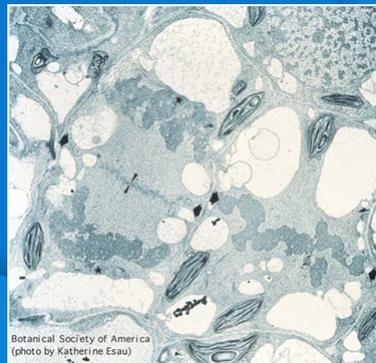


SIKLUS SEL / REPLIKASI SEL



Teori sel

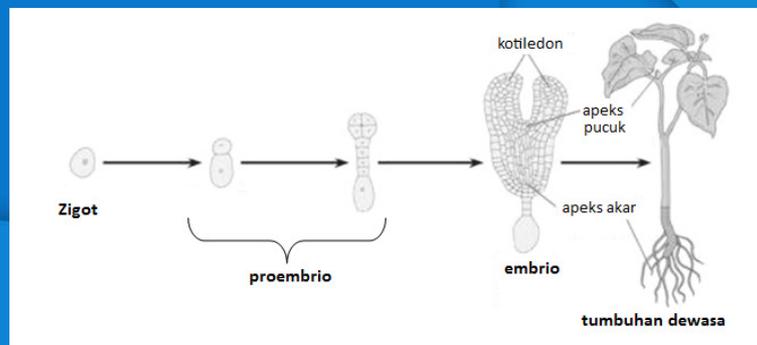
Semua sel berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya

→ Reproduksi seluler – pembelahan sel

Pembelahan sel

→ embrio tumbuh/berkembang menjadi organisme dewasa

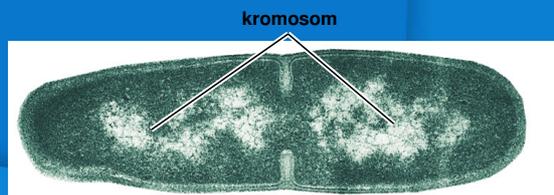
→ keberlangsungan generasi



Reproduksi sel pada organisme prokariot

Sel prokariot membelah secara asexual

- 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

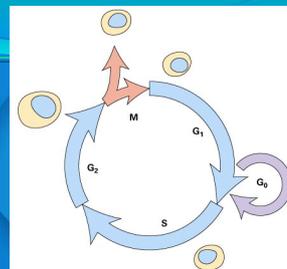
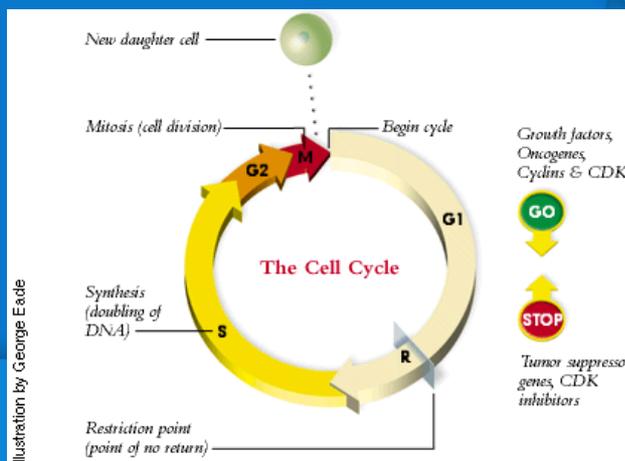
- perkembangan
- Reproduksi

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

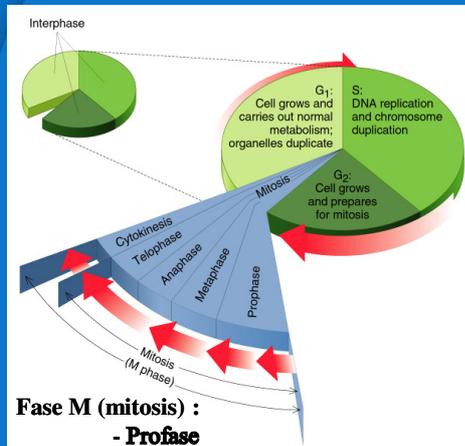
SIKLUS SEL

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



Sel postmitotik
Sel-sel keluar dari siklus sel → masuk G₀ tidak berdiferensiasi lanjut dan atau masuk ke G₀ untuk berdiferensiasi → G₁.
Sel G₀ dapat masuk kembali ke siklus sel dan masuk ke fase G₁ → S.

SIKLUS SEL EUKARIOT



Siklus sel dibagi menjadi 4 fase

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

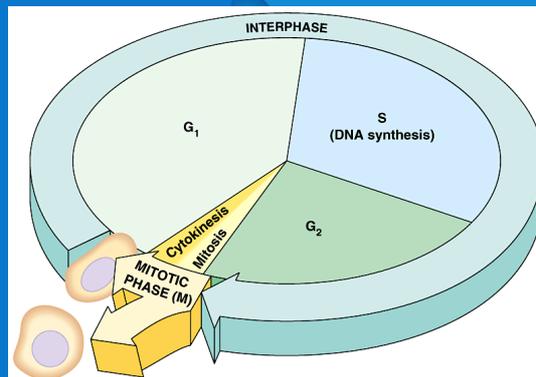
Fase M (mitosis) :

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

Siklus sel akan menggandakan sel

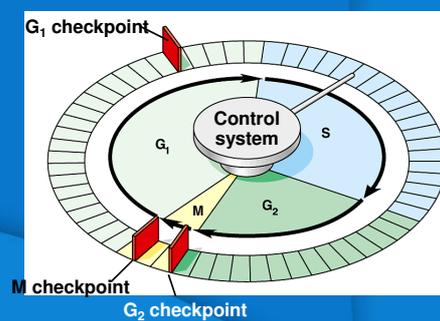
Siklus sel memiliki dua fase penting :

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

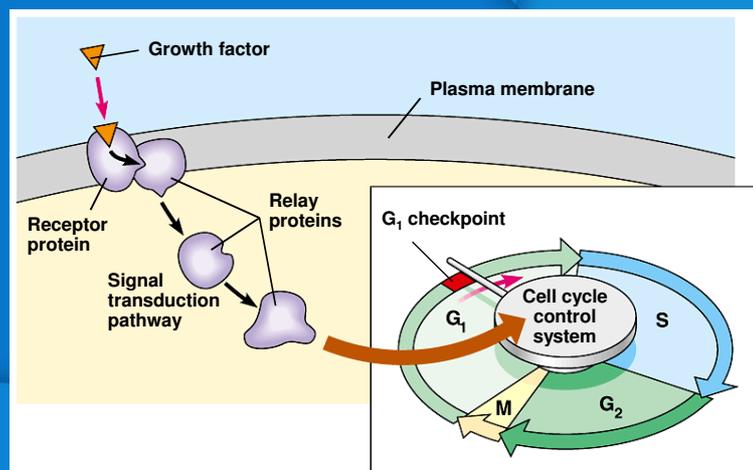


Faktor tumbuh merupakan signal untuk sistem pengendalian siklus sel

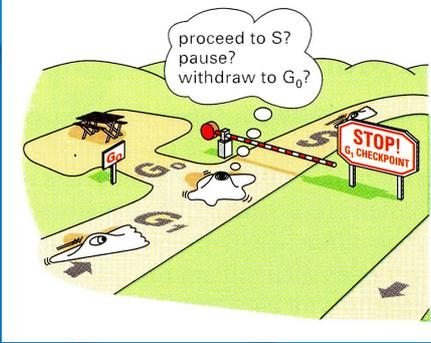
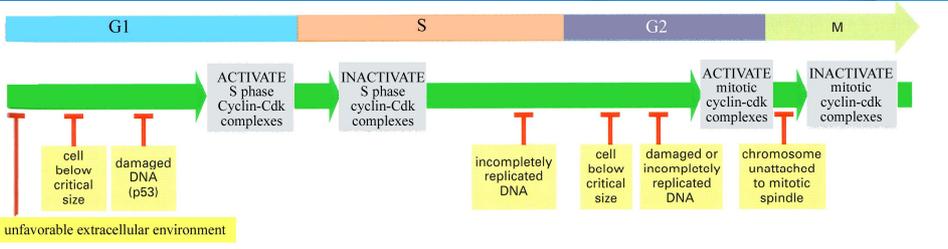
Protein di dalam sel akan mengendalikan siklus sel
 Sinyal akan mempengaruhi 'critical checkpoints' untuk menentukan apakah sel akan masuk ke dalam siklus sel dan membelah



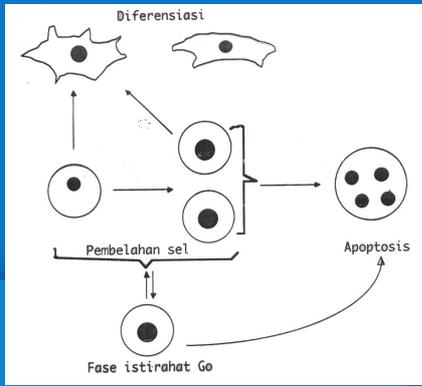
- Pengikatan faktor tumbuh ke reseptor yang spesifik pada membran sel umumnya dibutuhkan untuk pembelahan sel



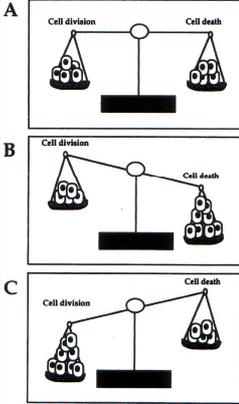
- Sistem pengontrol menentukan apakah sel terus melangsungkan siklusnya atau keluar dari siklus untuk masuk ke $G_0 \rightarrow$ pada R
- Terdapat faktor eksternal dan internal yang menentukan siklus sel
- Gangguan pada siklus sel dapat menyebabkan sel masuk ke dalam tahapan kematian sel secara terprogram (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: population maintained at equilibrium
- B: population contraction
- C: population expansion

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

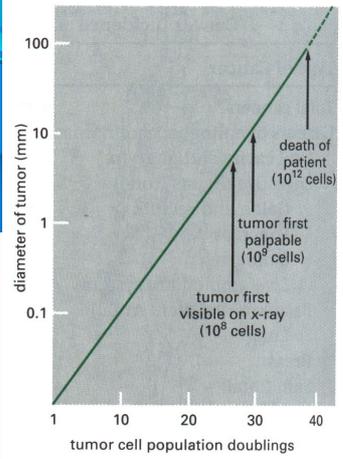
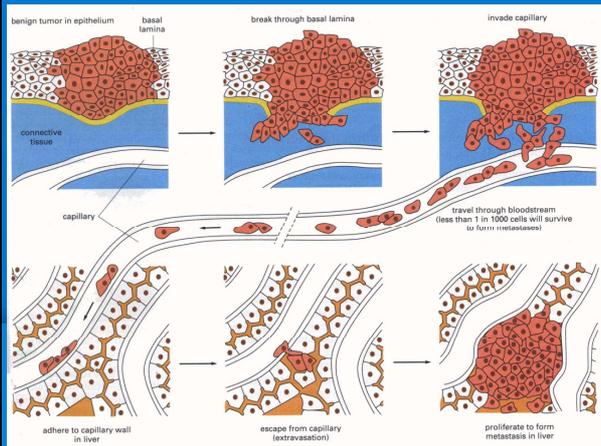
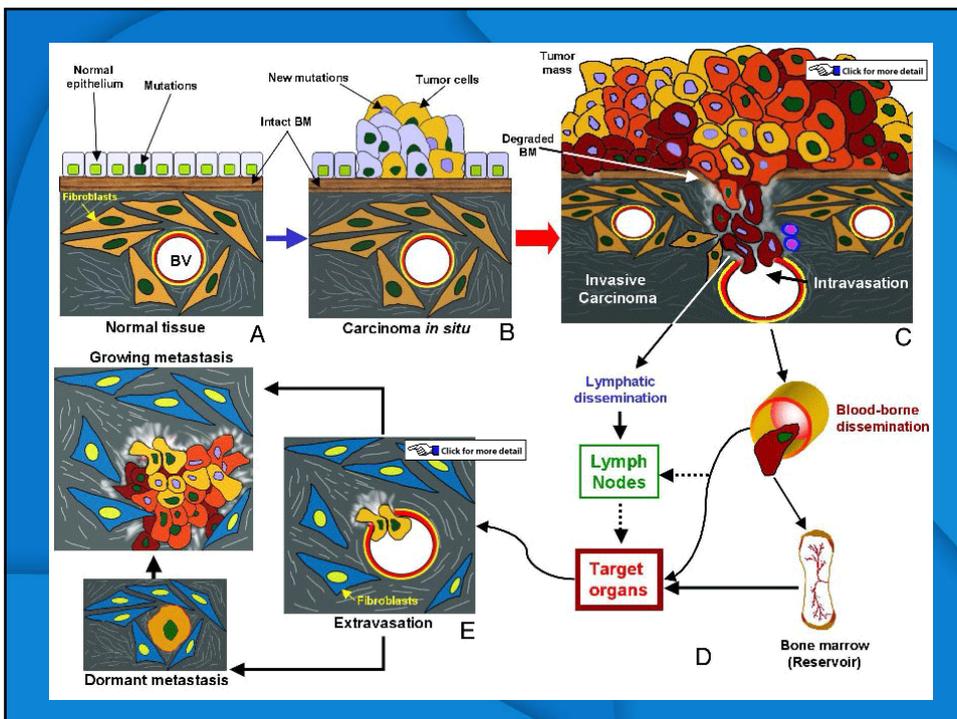


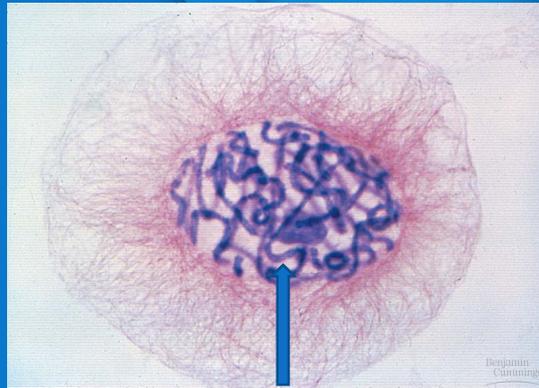
Figure 24-3 The growth of a typical human tumor such as a tumor of the breast. The diameter of the tumor is plotted on a logarithmic scale. Years may elapse before the tumor becomes noticeable.



Siklus sel

Sel eukariot memiliki jumlah gen yang lebih banyak dibandingkan dengan prokariot

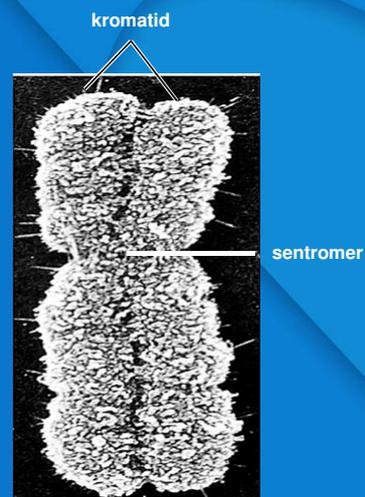
Gen → kromosom → inti



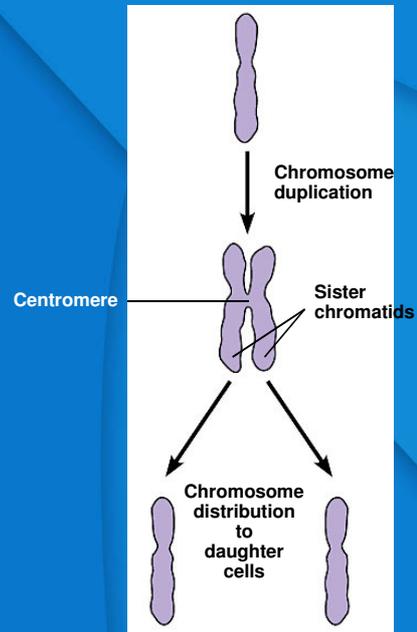
kromosom

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

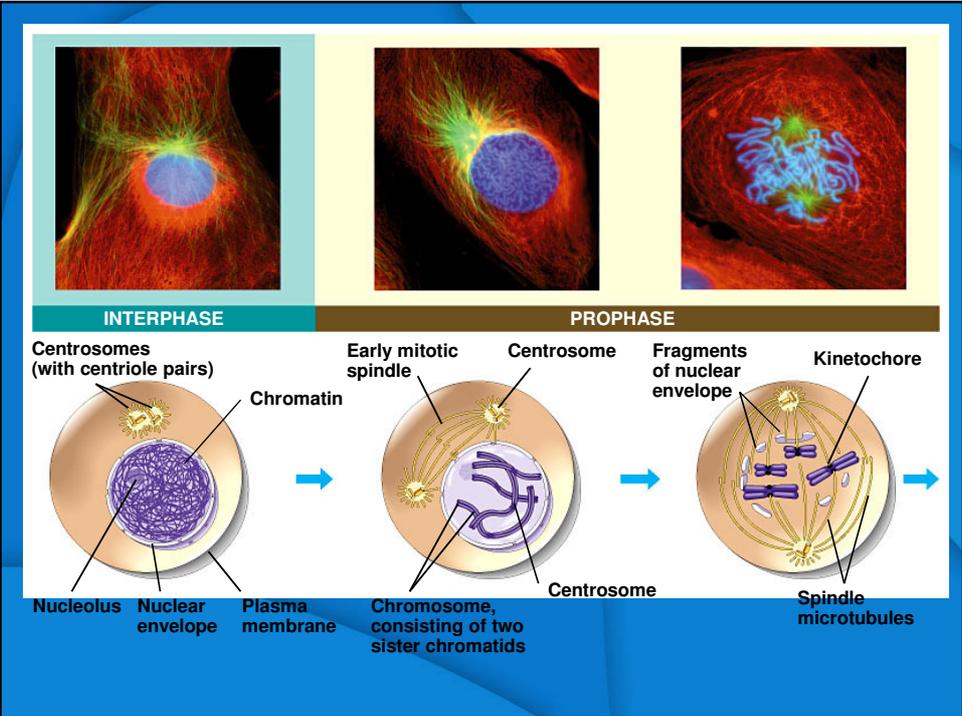


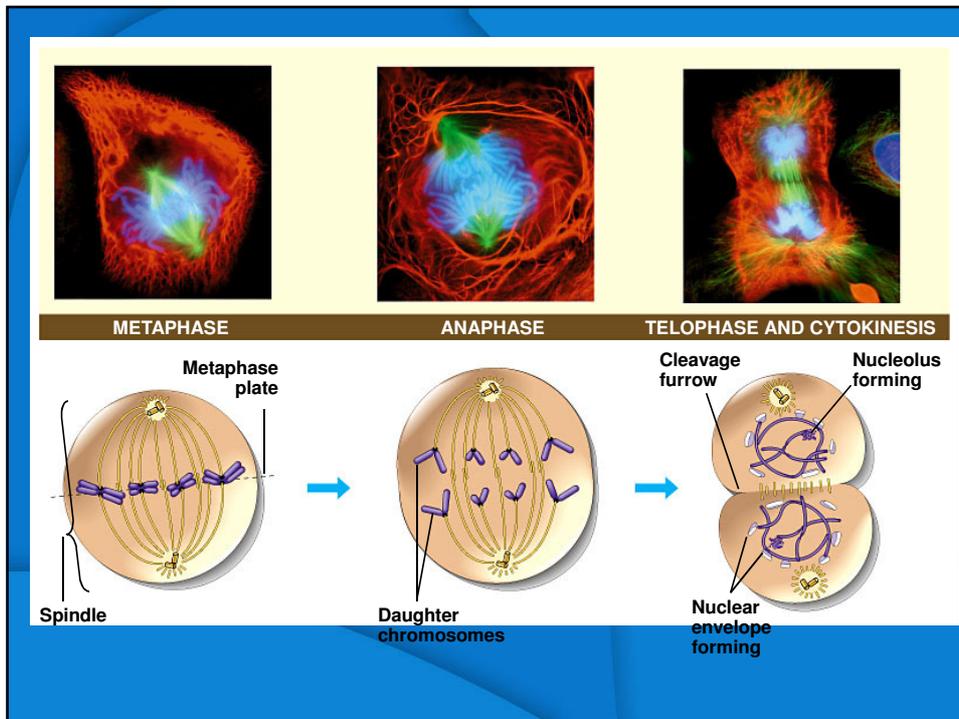
Pembelahan sel

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

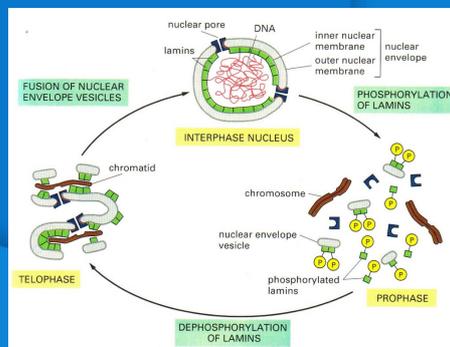
MITOSIS





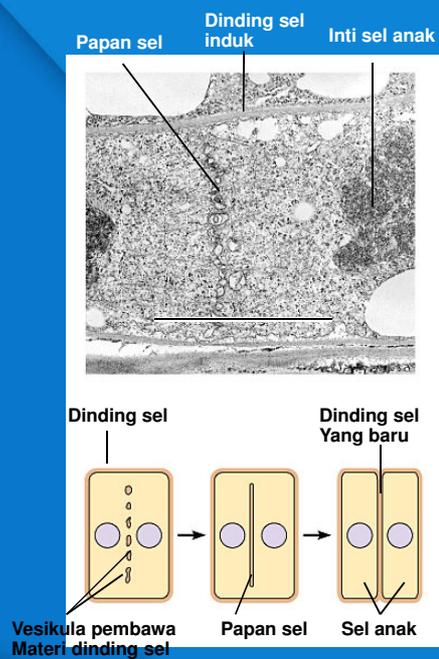
Selaput inti pada saat pembelahan sel

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

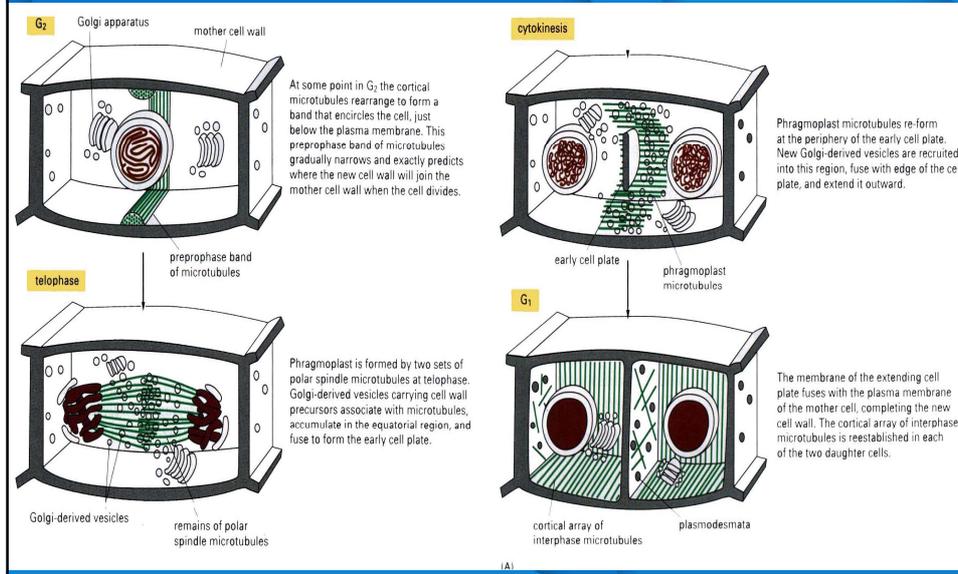


SITOKINESIS

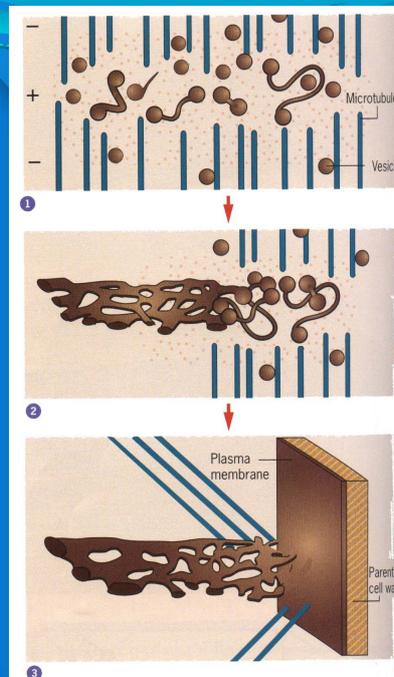
- Pada tumbuhan, pemisahan sel diawali dengan terbentuknya papan sel



Pembentukan dinding sel pada sel tumbuhan

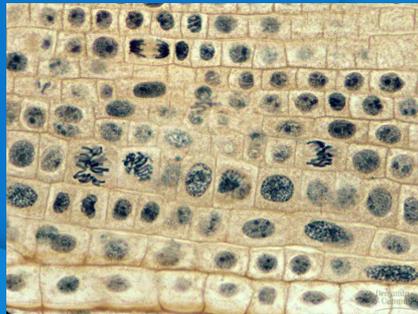


- Dinding sel dibentuk pada saat sitokinesis
- Pada sitokinesis, vesikula-vesikula yang berasal dari badan Golgi akan bergerak ke daerah yang sudah ditentukan untuk mengalami sitokinesis. Pergerakan vesikula dibantu oleh mikrotubul (fragmoplas).
- Vesikula-vesikula tersebut akan berfusi dan membentuk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

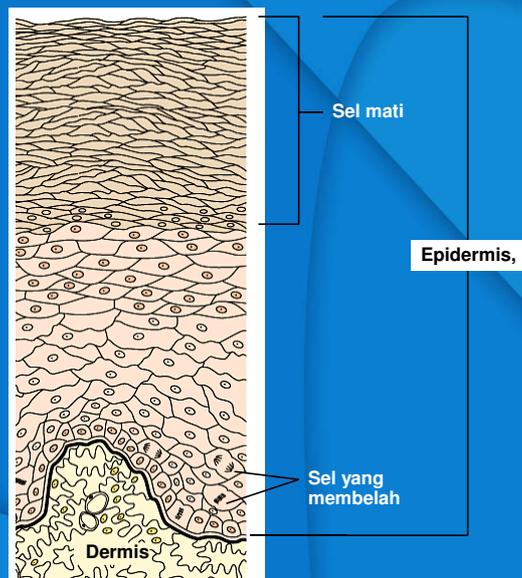


Manfaat mitosis:

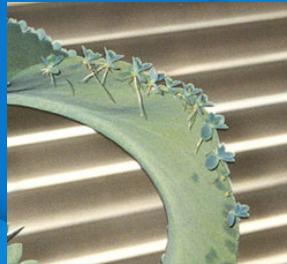
- tumbuh, menggantikan sel yang rusak, dan reproduksi aseksual
- Pada saat siklus sel berjalan secara normal, pembelahan mitosis berfungsi untuk pertumbuhan



- Penggantian sel yang rusak

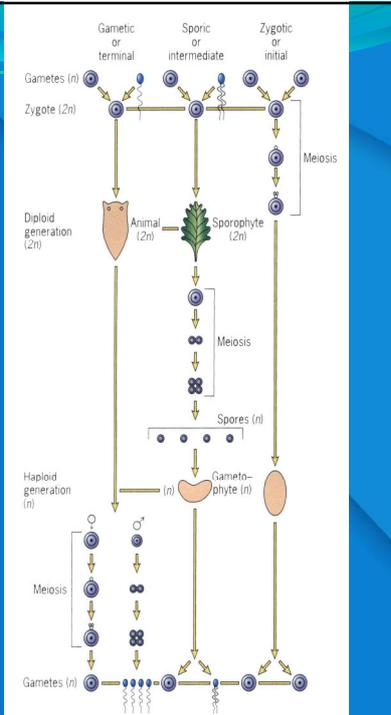
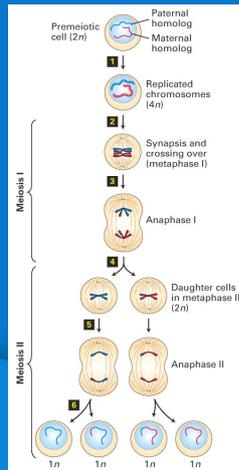


Reproduksi aseksual

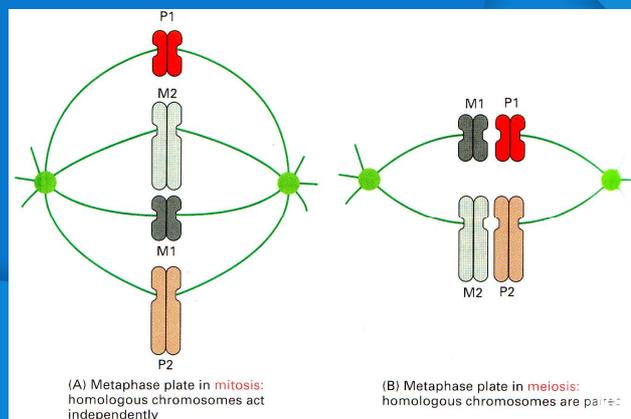


MEIOSIS

- 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

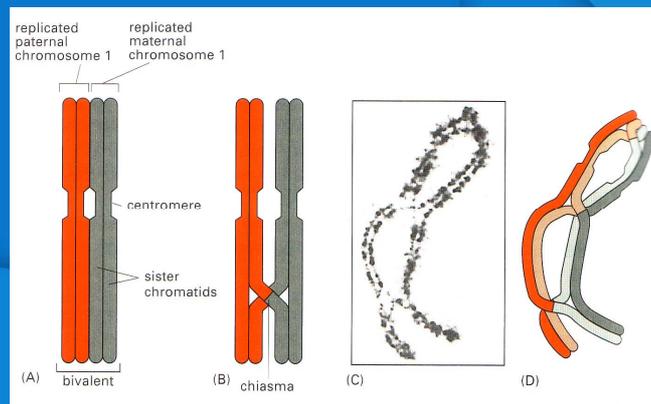


- Setiap sel anak diploid memiliki kromosom paternal dan maternal yang sama tetapi tidak identik secara genetik (→ kromosom homolog) → adanya berbagai variasi gen : alel
- Pada saat metafase meiosis I, kromosom yang homolog berpasangan pada bidang ekuator



Profase I :

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



(A)

bivalent

(B)

chiasma

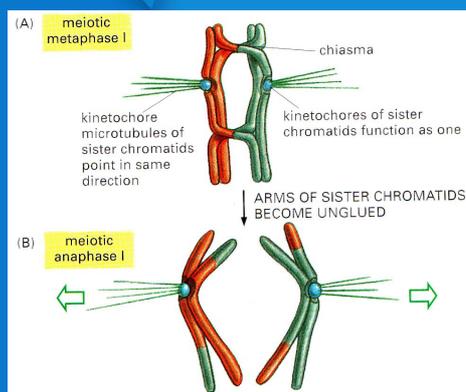
(C)

(D)

33

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



(A)

meiotic metaphase I

chiasma

kinetochore microtubules of sister chromatids point in same direction

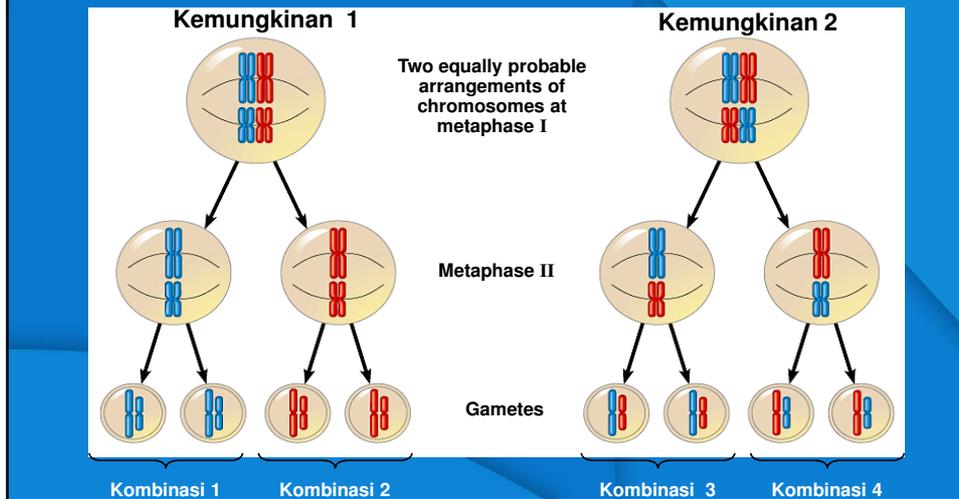
kinetochores of sister chromatids function as one

ARMS OF SISTER CHROMATIDS BECOME UNGLUED

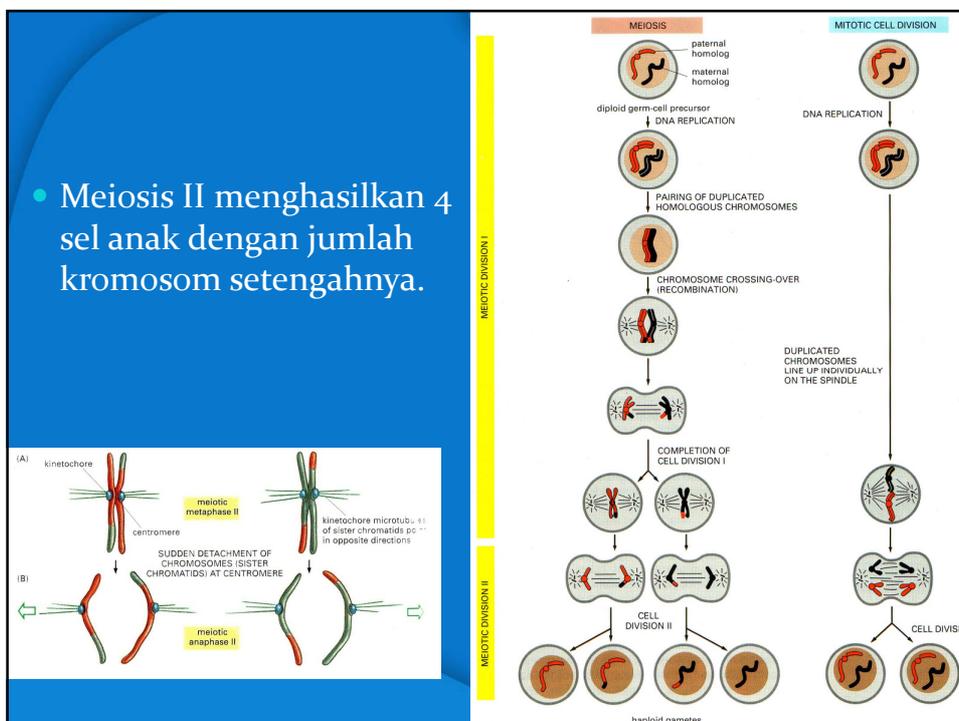
(B)

meiotic anaphase I

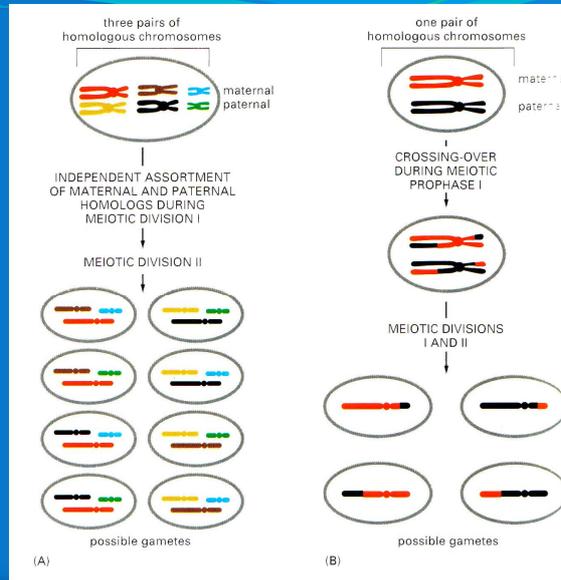
- Sejumlah besar kemungkinan susunan pasangan kromosom pada metaphase I meiosis → variasi kromosom pada gamet
- Fertilization secara acak juga akan meningkatkan variasi anakan/keturunan



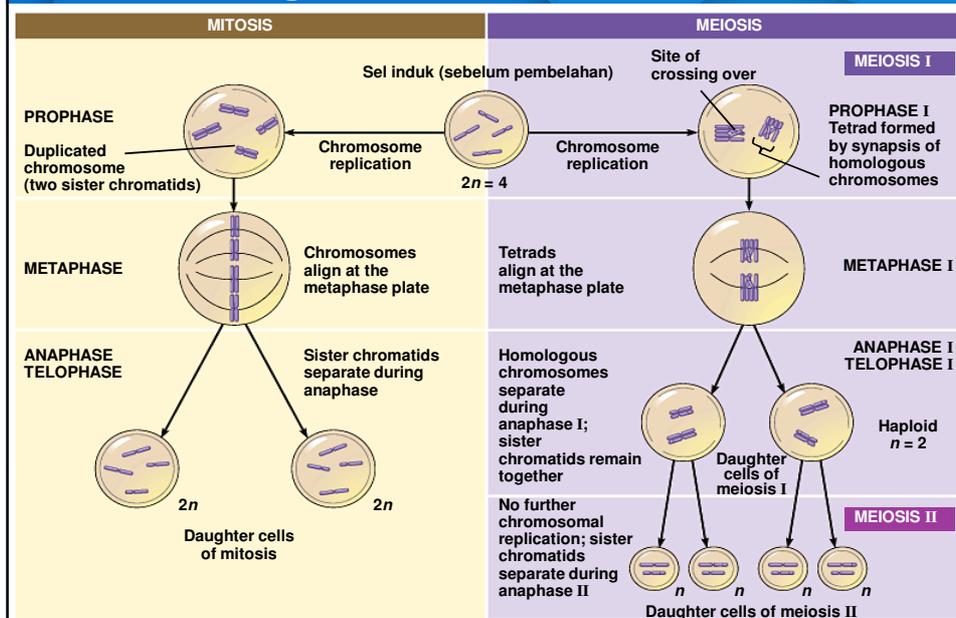
- Meiosis II menghasilkan 4 sel anak dengan jumlah kromosom setengahnya.



- 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

