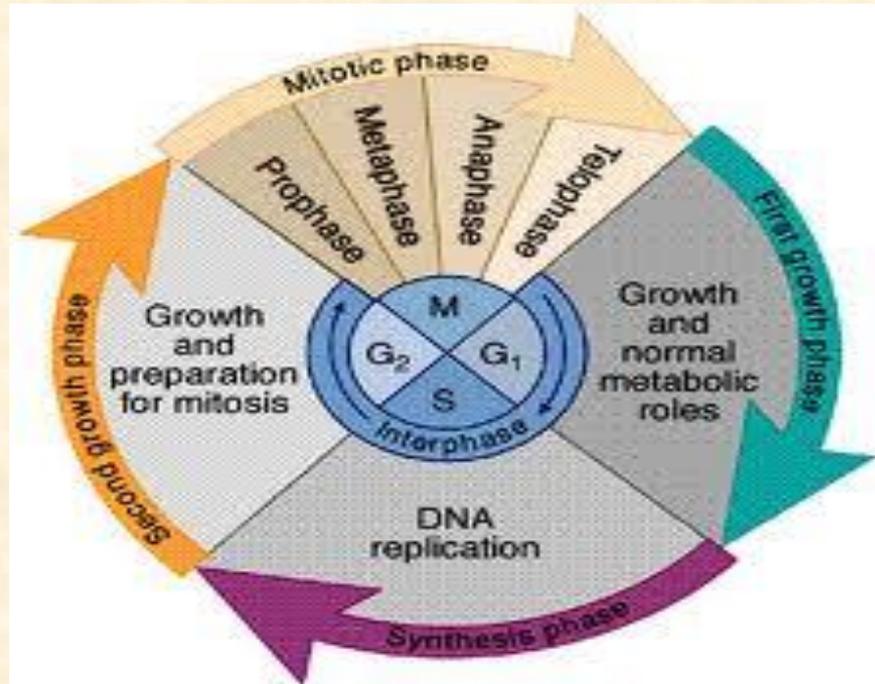


# Kaitan Reproduksi Sel dengan Pewarisan Sifat



Oleh

Trisia Lusiana Amir, S.Pd., M. Biomed

Fakultas Fisioterapi, Universitas Esa Unggul

2016

# Definisi & Tujuannya

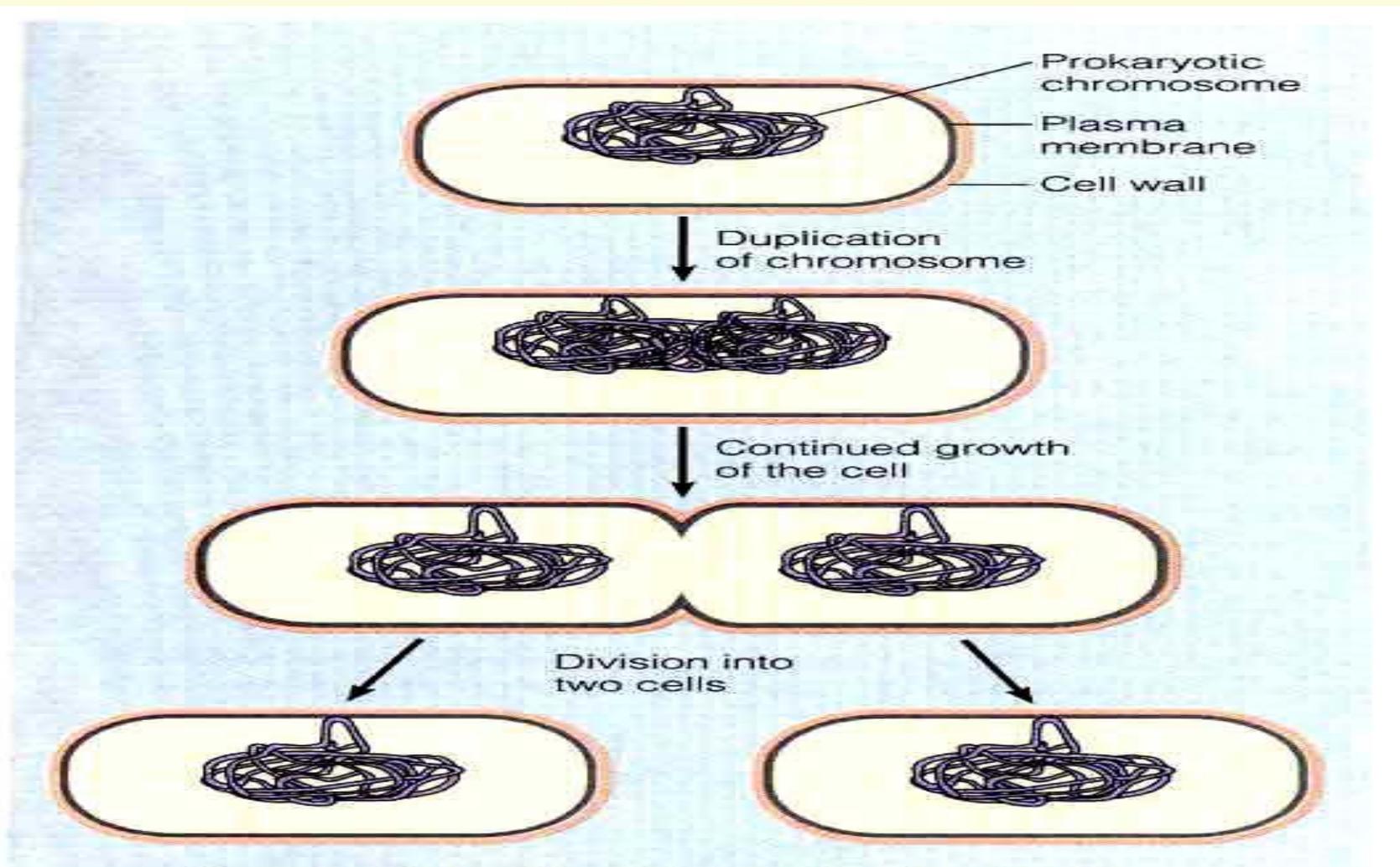
- Pembelahan sel → reproduksi sel, pertumbuhan dan perbaikan
- Sebelum sel membelah, diawali dengan replikasi DNA
- Tujuan: semua informasi yang dibawa dapat diturunkan ke keturunan selanjutnya

- Pada suatu sel, DNA terdapat di dalam inti, tepatnya pada kromosom
- Kromosom tersusun oleh rantai DNA yang berpilin dan berikatan dengan protein histon
- Kromosom merupakan kromatin yang menebal dan ditemukan di dalam nukleus serta terlihat dengan jelas saat pembelahan sel

# Reproduksi Sel



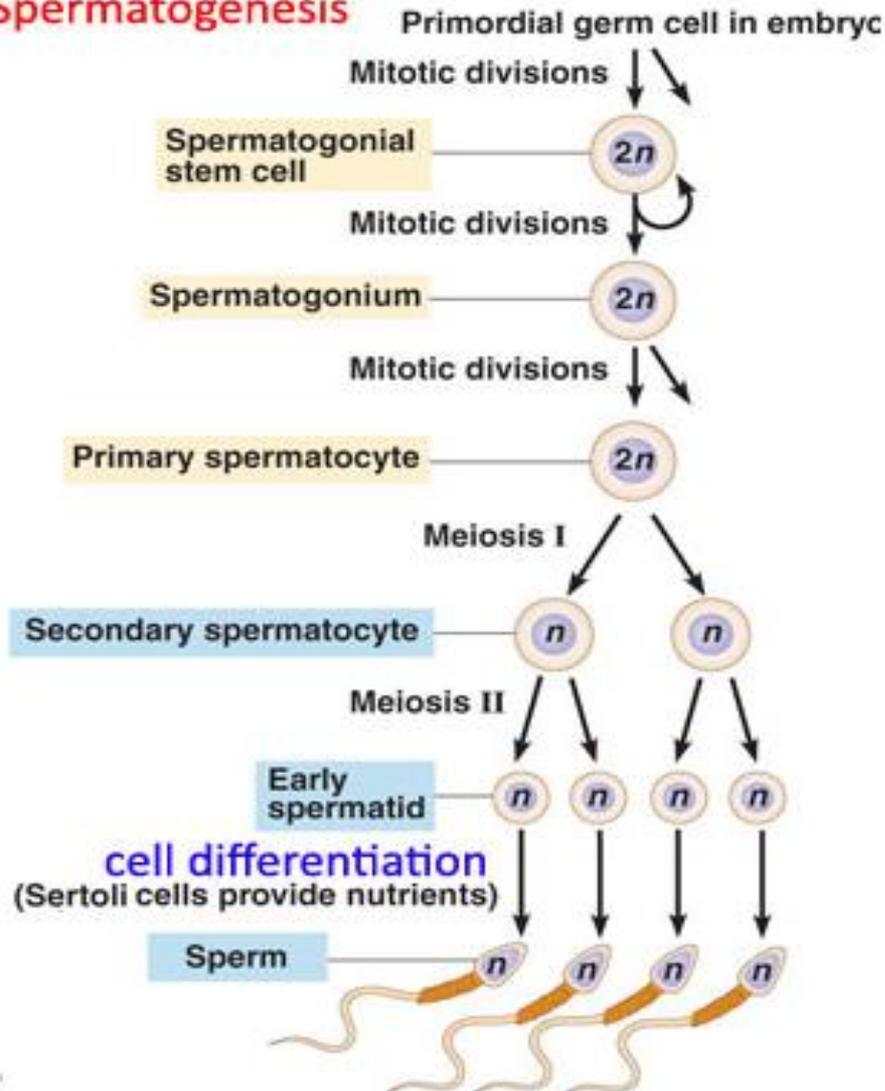
# Reproduksi Aseksual: Pembelahan biner = Amitosis



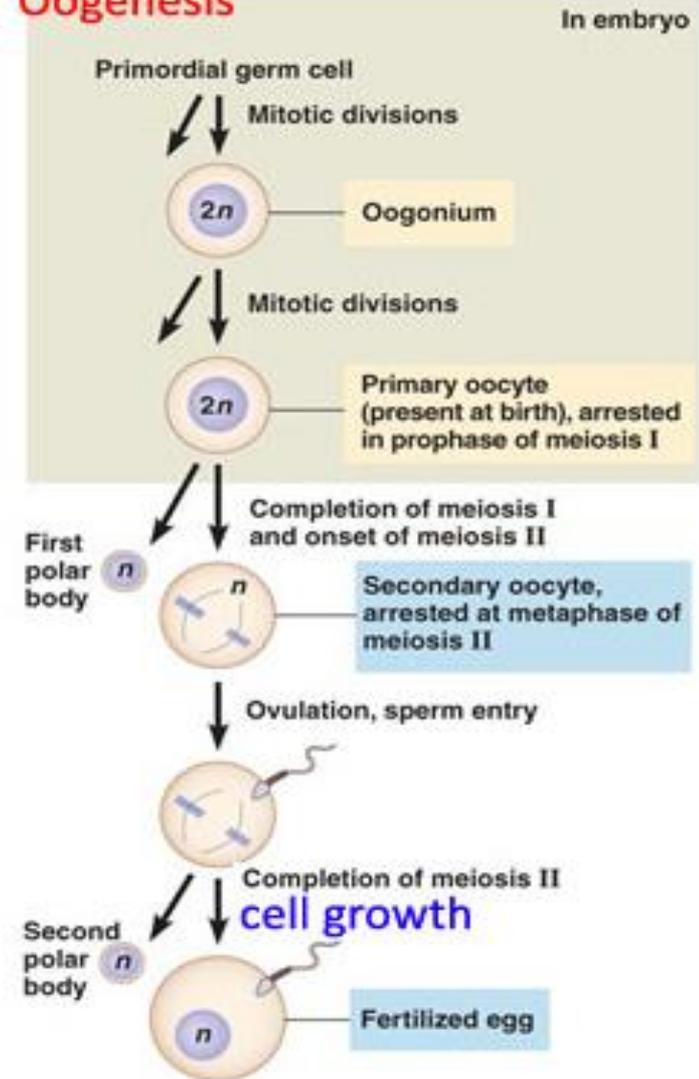
Gambar : Pembelahan biner pada sel prokariot.  
(Sumber : Campbell et al. 1999).

# Pembentukan Sel Gamet: Mitosis & Meiosis

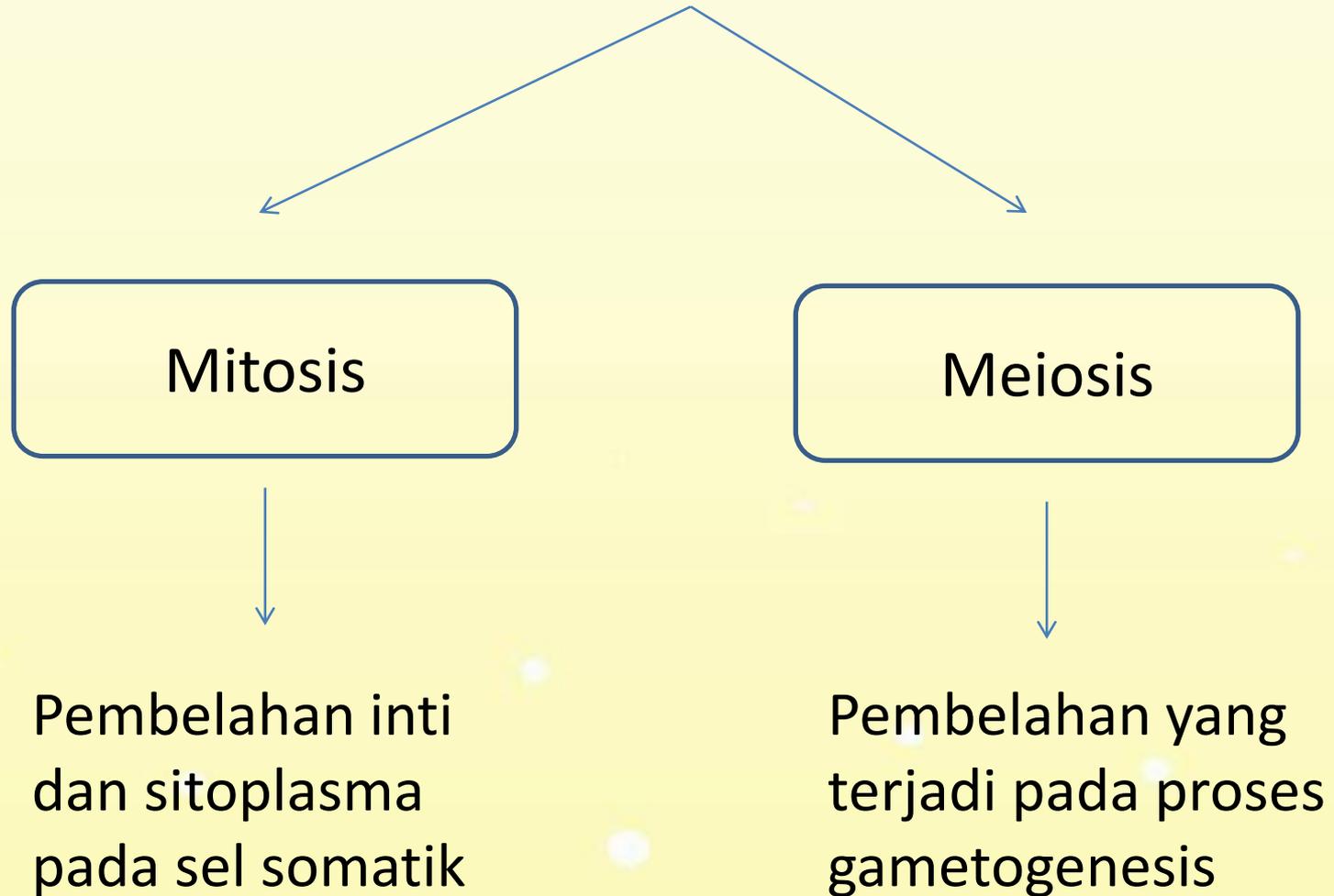
## Spermatogenesis



## Oogenesis



# Pembelahan Sel



# Siklus Sel

- Digerakkan oleh sinyal kimia tertentu yang ada pada sitoplasma
- Terdapat pengontrolan atau regulasi pada siklus sel

# Tahapan Siklus Sel



Interfase → 90%

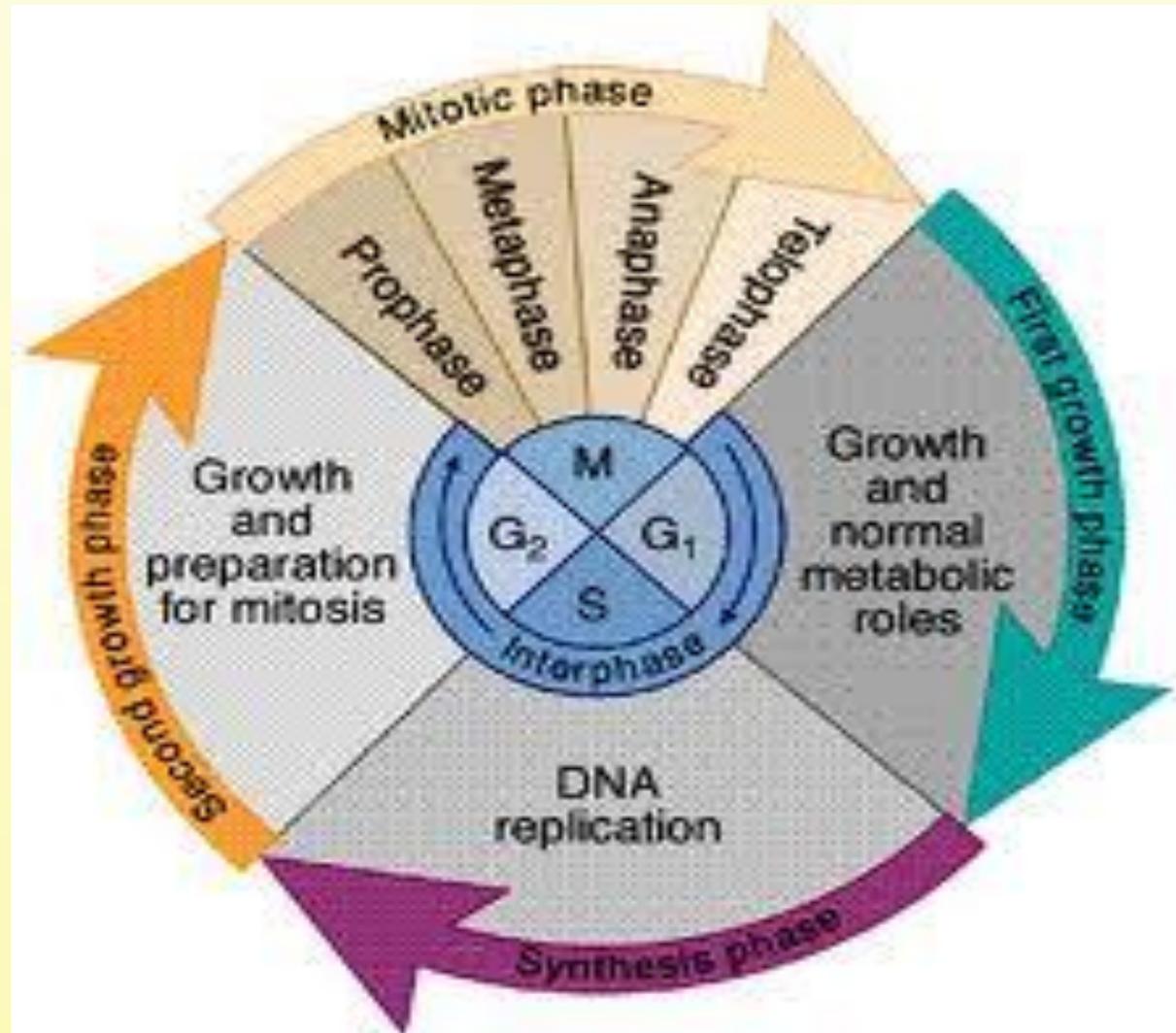
Mitosis

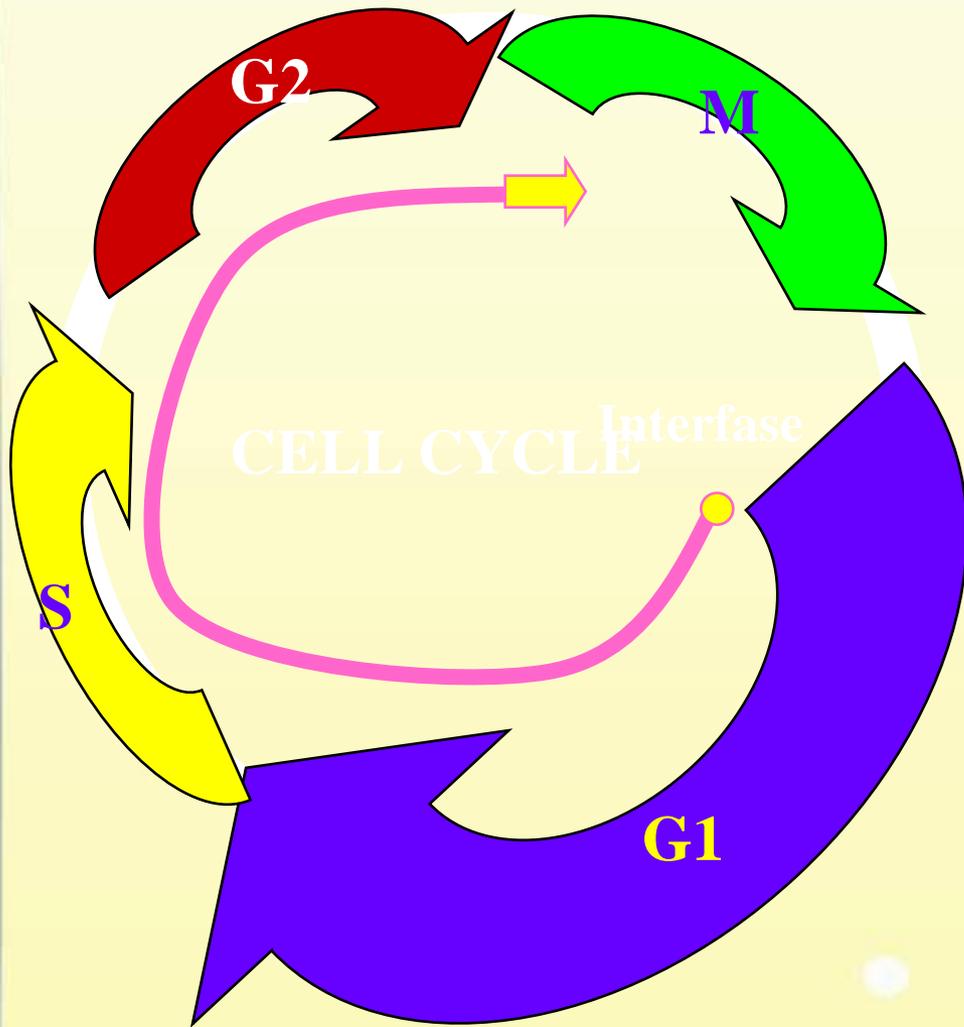


Tumbuh dan bersintesis

Pembelahan sel  
(inti dan sitoplasma)

# Gambar Siklus Sel

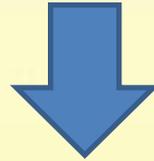




- Pada saat siklus sel, sel harus melakukan replikasi seluruh isinya, kemudian mengorganisasi distribusi komponen-komponennya secara sama ke kedua anaknya
- Fase-fase: G1 (gap1), S (synthesis, dimana replikasi DNA dilakukan secara sempurna), G2 dan M (mitosis)

## Fase G1 (Gap 1)

- Apakah kondisi nutrisi mencukupi?
- Apakah ukuran sel sudah cukup besar?
- Apakah mitosis sebelumnya sudah selesai?



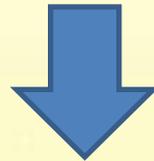
- Sel secara metabolik sangat aktif
- Semua komponen sel disintesis dan sel tumbuh dengan cepat
- Dalam inti terdapat double heliks tunggal (belum tereplikasi)

## Fase S (Sintesis)

- Terjadi proses sintesis protein
- DNA dan protein histon direplikasi
- Setiap kromosom memiliki dua double heliks DNA yang identik dan menyatu pada sentromer

## Fase G2 (Gap 2)

- Apakah replikasi DNA sudah selesai?
- Apakah kerusakan DNA sudah diperbaiki?



- Periode penting dalam metabolisme dan pertumbuhan sel sebelum mitosis
- Kromosom belum menebal dan masih dalam bentuk benang panjang
- Sentriol membelah dan spindle mitosis yang dihasilkan dari serat mikrotubulus sel mulai terbentuk sebelum pembelahan sel selanjutnya

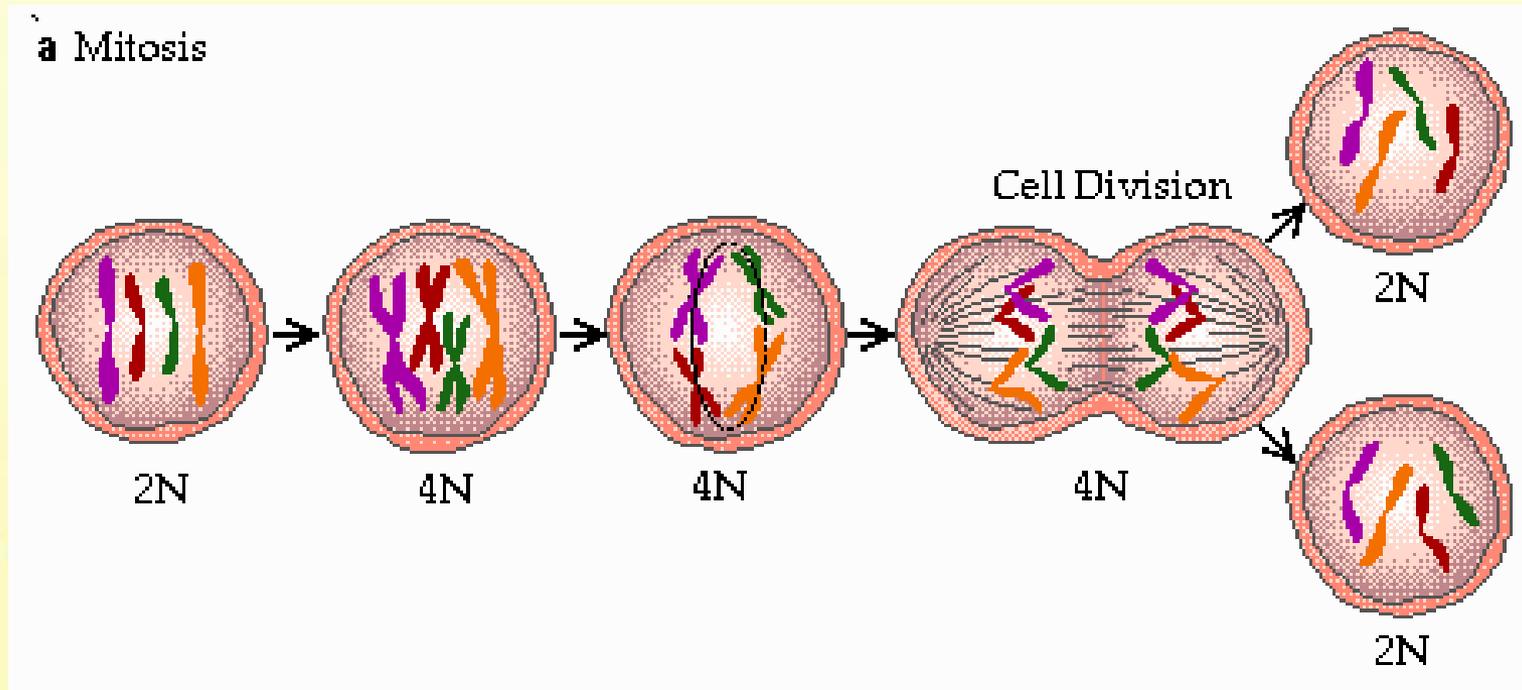
# Mitosis

- Penebalan dan pembelahan kromosom serta sitokinesis
- Pembelahannya terbagi atas 4 tahap, yaitu:
  - a. Profase
  - b. Metafase
  - c. Anafase
  - d. Telofase
- Yang diikuti dengan sitokinesis

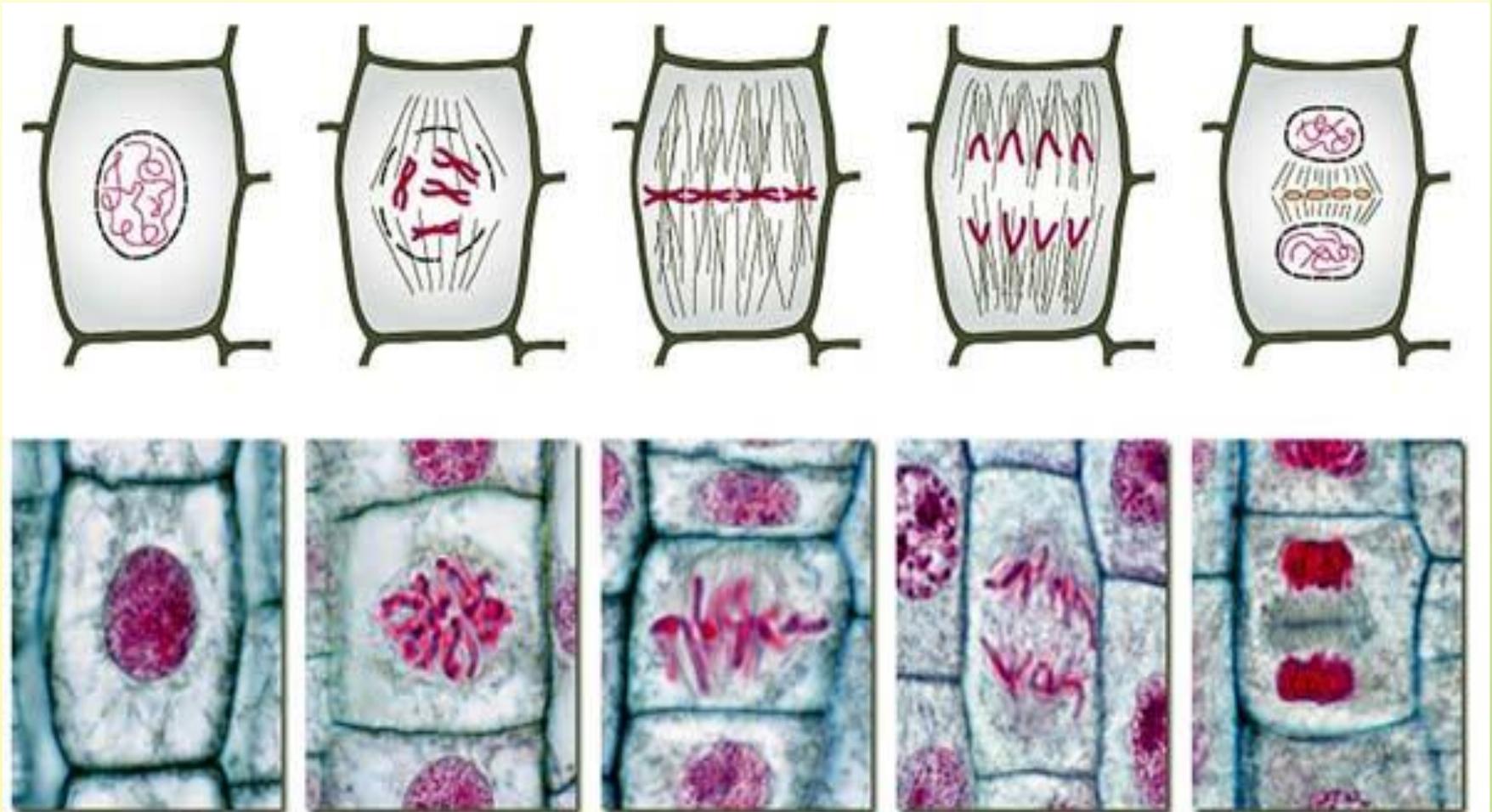
Mitosis:

Pembelahan sel biasa, apabila sel induk jumlah kromosomnya  $2n$ , maka sel anak jumlah kromosomnya juga  $2n$ , biasa terjadi pada pembelahan sel somatis

# Pembelahan Mitosis



# Gambar Pembelahan Mitosis Pada Sel Akar Bawang



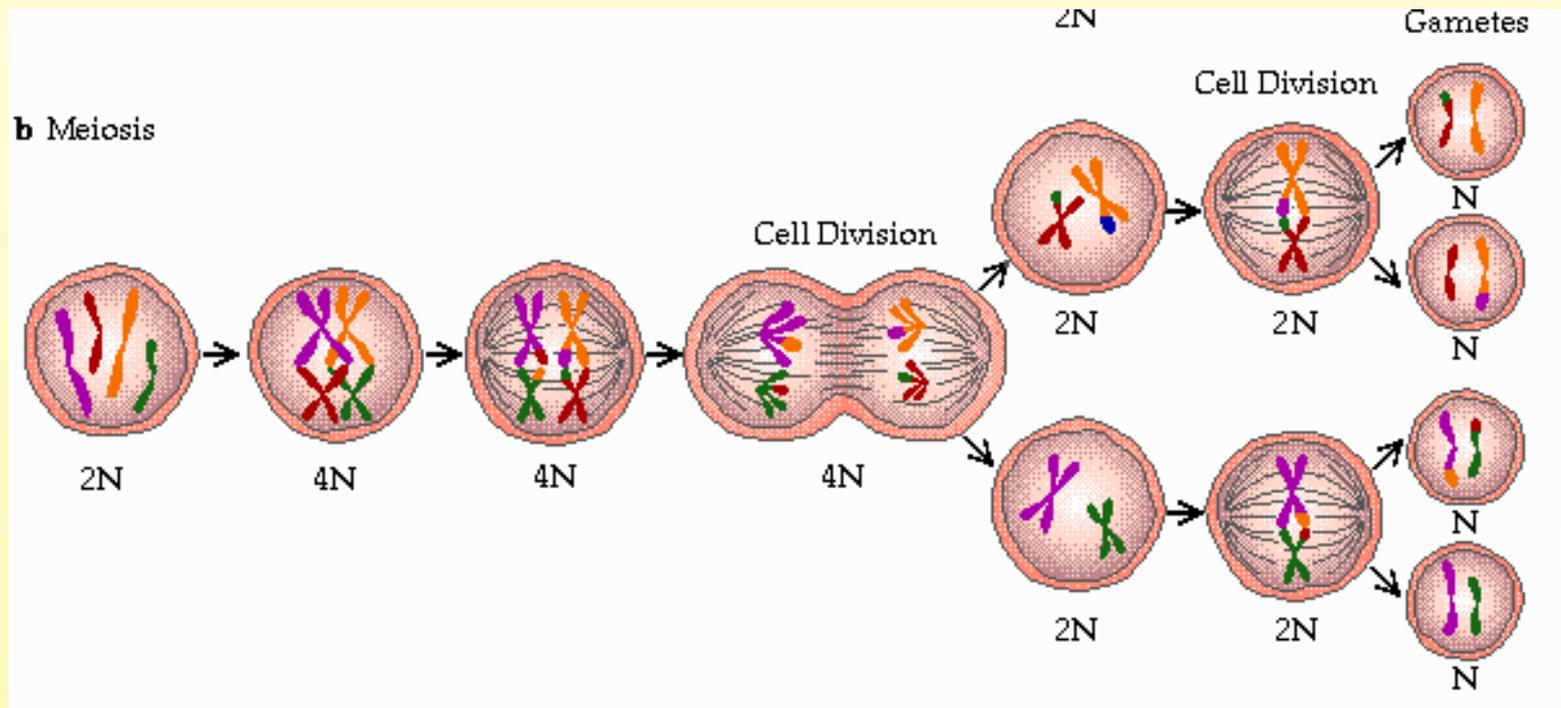
# Meiosis

- Pembelahan sel yang terjadi pada pembentukan sel-sel kelamin (gametogenesis)
- Pembelahan secara meiosis terbagi 2, yaitu:
  1. Meiosis I
    - Memisahkan setiap pasangan kromosom homolog dan membagi anggota pasangan tersebut pada sel anak
  2. Meiosis II
    - Serupa dengan mitosis

# Pembelahan Meiosis

- Pada sel/organ reproduktif
- Terjadi reduksi jumlah kromosom  $2n$  (diploid) menjadi  $1n$  (haploid)
- Dari 1 sel induk ( $2n$ ) menghasilkan 4 sel anakan yang haploid

# Meiosis (Pembelahan Reduksi)



# Gambar Pembelahan Meiosis

## MEIOSIS I



### PROFASE I

KROMOSOM HOMOLOG MELALUI SIMPISIS MENBENTUK TETRAO

### METAFASE I

TETRAO BERGABUNG PADA PLASMA

### ANAFASE I

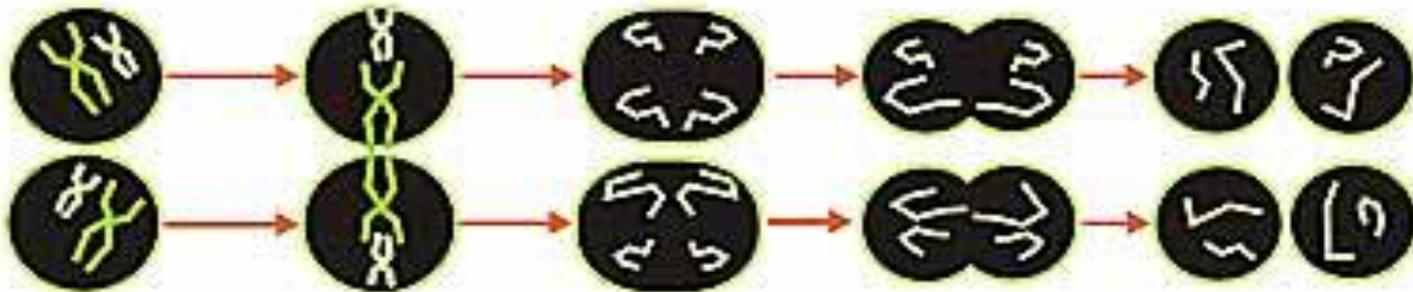
KROMOSOM HOMOLOG BERGERAK KE KUTUB YG BERLAWANAN

### TELOFASE I

SATU SET PASANGAN KROMOSOM MENUJU SETIAP KUTUB & PEMBELAHAN SITOPLASMA DIMULAI

SETIAP SEL MENERIMA PERTUKARAN MATERI KROMOSOM DARI KROMOSOM HOMOLOG

## MEIOSIS II



### PROFASE II

KROMOSOM BERKONDENSASI LAGI BEWANG SPINDEL BARU TERBENTUK

### METAFASE II

BEWANG SPINDEL MELEKAT DI SENTROMER, KROMOSOM BERJAJAR DI SEPANJANG BEWANG SPINDEL

### ANAFASE II

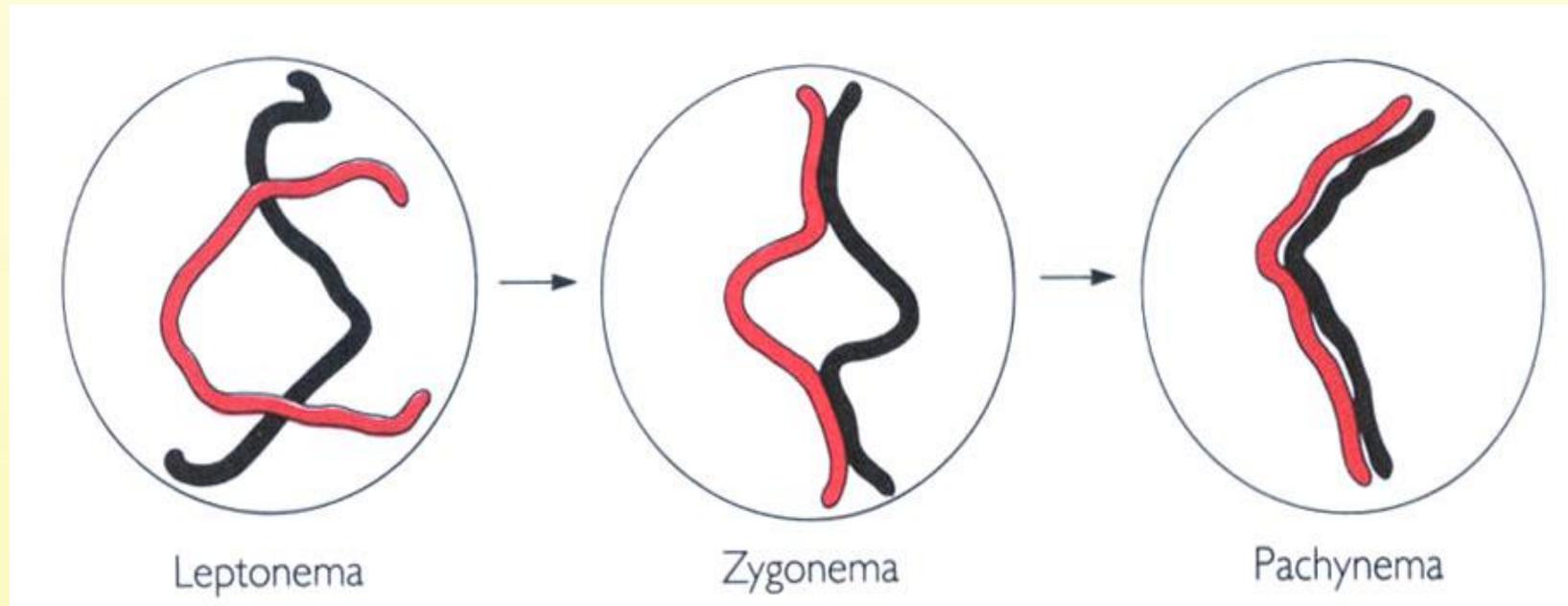
KROMATID SAUDARA TERPISAH-KROMOSOM BERGERAK KE KUTUB YG BERLAWANAN

### TELOFASE II

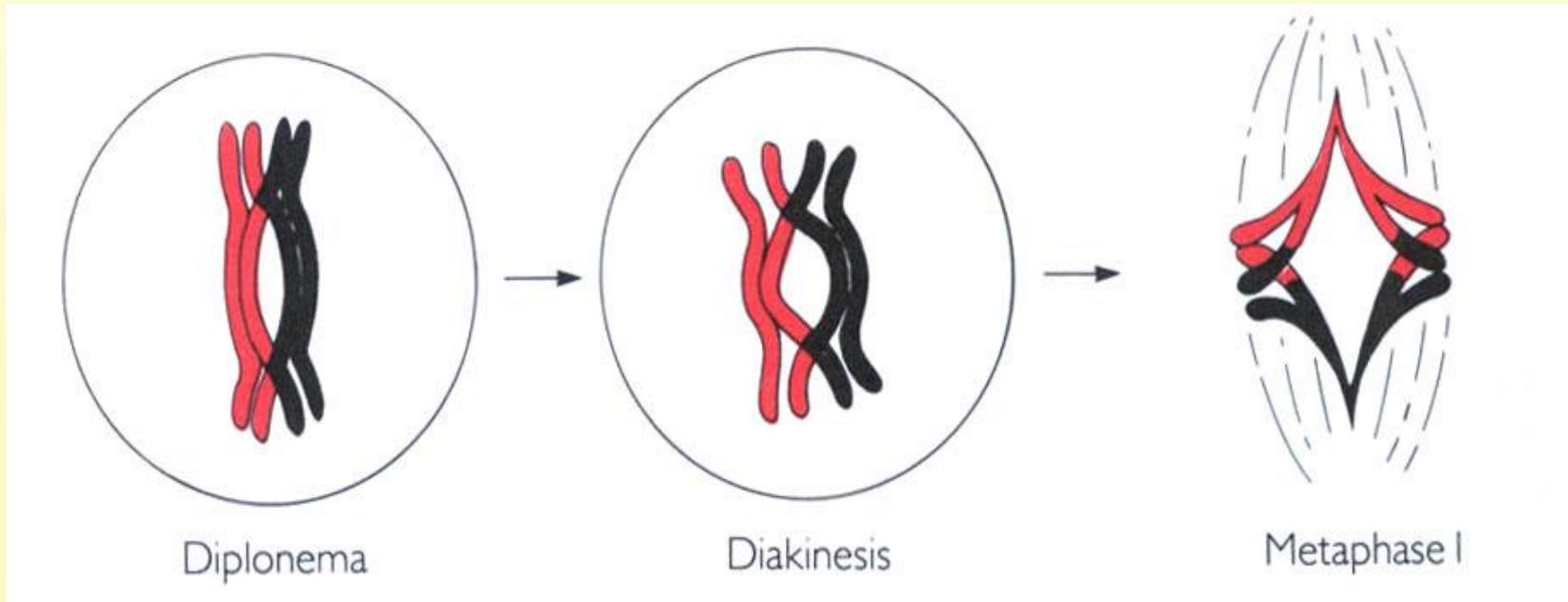
KROMOSOM TIBA DI TIAP KUTUB & PEMBELAHAN SITOPLASMA DIMULAI

SEL MENBELAH SEMPURNA, TIAP SEL MENERIMA SETENGAH DARI JUMLAH KROMOSOM INDUK

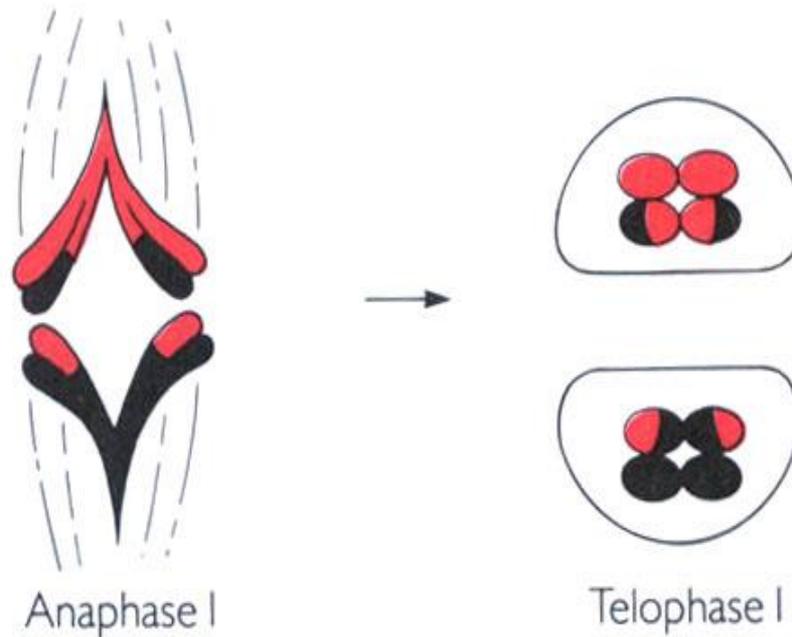
# Tahapan Pembelahan Meiosis I: Profase



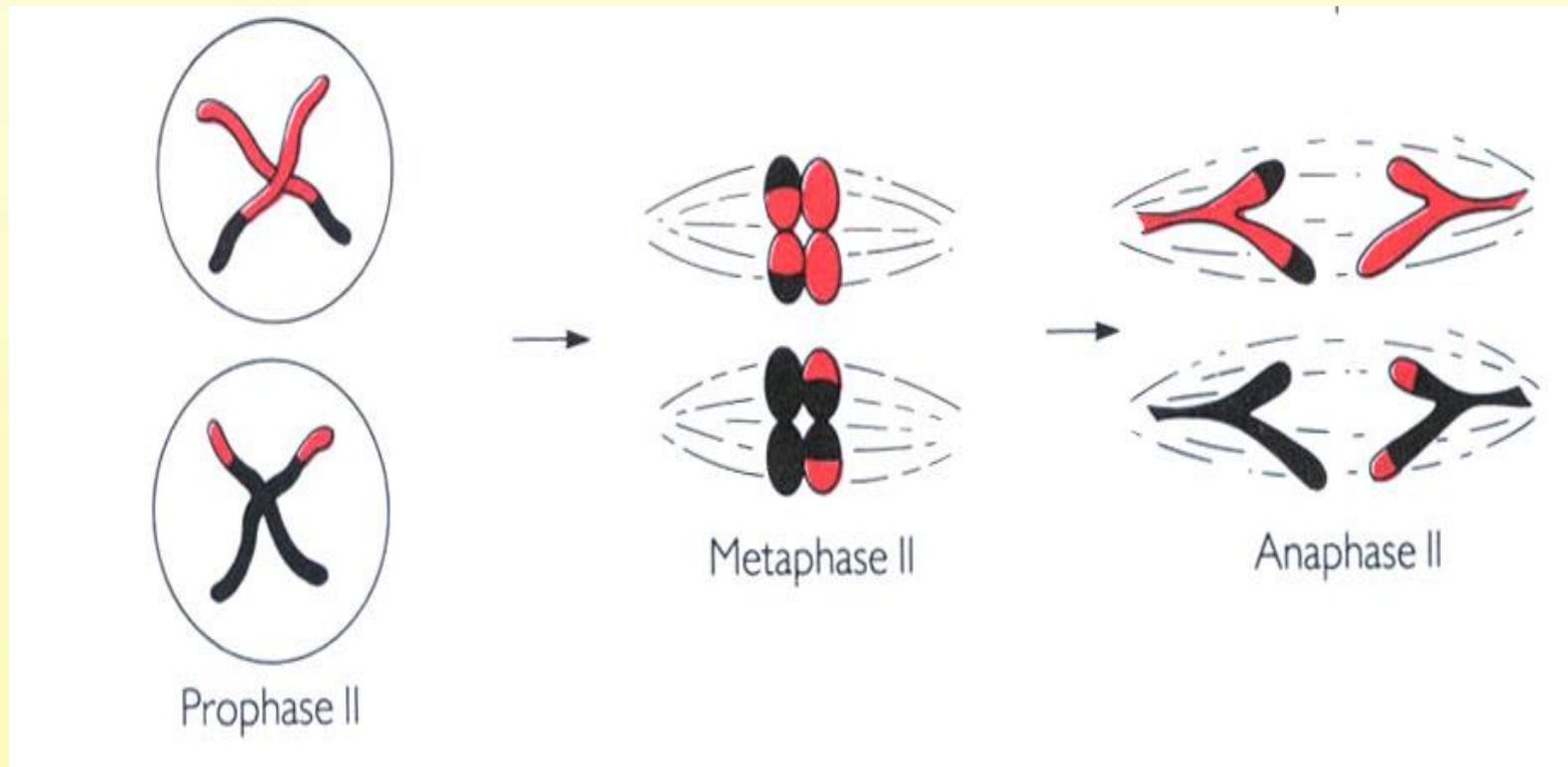
# Tahapan Pembelahan Meiosis I: Profase I → Metafase I



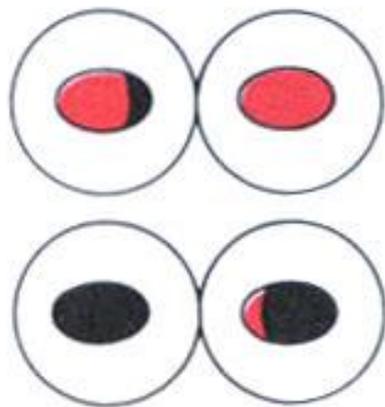
# Tahapan Pembelahan Meiosis I: Anafase I → Telofase I



# Tahapan Pembelahan Meiosis II: Profase II → Metafase II → Anafase II



# Tahapan Pembelahan Meiosis II: Telofase II



Telophase II

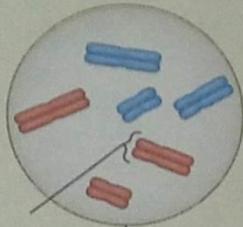


Products of Meiosis

# MITOSIS

## Profase

Kromosom tereplikasi (dua kromatid saudara)

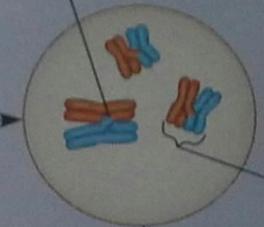


Replikasi kromosom



2n = 6

Replikasi kromosom



Kiasma (tempat pindah silang)

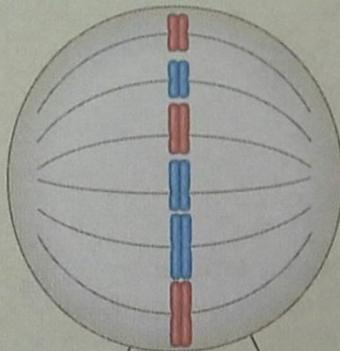
## MEIOSIS I

### Prophase I

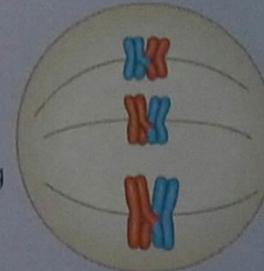
Pasangan kromosom homolog digabungkan oleh kiasma dan kohesi kromatid saudara

## Metafase

Kromosom berjejer sendiri-sendiri di lempeng metafase



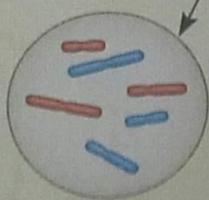
Kromosom berjejer menurut pasangan homolog di lempeng metafase



### Metafase I

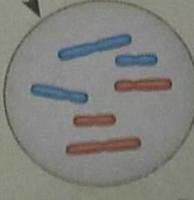
## Anafase Telofase

Kromatid saudara memisah saat anafase



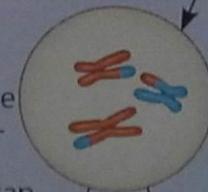
2n

Sel anakan hasil mitosis



2n

Kromosom homolog memisah saat anafase I: kromatid-kromatid saudara tetap saling melekat di sentromer



Sel anakan hasil meiosis I

### Anafase I Telofase I

Haploid n = 3

Kromatid saudara memisah saat anafase II



Sel anakan hasil meiosis II

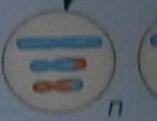
## MEIOSIS II



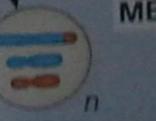
n



n



n



n

# Beda Mitosis dan Meiosis

## Properti

## Mitosis

Replikasi DNA

Terjadi saat interfase sebelum mitosis mulai

Jumlah pembelahan

Satu kali, mencakup profase, metafase, anafase, dan telofase

Sinapsis dari kromosom homolog

Tidak terjadi

Jumlah sel anakan dan komposisi genetik

Dua, masing-masing diploid ( $2n$ ) dan identik secara genetik dengan sel induk

Peran dalam tubuh hewan

Memungkinkan dewasa multiselular bertumbuh-kembang dari zigot; menghasilkan sel-sel untuk pertumbuhan, perbaikan, dan, pada beberapa spesies, reproduksi aseksual

## Meiosis

Terjadi saat interfase sebelum meiosis I mulai

Dua kali, masing-masing mencakup profase, metafase, anafase, dan telofase

Terjadi saat profase I bersama pindah silang antara kromatid nonsaudara; kiasmata yang dihasilkan menjaga pasangan kromosom tetap bersama akibat kohesi kromatid saudara

Empat, masing-masing haploid ( $n$ ), mengandung separuh jumlah kromosom sel induk; berbeda secara genetik dari sel induk dan dari satu sama lain

Menghasilkan gamet; mengurangi jumlah kromosom menjadi separuh dan menyebabkan variabilitas genetik di antara gamet.

# Regulasi Siklus Sel



Maturation Promoting Factor  
(MPF)

Start Point atau  
Check Point



CDC2

Cyclin

– MPF merupakan suatu protein kompleks yang terdiri dari 2 sub unit :

a. Cdc

- terdapat dalam bentuk inaktif pada interfase
- diaktifkan oleh cyclin selama mitosis dan fosforilasi ser dan thre

b. cyclin

- disintesis selama interfase
- didegradasi selama mitosis (M & G-cyclin).



*Figure 14.14*

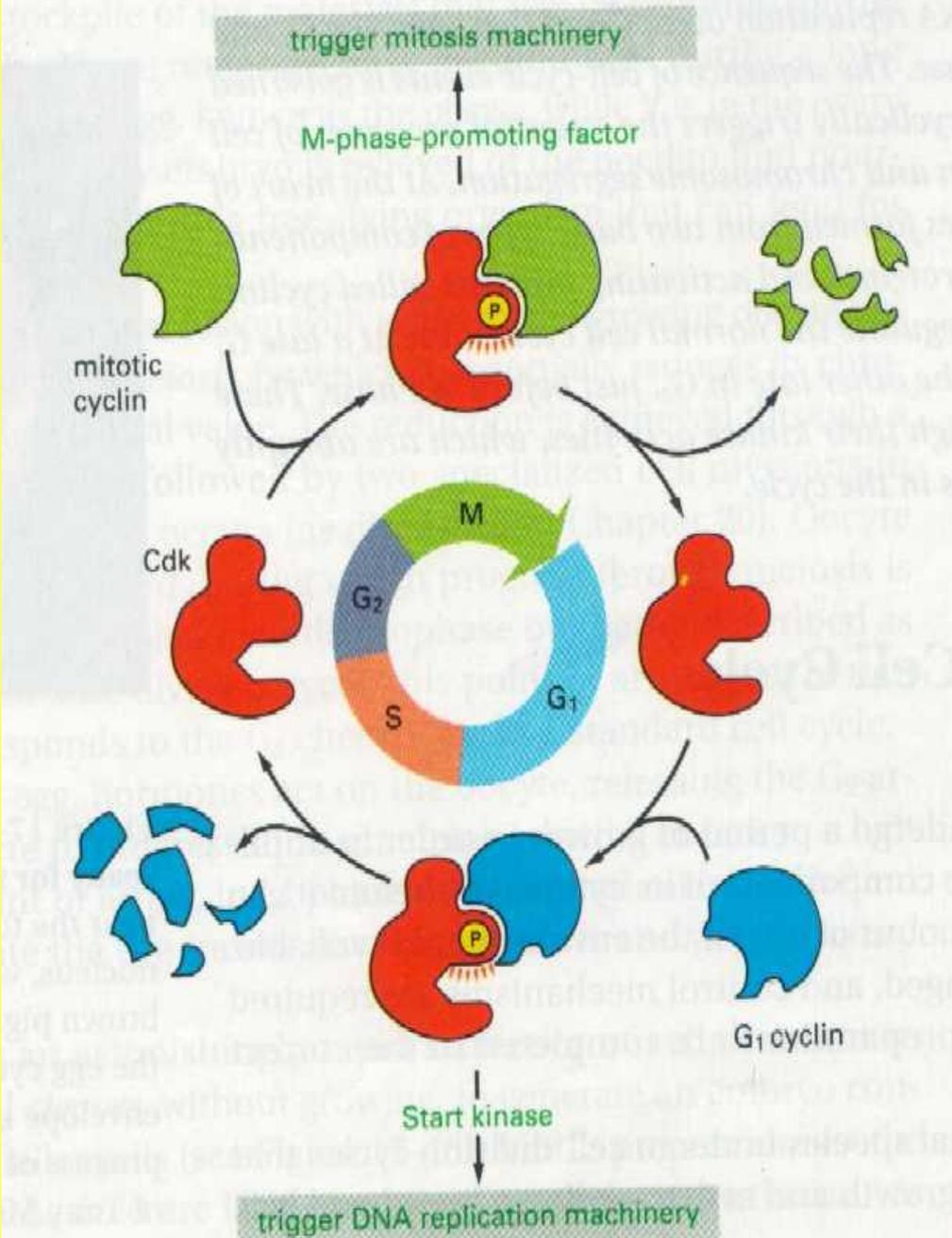
**Structure of MPF** MPF is a dimer consisting of cyclin B and the Cdc2 protein kinase.

Cyclin bergabung dengan Cdc-P (inaktif), kompleks Cdc-cyclin menfosforilasi protein target. Sehingga terjadi :

- kondensasi kromosom
- Fragmentasi membran nukleus/lamin
- Perubahan sel hingga siap mitosis
- assembly membran inti pada waktu interfase.

# Pembentukan MPF

- Selama siklus sel, Cdc inaktif. Aktivasi dengan melakukan kombinasi dengan M-cyclin yang akan membentuk kompleks pre- MPF
- Pre-MPF mengaktifkan MPF dipicu oleh defosforilasi gugus Thr 14 dan Tyr 15 oleh protein fosfatase (Cdk 25)
- MPF menginisiasi mitosis dengan membentuk aparatus spindel, dll.
- Inaktivasi MPF melibatkan enzim pendegradasi cyclin (proteolitik) sehingga cyclin dapat disintesis lagi untuk inisiasi siklus sel berikutnya



MPF terjadi pada fase G1 dan G2

M- cyclin , bergabung dengan Cdc-P pada fase G2, diperlukan untuk masuk fase M

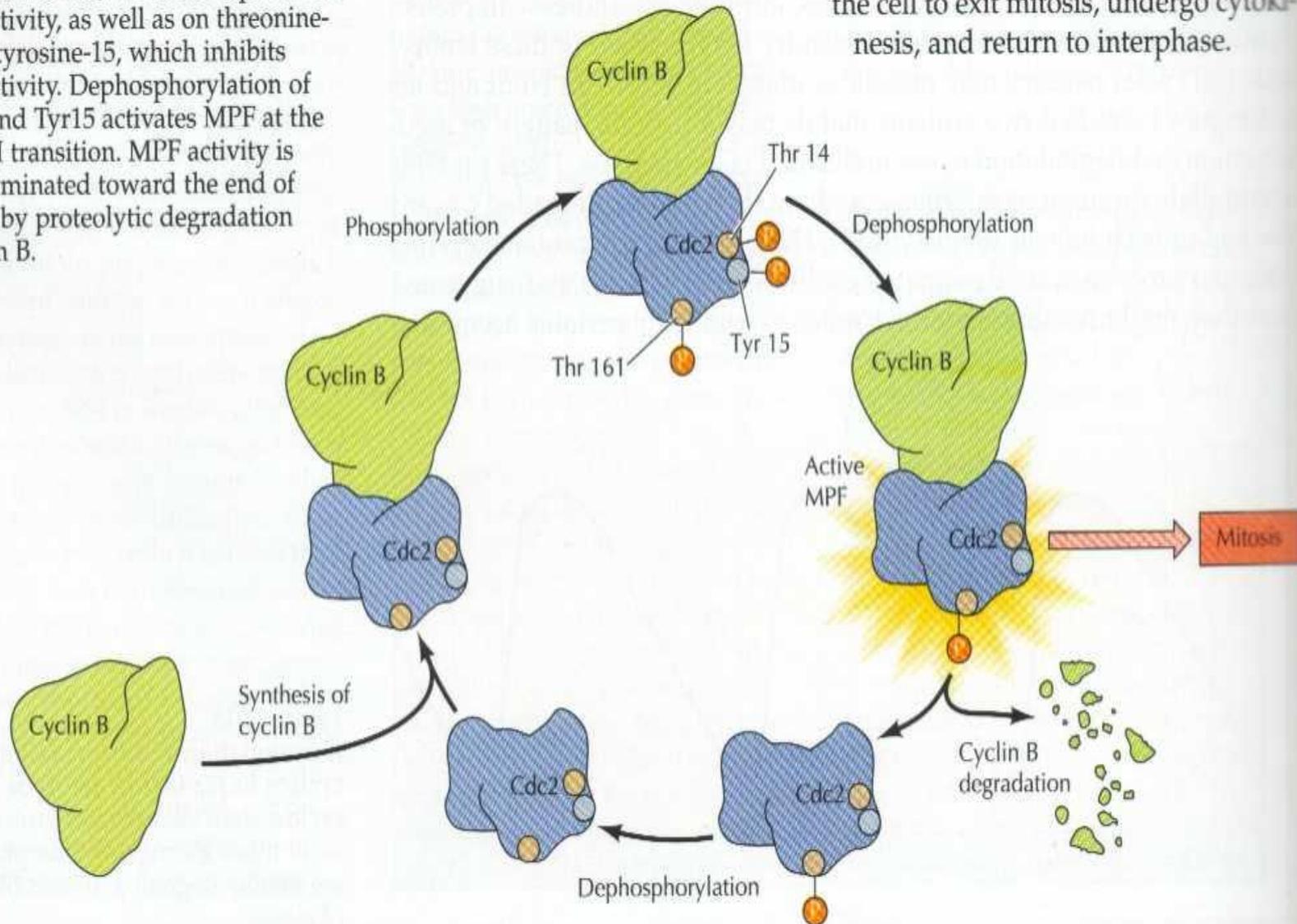
G1-cyclin, bergabung dengan Cdc-P pada fase G1, diperlukan untuk masuk ke fase S

Pada akhir mitosis terjadi degradasi cyclin berperan dalam finalisasi proses mitosis

# Cdk Cyclin in Cycles

reonine-161, which is required for activity, as well as on threonine-tyrosine-15, which inhibits activity. Dephosphorylation of and Tyr15 activates MPF at the M transition. MPF activity is terminated toward the end of s by proteolytic degradation in B.

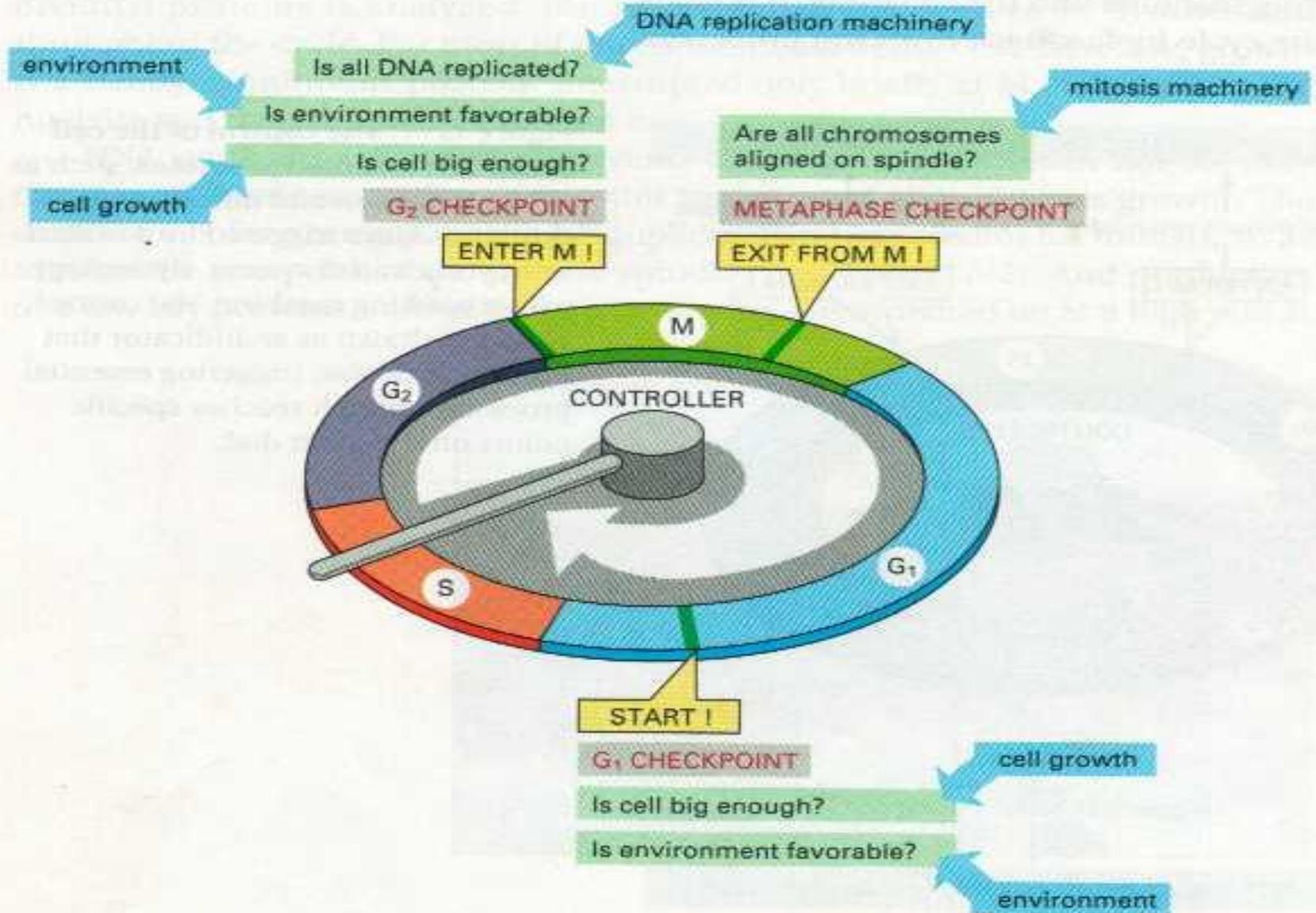
the cell to exit mitosis, undergo cytokinesis, and return to interphase.



Start Point : START (saat masuk fase S)

- Kontrol ini melibatkan protein Cdc yang membentuk kompleks dengan G-cyclin yang disintesis pada G1.
- Sintesis G-cyclin dipengaruhi oleh :
  - Nutrisi/makanan
  - Hormon
  - Growth factor
- Sel yang kekurangan makanan tidak dapat masuk ke interfase untuk memulai replikasi DNA

# Kontrol Siklus Sel



# PENGATURAN DAN KONTROL SIKLUS SEL

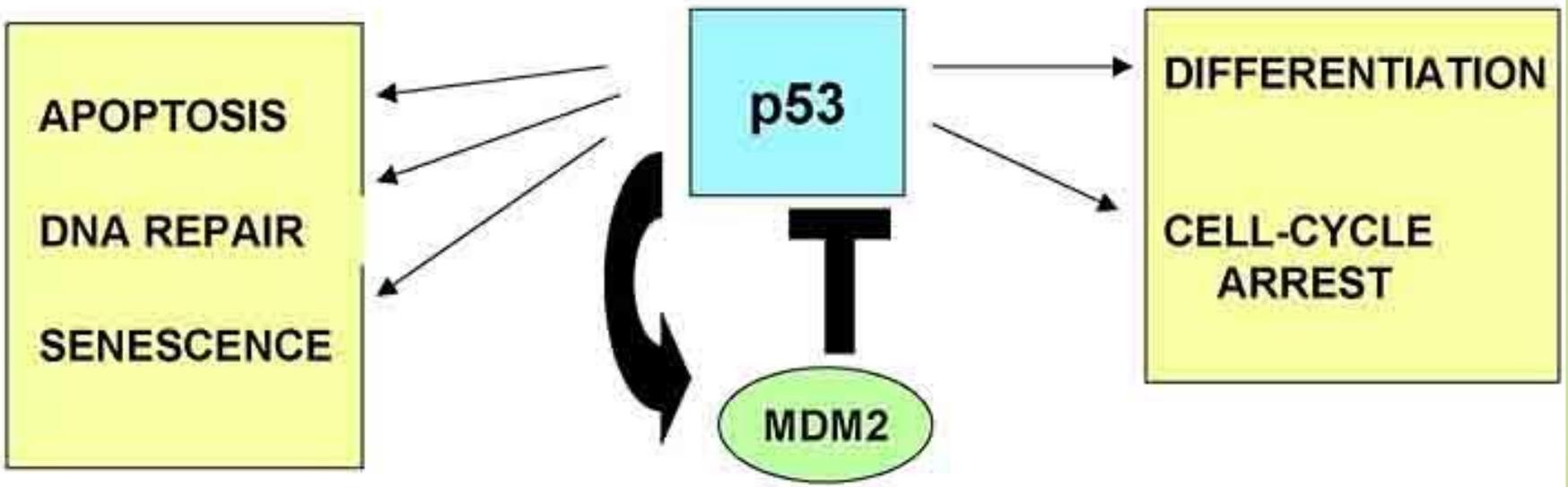
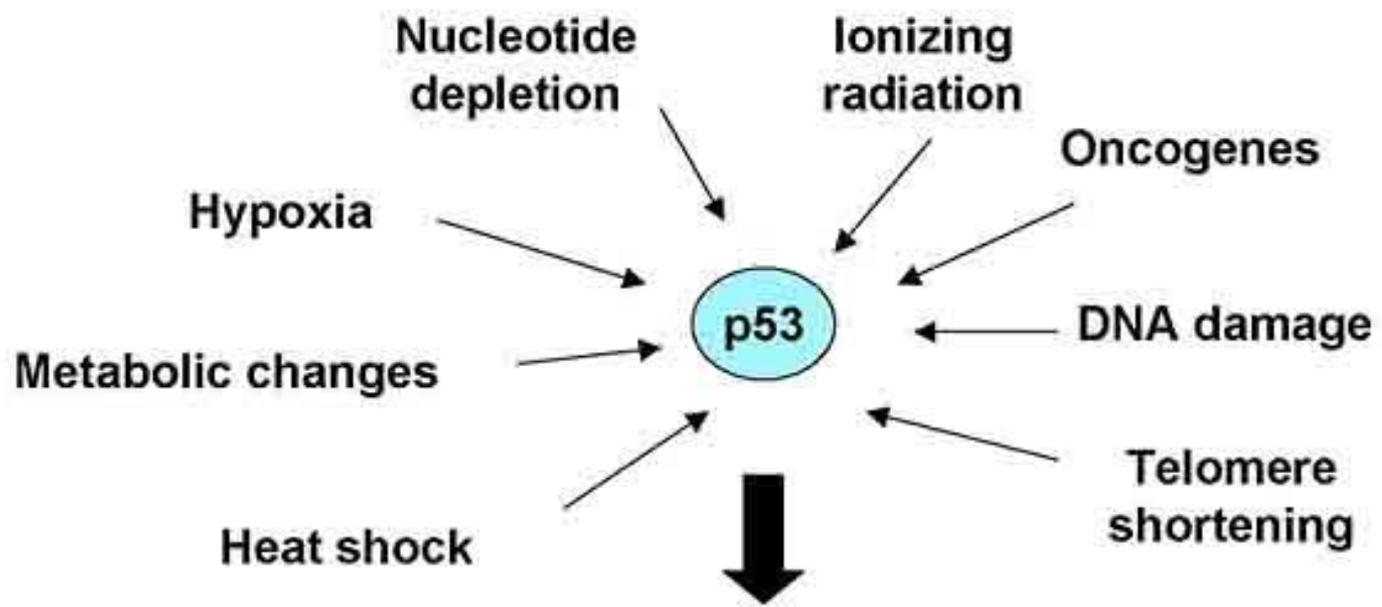
Interfase → stadium antara mitosis (3 periode)

- Gap 1 (G1): Periode sebelum sintesis DNA (10 jam)
- Sintesis (S): Periode sintesis DNA/replikasi DNA & replikasi kromatid dari kromosom (8 jam)
- Gap 2 (G2): Periode sintesis histon, tubulin, dll. & siap bermitosis (5 jam) → Pramitosis

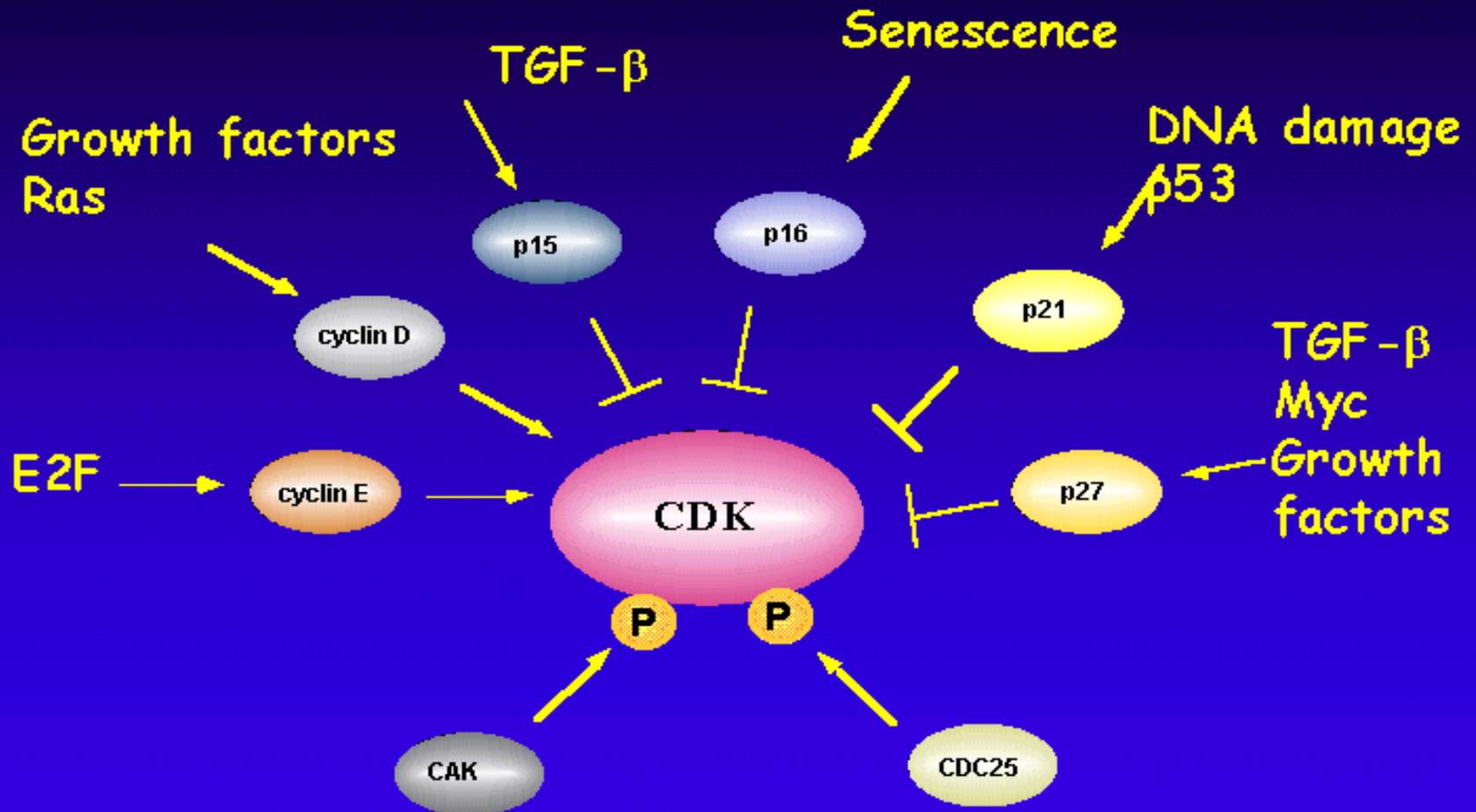
Pd interfase → sentriol dalam sentrosom membelah → organel dalam sitoplasma yang memulai pembelahan sentrosom & mengatur komponen (aparatus) mitotik (aster, spindel, traction fiber)

# Kelainan Pada saat Pembelahan Sel

1. Kanker
2. Endomitosis
3. Poliplodi
4. Aneuploidi: non disjunctio



# Multiple signals converge on cyclin dependent kinases



**Terima Kasih**