mutasi beberapa gen seperti pada gen tumor supresor, gen onkogen → pembelahan sel tidak terkontrol

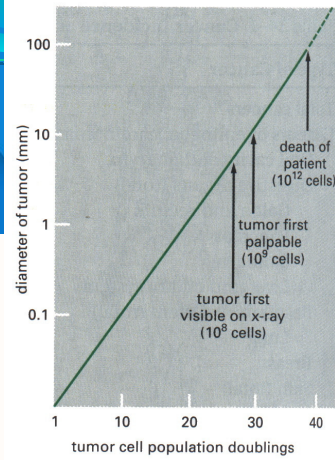
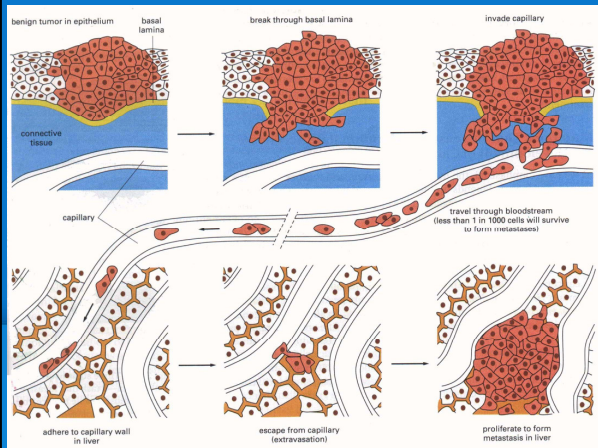
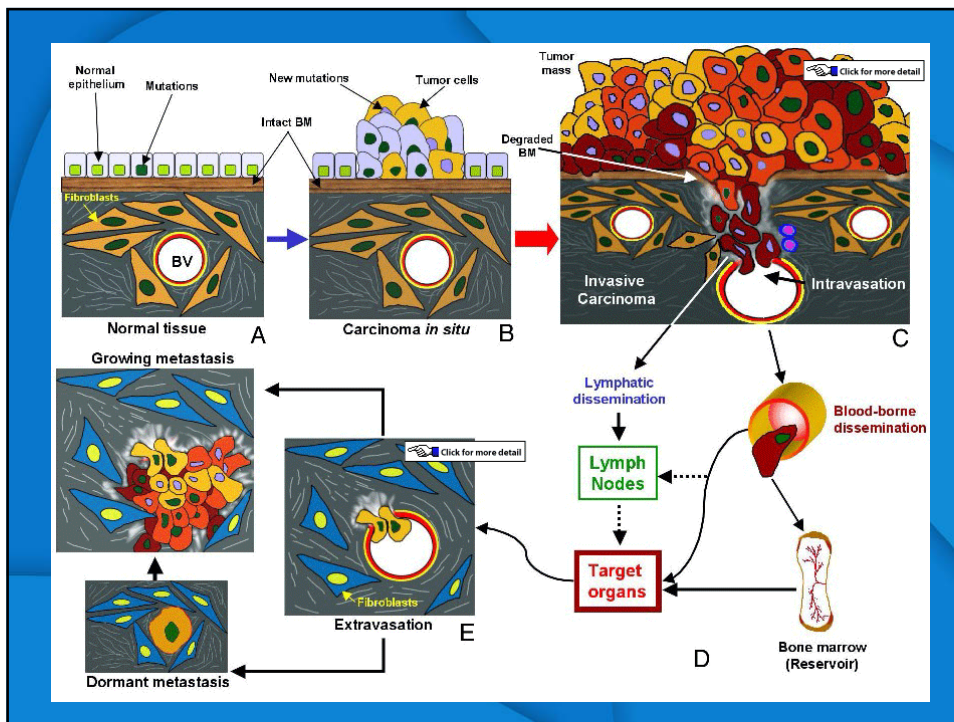


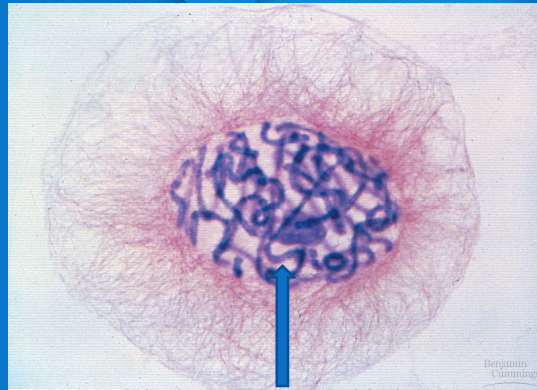
Figure 24-3 The growth of a typical human tumor such as a tumor of the breast. The diameter of the tumor is plotted on a logarithmic scale. Years may elapse before the tumor becomes noticeable.



## Siklus sel

Sel eukariot memiliki jumlah gen yang lebih banyak dibandingkan dengan prokariot

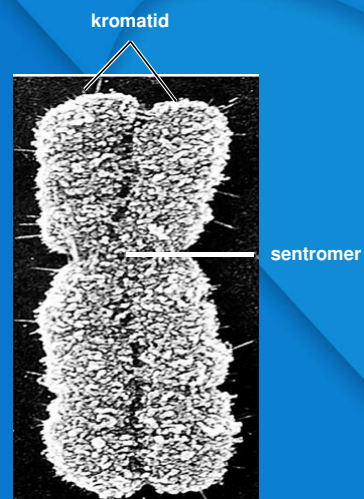
Gen → kromosom → inti



kromosom

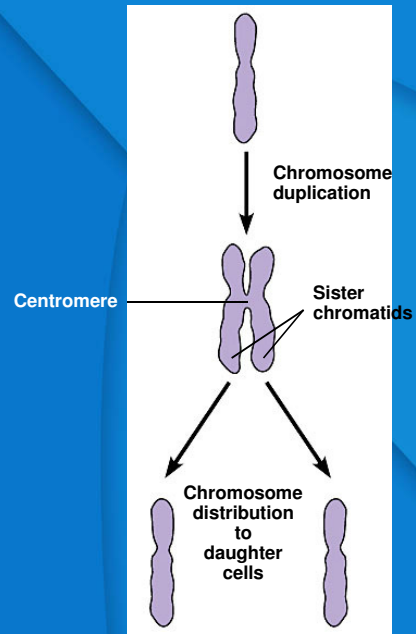
## Kromosom

- Setiap kromosom merupakan molekul DNA yang sangat panjang dan mengandung sejumlah gen
- Kromosom hanya akan terlihat pada saat pembelahan sel
- Pada saat interfase kromosom terlihat sebagai kromatin
- Sebelum terjadi pembelahan sel, kromosom akan bereplikasi membentuk sepasang kromatid





- Ketika sel membelah → kromatid akan terpisah
  - Terbentuk dua sel anak
  - Masing-masing sel anak akan memiliki set kromosom yang identik

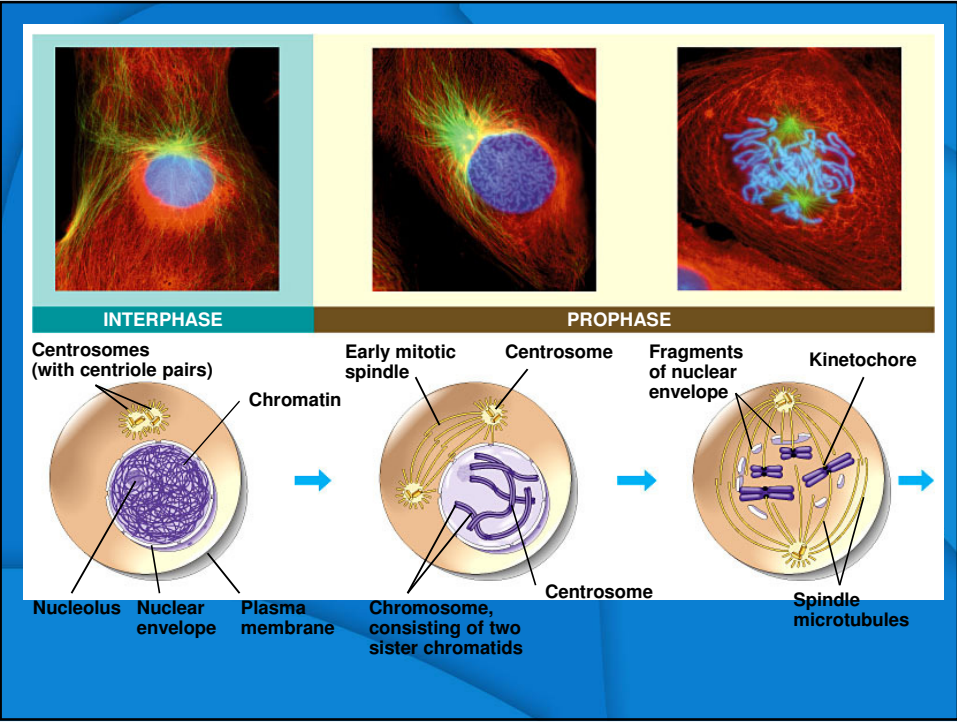


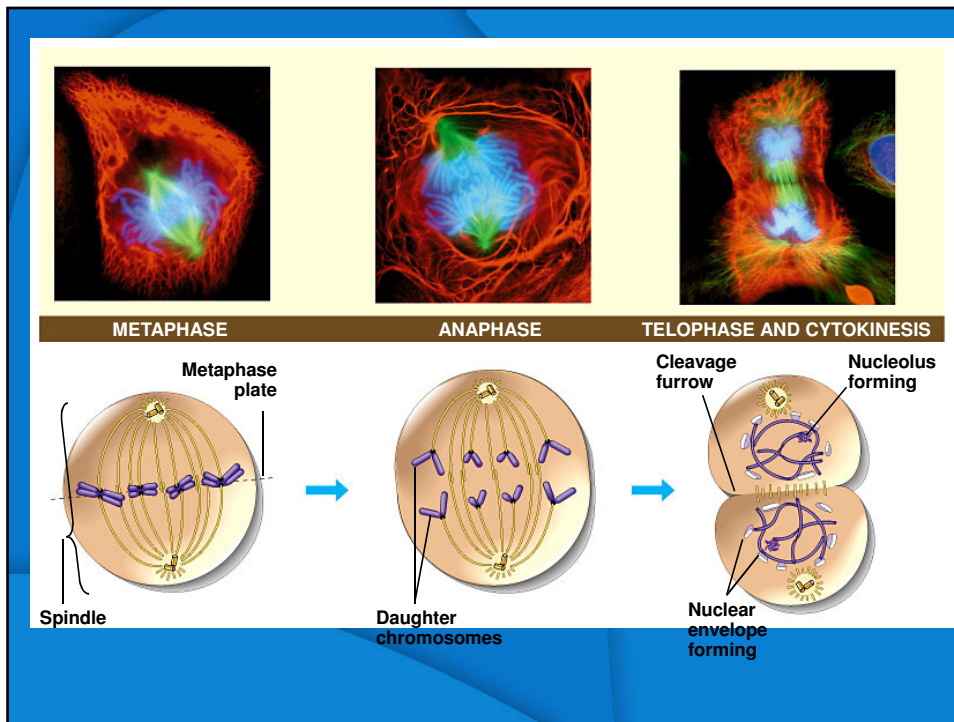
## Pembelahan sel

Pada sel eukariot pembelahan terbagi menjadi dua fase :

- a. Mitosis
  - pada saat mitosis, kromosom yang telah digandakan akan terpisah ke dua sel anak
- b. Sitokinesis
  - Sel terbagai menjadu dua sel anak yang identik

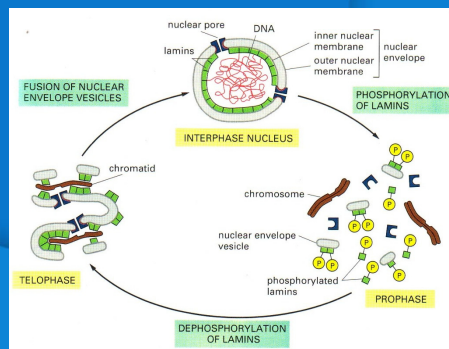
# MITOSIS





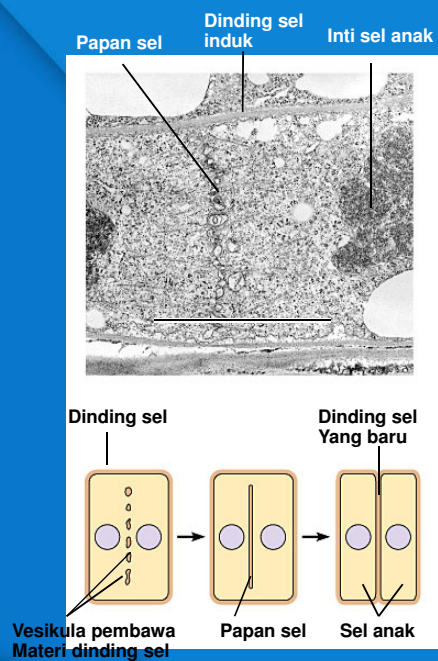
## Selaput inti pada saat pembelahan sel

- Pada profase → lamin inti difosforilasi → membran inti terfragmentasi
- Pada telofase  
pori inti tersusun kembali  
Lamin (IF) mengalami defosforilasi → bentuk lamina inti

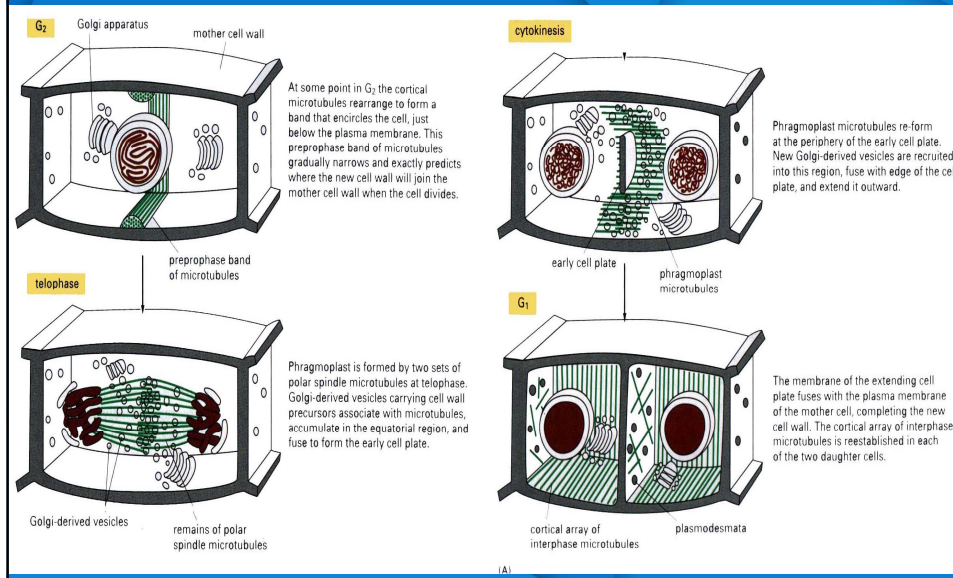


# SITOKINESIS

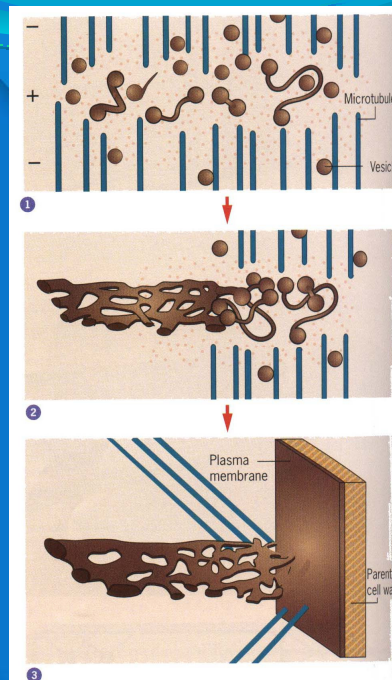
- Pada tumbuhan, pemisahan sel diawali dengan terbentuknya papan sel



## Pembentukan dinding sel pada sel tumbuhan



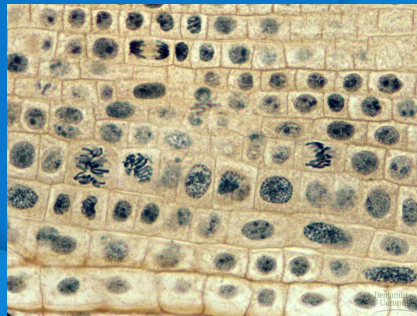
- Dinding sel dibentuk pada saat sitokinesis
- Pada sitokinesis, vesikula-vesikula yang berasal dari badan Golgi akan bergerak ke daerah yang sudah ditentukan untuk mengalami sitokinesis. Pergerakan vesikula dibantu oleh mikrotubul (fragmoplas).
- Vesikula-vesikula tersebut akan berfusi dan membentuk dinding sel



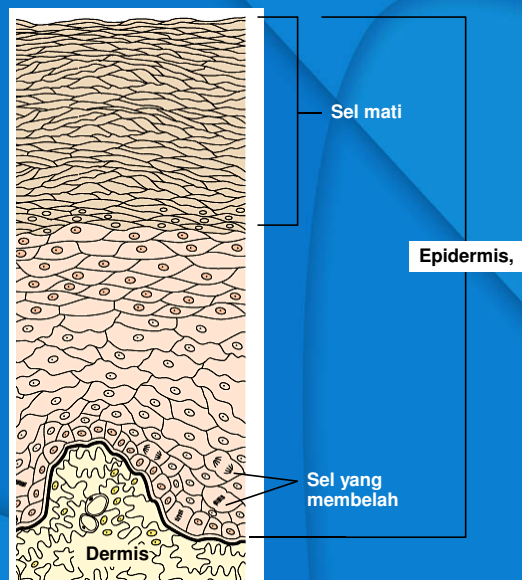


## Manfaat mitosis:

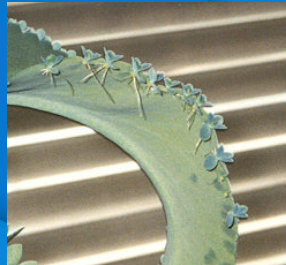
- tumbuh, menggantikan sel yang rusak, dan reproduksi aseksual
- Pada saat siklus sel berjalan secara normal, pembelahan mitosis berfungsi untuk pertumbuhan



- Penggantian sel yang rusak

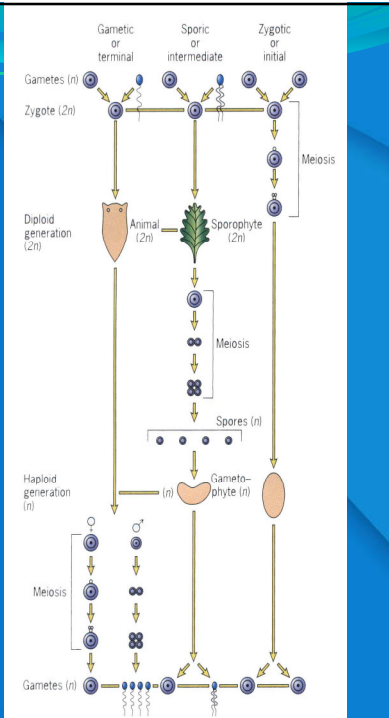
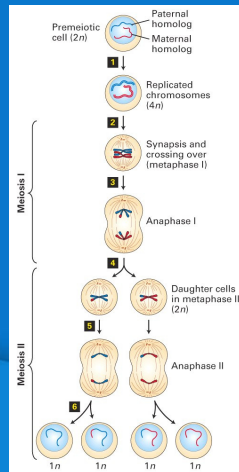


## Reproduksi aseksual

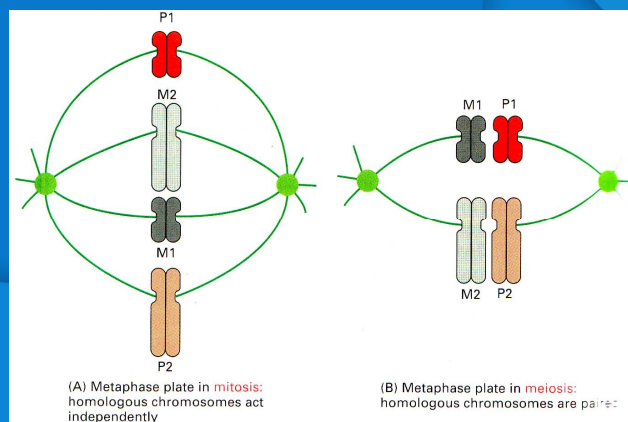


## MEIOSIS

- Terjadi pada sel gamet
- Menghasilkan 4 sel dengan
  - jumlah kromosom ( $n$ ) setengah jumlah kromosom sel somatik ( $2n$ ) → reduksi
  - Semua sel anak memiliki kromosom yang tidak identik satu dengan yang lainnya

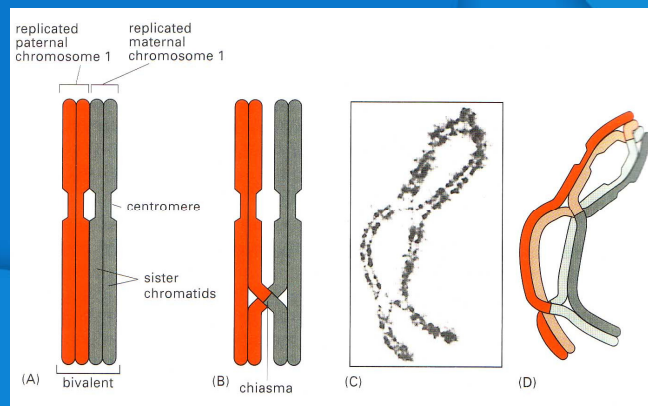


- Setiap sel anak diploid memiliki kromosom paternal dan maternal yang sama tetapi tidak identik secara genetik (→ kromosom homolog) → adanya berbagai variasi gen : alel
- Pada saat metafase meiosis I, kromosom yang homolog berpasangan pada bidang ekuator



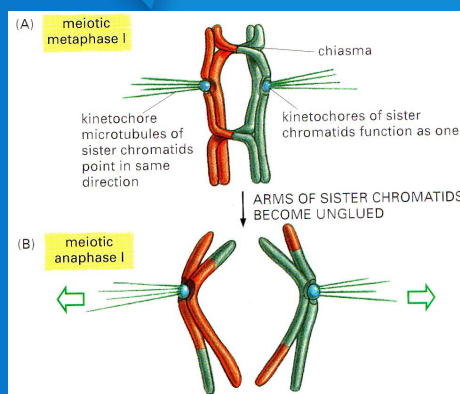
## Profase I :

Kromosom homolog membentuk 4 bivalen tersusun berdampingan dengan bantuan *synaptonemal complex*  
 → memungkinkan terjadinya rekombinasi genetik  
 Terjadi crossing over antara non-sister chromatid → terbentuk chiasma

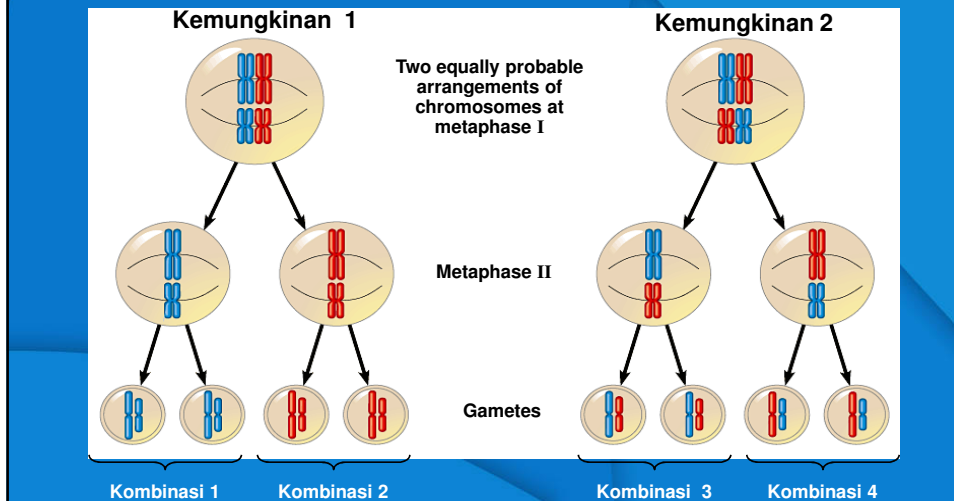


## Crossing over meningkatkan keragaman genetik

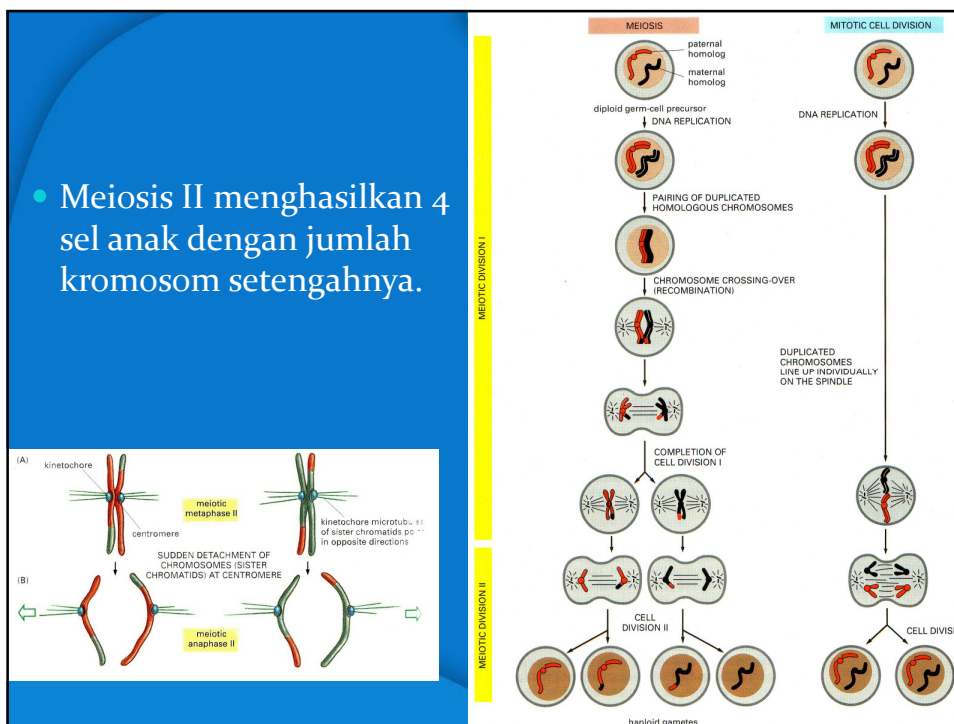
- Crossing over → perpindahan segmen terkait dalam kromosom yang homolog
  - Menghasilkan variasi kromosom
  - Rekombinasi dengan cara crossing over → memungkinkan segregasi kromosom dengan tepat pada kedua sel anak



- Sejumlah besar kemungkinan susunan pasangan kromosom pada metaphase I meiosis → variasi kromosom pada gamet
- Fertilization secara acak juga akan meningkatkan variasi anakan/keturunan



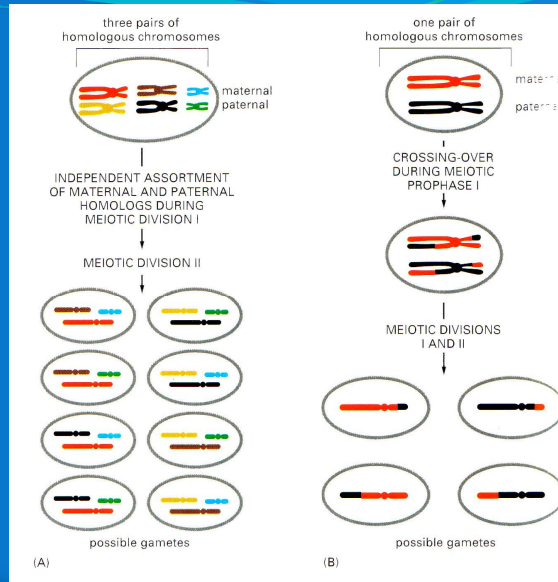
- Meiosis II menghasilkan 4 sel anak dengan jumlah kromosom setengahnya.



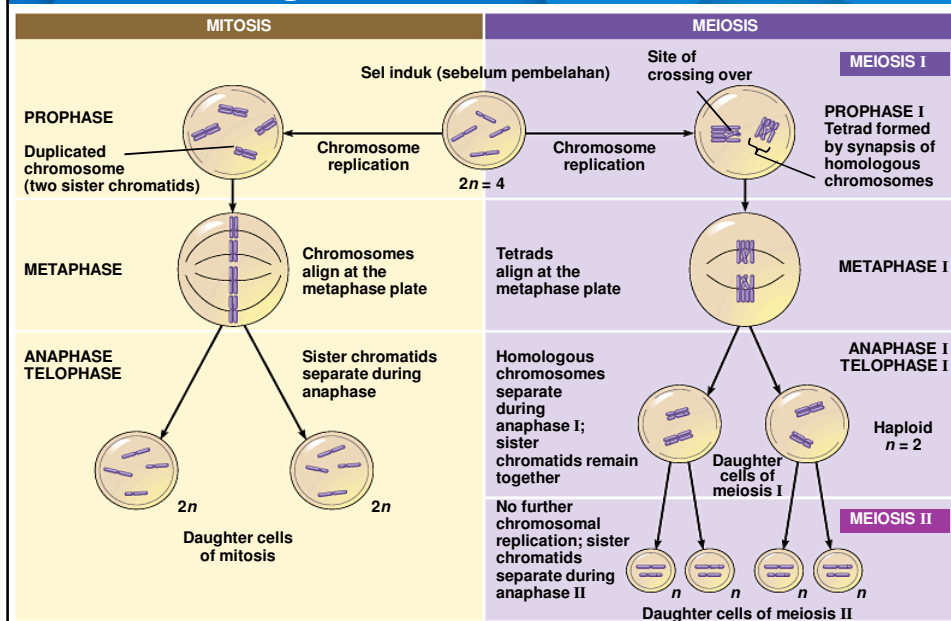


• Variasi kromosom akibat pembelahan meiosis

- Tanpa rekombinasi : pada manusia  $2^{23} = 8,4 \times 10^6$
- Berapa banyak variasi kromosom yang akan dihasilkan dari adanya rekombinasi?????



Perbandingan antara mitosis dan meiosis



- Kelainan pembelahan pada meiosis : nondisjunction  
Contoh Down syndrome

